

IV SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE ARQUITETURA E CONSTRUÇÃO COM TERRA

III SEMINÁRIO ARQUITECTURA DE TERRA EM PORTUGAL

MEMÓRIAS

7-12 outubro 2005

Monsaraz, Portugal

Mariana Correia
Célia Neves
(Coordenadores)

IV SIACOT
Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com Terra

III ATP
Seminário Arquitectura de Terra em Portugal

Memórias

Monsaraz – Portugal
PROTERRA | ESG | FCO | CdT
2005

BREVE HISTÓRICO IV SIACOT | III ATP

PROTERRA Projeto de Investigação XIV.6 HABYTED/ CYTED

ESG. Escola Superior Gallaecia

FCO. Fundação Convento da Orada

CdT. Associação Centro da Terra

são os anfitriões dos atos e reuniões associados à celebração conjunta do IV Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com Terra (IV SIACOT) e do III Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal, que se realiza de 7 a 12 de outubro de 2005, no Convento de Orada, em Monsaraz, Portugal.

A ampla adesão de profissionais ibero-americanos e europeu, provenientes de 22 países, confirma antecipadamente o sucesso do evento. A qualidade dos artigos e a sua abrangência internacional tornam este evento uma importante fonte de informação, com matérias atuais, desenvolvidas por especialistas e profissionais com investigação e projetos na área da arquitetura e construção com terra.

O IV SIACOT | II ATP tem por objetivo: contribuir para a melhoria na qualidade da construção e proteção do património; preparar adequadamente técnicos nacionais, regionais e locais a intervirem com melhor conhecimento e responsabilidade no património de terra urbano e rural, assim com em áreas protegidas; aprofundar a investigação, contribuindo para o desenvolvimento local sustentável, por meio do conhecimento da conservação do património, da difusão da arquitetura contemporánea utilizando materiais tradicionais com maior eficiência energética; desenvolver estratégias para formação local com maior integração social. Além disso, realizam-se exposição de pôsteres e apresentação de stands de livros temáticos e o lançamento do livro “Arquitectura de Terra em Portugal”, contendo inúmeros artigos apresentados em IV SIACOT | III ATP.

Coordenação Geral

Mariana Correia. ESG, FCO, CdT e PROTERRA

Célia Neves. PROTERRA/HABYTED/CYTED

Comissão Executiva

Arq[a] Catarina Pereira – CdT
Arq. Eduardo Carvalho – CdT
Arq. Luis Gama – CdT
Arq. Miguel Mendes – CdT
Arq[a] Patrícia Bruno – CdT
Arq[a] Patrícia Lourenço – CdT
Eng[a] Paulina Faria Rodrigues – U.N.L., CdT
Arq[a] Teresa Beirão – CdT
Arq[a] Vera Schmidberger – CdT

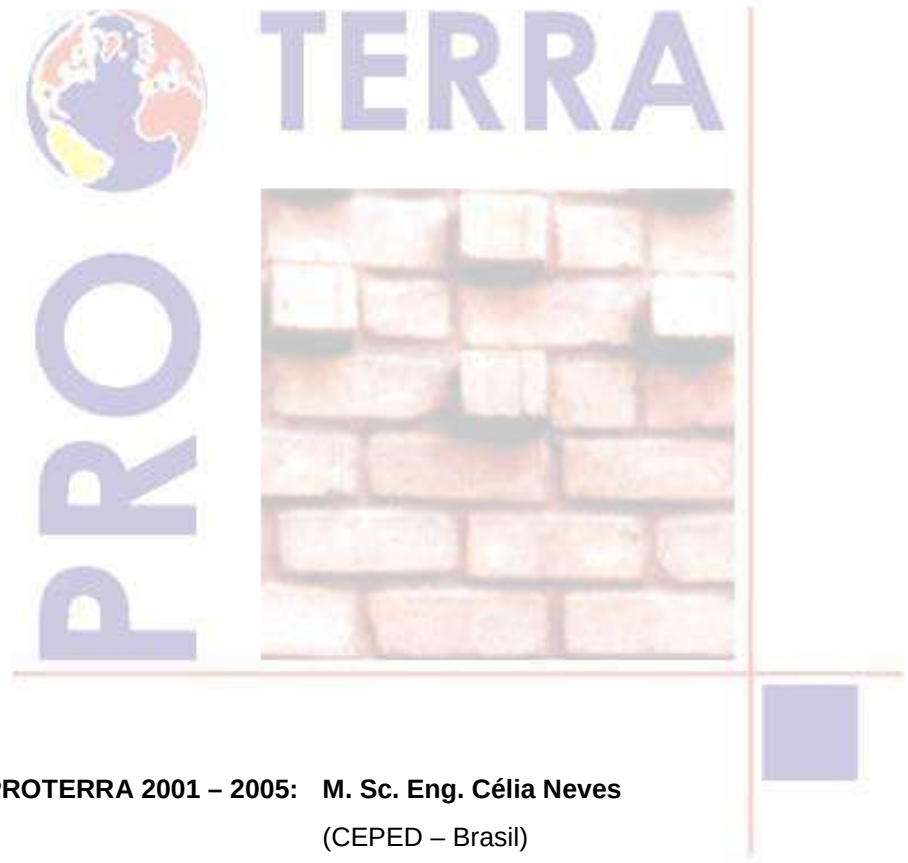
Comissão Científica

Arq[a] Mariana Correia – ESG, FCO, Proterra, CdT
Eng[a] Célia Neves – Proterra
Arq[a] Maria Fernandes – CdT, Proterra
Arg. Miguel Rocha – CdT
Eng[a] Paulina Faria Rodrigues – U.N.L., CdT
Arq. Hubert Guillard – CRATerre-EAG
Hist[a] Juana Font – Universidad Valladolid
Arq[a] Mary Hardy - CGI

Organização

Apoio

Projeto de Investigação Proterra



Coordenação PROTERRA 2001 – 2005: **M. Sc. Eng. Célia Neves**
(CEPED – Brasil)

Seminário de arquitetura e construção com terra

I SIACOT
16-18 de setembro de 2002
Salvador, Brasil

II SIACOT
18-19 de setembro de 2003
Madrid, Espanha

III SIACOT
27 de setembro – 2 de outubro de 2004
San Miguel de Tucumán, Argentina

IV SIACOT | III ATP
7-12 de outubro de 2005
Monsaraz, Portugal

Breve história do Projeto de Investigação Proterra

Em 2001, foi criado o Projeto de Investigação temporal de quatro anos do Programa Ibero-Americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento (CYTED), dentro do Subprograma Tecnologia para Vivenda de Interesse Social, identificado como HABYTED, com o objetivo de incentivar o uso da terra como material de construção na produção massiva de habitações de interesse social através da realização de projetos demonstrativos, publicações, cursos e outros eventos.

O modelo dos projetos de investigação do CYTED compreendia um coordenador e a participação de pelo menos cinco instituições dos países ibero-americanos interessados no tema. Proterra iniciou com a participação de sete representantes de instituições de sete diferentes países.

A primeira ação do projeto foi identificar e convidar profissionais envolvidos com o tema construção com terra a se integrarem Projeto de Investigação, cuja estrutura é definida em função das diversas especialidades dos seus participantes. E assim, instituições e pessoas com experiência reconhecida foram aceitando e solicitando sua integração ao projeto de investigação Proterra. As atividades são desenvolvidas por estes especialistas, provenientes de universidades, centros de pesquisas e demais empresas dos países ibero-americanos, dedicados ao estudo e aplicação da terra como material de construção.

O Projeto de Investigação Proterra, contanto com o trabalho voluntário de seus integrantes, desenvolveu internamente as seguintes atividades:

- elaboração de recomendações para a normalização de técnica mistas, considerando os sistemas estruturais apropriados para regiões sujeitas a abalos sísmicos e outros aspectos tais como conforto ambiental e controle tecnológico;
- desenvolvimento e recomendação de métodos de ensaios de laboratório e testes de campo;
- discussão e aperfeiçoamento de mecanismos de transferência de tecnologia.

Com a finalidade de uniformizar uma linguagem internacional, foi elaborada a terminologia sobre técnicas de construção da terra, sob a coordenação do Centro de Investigação da Escola Superior Gallaecia (Ci-ESG), disponível no site de Proterra. Além das Memórias publicadas nos seminários anuais que realiza, o Projeto de Investigação Proterra prepara manuais e instruções para oficinas de conscientização e divulgação de técnicas construtivas.

Já em processo de finalização, o projeto de investigação Proterra conta com um acervo de oito livros impressos e dez gravados em CDs, e com a participação de 100 membros provenientes de 18 países ibero-americanos com o seguinte perfil: 42% desenvolvem sua principal atividade profissional em universidades; 16% em instituições de pesquisas; 18% em ONGs dedicadas à extensão; e 24% em escritórios de arquitetura e outras empresas públicas ou privadas voltadas principalmente aos programas de construção de vivendas de interesse social.

Objetivos do Projeto de Investigação Proterra

Desde a sua criação, o Projeto de Investigação Proterra buscou, através de vários eventos, relacionar e capacitar profissionais dedicados à arquitetura e construção com terra, promovendo sua integração e estimulando a troca de conhecimentos e associações em diversas atividades.

Ao propor sua criação, o foco do Projeto de Investigação Proterra era a habitação de interesse social com terra e a proposta era dispor de um grupo de especialistas ibero-americanos que pudessem dar suporte técnico aos programas de construção desenvolvidos nos vários países. Logo se percebeu que o uso da terra em programas habitacionais de interesse social não se materializaria apenas com a

formação de uma equipe internacional de profissionais, uma vez que em cada país já havia profissionais competentes para prestar o suporte técnico necessário. Porém, era necessário estimular e disseminar o uso da terra por meio de outras ações, a fim de apoiar cientificamente a "arquitetura e construção com terra", mediante a elaboração de um acervo bibliográfico atualizado, adequado às circunstâncias atuais de cada país e região.

Apesar de seu caráter original, orientado para a construção contemporânea, o Projeto de Investigação Proterra incorporou atividades e profissionais dedicados à preservação do patrimônio, por compreender o forte vínculo entre o conhecimento produzido na construção atual e no restauro e reabilitação de edifícios. Além disso, reconhece que é fundamental dispor da base tecnológica desenvolvida que permita construir, resgatar e manter viva a tradição e a memória do uso da terra na construção.

A integração de profissionais em Proterra busca promover sua integração no campo da ciência e da tecnologia. Além disso, favorece a formação de grupos de profissionais diversificados que se apoiam, aumentando o número de pessoas interessadas em aprender e construir com terra.

Sobre os SIACOTs

O Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com a Terra (SIACOT) visa reunir cientistas, técnicos e profissionais que trabalham com arquitetura e construção com terra, desde o seu desenvolvimento histórico até o uso atual deste material. Corresponde ao espaço para discussão com base acadêmica, mas aberto ao público em geral, onde são avaliados o desenvolvimento de programas científicos e outros projetos em andamento, bem como o progresso em escala global da disseminação deste tópico.

A recuperação na prática do uso das técnicas antigas, através do conhecimento da conservação e restauro de edificações de terra, é útil tanto para a conservação do patrimônio construído quanto para o desenvolvimento futuro. O aprimoramento técnico na arquitetura e construção com terra, bem como a busca de uma resposta eficaz aos sismos, têm um impacto tanto no campo da restauro quanto na construção nova.

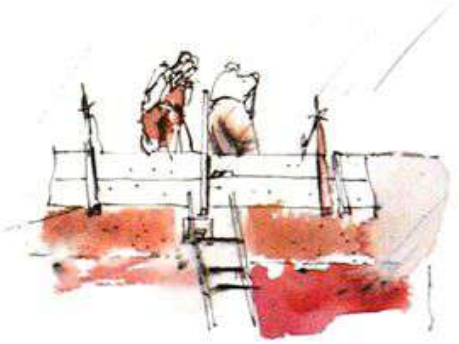
Esse espaço também permite apoiar a formação de recursos humanos técnicos, tanto em nível profissional quanto artesanal, através da aplicação prática dessas técnicas que permite a reinserção dessas técnicas no atual projeto e construção do espaço humano.



IV SIACOT · III SEMINÁRIO

Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra Arquitectura de Terra em Portugal

Convento da Orada, Monsaraz, PORTUGAL · 7 > 12 Outubro 2005



IV SIACOT | III ATP

Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com Terra

Seminário Arquitectura de Terra em Portugal

Coordenação
Mariana Correia
Célia Neves

Diagramação dos artigos, sumário e CD
Jacob Merten

Diagramação da publicação digital
Célia Neves

Organização
PROTERRA. Projeto de Investigação Proterra/HABYTED/CYTED
ESG. Escola Superior Gallaecia
FCO. Fundação Convento da Orada
CdT. Associação Centro da Terra
GCI. Getty Coservatiom Institut

Sugestão para fazer referência a este documento

a) Memórias completas

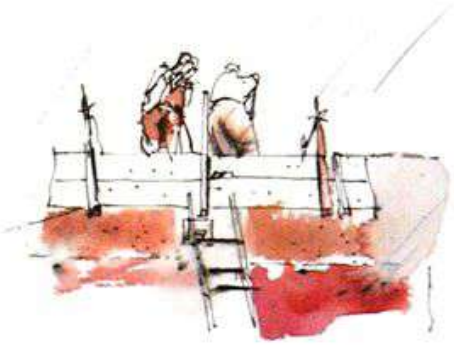
> Correia, M.; Neves, C. (Coords.) (2005). Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com Terra, 4; Seminário Arquitectura de Terra em Portugal,3. Memórias... Monsaraz, Portugal: PROTERRA/ESG/FCO/CdT

b) Artigo específico

> Neves, C. (2005). Transferência de tecnologia: conceitos, procedimentos e instrumentos adotados por PROTERRA. Seminário Ibero-americano de Arquitetura e Construção com Terra 4; Seminário Arquitectura de Terra em Portugal,3. Memórias... Monsaraz, Portugal: PROTERRA/ESG/FCO/CdT

Os critérios e opiniões expressados nos artigos desta publicação são de exclusiva responsabilidade de cada um dos autores

IV SIACOT · III SEMINÁRIO
Seminário Ibero-Americano da Construção com Terra Arquitectura da Terra em Portugal
Convento da Orada, Monsaraz, PORTUGAL · 7 > 12 Outubro 2005



SUMÁRIO

Apresentação

Escola Superior Gallaecia
Mariana Correia

Fundação Convento da Orada
Delmira Alberto Correia

Associação Centro da Terra
Carlos Miguel Rocha

PROTERRA
Célia Maria Martins Neves

Artigos

TEMA 1 – Tecnologia e Construção

Tecnologia de construção ecológica em arquitetura de terra
Ruy Arini

Tipología de los sistemas constructivos en tierra en la región Andina del Centro-Oeste Argentino
Maria Gabriela Armani

Construir muros con tierra en Tucumán. Sistemas tradicionales y alternativos
Josefina Chaila, Rafael Mellace, Rodolfo Rotondaro

Habitação de interesse social rural: sistema construtivo com paredes estruturais de adobe, no assentamento rural "Fazenda Pirituba"
Obede Borges Faria, Fernando Machado G. da Silva, Akemi Ino

Uma contribuição para assentamentos humanos de interesse social no Brasil: o uso do bambu na técnica mista de construções com terra
Emerson de Andrade Marques Ferreira, Geraldo Bezerra Araújo

Vivienda rural y técnicas tradicionales: la pintura sobre revoques de barro
Beatriz S. Garzón

Sistemas tecnológicos no convencionales en tierra para cocción y horneado de alimentos: cualidades socio-térmico-energéticas
B. S. Garzón, L. Fernández Abregú

Experiencias de Cuba en tecnologías de construcción con tierra aplicadas en viviendas
Nelson Navarro Campos

Muros y pisos de suelo-cemento para mejorar la vivienda social. Zonas urbanas del Gran Buenos Aires, Argentina
Rodolfo Rotondaro, Alex Schicht

Comparação entre sistemas construtivos com adobe e com tijolo cerâmico alveolar: um estudo de caso no assentamento rural "Fazenda Pirituba"

Fernando Machado G. da Silva, Obede Borges Faria

Os cantos na terra: uma comparação entre tecnologias de terra no norte do Yemen e no sudeste de Portugal

Fernando Varanda

Tijolos de solo-cimento no Brasil – uma visão de mercado

Renato Augusto Nascimento

Sistema autoconstructivo muro de tierra-concreto, aplicado en la región sureste de Coahuila: equidad de género

Jorge Acevedo D., Horacio Villarreal M., Mario Trejo A., Perla García C.

Caracterização de uma residência de interesse social sustentável, à base de bambu e terra estabilizada, no bairro bebedouro – Comunidade Juvenópolis em Maceió – Al – Brasil

Edson de Melo Santori, Rubens Cardoso Júnior, Suely Benevides de Carvalho Brasileiro

As superfícies e o comportamento das paredes de terra crua

Paulina Faria Rodrigues

Propuesta tecnológica para la construcción con tierra de pisos para vivienda económica

Virgilio Ayala Zapata

TEMA 2 – Conservação e Património

Un instrumento para la rehabilitación de la arquitectura popular en Cerdeña: el manual de recalificación de los centros históricos de la Marmilla, del Sarcidano y del Arci Grighine

Carlo Atzeni

Nuevos enfoques en cuanto a conservación de la arquitectura tradicional en tierra cruda en Abruzos: las experiencias de las obras de primera intervención en Casalincontrada (Chieti, Italia)

Mauro Bertagnin, Gaya Bollini

Contributo para o estudo e a conservação da muralha islâmica de Juromenha

Patrícia Bruno

La proporción andina en la construcción de viviendas de tierra en Bolivia

Alberto Calla García

Lo que aporta la construcción de tierra a la arquitectura

Juana Font

Estado de l'arte de l'arquitectura en tierra en Abruzzo

Stefania Giardinelli, Stefano Campoli

Nueva intervención en pueblos históricos

Birmania Giles Castillo

Procesos de conservación tradicional del patrimonio construido en tierra

Luis Fernando Guerrero Baca, Francisco Uviña Contreras

Arquitectura excavada. Las bodegas urbanas de serrada

Félix Jové, Maria Soledad Camino, Alfredo Llorente

Propuesta técnica para la restauración de arquitectura arqueológica de adobe en la costa central del Perú

Santiago Rafael Morales Erroch

Las construcciones tradicionales en barro como patrimonio rural en la tierra de campos (Castilla y Léon. España)

Jose Luis Alonso Ponga

O solo-cal: uma visão histórica e documental
Mário Mendonça de Oliveira

A presença da arquitectura de terra no cinema
Marta Vaz Pereira Schneeberger de Ataíde

Arquitecturas de terra e revestimentos pictóricos a fresco
Graça Horta

Consolidação das muralhas de taipa no castelo de Reina
Carlos Miguel Rocha

Condicionantes da conservação de construções em terra
Paulina Rodrigues, Fernando Henriques

O espaço construído no Alto Yemen
Fernando Varanda

Arquitectura em Terra – Iconografia
Maria Fernandes

Taipa militar em Portugal - fortificações do período de domínio muçulmano
Patrícia Bruno

Restauración de la panera del Obispo en Boada de Campos
Félix Jové, José Sainz

Intervención sismorresistente de estructuras históricas de adobe. Getty seismic adobe Project
Júlio Vargas Neumann

A acção da preservação dos monumentos históricos na Rússia após a queda da União Soviética
Maria José Gomes Feitosa

Las casas y la ciudad de adobe: conservación, significado y decoración urbana. Un proyecto "Cultura 2000"
Maddalena Achenza, Marco Cadinu

Le case e le città della terra cruda: conservazione, significato e decoro urbano. Un progetto "Cultura 2000"
Maddalena Achenza, Marco Cadinu

O castelo de Paderne – acções de valorização
Teresa Beirão

Reparação da Muralha no Largo de Santa Maria da Graça. Lagos
Frederico Mendes Paula, Elena Morán, Marta Díaz-Guardamino

Chan Chan – A metrópole da terra
Filipe Jorge, Mariana Correia, Maria Fernandes

TEMA 3 – Arquitectura na Contemporaneidade

Arquitectura de papel: realidade ou utopia?
Eduardo Carvalho, Francisco Freire, Luís Gama, Joana Basto

Construir con tierra, no es cosa de niños!
Carlos Alberto Fuentes Pérez

Adobe: con los pies en la tierra
Dulce María Guillén Valenzuela

Construção com terra em cooperativas habitacionais
Márcio Rosa D'Avila

Arquitectura de tierra, alternativa de edificación sustentable

Rubén Salvador Roux Gutiérrez, José Adán Espuna Mújica, Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez

Proyecto de desarrollo en Qotowincho

Raquel Barrionuevo de Machicao

Estudo de edificações rurais executadas com adobe na comunidade Sítio Velho, Estado do Piauí, Brasil

Wilza Gomes Reis Lopes, Sandra Selma Saraiva de Alexandria

La construcción con tierra en la arquitectura contemporánea española. La experiencia de la dirección general de regiones devastadas

Jaime de Hoz Onrubia, Santos García Álvarez, Luis Maldonado Ramos, David Rivera Gámez, Fernando Vela Cossío

Uma análise dos rumos da arquitetura de terra no Brasil

Maria José Gomes Feitosa

Moradia para remanescentes de quilombos

Paulo Montoro, Denise Maria Corrêa, Ilma Nunes Chaves Pellizer, Maria José Gomes Feitosa, Paulo Sérgio Ortiz, Sylvio Barros Sawaya, Wilma Abdala

Sousa da Sé: empreendimento turístico

João Perloiro, João Luís Ferreira, Paulo Perloiro, Paulo Martins Barata, Pedro Appleton. Paulo Perloiro, Pedro Campos Costa, Joana Cancela

La humedad en las construcciones con tierra en el trópico. Consideraciones de diseño

Angela M. Stassano R

A casa baixinha: uma questão de altura social

Elizabeth Ferreira Linhares

Projectar e construir com terra crua – algumas experiências

Edeltraud Vera Schmidberger, Joana F. Mourão, Margarida V. Pereira, Micaela Sobral

A paisagem cultural enquanto património e a sua adequada gestão

Victor Mestre e Sofia Aleixo

TEMA 4 – Investigação, Ensino e Formação

A Associação Centro da Terra em Portugal

Catarina Pereira, Miguel Rocha, Luís Gama, Eduardo Carvalho

La construcción con adobe en El Salvador, lecciones aprendidas a raíz de los sismos del 2001

Ismael Castro Velásquez, Delmy Núñez de Hércules

Montaje de prototipos de vivienda a través de la utilización de tecnologías en tierra: adobe, fajina y BTC

Rosario Etchebarne

“Angola...Construir la vida”

Mauricio Ganduglia

Una experiencia de educación informal en arquitectura con tierra – Transferencia y sensibilización, Colombia

Lucia Esperanza Garzon Castañeda

A sustentabilidade da forma na construção em terra crua

Filipe González, Manuel Couceiro

Propuesta integral para consolidar la población rural

Ariel Gonzalez, Roberto Mattone, Gloria Pasero, Jorge Casarotto, Carolina Rodríguez, Francesca Blanc

Bitacora de construcción con el geomaterial suelocemento-sisal: un instrumento para evitar patologías y mitigar el riesgo sísmico
Glenda López Zerpa

Transfêrencia de tecnologia: conceitos, procedimentos e instrumentos adotados por PROTERRA
Célia Neves

Escuela taller de Lima: aprender haciendo…
Violeta Paliza, Sandra Salles

Construção civil tradicional - formar com a terra
João Pereira Santos

Experiencia de Fundación Tierra Viva como proceso para la aceptación de la tapia pisada en Colombia
José Raúl Moreno, Jesús Antonio Moreno, Santiago Rivero

A formação de mão de obra e o ensino da arquitetura de terra no Brasil, oportunidades e dificuldades
Marco António Penido de Rezende, Raymundo Rodrigues Fº

Arquitectura de terra no Período dos Descobrimentos: as construções militares
Goreti Sousa

Proposta de padronização de ensaios para avaliação de solos utilizados em construções
Lia Lorena Pimentel, Miriam Zatta

Contribuição para a caracterização de paredes de terra crua
Carlos Miguel Rocha, Paulina Faria Rodrigues

Ensaios de caracterização laboratorial de solos com vista à sua utilização em arquitectura de terra crua
Teresa Santana, Paulina Faria Rodrigues

Un pueblo Toba sustentable en Marcos Paz
Liliana Alvarez, Karin Rheingans, Nora Wildermam, Richard Siren

Núcleo de preservação do património histórico e cultural da Universidade de Taubaté
Maria Dolores Alves Cocco

Terras da arquitectura tradicional em adobo no Vouga-Sul
Luís Branco Santiago

TEMA 5 – Comportamento e Resistência dos Edifícios

Construir con tierra en laderas de gran declive: ¿un desafío a los desastres naturales?
Rosa Flores

Caracterização do adobe em construções existentes na região de Aveiro
Humberto Varum, Tiago Martins, Ana Velosa

Aproveitamento do lodo residual do processo de fabricação de celulose e papel em tijolos de terra-crua
Rosane A. G. Battistelle, Obede Borges Faria

La tierra armada: 35 años de investigación en la PUCP
Marcial Blondet, Julio Vargas, Nicola Tarque, José Velásquez

El código ecuatoriano de la construcción
Patricio Cevallos Salas

Patrimonio arquitectónico de tierra en área sísmica. El caso de la región de Cuyo – Argentina
Silvia A. Cirvini, José A. Gómez Voltan

“Sismo-reforço” de construções de terra crua
Maria Idália Gomes, Jorge de Brito

Reflexiones sobre rehabilitaciones de edificaciones patrimoniales, básicamente de tierra, construidas en alto nivel sísmico
Mario Hidrobo

Efeito dos argilominerais do solo na matéria-prima dos sistemas construtivos com solo-cal
Márcio Vieira Hoffmann

Métodos simplificados para análise da vulnerabilidade sísmica de construções de terra
Paulo B. Lourenço, Daniel V. Oliveira

Caracterização dos revestimentos tradicionais de construções em taipa no Barlavento Algarvio
Luís Pedro Mateus, Maria do Rosário Veiga, Jorge de Brito

Uso de productos naturales para mejorar el comportamiento al agua de revoques a base de tierra
Roberto Mattone, Gloria Pasero, Alezio Rivotti, Viviana Tosco

Comportamento experimental de paredes de adobe com vistas à elaboração de norma brasileira de construção com adobes
Normando Perazzo Barbosa, Jameson da Silva Gonçalves, Suely Brasileiro, Khosrow Ghavami

Soluciones constructivas de refuerzos sismo-resistentes en edificaciones de adobe y tapial
Hugo Pereira Gigogne

Patologias da arquitetura de terra: avaliação-pós 10 anos de uso de uma residência construída em solo-cimento monolítico
Eduardo Salmar, Ana Negreiros, Marcos Tognon

A terra face à nova regulamentação energética
Fausto Simões

Degradación de las superficies de muros de adobes por acción de fenómenos climáticos
Mirta E. Sosa, Irene C. Ferreyra

Parámetros para evaluación sísmica de edificaciones
Ligia Maria Vélez Moreno



IV SIACOT · III SEMINÁRIO

Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra Arquitectura de Terra em Portugal



Abertura da Escola Superior Gallaecia

Para alguns a questão é compreender de onde vem tanto interesse pela arquitectura de terra; para outros a resposta é natural - a sua relação com a tradição, natureza, ecologia, sustentabilidade ou alternativa conceptual; mas para muitos é simplesmente paixão, pois a terra é quente, estabelecendo imediata ligação do homem ao material. Para além deste vínculo pessoal, em termos técnicos e científicos o interesse também tem sido crescente.

Desde 1999, que a Escola Superior Gallaecia (ESG) tem organizado distintos eventos em Lisboa e Vila Nova de Cerveira, dedicados à investigação, conservação do património, conhecimento da contemporaneidade e difusão da arquitectura de terra, em geral. As acções têm sido constantes, nomeadamente na realização de **Encontros** internacionais; **Palestras** de arquitectos do Peru, Canadá, Bélgica, México, Espanha e Portugal; **Seminários** a nível nacional desde 2003; **Difusão** por meio da edição de CDs e apoio a exposições itinerantes e documentários; **Investigação** em colaboração com o Proterra sobre terminologia em português e espanhol; recolha de **Bibliografia** temática; **Protocolos de Cooperação** entre a ESG (Portugal), CRATerre (França) e Labterra (Itália); **Cooperação Internacional** com aprovação no programa CULTURA 2000, de projecto europeu de investigação entre Itália, Portugal, Espanha e Marrocos; e finalmente, em 2005, inicia-se a **Edição** e apoio a publicações dedicadas ao estudo da arquitectura de terra.

O compromisso da ESG no estudo da arquitectura de terra, leva a que na IIª Assembleia do Proterra, realizada em 2003, em Espanha, a instituição universitária seja convidada a organizar o "**IV *Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra***". Reunir o IV SIACOT ao ***"III Seminário ATP: Arquitectura de Terra em Portugal"*** permite a apresentação em CD, de 95 comunicações, e a publicação do livro ***"Terra em Seminário"***, com 68 artigos de 24 países. A par do seminário internacional realizam-se visitas à arquitectura contemporânea e património, curso intensivo, exposições e apresentação de documentários, reuniões associadas à IV Assembleia Proterra e lançamento do livro "Arquitectura de Terra em Portugal".

No presente momento reúnem-se uma vez mais em Portugal, diversos especialistas. A ampla participação de profissionais nacionais e internacionais é motivo de reflexão, em especial quando os idiomas do seminário são o português e espanhol. O elevado número de comunicações dedicadas à Conservação (26), à Investigação e Ensino (20) e ao Comportamento e Resistência dos edifícios (18) demonstram a crescente pesquisa científica dedicada ao tema na Europa e América Latina. Sinergias e estratégias de cooperação tornam-se inevitáveis para um conhecimento mais profundo e abrangente. Deste modo, a Escola Superior Gallaecia encontra-se empenhada em contribuir para o estudo e conservação da arquitectura de terra, enquanto área não alternativa, mas de crescente investigação e difusão científica.

Mariana Correia, arq.ª
Directora da ESG



IV SIACOT · III SEMINÁRIO

Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra · Arquitectura de Terra em Portugal

Convento da Orada, Monsaraz, PORTUGAL · 7 > 12 Outubro 2005



Abertura da Fundação Convento da Orada

A **Fundação Convento da Orada**, *Fundação para a Salvaguarda e Reabilitação do Património Arquitectónico* (FCO), foi instituída em Novembro de 1988, por João Rosado Correia e Delmira Calado Correia. Desde cedo a Fundação se dedicou à **Investigação**, **Ensino**, **Recuperação**, **Reabilitação** e **Revitalização do Património**, tendo como seu expoente máximo, a Recuperação do Convento da Orada, em Monsaraz, cujo nome foi adoptado pela Fundação. Os seus principais objectivos são fomentar: a reabilitação do património edificado; a investigação científica; a participação activa em planos de Salvaguarda de Centros históricos; a criação de oficinas de cursos de formação; o ensino de técnicas construtivas tradicionais e a criação de repositório de materiais tradicionais; a promoção de acções científicas, culturais, pedagógicas, artísticas e sociais a nível local, regional, nacional e internacional.

A FCO desde cedo promove e organiza eventos no âmbito da reabilitação da arquitectura e construção em terra. Em 1995/1996 realiza-se no Convento da Orada, o Mestrado em Arquitectura Ecológica & Património - Estudos de Design Biosférico, organizado pela Fundação e o San Francisco Instituto da Califórnia (SFIA), USA. A pós-graduação é constituída por 4 módulos teórico-práticos: Permacultura; Eco-construção; Bio-tratamento de Águas e Revitalização do Património.

Em 1996, a Fundação Convento da Orada é convidada pelo Instituto do Emprego e Formação Profissional de Alcácer do Sal a realizar a Escola-Oficina de *"Tecnologias Tradicionais de Construção"*, na Casa dos Romeiros, em Alcácer do Sal. O objectivo era formar jovens desempregados na área do restauro de técnicas e materiais tradicionais, como a taipa e alvenaria de pedra e tijolo. Os resultados positivos do 1º curso de 12 meses, permitiram a organização de um 2º curso e de mais dois cursos de especialização em *"Construção em Taipa e Adobe"*, e em *"Abóbadas e Abobadilhas"*. A obra de restauro foi concluída em Abril de 2002.

Em 1999, a Fundação Convento da Orada e a ESG / Escola Superior Gallaecia organizam em Vila Nova de Cerveira, o encontro internacional de dois dias: "Arquitectura de Terra: Tradição, Restauro, Actualidade", com a participação de 12 conferencistas nacionais e internacionais.

Em 2003, a FCO e a ESG co-organizam *o I Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal: Divulgação, Investigação, Contemporaneidade e Formação*. Este realiza-se na delegação da FCO, em Lisboa, a 27 de Setembro 2003, encontrando-se também patente a exposição "Terra na Arquitectura Ibero-americana". O apoio do Proterra e da recém-criada Associação Centro da Terra inicia uma colaboração inter-institucional, patente nas acções desenvolvidas ao longo dos últimos anos: exposições, conferências, seminários, publicações, etc.

A 25 de Setembro 2004, a FCO co-organiza em Lisboa, o *II Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal: Investigação, Legislação, Produção e Construção*, onde é apresentada a exposição "Glorious Mud", do arquitecto indiano Peeyush Sekhsaria, sobre a arquitectura de terra no Mali. O êxito deste seminário verifica-se pelo redobrado interesse demonstrado por técnicos de autarquias e de instituições públicas. O interesse do público cresce e amplia-se o debate em termos de investigação, ensino, formação, projectos, obras e sobretudo, questões técnicas e construtivas, o que implica maior rigor no projecto e na qualidade de construção.

Em 2005, é em Monsaraz, no Convento da Orada, sede da Fundação, que se realiza o IV Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra e III Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal. No seguimento dos eventos culturais e científicos que a FCO promove, é com enorme prazer que a Fundação Convento da Orada vos recebe. Sejam bem-vindos!

Delmira Alberto Correia
Presidente da Fundação Convento da Orada
Fundação para a Salvaguarda e Reabilitação do Património Arquitectónico



IV SIACOT · III SEMINÁRIO

Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra Arquitectura de Terra em Portugal

Convento da Orada, Monsaraz, PORTUGAL · 7 > 12 Outubro 2005



Abertura da Associação Centro da Terra

As origens da construção com terra crua confundem-se com as do próprio homem. Encontramo-la em todos os continentes e em todas as épocas, chegando aos nossos dias bem presente e viva, reflectindo uma grande diversidade de realidades que, naturalmente, traduzem as particularidades e a história de cada local.

Sendo a terra crua o laço comum que une todas essas realidades tão distintas, ela é também, pelas conhecidas razões históricas, um dos fortes laços que hoje em dia estreita relações e une a Península Ibérica e as Américas Central e do Sul.

A realização do IV Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra este ano em Portugal é, sem dúvida, o resultado do enorme esforço que ao longo da última década aqui tem sido feito e traduz claramente algumas das preocupações mais emergentes da sociedade actual, sejam elas de índole ambiental ou cultural.

Na abertura da Conferência TERRA 93, referia-se que a "*importância da recuperação de um material de construção tão largamente disponível e que no passado usámos tão profusamente só poderá ser avaliada a médio prazo*". Volvidos doze anos, já se pode fazer uma primeira avaliação: neste IV SIACOT contamos com a apresentação de uma significativa quantidade de projectos realizados, que nos permite validar aquela afirmação.

Se durante a realização daquele evento Portugal foi por uns dias o "centro da terra", actualmente já se pode dizer que "Portugal tem o Centro da Terra". Este Centro, formado em 2003, é uma Associação criada com os objectivos de estudar, documentar e difundir a construção com terra crua em Portugal e procura trabalhar no sentido de promover a sua valorização e desenvolvimento, quer ao nível da intervenção no património, quer ao nível da construção de novas edificações.

Desde a sua criação, diversas têm sido as actividades promovidas pelo Centro da Terra: conferências, seminários, exposições, *workshops* e actividades de divulgação. O *feed-back* que delas se foi recebendo tem servido, primeiro que tudo, para comprovar e justificar a necessidade da existência de uma instituição deste tipo em Portugal. Em segundo lugar, tem servido para ajustar a actuação às necessidades e à realidade social de cada momento e, por fim, para ajudar a delinear as actividades a promover no futuro.

Neste momento merece especial referência o facto de o Centro da Terra ter sido convidado para colaborar com a Universidade Gallaecia e a Fundação Convento da Orada, na organização do IV SIACOT / III ATP. Esta situação foi para nós, motivo de bastante orgulho, uma vez que traduz um reconhecimento internacional. Contudo, o sucesso que se pretende para este seminário não dependerá apenas das instituições envolvidas na sua realização mas sim dependerá, sobretudo, dos participantes que acudirem a este evento e que seguramente o enriquecerão com as suas comunicações e intervenções.

Carlos Miguel Rocha
Presidente da Direcção do Centro da Terra



IV SIACOT · III SEMINÁRIO

Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra Arquitectura de Terra em Portugal

Abertura do PROTERRA

É grande o prazer de prefaciar as Actas do IV Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra (SIACOT) e III Seminário Arquitecturas de Terra em Portugal (ATP), principalmente porque este evento resulta do esforço de pessoas e instituições em dar continuidade a acções que visam desenvolver, implantar e divulgar a Arquitectura e Construção com Terra.

O SIACOT é realizado anualmente pelo projeto Proterra, desde 2002, e busca apresentar, ao público em geral, as pesquisas e práticas nesta área, que alguns julgam fazer parte do passado.

Proterra é o projeto de investigação XIV.6 do CYTED – Programa de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento, cujo objetivo é transferir a tecnologia Arquitectura e Construção com Terra aos sectores produtivos e às políticas sociais dos países ibero-americanos. Atualmente o Proterra conta com a participação voluntária de mais de noventa profissionais de dezoito países.

O primeiro SIACOT realizou-se na Bahia, Brasil; o segundo em Madrid, Espanha; o terceiro em Tucumán, Argentina e o IV SIACOT é este ano, para nossa grande satisfação, realizado juntamente com o III Seminário ATP. Este evento firma o compromisso de criar um fórum para todos aqueles dedicados à Arquitectura e Construção com Terra relatarem seu trabalho, trocarem informações e, principalmente, integrarem-se e unirem-se, esperando contribuir com o avanço e divulgação do conhecimento e da prática desta admirável tecnologia que suplanta épocas e fronteiras geográficas.

As Actas comprovam o sucesso desta parceria: publicam-se 70 artigos de autores de 24 países. Esta publicação mostra a diversidade dos trabalhos técnicos e científicos de profissionais que se dedicam tanto à conservação do património construído, como à produção de edificações de interesse social.

Fundamentado no crescente e necessário interesse da Sociedade em promover o desenvolvimento sustentável, a Arquitectura e Construção com Terra apresenta-se hoje sob outra importante ótica: a possibilidade de aliar o uso de material natural acessível e abundante ao seu manejo apropriado e sustentável, produzindo edificações mais dignas para viver e com custo acessível às populações carentes.

A satisfação de participar deste momento é ímpar: a comunidade técnica e científica dão mais um passo para a acreditação e o uso da tecnologia Arquitectura e Construção com Terra, não somente em Ibero-América, mas como um legado para o Mundo.

Célia Maria Martins Neves
Coordenadora Internacional
Projeto PROTERRA/CYTED



Modelo bahareque Cerén



Modelo bahareque mejorado



Vivienda terminada sistema bahareque mejorado. Fonte: Fundasal

Tecnologia e Construção

TECNOLOGIA DE CONSTRUÇÃO ECOLÓGICA EM ARQUITETURA DE TERRA

Ruy Arini

Escola de Engenharia
Universidade do Minho
Campus de Azurém, 4800-058 - Guimarães, PORTUGAL
Tel 351.253.510.200/4 – Fax 351.253.510.217
E-mail: ruyarini@yahoo.com.br

Tema 1: Tecnologia e Construção
Palavras-chave: arquitetura, terra, tecnologia, ecologia, design

Resumo
A definição de um Sistema Construtivo que utiliza alvenaria de terra crua, produzida no canteiro de obras, sem adição de estabilizantes artificias ou de energias para sua cura, com técnicas apropriáveis e não poluentes, garantindo maior equilíbrio ecológico e custo econômico, pode caracterizar uma forma construtiva, que tem como característica a economia e a rapidez da entrega da obra, que se apresenta com bonita estética arquitetônica.
Considerando os aspectos ecológicos, econômicos, bioclimáticos, termoacústicos e práticos, além da eficácia e durabilidade que envolvem a construção civil, o Sistema Construtivo que utiliza a Arquitetura de Terra, nas edificações urbanas, são formas de expressão cultural próprio às comunidades, reconciliando-nos com o sentido e uso da sabedoria popular local, criando, ao mesmo tempo, um laço de continuidade entre a história da sociedade, a realidade da atualidade e o futuro da comunidade.

1. Introdução

O Impacto Ambiental, Social e Econômico causado pelo processo construtivo da indústria da construção civil brasileira, quando da produção da alvenaria cerâmica, seu transporte e sua utilização na construção de unidades habitacionais para população de média e baixa renda, justifica um estudo de alternativas construtivas mais preocupadas com a preservação do Meio Ambiente, da Ecologia e com a Qualidade de Vida do Usuário.
Adotando o Sistema Construtivo em Arquitetura de Terra, caracterizado pela utilização de alvenaria de terra crua, serão eliminadas as energias necessárias para a produção e a cura da alvenaria e o seu respectivo transporte para os canteiros de obras, conseguindo, com isso, uma redução do custo final da alvenaria;
Utilizando um processo construtivo baseado na edificação das fundações, pisos, estrutura, paredes e cobertura, produzidas com tijolos, que possui um design diferente para cada função na estrutura da edificação, e que são assentados e encaixados na estrutura montada com perfis metálicos cortados, dobrados e parafusados, caracterizando as brocas, pilares, vigas baldrames e cinta de amarração, finalizando a etapa construtiva do respaldo da edificação.
Concluída a etapa do respaldo, é colocada uma forma metálica, em forma de arco abatido sobre as duas cintas de amarração, que foram projetadas e construídas em paralelo, cobrindo a edificação. A forma pode ser deslocada ao longo das referidas cintas de amarração, aonde são colocados os tijolos, também produzidos com design especial, assentados com argamassa produzida com terra e água, até preencher todo o espaço da forma, em seguida a forma será deslocada para receber outra camada, e assim sucessivamente concluir até a etapa da cobertura.
O elevado índice de compacidade, que retarda a passagem de energias térmicas, acústicas e mecânicas, qualidades que caracterizam os aspectos termoacústicos e de elevada resistência à compressão dessa alvenaria, e a pintura externa na cor branca, permitem eliminar forro, sem perder a qualidade do conforto ambiental da edificação.
Considerando a redução do custo final da alvenaria, limitando utilização de madeiras para execução de formas, eliminando os materiais de regularização e acabamento das

paredes, racionalizando a colocação das instalações hidráulicas e elétricas, que são colocadas nas aberturas previstas pelo design do tijolo e com a substituição dos ferros dos pilares e vigas pela estrutura metálica, reduzindo o tempo de construção, eliminando as telhas, o forro e as madeiras que são utilizadas para a construção do telhado e do forro, conseguiremos reduzir o custo final da obra, conforme a Tabela Análise Comparativa Custo x Benefício que se pode verificar abaixo, sem perder a qualidade final da construção civil, que passa a utilizar uma mão de obra, de forma mais racional e especializada. Com a redução do custo final do metro quadrado construído, poderemos propor uma habitação com dimensões mais adequadas, com outra estética arquitetônica, melhor acabamento e maior durabilidade, e com um custo final compatível com a renda familiar da maior parte da população brasileira.

2. Alvenaria

2.1 Produção

Todos os tijolos serão produzidos no canteiro de obras, utilizando o solo recolhido no canteiro, ou de suas proximidades, sempre numa profundidade entre 1,50 e 2,50 metros, o solo deve ser peneirado, hidratado e compactado em equipamento hidráulico ou mecânico, com uma capacidade de carga equivalente a 20 000 kgf.

Após a compactação, os tijolos devem ser colocados em local arejado e com sombra, empilhados em três unidades por fiada, em até 10 fiadas, sendo necessário ter a primeira hidratação somente 6 horas após a sua produção e depois a cada 6 horas, até completar 48 horas, etapa inicial da cura a frio, após esse período, os tijolos podem ser transportados para serem utilizados na edificação, aonde ficarão em até 28 dias, tempo necessário para sua cura definitiva.

2.2 Design

O Design do tijolo com encaixes horizontais e verticais, utilizado para edificar as paredes foi desenvolvido objetivando conseguir resistir os esforços horizontais e verticais, e que possam ser assentados com pequena quantidade de cola à base de PVA, junto às estruturas metálicas.

Todos os tijolos terão duas aberturas internas quadradas, exatamente idênticas, de tal forma que possam ser assentados com junta a prumo ou com junta cruzada, que além de reduzir o seu peso específico, possam facilitar a colocação das instalações elétricas e hidráulicas nas paredes.

As estruturas metálicas que compõem as vigas baldrames, os pilares e as cintas de amarração superior, são projetadas e cortadas em perfis de aço laminado dobrado, de forma a receber os tijolos que definem as paredes de canto, paredes de dois lados, cruzamento de três paredes, e de cruzamento de quatro paredes.

As vigas, os pilares e as cintas de amarração superior, são projetadas e cortadas em perfis de aço laminado dobrado, depois transportadas para o canteiro de obras, para serem adequadamente montadas e fixadas. Os pilares junto com as vigas baldrames, nas suas partes inferiores e os pilares junto com as cintas de amarração superior, nas suas partes superiores, sempre nas suas extremidades, através de parafusos, arruelas e porcas.

Para a construção da cobertura, uma vez concluídas todas as paredes verticais, que são finalizadas com a fixação das cintas de amarração superior, travadas nas partes externas e internas, sempre em cima de paredes, através de cintas de amarração superior, é colocada uma forma, de forma perpendicular às cintas longitudinais, para receber os tijolos da cobertura.

Antes de iniciar a cobertura, a forma deve ser elevado em 1 centímetro, através da colocação de uma cunha em cada canto da forma, iniciando a colocação dos tijolos de cobertura, em “espelho”, com um design que tem na sua parte superior a dimensão de 5 centímetros, e na sua parte inferior tem a dimensão de 4 centímetros, numa altura de 11 centímetros, formando um trapézio, padrão dimensionado para vencer um vão de 320 centímetros.

3. Sistema Construtivo

3.1 Fundações

Para que as obras das Fundações sejam iniciadas, é necessário a fazer a limpeza, a regularização e a demarcação da obra no terreno, em seguida, conforme a definição do Sistema Construtivo, que objetiva a construção de um pilar em cada cruzamento de paredes, são escavadas valas com 30 centímetros de diâmetro, e com profundidade de aproximadamente 100 centímetros, aonde serão colocados os perfis metálicos correspondentes à função estrutural de cada pilar na edificação.

3.2 Estrutura

A estrutura é composta de pilares de canto, de passagem, de cruzamento de 3 paredes e cruzamento de 4 paredes; Todos os **pilares** serão fixados **nas vigas baldrames**, em sua parte inferior, e nas **cintas de amarração superior**, em sua parte superior; Esta etapa de trabalho consome aproximadamente 120 minutos para uma edificação de 50 metros quadrados. Finalizada a etapa de fixação dos pilares, das vigas baldrames e das cintas de amarração da estrutura, é despejado o concreto nas valas que estão abaixo da superfície, fixando assim as denominadas **brocas**, que acima da superfície são denominados **pilares**;

Nos vãos das paredes que contém esquadrias, são colocadas as vergas, também projetadas em perfis metálicos, onde serão fixadas as portas e janelas; Para as janelas são colocadas, na sua parte inferior, as vergas inferiores, que são parafusadas junto aos pilares laterais que determinam o vão, e as vergas superiores, que são colocadas na sua parte superior, que são parafusadas junto aos pilares laterais que determinam o vão.

Para a colocação das portas, os batentes são fixados nas vigas baldrames, em sua parte inferior e na parte superior da porta, o batente é fixado na verga superior, que são parafusadas entre os pilares laterais que determinam o vão.

3.3 Alvenaria

Esta etapa se caracteriza pelo assentamento dos tijolos, utilizando uma fina demão de cola à base de PVA, nos vãos definidos entre os pilares laterais e entre as vigas baldrames e às cintas de amarração superior, tijolos estes que são encaixados e travados, horizontal e verticalmente, devido às reentrâncias e saliências horizontais e verticais definidas pelo design do tijolo, conforme figura 1.

3.4 Cobertura

Os tijolos que compõem a Cobertura, quando colocado em “espelho”, possuem a forma trapezoidal, com uma altura igual a 11 centímetros, tem na parte superior uma largura igual a 5 centímetros, e na parte inferior uma largura igual a 4 centímetros, e seu comprimento sempre igual a 23 centímetros.

Uma vez concluída a etapa do respaldo, é colocada uma forma com formato em arco abatido, produzida em aço laminado, sobre as cintas de amarração superior, alinhando-se horizontal e verticalmente, em seguida são colocados cunhas, uma em cada um dos quatro cantos da forma, elevando-se a forma em 1 centímetro, os tijolos são apoiados e assentados, em espelho, com uma fina demão de cola à base de PVA, até preencher o espaço definido pela forma.

Para dar continuidade à construção do arco, depois de preenchida toda a forma, são retirados as cunhas, a forma é rebaixada e pode ser deslocada até o alinhamento da metade da última fiada de tijolo assentada, quando, de novo são colocadas as cunhas, de forma cuidadosa, para conseguir o alinhamento paralelo e dar continuidade à construção do arco, este procedimento deve ser repetido até que se complete aquela parte da edificação.

Na parte da cobertura em que a cinta de amarração está apoiada sobre uma parede externa da edificação, os primeiro tijolos devem ser colocados em pé, apoiados na parte elevada da cinta de amarração superior, que tem um formato triangular em toda sua longitude, de forma que sua altura seja 23 centímetros, diferente dos 11 centímetros dos demais tijolos da cobertura, isto se faz para que sejam criados os espaços para que sejam canalizadas as águas de chuva, substituindo as calhas convencionais.

Na parte da cobertura em que, a cinta de amarração está apoiada sobre uma parede interna da edificação, o primeiros tijolos devem ser colocados deitados, apoiados na parte elevada da cinta de amarração superior, que tem o formato triangular em toda sua longitude, permitindo a colocação dos tijolos que iniciarão o outro arco lateral, permitindo com isso o acabamento e a canalização das águas de chuva, conforme figura 2.

Sobre o arco construído, deve ser aplicado em sua parte superficial externa, uma demão de argamassa preparada com terra, água e material impermeabilizante, criando uma camada de regularização dos arcos da cobertura, e depois de seca, deve ser aplicada duas demãos de tinta plástica ou acrílica, de cor branca. Esse mesmo produto deve ser aplicado na parte superficial interna da cobertura, diretamente sobre os tijolos.

3.5 Instalações

As Instalações Elétricas e Hidráulicas serão colocadas, no sentido vertical, durante à construção das paredes, nos vãos que existem na parte interna dos tijolos, e que para sua distribuição no sentido horizontal, as instalações deverão percorrer as partes internas do triângulo existente das cintas de amarração superior até encontrar as instalações verticais, anteriormente colocadas quando da edificação das paredes.

Exceção é feita quando da colocação das caixas de tomadas, de interruptores e saídas de água, quando se prepara um tijolo com dimensões especiais. O projeto de prevê a iluminação da edificação colocando pontos de luz nas partes laterais internas, nas sancas criadas entre o final da cinta de amarração e o início da cobertura, caracterizando uma iluminação indireta do ambiente.

3.6 Pisos

Para a construção dos pisos das áreas consideradas secas, os tijolos serão produzidos sem os furos internos, de forma maciça, e são assentados, em espelhos, de tal forma que a espessura do piso fique com 11 centímetros, no formato “espinha de peixe”, deixando entre o assentamento de um tijolo e outro, um espaço lateral de 1 centímetro, que deve ser preenchido com argamassa de assentamento convencional, conforme figura 3.

Essa argamassa de assentamento deve deixar um espaço de 1 centímetro na altura, espaço esse que será, posteriormente, preenchido com argamassa preparada com cimento colorido, areia e uma quantidade maior de água, cujo excesso deverá ser retirado com um puxador de água junto à superfície dos tijolos, aumentando a resistência das partes externas dos tijolos assentados e de suas respectivas arestas, resultando um piso resistente e colorido, que depois de pronto deve ser aplicado duas demãos de cera de carnaúba incolor. Para a construção dos pisos das áreas consideradas molhadas, serão utilizados pisos de cerâmica vitrificada, de cor contrastante às cores das louças sanitárias, que deve ser rejuntado com massa de cor preta.

3.7 Revestimentos

Uma vez concluída a edificação, suas paredes externas, caracterizando alvenaria aparente, recebem duas demãos de verniz acrílico incolor, conforme figura 4; as paredes internas, objetivando maior qualidade de iluminação no interior da edificação, recebem duas demãos de verniz acrílico branco. Na parte externa da cobertura, é aplicada duas demãos de pintura plástica, de cor branca sobre a argamassa de regularização devidamente seca. Na parte interna da Cobertura, é aplicada duas demãos de verniz acrílico branco ou massa acrílica branca, diluída em água, diretamente sobre os tijolos.

4. Análise Comparativa: Custos x Benefícios do Sistema Construtivo em Arquitetura de Terra

A eficiência econômica pode ser demonstrada a partir de uma análise comparativa dos tijolos de terra crua em relação à alvenaria convencional. Para captar, preparar, peneirar, hidratar, prensar e hidratar os tijolos produzidos com um volume de, aproximadamente, 1 m3 de terra, suficiente para a produção de 1000 tijolos de 5 x 11

x 23 centímetros, normalizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, se utiliza a mão de obra que tem um custo médio equivalente a 1,50 sacos de 50 kg de cimento.
O tijolo cozido convencional produzido, em olaria, para ser utilizado de forma aparente, tem seu custo equivalente a 30 sacos de 50 kg de cimento para cada 1000 tijolos, enquanto que o tijolo cozido produzido em olaria para ser utilizado como simples vedação e revestido, tem seu custo equivalente a 6,60 sacos de 50kg de cimento para cada 1000 unidades.
Devendo ainda ser considerado que os tijolos de olaria possuem dimensões, que variam entre 5x10x20 e 4x9x19 centímetros, sendo necessários, em média 98 tijolos para edificar 1 metro quadrado de alvenaria, enquanto que, para os tijolos de terra prensada, com dimensões 5x11x23 centímetros, são necessários 70 tijolos para edificar o mesmo metro quadrado.

TABELA DE CUSTOS COMPARATIVOS RELATIVOS À EDIFICAÇÃO

Item	***Descrição das etapas de obra***	***Arquitetura convencional*** *Em %*	***Arquitetura de terra*** *em %*
01	*Parâmentos/ revestimentos*	*18,50*	*5,00*
02	*Vãos/ portas/ janelas/ domus*	*16,50*	*16,50*
03	*Vedos/ paredes/ painéis*	*15,00*	*7,00*
04	*Estrutura*	*11,00*	*5,00*
05	*Equipamentos hidro-sanitários*	*10,50*	*10,50*
06	*Pavimentos/ revestimentos/ Pisos/ Escadas*	*8,00*	*3,00*
07	*Cobertura / telhas / forros / Calhas*	*8,00*	*3,00*
08	*Equipamentos eletro-mecânicos / Energia/ luz*	*4,50*	*4,50*
09	*Diversos / limpeza / jardins*	*3,50*	*3,50*
10	*Instalações de canteiro*	*3,00*	*3,00*
11	*Fundações*	*1,00*	*0,50*
12	*Terrapleno*	*0,50*	*0,50*
	TOTAL	***100,00***	***62,00***

Obs.:A parte referente à arquitetura convencional foi extraída da dissertação de mestrado do arquiteto Khaled Ghoubar - "Arquitetura e Economia do Edifício"/FAUUSP 1980, e a parte referente à arquitetura de terra é resultado de uma mensuração média de diversas obras já edificadas.

BIBLIOGRAFIA:

● AGARVAL, A. - "Bâtir en terre. Le Potentiel des Materiaux à base de terre pour l'habitat du Tiers Monde"
Londres - Earthscan - 1981.

● ALVARENGA, Maria A.A. - "Arquitetura de Terra - Uma opção Tecnológica de Baixo Custo" in III Simpósio Ibero-Americano sobre Técnicas Construtivas Industrializadas para Habitação de Interesse Social.
São Paulo - IPT – 1993, p 508 -516

● ARINI, Ruy - “Avaliação de Sistema Construtivo em Solocimento - Sistema Construtivo para Habitações de Interesse Social”
São Paulo, FAUUSP – 1994 – Dissertação (Mestrado).

●_____ - “Evolução Dimensional Conjuntos Habitacionais”
São Paulo – 1995 - Trabalho Apresentado na Disciplina AUT 809-Modelos de Dimensionamento da Habitação ministrada pelo Prof.Dr. Jorge Boueri Filho

●_____ -”Arquitetura de Terra e as Habitações de Interesse Social” in Anais Workshop Arquitetura de Terra; São Paulo, 1995 . p 81 - 94.

●_____-“Arquitetura de Terra, Solo Cimento e Cal”
São Paulo, FAUUSP – 2000 – Tese de Doutorado

● DICKSON, David - “Tecnologia Alternativa: Política del Cambio Tecnológico”
Madrid - Blume - 1978.

● GALDIERI, E. - "Le meraviglie dell'architettura in terra cruda"
Roma - Laterza - 1982.

● HOUBEN, Hugo., GUILLAUD, Hubert - "Traité de Construcion en Terre"
Marselha - Parenthèses - l989.

● ORNSTEIN, Sheila. ROMÉRO, Marcelo -"Avaliação Pós Ocupação do Ambiente Construído"
São Paulo - Studio Nobel / Edusp - 1992

● STECHAHN, Carlos - "Projeto e Apropriação do Espaço Arquitetônico de Conjuntos Habitacionais de Baixa Renda"
São Paulo – FAUUP – 1989 - Tese (Doutoramento)

NOTA FINAL

Ruy Arini: Arquiteto Mestre Doutor FAUUSP São Paulo Brasil**,** Pós Doutorando UMINHO Guimarães Portugal

Legendas das Figuras

Figura 1 - Habitação Unifamiliar – Itapecerica da Serra / São Paulo / 615,00 m2 -2004

Figura 2 - Assentamento dos Tijolos de Cobertura – Guapiaçu / São Paulo

Figura 3 - Assentamento do Piso – Ilha Bela / São Paulo

Figura 4 - Habitação Unifamiliar – Itapecerica da Serra São Paulo / 545,00 m2 -1980

(T1-01)

TECNOLOGIA DE CONSTRUÇÃO ECOLÓGICA EM ARQUITETURA DE TERRA

Ruy Arini

Tema 1: Tecnologia e Construção

Figuras com Legendas



Figura 1 - Habitação Unifamiliar – Itapecerica da Serra / São Paulo / 615,00 m2 -2004



Figura 2 - Assentamento dos Tijolos de Cobertura – Guapiaçu / São Paulo



Figura 3 - Assentamento do Piso – Ilha Bela / São Paulo



Figura 4 - Habitação Unifamiliar – Itapecerica da Serra São Paulo / 545,00 m2 -1980

TABELA DE CUSTOS COMPARATIVOS RELATIVOS À EDIFICAÇÃO

Item	***Descrição das etapas de obra***	***Arquitetura convencional*** *Em %*	***Arquitetura de terra*** *em %*
01	*Parâmentos/ revestimentos*	*18,50*	*5,00*
02	*Vãos/ portas/ janelas/ domus*	*16,50*	*16,50*
03	*Vedos/ paredes/ painéis*	*15,00*	*7,00*
04	*Estrutura*	*11,00*	*5,00*
05	*Equipamentos hidro-sanitários*	*10,50*	*10,50*
06	*Pavimentos/ revestimentos/ Pisos/ Escadas*	*8,00*	*3,00*
07	*Cobertura / telhas / forros / Calhas*	*8,00*	*3,00*
08	*Equipamentos eletro-mecânicos / Energia/ luz*	*4,50*	*4,50*
09	*Diversos / limpeza / jardins*	*3,50*	*3,50*
10	*Instalações de canteiro*	*3,00*	*3,00*
11	*Fundações*	*1,00*	*0,50*
12	*Terrapleno*	*0,50*	*0,50*
	TOTAL	***100,00***	***62,00***

Obs.:A parte referente à arquitetura convencional foi extraída da dissertação de mestrado do arquiteto Khaled Ghoubar - "Arquitetura e Economia do Edifício"/FAUUSP 1980, e a parte referente à arquitetura de terra é resultado de uma mensuração média de diversas obras já edificadas.

Legendas das Figuras

Figura 1 - Habitação Unifamiliar – Itapecerica da Serra / São Paulo / 615,00 m2 -2004

Figura 2 - Assentamento dos Tijolos de Cobertura – Guapiaçu / São Paulo

Figura 3 - Assentamento do Piso – Ilha Bela / São Paulo

Figura 4 - Habitação Unifamiliar – Itapecerica da Serra São Paulo / 545,00 m2 -1980

TIPOLOGÍA DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN TIERRA EN LA REGIÓN ANDINA DEL CENTRO-OESTE ARGENTINO

María Gabriela Armani*
AHTER – INICIHUSA – CRICYT - CONICET
Avenida Ruiz Leal s/n, Parque General San Martín, Capital, Mendoza, C.P. 5500, Argentina
Tel.: 0052-55-52201285; Fax: 0052-55-52203820; E-mail: mgarmani@yahoo.com.ar

Tema 1: Tecnología y Construcción.
Palabras-clave: Arquitectura – Tierra – Tipología.

Resumen
Durante casi cuatro siglos los sistemas constructivos tradicionales en tierra cruda más difundidos en nuestro país (adobe, tapia y quincha o bahareque) dieron sustento al crecimiento de nuestras ciudades. La región de Cuyo, asiduamente condicionada por la extrema aridez y la alta sismicidad, presenta características propias que reflejan una identidad particular dentro del territorio argentino en donde cada comunidad ha adoptado una serie de rasgos específicos en respuesta a su medio natural, a sus necesidades, a su historia y tradición constructiva.
El estudio propuesto permite conocer la tecnología constructiva de las edificaciones en tierra de la provincia de Mendoza, desde su colonización hasta finales del siglo XX, que se destacan por sus características tipológico-constructivas, intentando desentrañar los temas en torno a los cuales se define un proyecto de identidad para la región cuyana que sea capaz de contemplar la especificidad de nuestra cultura.
La discontinuidad en la tradición constructiva en tierra, el olvido del *saber hacer* y la falta de interés a nivel profesional y gubernamental, entre otros factores, han producido la desaparición de muchas obras relevantes en tierra y por ende la pérdida de nuestra identidad constructiva local.
Es necesario impulsar la investigación aplicada de estas tecnologías y concretar su implementación en reglamentos y códigos de construcción, lo cual permitiría un control de ejecución, su uso correcto y un verdadero afianzamiento. A partir de la tipificación de los problemas más frecuentes se podrá identificar las soluciones adecuadas para nuestra región.

1. Introducción.

Los vacíos existentes en el campo de conocimiento sobre la arquitectura tradicional de la región de Cuyo[1], han sido la razón fundamental para plantearnos la presente investigación dirigida al estudio particularizado de edificios de valor histórico cultural u obras relevantes construidas en tierra.[2] Los aspectos cognoscitivos históricos y técnicos analizados, el diagnóstico sobre el estado de conservación y su desarrollo en el marco de las construcciones tradicionales de la región, nos han permitido conocer con mayor profundidad los materiales y sistemas constructivos que se han utilizado y obtener conclusiones válidas para aplicar en el campo de la conservación de estas obras.
A continuación proponemos abordar un análisis histórico-tecnológico de nuestro patrimonio arquitectónico en tierra, a partir de la descripción de los materiales y sistemas constructivos tradicionalmente empleados en la región y en los estudios de casos analizados, a fin de conformar un sustento teórico que nos permita conocer su uso y aplicación en la construcción en el tiempo.
El universo de las obras a considerar está compuesto por edificaciones que presentan tipologías morfológico-tecnológicas relevantes para su tipificación, como también aquellas obras de alto valor histórico-cultural declaradas Monumentos Históricos Nacionales. Desde el punto de vista del alcance temporal, la investigación es de tipo diacrónica y retrospectiva. Se consideró como objeto de estudio los bienes del patrimonio arquitectónico de la provincia de Mendoza, en un período que abarca desde fines del siglo XVIII a principios del siglo XX.

2. Materiales y sistemas constructivos tradicionales en la región.

La arquitectura tradicional recurre casi siempre a la utilización racional de materia prima mineral o vegetal que la naturaleza le provee, aplicada ya sea en bruto o mediante distintos grados de elaboración, que presentan formas manufacturadas y artesanales donde predomina el trabajo a mano combinado con rudimentarios elementos, que han sido empleados dentro de una lógica de aprovechamiento tendientes a lograr mayor eficacia y economía y a mantener su continuidad de uso para futuras generaciones.
De esta manera, los sistemas constructivos en tierra dieron sustento al crecimiento de nuestras ciudades asiduamente condicionadas por la aridez de la región y la alta sismicidad. Los aportes tecnológicos desarrollados en un primer momento por los conquistadores, sobre la base de la tradición española y árabe de índole mediterráneo, y luego por los inmigrantes, italianos y franceses principalmente, llegó a conformar una diversidad formal y constructiva de gran valor patrimonial donde la tierra era el elemento primordial. A continuación se describirá brevemente los sistemas constructivos en tierra de mayor aplicación en la región de Cuyo.

ADOBE

La construcción en adobe se inicia recién con la colonización hispánica, constituyendo la técnica tradicional más difundida y la que presenta un patrimonio arquitectónico más rico y variado. Las características geofísicas propias del clima semidesértico y la cultura de oasis, determinaban la falta de madera, carencia que demoró la configuración morfológica de estas ciudades definidas por su tejido homogéneo de bajas construcciones, de un solo piso, de gruesos muros de adobe o adobón (tapia), blanqueados a la cal, con cubiertas cupulares de adobe y techos de entortado.
Los materiales disponibles en la región eran el barro, la caña, la paja obtenida de los bordes de los ríos y lagunas. La muy escasa madera de la flora autóctona, donde el algarrobo formó un papel primordial durante los primeros siglos de la conquista, dificultó la presencia de hornos para la cocción de ladrillos y teja de barro hasta mediados del siglo XIX. Cabe notar que en esa época la razón primordial para justificar la construcción en adobe era por ser un material que posee más elasticidad para soportar las oscilaciones frecuentes del suelo, producido por los movimientos sísmicos.
Las tierras fueron mezcladas para obtener suelos granulométricamente más apropiados, y la mezcla fue compactada y prensada en moldes para la obtención de bloques más resistentes con mejoras sustanciales en su capacidad portante, su menor tiempo de estacionamiento y su mayor durabilidad.[3] Para dar mayor consistencia, se solía agregar a la tierra remojada estabilizadores naturales como paja picada de trigo, avena o maíz[4] y a veces también estiércol, que se dejaban macerar durante dos días.
Los datos del Censo Sanitario de la Habitación realizado por la Dirección de Provincia de Mendoza en los meses de Mayo a Junio de 1896, revelan que "*sobre 3155 casas del municipio de la capital, 2598 están construidas de adobe, 79 de adobón, 48 de ladrillo y 177 de adobe y adobón, 74 de ladrillo y adobe, 68 de adobe y piedra y 111 figuran sin especificación*".[5] Con estos valores podemos destacar la preponderancia del adobe como material de construcción de viviendas, ocupando un 82,4%, siguiendo la construcción mixta de adobe y adobón con 5,6%, y el adobe con otros materiales como la piedra y el ladrillo con 4,6%. El adobón se empleaba habitualmente para construir los cercos limítrofes de las propiedades urbanas y rurales. Desde la época de la colonia fue utilizada también de elemento de intercalación entre los bloques de adobes, para reducir aún más el costo de la edificación.
El revoque empleado en paredes de tierra, estaba realizado con un mortero de barro mezclado con paja en "pedazos de varios centímetros", éstos pueden oscilar entre 10 a 20 cm. Por lo general el acabado exterior se realizaba con una terminación lisa y blanqueada, mientras que en el interior era desigual. La cal sólo era empleada para la elaboración de morteros en cimentaciones de piedra o en mampostería de ladrillo.
A finales del siglo XX, de las casi 469 mil propiedades que tiene registrada la Dirección de Catastro de la provincia de Mendoza, algo más de 150.000 son construcciones de

adobe; de ellas, 2351 fueron edificadas antes de 1910 y aún continúan siendo utilizadas. Si comparamos estos valores con los registrados anteriormente notaremos que esta cifra ha decaído al 30%, principalmente a causa del advenimiento de los nuevos materiales y a la reglamentación vigente que impide el uso de tecnologías tradicionales tanto para la construcción nueva como la rehabilitación de edificios urbanos, relegando la construcción en tierra a sectores marginados de bajos recursos.

QUINCHA

Los restos arqueológicos encontrados hacen denotar la existencia de precarias edificaciones en quincha[6] (bahareque) o simples ramadas, que por ser un material más endeble no ha resistido en el tiempo. Por considerarse un material más pobre y deleznable su uso se relegó exclusivamente para la construcción de los característicos graneros y viviendas que, a modo de simples ramadas entrelazadas entre los horcones de algarrobo y revocadas rústicamente en ambas caras con barro con mucha paja.

Los arquitectos de la Compañía de Jesús introdujeron en la época de la colonia esta técnica ampliamente difundida en el Perú, para la construcción de las bóvedas de cañón corrido, cuyos materiales respondían a la disponibilidad de recursos naturales de la zona: piedra, ladrillo o adobe.

A partir del terremoto de 1861 que sufrió la ciudad de Mendoza, sepultando a más de la mitad de la población, los profesionales extranjeros que actuaron en la reconstrucción de los edificios públicos (italianos y chilenos, principalmente), introdujeron este sistema constructivo porque permitía rapidez de ejecución, economía y un comportamiento estructural satisfactorio en áreas sísmicas estudiadas.[7] Por ello, las primeras obras fueron realizadas con sistemas de entramado, empleando maderas de algarrobo y álamo aserradas, a veces rellenos con adobes. Estas livianas construcciones se fueron modulando progresivamente y respondieron eficientemente a las acciones telúricas, aunque resultaron menos durables por problemas de diseño y falta de mantenimiento.

Cuyo cuenta con numerosos ejemplos de quincha de gran riqueza estética y técnica. Existen en Mendoza y San Juan localidades rurales donde hasta un 90% de las viviendas están utilizadas con esta técnica, utilizando los materiales naturales del lugar: álamo, algarrobo, caña y tierra. Muchas son anteriores a los terremotos de 1944, 1952 y 1977, lo cual indica su buen comportamiento sismorresistente.

3. Materiales y sistemas constructivos empleados en los estudios de casos.

A fin de poder analizar la evolución histórico-tecnológica de la construcción en tierra de los estudios de casos analizados, hemos propuesto una periodización que nos permitirá conocer las tipologías, componentes, procesos constructivos y transformaciones que se fueron generando a través de sus cuatro siglos de historia:

ETAPA I (desde 1561 a fines del siglo XVIII) -EPOCA COLONIAL- (**Fig.1)**

- Capilla del Rosario de las Lagunas de Huanacache
- Capilla del Rosario de Las Barrancas
- Bóvedas de Uspallata

ETAPA II (fines del siglo XVIII a 1861) -EPOCA POSTCOLONIAL- **(Fig.2)**

- Molino Panquehua
- Molino "La Banderita"
- Bodega Panquehua

ETAPA III (1861 a 1885) - EPOCA RECONSTRUCCION POSTERREMOTO- **(Fig. 3)**

- Casa del Gobernador Carlos González Pinto - Panquehua
- Casa de los Gobernadores Civit

ETAPA IV (1885 a 1925) -EPOCA DE INTEGRACION CON LA MODERNIDAD- **(Fig. 4)**

- Capilla del Buen Orden
- Edificio Las Bóvedas de la Chacra de San Martín

CIMENTACIÓN

La cimentación de los pilares y muros portantes tiene la finalidad de conseguir la estabilidad del edificio y evitar que la humedad del suelo transmitida por capilaridad pueda dañar el resto de la obra. Presenta dimensiones variadas en función de los materiales en que se realiza, el peso de la edificación y el terreno en que se emplaza.
En nuestra región, de acuerdo a la calidad de construcción las obras presentaban una cimentación de piedra bola o ladrillo asentado simplemente con barro, en mortero de cal –el más resistente a la humedad- o, posteriormente, en cemento portland que se elevaba como mínimo 0,20 m sobre el nivel del suelo y con un ancho mínimo igual al del muro.
Lamentablemente, por carencia de documentación y estudios técnicos efectuados en las obras de estudio, no hemos podido determinar las dimensiones y materiales componentes de las fundaciones. Sin embargo, hemos podido analizar los sobrecimientos que presentan el 60% de las obras, en una altura variable entre 0.40 m a 0.75 m, que favorecen al buen comportamiento del muro de adobe ante las inclemencias climáticas. La anchura del sobrecimiento coincide con la del muro que lo sustenta y mediante un sobresaliente se adapta al espesor del muro terminado.

PILARES Y COLUMNAS

La arquitectura colonial se sustenta fundamentalmente de recintos delimitados por muros de carga de adobe, siendo contados los ejemplos donde la estructura portante se complementa con columnas de madera o pilastras de adobe -interiores o insertas en el muro- para cumplir la misma función permitiendo un mejor aprovechamiento del espacio. Sin embargo, ya en las edificaciones de fines del siglo XIX y principios del XX, se introduce el uso de refuerzos de pilares de ladrillo cocido en aberturas y en los encuentros de muros, a fin de propiciar la traba de encuentro y permitir mayores dimensiones de vanos.[8]
En los casos de estudio estas columnas de madera o adobe aparecen en el exterior de las edificaciones para sostener las cubiertas de las particulares galerías, influencia apropiada de las culturas del noroeste argentino para atenuar la fuerte incidencia solar. Los puntales de madera (generalmente de álamo) tienen una sección mínima de 4” x 4”, con 3,50 m de altura y distanciados entre 3,00 a 3,50 m, con sus respectivas zapatas y pies de gallo. Los pilares de adobe tienen un espesor de 0,60 m logrado por la traba del bloque dispuesto de cabeza y soga en forma alternada, cuya altura no supera en ninguno de los casos los 4 m.
En sólo dos obras se advierte la presencia de pilares de adobe insertos en las estructuras de los muros, lo que permite ofrecer mayor resistencia del mismo siendo que trabaja a modo de contrafuerte para contrarrestar los efectos de pandeo de los muros longitudinales que superan los 5 m sin arriostramiento.

MUROS

Como hemos visto, la mayor parte de la arquitectura tradicional en tierra de nuestra región se compone de estructuras de muros de adobe o quincha; el uso del tapial si bien siempre fue menor se ha perdido, en la actualidad lo hallamos en antiguas delimitaciones de propiedades rurales. Es común encontrar combinaciones entre los sistemas anteriores como así también combinados con muros de piedra o ladrillo, este último empleado para el alzado de fachadas de reminiscencia italiana hacia finales del siglo XIX.
Para conocer con mayor profundidad el sistema constructivo de los edificios, hemos registrado aquellos datos -medidas de los bloques de adobe o de los paramentos

(quincha), trabas, espesor de muros, longitud y altura máximas y refuerzos existentes- que nos permitieran establecer parámetros de diseño de la construcción de los muros portantes, los cuales repercutirán directamente en el comportamiento estructural del conjunto frente a los movimientos sísmicos. **(Cuadro 1)**

El adobe es sin duda el material de construcción tradicional más generalizado tanto para la construcción de los muros de carga como tabiques divisorios. En casonas, iglesias, molinos y bodegas encontramos mampuestos dispuestos de cabeza y soga en forma alternada, logrando un espesor total del muro terminado entre 0,70 a 0,85 m dependiendo de las dimensiones del bloque y espesores de la capa vertical del mortero de barro y revoques empleados. En cambio, para la ejecución de los muros portantes de construcciones de menores proporciones como viviendas y depósitos se han empleado bloques de adobes dispuestos de cabeza, donde se advierten con mayor frecuencia carencia de una capa de mortero vertical y fallas en la traba y encuentros de muros, facilitando el destrabe de las uniones del aparejo y la aparición de profundas grietas.

En los estudios de casos de las obras de la época de reconstrucción posterremoto podemos advertir parámetros de diseños normalizados tanto en el tamaño de los bloques de adobe empleados -cuyas dimensiones son coincidentes: 0,20 x 0,40 x 0,10 m y 0,25 x 0,50 x 0,10 m-, como en las modulaciones de los ambientes.

TECHOS

Los techos construidos en la época colonial y poscolonial, se resuelven a una o dos aguas mediante vigas de madera de álamo hachueladas o rollizos de algarrobo sobre los que se disponía la caña atada con tientos de cuero y el grueso entortado de barro. Debido a las maderas empleadas y al sistema constructivo adoptado se generaron resoluciones de cubiertas que cubrían luces menores a 4,20 metros.[9] Ya en la era pre-industrial (1820 a 1870), definida por molinos harineros y los primeros cuerpos de bodegas, se hicieron necesarios espacios de mayores proporciones logrados mediante la construcción de cabriadas con maderas duras - provenientes del Tucumán, Paraguay y Chile- que permitieron luces que oscilaban entre 6,20 a 8,00 m.

Posteriormente, con el advenimiento del ferrocarril (1884) y en plena era industrial, las estructuras de techo se mejoraron con diversas técnicas implementadas por los constructores inmigrantes en una amplia diversidad formal, mediante la importación de maderas duras aserradas y el uso de uniones metálicas que permitieron estructuras de techo más resistentes. Es así como aparecen techos a cuatro aguas en viviendas, cabriadas de madera en bodegas y otros sistemas más particulares como cubiertas de bóvedas de quincha.

BÓVEDAS Y CÚPULAS

Debemos destacar la resolución de las particulares cubiertas que han dado nombre a dos de nuestros edificios, las cuales si bien en la actualidad pueden resultar atípicas tenían amplia difusión en épocas de la colonia debido a la escasez de maderas para la construcción. La utilización de macizas y pesadas bóvedas y cúpulas con la complejidad de los esfuerzos resultantes, hizo necesaria que su materialización se realizara con mampuestos, siendo el adobe asentado con mortero de cal los únicos materiales disponibles.

Las bóvedas de Uspallata se generan a partir de una planta cuadrada delimitada por arcos de adobe unidos en pechinas, que dan nacimiento al sistema de hileras avanzadas de anillos concéntricos, logrado por la disposición de los bloques de adobe colocados de cabeza en torno a un eje vertical. La particular cubierta presenta un atípico corte ojival que cubre luces de 4 metros que ha comprobado trabajar eficientemente a la compresión. Sin embargo, la deficiente reacción sobre los muros horizontales dio como resultado el desprendimiento de la estructura. Actualmente se estima que solamente una de las tres bóvedas es de adobe, dado que fueron

reconstruidas en hormigón armado en la década de 1950 cuando presentaban un estado muy deteriorado.
Por otro lado, las bóvedas de San Martín, construidas en quincha, simulan el casco invertido de un barco que nos permite inferir en la influencia de una técnica traída por los inmigrantes italianos, ajena a la tradición constructiva regional de cúpulas de adobe. En su interior presenta tres cerchas maestras a la que concurren puntales diagonales de madera que sostienen la estructura y que trasladan, uniformemente, las cargas que soportan las correas perimetrales concéntricas que recorren una superficie de 64 m^2 sosteniendo los nervios que arrancan desde la cumbrera del estribo hacia el muro donde se apoya. Sobre los nervios se aplicó el sistema tradicional del entortado compuesto por una envolvente de cañizos como soporte de la cubierta de torta de barro amasado con paja, actualmente tapado con una capa de mortero cemento.

4. Conclusiones.

El estado actual de las obras de tierra analizadas son el resultado de una gran diversidad de factores y agentes que han interactuado a lo largo del tiempo, los cuales pueden resumirse en dos: por un lado, la acción del medio natural –básicamente la acción sísmica, las condiciones climáticas y la acción biológica – y, por otro lado, la acción antropogénica, debido a la falta de mantenimiento periódico e intervenciones inadecuadas que atentan incluso con la seguridad del inmueble.
Los edificios presentan en un 50% serios peligros eventuales que amenazan pérdidas de los componentes del muro por desmoronamiento e incluso el colapso total de la estructura debido principalmente a la falta de mantenimiento, que es la clave para la longevidad de estas particulares construcciones. La baja resistencia estructural de la tierra la hace muy vulnerable ante repartos desequilibrados y concentraciones puntuales de cargas verticales (peso propio y sobrecarga) y horizontales (sismo y viento) por falencias en la calidad de construcción de los materiales y sistemas constructivos empleados y su diseño estructural, los cuales repercutirán directamente en el comportamiento del conjunto según el estado de conservación en que se encuentre el edificio.
Con la investigación alcanzada en los estudios de casos hemos conformado un corpus documental histórico-tecnológico que responde a una metodología de análisis propuesta sobre los aspectos cognoscitivos del monumento y su entorno, análisis de condición, diagnóstico y evaluación de los materiales y sistemas constructivos, necesarios para definir proyectos de intervención sobre estos edificios construidos en tierra, y que a la vez sirvan para conocer con mayor profundidad la tecnología tradicional empleada en la región y su viabilidad en la construcción futura.
Debemos tener en cuenta además que cada monumento presenta características propias que lo hacen único y su condición manifiesta problemas específicos. Por esta razón es necesario conocer detalladamente el sistema constructivo y los materiales que conforman su estructura como así también la identificación de sus lesiones y causas principales de deterioro. Por otro lado, debemos prever en nuestra región que un estudio cuidadoso de cada monumento es esencial para cualquier intento de mejorar su capacidad sismorresistente.

Bibliografía

- ARMANI, María Gabriela. “Patrimonio construido en tierra en la región andina del centro-oeste argentino" en Memorias del *Segundo Curso Panamericano sobre Conservación y Manejo del Patrimonio Arquitectónico Histórico-Arqueológico de Tierra, Proyecto “TERRA” PAT 99, C*han Chan, Perú, noviembre de 1999.
- ARMANI, María Gabriela. “Construir con Sistemas Tradicionales y Tecnologías Actualizadas en Tierra” en *Revista Construcciones* - Órgano Oficial de Difusión de la Cámara Argentina de la Construcción - Nº 1222. La Plata, Buenos Aires, pp. 46-48, diciembre de 1998.
- ARMANI – CIRVINI – VOLTAN. “Monumentos Históricos Nacionales -Provincia de Mendoza- 1998”. Informe sobre los 16 monumentos de la Provincia de Mendoza como parte del Programa

Nacional de Inventario patrocinado y organizado por el Fondo Nacional de las Artes, Comisión Nacional de Museos, Monumentos y Lugares Históricos e ICOMOS-Argentina, julio de 1998.

- CIRVINI, Silvia. **La estructura profesional y técnica en la construcción de Mendoza - Tomo I**. **Los agrimensores**. ICIHAU. Mendoza, 1989, pp. 184.
- CONI, Emilio. **Saneamiento de la provincia de Mendoza**. Publicación Oficial. Imprenta Pablo Coni. Bs. As., 1897.
- PONTE, Ricardo. **Mendoza, aquella ciudad de barro. Historia de una ciudad andina desde el siglo XVI a nuestros días**. Municipalidad de la Ciudad de Mendoza, Mendoza, 1987, pp. 588.

Notas

[1] La región de Cuyo está conformada por las provincias de Mendoza, San Juan y San Luis. Sin embargo, existe una semejanza cultural y geográfica con las provincias del noroeste de La Rioja y Catamarca. A su vez, una tradición cultural ancestral liga a Mendoza con el valle central de Chile y las culturas andinas, que dieron origen a la historia de nuestras poblaciones aborígenes.

[2] La elaboración de este artículo tiene como antecedentes los estudios desarrollados sobre "Actualización de las Técnicas Artesanales de Construcción con Tierra" (Tesis de Grado, U.M., 1997) y levantamientos e invetigación sobre "Recuperación y Actualización de las Tecnologías de Construcción en Tierra" (Beca Iniciación CONICET 1997-1999) y "Registro Tipológico de la Vivienda de Adobe de la Ciudad de Mendoza" (Beca Perfeccionamiento CONICET 1999-2002).

[3] Para mayor información sobre estos sistemas constructivos consultar Armani (1999: 138-142).

[4] Se recomienda que las fibras provengan de fardos, ya que presentan peso relativamente estable y un promedio de paja de 10 a 15 cm, exenta de granza u otras impurezas, que facilitan la dosificación. No es recomendable emplear paja molida.

[5] Emilio Coni describe que "los adobones (*pisé* de los franceses) son grandes blocks de tierra, que se hacen en unos aparatos llamados *tapiales*, especie de cajas rectangulares que se llenan de tierra y se apisona después. Las dimensiones habituales son: metros 1.80 x 0.80 x 0.55. Las paredes se construyen de dos, tres y cuadro adobones de altura". Coni (1897:166).

[6] Esta técnica de construcción consiste en el agregado de barro arcilloso mezclado con fibras vegetales o estiércol en capas de 3 a 6 cm de espesor, en una o ambas caras de una estructura portante independiente armada a base de ramas o cañas que forman una retícula trenzada que se va amarrando a pilares de madera clavados en el suelo. Posteriormente, con el empleo de maderas aserradas, fue mejorándose la calidad de construcción de los paramentos estructurales.

[7] A causa de la catástrofe comenzó un especial interés por el estudio de los comportamientos de las estructuras, destacándose los sistemas de entramado comúnmente empleados en los países sísmicos vecinos. Cabe mencionar las recomendaciones del geólogo David Forbes de abandonar el estilo tradicional de construcción de adobes y ladrillo para adoptar, en cambio, el sistema de "armazón de madera, forrada con cañas rajadas y revoque". Ver Cirvini (1989:69).

[8] Este sistema fue ampliamente difundido en la construcción de bodegas vitivinícolas, las cuales identifican una etapa prominente de nuestro patrimonio arquitectónico de la era industrial.

[9] Un factor muy importante fue el uso de la madera de álamo para las estructuras de techos, introducida en Mendoza en 1808, que generó un cambio fundamental en la edificación dado que permitió el desarrollo de espacios de mayor amplitud. Esto marcó un cambio notorio de las estrechas y largas edificaciones coloniales a construcciones de mayores dimensiones tanto en ancho como en altura, que se lograba mediante el empleo de columnas y refuerzos de madera insertos en los muros de adobe.

Nota Final

∗ **M. G. Armani.** Arquitecta, becaria CONICET (1997-2002), línea de investigación referida a la conservación y actualización de las arquitecturas en tierra. Maestría en Restauración de Monumentos, UNAM, en proceso de dar la tesis. Miembro del ICOMOS Mexicano, integrante del Comité Científico de Tierra. Investigadora Asistente AHTER, CRICYT-CONICET.

(T1-02)

TIPOLOGÍA DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN TIERRA EN LA REGIÓN ANDINA DEL CENTRO-OESTE ARGENTINO.

María Gabriela Armani

Figuras y Leyendas

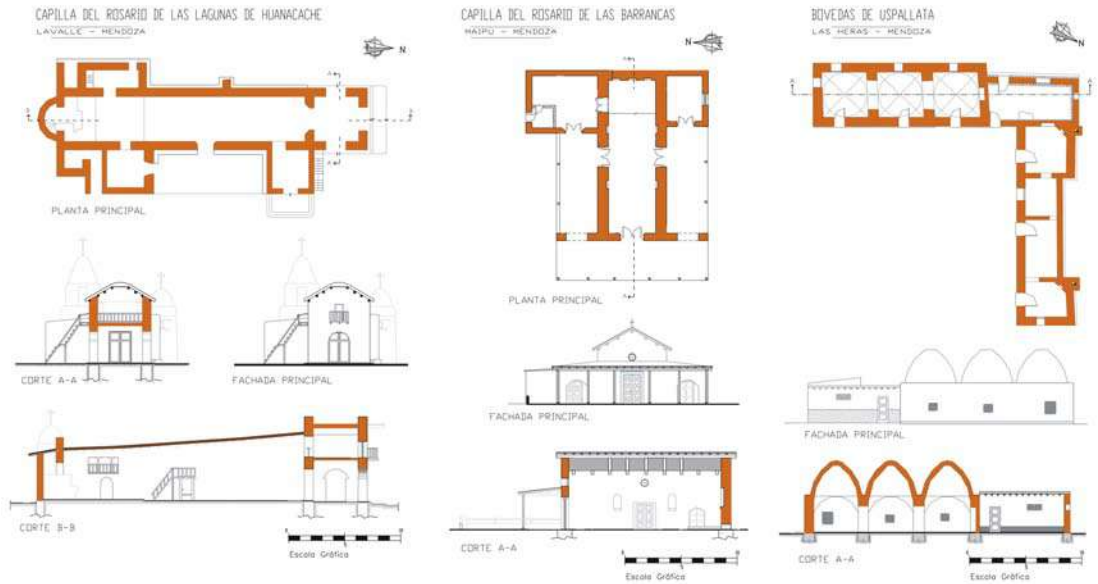


Fig.1- Edificaciones en tierra: *Época Colonial* (Armani, 1999). Dibujos de la autora.

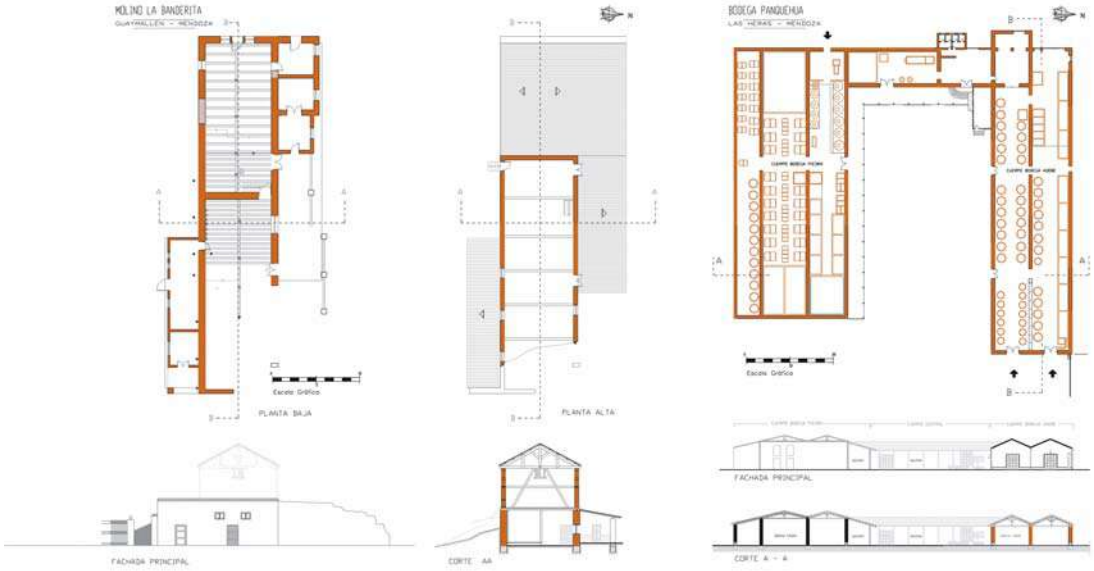


Fig.2- Edificaciones en tierra: *Época Postcolonial* (Armani, 1999). Dibujos de la autora.

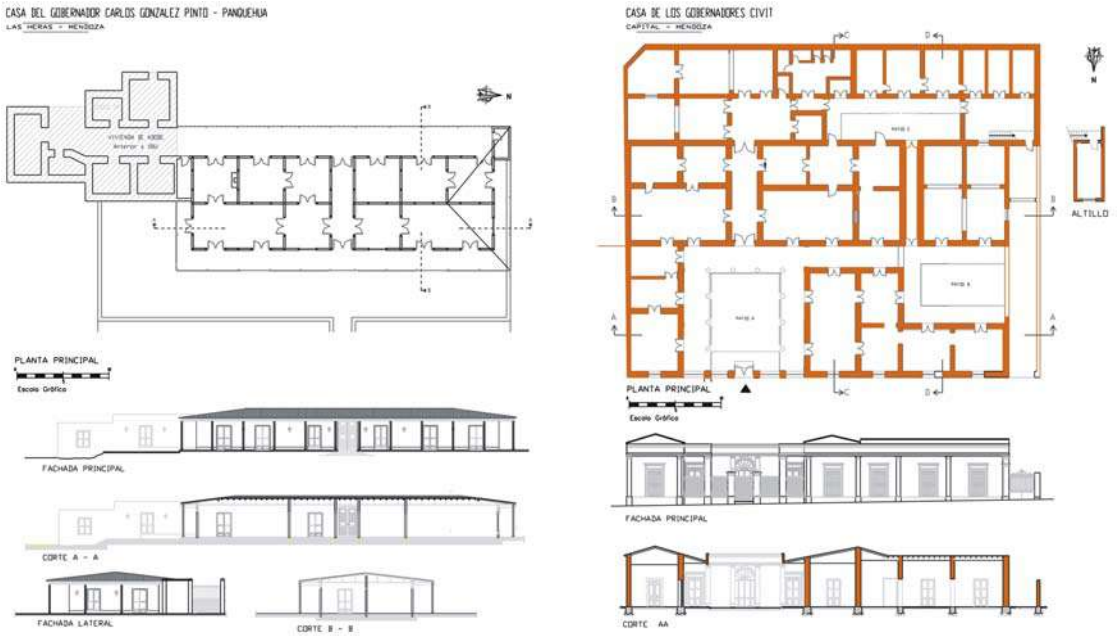


Fig.3- Edificaciones en tierra: *Época Reconstrucción Posterremoto* (Armani, 1999). Dibujos de la autora.

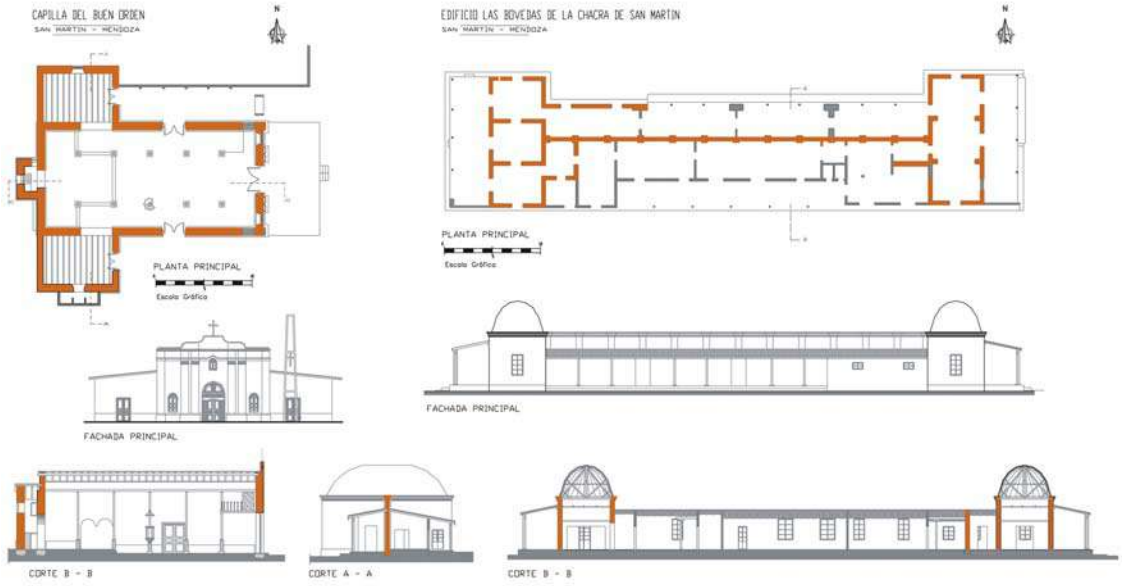


Fig.4- Edificaciones en tierra: *Época Integración con la Modernidad* (Armani, 1999). Dibujos de la autora.

Etapa	OBRA	MUROS PORTANTES					
		Medida del bloque	Traba	Espesor	Long.	Altura	Refuerzo
I	Capilla del Rosario de Huanacache	0,24 x 0,48 x 0,10 m	cabeza y soga	0,80 m	27,70 m	6,70 m	original
	Capilla del Rosario de las Barrancas	0,20 x 0,44 x 0,10 m	cabeza y soga	0,70 m	15,20 m	6,90 m	original y posterior
	Bóvedas de Uspallata	0,30 x 0,50 x 0,10 m	cabeza	0,70 m	3,50 m	3,20 m	original
II	Molino Panquehua	0,26 x 0,54 x 0,11 m	cabeza y soga	0,85 m	24,50 m	5,80 m	desconoc.
	Molino "La Banderita"	0,23 x 0,46 x 0,13 m 0,15 x 0,30 x 0,10 m	cabeza y soga cabeza y soga	0,78 m 0,48 m	26,20 m	3,80 m 7,40 m	original
	Bodega Panquehua	0,24 x 0,48 x 0,11 m	cabeza y soga	0,85 m	60,50 m	6,60 m	desconoc.
III	Casa del Gob. Carlos González Pintos	Paramento de quincha puntales cada 1,60m	_____	0,15 m	9,80 m	4,50 m	original
	Casa de los Gobernadores Civit	0,20 x 0,40 x 0,10 m	cabeza y soga	0,65 m	10,40 m	6,20 m	desconoc. posterior
IV	Capilla del Buen Orden	0,25 x 0,50 x 0,10 m	cabeza y soga	0,80 m	23,70 m	8,00 m	original
	Edificio Bóvedas de la Chacra de San Martín	0,20 x 0,40 x 0,10 m	cabeza	0,44 m	39,90 m	8,70 m	interv. posterior

Cuadro 1- Identificación de muros portantes de los casos analizados (Armani, 1999).

CONSTRUIR MUROS CON TIERRA EN TUCUMÁN
Sistemas Tradicionales y Alternativos

Josefina Chaila, Rafael Mellace*, Rodolfo Rotondaro
CONICET/Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
CRIATiC-FAU-UNT/ Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán
Avenida Roca 1800, San Miguel de Tucumán, ARGENTINA
Tel.: 54-381- 4364093 - Int 123

Tema 1: Tecnología y construcción
Palabras clave: muros de tierra, tecnología, Noroeste argentino

Resumen

En este trabajo se presentan resultados de la investigación referida al tema "Elementos y sistemas constructivos para muros de tierra cruda" que se lleva a cabo desde el Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda, CRIATIC (FAU UNT). Se estudian y documentan los distintos sistemas de muros tradicionales de tierra cuya construcción sigue vigente en algunas zonas urbanas y particularmente en asentamientos rurales de la provincia de Tucumán. Se documentan asimismo sistemas alternativos que, con un mayor desarrollo tecnológico, se realizan por iniciativa de organismos oficiales, centros técnicos científicos, y de microempresas de construcción.
Se identifican y registran las técnicas populares de construcción tradicional con adobe, tapial y quincha; técnicas tradicionales con mejoras por autoconstrucción; propuestas alternativas de proyectos tecnológicos y de microempresas productivas.
Se analizan aspectos tales como el proceso de selección y preparación de materiales; la elaboración de componentes básicos para muros; formas; dimensiones; función estructural; organización y producción de obra; patologías más comunes; así como también los principales aspectos de su contexto socio-cultural
Se evalúan en forma cualitativa los aspectos referidos a la resistencia mecánica, la durabilidad, los costos relativos y la aceptación social de las innovaciones tecnológicas.
La investigación también se propone establecer las tendencias actuales en cuanto a las distintas técnicas constructivas estudiadas, considerando su localización geográfica y su contexto de producción.

1. Introducción

Se presentan resultados preliminares del proyecto de investigación CONICET titulado "Diseño y construcción experimental de sistemas constructivos alternativos para muros con tecnología de tierra para la vivienda de interés social. Región del Noroeste argentino", que realiza uno de los autores (Chaila) bajo la dirección de los otros dos. Se desarrolla en el Centro Regional de Investigación en Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATiC) y el Laboratorio de Ensayos de Materiales y Elementos para Edificios (LEME), ambos pertenecientes a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán.

En la escala regional latinoamericana existen diversos centros dedicados a la promoción y el desarrollo de variadas temáticas en el campo de la Arquitectura y Construcción con Tierra. En nuestro país varios grupos de trabajo han realizado aportes al tema en las últimas décadas, entre los que se destacan el Centro Barro, de Resistencia y Buenos Aires; el Centro de Investigación en Tecnología Apropiada y Restauración, CITAR, de Jujuy; el Centro Experimental de la Vivienda Económica, CEVE, de Córdoba; y el Instituto Argentino del Cemento Pórtland, de Buenos Aires. Hay además valiosos aportes realizados por organismos oficiales: los Institutos Provinciales de Vivienda y Urbanismo de varias provincias (Jujuy, Salta, Catamarca y

Chubut), y numerosos municipios de todo el país, que han realizado intervenciones destacadas en el campo de la vivienda económica.

En el contexto del tema y en el marco general del habitat popular, la investigación tiene por finalidad la búsqueda de soluciones tecnológicas que puedan acompañar a las soluciones habitacionales que intentan paliar, en parte, el déficit habitacional argentino. El mismo se ha incrementado debido a los graves problemas originados por la pobreza estructural que afecta a todo el país, que hoy alcanza a 3.389.981millones de hogares (INDEC 2001).
En particular, el agravamiento de la situación en el hábitat urbano y rural del NOA, región del país donde más de la mitad de los hogares están en estado deficitario, requiere de soluciones habitacionales que estén adecuadas a los recursos disponibles y al medio ambiente en el nivel local, individual familiar y comunitario.
En este sentido, se propone realizar aportes de conocimiento que puedan servir para la formulación de bases necesarias para procesos de Desarrollo Local Sostenible (DLS), enfocados en el empleo de medios accesibles para las comunidades bajo la línea de pobreza, así como para la elaboración de criterios de diseño posibles de aplicar en proyectos relacionados con la vivienda y el hábitat de Interés Social.

Esto nos lleva a considerar tecnologías alternativas y puntualmente a la tecnología de tierra cruda como una posibilidad eficaz, para contribuir con la construcción de un hábitat saludable y sostenible, posible para las mayorías.

Es también objetivo del trabajo contribuir con el desarrollo de una *conciencia social* que valorice la Tierra Cruda como material de construcción de gran potencial, de bajo costo relativo, de fácil obtención, y de bajo impacto sobre el medio ambiente. Ello implica también conocer y manejar las limitaciones que como todo material y técnica tienen.

La metodología de trabajo adoptada incluye el análisis de datos bibliográficos; relevamientos gráficos y fotográfico de campo; encuestas informales a constructores locales; fichaje técnico descriptivo; e identificación de sistemas de muros, en ámbitos rurales y urbanos de Tucumán.
Se realizará además la evaluación cualitativa y el monitoreo físico-mecánico de sistemas de muros del edificio del CRIATiC y de prototipos de componentes básicos para muros actualmente en construcción.
La información obtenida permitirá la elaboración de bases y criterios generales y particulares de diseño que puedan aplicarse en el proyecto y construcción de sistemas de muros de tierra cruda.

2. Localización, características y producción de sistemas de muros de tierra en la provincia de Tucumán.
Se realizaron distintos recorridos por diferentes ámbitos de la provincia de Tucumán con marcos geográficos naturales disímiles (Fig.1). Se describen los principales resultados de la información obtenida en los trabajos de campo que registraron muros de tierra:
Recorrido 1: Hacia el Norte se pasó por distintas ciudades y pueblos, de los cuales los más importantes fueron: Tapia, Choromoro, Benjamín Paz, Trancas, San Pedro de Colalao y Hualinchay. En estos dos últimos se encontraron importantes ejemplos de viviendas construidas con adobes y con bloques de suelo cemento.
En San Pedro de Colalao se puede ver un importante emprendimiento particular, aún en ejecución, de adobes y un barrio del Fondo Nacional de la Vivienda (FO.NA.VI) construido en su totalidad con bloques de suelo cemento, de una antigüedad de 20años. Esto permite apreciar dos emprendimientos construidos con tierra, con distintas técnicas y edades, y diferentes entes ejecutores en la misma villa turística.

Continuando el recorrido hacia Hualinchay aparecen apreciables ejemplos típicos y característicos de la zona. Son pequeñas construcciones de adobe y quincha llevadas a cabo por los propios pobladores.
Recorrido 2: Hacia el Noroeste, aunque no se registraron ejemplos, datos históricos revelan la existencia de construcciones de tierra cruda, especialmente de adobe, que tienen sus orígenes ligados a los ingenios azucareros, focos generadores de polos urbanos (1). Se recorrieron los poblados de Las Talitas, Timbo Viejo, Timbo Nuevo, Benjamín Araoz y la ciudad de Burruyacu.
Recorrido 4: Hacia el Suroeste de la provincia, llegando a la ciudad de Famaillá y Monteros. En ambas ciudades se encontraron construcciones con tierra, en la primera se halla un emprendimiento que desarrolla la Escuela Técnica de Famaillá, único ejemplar de tapial registrado; y en la ciudad de Monteros se localizaron construcciones populares de quincha. En la periferia de la ciudad, el Instituto Provincial de la Vivienda lleva a cabo un proyecto de recualificación y construcción de viviendas por autoconstrucción con BTC.
Recorrido 5: Desde Famaillá y hacia el Oeste, hasta llegar a las Cumbres Calchaquíes, donde numerosos los ejemplos registrados, especialmente en Ampimpa, Amaicha del Valle y Los Zasos. En estos poblados, como en el pasado, se continúa empleando la tierra como principal material constructivo. Las construcciones relevadas son de adobes, fabricados con distintos agregados de paja, cenizas o estiércol.
Recorrido 6: Hacia el Oeste de la provincia se encontraron ejemplos de viviendas construidas en Adobe en la villa veraniega de San Javier, a 700 m snm, y en el Valle de La Sala se pudieron apreciar construcciones en adobe de 45 años de antigüedad y otras en ejecución, así como también algunos sectores con técnica mixta (quincha). En la Villa de veraneo de Raco se encontró el casco de una estancia construída con adobes.

En base a los resultados de los viajes realizados se puede establecer que las zonas donde se registró mayor número de ejemplos de construcción con tierra cruda coinciden con el ambiente natural de las Cumbres Calchaquíes y de las Sierras del Aconquija, región árida y semiárida de la provincia, y que en la zona Este y Noreste, corresponde al Pedemonte, a la llanura Central y la Llanura Oriental (la franja Húmeda de la provincia), no se registraron ejemplos.
Los sistemas que se pudieron registrar pertenecen casi en su totalidad a viviendas con muros de adobe, tapial y quincha tradicionales, y tapial y bloques de suelo-cemento (Fig. 2).
El adobe es la técnica de tierra cruda predominante hacia el Noroeste de la provincia, su forma de producción es artesanal y se emplea en construcciones nuevas para mejoramiento y autoconstrucción de viviendas mínimas.
El bloque de suelo-cemento se presenta principalmente en áreas del centro y suroeste, y su producción se lleva a cabo en el marco de instituciones gubernamentales y ONGs.

Los emprendimientos desarrollados por organismos públicos recibieron particular aceptación por parte de la población: esto posibilitó la inserción del material y la técnica en el medio aún después de concluidos los proyectos. Se observa que, en algunos casos, la población los adopta para la autoconstrucción de sus viviendas.

Cuadro 1: Sistemas de muros de tierra registrados

MUROS DE TIERRA				
Recorrido	Localización	Técnica	Producción	
R1	**Área Rural** San Pedro de Colalao	Adobe	Artesanal	Emprendimiento Privado

		BTC	Artesanal	FO.NA.VI.
	Hualinchay	Adobes	Artesanal	Familiar
R4	**Área Urbana** Famaillá	Tapial	Artesanal	Escuela Técnica
	Área Periurbana Monteros	BTC	Artesanal	I.P.V.
		Quincha	Artesanal	Familiar
R5	**Área Rural** Ampimpa	Adobe	Artesanal	Familiar
	Amaicha del Valle	Adobe	Artesanal	Familiar
	Los Zasos	Adobe	Artesanal	Familiar
R6	**Área Rural** San Javier	Adobe	Artesanal	Familiar
	Valle de La Sala	Adobe	Artesanal	Familiar
		Quincha	Artesanal	Familiar

3. Desarrollo de sistemas alternativos de muros en Tucumán.

El Centro CRIATIC realiza, entre otras, investigaciones experimentales con la finalidad de lograr aportes al mejoramiento de los sistemas tradicionales de muros(2). (fig. 3)

Una de ellas es el sistema "Lamars" (fig.4), basado en bloques de tierra cruda articulados que se vinculan mediante encastres verticales y horizontales. Estos bloques cuentan con un diseño que prescinde del mortero entre juntas, conformando un aparejo de hiladas discontínuas con el fin de mejorar el comportamiento sismorresistente del sistema. La cantidad de material y mano de obra utilizada es menor, comparativamente, al sistema tradicional; se mejorando el rendimiento en obra al minimizar las operaciones y tiempos de producción. No requiere la intervención de mano de obra calificada para la fabricación del componente ni del elemento, permite un proceso simple de fabricación al pie de obra, la simplificación de operaciones y reducción de tiempos de obra.

Aunque no ha sido ensayado el elemento muro aún, se estima que desde el punto de vista estructural, podría posibilitar una mejor distribución de las cargas gravitatorias transmitidas hacia las cimentaciones, con menor concentración de tensiones; una mayor homogeneización del muro por la eliminación del mortero y por la discontinuidad de las juntas horizontales; y una reducción de los agrietamientos por efectos sísmicos.

4. Aceptación social de la tecnología de tierra en la provincia de Tucumán.

La construcción con tierra en la región del Noroeste argentino, y particularmente en la provincia de Tucumán, está sometida a diversos grados de aceptación social, que en general apuntan a su depreciación. El Mal de Chagas, enfermedad endémica de esta región, y las consecuencias producidas por los sismos en las construcciones populares de tierra sin diseños ni tecnología adecuados, son dos de los aspectos relevantes que contribuyen a su rechazo.

A lo largo del tiempo el mercado formal impone los modos y corrientes constructivas del momento y la sociedad los adopta; esto se manifiesta en todos los ámbitos y clases sociales. Aun en los Valles Calchaquíes donde se mantienen fuertes raíces autóctonas, es importante ver como la construcción se amolda a lo que el mercado formal o la sociedad "urbana-industrial" imponen, construyendo por ejemplo el total de la vivienda con adobes como se ejecutan en la zona desde hace siglos y el frente de la misma con ladrillos cocidos a la vista (por razones estatutarias).

Estas transformaciones originan cambios en los autoconstructores, y se van reemplazando las técnicas tradicionales y el buen arte de construir con tierra por materiales ajenos a lo local: bloques de hormigón, ladrillos cerámicos huecos y ladrillos de arcilla cocida.

La situación actual de las viviendas populares en el Gran San Miguel de Tucumán, construidas en su mayoría por elementos de desecho como cartones, plásticos, chapas y maderas en malas condiciones, podría beneficiarse con el empleo de materiales económicos, duraderos y posibles de ser manipulados por personas sin capacitación técnica, entre los que la tierra cruda es una alternativa viable.

En los últimos años es apreciable el surgimiento de variados proyectos e intervenciones que parten de la implementación de tecnologías alternativas. Entre estos se destaca el Proyecto "Barrio Eucaliptos", en Monteros, dirigido por el Instituto Provincial de la Vivienda. El emprendimiento se inició en el año 2004, con la participación de las 54 familias que conforman el barrio.
Es dirigido por profesionales del Instituto Provincial de la Vivienda y llevado a cabo por un grupo interdisciplinario de técnicos constructores y trabajadores sociales. Los pobladores recibieron fueron capacitación para el trabajo con bloques de suelo-cemento.
La modalidad de producción es artesanal y ejecutada principalmente por las mujeres, con la colaboración de sus hijos. Emplearon una prensa CINVA-RAM, suministrada por la Municipalidad de la ciudad de Monteros.
La primera vivienda se está construyendo con estructura de hormigón armado, cimientos de hormigón ciclópeo, y muros de BTC revocados.
La construcción de esta primera vivienda y el mejoramiento de distintos sectores de viviendas ya construídas se convirtieron en foco generador de diversas actividades precursoras de unión y convivencia vecinal, que generan beneficios adicionales.

5. Conclusiones
Los resultados preliminares de la investigación permiten realizar las siguientes aproximaciones:

- la tecnología de construcción con tierra se mantiene aún vigente en la provincia de Tucumán, en particular, y en la región del Noroeste argentino en general;
- hay diferentes manifestaciones e indicios de que las técnicas constructivas de tierra están sufriendo transformaciones, y que éstas tienen que ver con los intercambios entre lo urbano y lo rural, y entre las consideradas tecnologías alternativas y la tecnología vernácula;
- se observa que en las áreas rurales y periurbanas de pequeños asentamientos se mantiene un predominio del uso de los recursos locales disponibles, y por lo tanto, el adobe, el tapial y la quincha vernaculares tienen una fuerte presencia;
- se observa también una mayor diversidad de técnicas –vernáculas y alternativas- en el habitat popular urbano y periurbano, comparado con las áreas rurales;
- se puede constatar una mayor iniciativa en el uso de la tierra cruda para construir muros en las últimas décadas, y mayor interés por parte de municipios, institucionales oficiales y proyectos científicos innovativos, así como también por parte de la iniciativa empresaria y profesional privada;

Rescatar, estudiar y mejorar las técnicas tradicionales de construcción con tierra cruda nos permite una incorporación gradual y eficiente de las mismas en el medio, convirtiéndolas en posibles herramientas de trabajo y bienestar social.

Bibliografia

- BOLSI, A.; D'ARTERIO DE ORTIZ, P. (2001) "Población y azúcar en el Noroeste Argentino. Mortalidad infantil y densidad demográfica durante el siglo XX." Instituto de Estudios Geográficos. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán. Argentina.
- DI LULLO, R.; GIOBELLINA, B. (1998)" Hacia una Planificación Estratégica del Gran San Miguel de Tucumán". Vol. Nº 1. LIGHAM-FAU-UNT, Tucumán. Argentina.
- INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) (2001). "Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001". Ministerio de Economía.Gobierno de la República Argentina. Buenos Aires.
- KEN KERN. (1979)."La casa autoconstruída – Construcción alternativa. Tecnología y arquitectura". Gustavo Gili S.A. Barcelona. España.
- MELLACE, R.; ROTONDARO, R.; LATINA, S.; ALDERETE, C.; SOSA, M.; ARIAS, L. (2001). "Mejoras de bajo costo para muros de tierra cruda". Etapa I y II. LEME FAU UNT. Tucumán. Argentina
- ROTONDARO, R.; MELLACE, R. F.; LATINA, S. M. (1999) "Gestión y transferencia de componentes arquitectónicos en el hábitat rural del Noroeste argentino". En: Memoria de ATYDA 99-X Reunión de Directores y/o Responsables del Área Tecnológica y Disciplinas Afines: 220-224. 30.06.99 al 02.07.99. FAU UNT. Tucumán. Argentina.
- SALAS SERRANO, J. (1992) "Contra el hambre de vivienda: Soluciones tecnológicas latinoamericanas." Escala. Bogotá. Colombia.

Notas

(1) Algunos Ingenios Azucareros que se encontraban o encuentran en la zona del recorrido 2: La Florida, Esperanza, Lastenia y Cruz Alta entre otros.

(2) En la actualidad se lleva a cabo la construcción del Centro utilizando distintas técnicas de tierra, adobes, bloques de suelo comprimido, tapial, sistema Lamars.

Nota Final

Josefina Chaila - Arquitecta. Becaria Doctoral Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Investigadora en el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda (CRIATIC/ FAU/UNT). Av. Roca 1800-4000. Tucumán-Argentina. e-mail: jochaila@yahoo.com

Rafael F. Mellace - Arquitecto. Profesor Titular FAU UNT. Director del Laboratorio de Elementos de Materiales y Elementos de Edificios (LEME) y del Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda (CRIATIC/ FAU/ UNT). Miembro pleno del proyecto 6 PROTERRA - CYTED. Av. Roca 1800-4000. Tucumán-Argentina. e-mail: rfmellace@arnet.com.ar

Rodolfo Rotondaro- Arquitecto, CEAA CRATerre/UPAG. Investigador del CONICET y del Centro CRIATIC/FAU UNT. Miembro pleno del Proyecto 6 Proterra/CYTED. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo / UBA. Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4to piso, Instituto de Arte Americano. 1428 Ciudad de Buenos Aires – Argentina. e-mail: rotondar@escape.com.ar

(T1-03)

CONSTRUIR MUROS CON TIERRA EN TUCUMÁN
Sistemas Tradicionales y Alternativos

Josefina Chaila, Rafael Mellace*, Rodolfo Rotondaro

Figuras con Leyendas

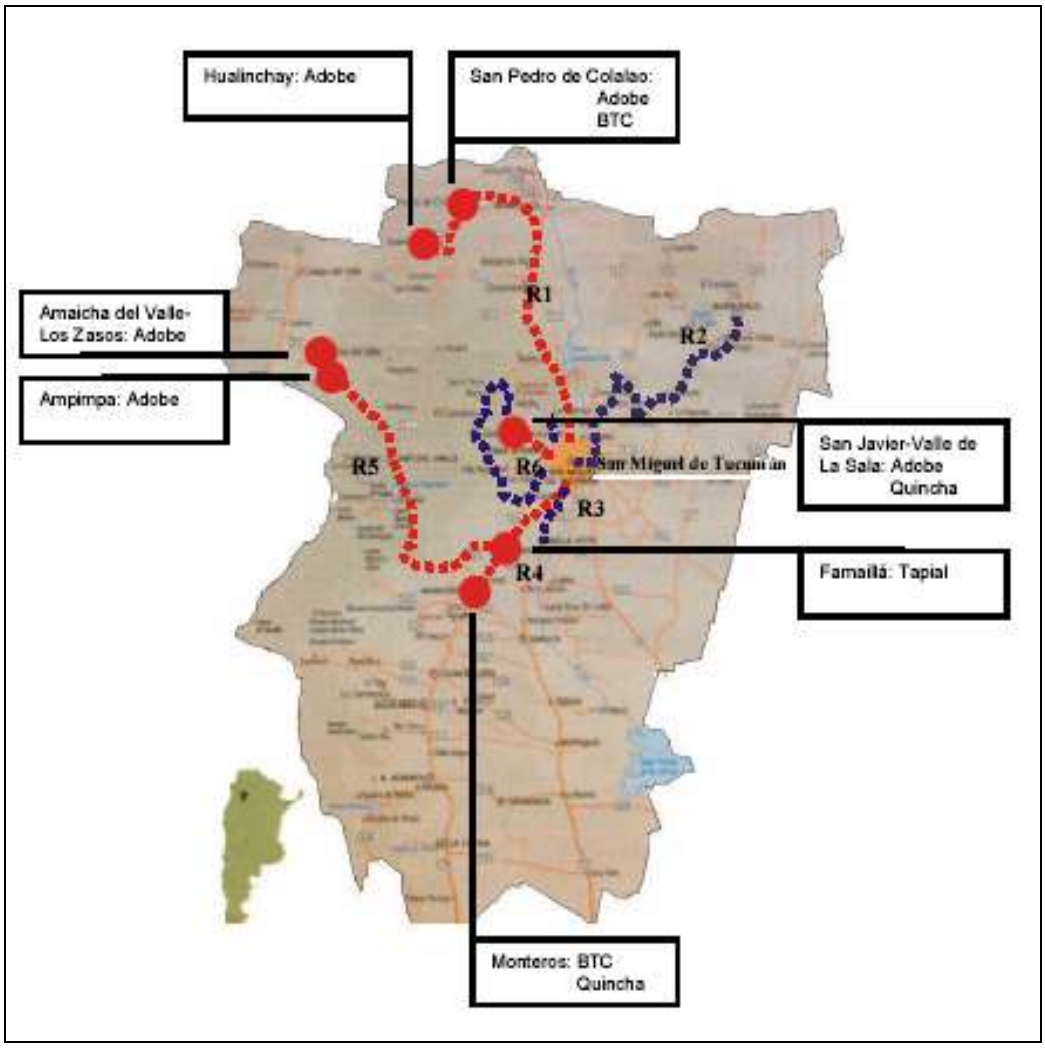


Fig.1- Relevamiento y localización de sistemas de muros de tierra en la provincia de Tucumán, Noroeste argentino.



Fig.2- Muros con tecnologías de tierra: adobe en Amaicha del Valle, tapial en Famaillá, quincha y BTC en Monteros.



Fig.3- Empleo de sistemas tradicionales mejorados, Centro CRIATiC-UNT, Tucumán.



Fig.4- Sistema Lamars: bloques encastrados (CRIATiC-UNT), Tucumán.

HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL RURAL: SISTEMA CONSTRUTIVO COM PAREDES ESTRUTURAIS DE ADOBE, NO ASSENTAMENTO RURAL "FAZENDA PIRITUBA" (ITAPEVA-SP, BRASIL)

Obede Borges Faria*; Fernando Machado G. da Silva e Akemi Ino
UNESP/Universidade Estadual Paulista
FEB/Faculdade de Engenharia de Bauru; Departamento de Engenharia Civil
Av. Eng. Luiz E. C. Coube, s/nº Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, BRASIL
Tel +55 14 31036112; Fax +55 14 31036101; e-mail: obede@feb.unesp.br

USP/ Universidade de São Paulo
EESC/ Escola de Engenharia de São Carlos; Habis/ Grupo de Pesq. em Hab. e Sustentabilidade
Av. Trabalhador Sancarlense, 400 Centro, São Carlos, Brasil
Tel.:+55 3373 9291 E-mails: femgs@yahoo.com.br ; inoakemi@sc.usp.br

Tema 1: Tecnología y Construcción
Palavras-chave: adobe, sustentabilidade, transferência de tecnologia.

Resumo
Este trabalho está inserido nas discussões sobre os conceitos, princípios, estratégias e experiências sobre edificações e ambientes construídos mais sustentáveis, enfatizando a interação entre as dimensões política, ambiental, social, econômica e cultural, levando-se em consideração as escalas temporal e geográfica. Tem como objetivo realizar uma análise do processo de construção de uma habitação de interesse social, com sistema estrutural de vedação em *adobe,* realizada no Assentamento Rural "Fazenda Pirituba", na cidade de Itapeva, Estado de São Paulo (Brasil) e apresentar informações sobre o sistema construtivo, tais como: processo de produção do *adobe;* processo de elevação das paredes; patologias e soluções adotadas; detalhes construtivos; interfaces com elementos de vedação, cobertura, instalações elétricas e hidráulicas. Foram realizadas oficinas de capacitação com as famílias, para aprendizagem na ação, onde a *transferência da tecnologia* de construção do sistema era realizada simultaneamente à execução das atividades no canteiro de obras, com o acompanhamento de instrutores e pesquisadores. Utilizou-se como estratégia geral de pesquisa a "pesquisa-ação", na qual os pesquisadores e os sujeitos da pesquisa estão envolvidos no processo, de forma cooperativa ou participativa na resolução dos problemas. Foi possível, com a realização deste trabalho, detalhar as etapas de produção do *adobe,* como elemento estrutural de vedação; sua produção; os detalhes construtivos e interfaces; a apropriação de custos e produtividade, tanto da produção do *adobe* como da elevação de paredes.

1. Habitação de interesse social em assentamentos rurais, com o emprego de recursos locais e renováveis para sua produção

O desenvolvimento rural sustentável deve buscar um aumento da qualidade de vida neste meio, envolvendo todas as atividades relacionadas com a vida no campo como, por exemplo, "recursos produtivos, tecnológicos, comerciais, de transporte, de habitação, infra-estrutura e equipamentos comunitários" (PERES, 2003).
Sendo a habitação um elemento que integra e possibilita o aumento da qualidade de vida e, conseqüentemente, a continuidade da permanência do homem no campo, esta deve estar ao máximo integrada com a sua condição de vida, capacidade de produção, de articulação e de organização, ter qualidade e ser adequada ao seu meio ambiente.
Os materiais utilizados para construção de moradias em assentamentos rurais podem ser estudados sobre a ótica das múltiplas dimensões da sustentabilidade, que segundo Silva (2000) podem ser: ambiental, política, econômica, social e cultural.

Encontra-se, como exemplo na literatura, que a utilização de alguns materiais tendem a aumentar a sustentabilidade destas construções, se comparados a materiais de construção convencionais, ou mais utilizados para habitações no Brasil, quais sejam: o tijolo cerâmico, o concreto e o aço.
São exemplos de materiais que tendem a aumentar a sustentabilidade: a madeira de florestas plantadas, o bambu, a terra crua, as palhas e materiais reciclados ou reaproveitados. Um material citado na literatura, que apresenta baixo ou praticamente nulo consumo de energia para a sua produção e é um excelente isolante térmico e acústico, é o adobe, principalmente quando comparado com o cimento e o aço.
Segundo Faria (2002), este material apresenta vantagens como: 1) facilidade de produção, possibilitando uma rápida capacitação da mão de obra; 2) baixo consumo energético; 3) baixo custo de produção, aumentando as chances de acesso pela população de baixa renda; 4) utilização de recursos renováveis, abundantes e locais; e 5) participação dos futuros moradores na produção do material da habitação, criando uma identificação das pessoas com a construção e melhorando sua auto-estima.
Da experiência, observada com a realização do presente trabalho, foram notadas algumas desvantagens, como: 1) alto custo social de produção das unidades; e 2) necessidade de proteção da parede contra a umidade, seja de água da chuva, seja por capilaridade da fundação.
A proposta de utilização deste material, numa habitação de interesse social rural, foi apresentada levando-se em consideração as seguintes condições: 1) a disponibilidade das matérias primas (terra, palha e água) numa área rural, onde estes recursos são abundantes; 2) a possibilidade de transferência de conhecimento para a produção de adobe, num tempo compatível com as condições e limites locais; e 3) a necessidade de viabilizar uma habitação com custo aproximado de R$ 4.500,00 (cerca de € 1.300), valor de subsídio disponível, num programa de política habitacional no Brasil, em dezembro de 2003 (PSH – Programa de Subsídio a Habitação de Interesse Social).
Esta pesquisa tem como objetivo realizar uma análise do processo de construção de uma habitação de interesse social, com sistema estrutural de vedação em adobe, realizada no Assentamento Rural “Fazenda Pirituba”, próximo à cidade de Itapeva, sudoeste do Estado de São Paulo – Brasil (uma região com baixos índices de indicadores sócio-econômicos) e apresentar informações sobre o sistema construtivo, tais como: processo de produção do adobe, processo de elevação das paredes, patologias e soluções adotadas, detalhes construtivos, interfaces com elementos de vedação, cobertura, instalações elétricas e hidráulicas.

2. Método de pesquisa, coleta de dados e a caracterização do objeto de estudo

Esta pesquisa foi realizada a partir de estudo de caso único, definido por Yin (2001) como uma investigação empírica, sobre um fenômeno contemporâneo, dentro de um contexto da vida real, onde o fenômeno estudado e o contexto não possuem limites definidos.
O autor ainda coloca que para um estudo de caso com qualidade, a coleta de evidências (inicialmente colocada como coleta de dados) deve seguir o uso de duas ou mais fontes de evidências, possuir um banco de dados com informações formais de evidências distintas e conclusões elaboradas, além de uma ligação explícita entre as questões levantadas, os dados coletados e as conclusões.
Para tal coleta, o autor apresenta uma lista de seis possíveis fontes de evidências, sendo elas: a documentação, os registros em arquivos, entrevistas, observações diretas e observações participantes, as quais foram utilizadas na presente pesquisa.
A pesquisa, aqui apresentada, foi desenvolvida com base no método da pesquisa-ação (THIOLLENT, 1996), onde os pesquisadores e a população interagem na busca de solução para um problema, possibilitando nesta interação que perguntas e respostas destes diálogos e ações gerem, hora evidências das perguntas de pesquisa, hora novas perguntas.

A coleta de dados foi realizada nos diversos momentos da construção de uma habitação com adobe, em um assentamento rural, onde atualmente estão em construção mais 41 unidades habitacionais com tijolos cerâmicos alveolares.
O programa de necessidades da habitação em adobe definiu uma planta com três quartos, uma sala, uma cozinha, um banheiro e uma varanda (área externa a habitação mas coberta) com área construída de 64m² e área coberta de 106m² (Fig.1).
Esta habitação, com paredes estruturais de adobe, tem custo total (excluída a mão-de-obra) de R$ 6.224,17 (cerca de € 1.780), dos quais 70% financiados pelo PSH (Programa de Subsídio a Habitação de Interesse Social, da Caixa Econômica Federal) e 30% financiados pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária). As 42 habitações deste programa estão sendo construídas em regime de mutirão, com término previsto para outubro de 2005.

3. O sistema construtivo em adobe

O sistema construtivo com parede portante em adobe pode ser dividido em sub-sistemas para uma melhor compreensão.
O sub-sistema de fundação da habitação foi executado em sapata corrida, com blocos de concreto, armados e grauteados. A ligação entre a fundação e a parede estrutural foi feita apenas por apoio direto da parede sobre a fundação. Para o sub-sistema de vedação estrutural foi utilizado o adobe, estabilizado com biomassa vegetal (palha de arroz), com junta amarrada e com as seguintes dimensões dos elementos:10cm x28cm x14cm (altura x comprimento x espessura). O sub-sistema de cobertura proposto para a habitação é formado por vigas, compostas de três camadas de peças de madeira da espécie *Pinus* sp., pregadas e colocadas na direção horizontal, espaçadas de acordo com as dimensões das telhas cerâmicas (cerca de 40cm), este sub-sistema de cobertura esta sendo chamado de VLP – Viga Laminada Pregada. A ligação entre a cobertura e o adobe é realizado através de uma peça de transição (berço) em madeira, fixado no adobe com pinos metálicos.

3.1. A produção do adobe

O adobe foi produzido pela própria família que irá morar na casa. A seqüência de produção está apresentada na Figura 2. A quantidade de adobes necessária para uma habitação é de 5.000 unidades, utilizando para esta produção aproximadamente 25m³ de solo não compactado, 612kg de palha, duas enxadas, uma pá, uma vanca (pá reta), dois carrinhos de mão, duas formas de madeira f(para 6 adobes cada) e uma esponja para lavar as formas.
Para esta produção, a família contou com dois homens, e duas mulheres (adolescentes) e demoraram em média, por dia, três horas para buscar e amassar o barro e 5 horas para moldar os adobes. A produtividade média foi de 6,87 unidades por pessoaxhora, com uma produção diária de 220 unidades, sendo que em 23 dias trabalhados é possível produzir os adobes de uma habitação com 64m² de área construída. Na Figura 3 são ilustradas as etapas desta produção.
Foram identificados os seguintes problemas na produção dos adobes: 1) ausência de óculos de proteção para as pessoas que moldavam os adobes, pois quando se lança o barro na fôrma ele espirra para cima e para os lados; 2) ausência de local apropriado para lavar as fôrmas, uma vez que o recipiente utilizado não possuía tamanho suficiente para que a fôrma pudesse ser colocada inteira dentro dele (portanto, utilizado um carrinho de mão); 3) a quantidade de barro amassada no dia anterior só possibilitou a moldagem dos adobes até a hora do almoço, ficando o período da tarde sem atividades de produção, motivo pelo qual a produtividade (citada anteriormente) pode ser considerada baixa; 4) o barro amassado possuía muita água, ocasionando uma tendência de deformação do adobe fresco; 5) a temperatura ambiente estava muito baixa (perto de 15ºC) e os adobes demoraram mais do que o esperado para a secagem; e 6) o espaço destinado ao estoque dos adobes no local de produção era pequeno, dificultando o fluxo de trabalho até o término das quantidade de adobes

necessária, além de não haver ponto de água disponível para a produção. A solução adotada pelos produtores foi continuar com a produção do adobe sobre o contrapiso da casa em construção.
Para avaliação da qualidade do adobe produzido pelas famílias, foram realizados ensaios de determinação da resistência à compressão e ensaios de verificação das dimensões finais.
As fôrmas para a produção de adobe foram confeccionadas com dimensões 30 cm de comprimento, 15cm de largura e 11 cm de altura, prevendo-se a retração do adobe, após o processo de secagem.
Para a realização do ensaio de verificação dimensional, foi utilizada uma amostra de dez unidades, cujos resultados apontaram valores médios de dimensões dos adobes de 29,0cm x 14,2cm x 9,9cm, próximos aos idealizados no projeto de vedação. A variação dimensional do adobe não afetou a elevação da parede, pois foi absorvida na junta horizontal, que apresentou espessura média de 2,5cm.
Os ensaios de determinação da resistência à compressão, foram realizados em amostras de três unidades, de acordo com a metodologia proposta por Faria (2002) e apontaram resistência média à compressão de 1,42MPa, com desvio padrão de 0,16 MPa e coeficiente de variação de 11,41%. Valor não muito elevado mas, atendendo as necessidades estruturais da habitação.

3.2. A construção da habitação

Após a execução da fundação e do contrapiso da habitação, foram realizadas as seguintes etapas para a elevação da parede, ilustradas na Figura 4:

a) Limpeza dos baldrames da fundação para realização da 1ª fiada;
b) Execução de argamassa de solo e palha (o mesmo que foi utilizado na produção do adobe);
c) Execução dos cantos no nível e esquadro;
d) Execução da 1ª fiada levando-se em consideração as aberturas de portas;
e) Execução das fiadas seguintes com junta amarrada e ferro cabelo (4,2mm) nos cantos, para travamento das fiadas; e
f) Execução de impermeabilização na parede nos primeiros 0,30m internos e externos.

As recomendações para a execução de paredes, obtidas após acompanhamento dos trabalhos em campo, são:

a) A massa de assentamento também deve ter um pouco de palha (as 3 primeiras fiadas foram assentadas somente com massa de solo e água, apresentando fissuras);
b) Deve-se molhar superficialmente os adobes para que ele não “puxe” a água da argamassa (para reduzir o problema de fissuração da massa de assentamento);
c) A seqüência de execução do contrapiso deve ser estudada, já que foram levantados pontos positivos e negativos, quanto à sua execução antes da elevação da parede de adobe;
d) Deve-se assentar o adobe do lado contrário ao que ele foi produzido, fazendo com que seu abaulamento central fique para baixo, regularizado pela massa de assentamento; e
e) Deve-se chapiscar, interna e externamente, os primeiros 30cm das fiadas de adobe, com argamassa acrescida de impermeabilizante, para reduzir a ação da chuva nas paredes.

Podem ser citados como ***pontos positivos***, para a realização do contrapiso antes da elevação das paredes, o seu uso como local de produção e armazenamento dos adobes, além de deixar a área de trabalho limpa, organizada, bem delimitada e dando bom aspecto visual ao canteiro de obra. Como ***ponto negativo***, pode ser citado o problema ocorrido com o acúmulo de água de chuva, já que a mesma tinha dificuldade em se infiltrar pelo terreno, acarretando problemas com excesso de umidade na base

das paredes, já que a cobertura foi realizada posteriormente. Este problema poderia ser evitado, se o contrapiso tivesse sido realizado após a cobertura da casa.

4. Considerações finais

Os resultados obtidos com a experiência relatada, sobre a construção de uma habitação em adobe na área rural, indicam que:

a) Ecologicamente, é viável extrair o solo próximo ao local da construção da habitação, pois os impactos ambientais desta ação são baixos e absorvidos pela família;
b) A utilização da palha de arroz (abundante na região, decorrente da agricultura local) como estabilizante no abobe possibilitou uma resistência à compressão do material adequada a sua utilização como elemento de vedação e estrutural, e acarretou uma redução do peso específico do componente, minimizando o esforço no momento de transporte do adobe e na elevação da parede; e
c) É viável produzir 5.000 unidades de adobes em 23 dias com 4 pessoas trabalhando, de forma bastante leve, nesta produção.

Podem ser levantadas algumas questões, a serem respondidas no momento em que a habitação for concluída, dentre elas:

Qual o custo final da habitação que utiliza o adobe como elemento de vedação estrutural?

Qual o desempenho térmico de uma habitação de adobe, em um assentamento rural?

Deve-se salientar que a realização deste trabalho, aparentemente simples e pouco inovador, foi uma grande conquista para todos os atores envolvidos no processo (pesquisadores, população local e agentes financeiros), considerando-se a realidade local, ou seja, não existe tradição de uso da terra, como material de construção, nesta região brasileira; existe um forte anseio desta população por “casas de material” (como eles denominam as casas construídas com materiais convencionais, como o concreto e os cerâmicos), e os órgãos governamentais de financiamento da habitação são muito restritivos, quanto a materiais ditos “alternativos”.

Agradecimentos: À UNESP, pelo afastamento, e à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pelo aporte financeiro, que possibilitaram a participação nos eventos.

Bibliografia

- ACSELRAD, H. (1999). **Sustentabilidade e desenvolvimento**: modelos, processo e relações. Série Cadernos de Debate Brasil Sustentável e Democrático, Rio de Janeiro, Brasil, n. 5.

- FARIA, O. B. (2002). **Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe:** um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana-SP). São Carlos, Brasil. Tese (Doutorado), Programa de Doutorado do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada CRHEA, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

- PERES, R. B. (2003). **Habitação rural**: discussão e diretrizes para políticas públicas, planejamento e programas habitacionais rurais. São Carlos, Brasil.. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos Universidade de São Paulo.

- SILVA, S. M. (2000). **Indicadores de sustentabilidade urbana:** as perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável. São Carlos, Brasil. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de São Carlos.

- THIOLLENT, M. (1986). **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo, Brasil: Cortez.

- YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Porto Alegre, Brasil: Bookman.

NOTA FINAL

Obede Borges Faria: Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Civil-Faculdade de Engenharia-UNESP-Bauru / membro HABIs / membro Proterra-CYTED; Engenheiro Civil, Mestre em Arquitetura e Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental.

Fernando Machado G. Silva: Engenheiro civil, formado pela Universidade Federal de São Carlos / Mestrando do Programa de Pós-graduação em Tecnologia do Ambiente Construído, pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP) / Pesquisador do Grupo de Pesquisa Habis

Akemi Ino: Profª Drª Deptº Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo / Engenheira Civil, Mestre em Arquitetura e Doutora em Engenharia de Construção Civil / Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade - Habis

(T1-04)

HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL RURAL: SISTEMA CONSTRUTIVO COM PAREDES ESTRUTURAIS DE ADOBE, NO ASSENTAMENTO RURAL "FAZENDA PIRITUBA" (ITAPEVA-SP, BRASIL)

Obede Borges Faria*; Fernando Machado G. da Silva e Akemi Ino

Figuras com Legendas

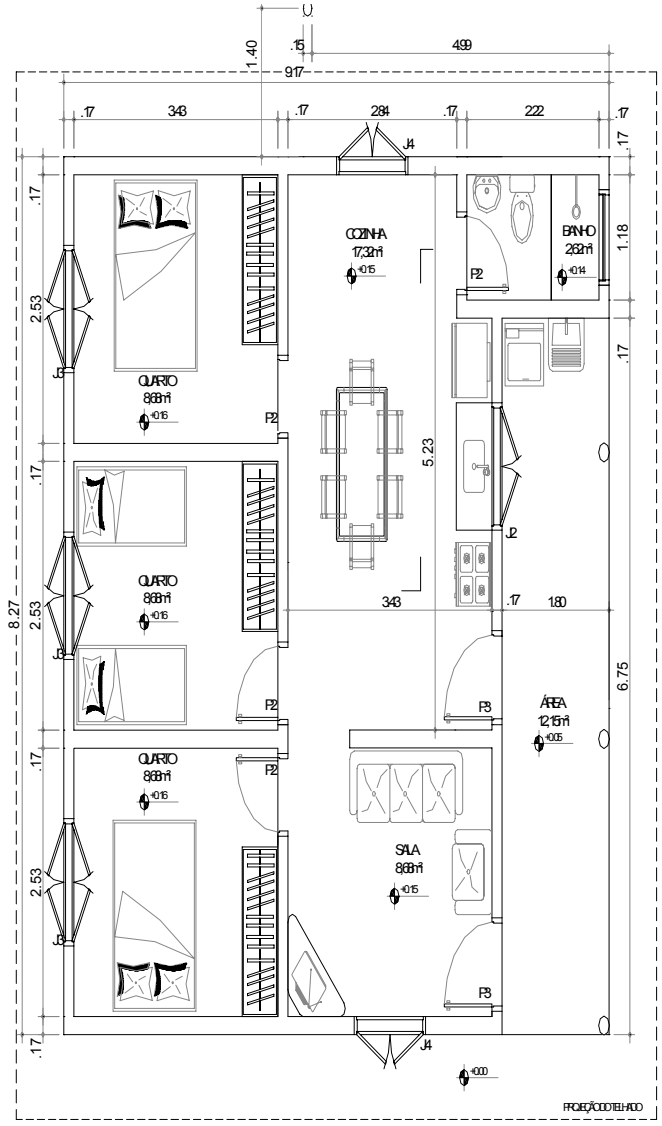


Fig.1 Planta baixa da habitação em adobe (Fonte: Grupo de Pesquisa Habis, 2004).

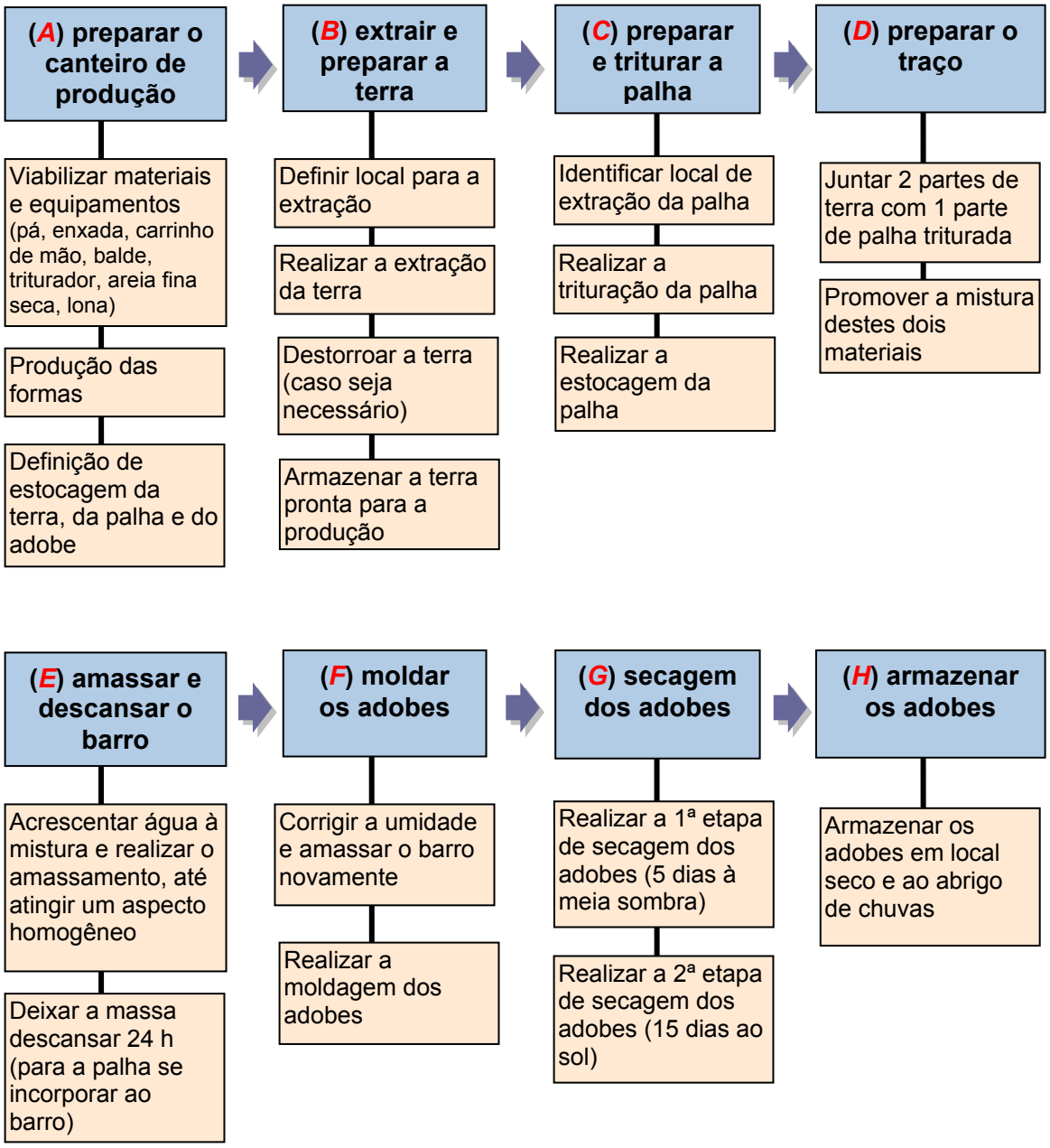


Figura 2: Decomposição da seqüência de produção do adobe, em etapas.



Figura 3: Fotos da seqüência de produção do adobe



Figura 4: Fotos da seqüência de elevação da parede em adobe

UMA CONTRIBUIÇÃO PARA ASSENTAMENTOS HUMANOS DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL: O USO DO BAMBU NA TÉCNICA MISTA DE CONSTRUÇÕES COM TERRA

Emerson de Andrade Marques Ferreira* e Geraldo Bezerra Araújo
UFBA - Universidade Federal da Bahia
MEAU – Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana
Rua Aristides Novis, 2 Federação, CEP 40.210-630, Salvador, Bahia – Brasil
Tel.: + 55 71 32039728; Fax: + 55 71 32039730; E-mail: Emerson@ufba.br e gearldobaraujo@terra.com.br

Tema: 1: Tecnologia e Construção
Palavras-chave: Técnica mista, Taipa de mão, tabique, quincha, bahareque, torchis

Resumo
O objetivo deste artigo é discutir o uso do bambu na ***técnica mista*** de construções com terra, visando oferecer uma alternativa sustentável para os assentamentos humanos de interesse social. Argumentar a possibilidade do uso do bambu como material de construção aplicado na técnica em questão, contextualizar o uso deste material e desta técnica a nível global, nacional e regional, e mostrar possibilidades compatíveis com a oferta de se construir, sem grandes impactos para o meio ambiente, é a temática a ser abordada.

Habitar é uma necessidade básica do ser humano, sendo o acesso a habitação segura e saudável uma premissa para o bem-estar físico, psicológico, social e econômico das pessoas, e direito fundamental consagrado na Declaração Universal dos Direitos Humanos e no Pacto Internacional dos Direitos Econômicos. . A nível global, já em 1992, segundo a Agenda 21 (Capítulo 7, item 7.6) estimava-se que pelo menos 1 bilhão de pessoas não dispunham de habitações seguras e saudáveis. No Brasil, a disponibilização de habitações, principalmente para a população de baixa renda e nas grandes cidades, está a exigir soluções imediatas. “Oferecer a todos habitação adequada” e “promover atividades sustentáveis na indústria da construção” são 2 das 8 áreas de programas incluídas na Agenda 21 (Capítulo 7, item 7.9), onde o documento global trata da “Promoção do Desenvolvimento Sustentável dos Assentamentos Humanos”.

1. Introdução

A busca de alternativas que possam vir a contribuir com a oferta de moradias seguras e saudáveis, executadas de forma sustentável, e a baixo custo é um desafio para a política habitacional global, principalmente para os países subdesenvolvidos, e ou em desenvolvimento. Os atuais problemas, como a pobreza e o desequilíbrio do meio ambiente, são desafios que a humanidade precisa administrar

O advento dos materiais industrializados contribuíram significativamente para o abandono das técnicas tradicionais, refletindo-se, inclusive na área do ensino, onde processos e sistemas construtivos tradicionais, menos impactadores ao meio ambiente, são tratados apenas a nível de história da arquitetura. Atualizar estas técnicas, processos e sistemas, visando oferecer uma construção de baixo custo e saudável, além de resgatar algo culturalmente consagrado, é uma forma de contribuir com o desenvolvimento sustentável.

O ciclo de industrialização dos materiais de construção acelerou o desequilíbrio ambiental, poluindo com os resíduos decorrentes dos processos de produção, desestabilizando ecossistemas, acelerando os desmatamentos que contribuíram para a escassez de madeira de lei, propiciando entre outros danos, a elevação de custo das construções.

Dito isto, apresenta-se a terra crua e o bambu como materiais de construção e a ***técnica mista*** como forma construtiva possível de propiciar a construção de habitações adequadas por um custo baixo e ambientalmente sustentável. A denominação ***técnica mista*** é bastante recente, foi adotada pelo PROTERRA conforme Neves (2003) na apresentação do livro "Técnicas Mixtas de Construcción com Tierra".

> ***Reunindo a variedade dos materiais e técnicas de execução numa só família, adotou-se a denominação TÉCNICA MISTA para este espetacular sistema construtivo , que é conhecido como taipa-de-sopapo, ou simplesmente taipa no Brasil, denominado quincha na Argentina, Bahareque em outros países e entramado no meio técnico (NEVES, 2003).***

No Brasil, além das denominações citadas por Neves, a técnica recebe os nomes de ***taipa de mão***, ***taipa de sebe***, ***pau-a-pique*** ou ***barro armado***, em Portugal ***tabique***, na Argentina, Chile e Peru ***quincha***, na Colômbia e Venezuela ***bahareque*** (***bajareque***) e internacionalmente ***torchis***.

A terra crua se caracteriza como um dos principais materiais de construção utilizados pelo homem nos mais diferentes locais do planeta, desde os tempos mais remotos até nossos dias. Estudos arqueológicos indicam construções com terra de aproximadamente dez mil anos, na aldeia de Jericó, localidade bíblica. Introduzida pelos romanos e enriquecida pelos árabes na Península Ibérica, as técnicas de construção com terra acompanham a humanidade até nossos dias, principalmente em regiões de clima quente e seco. Atualmente, entre outras, destacamos obras na região do Novo México nos Estados Unidos da América, de autoria dos arquitetos americanos Antonie Predock e William Lumpkins, o Museu Nacional de Mali, construído em 1981, obra do arquiteto francês Jean-Claude Pivin, e construções de porte em Marrocos, do arquiteto português José Alegria.

O bambu, embora ainda não explorado devidamente no Brasil, onde o clima, o solo e a extensão territorial favorecem seu cultivo, é uma planta da família das gramíneas com um vasto campo de utilização, podendo ser consumida como alimento, transformada em matéria-prima para o fabrico de papel, instrumentos musicais, peças de artesanato, móveis, e material de construção civil, entre outros.

> ***Pau para toda obra, planta de mil utilidades, ou madeira do futuro, como preferimos chamá-lo, são algumas denominações do bambu, por ser uma das mais valiosas plantas para o homem. (GRAÇA, 1998, p. 13)***

Na construção civil, temos como exemplo referencial as abobadas do templo de Taj Mahal na Índia. Além da Índia, o Japão, a Indonésia, as Filipinas e a Colômbia são países que se destacam pela forma com que enriqueceram os métodos construtivos que utilizam o bambu.

Resgatar, de forma atualizada, a milenar técnica mista de construção com terra, utilizando como elemento estrutural o bambu em substituição a madeira, é devolver a boa parcela da sociedade o uso de uma técnica construtiva culturalmente consagrada e de grande significado.

De grande significado por vários aspectos, principalmente, os de natureza econômica, técnica, plástica, e de sustentabilidade ambiental. De natureza econômica porque a casa de técnica mista construída com bambu, comparada com as de outras técnicas, tem possibilidades de oferecer o mesmo ou um melhor conforto e poderá representar

um custo benefício competitivo. O bambu apresenta um custo bem inferior ao da madeira atualmente em uso, adapta-se ao clima e solo do Brasil, e poderá ser empregado para o fim em questão a partir do terceiro ano de cultivo. A terra crua, material abundante, que para o uso em referência não desequilibra o meio ambiente e não representa custo para o proprietário. As características físicas do bambu possibilitam trabalhar estruturas em casca, de modo a oferecer uma tipologia onde a cobertura da edificação é o próprio elemento estrutural envoltório, eliminando, desta forma, o uso do tradicional telhado, que contribui para a diminuição do custo final da obra. Uma análise comparativa entre custo e benefício feita por Arini (1995, p. 89), comparando um sistema construtivo tradicional e um que utiliza tijolos de terra prensada, apresentou uma redução de 35% sobre o custo final das obras construídas com arquitetura de terra em relação às de arquitetura convencional. Segundo O JORNAL (13 de novembro de 2003) e A GAZETA (11 de maio de 2004), a técnica construtiva desenvolvida pelo Instituto do Bambu em Alagoas oferece uma redução de custo de até 40% comparada a uma construção convencional.

Tem significado técnico, pois, além de resgatar um conhecimento popular consagrado por várias gerações anteriores, desde os tempos de nossa colonização, trará consigo um processo construtivo adequado e atualizado.

Significado plástico, porque, as características físicas do bambu permitem estabelecer uma tipologia diferente da convencional usada para esta técnica, oferecendo um padrão plástico de formas não habituais para construções deste gênero.

Ambientalmente sustentável, por motivos já ditos anteriormente, onde os materiais são naturais e renováveis, e o processo construtivo não gera resíduos. Desta forma, não compromete seu uso às gerações futuras.

2. O uso do bambu na construção

Conforme exemplos citados anteriormente, o uso do bambu na construção civil é uma realidade, graças principalmente à capacidade de resistência aos diversos esforços apresentada pelo material.

Segundo Graça (1988, p. 67 e 68), o bambu apresenta uma resistência a tensão no entre nó de 2.636 kg/cm^2 e no nó de 2.285 cm^2, uma tensão elástica mínima de 140.000 kg/cm^2 e máxima de 316.395 kg/cm^2, uma resistência a compressão mínima de 562 kg/cm^2 e máxima de 863 kg/cm^2, uma elasticidade de compressão mínima de 151.869 kg/cm^2 e máxima de 199.000 kg/cm^2, uma resistência a flexão mínima de 763 kg/cm^2 e máxima de 2.760 kg/cm^2, e elasticidade a flexão mínima de 105.465 kg/cm^2 e máxima de 220.000 kg/cm^2. Para a autora, as fibras da capa externa são mais fortes, possuindo resistência a flexão de 2.531 kg/cm^2 e à tensão de 3.200 kg/cm^2 , enquanto que as internas apresentam resistência a flexão de 940 kg/cm^2 e à tensão de 1.550 kg/cm^2.

Assim como Graça, Lopez (1974, p. 84 a 89) apresenta as propriedades físicas do bambu destacando a capacidade de resistência do mesmo aos diversos esforços, relacionando um bom número de espécies. A boa performance deste material vem motivando o uso do mesmo como elemento estrutural, inclusive como reforço do concreto, substituindo o uso convencional do ferro em estruturas de pequeno porte. Ghavami (1995, p. 6) é outro a destacar a grande vantagem da aplicação do bambu na construção, com base em testes que usaram o mesmo como elemento de reforço para vigas, lajes e estruturas especiais.

No capítulo destinado a arquitetura, Lopez (1974, p.175 a 242), destaca entre outros pontos, os sistemas de construção em bambu empregados na Colômbia, o uso e a

influência do bambu na arquitetura hindu, o bambu na arquitetura japonesa, as espécies de bambu de maior uso na construção, o uso do bambu nos jardins japoneses, a deformação artificial do bambu, os materiais de construção obtidos do bambu, das estruturas espaciais de bambu, o uso do bambu na construção de elementos de concreto, e as vantagens e desvantagens do emprego do bambu na construção. A figura 1 apresenta foto destacando o balanço da cobertura de um estábulo, projeto de autoria do arquiteto Marcelo Villegas.

3. Viabilidade e vantagens de se construircom técnica mista

Para se construir com terra faz-se necessário matéria-prima adequada e em abundância, e domínio da técnica de construção a ser usada. Para Silva (1995, p.37), são 12 os grupos principais de técnicas com terra, entre os quais o da técnica denominada pelo autor de pau-a-pique.

Para Barbosa e Mattone (2002, p. 79), é de interesse para a humanidade o emprego de produtos que envolvam baixo consumo de energia no seu processo de obtenção, que gerem menor quantidade de rejeitos e que apresentem baixa emissão de poluentes. Esta afirmação é parte do resumo apresentado pelos autores no trabalho intitulado " Construção com terra crua" que trata sobre o processo de otimização de tijolos prensados. Segundo Ghavami (1995, p.4), o bambu requer menor consumo de energia que a madeira, o concreto e o aço.

Exemplos de construção em ***técnica mista*** atestam sua viabilidade e durabilidade, como o Chatêaux de Versalis na França, e o prédio da faculdade de medicina, em Lima no Peru. Em países sujeitos a abalos sísmicos esta técnica é apontada como opção possível de suportar níveis de abalos sem desmoronamento. O terremoto de 1755 em Lisboa mostrou que as construções em ***tabique*** (técnica mista0 foram as que melhor suportaram os abalos.

No que se refere à terra, o Brasil tem matéria-prima adequada e em abundância, e a técnica em questão faz parte da cultura do povo brasileiro. Logo, incentivar a retomada do uso de terra crua utilizando a ***técnica mista*** é uma opção viável, que poderá oferecer uma edificação de custo baixo, em condições de segurança, conforto térmico e durabilidade, em harmonia com o meio ambiente.

A ***técnica mista*** é um dos processos construtivos mais antigos da humanidade, sendo conforme relatam diversos historiadores, os portugueses que introduziram no Brasil. Também, os africanos trazidos como escravos contribuíram, pois faziam o uso da mesma em seu continente de origem. Para a grande maioria dos pesquisadores, os habitantes nativos do Brasil, nossos antepassados, os índios, não usavam a terra para construir. Seus abrigos eram edificados com estruturas de paus roliços e vedações de palha e folhagens. Entretanto, Rodrigues (2002, p. 199) afirma:

> ***A utilização da terra crua como elemento construtivo se desenvolveu no Brasil de várias formas. Com o processo de colonização foram introduzidas as técnicas do adobe e também a taipa de pilão, porém acreditamos que o fenômeno dos arquétipos evidenciou que os nativos locais, os índios brasileiros, e os nativos africanos que aqui chegaram como escravos, já dominavam as técnicas do pau-a-pique ou taipa de mão.***

Além dos argumentos apresentados, o uso desta técnica entre nossa gente, promove um verdadeiro congraçamento quando da tapagem da edificação. Via de regra,

consiste o processo da taipa de mão, primeiro, no nivelamento do terreno destinado a receber a edificação. À seguir, é levantada a estrutura principal, que convencionalmente é feita com madeira roliça, exceto as peças de apoio para portas e janelas. Sobre a estrutura é colocado a cobertura, que a depender da região e poder aquisitivo é feita com telha cerâmica, normalmente de fabricação artesanal, ou de palha. Nesse ponto, a estrutura recebe uma trama de madeira roliça ou ripas, amarradas com cipó, barbante, tiras de couro, prego ou arame. O melhor vem em seguida: a tapagem da edificação, que quase sempre é feita em rítimo de festa. Os vizinhos se reúnem, fazem um barreiro próximo à construção, onde misturam o barro com água, as vezes adicionam fibras, e quando a mistura pisoteada adquire a consistência ideal, é levada com as mãos para o preenchimento da trama, até recobrir a face externa da estrutura. Em alguns casos, pois na maioria o poder aquisitivo não permite, após a secagem do barro, é aplicado o reboco e, posteriormente a pintura.

4. Recordação de uma tapagem de casa

Para recordar quando ainda garoto a participação na execução de uma casa construída em Palmeira dos Índios, Alagoas, apresenta-se em versos de um poeta mambembe, um dos autores, um pouco do que é o processo de construção usando a técnica da taipa de mão.

"MÃE NATUREZA, MÃE MORADIA"

Terra, água, bambu, cipó, mãe natureza.
Homem e alegria,
vida, pobreza e riqueza,
vivência e sabedoria.

Na busca de abrigo,
usou terra crua,
água, bambu, cipó, braço amigo,
terra sagrada, limpa, nua.

Abraçou a trama com cipó,
cavou a terra, umedeceu,
deu liga ao que era pó,
pisou, repisou e colheu.

Com o barro pisado, amassado, ligado,
o maestro aprovou,
Então, de mão em mão transportado,
aos sopapos, a trama fechou.

Construiu na dança,
em labuta e folia,
a eterna esperança,
a sonhada moradia.

Terra, água e suor,
dança e folia,
bambu e cipó,
vida e moradia.

Mãe riqueza,
mãe alegria,

mãe da pobreza,
mãe moradia.

(Geraldo Bezerra Araújo, 11/11/2002)

5. O bambu na técnica mista

Lopez (1974, p. 222 a 225) referindo-se a parede de argila reforçada com bambu, a ***técnica mista***, nos fala dos motivos pelo qual o Japão, um dos países mais industrializados da Ásia, onde se constrói com as mais modernas técnicas, continua nos dias atuais a construir casas de argila estruturada com bambu. Segundo o autor, apesar desta técnica construtiva não ser muito resistente à impactos e ao desgaste, o colorido e a beleza de sua textura, aliado ao conforto térmico são as razões pelas quais os japoneses as preferem.

Na América Latina, a Colômbia é o país que faz maior uso do bambu, apresentando na ***técnica mista***, ou "***bahareque***", conforma dito anteriormente, um elevado número de construções populares. Na Índia, o grande número de templos budistas, cujas cúpulas foram construídas com bambu e barro são exemplos a nível global.

Flores (1989, p. 25 a 27), em seu artigo sobre "Técnica de entramados", apresenta uma síntese sobre a história das técnicas na América Latina, onde se refere ao uso da madeira e do bambu na trama da taipa de mão, e descreve de forma abreviada sobre as formas de como os entramados são executados no Equador, no Panamá, no Brasil (onde ressalta apenas o uso da madeira), na Argentina, na Venezuela e na Bolívia.

No Brasil, em função do quase abandono do uso da ***técnica mista*** na atualidade, motivado pelo alto custo da madeira, pela chegada dos materiais industrializados e, por que não dizer, pelo pouco conhecimento sobre a potencialidade do bambu como material de construção, não temos registro do uso deste material em construções de esta técnica. Lopez (2003, p.21) fala sobre o uso da mesma e ilustra construções em Tiradentes, Minas Gerais e em Maracanaú, no Ceará.

6. Tipologias de construções com técnica mista

As tipologias e padrões de acabamento das construções com esta técnica variam, desde as de aspectos de pobreza, as vezes de miséria, até as de padrões de qualidade e estado de conservação muito bons.

No Brasil e em Portugal algumas diferenças são percebidas entre as construções com ***técnica mista***. Em Portugal a grande maioria dos ***tabiques*** são construídos sobre o pavimento térreo, quase sempre em pedra, enquanto no Brasil, a maior parte estão construídas diretamente sobre o solo.

Em Portugal as fachadas, quase sempre são revestidas com telha canudo, chapa de zinco ou pedras do tipo ardósia. No Brasil, o revestimento das paredes tem muito a ver com a condição econômica de seus moradores, onde a grande maioria possui renda baixa ou muito baixa e suas habitações não recebem reboco. Normalmente, os moradores de melhor poder aquisitivo aplicam reboco e pintura como elementos de acabamento e proteção. As figuras 2 e 3 ilustram parte destas informações.

7. Opções de novas tipologias com o uso do bambu

Devido a elasticidade do bambu, além das tipologias convencionais, construções estruturadas em sistema arqueado podem propiciar formas cilíndricas e abobadadas estabelecendo novas tipologias conforme ilustra a figura 4.

8. Conclusões

Esta reflexão sobre o uso do bambu na ***técnica mista*** nos revela a possibilidade de mais uma alternativa para se construir de forma solidária, rápida e de baixo custo, principalmente para habitações de interesse social.

Pretende-se, ao resgatar o uso da construção com terra usando a ***técnica mista***, oferecer aos interessados três condições fundamentais, a saber: trabalhar com materiais naturais acessíveis e de custos bastante inferiores aos industrializados; um processo construtivo capaz de ser absorvido pela mão de obra formada por mutirão, onde os futuros habitantes da edificação fazem parte; e uma tipologia com equilíbrio estético e adequada aos materiais construtivos, capaz de ser desenvolvida sem comprometer o uso pelas futuras gerações.

Desenvolver estudos e experimentos, de modo a atualizar a técnica em questão, difundir os resultados merecedores de aplicação e manter o acompanhamento das novas edificações exige linhas de pesquisas dos setores competentes e vontade política dos governantes.

Como objeto de pesquisa o autor está desenvolvendo um estudo de caso na cidade de São Sebastião do Passe, na Bahia e executando um protótipo de uma unidade habitacional com aproximadamente 36 m2 de área construída.

BIBLIOGRAFIA

ARINI, Rui. Arquitetura de terra e as habitações de interesse social. Workshop. Arquitetura de Terra. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo, LGP – Laboratório de Programação Gráfica da FAUSP, São Paulo, 1995.

BARBOSA, Normando e MATTONE, Roberto. Construçõe com terra crua. Anais do I Seminário Ibero-Americano de Construção com Terá. Salvador, 2002.

FLORES, Mário Octavio. Técnica de entramados. In: Arquiteturas de Tierra em Iberoamérica. HABITERRA, 1989.

GHAVAMI, Khosrow. Propriedades dos bambus e suas aplicações nas obras de engenharia e desenho industrial.

GRAÇA, Vera L. BAMBU: Técnicas para o cultivo e suas aplicações. São Paulo: Ícone, 1988.

LOPES, Wilza Gomes Reis. Aspectos construtivos da Taipa de Mão. In: Técnicas Mixtas de Construcción com Tierra. CYTED / HABYTED / PROTERRA. 2003.

LOPES, Wilza Gomes Reis. A taipa de mão no Brasil. Anais do I Seminário Ibero-Americano de Construção com Terá. Salvador, 2002.

LOPEZ, Oscar Hidalgo. BAMBU – Su cultivo y aplicaciones em: fabricación de papel; construcción; arquitectura; ingeniería;artesanía. Estudios Técnicos Colombianos Limitada. Cali, Colombia, 1974.

NEVES, Célia Maria Martins. Presentation (Apresentação). In: Técnicas Mixtas de Construcción com Tierra. CYTED / HABYTED / PROTERRA. 2003.

VILLEGAS Marcelo. Tropical Bamboo. 3ª Edição. Bogotá, Colômbia, 2001.

NOTAS FINAIS (Currículos)

(1) FERREIRA, Emerson de Andrade Marques

Engenheiro Civil, Mestre em Arquitetura, Doutor em Engenharia, Prof. Titular do Departamento de Construção e Estruturas e docente do Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia.

(2) ARAÚJO, Geraldo Bezerra

Arquiteto, Profº Adjunto do Departamento da Criação e Representação Gráfica da Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal da Bahia, Especialista em Geoprocessamento, e Mestrando em Engenharia Ambiental Urbana na Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia

(T1-05)

UMA CONTRIBUIÇÃO PARA ASSENTAMENTOS HUMANOS DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL: O USO DO BAMBU NA TÉCNICA MISTA DE CONSTRUÇÕES COM TERRA

Emerson de Andrade Marques Ferreira* e Geraldo Bezerra Araújo

Figuras con Legendas

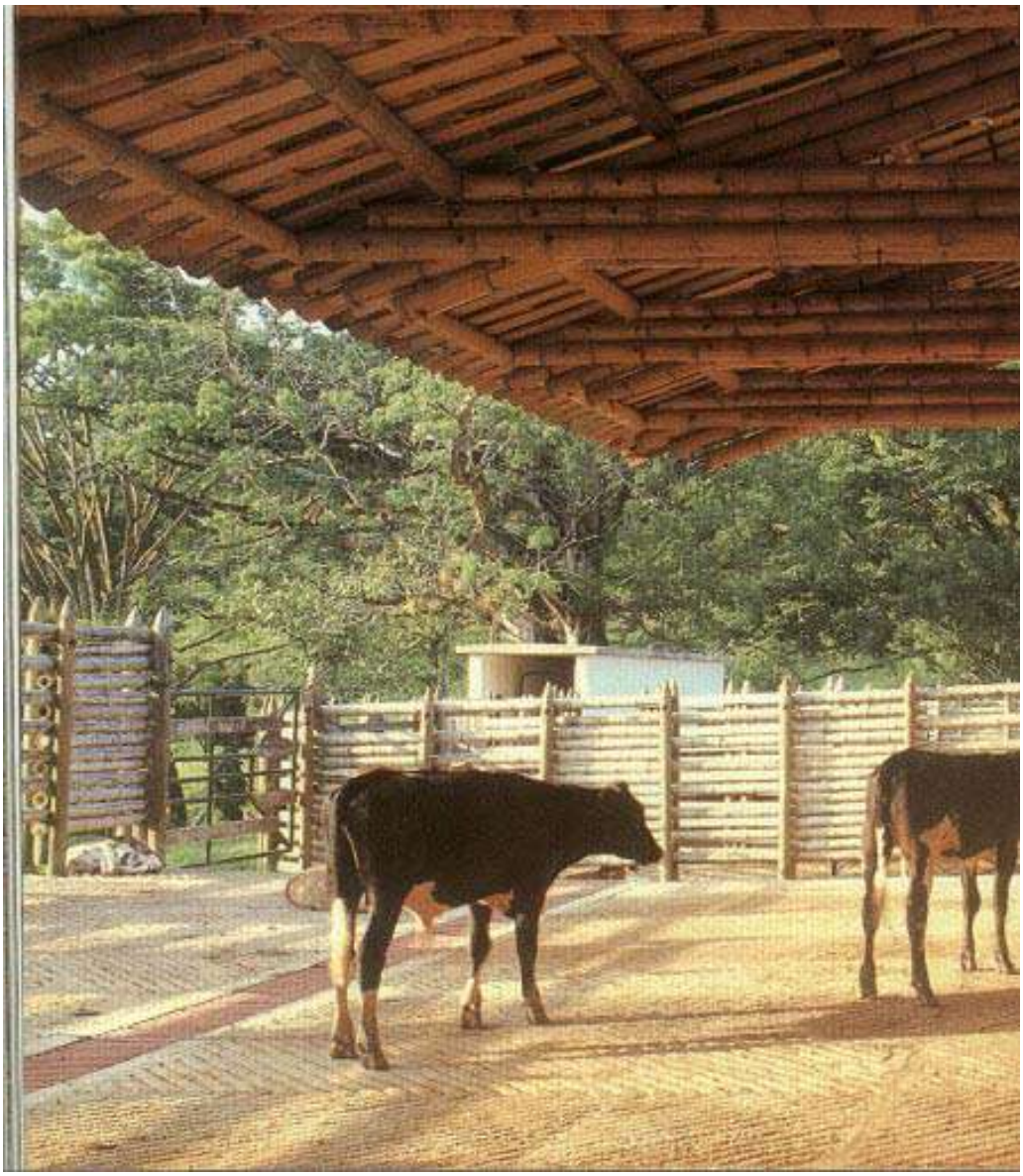


Fig.1 – Foto da cobertura de um estábulo, destacando o balanço da estrutura em bambu
Fonte: Villegas (2001, p. 86)



Fig.2 – ***Tabique*** (***técnica mista***) na cidade de Guarda, em Portugal
Foto do autor Geraldo Bezerra Araújo (maio de 2004)



Fig.3 – ***Taipa de mão*** (***técnica mista***) na cidade de São Sebastião do Passe na Bahia, Brasil
Foto do autor Geraldo Bezerra Araújo (novembro de 2004)

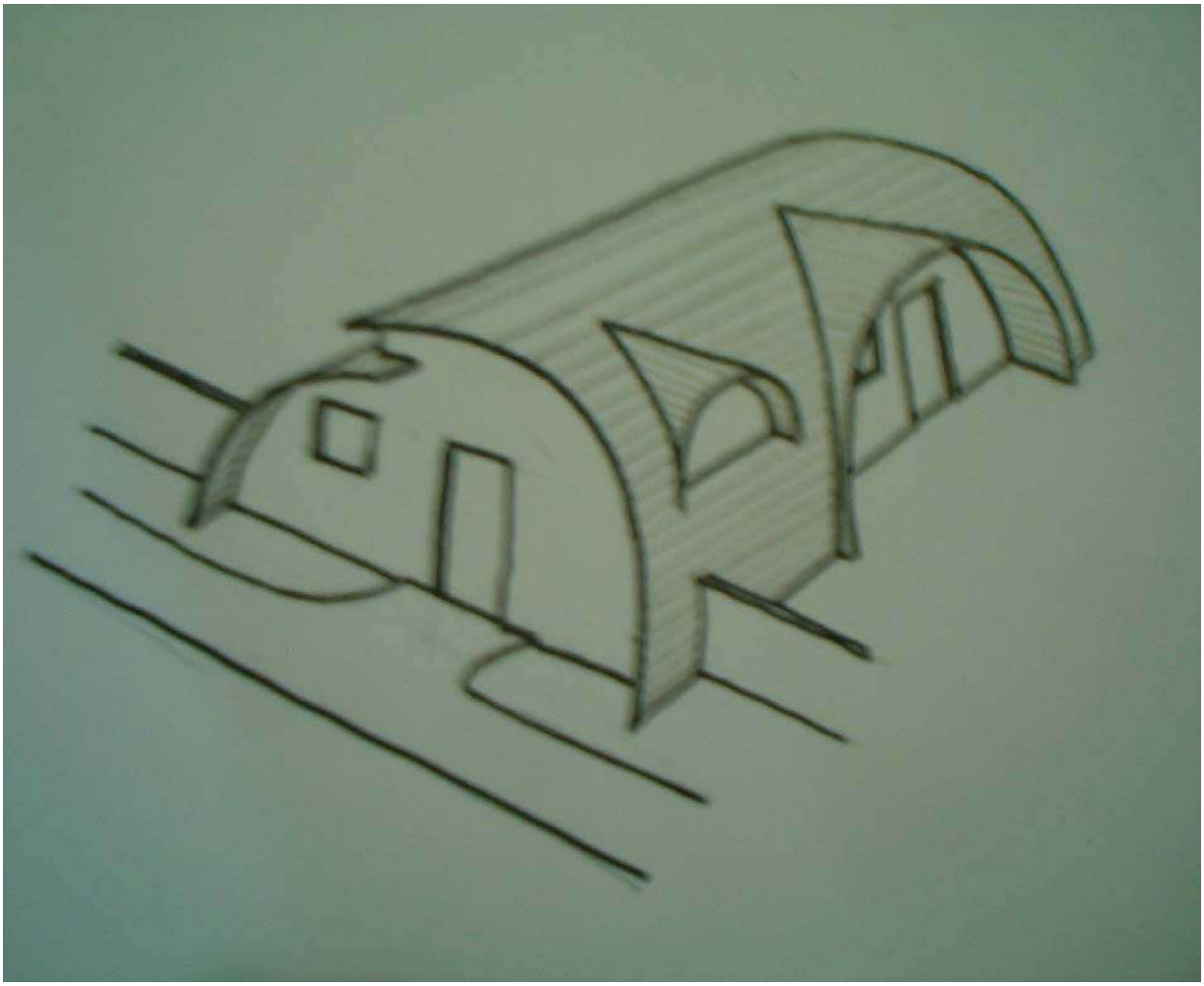


Fig.4 – Tipologia de construção em técnica mista, usando o bambu como engradado.
Desenho do autor Geraldo Bezerra Araújo (março de 2005)

VIVIENDA RURAL Y TECNICAS TRADICIONALES: LA PINTURA SOBRE REVOQUES DE BARRO

GARZÓN, B. S.[1]*.
Facultad de Arquitectura y Urbanismo - CIUNT, Universidad Nacional de Tucumán - CONICET. Av. Roca 1800. San Miguel de Tucumán, Tucumán. Argentina. C.P. 4000. Tel.-Fax:++54-381-4364141. Tel.: ++54-381-4344588. bgarzon@cgcet.org.ar;

TEMA 1: Tecnología y Construcción.
PALABRAS CLAVE: Vivienda Rural - Técnicas tradicionales - Pinturas sobre revoques de barro.

RESUMEN
En todos los casos de vivienda popular rural, está presente el aprovechamiento de los materiales que proporciona la región, lo que a su vez brinda su estimado valor: la autenticidad de la obra y su adecuación al medio.
Todos los materiales "a la mano" son potencialmente útiles. El ingenio y la necesidad los transforman.
La historia de Argentina está llena de ejemplos de poder creativo popular. Uno de esos ejemplos, son las técnicas de pintura sobre revoques de barro utilizadas en dos comunidades rurales de la provincia de Tucumán: Balderrama y Colalao del Valle. En este trabajo se tratan soluciones posibles y económicas detectadas al respecto, se mencionan algunas de ellas y se muestran los materiales y procedimientos usados.

1. - LA PRODUCCIÓN DEL HÁBITAT POPULAR RURAL Y LAS TECNOLOGÍAS APROPIADAS

En el caso de la vivienda rural vernácula, la relación de ésta con su ambiente se da en términos de precariedad de medios, observándose, sin embargo, soluciones sencillas y apropiadas para sus contextos.
Generalmente, en el medio urbano, todas las situaciones son resueltas con situaciones comprables. En el medio rural la creatividad demuestra la desinhibición y habilidad del poblador para afrontar de modo diferente situaciones similares de vida.

2. - LAS CONSTRUCCIONES TRADICIONALES

En estas comunidades las construcciones tradicionales son las Arquitecturas de Tierra Cruda.
Existen, en ambas, testimonios de esta capacidad constructiva que perduran desde hace años (y en algunos casos desde hace siglos) probando, que bajo ciertas condiciones, pueden conservarse y seguir siendo útiles.

3. - LOS CERRAMIENTOS VERTICALES DE TIERRA

Los elementos constructivos de tierra cruda, tales como mampostería de adobe y el entramado de caña revestido de barro, son los cerramientos verticales típicos de Colalao del Valle y Balderrama, respectivamente.

- **Su decoración:**

La decoración de estos elementos adiciona todo un conjunto de significados de origen cultural y de aplicación muy particularizada, que completa la identidad visual de las viviendas.
Constituye, además, una expresión de las capacidades y potencialidades del hombre de campo a través del uso singular de formas y, sobre todo, de colores.

---

[1] *Arquitecta. Investigadora CONICET. Directora del Proyecto de Investigación-Acción FAU-CIUNT, UNT "Estrategias y Tecnologías para un Hábitat Popular Sostenible y Saludable".

- **Su protección:**

Las Construcciones de Tierra están expuestas a múltiples factores que requieren ser tomados en cuenta para su protección. La intensidad de los mismos varía según las condiciones climáticas y morfológicas de su ubicación geográfica.
En base a ello, estas construcciones son susceptibles de ser dañadas por los elementos del Ambiente tales como:

- Radiación Solar
- Humedad
- Viento
- Agentes biológicos
- Movimientos sísmicos.

Frente a los primeros cuatro elementos presentan ciertas ventajas y desventajas.
Entre sus desventajas se hallan: su deterioro mecánico causado por roedores, insectos, etc.; la erosión por lluvia y agua y, por consiguiente, la necesidad de un acabado eficaz de protección y un mantenimiento constante. (Figura 1)
Ambos requerimientos pueden lograrse con el uso correcto de revestimientos.

4. - LOS REVESTIMIENTOS EN LAS CONSTRUCCIONES DE TIERRA

Los revestimientos detectados en los cerramientos verticales de tierra de las localidades en estudio son los revoques de barro y las pinturas tradicionales.
Estas últimas son los acabados a considerar y analizar en este trabajo.
Las funciones que cumplen en dichas construcciones son las siguientes:

- Proteger de los agentes degradantes
- Facilitar la limpieza
- Contribuir a la higiene
- Permitir la decoración

Como se observa, las pinturas colaboran para obtener terminaciones más acabadas de las viviendas, combinando los propósitos prácticos con los estéticos.

5. - LA PINTURA EN LAS CONSTRUCCIONES HISTÓRICAS DE NUESTRO PAÍS

Básicamente, los muros tradicionales construidos en nuestro territorio con anterioridad a 1850, están siempre recubiertos por tres capas que dan protección y terminación, siendo éstas el revoque grueso, el revoque fino y la pintura.
Cada capa incrementa su capacidad de aislación a la intemperie.
Dado que estas capas interiores son de fácil degradación, se hace imprescindible una buena pintura como acabado final del muro, condición indispensable para su conservación.
Esta última capa se integra con: grasa animal, cal de Córdoba y sangre de animales vacunos adultos.
La grasa animal se usaba como aislante, la ebullición de la cal como catalizador. Esta aumenta la temperatura de la grasa, purificándola y transformándola en aceite, produciendo una verdadera pintura al óleo; a su vez la acción del calor fijaba la sangre usada como pigmento, dándole carácter estable.
La pintura se aplicaba habitualmente con brochas confeccionadas con cerdas de caballo.
Dentro de nuestras construcciones históricas, la terminación final de los ambientes interiores, era similar a la de los exteriores.

6. - LAS PINTURAS TRADICIONALES EN EL HÁBITAT POPULAR RURAL

La principal desventaja de las pinturas tradicionales es su relativa resistencia a los agentes atmosféricos y biológicos, por lo que los esfuerzos del poblador rural se han centrado en la búsqueda de soluciones efectivas y de bajo costo, para mejorar estas cualidades.

Como, además, las terminaciones de las viviendas están en función de los recursos locales para cada familia y zona, las soluciones posibles dependen, por lo tanto, de ello.
Dentro de este contexto, se ha detectado el uso y recuperación de estabilizadores económicos y de tipo químico, tales como jabones, aceites sulfatados, sustancias vegetales, etc.

7.- LA PINTURA EN LAS CONSTRUCCIONES TRADICIONALES DE COLALAO DEL VALLE Y BALDERRAMA (TUCUMAN, ARGENTINA).

7.1. - LOS TIPOS DETECTADOS

Los tipos de pintura detectados, pueden ser incluidos en la categoría de Tecnologías Apropiadas ya que utilizan recursos naturales y culturales del lugar. (Figuras 2 y 3)
A continuación se citan algunas de ellas, detallándose los materiales y procedimientos usados.

- **Pinturas al Agua**

Constituyen un recubrimiento muy interesante.
Es aplicado directamente sobre la tierra, en interiores y en exteriores poco expuestos; siendo posible la utilización de aditivos adecuados, fijados correctamente.

- **Pinturas de Color**

El mayor porcentaje de aplicación de pinturas de color se da en los espacios interiores.
Existen tintes propios de cada zona, según sean los recursos existentes.

- Los frutos y cortezas de los árboles proporcionan tintes de color. De la algarroba se sacan colorantes color marrón, del atamisqui se obtiene el color café, de la corteza del algarrobo negro, y las del quebracho y de color anaranjado.
- Las savias vegetales también proporcionan pigmentación. Para elaborar pinturas de color verde se le agrega a la cal hojas trituradas de una planta rastrera llamada zapallo y, especialmente, pencas de cactus.
- Para elaborar las de color salmón se prepara una pintura a base de cal y se le agrega, “polvo de cúrcuma ” y vinagre o cola de celulosa, para obtener solubilidad.
- Se utiliza además el añil o “azul de ropa” que permite lograr colores que van del azul al celeste.
- El polvo de ladrillo o el negro de humo también son usados. Estos por ser pigmentos en polvo no adherentes, son los que más necesitan de las savias para su fijación.
- Para lograr color, también puede recurrirse a mezclar la tierra con diversos materiales, agua y aditivos vegetales o animales obteniéndose así una pintura respirable y resistente a la humedad que armoniza con el coeficiente de dilatación del muro.
  La tierra permite, al cernirla, obtener colores variados en la mezcla que van desde el gris al rojizo.
- También se pinta con pinturas comerciales al agua, blancas o de colores y se utilizan pigmentos de óxido en polvo.

- **Pinturas Caseras Resistentes al Agua para Revoques de Barro**

Con estas pinturas se consiguen buenos recubrimientos especiales para muros.
Las superficies exteriores a base de tierra cruda expuestas a la lluvia o las interiores expuestas a la humedad, como baños, cocinas y lavaderos, pueden recubrirse para su protección y mayor duración.

- Para obtener una pintura impermeable se usa cal y grasa animal. Este método de pintura adecuado para exteriores consiste en mezclar un saco de cal viva (25 kg.) con 55,5 litros de agua y 2,25 Kg. de “sebo vacuno” disuelto previamente en agua tibia. Esta pasta resultante se fluidifica con agua y se le agrega otros productos igualmente purificantes como el alumbre, que impermeabiliza y aísla, o las hojas de cactus, que sellan y fijan la cal.
- Se obtiene también aislación con una pintura a base de goma de tuna, que se prepara de la siguiente manera. Se cortan trozos de penca y se los introduce junto

con la cal viva en un recipiente en la siguiente proporción: 1 parte de pencas, 2 partes de cal viva. Luego se le agrega agua para el apagado.
Una vez apagada la cal se deja reposar 48 horas. Se remueve mientras se va colando por un tamiz para arena fina. Se obtiene de este modo la pintura lista para su empleo.

- Para preparar una mejor mezcla de pintura, se remojan pedazos de paletas de tuna en el agua durante dos semanas.
  Después se sacan las paletas y se hace la mezcla. Las paletas de tuna le dan "ligosidad" a la pintura.
  Para un tambor de 200 litros de agua, se llena ¼ (un cuarto) del tambor con pedazos de paleta.
- Se observa también que algunas de las viviendas analizadas dejan al descubierto el color natural de la tierra a través de dos capas de pintura de goma de tuna.
- Un método de pintura para aislación, se describe a continuación: la pintura utilizada es preparada con cal.
  La cal es un material que una vez colocado es repelente al agua, por lo que protege el barro de un posible daño por lluvias o humedad. Se prepara en la siguiente proporción:
    * un saco de cal (25 Kg.)
    * 50 lts. de agua.
    * 5 Kg. de cemento.

  Esta mezcla se revuelve bien, se coloca con brocha en los muros y se aplica en "dos manos ".
- Otra posibilidad de producir una pintura casera, se detalla a continuación:
    * una parte de óxido de calcio (en polvo), más
    * dos partes de cloruro de sodio (en polvo), más
    * veinticinco partes de arena limpia y fina.

  Estos elementos se mezclan para obtener una sustancia uniforme.
  Luego se agregan 50 partes de agua y se mezcla con un azadón hasta obtener una mezcla cremosa. Luego se vacía la mezcla a través de una malla para eliminar "pelotones " y partículas grandes.
- Se usa cemento blanco si se desea una capa blanca.
- Para obtener otros colores, se agregan 3 o 4 partes de un pigmento de óxido en polvo.
  La pintura se aplica en dos capas con una brocha grande, se humedece el muro de tierra antes de aplicar la primera capa, se pinta solamente sobre muros en sombra y se mantiene la superficie pintada ligeramente humedecida, para que el cemento no fragüe demasiado rápido.
  La segunda capa no debe aplicarse antes que transcurran 12 horas desde que se aplicó la primera. Solamente la segunda capa necesita colorearse.
- También se puede colocar sobre la superficie con una brocha grande o escoba para obtener una textura superficial agradable.
- En cocinas y baños se requiere, también el uso de pintura lavable, la cual puede prepararse con: cal (1 parte), cemento blanco (2 partes), vinagre (10% del volumen de cal), agua (2 partes).
- La adición de productos como la naftalina en polvo y cloro impide la aparición de hongos, moho o el ataque de insectos.

- **Pinturas Impermeables comerciales**

Son las epóxicas y de poliuretano que constituyen trampas de humedad y deben ser "proscriptas".
Generalmente, las pinturas al aceite para casas y las pinturas de aluminio no funcionan en muros de tierra.

8. - LA RECUPERACIÓN Y DIFUSIÓN DE LAS PINTURAS TRADICIONALES:

La detección y recuperación de estas técnicas tradicionales se ha dado a través de un proceso de Investigación - Acción Participativo, donde el rescate sólo pudo lograrse a través de la recopilación de las experiencias del "constructor" rural y gracias a su memoria, ingenio y buena voluntad.
Esto posibilitó: ¨resignificar¨ la práctica de Investigación y Extensión ya que los mecanismos empleados permitieron el ¨hacer juntos¨ de comunidad y técnicos, de manera que ¨Investigación y Acción¨ dejaran de ser momentos separados, evitando el desgaste del poblador rural sometido a objeto de estudio e involucrándolo en el proceso de ¨toma de decisiones¨ .
Se elaboró, además, un folleto–guía para permitir la promoción y conservación de estas "tecnologías apropiadas". Algunas páginas se muestran a continuación. (Figura 4)

9. - CONSIDERACIONES FINALES:

Las técnicas tradicionales, antes citadas, son el resultado de la creatividad del hombre de campo para enfrentar su dura realidad, mostrando que con sus propios medios e ideas lleva adelante alternativas de subsistencia y desarrollo.
Se trata entonces de presentar, a través de este trabajo, un camino alternativo para formular propuestas adecuadas, en un proceso que permita a partir del rescate y promoción de las potencialidades de los recursos disponibles de las comunidades rurales encarar el Mejoramiento del Hábitat Popular Rural, en su concepción general y de la Vivienda, en particular.

10. -BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

- Garzón, Beatriz. "Las pinturas tradicionales", Informe Final Beca. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), Ministerio de Educación y Cultural de la Nación; sobre el tema : "Análisis y Perfeccionamiento Tecnológico de los Elementos Constructivos de las Comunidades de Colalao del Valle y Balderrama. 1996.
- Garzón, Beatriz. "Guía para la ejecución de pinturas tradicionales", CONICET FAU, UNT, Informe Final Beca. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), Ministerio de Educación y Cultural de la Nación; sobre el tema : "Análisis y Perfeccionamiento Tecnológico de los Elementos Constructivos de las Comunidades de Colalao del Valle y Balderrama. 1997.
- Garzón, Beatriz. "Plan de Trabajo del Area Arquitectura en la Comunidad de Colalao del Valle", Proyecto Universitario de Promoción Comunitaria de la Universidad Nacional de Tucumán. 1989.
- Garzón, Beatriz. "Guía para el mejoramiento de los elementos constructivos de la vivienda rural", P.U.P.C. - U.N.T. Colalao del Valle, Tucumán. 1989.
- Garzón, Beatriz. Pastor, Gabriela. "Hábitat Rural y Participación, un Camino para la Rehabilitación", Revista ¨Cuadernos¨, Nº 11. ISSN 3727-1471 de la Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Jujuy. 1999.

(T1-06)

VIVIENDA RURAL Y TECNICAS TRADICIONALES: LA PINTURA SOBRE REVOQUES DE BARRO.

GARZÓN, B. S.

Figuras con Leyendas

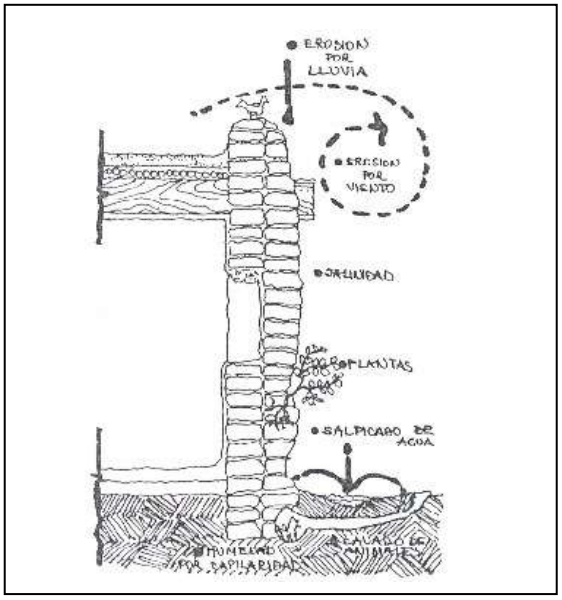


Figura 1: Elementos del ambiente que intervienen en el deterioro de los construcciones en tierra. (PNUD-UNESCO-ICOMOS. 1983).



Figura 2: Pintura en Vivienda de Colalao del Valle, Tucumán Argentina. Fotografía de la autora.



Figura 3: Pintura en Vivienda de Valderrama, Tucumán Argentina. Fotografía de la autora.



Figura 4: Folleto: “Pintura impermeable a base de goma de tuna”. Diseño de la autora.

SISTEMAS TECNOLÓGICOS NO CONVENCIONALES EN TIERRA PARA COCCION Y HORNEADO DE ALIMENTOS: CUALIDADES SOCIO-TÉRMICO-ENERGÉTICAS.

GARZÓN, B. S.[1]∗; FERNÁNDEZ ABREGÚ, L.[2]
Facultad de Arquitectura y Urbanismo - CIUNT, Universidad Nacional de Tucumán - CONICET. Av. Roca 1800. S. M. de Tucumán, Tucumán. Argentina. C.P. 4000. Tel.-Fax:++54-381-4364141. Tel.: ++54-381-4344588, ++54-381-4260593. bgarzon@cgcet.org.ar; lferabregu@hotmail.com

TEMA 1: Tecnología y Construcción
PALABRAS CLAVE: adobes, horneado de alimentos, transferencia tecnológica
RESUMEN: El trabajo tiene como propósito presentar el desarrollo y transferencia de sistemas alternativos, apropiados y apropiables, en tierra para cocción y horneado de alimentos, diseñados por técnicos del Proyecto de Investigación-Acción "Estrategias y tecnologías para un Hábitat Popular Sostenido y Saludable". Sus objetivos son contribuir a: 1) dar respuesta a uno de los componentes de las instalaciones complementarias del hábitat doméstico rural, 2) elevar la calidad de vida de las personas, en general, y de los sectores de escasos recursos, en particular, y 3) disminuir el impacto sobre el ambiente. Los sistemas presentados son simples y económicos y se muestran como unidades: a) individuales (cocinas), o, b) integradas (cocinas-horno). Se exponen: sus antecedentes, las razones que los fundamentan, su descripción, construcción, funcionamiento y las instancias intersectoriales, interdisciplinarias y socio-pedagógicas para posibilitar su adopción con relación a los requerimientos del medio social, económico, cultural y los factores ambientales, energéticos y sanitarios de los beneficiarios en consideración, y los resultados alcanzados.

1. - CARACTERIZACION DE LA PROBLEMÁTICA

1.1. - Condiciones socioeconómicas de las comunidades consideradas: La situación de miles de personas, en Argentina, en los últimos años ha llegado a elevados niveles de indigencia por desempleo y exclusión social, alcanzando la desocupación y subocupación el 47%. Estos hogares tienen mayor cantidad de hijos y las familias constituidas por un matrimonio estable son minoría estando, generalmente, la mujer a cargo del hogar, implicando una situación realmente muy difícil. Según la consultora Equis, la pobreza impacta sobre el 54 % de la población del país y la indigencia afecta al 26,3 %; datos que alcanzan mayor magnitud en la región norte. Algunas familias apenas disponen de una comida caliente al día, lo cual produce desnutrición y sus trágicas secuelas. Esto afecta especialmente a niños y jóvenes pero, en muchos casos, los ancianos se abstienen para que aquellos coman. Es decir, las personas sufren los impactos de la pobreza: carencia de instrucción básica, incapacidad intelectual insuficiente para aprender un oficio, ambiente social degradado (Dr. A. Albino. 2003) y sin siquiera poder desarrollar vínculos afectivos sólidos, por daños en la corteza cerebral (Dr. A. Miroli.1998). Así lo corroboran pobladores y responsables de organizaciones comunitarias (centros vecinales, clubes de madres, comedores infantiles, escuelas, etc.), de las áreas periféricas del Gran San Miguel de Tucumán y rurales de la provincia donde se desarrollaron las experiencias de este Proyecto. Por otro lado, un insumo familiar imprescindible es el gas licuado de petróleo (GLP), y su precio aumenta considerablemente por la falta de inversiones en pozos y tuberías. Sus reservas sólo alcanzan para 12 años y no se prevé mejoras a corto plazo. Si bien algunas familias tienen cocinas con GLP, no pueden comprarlo y usan carbón, pero cuando éste también resulta de costo elevado utilizan leña liviana de recolección o madera de cajones de embalaje de hortalizas. Según relevamientos propios, el 75 % de las familias usa leña para cocinar, higienizarse y calefaccionar.

---

[1] ∗Arquitecta. Investigadora CONICET. Directora del Proyecto de Investigación-Acción FAU-CIUNT, UNT "Estrategias y Tecnologías para un Hábitat Popular Sostenible y Saludable". Docente FAU, UNT.
[2] Ingeniero. Investigador del Investigación-Acción FAU-CIUNT, UNT. "Estrategias y Tecnologías para un Hábitat Popular Sostenible y Saludable". Docente EAS, UNT.

1.2 - Sistemas populares de cocción y horneado de alimentos: La preparación de alimentos insume cantidades variables de combustible pues depende de la cantidad de personas que integren la familia o grupo humano, del tipo de alimento a elaborar, de la época del año o temperaturas ambiente en la zona, de la instalación o dispositivos que se usan para disponer los recipientes donde se preparan los alimentos y de la cantidad de comidas a servir por día, etc. Lo típico es emplear para la cocción el tradicional "brasero", dispositivo metálico construido con chapa de acero que sirve para contener la zona de combustión, soportar los recipientes y recolectar las cenizas. También, se fabrican braseros precarios usando recipientes reciclados de pinturas, aceites, etc.; pero su rendimiento es muy bajo, aprovechándose muy poco del calor generado, con gran disipación del calor a la atmósfera y un elevado consumo de leña. En muchos casos, tampoco se dispone de éstos y su uso se reduce: 1) al quemado de leña directamente sobre el suelo, a la intemperie y sosteniendo las ollas u otros recipientes con piedras o ladrillos, usando travesaños metálicos o no, y 2) al horneado en el tradicional horno de "barro" semiesférico (Fig. 1). Estas soluciones rudimentarias han sido observadas tanto en viviendas como en algunas escuelas rurales, organizaciones vecinales, etc.

1.3 - Condiciones ambientales y sanitarias observadas: Por año, se generan cientos de accidentes domésticos por quemaduras, especialmente de niños, por el vuelco de recipientes inestablemente soportados sobre leños en combustión y el riesgo de incendios tiene elevada factibilidad. A esto se suman la inevitable inhalación y efecto del monóxido de carbono, humos y otros gases provenientes de la combustión y, según el tipo de combustible usado -algunas maderas producen mareos, nauseas, irritación en las mucosas respiratorias, de los ojos, etc.-. La combustión de residuos plásticos, cauchos y otros rezagos combustibles que se usan en la emergencia, generan gases altamente tóxicos, deteriorando también el ambiente, siendo generalizado el desconocimiento sobre los peligros derivados de su uso como combustibles. También, se ha comprobado que la exposición a altas temperaturas produce daños en los órganos internos, particularmente, en los sistemas cardiovascular y digestivo, causando efectos acumulativos que afectan las condiciones de vida, capacidad laboral, productividad, etc. Por otra parte, debido a las graves consecuencias del calentamiento global y los cambios climáticos que se producen, es necesario realizar los esfuerzos posibles para disminuir el impacto que producen miles de hogares consumiendo leña en forma ineficiente. Si se considerara, la situación en Tucumán, se observaría que sobre una población de 1.350.000 personas, según estadísticas, 355.050 usarían leña para cocinar cotidiana e inadecuadamente.

1.4.- La tierra como material de construcción: La tierra en la arquitectura se presenta desde las primeras manifestaciones constructivas del hombre. Dependiendo, en parte de los materiales disponibles y de la voluntad formal de los pueblos, se generaron diversas técnicas constructivas que aprovecharon sus características y propiedades para emplearla con exclusividad o en combinación con otros materiales de procedencia animal, vegetal y mineral. Entre los sistemas presentes en las áreas rurales de Tucumán, los cerramientos verticales en tierra son los predominantes -adobe, caña y barro, etc.-.

2.- ANTECEDENTES DE LOS SISTEMAS PROPUESTOS: Sobre esta base, surge desarrollar nuevas unidades tecnológicas para la cocción y el horneado de alimentos. Alternativas que se han basado en los siguientes sistemas:

2.1. Horno al aire libre, se ha usado en actividades de campamentos españoles (Boekholt, A; 1971): El horneado se obtiene por medio del aire a alta temperatura rodeando un elemento metálico -lata de aceite comestible, tacho ex aceites minerales o jugos cítricos- que contiene los alimentos y se ubica sobre el terreno y un túnel donde se encuentra el fuego, en cuyo extremo se halla una chimenea. El recipiente se cubre con una espesa capa de tierra, a modo de aislante térmico, que conserva largo tiempo el calor. Así, el fuego da muchas brasas, pocas llamas y humo y los alimentos

contenidos en un recinto evitando que los humos o partículas entren en contacto con ellos.

2.2 Cocina al aire libre en vivienda de agricultores en India (Sacriste, E.; 1990.): A diferencia de otras culturas donde el fuego para la cocción se hace "abierto", éste se halla en un pozo en el suelo con dos conductos, uno vertical que dirige el calor hacia la olla y otro inclinado que permite la entrada de aire y la salida de los gases. El recipiente para cocción se ubica en uno de ellos con su base sumergida, "calzado" adecuadamente para evitar la pérdida de calor y lograr un mejor aprovechamiento del mismo. El otro permite la salida de humos y partículas correspondientes a la combustión. (Fig. 2)

3. SISTEMAS TECNOLOGICOS NO CONVENCIONALES PROPUESTOS: A partir de esto, este Proyecto ha diseñado y transferido, participativamente, unidades para cocción y horneado de alimentos (Garzón, B.; Fernández Abregú, L.; 2000): 1) "Unidad Integrada de Cocina-Horno Eficiente -UICHE-" y 2) a la Cocina Eficiente -CE- (Fig. 3).

3.1.- Propiedades: con relación a los sistemas tradicionales presentan ciertas ventajas:

1. Poseen 3 a 4 usos simultáneos según corresponda al sistema considerado: cocer, hornear y calentar alimentos y calefaccionar el lugar donde se encuentra.
2. Reducen los tiempos de cocción y horneado.
3. Disminuyen los riesgos sobre la salud de las personas que lo usan para que no reciban el calor directo del fuego ni respiren gases "venenosos", ni humo, cumpliendo los requisitos de higiene y seguridad en el trabajo,
4. Reducen el consumo de leña pues aprovecha toda su capacidad de calor y permite que éste sea acumulado en el interior y en sus paredes para ser "recuperado" aunque no quede leña gracias a las propiedades de las mampostería en tierra.
5. Reducen los impactos sobre el ambiente: baja emisión de humos y gases tóxicos, etc.
6. Son de bajo costo ya que se realizan con materiales disponibles como la tierra.
7. Son de construcción sencilla y permiten revalorizar y recuperar una tradición constructiva en el ámbito local: la construcción con tierra.
8. Pueden ubicarse en el exterior y en el interior –en este caso, con chimenea fuera del ambiente a los cuatro vientos-.
9. Permiten generar: ingresos con la venta de comidas, solidaridad y trabajo asociativo.

3.2. –Fundamentos térmico-energéticos y tecnológicos:

3.2.1. - Combustibles y combustión: Para la madera verde, con un 45 % de los contenidos volátiles y 35 % de agua, se puede obtener un Poder Calorífico de 2.500 [Kcal/Kg] y en la madera secada al aire con un 15 % de humedad, 3.700 [Kcal/Kg]. Si se eliminara toda la humedad contenida, la madera de pino alcanza un valor superior a 5.120 [Kcal/Kg]. Se deduce, así, la importancia de usar leña seca, aún cuando se utilicen maderas muy livianas, ya que para evaporar el agua se necesitan gastar cerca de 600 [Kcal/Kg] por cada litro de agua contenido como humedad. En la práctica, nunca se elimina ésta totalmente. El contenido de agua alcanza entre un 30 % y 50 %, en leña recién cortada Pero, ésta se debe usar con la menor humedad posible, con un 15 % aproximadamente, lo cual se consigue estacionándola en lugar seco y ventilado. La humedad que tenga el combustible no participa de la combustión y actúa negativamente pues absorbe el calor necesario para evaporarla y lo absorbe para elevar su temperatura hasta alcanzar la que existe en el hogar, por lo que estas calorías no intervienen en los procesos de cocinar y/u hornear. La realidad de las familias y organizaciones populares es que, generalmente, no tienen capacidad de acopio ni disponen del suministro adecuado de combustible y obtienen leña liviana, habitualmente por recolección. Esto significa que el combustible usado es casi siempre de bajo Poder Calorífico y con elevado contenido de humedad. En base a esto, en las unidades propuestas se han extremado las condiciones de diseño para alcanzar la mayor temperatura posible en el hogar. En ellas, en caso de usar madera seca,

entrará en combustión rápidamente y la temperatura del hogar podrá alcanzar valores relativamente elevados, por lo que los materiales constructivos usados deben poder soportarlas. Además, conviene iniciar el fuego instalando un recipiente con agua o alimentos, para absorber el calor. Al analizar 2 comunidades rurales de Tucumán, se observa la gran cantidad de viviendas donde los alimentos se preparan en forma tradicional usando, predominantemente, leña. Si bien se muestra la existencia de cocinas a gas envasado (GLP), no se las usa habitualmente por los costos de este combustible.

Combustibles en Áreas Rurales de Tucumán. Fuente: Garzón, B.; 2004.

LOCALIDADES	BALDERRAMA (Dpto. Simoca, llanura)	COLALAO DEL VALLE (Dpto. Tafí del Valle, montaña)
Viviendas con cocina a leña y carbón	83 %	90 %
Viviendas con cocina a Gas Licuado de Petróleo	54 %	30 %
Otros: aserrín o estiércol	2 %	5 %

Por otro lado, las maderas tienen en cantidades variables: carbono, hidrógeno, oxígeno, azufre, nitrógeno, agua y cenizas. Estas cenizas, más arena y tierra que contenga la leña, son materiales inertes resultantes sólidos de la combustión. El nitrógeno y parte del azufre, más el aire en exceso no participan de la combustión, pero absorben calor en la cámara de fuego y, luego, salen por la chimenea arrastrando parte del calor disponible.

Composición Promedio para Madera de Pino: Según Manuales Técnicos (Hütte y otros)

C	H	O	N	Cenizas	Agua
48 a 50 %	5 a 6 %	43 %	0,1 %	0,4 %	variable

En la práctica, los valores de aire excedente pueden alcanzar un 30 o 40 % en más, con respecto al aire teóricamente necesario. O sea, debe evitarse la combustión incompleta para impedir la producción y contaminación con monóxido de carbono. La combustión de la madera empieza con su secado, absorbiendo calor del hogar. Al introducir madera sobre el emparrillado recibe calor radiado por el combustible ardiente y de las paredes del hogar y empieza a secarse; continúa con la destilación de los productos combustibles que se emiten como gases y entran en combustión, reaccionando con el oxigeno del aire. Estos gases son, aproximadamente, el 80 % de los productos combustibles. Por último, se produce la combustión del carbón residual. Todos los cuales se queman sobre la parrilla, necesitándose gran cantidad de aire encima del lecho de combustión. Por ello se debe ingresar aire secundario, en lo posible, en forma turbulenta para un mejor contacto entre las moléculas de oxígeno y de los hidrocarburos emitidos por la madera. Es decir, sólo se necesita un mínimo de aire primario que atraviese el lecho de combustible desde su parte inferior y casi todo el oxígeno necesario debe proveerse como aire secundario. En los sistemas propuestos, el flujo de este aire secundario entra en forma tangencial a la cámara de fuego.

3.3.- Cerramientos en Tierra: Las temperaturas que podría alcanzar la zona del hogar en los sistemas planteados serían elevadas, en condiciones ideales, con leña seca y afectarían la resistencia mecánica de un bastidor o contenedor de acero, por lo cual sería recomendable usar material refractario, pero ladrillos de este tipo tienen un costo elevado por lo que no se justifica su uso. En condiciones reales, las temperaturas constantes esperadas estarían alrededor de los 500 ºC en la zona de mayor temperatura, por lo cual resulta aceptable usar mampostería de adobes, asentados con barro. Pero su fabricación no resulta fácil en centros urbanos por la escasa disponibilidad de la tierra. Para las paredes envolventes de las Unidades de cocción y horneado, construidas en áreas urbanas, se ha empleado mampostería de ladrillos comunes, asentada en barro, por las dificultades en realizar o conseguir adobes y porque la mampostería tradicional asentada con mezcla de arena y cal no

soportaría la acción térmica en la zona del hogar. En cuanto a los bloques de hormigón, no deben usarse ya que no soportan las temperaturas de trabajo esperadas en la cámara de combustión.

Presencia de algún Cerramiento en Tierra en Viviendas Rurales de Tucumán. Fuente: Garzón, B.; 2004.

LOCALIDADES	BALDERRAMA	COLALAO DEL VALLE
Caña +barro	72 %	-------
Adobe	18 %	87 %
Torta de Barro	68 %	79 %

El material para los adobes debe ser preparado, preferentemente, con tierra arcillosa y mezclado con arena más estiércol de caballo –pues, a diferencia de otros, tiene mayor materia orgánica semidigerida- y aserrín. La mezcla debe reposar varios días y estar, constantemente, húmeda para alcanzar un elevado poder "ligante". Las condiciones de resistencia de estos materiales -adobe y ladrillo cocido- a las temperaturas de servicio y a su muy baja conductividad térmica, brindan un comportamiento adecuado para la construcción de las mismas. La gran inercia térmica de estos sistemas en tierra posibilita su capacidad de acumular y retener el calor por más tiempo, absorbiéndolo en su masa y transfiriéndolo luego en forma lenta al ambiente, pudiendo así ser utilizados para calefaccionar los espacios. La superficie externa de los mismos nunca alcanza elevadas temperaturas, de acuerdo a las experiencias desarrolladas. Las Unidades almacenan el calor, a diferencia de los dispositivos de metal, que alcanzan elevadas temperaturas rápidamente y proporcionan intenso calor radiante sólo mientras están encendidos. Para mejorar el aislamiento térmico se aplica una capa de revoque grueso de barro y, finalmente, una capa de revoque a la cal, para proporcionar protección contra la lluvia y los agentes atmosféricos. También, el uso de la mampostería de adobe es conveniente debido a que posibilita la disminución del costo y gasto energético en su producción, al no utilizar leña como combustible en el proceso de su elaboración

Energía necesaria para Fabricar Mampuestos. Fuente: MacKillop, A. "Low energy house". Pág.8.

BLOQUE HORMIGÓN	LADRILLO	BLOQUE TIERRA-CEMENTO	ADOBE
3830 kcal/unidad	379 kcal/unidad	94 kcal/unidad(10% cemento)	13 kcal/unidad

Este mampuesto permite su reutilización y es biodegradable por lo que el gasto de energía para su transformación es cero. Además, al usar tierra del lugar se consigue el ahorro de energía y dinero al reducirse los costos de transporte. La unidad se asienta sobre una base de hormigón "pobre" de cascotes de ladrillos, rodeada por una plataforma circundante para permitir la circulación y el trabajo higiénico. Ambas colaboran, así, con su gran masa a impedir las pérdidas de calor hacia el suelo.

4.- FUNCIONAMIENTO Y PROCESO TERMICO-ENERGETICO EN LOS SISTEMAS:

4.1. – UNIDAD COCINA HORNO EFICIENTE - UICHE-: En la Unidad Integrada, los sectores de fuego de la cocina y horno, se hallan separados, conformando 2 recintos. Cuando se realiza el proceso de cocción, los gases de combustión calientan las ollas y son derivados hacia el recipiente (tambor metálico de 200 litros) para el horneado para permitir su calentamiento, pudiendo realizarse de esta manera los dos procesos simultáneamente. Esto permite un gran ahorro de combustible y de tiempos en los procesos mencionados. En el sector de cocción, la combustión se realiza sobre una parrilla, ubicada convenientemente, debajo de la olla o recipiente de cocción, con ingreso el "aire primario" que llega desde el exterior por un conducto instalado debajo de la puerta de ingreso de leña, la cual debe permanecer siempre cerrada. Una chapa forma el techo de este conducto, de modo que el aire primario sea ligeramente precalentado. El aire secundario ingresa, por su puerta metálica correspondiente, y desemboca en un conducto que se bifurca en 2. Uno llega hasta casi el extremo de la parrilla y el otro, atraviesa la rampa de radiación y termina en dirección a la mitad de la

parrilla, pero del lado opuesto; ambos tienen su parte inferior al mismo nivel que el plano de la parrilla y rodean la cámara de combustión. El aire ingresa así precalentado al hogar al absorber calor de las paredes de estos conductos. Luego toma contacto con los gases combustibles, justo encima de la parrilla y en dirección a las llamas. Así, se obtiene: a) un buen efecto de mezclado de gases al ingresar aire desde direcciones opuestas, y b) una combustión completa, sin generación de Monóxido de Carbono. Como el tiro es natural, las pérdidas de carga de los conductos deben ser relativamente bajas. En funcionamiento normal, las puertas de ingreso de aire secundario trabajan abiertas. Los gases de combustión rodean los recipientes y pasan al sector horneado. Son guiados por una rampa hasta los conductos de paso hasta dicho sector. Para disminuir pérdidas de carga y además, reflejar calor, el plano superior de la rampa tiene un revestimiento de tejuelas de barro cocido. En el hogar, el calor es radiado en todas direcciones, hasta impactar con los recipientes, paredes, techo y piso del hogar. La intensidad absorbida es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. En las Unidades, las distancias son reducidas, especialmente entre el fondo y paredes de las ollas, las que absorben rápidamente el calor. Las paredes también absorben calor lentamente y lo reflejan casi totalmente. Parte del calor es absorbido por el aire que está ingresando al recinto, como aire primario o secundario, mejorando el rendimiento, lo cual produce mayor temperatura en la cámara de combustión y optimiza la eficiencia del sistema. Para las operaciones de cocción, sólo se percibe calor al mezclar o agregar alimentos en las ollas. El calor radiado hacia arriba, en dirección de las personas, resulta muy reducido pues los agujeros en las tapas de las cocinas se construyen según los diámetros de los recipientes usados en cada caso. Las distancias entre las paredes de los orificios son del orden de dos centímetros, para permitir su ajustado calce. Cuando la unidad está en período de calentamiento, recién iniciada la combustión, podrían salir gases en pequeñas cantidades por los intersticios circulares alrededor de las ollas. Rápidamente, se alcanzan temperaturas de régimen en el hogar y se generan valores suficientes en el “tiro” de la chimenea, o fuerza ascensorial de los gases calientes y desaparece este efecto. Es decir, se reduce al mínimo la radiación térmica que incide sobre las personas. En el sector horneado, cuando llegan los gases, rodean el tambor metálico previsto para el horneado de los alimentos, permitiendo la transferencia de calor al mismo; luego, salen al exterior por la chimenea sin interactuar con el interior de la habitación, sin contaminar los alimentos y sin producir Monóxido de Carbono. En el sector cocina, el “techo” del hogar es la tapa de la cocina, construida con una chapa y estructura soporte de acero, sobre la cual se coloca una capa de 5 [cm] de barro, otra de mezcla de asiento de cal y arena y, finalmente, baldosas que evitan fugas de calor por la parte superior del hogar. La conductividad del adobe es un 37.5 % de la del ladrillo y podemos deducir que el revestimiento de barro sobre la tapa equivale, prácticamente, a una mampostería de 15 [cm] como son las mamposterías de la envolvente del hogar.

Valores de las Propiedades Térmicas de Mampuestos. Fuente Alfonso Alvarenga, M. A. 1998.

	CONDUCTIVIDAD	MASA ESPECÍFICA	CALOR ESPECÍFICO
	[W/m°K]	[kg/m3]	[J/kg °K]
ADOBE	0.25	1000	840
LADRILLO COCIDO	0,67	1700	840

El recinto de combustión resulta así casi totalmente cerrado, con mínimas pérdidas o disipación del calor generado hacia el ambiente. Cuando las unidades están calientes, sin cargar más leña, se puede completar la cocción y mantener calientes los recipientes, cerrando la puerta de aire secundario y la salida de gases de la chimenea, aprovechando así la gran capacidad de acumular calor de la instalación.

4.1.2 - COCINA EFICIENTE -CE-: Varios autores sostienen que con fuego abierto, o bien usando algunas piedras para sostener los recipientes, solamente un 10% del calor producido se aprovecha, es decir, que el consumo de combustible es 10 veces superior al necesario. En cuanto a esta Unidad, su funcionamiento es idéntico al sector de cocción de la UICHE. Pero los gases salen al exterior por un conducto lateral, opuesto a la entrada de combustible. (Fig. 4)

5.- TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA: Enmarcados dentro de la Investigación Acción Participativa, se propone el Taller como forma de Capacitación Popular para la adopción de estas tecnologías y como espacio que articule el ámbito educativo y el productivo de estos sectores y como un "prácticum reflexivo" de "producción social" de objetos, hechos y conocimientos, mediante la acción, reflexión y conceptualización. Las técnicas de enseñanza-aprendizaje combinaron la *e*xposición de los instructores con el trabajo grupal, exposición de los asistentes, realización de modelos didácticos de los prototipos propuestos; demostración práctica de sus funcionamientos y procesos constructivos. Los destinatarios fueron Integrantes de Organizaciones de Base (centros vecinales; comedores infantiles; etc.), Representantes de Comunidades Educativas (comedores; cooperadoras; etc.), Albañiles, Maestros panaderos y pasteleros; Cocineros e Interesados. Las actividades se estructuraron en 6 Módulos: I) Presentación del Taller y de participantes y trabajo sobre "Nuestros modos de Cocinar " y Plenario; II) "Sistemas no convencionales para el horneado y cocción de alimentos"; III) Demostración de funcionamiento y uso de prototipos; IV): "Planificación para su gestión y ejecución; V): Construcción de un prototipo de UICHE; VI) Plenario y Evaluación Finales.

6. - RESULTADOS OBTENIDOS: Si se analiza el funcionamiento de las Unidades propuestas se concluye que "trabajan" satisfactoriamente. Su consumo de leña se halla entre el 30% al 50%, en relación al de los sistemas tradicionales, siendo los resultados comparativos variables pues dependen del tipo de madera usado y de los contenidos de humedad en cada caso. Otro aspecto a destacar es la baja radiación térmica sobre las personas que las operan. Las temperaturas registradas sobre sus paredes son apenas superiores a las del medio ambiente. Se percibe calor sólo en las operaciones de carga y descarga del tambor de horneado y carga de leña, como ocurre también con otros sistemas cuando se trabaja con un volumen considerable de producción. La aceptación y apropiación de estas Unidades se basan sobre estas consideraciones como se ha constatado "in situ" y lo demuestran los constantes pedidos de personas e instituciones para adoptarlas. Asimismo, posibilitan la autosubsistencia de familias y grupos, el desarrollo de microemprendimientos para la venta de pan, dulces artesanales y otros productos, estableciendose el trabajo asociativo y reapareciendo importantes vínculos sociales que redundan en mejoras en la relación y autoestima de las personas.

7. -BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA:

- Garzón, Beatriz; Fernández Abregú, Luis. "La Unidad Integrad Cocina-Horno Eficiente: Manual para su construcción y Recomendaciones para usarla". UNICEF - Secretaría de Desarrollo Social de la Provincia de Tucumán. Depósito Ley Derechos de Autor. Formulario Nº 74402. ISBN: 987-43-9069-7. Tucumán. Argentina. 2005.

- Garzón, Beatriz. "Cocinas y Hornos Eficientes", Informes Beca Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), sobre el tema: "Análisis y Perfeccionamiento Tecnológico de los Elementos Constructivos de las Comunidades de Colalao del Valle y Balderrama - Tucumán". Argentina. 1994-1995.

(T1-07)

SISTEMAS TECNOLÓGICOS NO CONVENCIONALES EN TIERRA PARA COCCION Y HORNEADO DE ALIMENTOS: CUALIDADES SOCIO-TÉRMICO-ENERGÉTICAS.

GARZÓN, B. S.; FERNÁNDEZ ABREGÚ, L.

Figuras con Leyendas



Figura 1: Horneado y Cocción Tradicionales en Tucumán, Argentina. Fotografía de los autores.

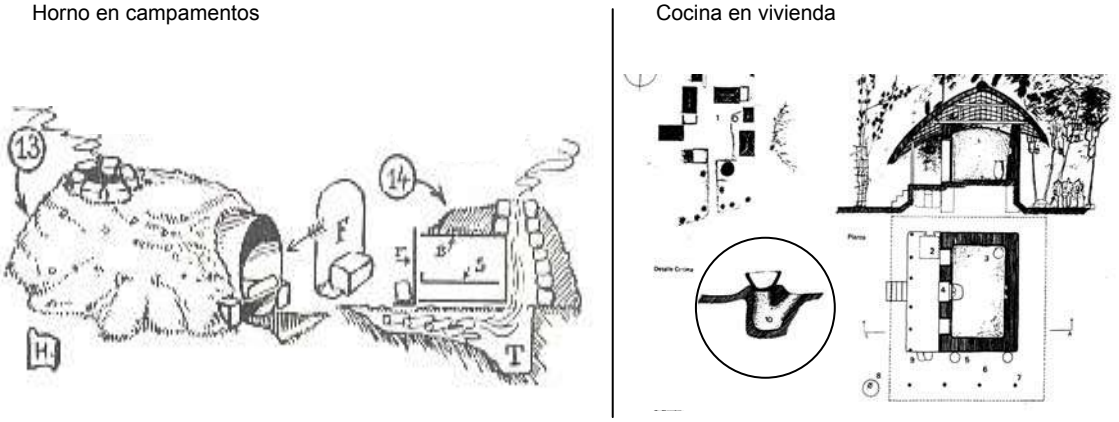


Figura 2: Horneado en España (Boekholt, A; 1971) y Cocción en India (Sacriste, E.; 1990).

Unidad Integrada Cocina-Horno Eficiente -UICHE-.



Cocina Eficiente -CE-.



Figura 3: Sistemas No Convencionales Propuestos para la Cocción y Horneado en Tucumán, Argentina. Diseño y Fotografía de los autores.

Unidad Integrada Cocina-Horno Eficiente -UICHE-.



Cocina Eficiente -CE-.



Figura 4: Unidades Alternativas para la Cocción y Horneado en Construcción en Tucumán, Argentina . Diseño y Fotografía de los autores.

EXPERIENCIAS DE CUBA EN TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCION CON TIERRA APLICADAS EN VIVIENDAS

Nelson Navarro Campos

CTVU, Calle Tulipán esquina a Estancia, s/n, Nuevo Vedado, Plaza, Ciudad de la Habana, Cuba.
Teléfonos (537) 8813599, 8816779. Email: nnavarro@ctvu.cu

Tema 1: Tecnología y Construcción
Palabras Clave: Construcción con tierra, Viviendas de Bajo Costo y Bloques compactados machihembrados de suelo - cemento.

RESUMEN
Se presentan los antecedentes y la situación actual del uso de la tierra como material de construcción en Cuba, en particular para viviendas. Se analizan los elementos de la sustentabilidad y su referencia a otras tecnologías constructiva. La opción tecnológica de los bloques compactados machihembrados de suelo cemento, con junta seca, entendida como la de mayor factibilidad práctica en su aplicación. Se hace especial comentario a los aspectos de la Durabilidad, dada la ubicación del país en el Trópico Húmedo. Se hace referencia a la experiencia del desarrollo y utilización del Cemento Puzolánico CP – 40, con tecnología nacional del Molino MB – 60 y el efecto de la adición de cal. La Humedad Óptima de compactación determinada mediante los Ensayos Proctor, CBR y mediante la máquina bloquera utilizada en cada caso. Un aspecto, considerado de gran importancia, corresponde a la emisión de Instrucciones Técnicas, como documentos normalizativos para el diseño, la producción y los trabajos de construcción con tierra. Trabajos actuales en el campo de la normalización de las técnicas de construcción con tierra. Se muestran las soluciones de diseño y técnico constructivas en paredes y en techos de bóvedas con los bloques prensados de suelo - cemento. Se menciona como Referencia el Proyecto 10 x 10 el CYTED. Participación del Proyecto PROTERRA como vía de colaboración internacional.

1- ANTECEDENTES Y SITUACION ACTUAL

En el caso de Cuba, el desarrollo de técnicas constructivas precolombinas no alcanzó los niveles conocidos que tuvieron lugar en el continente americano, donde llegan hasta nuestros días importantes construcciones de esa época empleando la tierra como material, habiéndose continuado su aplicación y desarrollo, constituyendo un importante elemento del patrimonio cultural de sus pueblos.

Una breve, pero muy importante descripción de las construcciones de viviendas en la Isla a la llegada de los colonizadores, la dio Fray Bartolomé de las Casas, en Historia de las Indias,1550, según [(1)]: “Las casa son de madera y paja muy luengas y delgadas, hechas del modo de una campana, por lo alto angostas y a lo bajo anchas, para muchas gentes bien capaces dejan en lo alto un respiradero por donde salga el humo y encima unos caballetes o corona muy bien labrados y proporcionados”.

Durante el período colonial (siglos XVI al XIX) se introducen paulatinamente técnicas constructivas de tierra armada (bejucos recubiertos con barro amasado con hierbas), tapial, mampuestos, albañilería y la sillería, esta última principalmente en fortalezas militares, iglesias y edificios públicos.

En la primera mitad del siglo XX, época de la República, toma auge el empleo de los “nuevos materiales” con el Cemento Portland y el acero, combinados en el Hormigón Armado, junto con la albañilería de ladrillos de arcilla cocida. El uso de la tierra en forma directa como material de construcción pierde terreno y “prestigio social” por lo que técnica y culturalmente fue quedando rezagado, en términos generales.

En la segunda mitad del siglo XX, época de la Revolución, se produce un auge significativo de las construcciones en todas sus manifestaciones: viales, hidrotécnicas, edificaciones, etc. En ellas, y en especial en las edificaciones, incluida las viviendas, se centra el desarrollo en tecnologías de prefabricación y montaje de componentes de hormigón, armado y pretensado.

Para una caracterización de esa situación, aunque se pueda considerar parcializada en forma extrema, se cita a I. Monteagudo [(2)] que plantea: ".....El modelo de desarrollo constructivo basado en la prefabricación pesada que impusieron la rigidez de las soluciones y su difícil explotación y mantenimiento, implicó un alto consumo de cemento y acero así como el empleo de maquinaria compleja con la concebida dependencia del petróleo. Por añadidura el desmantelamiento de la industria artesanal de materiales de construcción y la pérdida de las habilidades en los oficios tradicionales, trajo como consecuencia la falta de adecuación al contexto natural y construido, la fealdad e in funcionalidad en la arquitectura nacional, por no hablar de la mala calidad constructiva y los elevados costos en el ámbito económico, no obstante la solución cuantitativa al déficit habitacional fue importante y marcó un ritmo de producción sin precedentes.

Paradójicamente, la crisis económica desencadenada en la postrimería de los años ´80, puso en peligro el desarrollo alcanzado hasta entonces, pero brindó la oportunidad de repensar el modo de seguir adelante en el desarrollo del hábitat y su mejoramiento integral. Surge entonces el programa de bajo consumo como respuesta para mantener y hasta incrementar la construcción de viviendas. Tal como se ha señalado por otros autores, la búsqueda y rescate de técnicas y materiales de construcción tradicionales ha sido uno de los aspectos más positivos en la implementación de ese programa. Y en este nuevo andar la tierra o suelo (como término mas frecuente en el vocabulario técnico nacional) se volvió a utilizar como material de construcción, práctica perdida en el tiempo que ha dejado no pocos testigos de una arquitectura apropiada funcional y constructivamente".

Aunque se ha demostrado [(3)] que las técnicas de prefabricación pesada no fueron las responsables absolutas de los malos resultados cualitativos en el diseño arquitectónico y urbanístico y que proporcionaron un importante aporte cuantitativo, principalmente en viviendas, es cierto el costo relativamente alto en recursos materiales y energéticos que implicaron como soluciones de aplicación masiva.

La coyuntura económica de los años ´90 del pasado siglo, condujo a un auge repentino y a escala nacional de las construcciones con tierra, más que aceptadas socialmente, "toleradas" ante las limitadas alternativas que el momento imponía, ya que si bien los más necesitados de viviendas recurren a las soluciones conocidas de cualquier improvisación, la entienden como temporal y aspiran a que su vivienda "definitiva" sea según la tradición de materiales socialmente reconocidos (paredes de ladrillos de arcilla cocida o de bloques de hormigón, techos y entrepisos de losas u otros elementos de hormigón, etc.) por considerarlos seguros y duraderos y de "alto estándar constructivo".

En estas condiciones, técnicas como el embarrado, el tapial o el adobe no tenían las mejores oportunidades en esos momentos. Se impuso entonces el ladrillo macizo de suelo cemento compactado, sustituyendo al tradicional ladrillo de arcilla cocida y al bloque de hormigón, de menor consumo energético, pero con una "imagen" dentro de la misma tecnología de la albañilería tradicional (Obra de Fábrica) o más avanzado aún, con bloques prensados de suelo cemento de unión machihembrada, al eliminar la junta húmeda de mortero. Como un elemento de difusión e información técnico de estas "nuevas" formas de construir, fundamentalmente viviendas, se emitieron muchos documentos, destacándose entre ellos la publicación del autor [(4)].

Con estos elementos se construyeron en esa década viviendas de 1 y de 2 niveles en Cuba y también en Jamaica y en Colombia mediante acuerdos de cooperación, en todos los casos con buenos resultados, aunque necesitando de maduración en cada localidad o región, para constituirse como técnica constructiva de pleno dominio y aceptación popular.

En términos generales y aplicando el esquema del Triángulo de la Sustentabilidad, con sus tres elementos básicos, según la figura 1.

se puede concluir, que esa etapa constituyó un avance tecnológico para construir viviendas de menor costo, como aspecto económico, para un determinado campo de aplicación y de preservación del Medio Ambiente, pero no se logró vencer los aspectos socio – culturales respecto a la plena aceptación por parte de los usuarios de estas técnicas constructivas, por lo que en el presente ha decaído su aplicación, afectado además, por no pocos resultados negativos desde el punto de vista de la durabilidad de las edificaciones así construidas, sin dudas influido por la aplicación masiva y abrupta en que se construyeron.

En este caso, el aspecto socio – cultural contiene criterios de la población al tener como referencia las viviendas con materiales tradicionales, a los que se les confiere mayor "estándar constructivo", y las técnicas constructivas que los emplean, ya sean tradicionales o de prefabricado, que en el caso de Cuba, donde la vivienda es toda de carácter social, este aspecto adquiere características muy particulares y de gran peso en los criterios de la población.

2- LOS BLOQUES MACHIHEMBRADOS DE SUELO CEMENTO COMPACTADO

El diseño de estos bloques, tuvo en nuestro caso, como antecedente más inmediato, las soluciones que aplica el Arq. Raúl Sánchez Mora [(5)], en Cuernavaca, México. En Cuba se realizaron adecuaciones geométricas en los nervios y ranuras, aplicando los criterios y evaluando su capacidad resistente a los esfuerzos cortante, de gran importancia en zonas sísmicas y de fuertes vientos, aplicando los trabajos teóricos y prácticos desarrollados por el autor [(6)], adecuándolas a las particularidades del caso y añadiéndole dos huecos circulares para posibilitar una manipulación más cómoda y también la colocación de refuerzo vertical, que pudiera ser necesario en casos de grandes cargas horizontales.

Para la producción se diseñó una nueva máquina, de compresión en una dirección y compactación al 37.5 % de reducción del volumen, primeramente de acción manual para la producción de un bloque en cada aplicación, resultando una capacidad del orden de 350 bloques por jornada de 8 horas brutas, con 2 operarios. Por el carácter de unión sin junta de mortero (junta seca) resulta determinante la estabilidad en el grueso de los bloques (de 100 mm en este caso) lo que se logra con el mecanismo particular de la máquina, que se muestra en la figura 2.

Las condiciones del diseño geométrico y las características físicas y mecánicas de esos elementos se establecieron en la Instrucción Técnica IT-09-91: Bloques Machihembrados de Suelo Cemento [(7)], que en esos momentos se les llamó popularmente "Machimbloques". Esta Instrucción Técnica, IT, es una de las que el proceso de reintroducción masiva y repentina a escala nacional de las técnicas de construcción con tierra, en las circunstancias y condiciones ya explicadas, resultó necesario emitir con carácter de documentos normalizativos para ordenar, orientar y respaldar los trabajos de diseño, producción y ejecución de las obras de construcción usando el suelo como material fundamental. Este fue uno de los resultados del intenso trabajo y responsabilidades que le correspondió a la Comisión Nacional para el Desarrollo y Aplicación de los Suelos Estabilizados, CODASE, que fue presidida por el autor, con la dirección del Instituto Nacional de la Vivienda. En total se emitieron 16 IT, que han sido objeto de análisis a la luz de documentos como las Recomendaciones para Elaborar Normas, emitidas por la Red Habiterra del CYTED [(8)].

Se pueden destacar algunos aspectos particulares, como los estudios de durabilidad de los elementos de tierra compactada y estabilizada con cemento y cal [(9)], así como del contenido óptimo de humedad en la mezcla determinada con la energía y forma de compactación de la misma máquina bloquera a usar en la producción, en lugar de los ensayos clásicos de Proctor y CBR. Su utilidad estaría en que responde a la energía real de compactación y a la forma de su aplicación, en general diferente a las de los ensayos clásicos citados.

En las condiciones de ubicación geográfica de Cuba, correspondiente al Trópico Húmedo, las soluciones de estabilización de los diferentes tipos de suelos adquiere una especial importancia con vista al aseguramiento de la DURABILIDAD de las construcciones de tierra.

En los estudios ya citados, se establece que, además de los para determinar la Resistencia a la Compresión Simple en muestras secas, se han de realizar ensayos para estimar el comportamiento ante la humedad. Entre estos: Ensayos de Absorción de agua, de pérdida de peso por humedecimiento y secado, de cepillado con cepillo de 1.5 kg y de determinación del Coeficiente de Ablandamiento.

A modo de ejemplo de los estudios realizados en un suelo A – 4, según ASHOO o tipo arena – arcillo - gravosa, según SUCS, se muestran en la tabla 1 los resultados de esos ensayos:

% de cemento	Coeficiente de Ablandamiento a 60 días	% de Absorción de Agua a los 7 días	% de pérdida de peso por humedad y secado a los 14 días, en 12 ciclos
2.5	0.52	8.25	8.28
5.0	0.69	5.96	6.80
7.5	0.73	6.32	3.89 **
10.0	0.81 *	3.92	2.84 **

* cumple con el criterio de que debe ser mayor del 80 %

** cumple con el criterio de que debe ser menor del 4 %

Tabla 1: Resultados de Ensayos para obtener parámetros importantes para estimar la Durabilidad de las construcciones de tierra.

Se interpreta de los resultados, que se requieren altos contenidos del estabilizador Cemento con el correspondiente efecto económico. Otros suelos, por ejemplo un A – 7 – 5, según ASHOO o tipo CH Arcilla muy plástica, según SUCS, no cumplen, aun con altas adiciones de Cemento, como muestra la Tabla 2, confirmando no ser aptos para estabilizar con Cemento

% de cemento	Coeficiente de Ablandamiento a 60 días	% de Absorción de Agua a los 7 días	% de pérdida de peso por humedad y secado a los 14 días, en 12 ciclos
10.0	0.51	14.93	soportan sólo 5 ciclos

Tabla 2: Parámetros para estimar la Durabilidad obtenidos en un suelo A - 7- 5 resultando no apto por esta vía de estabilización

En cuanto al material suelo cemento, en todos los aspectos del diseño de las mezclas, se siguieron los procesos clásicos con los parámetros conocidos y los ensayos correspondientes. En este sentido resulta muy útil la Serie de Instrucciones Técnicas de la CODASE.

3- CEMENTO PUZOLÁNICO CP – 40

Aunque Cuba cuenta con una alta capacidad instalada para la producción de Cemento Portland Normal, se ha desarrollado el aglomerante puzolánico CP – 40, en el Centro de Investigaciones y Desarrollo de las Estructuras y Materiales, CIDEM, de la Universidad Central de Las Villas, Cuba, según [10], lo que se considera otra particularidad, que puede resultar de interés como sustitución total o parcial del Cemento Portland Normal.

Por sus buenos resultados como estabilizador de los elementos compactados de suelo cemento, constituye una solución alternativa de muy bajo costo e ideal para trabajos de albañilería, fabricado en base a una mezcla de cal hidratada y puzolanas. Se emplean las cenizas de paja y de bagazo de la caña de azúcar y de la cascarilla del arroz como fuentes de puzolana.

Igualmente, las investigaciones demuestran que la cal hidratada es adecuada para la fabricación del cemento CP – 40 siempre que el contenido de CaO esté por encima del 40

%, para poder activar completamente la puzolana. Como referencia para estos aspectos se puede atender a la Norma ASTM 618 – 78.

La tecnología de producción se basa en los Molinos de Bola CM - 600 y CM – 1000, también desarrollados en el CIDEM. Estos molinos responden a los criterios de producción a pequeña escala, la que puede ser en un orden desde 1 hasta 5 toneladas diarias. Entre las principales características y propiedades del Cemento CP – 40 se pueden citar:

- Mezcla puzolana / cal en el orden de 70 % y el 30 % respectivamente (en pesos), pero nunca con menos del 20 % de cal
- Tiempo de fraguado inicial: máximo 2 horas y final: máximo 24 horas.
- Finura, por Ensayo Blaine entre 2000 – 3000 cm^2 /gr, o por retención en el Tamiz No. 200 ASTM, máximo el 10 %, en un tiempo de molida de unos 50 – 70 minutos.
- Resistencia a la Compresión Simple, estudiada en especímenes de 40 mm x 40 mm x 160 mm de mortero con dosificación árido / cemento de 3 / 1, y considerando la Indian Standard IS 4098, los resultados mínimos deben satisfacer los 2 MPa a los 7 días y los 4 MPa a los 28 días.

El CP - 40 puede ser mezclado con Cemento Portland Normal para aumentar la resistencia a la compresión y además, la laborabilidad de la mezcla, entre otras. Con adiciones del 50 % se han alcanzado resistencias a la compresión de hasta 20 MPa a los 60 días.

El campo de aplicación recomendado con preferencia es los trabajos de albañilería en dosificaciones entre 2 / 1 a 4 / 1 (árido / cemento) y en la estabilización de ladrillos y bloques de suelo cemento. En diferentes proporciones de mezcla con el Cemento Portland puede tener una amplia aplicación, sirviendo incluso como plastificante de la mezcla y retardador del fraguado. El costo del Cemento CP – 40, factor principal de su razón de ser, está en el orden del 60 % al 70 % del costo de producción del Cemento Portland Normal, lo que justifica su empleo aún cuando se requieran proporciones mayores en la mezcla. En la producción de los Bloques Machihembrados se han obtenido resistencias a la compresión de hasta 6 MPa con relación suelo / cemento de 10 / 1, constituida la parte del cemento con una sustitución del 80 % del Cemento Portland por el CP – 40, en términos volumétricos. Esto es, una parte de Cemento Portland por cada cuatro partes del CP – 40 y de esta mezcla una parte por cada diez de suelo.

4- CONSTRUCCION DE PAREDES CON LOS BLOQUES MACHIHEMBRADOS

La práctica constructiva con estos elementos tiene la gran ventaja de la rapidez que implica la junta mecánica seca, pero requiriendo de un tratamiento cuidadoso y con rigor técnico en el replanteo y colocación de la primera hilada.

La primera hilada se coloca sobre la superficie terminada (bien nivelada) de la zapata o cimentación corrida, como albañilería tradicional, con junta húmeda, sobre un mortero de asiento. Esta primera hilada de bloques debe ser convenientemente impermeabilizada, para evitar la ascensión por la pared de la humedad por capilaridad. A partir de esta hilada el proceso de montaje es muy simple, guiado por el sistema de ranuras y nervios de los bloques, cuidando de mantener la verticalidad y las soluciones de esquinas y encuentros de paredes. El adiestramiento para adquirir la habilidad necesaria es muy simple, por lo que el trabajo se realiza por personal elementalmente calificado, supervisado y dirigido por un Maestro de Obras. La figura 3 muestra las paredes de una vivienda de 69 m^2 de superficie, levantadas en uno y medio día de trabajo (12 horas) por tres personas.

El nivel superior de las paredes se corona con una viga de cierre continua, que da unidad funcional al trabajo estructural y constructivo de las paredes, además de salvar los vanos sobre puertas, ventanas y otros.

5- TECHOS ABOVEDADOS CON BLOQUES DE SUELO CEMENTO

El material constructivo de mayor costo suele ser el acero, usado como refuerzo del hormigón para tomar las tracciones que este no es capaz de resistir. En el caso de las construcciones con tierra el uso del acero sería económicamente contradictorio, además de

su incompatibilidad técnica como refuerzo de ésta, tanto desde el punto de vista de la necesaria adherencia como de la corrosión a que se vería sometido desde edades tempranas. Por estos motivos, entre otros que pudieran surgir de un análisis más exhaustivo, no es razonable proceder al techado de las viviendas a que nos estamos refiriendo, con paredes de bloques machihembrados de suelo cemento, con las tradicionales losas de hormigón armado, u otros componentes de igual material, como la de viga y losa, las viguetas y bovedillas, entre otras, aunque sean las de mayor arraigo en la población, con su crédito de una buena solución por segura y duradera.

Particularmente, en el caso de Cuba, las soluciones de madera, muy buenas para soporte de techos, resultan casi prohibitivas por la escasez de este material y cuando exista resulta entonces de alto costo. Si domina el factor económico, no se trata de "ahorrar" acero, sino de evitar las tracciones en el funcionamiento estructural del techo. Con este fin es bien conocido desde la antigüedad la configuración racional de las soluciones arqueadas, que incluye las Bóvedas de Camón (con apoyos corridos en sus bordes longitudinales), trabajando transversalmente a compresión. En Cuba, aunque esta fisonomía constructiva no responde a la tradicional, tampoco tiene el rechazo que les dan otros pueblos por razones de asociarlas a configuraciones de construcciones funerales.

Así, se ha usado la solución de techos de bóvedas de configuración parabólica, con los mismos bloques de suelo cemento de las paredes pero suprimiendo en la máquina las molduras que conforman las ranuras y nervios. O sea, no se trata en este caso de la junta machihembrada, sino con mortero, sobre un cofre desplazable que garantiza la configuración diseñada, sin implicar la preocupación del albañil por ella, como muestra la figura 4.

Si se diseñan las bóvedas con flecha mínima, pueden ser ocultadas de la visual exterior con un pretil de altura usual, si es que se desea mantener la imagen más común. Si este aspecto formal no resulta de importancia arquitectónica, las bóvedas pueden mostrar su desarrollo.

Resulta de importancia capital garantizar la total impermeabilización de las cubiertas, lo que se puede lograr por diferentes materiales y soluciones constructivas y con un mantenimiento regular en el tiempo.

El diseño y la dirección técnica de la ejecución de las obras de las soluciones mostradas, a modo ilustrativo de la tecnología, en las viviendas de las fotos de las figuras 3 y 4 fueron realizados por el autor.

Por la importancia de lograr el mejor uso urbanístico del suelo en los emplazamientos de viviendas, aun con las tecnologías de Bajo Costo, se han diseñado y construido conjuntos de viviendas de al menos dos pisos de altura. La foto de la figura 5 muestra una de esas realizaciones, con paredes y techos de bóveda, ambos de bloques de suelo cemento.

En la materialización del Proyecto 10 x 10, del Proyecto XIV – 5: "Con Techos" de Habyted – CYTED, ejecutado en Cuba con financiamiento Estatal y asistencia técnica de varios países participantes en ese Proyecto, se construyeron dos viviendas con paredes de suelo cemento y una con techo de bóveda, según diseño cubano, con experiencia en múltiples aplicaciones nacionalmente, además de Jamaica y Colombia, como Proyectos de colaboración.

6- CONCLUSIONES

De los diferentes aspectos antes desarrollados, se pueden plantear las siguientes conclusiones:

- En Cuba no se contó con fuerte antecedente precolombino del uso de la tierra como material de construcción. Las relativamente pocas aplicaciones de la tierra en el período colonial, quedaron al desuso durante la etapa de la República, al ser reemplazadas por los "nuevos materiales" de mayor estándar en el criterio social. Los programas

constructivos en general y de viviendas en particular, desarrollados nacionalmente entre 1959 y 1989, se realizaron principalmente con tecnologías industrializadas mediante la prefabricación de elementos y componentes de hormigón armado y pretensazo, todo ello como viviendas sociales, lo que resultó un factor más en potenciar el criterio socio - cultural en la preferencia de esos materiales respecto al uso de la tierra.

- En la década de los años ´90 del pasado siglo se produce una irrupción masiva del uso de la tierra como material de construcción de viviendas de Bajo Costo, por razones de crisis económica, la cual no logró la permanencia y consolidación aspirada, aunque aportó un antecedente inmediato para su perfeccionamiento y uso adecuado.
- En Cuba, por su ubicación geográfica en el Trópico Húmedo, el aseguramiento de la DURABILIDAD de las construcciones, y en particular las de tierra, es un aspecto de principal importancia que requiere las medidas tecnológicas adecuadas.
- La estabilización de los suelos que resulten aptos, mediante la adición de cemento y la compactación, conformando bloques machihembrados, es una solución técnica, económica y culturalmente con las mayores posibilidades para su desarrollo.
- La producción local y a pequeña escala de cementos tipo puzolánicos, como el CP – 40 es una alternativa técnica y económicamente aplicable.
- Los Proyectos de Construcción de viviendas, utilizando la tierra, deben seguir una reintroducción en el panorama constructivo nacional, para que vayan ocupando el espacio que les corresponda en la amplia gama de tecnologías constructivas indispensables para ese programa.
- Los trabajos de Cuba, en el uso de la tierra como material de construcción, principalmente de viviendas, deben seguir siendo un elemento de colaboración internacional en este campo, para lo cual el CYTED y su Proyecto Proterra, puede constituir una vía muy adecuada.

7- BIBLIOGRAFIA

1- Juan de las Cuevas Toraya: “500 años de construcción en Cuba”. D. V. Chavin, Servicios Gráficos y Editoriales. S. L. Madrid (España), 2001.

2- Idamnis Monteagudo Rodríguez: Estructuras tradicionales de tierra en el Centro Histórico de la Habana. Conferencia Internacional Ecomateriales y Hábitat Sustentable, 23 al 27 de noviembre del 1998, Facultad de Arquitectura / CECAT, ISPJAE, La Habana, Cuba.

3- Nelson Navarro Campos: Las tecnologías constructivas desde una óptica socio – económicas. IV Conferencia Internacional de la Vivienda y el Urbanismo Cuba ´98. Instituto Nacional de la Vivienda, La Habana, Cuba, 1998.

4- Nelson Navarro Campos y otros: Suelo Cemento. Fundamentos de su aplicación en Cuba. Instituto Nacional de la Vivienda. La Habana, Cuba. 1991.

5- Raúl Sánchez Mora: Viejos materiales, nuevas tecnologías. Construcción y Tecnología, Vol. II, No. 22, marzo de 1990, IMCYC. México D. F.

6- Nelson Navarro Campos: Applicability of Analytical Models of Shear Joints in Precast Structures. Warsaw University of Technology. Faculty of Civil Engeneering, Warsaw.1986.

7- Nelson Navarro Campos: Instrucción Técnica IT - 09 – 91, Bloques Machihembrados de suelo cemento. Comisión para el Desarrollo y Aplicación de los Suelos Estabilizados, CODASE. Instituto Nacional de la Vivienda, La Habana, Cuba. 1991.

8- Red Temática HABITERRA: Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificaciones de Adobe, Tapial y Ladrillo y Bloques de suelo – cemento. Ediciones E. G. La Paz, Bolivia. 1995.

9- Cecilio Acosta Valle: Estudio para determinar la capacidad de los suelos para la fabricación de elementos prensados de albañilería. Tesis. Cujae, La Habana, Cuba. 2000.

10- José Fernando Martirena Hernández: El Cemento CP – 40. Fabricación y empleo. Centro de Investigaciones de las Estructuras y los Materiales, CIDEM, Universidad Central de las Villas, Santa Clara, Cuba. 1995.

NOTA FINAL

Ingeniero Civil, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular Consultante de la Facultad de Ingeniería Civil del ISPJAE, Investigador Titular del Centro Técnico de Viviendas y Urbanismo, CTVU, Instituto Nacional de la Vivienda, MICONS.

(T1-08)

IV SEMINARIO IBERO AMERICANO DE CONSTRUCCION CON TIERRA
"IV SIACOT"

TEMA I: TECNOLOGIAS Y CONSTRUCCION

EXPERIENCIAS DE CUBA EN TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCION CON TIERRA APLICADAS EN VIVIENDAS

Nelson Navarro Campos

Ingeniero Civil, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular Consultante de la Facultad de Ingeniería Civil del ISPJAE, Investigador Titular del Centro Técnico de Viviendas y Urbanismo, CTVU, Instituto Nacional de la Vivienda, MICONS.

CTVU, Calle Tulipán esquina a Estancia, s/n, Nuevo Vedado, Plaza, Ciudad de la Habana, Cuba. Teléfonos (537) 8813599, 8816779. Email: nnavarro@ctvu.cu

FIGURAS

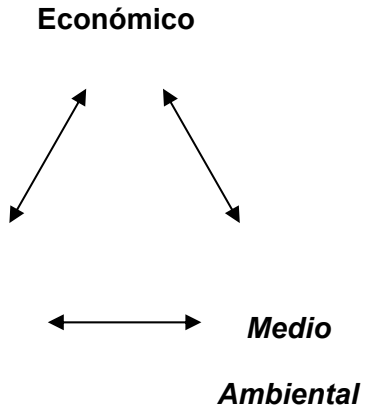


Figura 1: Esquema de los elementos básico de la sustentabilidad



Figura 2: Máquina manual de producción de Bloques Machihembrados de suelo – cemento

.

% de cemento	Coeficiente de Ablandamiento a 60 días	% de Absorción de Agua a los 7 días	% de pérdida de peso por humedad y secado a los 14 días, en 12 ciclos
2.5	0.52	8.25	8.28
5.0	0.69	5.96	6.80
7.5	0.73	6.32	3.89 **
10.0	0.81 *	3.92	2.84 **

* cumple con el criterio de que debe ser mayor del 80 %

** cumple con el criterio de que debe ser menor del 4 %

Tabla 1: Resultados de Ensayos para obtener parámetros importantes para estimar la Durabilidad de las construcciones de tierra.

% de cemento	Coeficiente de Ablandamiento a 60 días	% de Absorción de Agua a los 7 días	% de pérdida de peso por humedad y secado a los 14 días, en 12 ciclos
10.0	0.51	14.93	soportan sólo 5 ciclos

Tabla 2: Parámetros para estimar la Durabilidad obtenidos en un suelo A - 7- 5 resultando no apto por esta vía de estabilización



Figura 3: Paredes de una vivienda de 69 m^2 de superficie, levantadas con bloques machihembrados de suelo cemento prensado.



Figura 4: Construcción de techo abovedado con bloques de suelo cemento prensado



Figura 5: Conjunto de viviendas de Bajo Costo, en dos pisos de altura, de paredes y techos con elementos prensados de suelo cemento.

MUROS Y PISOS DE SUELO-CEMENTO PARA MEJORAR LA VIVIENDA SOCIAL
Zonas urbanas del Gran Buenos Aires, Argentina.

Rodolfo Rotondaro * y Alex Schicht
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo / Universidad de Buenos Aires
Ciudad Universitaria, Pabellón III, 4to piso, IAA
C.P. 1428 - Ciudad de Buenos Aires – República Argentina
Tel. (54.11) 47896230 E-mail : rotondar@escape.com.ar; alexschicht@hotmail.com

Tema 1: Tecnología y Construcción.
Palabras-clave: elementos constructivos, suelo/cemento, vivienda social

Resumen
Este trabajo presenta resultados de un proyecto de investigación que se lleva a cabo en Bancalari, un barrio del área metropolitana de Buenos Aires, habitado por población bajo la Línea de Pobreza. El objetivo principal del proyecto es producir y transferir componentes y elementos constructivos para muros, revoques y pisos con empleo de tierras estabilizadas, adecuados para el contexto socio-cultural y económico local.
El centro vecinal del barrio instaló una fábrica de BTC con el apoyo de una ONG en la provisión de materiales y una bloquera manual del tipo Cinva-Ram. Se emplearon tierras arcillo-arenosas de mediana plasticidad y se capacitó un equipo técnico local en los principales aspectos: la preparación de mezclas, la fabricación de bloques, el curado, el secado, la construcción de revoques y bolseados, y los controles de calidad adecuados, así como también para prototipos de pisos y solados.
Se fabricaron unos ocho mil bloques, con los cuales se construyeron las paredes de cerramiento del Salón principal, y se inició una etapa de comercialización para los vecinos que quieren ampliar o mejorar sus viviendas, dirigida por el centro vecinal.
Se construyeron, además, prototipos de revoques y revestimientos bolseados sobre los muros de BTC, y de contrapiso y carpetas de terminación de piso, empleando diferentes mezclas y espesores. Se evaluaron aspectos tales como resistencia mecánica, durabilidad, costos relativos y aceptación social de los componentes y elementos experimentales.
Se realizaron ensayos sensoriales y pruebas simples en campo y en laboratorio para apoyar las tareas mencionadas.
Actualmente se continúa con la evaluación de la durabilidad, la resistencia y la aceptación social de los elementos en experimentación, y se diseñan nuevos prototipos para revoques y pisos.

1. Introducción.

Tema de la investigación.
El tema se inscribe en el campo de la tecnología constructiva con empleo de tierras seleccionadas y estabilizadas, en este caso particular con el suelo-cemento como material base. En la etapa actual, la investigación comprende tareas de diseño tecnológico y de construcción y evaluación de prototipos experimentales de campo.
En forma simultánea y por las características del contexto social de aplicación, se realizan también algunas actividades de transferencia de conocimientos tecnológicos, de carácter netamente preliminar.

Antecedentes.
El empleo de la tecnología de construcción con tierra en la vivienda de Interés Social presenta diferentes realidades en la Argentina. Se concentra en algunas regiones, como por ejemplo el Noroeste, Centro y Patagonia, donde organismos oficiales y ONGs han construido barrios y pequeños grupos de vivienda masiva en zonas urbanas y rurales, empleando variados diseños y soluciones constructivas.
En el Gran Buenos Aires (CONAMBA 1996), sector metropolitano de casi 10 millones de habitantes que rodea a la Ciudad de Buenos Aires, se han producido algunas experiencias preliminares en las últimas décadas, sin que constituyan todavía una

alternativa aceptada por la población o por los organismos oficiales. Estas experiencias incluyen la construcción de algunos prototipos de vivienda y salas comunitarias, así como también la organización de microemprendimientos, y la realización de cursos para fabricar bloques de tierra comprimida.
En el ámbito de aplicación de esta investigación, el barrio Bancalari, Norte del Gran Buenos Aires, no existen antecedentes en el uso de la tierra cruda como material constructivo, excepto el iniciado por esta línea de trabajo (Schicht et al 2004).

Objetivos y ámbito de aplicación.
La investigación se propone el siguiente objetivo general: "producir y transferir componentes y elementos constructivos para muros, revoques y pisos con empleo de tierras estabilizadas, adecuados para el contexto socio-cultural y económico de la población pobre e indigente del Gran Buenos Aires".
Se orienta al mejoramiento de la vivienda de Interés Social a través de las diferentes posibilidades que existen: la construcción o re-construcción de elementos de la vivienda; la construcción de ambientes faltantes; y la vivienda entera.
Se inició como parte de un proyecto marco dirigido por SEDECA (Secretariado de Enlace de Comunidades Autogestionarias) (Vivienda Popular 2000), ONG que trabaja en la zona desde hace más de diez años y que estuvo involucrada fuertemente en la producción de soluciones habitacionales para el barrio. El barrio es un área urbana residencial mixta (con algunas fábricas) del partido de Tigre, en el Norte del Gran Buenos Aires. La población de Bancalari está bajo la "Línea de Pobreza", y pertenece casi en su totalidad a la franja conocida como "población NBI" (Necesidades Básicas Insatisfechas) (INDEC 2001, DNPH 2003).
Si bien el trabajo se desarrolla en el barrio Bancalari, la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, UBA, brinda apoyo logístico para la realización de diferentes ensayos, la construcción de probetas y tareas de gabinete.

2. Avances de la investigación tecnológica en el contexto local.

2.1- Fabricación experimental de BTC y revoques con tierra estabilizada.
Bloques y muros.
En forma coordinada con el centro vecinal, la Asociación Civil "El Progreso", y con el apoyo material de la ONG SEDECA, se realizaron tareas de capacitación y transferencia tecnológica con el fin de instalar una fábrica de bloques de suelo-cemento, administrada por dicho centro. Participaron pobladores locales, jóvenes en su mayoría, y algunos albañiles interesados en el tema. La ONG donó una bloquera del tipo CINVA-RAM y la Municipalidad de Tigre colaboró con la provisión de la tierra "tosca" necesaria.
Se capacitó un equipo técnico local en tres temas principales:

- la identificación de campo de la tierra y la prueba de diferentes mezclas con el agregado de arena fina y estabilizante químico (cemento tipo Portland);
- el uso y mantenimiento de la bloquera manual;
- los controles de calidad en todas las etapas de la producción: preparación adecuada de la tierra, mezclado en seco con los estabilizantes, humedad óptima de compactación, adecuado uso de la bloquera, curado, secado y pruebas de campo de resistencia y dureza.

En el local del centro vecinal se trabajó, en simultáneamente a las tareas de capacitación, en la organización de la fábrica de bloques, mejorando en forma paulatina las distintas fases de preparación de mezclas, fabricación y curado de los bloques y de su calidad general. (Figura 1)
Los bloques, de 9,6 cm x 14 cm x 29 cm, se fabricaron con una mezcla de 1:1:12 cemento-arena-tierra (es decir, un porcentaje de 7,14 % de cemento en volumen).

Se realizó una selección de los bloques, apartando aquellos con fallas de cohesión interna, y se construyeron las paredes de cerramiento del salón de 10 m por 20 m del centro vecinal, empleando mortero de junta tradicional (cemento-cal-arena).

Revoques y bolseados.
Los muros construidos fueron revocados al interior y al exterior, empleándose soluciones convencionales al exterior y prototipos con suelo-cemento al interior:

- lechada cementicia (1:1 cemento-arena) aplicada con pinceleta;
- revoque grueso de suelo-cemento en una capa (1:1:3 cemento-arena-tierra);
- revoque grueso de suelo-cemento en dos capas (1:1:3 cemento-arena-tierra) de diferente espesor;
- revoque grueso con llana de gomaespuma en una capa (1:1:2 cemento-arena-tierra).

Estas alternativas fueron evaluadas en forma cualitativa durante los primeros dos meses en cuanto a su adherencia al sustrato de apoyo; la fisuración; la cohesión interna; la dureza por rayado superficial y la textura final obtenida. (Fig. 2).

2.2- Propuestas para pisos.
En el centro vecinal se construyeron tres prototipos experimentales de campo. Dos para solados (terminaciones superficiales) PCA 01 y PCA 02 y uno de contrapiso (sustrato) P Ccom 01.

	cemento	arena	tierra	
P CA 01 esp: 2 - 4cm	1	1,5	1,5	partes-dosificación
	13,3 Kg	14 lts	14 lts	cantidades por m²
P CA 02 esp: 2 - 4cm	1	2	4	partes-dosificación
	1	2	2	
	5,5 Kg	16 lts	24 lts	cantidades por m²
P CCom 01 esp: 10-15cm	1	2	4	partes-dosificación
	29 Kg	42 lts	83 lts	cantidades por m²

Tabla 1: Dosificación de los prototipos para pisos.

Los prototipos para solados P CA 01 y P CA 02 fueron carpetas de suelo-cemento con espesores variables entre 2 a 4cm, que luego fueron alisadas con una delgada capa (2 a 4mm) de cemento puro en forma de lechada. Los paños construidos tenían una dimensión aproximada de 2m² (1.10 x 1.80m aprox.).
El primero de ellos P CA 01se realizó en una sola capa colada toda al mismo tiempo con una dosificación 1:1,5:1,5 (cemento-arena-tosca en volumen), la tosca había sido zarandeada a través de malla de 5mm.
El segundo P CA 02 se realizó en dos capas, la primera de ellas con una dosificación 1:2:4 (cemento-arena-tosca en volumen) con tosca que había sido zarandeada a través de malla de 5mm, y la segunda capa con una dosificación 1:2:2 (cemento-arena-tosca en volumen) y con tosca que había sido zarandeada a través de malla de 1,5mm.
La descripción de la técnica constructiva empleada para este último prototipo es la siguiente:
El solado se realizó sobre un contrapiso firme y humedecido. Luego se colocaron las guías que serían utilizadas como fajas para conseguir que la terminación del solado fuese pareja, lisa y estuviese a nivel. Para esto se utilizaron caños de chapa de electricidad (asentados sobre pequeños pastones de mortero cementicio) que fueron

colocados a nivel y determinaron la cota de altura de terminación del solado, es decir el espesor del mismo. Es recomendable que el espesor varíe entre 2 a 5 cm, y que nunca sea menor que 2 cm para evitar fisuraciones.
El mortero de la primera capa de la carpeta de suelo cemento se realizó de acuerdo a las dosificaciones especificadas en la Tabla 1 utilizando tosca que fue zarandeada con malla de 5 mm. Se mezclaron primero las partes en seco hasta conseguir un color homogéneo en la mezcla y luego se incorporó lentamente el agua con un rociador hasta conseguir una plasticidad tal que permitió colar la mezcla para luego reglearla y cucharearla. (Fig. 3)
El mortero de la segunda capa de la carpeta de suelo cemento se realizó de acuerdo a las dosificaciones especificadas utilizando tosca que fue zarandeada con malla de 1,5 mm. De esta manera se evitó que quedasen sobre la terminación superficial terrones de tierra demasiado grandes que luego pudiesen ser arrastrados por la regla metálica dejando marcas. Para esta mezcla se utilizó menor contenido de humedad con el objetivo de minimizar la posibilidad de fisuraciones y micro-fisuraciones.
El fratazado se realizó con fratacho de madera.
Por último con la carpeta aun húmeda, pero lo suficientemente endurecida se realizó el alisado (utilizando una llana metálica) con una lechada de cemento, ferrite rojo y agua. La carpeta alisada fue curada durante 3 días.
El prototipo para contrapiso P Ccom 01 se construyó con una dimensión de 2m² y un espesor variable entre 10 a 15cm. La dosificación empleada fue de 1:2:4 (cemento-arena-tosca en volumen), la tosca había sido zarandeada a través de malla de 5mm. El compactado se realizó manualmente con pisón metálico en dos capas entre 5 a 7cm cada una.
La la técnica constructiva fue la siguiente:
Se construyó el contrapiso sobre un terreno firme, limpio, previamente nivelado y minimamente humedecido.
La mezcla de suelo cemento se realizó previamente en seco hasta obtener un color uniforme. Y luego se la humedeció hasta el contenido optimo para compactado. ("prueba de la bola" según la bibliografía).
Se distribuyó con la pala una primera capa de suelo cemento y se la emparejó con la ayuda del nivel. Se procedió al compactado con pisón cuidando de realizarlo de manera pareja y uniforme sobre toda la superficie.
Se repitió el procedimiento para la segunda capa de compactado. El contrapiso fue curado durante 3 días. (Fig. 4)

3. Conclusiones generales. Perspectivas de la transferencia.
Los avances de la investigación son preliminares desde el punto de vista de la obtención de soluciones definitivas que puedan ser transferidas a la comunidad local. Las características referidas a dureza, resistencia, durabilidad estimada y aspectos técnico-económicos, si bien en general han obtenido resultados parciales satisfactorios, necesitan aún más trabajo experimental y en algunos casos ser mejoradas.
Con respecto a la participación de los investigadores en el marco de gestión de la ONG en el barrio, y en el trabajo junto con la población local, puede considerarse satisfactoria. La asistencia técnica con permanencia durante más de un año, aunque con altibajos, ha permitido la continuidad del trabajo y la creación de un vínculo apropiado para seguir con las actividades experimentales de modo tal que las innovaciones tecnológicas puedan acompañar las situaciones del contexto local.
La utilización del material “suelo-cemento”, en estos elementos constructivos (bloques, revoques y pisos), ha tenido una aceptación satisfactoria desde tres puntos de vista:

- la posibilidad de construir con elementos técnicamente aptos para la vivienda local;
- la posibilidad de competir con los costos del ladrillo de arcilla cocida (“ladrillo común” en la denominación local); y

- la posibilidad de que estos productos sean factibles con la autoconstrucción que existe en el barrio.

Hay también, en este sentido, dudas y resistencia por parte de algunos vecinos en cuanto al empleo de estos productos. Estas se manifiestan en la falta de confiabilidad respecto de la dureza (que al tacto es menor que la de otros materiales y elementos constructivos), aspecto que se asocia con la resistencia y durabilidad finales. También colabora el hecho que no existen construcciones de tierra en el barrio, ni en barrios vecinos, y que en general, es un tema que en el Gran Buenos Aires aún no cuenta con antecedentes difundidos.
Se realizó un seguimiento no sistemático de las lesiones que aparecieron tanto en bloques, y juntas como en revoques y pisos, con el fin de mejorar los diseños de los prototipos.
En cuanto a la posible transferencia de estas innovaciones tecnológicas en el contexto de la vivienda de los vecinos de Bancalari, es necesario completar etapas de investigación experimental a partir de los resultados preliminares obtenidos luego de un año de edad.

Bibliografia

- CONAMBA-Comisión Nacional Area Metropolitana de Buenos Aires. Ministerio del Interior. República Argentina (1995): "El Conurbano Bonaerense. Relevamiento y análisis". Buenos Aires.
- DIRECCIÓN NACIONAL DE POLÍTICAS HABITACIONALES. SSDUV-SOP (2003): "Situación habitacional.Año 2001. Total país. Resultados del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda de 2001". Presidencia de la Nación. Buenos Aires.
- INDEC (2001): "Censo Nacional de Población y Viviendas 2001". Buenos Aires.
- ENTEICHE G., AUGUSTO (1963). Suelo-Cemento, su aplicación en la edificación. Centro Interamericano de vivienda y planeamiento. Bogotá.
- IRAM 1522 (1971) Baldosas aglomeradas con cemento con cara vista plana.
- SEDECA-LA DIRECCIÓN REVISTA VIVIENDA POPULAR (2002): "Otro mundo es posible. y otra argentina es posible?" Revista Vivienda Popular Nº 48:1-2. Buenos Aires.
- SCHICHT,ALEX;PATRONE,JUAN CARLOS;ROTONDARO,RODOLFO (2004): "Pisos y solados con tierra estabilizada. Prototipos para la vivienda de bajo costo". En: *3er Seminario Internacional de Construcción con Tierra-IIISIACOT.* Proyecto 6 Proterra-CYTED / CRIATIC: 205-213. Tucumán, Argentina.

NOTA FINAL

Rodolfo Rotondaro – Arquitecto CEAA/CRATerre-UPAG. Investigador del CONICET. Universidad de Buenos Aires y Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda, Tucumán. Miembro pleno del Proyecto 6 PROTERRA/CYTED.

Alex Schicht – Arquitecto FADU / UBA. Cursa una Maestría de Diseño Arquitectónico Avanzado en la FADU / UBA. Desde el año 2003 es becario del CONICET para una investigación de "Diseño y ensayo de prototipos de suelo-cemento en viviendas de interés social".

(T1-09)

MUROS Y PISOS DE SUELO-CEMENTO PARA MEJORAR LA VIVIENDA SOCIAL. Zonas urbanas del Gran Buenos Aires, Argentina.

Rodolfo Rotondaro* y Alex Schicht

Figuras con Leyendas



Fig. 1 – Montaje del emprendimiento y fabricación de los bloques.



Fig. 2 – Prototipo de revoque de suelo-cemento sobre muro de BTC.



Fig.3 – Prototipo de carpeta alisada de suelo cemento. Ejecución del autor.



Fig.4 – Prototipo de contrapiso de suelo cemento compactado en dos capas.

COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS CONSTRUTIVOS COM ADOBE E COM TIJOLO CERÂMICO ALVEOLAR: UM ESTUDO DE CASO NO ASSENTAMENTO RURAL "FAZENDA PIRITUBA" (ITAPEVA-SP, BRASIL)

Fernando Machado G. da Silva e Obede Borges Faria*
USP/ Universidade de São Paulo
EESC/ Escola de Engenharia de São Carlos; Habis/ Grupo de Pesq. em Hab. e Sustentabilidade
Av. Trabalhador Sancarlense, 400 Centro, São Carlos, Brasil
Tel.:+55 3373 9291 E-mails: femgs@yahoo.com.br

UNESP/Universidade Estadual Paulista
FEB/Faculdade de Engenharia de Bauru; Departamento de Engenharia Civil
Av. Eng. Luiz E. C. Coube, s/nº Vargem Limpa, 17033-360 Bauru-SP, BRASIL
Tel +55 14 31036112; Fax +55 14 31036101; e-mail: obede@feb.unesp.br

Tema 1: Tecnologia e Construção
Palavras-chave: adobe, tijolo cerâmico alveolar, sustentabilidade

Resumo
A discussão sobre os princípios e estratégias da *sustentabilidade* para a escolha de um sistema de vedação deve ser abordada levando em consideração as dimensões: política, ambiental, social, econômica e cultural. Para este trabalho, realizou-se um levantamento e análise das variáveis que podem ser levadas em consideração para a escolha de um sistema de vedação, em habitações construídas em regime de ajuda mútua (ou mutirão), abordando as diferenças entre o ciclo de produção de uma parede com tijolo cerâmico alveolar e de uma com adobe. O trabalho de pesquisa foi realizado no Assentamento Rural "Fazenda Pirituba", no município de Itapeva, sudoeste do Estado de São Paulo (Brasil), onde a maioria das famílias, envolvidas no projeto e construção de 42 habitações de interesse social rural, optou por executar a construção de suas casas com sistema de vedação em tijolos cerâmicos alveolares, não escolhendo o adobe por razões diversas e particulares. Adotou-se como estratégia geral de pesquisa a "pesquisa-ação", onde os pesquisadores e os sujeitos da pesquisa estão envolvidos no processo, de forma cooperativa ou participativa na resolução dos problemas. Foi possível, com a realização deste trabalho, aumentar o conhecimento relacionado ao tema e analisar as duas técnicas construtivas, levando-se em consideração os princípios, estratégias e dimensões da sustentabilidade. Como benefício adicional, houve o enriquecimento da experiência de capacitação de mão-de-obra, e transferência de tecnologia para as famílias.

1. As dimensões da sustentabilidade e os ciclos de produção da habitação

Atualmente, as discussões sobre os conceitos, princípios, estratégias e experiências sobre edificações e ambientes construídos de forma mais sustentável, enfatizam a interação e a indissociabilidade das dimensões política, ambiental, social, econômica e cultural, considerando-se as escalas temporal e geográfica.

Segundo Silva (2000) e Acselrad (1999), as dimensões política e social ressaltam a participação na tomada de decisão da sociedade, em mecanismos que possibilitem uma democratização dos processos, respeitando as diferenças individuais, modificando as práticas e políticas atuais de exclusão e discriminação. Na dimensão ambiental, esses autores abordam a garantia do ecossistema, respeitando sua capacidade de renovação e prevenindo as várias formas de poluição. Para a dimensão econômica, ressaltam a equidade de distribuição de riquezas e renda, reduzindo as diferenças sociais. E, para a dimensão cultural, a garantia de preservação de patrimônios históricos, urbanísticos, paisagísticos e ambientais, respeitando a diversidade das culturas dos povos, em suas várias formas de expressão e representação.

Nota-se que as dimensões apresentadas são dependentes umas das outras, e devem estar relacionadas a um determinado local e tempo. Para uma análise da sustentabilidade, deve-se garantir uma inter-relação entre as dimensões, levando-se em consideração a comparação com o desejável no futuro e a realidade do presente, sempre respeitando o local em que se está inserido.
Yuba (2005), quando analisa a cadeia produtiva de habitações em madeira de plantios florestais, afirma que a pluridimensionalidade da sustentabilidade tem sido abordada de forma parcial, uma vez que os métodos de avaliação são simplificados, oferecendo "*...uma visão estática, prejudicando o conhecimento do processo de ganhos e perdas de sustentabilidade"*.
O termo "sustentabilidade", analisado por SILVA (2000), surgiu a partir da necessidade do homem em possuir um eixo condutor de projetos, programas, instrumentos, políticas para o setor público e privado, formulando bases para a resolução de seus problemas e para tomada de decisões. Com a introdução dessa discussão no âmbito da construção civil, têm-se discutido que pouco da pluridimensionalidade da sustentabilidade está presente nas análises das intervenções realizadas.
Em CIB (1999), é ressaltado que os princípios da sustentabilidade devem ser aplicados a todas ações humanas, evitando-se problemas, como desperdícios de materiais, degradação ambiental, perda de patrimônios naturais, formação de áreas degradadas, exclusões sociais e desemprego.
Levando-se em consideração os conceitos e fundamentos teóricos apresentados, os materiais utilizados para elevação de parede podem ser analisados segundo as dimensões da sustentabilidade. Para que isto seja possível, optou-se neste trabalho por discretizar o ciclo de produção das duas técnicas construtivas - o tijolo cerâmico alveolar e o adobe - para que cada etapa da produção da habitação social rural, em regime de mutirão, seja analisada sob esta ótica.

2. Método de pesquisa e coleta de dados

Como estratégia geral de pesquisa, foi adotada a pesquisa-ação que, segundo Thiollent (1986), *"... é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo".*
A coleta de dados foi realizada juntamente com o acompanhamento da construção das habitações, e os dados coletados foram obtidos das seguintes fontes: relatos de reuniões realizadas durante o processo de construção das habitações, fotografias dos eventos (documentação), registros pessoais (registro em arquivo), observação participante nas várias atividades realizadas e registros de outros integrantes da Equipe Técnica e de Pesquisadores, que acompanharam a execução.

3. Caracterização do objeto de estudo

O objeto empírico analisado neste trabalho é o processo de construção de 42 habitações de interesse social, no Assentamento Rural "Fazenda Pirituba", localizado no município de Itapeva, sudoeste do Estado de São Paulo (Brasil). Estas habitações se encontram atualmente em construção, com variações na tipologia: dois ou três quartos e banheiro no centro da casa ou na lateral, com sistema de vedação em adobe (Fig.1 - Hab. 1) ou tijolo cerâmico alveolar (Fig.1 - Hab. 2).
As habitações de dois quartos possuem área de cobertura de 96,62 m² e as habitações de três quartos, 106,3 m², sendo que as tipologias ainda possuem em seu programa varanda, sala, cozinha e banheiro.
Os recursos financeiros para construção das habitações foram obtidos pelas famílias junto ao Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social (PSH Rural), que permite apenas a compra de materiais de construção. Este recurso é composto por um subsídio do Governo Federal (operacionalizado através da Caixa Econômica Federal) e um financiamento do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA),

que integrados compõem valores aproximados de R$ 7.500,00 (cerca de € 2.100) e R$ 9.500,00 (cerca de € 2.700) para as habitações com dois e três dormitórios, respectivamente. As atividades no canteiro de obras tiveram início em fevereiro de 2004 e terão término previsto para outubro de 2005.

4. A escolha do material do sistema de vedação e suas implicações

Brevemente, as construções das habitações tiveram o seguinte histórico: sensibilização e envolvimento das famílias (primeiras reuniões), levantamento sócio econômico e das condições das habitações atuais, assembléia de formalização do grupo de famílias (entre as 80 famílias assentadas), discussão do projeto arquitetônico (com participação ativa dos assentados), oficinas de capacitação na produção de adobe, construção de uma Casa Modelo, formação do Grupo PSH (grupo das 42 famílias que realizaram articulações em busca do financiamento) e escolha da tipologia construtiva.

Estas atividades foram realizadas entre outubro de 2002 e janeiro de 2004, e o processo de discussão com as famílias sobre o projeto arquitetônico e a escolha dos materiais que seriam utilizados na habitação originou uma dissertação de mestrado com o título 'A casa é o pivô" de Shimbo (2004), onde pode ser verificado todo o processo de discussão, estratégias e moderações realizadas com as famílias nesta etapa pré canteiro de obras.

A princípio, deste grupo de 42 famílias, 16 haviam optado pelo sistema construtivo em adobe e 26 pelo sistema construtivo com tijolos cerâmicos alveolares.

Com o decorrer das atividades no canteiro de obras, 15 famílias que haviam optado pelo adobe mudaram sua opção para o tijolo alveolar. As causas destas mudanças podem ser classificadas nas "falas" das famílias, a argumentação apresentada para que o material fosse alterado e as causas levantadas pelos pesquisadores.

As famílias, em reunião e assembléia do grupo PSH nos dias 14/05/2004 e 21/05/2004 respectivamente, apresentaram as seguintes argumentações:

- Dilson (mutirante) *"muitos já estavam com pé atrás, não confiava no tijolo (adobe), mas o problema principal foi na capacitação, foi inviável …"* a argumentação deste mutirante foi baseada na dificuldade que eles tiveram em produzir os adobes, levando-se em consideração também o problema de compatibilizar a produção do adobe com o cronograma de execução das habitações. Ainda relacionado com a dificuldade de produção do adobe, algumas famílias apresentaram a dificuldade de possuir apenas uma pessoa para a sua produção, dificultando a realização de atividades simultâneas no canteiro de obras e produção do componente;
- Rejeição da família quanto ao material, como por exemplo esta frase do Zézão: "*Eu falo que vou fazer tijolo de adobe e meu filho fala que não vai morar.";*
- Problema de relacionamento entre as famílias que iriam construir em adobe com as que iriam construir em tijolo alveolar, os boatos que surgiram entre as famílias, desprezando quem utilizasse o adobe, como foi a frase do mutirante Mauro *"eu não sou pica-pau para morar em casa de madeira e nem João de Barro para morar em casa de barro"* , fazendo referencia às propostas de sistemas construtivos apresentados pelos pesquisadores, para discussão com as familiais na escolha das tipologias;
- Alegaram que o adobe "derreteria" se tomasse chuva, e que não teriam local para produzir o componente.

As causas identificadas ou constatadas pelos pesquisadores até o momento apontam:

- Sob a ótica cultural e social: o processo de produção do adobe realizado no assentamento possuiu uma etapa de amassamento do barro com os pés, a proposta de pisar como uma atividade lúdica foi interpretada pelas famílias como um retrocesso na produção, a equipe de pesquisadores não apresentou nenhuma novidade tecnológica, como uma maquina que realizasse esta atividade;
- Sob a ótica construtiva: a dificuldade de apresentar exemplos positivos de habitações construídas na região gerou uma desconfiança sobre a durabilidade do material,

sendo que as famílias questionaram e as respostas apresentadas não foram convincentes para que eles apostassem no material;
- Sob a ótica econômica: o valor de troca de uma habitação que utiliza tijolo cerâmico alveolar na região é maior que a de uma habitação em adobe.
- Sob a ótica ambiental e econômica: as famílias não levaram em consideração os argumentos relativos aos impactos ambientais e a concentração de renda que a produção de tijolo cerâmico causa na região.

5. Os ciclos de produção do adobe e do tijolo cerâmico alveolar

O ciclo de produção do tijolo cerâmico alveolar já é bastante conhecido, no Brasil todo, por se tratar de um material de construção convencional e o mais utilizado, principalmente em habitações de interesse social. No entanto, cabe destacar que a produção deste material provoca grandes impactos ambientais, com significativa degradação da paisagem, já que sua principal matéria prima é o solo extremamente argiloso, que é extraído em um volume muito grande e concentrado em regiões bem definidas. No seu ciclo de produção há um expressivo consumo de energia, além de concentração de renda, uma vez que é um processo altamente industrializado.

Não é o caso do adobe, que pode ser produzido por cada um, com matéria prima do próprio local da construção (terra) e mínimo consumo de energia. O seu processo de produção (Figura 2) pode ser resumido nas seguintes etapas (Faria, 2002): a) preparação do canteiro de produção; b) extração e preparação da terra; c) preparo e trituração da palha (no caso do adobe estabilizado com biomassa vegetal); d) preparo do traço da mistura; e) amassamento e descanso do barro; f) moldagem dos adobes; e g) secagem e armazenamento dos adobes.

6. Levantamento e análise de classes de variáveis e variáveis para escolha do sistema de vedação

Enfocando o ciclo de produção, realizou-se o levantamento das variáveis do sistema de vedação vertical em adobe x tijolo cerâmico alveolar (conforme apresentado no Quadro 1). Para uma melhor associação das variáveis, elaborou-se uma classificação segundo as dimensões da sustentabilidade: social, política, ambiental, econômica e cultural.

As variáveis são *"... qualquer característica de um objeto, evento ou indivíduo segundo a qual ele pode ser classificado..."* (KUBO, 1993). Procurou-se levantar as variáveis que possuem relevância em sua classe ou na viabilidade das coletas das informações, abordadas segundo as dimensões da sustentabilidade, já definidas.

Dimensão econômica:

A parede de adobe apresenta menor impacto nesta dimensão, se comparada com a parede de tijolo alveolar. O custo de R$ 0,42/m² de parede com o adobe, contra R$ 8,17/m² de parede com tijolo alveolar, é significante, mas não determinante para a escolha do sistema de vedação pelas famílias. Outro fator que deve ser levado em consideração é o aumento das vendas pelas fábricas de tijolos na região, aumentando a concentração de recursos em poder de poucos, ao passo que o adobe é produzido pela própria família que construirá a casa. Ainda na dimensão econômica, segundo a cultura local, a habitação em adobe possui valor de troca menor que a habitação em tijolo cerâmico alveolar.

Dimensão ambiental:

Os impactos ambientais da produção de tijolo cerâmico alveolar, sendo eles: o consumo de combustível derivado do petróleo, a degradação de áreas devido a retirada de solo para produção do tijolo, o consumo de energia elétrica e térmica e a utilização de cimento na argamassa de assentamento, apresentam alto grau de impacto ambiental se comparados com as mesmas variáveis do adobe.

Dimensão cultural e social:

A construção de habitações na área rural do estado de São Paulo (Brasil) utiliza em sua grande maioria os tijolos cerâmicos, denominados pela população do

assentamento como "*casa de material*", uma referencia ao tijolo, tornando os outros materiais de vedação, como a madeira e o adobe, como casas que não são "*de material"*. Nesta dimensão, a análise das variáveis deve ser realizada em dois momentos. Num primeiro momento, as famílias foram atraídas pelo adobe pelo seu baixo custo financeiro, que viabilizaria a construção da habitação pelas famílias que apresentavam menor renda dentro do grupo PSH. Num segundo momento, após a confirmação do financiamento e início da construção, o alto custo social de produção do adobe, no decorrer das atividades do canteiro de obras, impossibilitando que a variável fosse mantida como prioritária para a escolha do sistema de vedação pelas famílias.

7. Considerações finais

Os resultados obtidos com a experiência relatada, sobre a construção de uma habitação em adobe na área rural, em contraposição à construção com tijolos cerâmicos alveolares, indicaram, principalmente, que a introdução de um material de construção não convencional em uma comunidade exige um grande investimento de tempo e esforço, prévios, para a sensibilização desta comunidade.

Entre os estudiosos da terra, como material de construção, é praticamente consenso de que se trata de uma alternativa plenamente sustentável, sob todas as dimensões da sustentabilidade. No entanto, no seio de uma comunidade carente de recursos financeiros e distante, culturalmente, das técnicas de arquitetura e construção com terra, as dimensões que prevalecerão são a econômica e a cultural.

Entretanto, no momento, após a conclusão da casa de adobe, e a mesma já sendo habitada, com muita satisfação por parte dos moradores, o discurso inicial e a conseqüente rejeição estão sendo revistos. São cada vez mas freqüentes, entre os assentados, observações como "*não é que o Sr. Camilo* [proprietário da casa de adobe] *tinha razão em apostar no adobe? A casa fica de pé e é confortável!".*

Agora, resta aos pesquisadores envolvidos no projeto, a continuidade do processo, com a realização de uma avaliação pós-ocupação e a apropriação da experiência, para possíveis reproduções em outros assentamentos rurais.

Agradecimentos: À UNESP, pelo afastamento, e à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pelo aporte financeiro, que possibilitaram a participação nos eventos.

Bibliografia

- ACSELRAD, H. (1999). **Sustentabilidade e desenvolvimento**: modelos, processo e relações. Série Cadernos de Debate Brasil Sustentável e Democrático, Rio de Janeiro, Brasil, n. 5.

- CIB (1999). **Agenda 21 on sustainable construction**. s.l., CIB Report Publication 237.

- FARIA, O. B. (2002). **Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe:** um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana-SP). São Carlos, Brasil. Tese (Doutorado), Programa de Doutorado do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada CRHEA, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

- KUBO, O. M. (1993) **Identificação de variáveis.** Adaptado de Curso de técnica de pesquisa: survey. Fundação Cenafor. p. 60-65. São Paulo, Brasil, 1977.

- THIOLLENT, M. (1986). **Metodologia da pesquisa-ação.** São Paulo, Brasil: Cortez.

- SILVA, S. M. (2000) **Indicadores de sustentabilidade urbana:** as perspectivas e as limitações da operacionalização de um referencial sustentável. São Carlos, Brasil: Universidade Federal de São Carlos. Dissertação (Mestrado).

- SHIMBO, L Z.. (2004). **A casa é o pivô.** São Carlos, Brasil: Universidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado).

- YUBA, A. N. (2005). **Análise da pluridimensionalidade da sustentabilidade da cadeia produtiva de componentes de construção em madeira de plantios florestais**. São Carlos, Brasil. Programa de Pós Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental – PPG-SEA, Universidade de São Paulo, CRHEA. Tese (Doutorado).

NOTA FINAL

Fernando Machado G. Silva: Engenheiro civil, formado pela Universidade Federal de São Carlos / Mestrando do Programa de Pós-graduação em Tecnologia do Ambiente Construído, pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP) / Pesquisador do Grupo de Pesquisa Habis

Obede Borges Faria: Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Civil-Faculdade de Engenharia-UNESP-Bauru / membro HABIs / membro Proterra-CYTED; Engenheiro Civil, Mestre em Arquitetura e Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental.

(T1-10)

COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS CONSTRUTIVOS COM ADOBE E COM TIJOLO CERÂMICO ALVEOLAR: UM ESTUDO DE CASO NO ASSENTAMENTO RURAL "FAZENDA PIRITUBA" (ITAPEVA-SP, BRASIL)

Fernando Machado G. da Silva e Obede Borges Faria



Fig.1 – Vista das habitações: sistema de vedação em tijolo cerâmico alveolar (Hab. 1) e sistema de vedação em adobe (Hab. 2). Fotos: Habis/EESC/USP.



Fig.2 – Etapas de produção dos adobes. Fotos: Habis/EESC/USP.

Quadro 1: Levantamento de classes de variáveis e variáveis para escolha do sistema de vedação em habitação social rural.

Variáveis	**Valor da variável**	**Classificação**
Produtividade na execução do adobe	6,87 tijolos produzidos por 1pessoa por hora	Econômico
Produtividade na execução da parede utilizando adobe	1,5 h de mutirante /m² de parede	Econômico
Produtividade na execução da parede utilizando tijolo cerâmico alveolar	1,28h de mutirante / m² de parede	Econômico
Quantidade de adobe/m² de parede	30 adobes/m²	Econômico
Quantidade de tijolo cerâmico alveolar /m² de parede	26 tijolos/m²	Econômico
Custo do adobe	R$ 0,03 unidade	Econômico
Custo do tijolo cerâmico alveolar	R$ 0,195	Econômico
Custo dos materiais da parede em adobe / m² de parede	R$ 0,42 / m²	Econômico
Custo dos materiais do tijolo cerâmico alveolar / m² de parede	R$ 8,17 / m²	Econômico
Grau de dificuldade na produção do adobe	Alto	Social
Tipo de energia gasta na produção de adobe	Energia humana e solar	Ambiental
Tipo de energia gasta na produção do tijolo cerâmico alveolar	Energia elétrica e térmica (madeira)	Ambiental
Quantidade de energia gasta na produção do tijolo cerâmico alveolar	Variável não coletada	Ambiental
Tipo de mão de obra utilizada na olaria	Funcionário contratado	Social
Tipo de mão de obra utilizada na produção de adobes	Mutirante	Social
Local de extração da matéria prima para a produção de adobes	Solo próximo a habitação	Ambiental
Local de extração da matéria prima para a produção de tijolos cerâmicos alveolares	Solos de sítios e fazendas na região da olaria	Ambiental
Distância do local de produção do adobe a habitação	50 metros	Ambiental e econômica
Distância do local da olaria ao assentamento rural Fazenda Pirituba – SP	45 kilometros	Ambiental e econômica
Tipo de combustível gasto no transporte dos adobes do local de produção a habitação	Óleo diesel	Ambiental
Tipo de combustível gasto no transporte dos tijolos cerâmicos alveolares da olaria ao canteiro de obras	Óleo diesel	Ambiental
Quantidade de combustível gasto para transportar os adobes do local de produção a habitação	7 litros	Ambiental
Quantidade de combustível gasto para transportar os tijolos cerâmicos alveolares da olaria ao canteiro de obras	77 litros	Ambiental
Resistência mecânica dos adobes	1,42 MPa	Econômica
Resistência mecânica dos tijolos cerâmicos alveolares	0,5 MPa	Econômica
Nº de famílias que optaram pela parede de adobe na assinatura do contrato	16 famílias	Cultural e social
Nº de famílias que mudaram sua opção de parede de adobe para cerâmico no decorrer do processo	14 famílias	Cultural e social
Grau de mecanização do processo de produção do adobe	Nulo, não possui mecanização	Ambiental
Grau de mecanização do processo de produção do tijolo cerâmico alveolar	Médio, possui extrusora para moldar os tijolos	Ambiental
Quantidade de cimento utilizado para a parede com tijolo cerâmico alveolar	3,69kg/m²	Ambiental
Grau de valorização econômica da habitação com sistema de vedação em adobe	baixo	Cultural

OS CANTOS NA TERRA: Uma comparação entre tecnologias de terra no norte do Yemen e no sudeste de Portugal

Fernando Varanda
Universidade Lusófona
Av. Conde de Valbom, 2, 1ºD, 1050-068 Lisboa
Tel/Fax 213557966 email:fernando.varanda@sapo.pt

Tema1: Tecnologia e Construção
Palavras chave: taipa, *zabur*, cunhal

Resumo
Pretende-se, com esta apresentação, ilustrar alguns aspectos de duas técnicas de construção em terra, com origens tão diferentes como os países onde se manifestam, dando um ênfase particular ao desenvolvimento de meios de reforço dos aspectos estruturalmente mais vulneráveis, nomeadamente os cunhais. De Portugal, apresentam-se exemplos de construção em taipa, na região de Mértola, e, do Yemen, da construção em *zabur* – estratos afeitados à mão – nas regiões de Sa'da e Barat, onde esta técnica se exprime da forma mais sofisticada. Depois de uma apresentação geral, para se perceber o seu papel na formação de um espaço construído característico, são referidos os métodos mais comuns e as soluções de união entre panos de parede e de reforço *a posteriori*, como esticadores e contrafortes, em Portugal, por oposição ao método yemenita em que o próprio processo de construção dispensa dispositivos adicionais e em materiais alheios aos da própria parede. Finalmente questionam-se as razões de nunca se ter desenvolvido, aqui, um método que se aproximasse do que parece, lá, óbvio e intuitivo e discute-se a adequação de adaptar, no processo de revitalização de uma técnica tradicional quase extinta em Portugal, contribuições inspiradas nos princípios desenvolvidos no Yemen,

1. A construção em taipa em Mértola

O Sudeste de Portugal marca-se pelo rio Guadiana e seus afluentes, correndo pelos vales sinuosos e encaixados de um sistema montanhoso que vai suavizando o seu declive até se desvanecer nas planícies centrais de Serpa, Beja, Castro Verde e Almodôvar. O concelho de Mértola representa bem esta zona de encontro entre a planície e as montanhas e é dele que se extraem os exemplos que ilustram esta comunicação.

O mapa de materiais e técnicas de construção das paredes exteriores - a terra, em forma de taipa, e a pedra - mostra como a taipa predomina a norte da região (com os melhores exemplos, entrando pelo concelho de Serpa adentro, onde atinge níveis reconhecidos de qualidade), e a pedra a sul do paralelo de Mértola e estendendo-se para a zona serrana de Alcoutim. No meio nota-se uma faixa de coexistência e combinação destes materiais. A construção de paredes exteriores em blocos de terra (adobe) é insólita.

A combinação dos materiais faz-se a níveis elementares, sob a forma de reforços em pedra das paredes em terra; ou a de alvenarias mistas, com camadas sobrepostas de materiais diferentes; ou ainda pela justaposição de troços de parede em materiais diferentes, quer para completar quer para ampliar um edifício.

A técnica de construção em taipa aqui segue procedimentos semelhantes aos do resto do Alentejo. A terra ia-se buscar ao campo, em baixas perto do local da construção, onde a terra fosse mais assente e profunda. O terreno podia ser próprio ou de alguém que concordasse em dar a terra. A terra era primeiro lavrada à charrua, para ficar solta, e transportada para o local da construção por carros de bois.

A melhor terra é a que já tenha sido lavrada mas não estrumada, ou a que fica por baixo da camada superficial. A qualidade da taipa mede-se pela proporção de argila e isenção de material orgânico na terra de que é feita. A técnica, contudo pode aplicar-se mesmo com terra inadequada, como acontece na Vila Velha de Mértola onde é comum a utilização das "natas" - o terreno de aluvião - do Rio, quer como material para paredes de taipa quer como argamassa para paredes de pedra. Com o tempo este material perde a coesão e por vezes só o reboco de cal, engrossado por sucessivas aplicações, impede que as paredes se desfaçam.

A amassadura requer uma quantidade certa de água: a terra não pode ficar "branda" nem "enxuta", (branda, agarra-se às paredes dos taipais, enxuta, desvia-se dos malhos e não liga) e o método mais seguro é que se vá "orvalhando", isto é misturando poucas quantidades de água de cada vez, até chegar ao ponto certo, o "tempero da terra", que se verifica calcando a terra com o pé.

No tempo húmido, junta-se toda a terra, sem mexer muito, para secar; no tempo seco fazem-se vários montes, abrem-se valas em cada um deles, que se enchem de água, de tal forma que quando se vai traçar, já está húmida. Traça-se com uma enxada ou com uma pá.

A construção em taipa precisa de um equipamento variado: os "taipais", cofragens de madeira com 1,50 m x 0,50 m ou 1,75 m x 0,55 m , a "comporta", painel de madeira amovível com a altura do taipal e a largura da parede que fecha o topo por onde se começa a calcar a terra; os "costeiros", prumos para manter os taipais em posição, as "agulhas", que faziam o aperto entre taipais opostos, os "côvados", peças de madeira da largura da parede que contraventam o aperto dos taipais, os "malhos", para calcar a terra, o "espartão", alcova de esparto em que a terra se transportava, enxadas, baldes e depósito de água.

A largura entre taipais varia de 45, 50 ou 55 centímetros, consoante a obra seja de muros, casas normais ou casas altas, respectivamente.

Nos terrenos rochosos, as paredes são assentes sobre a rocha natural, podendo mesmo tirar partido de afloramentos; nos outros, há alicerces de blocos de pedra, argamassados com terra, que podem sobressaír apenas do chão ou fazer um evidente soco sobre o qual as paredes em terra ou pedra se erguem.

Construídos os alicerces em pedra, assentam-se sobre eles os taipais e colmatam-se os interstícios por onde a terra possa sair, com umas pedras (pedra-agulha) postas com a face encostada ao taipal e um bocado de barro para vedar. A terra começa a ser colocada a partir do extremo do taipal fechado pela comporta. O trabalho de cada taipal completa-se com a "cutelada" - a junção em diagonal com o enchimento seguinte na mesma fiada. Tanto estas juntas como as verticais, feitas do lado da comportas, são desencontradas com as da fiada seguinte. Quando se está a fazer a taipa formam-se, com pequenos tacos de madeira, os locais por onde entram as agulhas ao continuar a construção para cima. As fiadas são feitas por inteiro, isto é fazem todo o contorno das paredes. Só depois de uma fiada estar completa é que se passa à superior. Isto permite que se assentem as fiadas continuamente sobre porções relativamente secas, de tal forma que quando a última fiada se faz, passados oito ou dez dias da primeira, já esta está seca. As junções entre fiadas, tal como as juntas verticais e diagonais, são frequentemente feitas com argamassa de cal. Podem também colocar-se fieiras de pedras nas juntas entre fiadas, alegadamente como forma de o reboco aderir melhor.

A parede pode ser rebocada e caiada - o mais normal, até por uma questão de protecção aos elementos - simplesmente caiada ou deixada exposta. As guarnições dos vãos fazem-se logo em tijolo macisso e os taipais sobem normalmente enchendo os espaços sem tijolo. Depois retira-se a terra do interior do vão.

A taipa aparece com tratamentos diferentes que podem coexistir na mesma localidade ou em localidades muito próximas. Assim, ela pode surgir com uma textura muito

homogénea, sem agregados a distinguir-se, sendo as juntas entre estratos quase invisíveis, não se notando a argamassa entre elas. Encontram-se exemplos de João Serra ao Mosteiro e à Mina de São Domingos, em extremos opostos do concelho. Mas, logo perto dos mesmos locais, podem-se ver estratos de altura média (cerca de 50 cm), separados por juntas de argamassa de cal tão rija que sobrevive à erosão da taipa; pode haver juntas verticais e/ou em diagonal entre taipais. Ou podem ainda ser de um processo semelhante, com estratos mais estreitos, como se encontra em Boizões.

A brita de xisto –"talisca" - é frequentemente utilizada como agregado e proporciona paredes muito resistentes e superfícies com grande qualidade plástica.

A utilização combinada com pedra surge sob a forma de coroamento de paredes para fazer a cornija de assentamento do telhado; ou ainda como fieiras de pequenos blocos ou lajes de pedra entre os estratos. Uma aplicação especial é a das "camisas de pedra", isto é, um revestimento exterior de pedra em paredes de taipa, geralmente aposto sobre paredes já corroídas. Esporadicamente viram-se aplicações de outros materiais, como cortiça, nas juntas horizontais.

Tal como a construção em pedra, a sua prática corrente terminou em meados do séc. XX, embora haja exemplos isolados e de pequena monta, paralelamente, ou, porventura, por influência das tentativas de reabilitação iniciadas por via intelectual nas últimas duas décadas do século.

A maior fragilidade destas paredes nota-se na fissuração, especialmente junto aos cunhais, já que o encontro das paredes no canto é feito por justaposição. Utilizam-se caibros ou pedras compridas ("travadoiros") embebidas na parede e cruzadas para contrariar a fissuração particularmente nos cantos, mas não é um método eficiente. Assim, por vezes, encontram-se cunhais inteiramente em pedra em edifícios em taipa.

Os remédios que se aplicam para contrariar a fissuração por esforço transverso são as "agulhas" ou "esticadores" e os contrafortes. As agulhas são tirantes de aço ao nível de um frechal, apertando-se entre paredes opostas. Os contrafortes, conhecidos localmente como "moirões", são em pedra, quer a construção seja em pedra ou em taipa, e constroem-se sempre como remédio, não existindo desde o início da construção senão como exagerada precaução ou em afectações estilísticas de origem recente. Ocasionalmente encontram-se contrafortes em tijolo burro ou tijolo misturado na pedra, mas não há contrafortes construídos como tal em taipa. Pode contudo acontecer que permaneçam e sejam cortadas como contrafortes, as paredes em taipa de uma casa vizinha entretanto derruída e que ajudam a suportar a estrutura que se manteve. Também a estes elementos se dá o nome de "moirões".

2. A construção em *zabur* no Yemen

O Yemen, de cuja arquitectura se falará noutra comunicação, ocupa as montanhas do canto Sudoeste da Península da Arábia e apresenta uma grande diversidade de formas de construção em terra e em pedra fortemente identificadas com as regiões naturais do país. Na região de Sa´da, nos plainos semi desérticos do norte do país, encontramos as expressões mais sofisticadas de uma técnica que, embora substantivamente homogénea, tem grandes variações desde a província de Asir, a norte de Sa´da, que a Arábia Saudita anexou em 1934, até às regiões de Barat e Jawf, nas faldas das montanhas voltadas para o grande deserto árabe, a leste.

Esta técnica, conhecida localmente por *zabur*, tem de comum com a taipa o facto de ser uma construção em estratos. E aí pára a semelhança porque àparte uma pequena pá para fazer o acabamento, toda a execução é feita com as mãos.

A terra usada é a do próprio local, escavando-se uma área onde ela é misturada com água e palha (a de aveia é considerada a melhor) e amassada com os pés. Depois da amassadura formam-se bolas, tão grandes quanto duas mãos possam conter, que são levadas às costas de um servente para o local da construção propriamente dita. Estas são depois tomadas e atiradas em cadeia por outros trabalhadores até chegar ao mestre construtor que as arremessa vigorosamente para o estrato em construção. A forma deste arremesso é importante porque é o que

consolida as bolas de barro no estrato. Este é depois afeitado com as mãos por um grupo de operários e acabado por um outro operário que o bate com uma pá de madeira. Se não é possível completar as paredes todas no mesmo dia, fazem-se, pelo menos, as intersecções com a parede exterior, de forma a não deixar uma junta vertical crítica no encontro das paredes. Cada estrato tem cerca de 60 cm de altura e, numa casa de tamanho corrente, não leva mais que um dia a construir. A espessura das paredes vai diminuindo com a altura do edifício sendo, consoante a altura prevista para o total, de 60 a 80 cm no piso térreo. Nas paredes exteriores, cada estrato fica ligeiramente inclinado para dentro de tal forma que a sua parte inferior sobressai da parte superior daquele em que assenta. Isto ajuda a proteger as juntas entre estratos da água da chuva escorrendo pelas paredes, num método semelhante ao que se encontra nas grandes alvenarias de pedra da construção pré-islâmica, e acentua o característico perfil trapezoidal destes edifícios.

Os cantos de cada estrato são levantados, formando como que um sistema de encaixe, que liga verticalmente todos os estratos e contraria o efeito de corte junto aos cunhais; além de resistir a outras acções episodicamente violentas – tais como a artilharia dos tanques durante a guerra civil de 1962/68 e sismos que, surgindo com menos frequência e intensidade que mais a sul do país são, mesmo assim, assinaláveis. Em caso nenhum de construção em terra no Yemen – em estratos, em blocos de terra crua, ou tijolos cozidos – se encontraram dispositivos de reforço, como os vistos em Mértola.

As paredes podem ou não ser exteriormente revestidas com *malaj* - uma argamassa feita com barro e bosta - mas os interiores são sempre assim revestidos e quase sempre acabados a gesso decorado ou não com relevos simples.

3. Comparações

A comparação entre estes dois métodos – taipa e *zabur* - permite naturalmente formular muitas perguntas, umas de resposta mais imediata que outras. Sim, está-se diante de condições climáticas e geológicas diferentes, é quase desértico o clima de Sa'da, é quase mediterrânico o de Mértola; é diferente a qualidade dos solos; e são diferentes os antepassados de cada técnica.

No entanto não deixa de ser intrigante como nunca se desenvolveram em Mértola – ou, para o caso, em qualquer outro lugar de Portugal – dispositivos mais eficientes para o travamento nos cunhais, tais como o cruzamento de estratos (numa analogia fácil de estabelecer com a concorrente construção em pedra) ou a montagem de estratos em L especialmente para os cunhais. Mais intrigante ainda é como aconteceu ter-se desenvolvido uma técnica, tão simples como eficiente, num determinado lugar do mundo e não haver sequer suspeitas de algo parecido noutros em que as circunstâncias ambientais e culturais não variavam, aparentemente, muito. É verdade que não resta nada em Portugal do que terá sido a possível contribuição para a arquitectura doméstica dos yemenitas que se fixaram no Gharb al Andalus. Em Espanha, contudo, na Serra Nevada, viram-se aglomerados cujos edifícios em pedra têm flagrantes afinidades com o que se encontra na Hujjaryia, no sul das Terras Altas do Yemen. O grosso da incorporação yemenita nos exércitos da expansão islâmica terá vindo do centro-sul do país, onde a pedra é o principal material de construção, com uma estrutura tribal relativamente ténue, e sunita, logo, mais directamente dependente dos centros de decisão em Damasco ou Baghdad; ao passo que, no norte, Sa'da era a capital da versão local do xiismo e as suas tribos, fortemente estruturadas e ferozmente independentes, pouco terão contribuído para a diáspora desta época. Dificilmente pois, se pode conceber nestes termos a exportação da técnica do *zabur*, haja embora ampla especulação sobre a influência yemenita nas grandes construções em terra do sul de Marrocos.

Talvez o facto de os estratos de *zabur* serem feitos sem recurso a nenhum molde tenha, pela liberdade permitida à mão, levado ao engenho da concepção. Mas não deixa de ser curioso, ao olharmos para o que se passa em Mértola, que, tendo-se desenvolvido técnicas relativamente sofisticadas na composição das massas, no

tratamento de juntas, no encontro com as coberturas, sejam precisamente os cunhais das casas, mitica e simbolicamente tão importantes como as fundações, o seu ponto mais fraco, requerendo quase sistematicamente dispositivos de coesão estranhos à estrutura intrínseca dos edifícios.

É legítimo, na recuperação que, por via intelectual, se está a tentar fazer da construção em terra, em Portugal, integrar uma contribuição tão simples e inteligente como a que a técnica do *zabur* oferece? É um assunto para discussão. Se o reconhecimento das virtudes da construção em terra vem por mais do que as tendências arcaizantes que se seguem frequentemente aos períodos de grande inovação formal e tecnológica, parece legítimo integrar as técnicas que seriam acessíveis em igualdade de condições de evolução técnica. Mais revolucionária parece, nesse aspecto, a já corrente introdução de concessões à mecanização e industrialização das ferramentas e utensílios da taipa – tais como pilões movidos por motores em vez da força de braços e, eventualmente, taipais metálicos – que cada vez mais aproxima a ideia de taipa à de "betão de terra" isto é, uma tecnologia em que a única coisa que varia dos meios de produção industriais é a matéria prima em si. Aquilo que, em última análise torna certas técnicas tão atraentes – como a total independência de formas de energia que não as directamente fornecidas pela natureza e pelo esforço do corpo – tem um valor que ou é reconhecido como tal ou então as remete à condição de exemplos de um tempo em que a comodificação da cultura ainda não era um ingrediente essencial ao seu desenvolvimento

Bibliografia

- CORREIA, Mariana (2000): "Le Pisé d'Alentejo, Portugal", em *Mémoire de Maitrise, DPEA-Terre 1998-2000,* CRATerre, École d'Architecture de Grenoble, França.
- VARANDA, Fernando (2000): *Mértola, no Alengarve*, Assírio e Alvim, Lisboa, Portugal
- VARANDA, Fernando (2000): "Bread and Building in Mértola", in *Traditional Dwellings and Settlements - Working Paper Series,* Vol. 133. *Architecture and the Making of Tradition,* IASTE, University of California, Berkeley, E.U.A.
- VARANDA, Fernando (2003): "Muros de Propriedades Rurais em Mértola", in *Gramáticas de Pedra – Levantamento de Tipologias de Construção Murária*, Gabriela Casella Ed, Centro Regional de Artes Tradicionais, Porto, Portugal

Nota Final

Fernando Varanda é arquitecto e urbanista e ensina na Universidade Lusófona. É autor dos livros **Art of Building in Yemen** e **Mértola no Alengarve**, além de artigos e apresentações audio-visuais resultantes de levantamentos feitos em vários países do mundo.

(T1-11)

OS CANTOS NA TERRA: Uma comparação entre tecnologias de terra no norte do Yemen e no sudeste de Portugal

Fernando Varanda

Figuras com Legendas

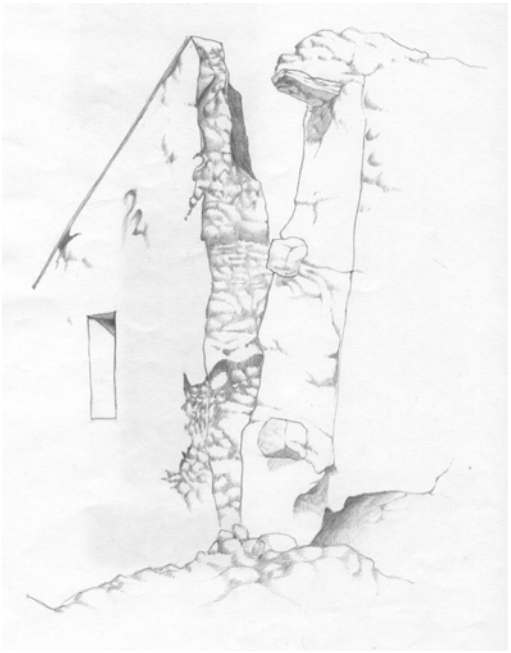


Fig.1 – Fissuração de cunhal em Pias (Corte do Pinto)

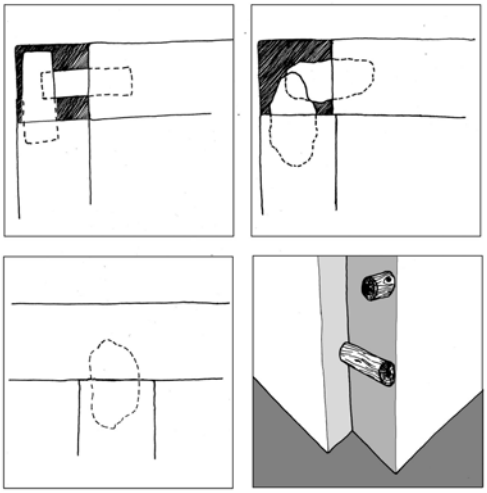


Fig.2 – Esquemas de ligação entre paredes por pedras ou troncos de madeira



Fig.3 – Mestre construtor lançando as bolas de terra na construção de parede em *zabur* em Sa´da, Yemen



Fig.4 – Operários afeitando o primeiro estrato de parede em *zabur* em Sa´da, Yemen. Notem-se as intersecções e arranques de futuras paredes

TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO NO BRASIL – UMA VISÃO DE MERCADO

Renato Augusto Nascimento*
POLI - USP/ Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Construção Civil - PCC/USP,
Av. Prof. Almeida Prado, trav. 2 nº 83, São Paulo, 05508-900, BRASIL
Tel.: +55 11 30915459; E-mail: renato.nascimento@poli.usp.br

Tema 1: Tecnologia e construção
Palavras-chave: tijolos, solo-cimento, tijolos prensados

Resumo
Antiga, mas não ultrapassada, a tecnologia de tijolos de solo-cimento apresenta suas qualidades em meio a tantas outras tecnologias modernas, e é principalmente quando se faz presente à preocupação com a sustentabilidade, é que especialistas no assunto apresentam justificativas sólidas para o investimento nesta área. O desenvolvimento econômico globalizado, a preocupação social e a busca de tecnologias de baixo impacto ecológico, impõem o conceito de Desenvolvimento Sustentável também à Construção Civil.
Foi observado que há um avanço na tecnologia de desenvolvimento e fabricação de máquinas e equipamentos, porém, não existe uma metodologia e um trabalho no sentido de desenvolver o processo de produção desses tijolos, bem como um estudo de dosagem que determine os estabilizantes adequados, e seus respectivos teores para a correta compactação. Portanto, percebe-se que existe a necessidade de uma parceria entre a indústria e o trabalho desenvolvido por universidades e instituições de pesquisa.
Neste caso, é oportuno consolidar essa tecnologia não só para melhorar a qualidade dos componentes e dos processos construtivos, onde são utilizados, como também para incentivar a produção e o uso de componentes que podem ser produzidos sem geração de resíduos no seu processo de fabricação e com baixo custo energético. Salienta-se que essa tecnologia é potencialmente apta a incorporar resíduos de outros processos de reciclagem, o que já é inclusive vislumbrado por pesquisadores de solo-cimento.
Este trabalho mostra que o assunto está em franco desenvolvimento no Brasil, uma vez que há produtores de máquinas e equipamentos para a produção desses tijolos espalhadas por diversos Estados, e ainda, além de projetos de conjuntos habitacionais de auto-construção, a população da classe média está adotando o sistema construtivo uma vez que, através de um projeto racional, pode-se construir residências com baixo custo, sem perda de material, e com o apelo da preservação do meio-ambiente.

1. Introdução

O objetivo desse artigo é apresentar um levantamento sobre a atual oferta de máquinas e equipamentos para produção de tijolos de solo-cimento para a construção civil em grande parte do mercado brasileiro, o qual consideramos estar em ascensão, tanto na fabricação de máquinas e equipamentos como na produção e construção de casas com esses componentes. O mercado de máquinas manuais apresenta a maior variedade de modelos, produzindo máquinas para tijolos maciços ou vazados, das mais diversas formas e tamanhos com os preços variando de R$ 2.000,00 a R$ 10.000,00. No caso das mecânicas/hidráulicas, pode-se adquirir somente a prensa, ou a planta completa (destorroador, misturador, peneira e esteiras) de uma indústria de tijolos, com capacidade para produzir até 1.800 tijolos por hora podendo, segundo o fabricante trabalhar ininterruptamente.
Os fabricantes de tijolos manuais estão produzindo, cerca de 3.500 tijolos/dia, principalmente do tamanho 12,5 cm x 25 cm, com dois furos. Já as empresas que fabricam os tijolos por processos motorizados têm capacidade para produzir cerca de 15.000 tijolos/dia.
Assim, este artigo tem por objetivo evidenciar como a tecnologia de processos construtivos com tijolos de solo-prensado vem ganhando espaço no mercado da construção civil, com preços que se dizem competitivos, e ao mesmo tempo evidenciará que requer mais atenção para a qualidade.

O mercado nacional conta com fabricantes de máquinas altamente capacitados e empenhados no desenvolvimento de equipamentos de prensagem. Também as universidades e institutos de pesquisa vêm estudando as características, o desempenho e o comportamento das matérias-primas alternativas para suprir este mercado, por exemplo através da sua acoplagem a processo de reciclagem de entulho, como estudam os pesquisadores e André Luiz Nonato Ferraz e Antonio Anderson da Silva Segantini, da UNESP de Ilha Solteira SP.
Mas, são vários os produtores que desconhecem a tecnologia de solo-cimento. Aliás, a grande maioria desconhece as respectivas normas da ABNT, não investe em pesquisa, não mantém contato com trabalho desenvolvido por universidades e institutos de pesquisa e conseqüentemente produzem um material com qualidades técnicas duvidosas.
Assim, resta aliar o mercado e o meio científico, e a partir dessa união, alavancar esta tecnologia que tem potencial não só para melhorar a qualidade da construção civil, como também, aumentar a geração de emprego, diminuir o custo final da obra, e produzir um componente de alvenaria utilizando matérias-primas renováveis, sem geração de resíduos no seu processo de fabricação e com baixo custo energético e potencialmente apto a otimizar processos de reciclagem.
Espera-se que trabalhos como este venham incentivar um futuro programa de qualidade e de certificação de empresas produtoras e assim a expansão tecnológica desse mercado.

2. Empreendimentos habitacionais com tecnologia de solo-cimento

Segundo a ABCP (1998), desde 1948 até hoje, a experiência brasileira em edificações de solo-cimento foi substancialmente ampliada, conforme apresenta o Cadastro de Construções em solo-cimento, mantido pela Caixa Econômica Federal (1). Atualmente, segundo informações obtidas junto a ABCP e a Caixa Econômica Federal, um volume considerável de obras vem sendo executado por prefeituras, autarquias e construtoras particulares, que se beneficiam das vantagens técnicas e econômicas que este material construtivo oferece.
Um exemplo de obra de auto-construção é o Projeto Cajurú (2), o qual a partir do regime construtivo de mutirão, com a utilização de tijolos prensados de solo-cimento fabricados com prensas manuais, beneficiou cerca de 1.484 pessoas que moram nas 370 casas prontas, na cidade de Sacramento MG.

3. Fabricantes de equipamentos para produção de tijolos de solo prensado

Foi verificado que há diversos fabricantes empenhados em desenvolver máquinas e sistemas para fabricação de tijolos prensados. Estes equipamentos com a característica de moldar por prensagem, possuem câmaras cujo formato possibilita produzir tijolos com formas e dimensões variadas. Existe uma diversidade de equipamentos podendo atender às necessidades de produção para edificações de diferentes portes.
A empresa mais popular no mercado brasileiro é a SAHARA Tecnologia, Máquinas e Equipamentos Ltda. , que produz suas prensas desde 1972, e hoje conta com mais 12 tipos de máquinas manuais para produção de tijolos prensados e 4 máquinas manuais para produção de pastilhas de revestimento, também usando a mesma tecnologia. (Fig.1)
A VIMAQ, produz uma prensa semelhante que tem como diferencial uma caixa refil, que possibilita de moldar até 5 tipos de tijolos e conta com uma praticidade de transporte devido a máquina ser desmontável e a vantagem de se poder substituir qualquer uma das peças que compõe a máquina, separadamente.
Já a empresa Máquinas MAN, oferece a versatilidade de produção de diversos tipos de tijolos, que permitem montar paredes em "L", "T" e "X", com encaixe perfeito, sem recortes. Pensado na parte operacional da máquina e no bem estar do operador, projetaram uma alavanca ergonomicamente posicionadas mais alta, diminuindo assim

o esforço físico do operador. As formas de moldagem dos tijolos possuem regulagens para ajuste da espessura dos tijolos que podem variar de 3 a 6 cm.
A Tabela 1 apresenta uma relação de fabricantes de equipamentos para produção de tijolos de solo-cimento disponíveis no mercado nacional.

Tabela 1 – Equipamentos manuais para produção de tijolos de solo-prensado

Características dos equipamentos		Produção Estimada
Permaq Máquinas Pneumáticas Ltda. (3) São Paulo – SP Tel.: +55 11 6918-9925 www.permaq.com.br atualizado em 13/jul/2005	Produz 3 tipos de prensas para produção de tijolos modulares furados de 10x20x5cm, 12,5x25x6cm e 15x30x7,5cm. Fabrica também, o destorrador que facilita sua mistura e melhora muito a aparência dos tijolos	Molda um tijolo por vez, e tem capacidade para até 2000 pç/dia
VIMAQ Caraguatatuba – SP Tel.: +55 12 3157 7123 www.vimaqprensas.com.br atualizado em 13/jul/2005	Fabrica 3 modelos de máquinas manuais p/ produzir tijolos de: 10x20x5cm, 12,5x25x6,5cm e 15x30x7cm. 5 modelos de tijolos: 1- Maciço aparente 2- Modular de Encaixe 3- Plaqueta 4- Canaleta 5- Piso	Molda um tijolo por vez, e tem capacidade para produzir até 1500 pç/dia. As máquinas são todas desmontáveis possibilitando manutenção
Grupo King SPEED HOUSE (4) Contagem – MG Tel.: +55 31 3353-2429 ou +55 31 9983-9060 http://users.task.com.br/speedhouse/ atualizado em 13/jul/2005	Prensa manual para produção de tijolos modulares furados de 12,5 x 25 x 6,5 cm e tijolos maciços comuns e de encaixe. Também produz o triturador para homogeneizar a mistura	O modelo 1 tijolo tem capacidade para produzir até 1500 pç/dia e o modelo 3 tijolos até 3000 pç/dia
Máquinas MAN Marília – SP Tel: +55 14 425-3022 Fax: +55 14 425-3070 www.man.com.br atualizado em 13/jul/2005	Dois modelos de máquinas manuais: P1 e P3, com formas adicionais, pode-se produzir vários tipos de tijolos, permitindo montar paredes em "L", "T" e "X", com encaixe; e triturador para homogeneizar a mistura.	Molda um tijolo por vez, e tem capacidade para produzir até 1500 pç/dia (P1), e até 3000 pç/dia (P3)
Grupo MEC (5) Vitória – ES Tel.: +55 27 3314-0371 +55 27 3227-9355 www.grupomec.com.br atualizado em 13/jul/2005	Prensa robusta com capacidade para produzir 3 tijolos modulares por prensagem, maciços ou furados. A medida do tijolo poderá variar de acordo com a necessidade do cliente.	Molda três tijolo por vez, e tem capacidade para produzir até 1500 pç/dia
GTW Eletromecânica Ltda. (6) São Gonçalo do Sapucaí MG Tel.: +55 35 3241-1365 +55 35 9967-1820 www.gutward.com.br atualizado em 13/jul/2005	Prensas para tijolos de solo-cimento de 23 x 11,5 x 6,25 cm maciços ou furados de solo-cimento, peneira vibratória, destorroador de solos e misturadores horizontais.	Molda três tijolo por vez, e tem capacidade para produzir até 1500 pç/dia
SAHARA São Paulo – SP Tel: +55 11 6943-6955 www.sahara.com.br atualizado em 13/jul/2005	Modular 10x20x5 Modular 12,5x25x6,25 Máquina Modular 15x30x7,5 Mutirão 10x21 ou 11x23 Hobby 10x21 ou 11x23 Triturador JAG-5000	250 a 300 pç/hora 150 a 200 pç/hora 150 a 250 pç/hora 100 a 150 pç/hora 300 pç/hora 600 a 800 pç/dia

Obs.: dados obtidos nos sites indicados ou diretamente com os respectivos fabricantes.

Com relação a fabricantes de prensas mecânico/hidráulicas para produção de tijolos de solo-cimento, não é diferente, pois há diversos tipos de equipamentos disponíveis.
A JC Ferramentas Metalcoop Ltda. (7), produz um sistema conjunto, composto de triturador e misturador contínuo com peneira, prensa e esteiras transportadoras. A empresa vem inovando a cada ano, com parcerias com produtores de tijolos. Eles unem a tecnologia mecânica às necessidades da indústria da construção civil.
Em Vitória – ES, a empresa GRUPOMEC, fabrica quatro tipos de máquinas hidráulicas, com capacidade para produzir de 3.500 a 10.000 mil tijolos por dia. Além disso produzem também as esteiras transportadoras, destorroador e os acessórios necessários para se montar uma fábrica de tijolos prensados.
Lançada recentemente, o conjunto preparado pela empresa Máquinas MAN, ilustrado na Fig. 2, composto por dosador de terra, dosador de cimento, esteira, misturador e prensa, tem capacidade para produzir de 800 a 1200 tijolos por hora, com uma precisão de 0,3 mm e sistema para evitar a aderência do material na forma durante a moldagem. (Fig. 2)
A Tabela 2 apresenta de forma resumida, a relação dos fabricantes, equipamentos e suas respectivas características.
Com o objetivo de fabricar os tijolos no próprio canteiro de obras, usando máquinas hidráulicas, a empresa ECOMÁQUINAS Ltda. lançou um equipamento sobre rodas que permite produzir até 3000 tijolos por dia.

Tabela 2 – Equipamentos motorizados para produção de tijolos de solo prensado

Característica do equipamento		Produção Estimada
GRUPOMEC Vitória – ES CEP: 29070-010 Tel.: +55 27 3314-0371 +55 27 3227-9355 www.grupomec.com.br atualizado em 13/jul/2005	MÁQUINA HIDRÁULICA SEMI INDUSTRIAL MOD. BSCK 5000 acionamento feito através de bomba e comando e garante uma prensagem de 25 toneladas sobre os tijolos.	até 3.500 pç/dia
	AUTOMÁTICA MOD. BSCK 8000 Com comandos elétricos e sistemas hidráulicos, produz 04 (quatro) tijolos por vez	até 8.000 a 10.000 pç/dia (dependendo de outros acessórios)
	CORREIA TRANSPORTADORA utilizada para elevação da matéria prima e abastecimento dos silos das máquinas	capacidade para movimentar um volume de 16 m3
	DESTORROADOR PENEIRADOR DE BARRO Tritura e peneira todo o material que poderá ser reaproveitado na fabricação de tijolos	
	MISTURADOR HORIZONTAL funciona como betoneira para concreto ou solo cimento na fabricação de tijolos	capacidade para misturar 30m^3/hora de agregados para construção civil

J.C. FERRAMENTAS METALCOOP LTDA. (6) Mauá – SP Tel.: +55-11-4549-1555 Fax: +55-11-4549-2001 jcmetalcoop@uol.com.br consulta em 05/fev/2004	O conjunto composto por: triturador, misturador contínuo com peneira e esteiras transportadoras, produz tijolos em dois tamanhos: 15 x 30 x 7,5 cm e 12,5 x 25 x 6,5 cm. Os tijolos são modulares e têm no seu interior dois furos.	A máquina completa 1 ciclo em 12 segundos, fabricando dois tijolos. A cada minuto são 10 tijolos ou 600 por hora. Produção estimada: 4000 pç/dia
MONTEIRO TIJOLOS (7) Salto - SP Tel.: +55-11-4029-7594 www.monteirotijolos.net atualizado em 13/jul/2005	Conjunto: prensa hidráulica, misturador, triturador de solo e esteira tranportadora. Produz tijolos de 15 x 30 x 7,5 cm	Produção: até 10pçs/minuto
Máquinas MAN (8) Marília – SP Tel: +55-14 425-3022 Fax: +55-14 425-3070 www.man.com.br atualizado em 13/jul/2005	Conjunto: prensa hidráulica, misturador, triturador de solo e esteira tranportadora com as seguintes características: - produz tijolos com precisão de 0,3mm; - não necessita de operador; - possui sistema para evitar a aderência nas formas; - produz tijolos com dimensões variadas, maciços ou furados, com encaixes ou em formatos especiais.	Produção: de 800 a 1200 pçs/hora
ECOMÃQUINAS Ltda. Campo Grande – MS Tel: +55-67 3042-4280 www.ecomaquinas.com.br atualizado em 13/jul/2005	Máquina hidráulica para fabricação de tijolos, blocos e pisos, e com o diferencial de ser móvel, podendo ser deslocada para o local da obra.	Produz dois tijolos por operação e capacidade diária de até 3.000 unidades

Obs.: dados obtidos nos sites indicados ou diretamente com os respectivos fabricantes.

4. Produção de tijolos

Pelo menos três empresas, na cidade de São Paulo, produzem tijolos de solo-cimento, ilustrados na Fig. 3, utilizando máquinas manuais.

Como matéria-prima, utilizam um solo que vem da cidade de Hortolândia, a 120 km de São Paulo, e o principal tipo de tijolo produzido é o tijolo modular de 25,0 cm x 12,5 cm x 6,25 cm, e seus derivados, os quais podem chegar a um total de aproximadamente 5 mil/dia. (Fig. 3)

Uma fábrica situada a 80 km de São Paulo, na cidade de Itu – SP, Cláudio Frois produz cerca de três mil tijolos por dia com as máquinas fornecidas pela JC Ferramentas. A Fig. 4 ilustra o aspecto dos tijolos produzidos nesta empresa. (Fig. 4)

8. Conclusões

Sobre a aplicação do tijolo de solo-cimento na construção de habitações, Pecoriello (2003: 70) comenta que estes tijolos apresentam as características de desempenho semelhantes ao apresentado pelos tijolos cerâmicos comuns, embora proporcione uma redução em torno de 28% nos custos finais das obras. Essa redução no custo da construção deve-se ao baixo investimento de implantação da unidade produtora de tijolos, à obtenção de paredes bem alinhadas e aprumadas e, ainda à facilidade para construção, proporcionando uma obra simples com número reduzido de profissionais, se comparado com obras convencionais que utilizam tijolos cerâmicos comuns.

Segundo ASSIS (1995: 150), com relação à habitação de solo-cimento, existem estudos em vários países e com níveis de aperfeiçoamentos variados, porém os usos e estudos são bastante cíclicos, tendo como grandes responsáveis o desconhecimento do assunto, por falta de bibliografias mais atualizadas, e a falta de

troca de experiências entre os conhecedores do assunto. O desconhecimento dos desdobramentos das reações de longo prazo no solo-cimento, também contribuem com o uso inadequado desta matéria prima, muitas vezes denegrindo a sua imagem.
Este breve estudo deixa evidente a evolução da tecnologia de tijolos de solo-cimento na construção civil, onde mesmo com a carência de recursos, os profissionais envolvidos são, acima de tudo, obstinados pelo tema. A capacidade de produção instalada desse segmento encontra-se distribuída por todo o Brasil, e os processos utilizados são os mais diversos possíveis, variando desde a máquina manual em regime de mutirão ou em construções isoladas até as modernas máquinas hidráulicas instaladas em empresas privadas ou em prefeituras, com capacidade de produzir cerca de 10 mil tijolos num dia de trabalho. Dessa forma, essa tecnologia pode ser considerada representativa, além do que apresenta vantagens incontentáveis, como:

- ✓ redução no consumo de recursos naturais não-renováveis, considerando que não é necessário a queima;
- ✓ economia de energia durante o processo de produção, uma vez que pode-se produzir um produto final de excelente qualidade mesmo por processos manuais;
- ✓ agilidade na construção, considerando que uma obra deste tipo deve ser minuciosamente planejada, em todos os detalhes;
- ✓ geração de emprego e renda.

Bibliografia

- Associação Brasileira de Cimento Portland (abcp). Solo-cimento na habitação popular. São Paulo, 1998. (Boletim Técnico, 129).
- FERRAZ, André Luiz Nonato (2003): "Estudo da Aplicação de Resíduo de Argamassa de Cimento nas Propriedades dos Tijolos de Solo-cimento" em Comunicações da *45º Encontro Brasileiro de Concreto*, Vitória – ES, Brasil.
- PECORIELLO, Luiz Antonio (2003): "Recomendações práticas para uso do tijolo furado de solo-cimento na produção de alvenaria", Trabalho final apresentado ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, para obtenção do título de Mestre Profissional em Habitação, São Paulo – SP, Brasil.
- ASSIS, J. B. S. (1995): "Bloco intertravado de solo-cimento "TIJOLITO"". *In*: Workshop Arquitetura de Terra. Anais. NUTAU-FAUUSP, 149-162. São Paulo - SP, Brasil.

Notas

(1) CAIXA ECONÔMICA FEDERAL: principal agente das políticas sociais do governo federal. Ao priorizar os setores de habitação, saneamento básico, infra-estrutura e prestação de serviços, exerce um papel fundamental na promoção do desenvolvimento urbano e da justiça social no País, contribuindo para a melhoria na qualidade de vida da população, especialmente a de baixa renda. Dados obtidos no *site* da Caixa Econômica Federal em 13 de julho de 2005, http://www.caixa.gov.br/acaixa/asp/apresentacao.asp

(2) Projeto CAJURÚ. Dados obtidos no *site* da Caixa Econômica Federal em 13 de julho de 2005, http://www1.caixa.gov.br/mpraticas/cajuru/sumary.asp?idioma=p.

(3) PERMAQ Máquinas Pneumáticas Ltda. Informações sobre as características técnicas e orçamento das prensas. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <renato.nascimento@poli.usp.br> em 23 de janeiro de 2004.

(4) Grupo King Ltda. Informações sobre as características técnicas e orçamento das prensas. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <renato.nascimento@poli.usp.br> em 30 de janeiro de 2004.

(5) GRUPOMEC Indústria Com. Prest. de Serviços e Exportação Ltda.. Informações sobre máquinas e equipamentos. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <renato.nascimento@poli.usp.br> em 30 de abril de 2003.

(6) GTW ELETROMECÂNICA LTDA. DISTRIBUIDOR: GUTWARD. Informações sobre as características das máquinas e equipamentos. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <renato.nascimento@poli.usp.br> em 28 de junho de 2004.

(7) JC FERRAMENTAS METALCOOP LTDA. Informações sobre máquinas e equipamentos. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <renato.nascimento@poli.usp.br> em 05 de maio de 2003.

(8) MONTEIRO TIJOLOS. Informações sobre máquinas e equipamentos. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <renato.nascimento@poli.usp.br> em 10 de maio de 2005.

(9) MÃQUINAS MAN Indústria e comércio de máquinas para cerâmicas, olarias e saboarias. Informações sobre as características técnicas e orçamento das máquinas de solo-cimento. [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por envio postal para Renato Augusto Nascimento em 30 de janeiro de 2004.

Nota Final

Currículo resumido

Renato Augusto Nascimento: Engenheiro Civil pela Universidade Presbiteriana Mackenzie em 2003, mestrando do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil do PCC/USP

(T1-12)

TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO NO BRASIL – UMA VISÃO DE MERCADO

Renato Augusto Nascimento

Figuras com Legendas



Fig. 1 – Prensa manual para tijolos modulares furados de 12,5 x 25 x 6,25 cm, produzida pela Sahara. Fotografia do autor.



Fig. 2 – Sistema integrado para produção de tijolos de solo-cimento constituído por dosador de terra, dosador de cimento, esteira, misturador e prensa. Figura obtida no *site* da empresa (http:// www.man.com.br)



Fig. 3 - Tijolos modulares furados medindo 25 cm x 12,5cm x 6,25 cm, produzidos por prensas manuais. Fotografia do autor.

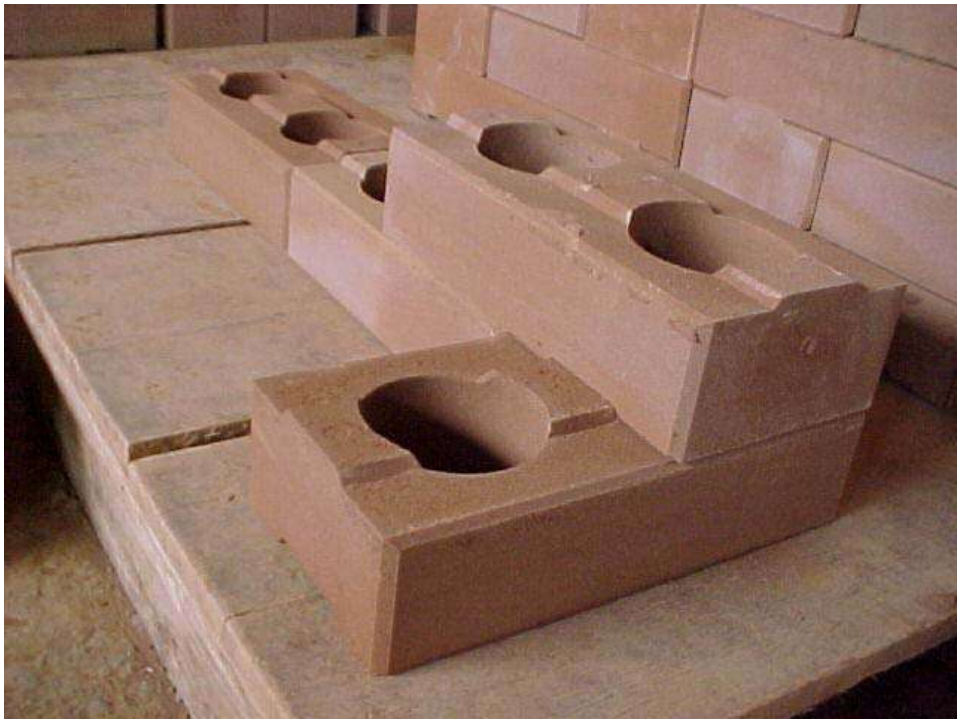


Fig. 4 - Tijolos modulares furados medindo 30 cm x 15 cm x 7,5 cm, produzidos por prensas mecânico;hidráulicas. Fotografia do autor.

Sistema autoconstructivo muro de tierra-concreto, aplicado en la región sureste de Coahuila: Equidad de género

***Jorge Acevedo D.[1]; Horacio Villarreal M.[1]; Mario Trejo A.[1] y Perla García C.[2]**

[1] Corporación Mexicana de Investigación en Materiales SA de CV.
Blvd. Oceania 190, Fracc Saltillo 400. CP 25290, Apartado Postal 491, Saltillo Coahuila, México.
Tel 01 (52) 84 44 11 32 00 ext 1145; Fax 01 (52) 84 44 16 98 31. Email:
jacevedo@comimsa.com.mx

[2] Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Av Charro 450 norte, Col Partido Romero. CP 32310, Cd. Juárez Chihuahua, México

Tema 1: Tecnología y Construcción
Palabras claves: mujer, muro, autoconstrucción,

Resumen

El presente proyecto tiene la finalidad de mostrar el desarrollo de un sistema autoconstructivo para la elaboración de muros de tierra-concreto, mediante la participación activa de la mujer. La propuesta tecnológica se planteó en dos ejes. Técnicamente, desarrollar un sistema autoconstructivo: a)con las propiedades mecánicas de acuerdo a las normas de construcción establecidas; b)progresivo; c)que no requiera más de dos personas para su construcción; d)mediante el uso de materia prima de la región; e)con el empleo mínimo de herramientas especializadas; f)flexible para la realización de acabados interiores y exteriores. Socialmente, a)capaz de ser construido por la mujer, b)fácil de asimilar y manipular, c)sin requerimiento de conocimiento ni experiencia en las técnicas convencionales de construcción; d)económico, es decir por debajo de los sistemas tradicionales; e)construido de acuerdo a la capacidad de ahorro y; f)atender requerimientos socio culturales. Lo anterior, llevo al desarrollo de un sistema autoconstructivo para muro *in situo* tipo sandwich concreto-tierra-concreto a partir de un molde fácil de manipular autoalineable con las dimensiones de 73 x 41 x 20 cm. El procedimiento de elaboración consistió en dos partes, en una primera parte, vaciar las placas de concreto y en la segunda, colocar la tierra entre dichas placas. Los resultados mostraron la factibilidad de la mujer de construir muros compuestos de tierra encápsulado con dos placas de concreto de f´c=100 kg/cm^2 de 1.5 cm de espesor cada uno y 17 cm de tierra. Dicho muro alcanzo una resistencia a la compresión de 24 kg/cm^2 a los 28 días de elaboración

1. Introducción

La respuesta institucional a la demanda de vivienda está incluida dentro de las acciones de gobierno prácticamente desde la consolidación de los Estados nacionales al finalizar el siglo XIX. Constituidas como una política de vivienda, estas acciones han continuado a la par que el proceso de industrialización y consiguiente crecimiento urbano[1]. Su objetivo continúa siendo apoyar a los sectores pobres de la población (llámense populares, de escasos recursos, marginales, etc.), cuyos ingresos les impiden acceder a una vivienda en las condiciones de libre mercado. Bajo un entorno marcado por continuos constreñimientos económicos, las familias han creado o reforzado diversas estrategias para enfrentarlo. Este es el caso de las redes de solidaridad que se producen a través de la autoconstrucción de vivienda, estrategia quizá única para este grupo de población que en el caso que nos ocupa, desarrolló la mujer de manera fundamental.

La participación activa de los ciudadanos en la solución de su problema habitacional, como se define a la autoconstrucción, es una forma de cooperación laboral que generalmente involucra redes familiares y vecinales, y se sustenta en la incorporación del valor agregado, vía trabajo familiar que, en otras circunstancias, impactaría al costo de la construcción al erogarse el pago de operarios. En este sentido, la autoconstrucción es efectivamente una estrategia que practica una diversidad de sectores de la sociedad bajo diferentes modalidades, sin embargo, históricamente ha sido empleada como recurso universal de los segmentos más bajos de la estructura social. Una de las razones es justamente su exclusión de los programas de vivienda de interés social, los cuales exigen una serie de requisitos, como formalidad en el empleo, antigüedad (ahorro acumulado) e ingreso, que no pueden ser cubiertos por el conjunto

de la población de escasos recursos, situación que no solo limita los alcances de los programas sino que refuerzan la marginación de millones de pobres[2]. Es común, aunque no privativo, identificar en este sector de la población la falta de proactividad como un factor que generalmente se traduce en falta de higiene, enfermedades infantiles crónicas, violencia intrafamiliar, por citar las más evidentes -la llamada cultura de la pobreza- así como actitudes definidas respecto de los programas oficiales, generalmente reconocidos por su carácter paternalista. Sin embargo, un programa que se proponga detonar cambios de actitud favorables en los sujetos mediante la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades, tiene el beneficio colateral de lograr una mayor autonomía en los individuos. En este sentido, un programa social orientado hacia la vivienda de autoconstrucción retroalimenta los "activos intangibles" del capital social representado por la solidaridad familiar que, vista como un componente dentro de tales programas, puede constituirse en un eficaz instrumento para reducir la vulnerabilidad de los sectores marginales de la población[3]. En este contexto se inscribe el presente proyecto, el cual dio inició en la ciudad de Saltillo, Coahuila, el año del 2004. Este proyecto de innovación tecnológica aplicado a la autoconstrucción tenía la finalidad de probar tecnologías alternativas que permitiera a la población de escasos recursos construir o ampliar sus viviendas. El proyecto se orientó a la población femenina de familias nucleares donde las esposas estuvieran dedicadas "al hogar". Las razones por las que la propuesta está dirigida a este perfil se deben, en primer término, a que la propuesta tecnológica partió del supuesto que consiste en reconocer en esta estructura familiar la existencia de un "tiempo libre" en la jornada de trabajo doméstico de las mujeres, el cual generalmente es destinado a actividades que, sin contar con un empleo formal, le permitan allegarse recursos extraordinarios, o bien se utiliza para el descanso. Esto no supone que éste último se considere innecesario, sino que las mujeres cuentan con un tiempo que en general no puede emplear en actividades económicamente productivas, no porque así lo elijan, sino por la percepción de sus roles y de la necesidad práctica de atender a la familia. En segundo lugar, la propuesta tecnológica incluye fases que demandan mayor esfuerzo físico, por lo que tratándose de familias nucleares la participación masculina en estas tareas queda mayormente asegurada.

La propuesta tecnológica desarrollada, tuvo dos objetivos principales. Técnicamente, desarrollar un sistema constructivo: a) con las propiedades mecánicas de acuerdo a las normas de construcción establecidas; b) progresivo; c) que no requiera más de dos personas para su construcción; d) mediante el uso de materia prima de la región; e) con el empleo mínimo de herramientas especializadas; f) flexible para la realización de acabados interiores y exteriores, como el espesor. Socialmente, a) capaz de ser construido por la mujer, b) fácil de asimilar y manipular, c) sin requerimiento de conocimiento ni experiencia en las técnicas convencionales de construcción; d) económico, es decir por debajo de los sistemas tradicionales; e) construido de acuerdo a la capacidad de ahorro y; f) atender requerimientos socio culturales.

2 Desarrollo

2.1 Desarrollo del sistema autoconstructivo

En función de los objetivos planteados y de la información recabada entre el sector involucrado a través de un estudio social, se llevó al planteamiento de un diseño de molde con las siguientes características:

- -Fácil de asimilar y manipular.
- -Económico
- -Autoalineable
- -Sin necesidad de tener conocimiento ni experiencia de construcción
- -Sin requerimiento de herramienta especializada para armarlo

Derivado de lo anterior se diseño un molde metálico duradero, autoalineable con un costo de $350.00. ver Figura 1 Correspondiente a la ingeniería de detalle del molde

2.2 Materiales
Los materiales empleados fueron:
Tierra, cal, cemento y alambre de 1/8" galvanizado
Todos lo materiales empleados fueron obtenidos de la región.

2.3 Ensayes de resistencia a la compresión
Los ensayes se realizaron a muestra cilindros de tierra estabilizada y con cemento al 0, 3 y 5% en peso.

2.3.1 Probetas cilíndricas:
2.3.1.1 Tierra estabilizada con cal
1.-La primer parte, consiste en seleccionar la tierra, misma que es cribada a fin de eliminar materiales pétreos y orgánicos.
2.-Una vez cribada la tierra, se mezcla homogéneamente con cal al 5% en peso a fin de estabilizar.
3.-12 h de estar la tierra con cal reposada, agregar la cantidad de cemento requerido.
4.-Agregar agua (14% en peso) y volver a mezclar.
5.-Enseguida deshacer los grumos con una criba de1/2" de apertura.
6.- Finalmente, preparar las probetas cilíndricas de 15 x 30 cm para determinar la resistencia a la compresión del sistema. A fin de asegurar que el llenado de cilindros sea homogéneo y no se formen capaz de tierra, realizar esto en forma repetitiva. En este trabajo se realizó el llenado en cuatro partes. Para lo anterior utilizar un pisón de acero circular de aproximadamente de 14.5 cm de diámetro.

2.3.1.2 Concreto (f´c 100 kg/cm^2)
Las probetas de concreto se fabricaron con agregados pétreos propios de la región. La granulometría del agregado cumple con la norma ASTM C-33. Así también, se utilizó cemento □órtland tipo CPC 30R común en la región y agua potable. En la tabla 1 se pueden observar las proporciones usadas en la fabricación de las muestras de concreto.

Tabla 1 Proporciones de materiales para fabricar los paneles

Material	**kg/m^3 de concreto**
Cemento	260
Agua	182
Agregado fino (arena No. 4)	826
Agregado grueso "Sello" 64 mm (¼ pulg)	914

La mezcla fue realizada en forma manual. Primero se homogeneizaron los agregados, posteriormente se agregó el cemento y el agua de reacción. Se mezclaron los ingredientes obteniéndose una relación A/C = 0.70. La mezcla se vació en moldes cilíndricos metálicos de 10.2 mm de diámetro, el vaciado fue realizado en tres capas compactando con 25 golpes con una varilla de acero punta de bala diámetro de 6.35 mm (1/4¨) y 4 golpes por capa con el martillo de goma. Todas las probetas se mantuvieron en sus moldes durante 24 h protegiéndolos de la pérdida de humedad y posteriormente fueron curados en forma estándar, manteniéndolos dentro de un cuarto con 95% de humedad relativa y 23ºC hasta el momento de su ensaye. El procedimiento de mezclado, colado y curado fue de acuerdo con ASTM C 192-98. Todas las probetas fueron ensayados a compresión de acuerdo al ASTM C 39-04 al cumplir los 28 días de edad en el cuarto de curado.
2.3.1.3 Probetas de paneles de tierra-concreto

Los probetas de paneles de tierra-concreto elaborados para la realización de la resistencia a la compresión fueron de 20 X 20 X 41 cm. Ver figura 2. Dichos paneles fueron compuesto de dos placas de 1.5 cm fabricados de concreto de f´c 100 kg/cm^2 sujetadas por alambres de 1/8" galvanizados y una capa de tierra de 17 cm de espesor. La elaboración de las probetas de paneles, consistió en el vaciado de las placas con concreto (f´c=100 kg/cm^2). Una vez fraguado el concreto de las placas, finalmente, colocar la tierra previamente estabilizada apisonada entre las placas.

2.4 Muro demostrativo

La elaboración del muro demostrativo fue construido de la siguiente manera:

1.- La primer etapa de la construcción del muro demostrativo consistió en la preparación de la tierra. Dicha preparación es de la forma como se menciona previamente.

2.- Enseguida preparar el concreto (f'c=100 kg/cm^2) para dos placas (1 panel) y vaciarla.

3.-Una vez que el concreto de las placas fragua, quitar las tapas interiores del molde. Ver figura 1 Ingeniería del molde;

4.-La última parte de la elaboración del panel consiste en la colocación de la tierra estabilizada previamente. Se recomienda llenar el molde por capas e irlo apisonando y unir los alambres de las placas de concreto. Los golpes con el pisón deberan ser el mismo numero entre cada capa. Ver figura 4 (izquierda).

5.-Esta operación se repite las veces que sea necesario, hasta construir el muro del tamaño deseado.

2.5 Aplicación del sistema autoconstructivo en colonias marginales

Con la finalidad de aplicar el sistema autoconstructivo desarrollado se aplico la siguiente metodología: información y sensibilización, capacitación, construcción y evaluación. COMIMSA proporcionaron la asistencia técnica, que incluyó la capacitación y supervisión de la calidad en los procesos constructivos, y económica brindando los materiales de construcción, herramientas y moldes para la elaboración los prototipos tecnológicos para la construcción de una habitación de 22 m^2 de superficie, en promedio. En el presente trabajo solo se reporte a los resultados del sistema autoconstructivo de muro de tierra encapsulada con placas de concreto convencional f´c 100 kg/cm^2. Ver figura 3, referente al diseño de muro de tierra-concreto.

2.5.1 Selección de mujeres

Las mujeres participantes fueron elegidas con base en un estudio de factibilidad realizado previamente por personal del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) en treinta familias residentes en colonias populares de la ciudad de Saltillo, Coah. Estudio se centró en conocer la experiencia autoconstructiva de las familias. Las unidades de análisis fueron las viviendas y los hogares, que se determinaron en función del ingreso, en un rango de entre 2 y 3 salarios mínimos, y dos indicadores de vivienda: a) vivienda de material sólido con 2 cuartos, cocina incluida, y b) vivienda con paredes de materiales ligeros, naturales y precarios. La investigación se basó en una metodología eminentemente cualitativa, por lo que no fue una muestra estadística y los resultados son representativos solo de este segmento de la población. La investigación se efectuó a partir entrevistas semiestructuradas y en profundidad, las cuales permitieron obtener una visión temporal del proceso autoconstructivo, que incluyó desde el asentamiento de la familia en la colonia, hasta las etapas inicial y expansiva de la construcción. Asimismo se registraron los datos prospectivos sobre el interés por continuar la construcción y los mecanismos y plazos con los cuales se planeaba llevarla a cabo. Las entrevistas se aplicaron a las mujeres de los hogares, que en todos los casos estuvieron representadas por las esposas. El trabajo se orientó a reconocer los roles familiares y la percepción de la problemática personal y familiar de las entrevistadas respecto de su vivienda. Los registros incluyeron los datos de control (nombre del jefe de hogar y domicilio), ingreso, estructura familiar, características de la

vivienda (materiales, número de personas por cuarto, tipo de tenencia del predio, formas en que se financió la construcción) y las de carácter cualitativo. Con base en la información proporcionada se definieron elementos como el papel que desempeñan en la estructura familiar, la participación de los miembros en el ingreso global, la distribución del gasto familiar, las formas de cooperación intrafamiliar, las formas de organización del trabajo dirigido a la autoconstrucción, y su experiencia en la organización vecinal.
Del universo de las familias entrevistadas se eligieron las cinco participantes del proyecto piloto, privilegiando su condición de precariedad habitacional, aptitud física y disposición para que los miembros de la familia participaran en un proyecto de autoconstrucción asistida. Las mujeres quedaron a cargo de la responsabilidad del proyecto en su respectiva unidad doméstica

3 Resultados y conclusiones

-Se desarrollo un sistema autoconstructivo para la elaboración de muros de tierra de 20 cm de espesor, encapsulada (17cm) entre dos cubiertas de concreto de 1.5 cm cada una y f´c 100 kg/cm^2
- Los resultados mostraron la factibilidad de la mujer de construir muros con el sistema propuesto.
-El costo del muro por metro cuadrado ascendió $35.00 hasta un máximo de $51.00 con el (0 y 5% en cemento en peso respectivamente). Es decir un costo muy inferior al costo de los sistemas constructivos tradicionales de bloques de concreto que oscila en $120 sin incluir acabados internos y externo. Ver tabla 2

Tabla 2 Costo en pesos mexicanos del muro compuesto tierra-concreto por metro cuadrado.

Resistencia de concreto de la placa (f´c kg/cm^2)	Cemento (% en peso)		
	0	3	5
100	35	43	49
150	37	47	51

-No fue requerido de personal especializado, solo en la etapa de capacitación.
El muro se construyó con materiales de la región.
-La resistencia a la compresión alcanzada, en cilindros, por el sistema tierra-cemento a los 28 días de curado fluctuó entre 4.35 hasta 20.3 kg/cm^2 con 0 y 55 % en peso de cemento. Ver Tabla 3.
-La resistencia alcanzada a los 14 días de curado en los paneles realizados en el laboratorio fue 19.9 y 25 kg/cm^2 con el 0 y 3 % en peso de cemento. Ver Tabla 3.

Tabla 3. Resistencia a la compresión del sistema tierra-cemento

Resistencia (f´c kg/cm^2)	Días	Cemento (% en peso)		
		0	3	5
Cilindros	0	1.65	0.68	1.79
	4	3.63	3.19	7.56
	7	3.39	4.78	10.16
	28	4.35	6.86	20.3
Panel	14	19.99	25.06	

4 Bibliografía

1 Romero L; Hernández M y Acevedo J (2005): “Vivienda y Autoconstrucción, participación femenina en un proyecto asistido”, El Colegio de la Frontera Norte, Artículo a publicarse en el presente semestre.

2 Goldani AM, Las familias brasileñas y sus desafíos como factor de protección al final del siglo XX, en Cristina Gomes (comp), (2001): “Procesos sociales población y familia, Alternativas teóricas y empíricas en las investigaciones sobre la vida doméstica”, México, Facultad Latinoamericana en Ciencias Sociales-Miguel ängel Porrúa, 279-298.

3 Plan sectorial de Vivienda 2001-2006, (2001):Gobierno de la República.

NOTA FINAL

M.C. Jorge Leobardo Acevedo Dávila. Subgerente de Investigación y Desarrollo Tecnológico en COMIMSA. 9 años de experiencia en investigación y desarrollo industrial (COMIMSA, CINVESTAV – IPN Unidad Saltillo y ARCORSA S.A. de C.V.)

(T1-13)

Sistema autoconstructivo muro de tierra-concreto, aplicado en la región sureste de Coahuila: Equidad de género

*Jorge Acevedo D.[1]; Horacio Villarreal M.[1]; Mario Trejo A.[1] y Perla García C.[2]

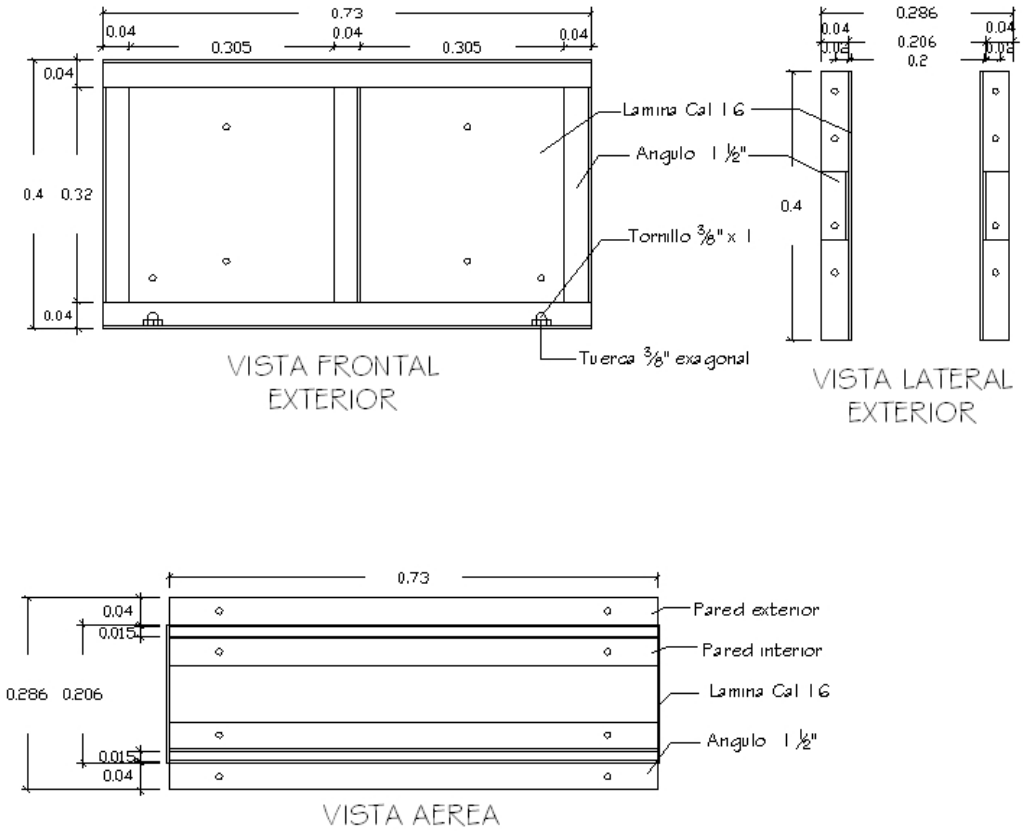


Figura 1 Ingeniería de detalle del molde empleado para la construcción de paneles tierra-concreto



Figura 2 Ensaye de resistencia a la compresión en panel tierra-concreto

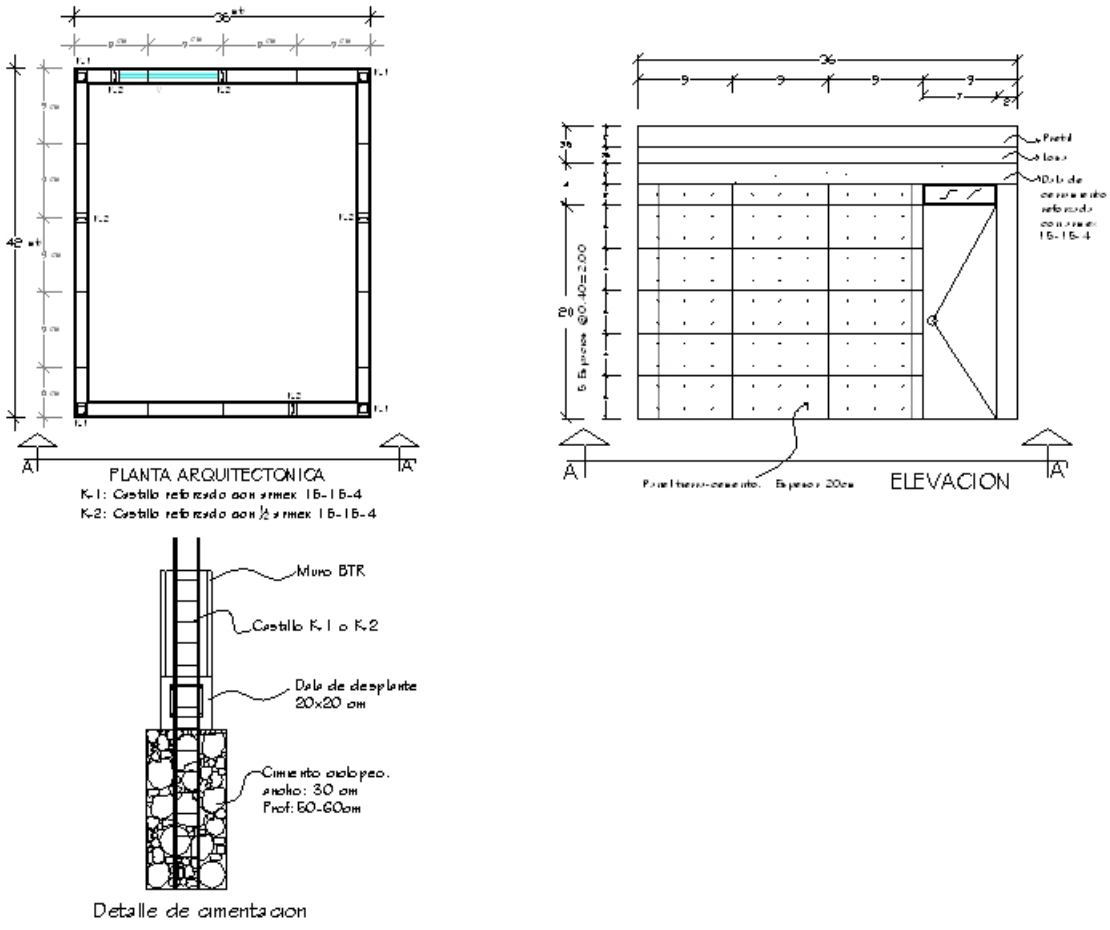


Figura 3 Diseño de muro de tierra-concreto



Figura 4 Muro tierra-concreto construido a escala piloto (izquierdo) y en una colonia de la periferia de la región sureste de Coahuila (derecho).

CARACTERIZAÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA DE INTERESSE SOCIAL SUSTENTÁVEL, à base de bambu e terra estabilizada, NO BAIRRO BEBEDOURO - COMUNIDADE JUVENÓPOLIS EM MACEIÓ – AL - BRASIL

Edson de Melo Santori
Rubens Cardoso Júnior
Suely Benevides de Carvalho Brasileiro*

Instituto do Bambu
Av. Lourival de Mello Mota, s/nº - Campus A.C. Simões - Univ. Fed. Alagoas.
Maceió – AL - Brasil - CEP: 57072-900 - fone: (00-55-82) 214-1503.
www.institutodobambu.org.br - e_mail: inbambu@institutodobambu.org.br

Tema 1: Tecnologia e Construção
Palavras chave: Capacitação; Tecnologia Sustentável; Baixo custo

RESUMO
Este trabalho apresenta uma experiência de habitação social sustentável formatada pelo Instituto do Bambu para o Banco de Tecnologias da Caixa Econômica Federal e cujo protótipo foi realizado no Nordeste brasileiro no bairro de Bebedouro na comunidade de Juvenópolis em Maceió – Alagoas.

A questão da Habitação social continua a ser um dos grandes desafios das Políticas Públicas e Sociais. A necessidade de redução do déficit habitacional, a inclusão social, a adoção de tecnologias apropriadas e de novos e velhos materiais de construção como é o bambu e a terra, materiais renováveis e que contribuem para a produção de bens, para a redução do consumo energético e a promoção do desenvolvimento sustentável, se credenciando como alternativa para a habitação de baixo custo.

Implantado em uma área onde existe uma quantidade de bambu que justificasse a sua utilização, foi realizado Curso de capacitação com a comunidade local para a execução deste projeto e a conseqüente formação de mão de obra. Neste curso de transferência tecnológica foram repassados os cuidados que se fazem necessário para garantir a integridade do material, e no caso do bambu, o corte, a cura e o tratamento são fundamentais, e também todo desenvolvimento do processo construtivo em técnica mista com painéis de bambu e vedações em solo cal e cimento.
Como resultado destas ações se espera uma maior integração entre os Institutos de pesquisas e o poder público, a inclusão social através da capacitação, a aprovação e inserção destas tecnologias pelos agentes fomentadores que investem em políticas Públicas entre os seus produtos de financiamento

1. APRESENTAÇÃO

Esta é uma proposta de habitação de interesse social sustentável formatada pelo Instituto do Bambu em técnica mista, com sistema construtivo em terra e bambu e que faz parte do banco de tecnologias da Caixa Econômica Federal, cujo protótipo foi construído no bairro de Bebedouro na cidade de Maceió – Alagoas – Brasil.

2. INTRODUÇÃO

O caso da Habitação continua a ser um dos grandes desafios da atualidade na América Latina e no Brasil necessitando de uma política Pública mais eficaz para reduzir o déficit Habitacional, e promover a inclusão social. A adoção de tecnologias apropriadas e de recursos renováveis e ecológicos, como o uso da terra e do bambu contribui para a promoção do desenvolvimento sustentável, visando à produção de bens, a economia de matérias primas e de energia, garantindo um maior respeito ao meio ambiente.

Desta forma, a utilização da terra e do bambu e a capacitação técnica da comunidade local, que promove a inclusão social e a formação de mão de obra, vem a ser uma alternativa que viabiliza as construções sustentáveis de interesse social.

3. CARACTERÍSTICAS DO PROJETO

Foi desenvolvido um projeto de arquitetura com 38,40m², com sistema construtivo, em técnica mista com painéis pré-modulados, em esteiras de bambu e vedação de terra crua estabilizada. O projeto poderá ser adequado conforme a necessidade local, e implantado em lotes urbanos de 10m x 20m ou em áreas rurais. A adoção do uso de painéis na largura de cada cômodo propicia flexibilidade na organização espacial e na composição em conjuntos habitacionais. A solução adotada em painéis deve-se a leveza dos mesmos que facilita o manejo e a rápida execução da montagem.

4. TRATAMENTO DOS MATERIAIS

Para desenvolver projetos com terra e bambu na construção civil se fazem necessários cuidados de forma a garantir a integridade e a perenidade do material. No caso do bambu, deve -se ter cuidado com o corte, a cura e o tratamento contra insetos. O corte foi feito na base na altura do nó e a cura na mata com a adoção de solução de nim a 3%. No caso da terra deve-se ter cuidado com a base e sua impermeabilização, bem como com a proteção das paredes com a presença de beirais generosos.

5. ESPECIFICAÇÕES

5.1. Fundações:
Serão executadas fundações diretas especificadas em função das condições do solo local.

5.2. Estrutura:
Formada de colmos e cortes (perfis) adequados de bambus nativos da região, desde que analisados e com viabilidade estrutural.

5.3. Paredes:
Formadas por painéis de esteiras de bambu *Bambusa vulgaris* ou outro, de acordo com o tipo de cada região, entremeadas por colchão de ar, que garante juntamente com a terra um bom desempenho térmico-acústico. Os painéis além da rapidez na execução utilizam menos argamassa de vedação e não necessitam de uma mão de obra mais especializada (fig. 1). Depois de montados serão rebocados em terra crua estabilizada em 3 etapas: a primeira com traço 1:1:4 (pasta de cal, terra, e areia) espera-se secar de 15 a 30 dias antes da aplicação da próxima camada (fig. 2); a segunda terá traço 1:3 (pasta de cal e areia) deve preencher toda a parede (fig. 3); depois de seca aplica-se o reboco, uma argamassa fina de cimento ou cal, areia e saibro, na proporção de 1:3:5, alisada com colher de pedreiro. São painéis pré-montados modulares em 10 tipos distribuídos em: painéis cegos, painéis com janelas, e painéis com portas. Com estrutura interna em bambu.

5.4. Cobertura:
Em telhas cerâmicas ou cobertura de palha, dependendo da região. A estrutura da cobertura é em bambu e as fixações serão feitas com parafusos e arame galvanizado nº 14.

5.5. Piso:
Compactado em solo-cimento ou solo-cal, com acabamento em cimento queimado, e pedaços de vidro triturado ou de nós de bambu formando algum detalhe.

5.6. Pintura:
Em tinta a base de cal para os painéis e verniz com proteção solar nos pilares, e forro aparente em bambu.

5.7. Esquadrias:
Confeccionadas em bambu ou madeira encontrada na região, parafusadas nos painéis.

5.8. Instalações Hidrosanitárias e Elétricas:
O projeto e execução obedecerão às normas técnicas dos órgãos competentes, utilizando-se os materiais convencionais mais adequados ao tipo de construção, e ficarão embutidos nos painéis.

6. CARACTERÍSTICAS FISICO-MECÂNICAS DOS BAMBUS UTILIZADOS

Os quadros I e II mostram as propriedades físicas e mecânicas das espécies de bambu que foram empregadas no protótipo.

7. CUSTOS

Como se sabe o custo da mão de obra na execução das habitações é grande, por isso nesta proposta a intenção é de que a própria comunidade seja capacitada para a execução.

Este orçamento, demonstrado no quadro III, é estimativo na qual uma série de fatores fará oscilar, não é descritivo sendo apenas ilustrativo e está embasado na realidade de Maceió/AL ano – 2003.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a proposta aqui apresentada o Instituto de Bambu pretende oferecer mais uma alternativa para que as Políticas Públicas possam viabilizar e sistematizar o problema da moradia de baixo custo, utilizando tecnologias apropriadas de forma a produzir construções sustentáveis e propiciar a inclusão social.

BIBLIOGRAFIA

SALGADO, Antônio Luiz de Barros, et all. **Instruções Técnicas Sobre o Bambu**. Bol. Técnico 143 – INSTITUTO AGONÔMICO. Campinas/SP.

DEDECA, D. M. **A Identificação do Bambus**. "O Agronômico" 10 (9/10): pp 8-14. Campinas/SP, 1958.

HIDALGO LOPEZ, O. **Bambu, su cultivo y aplicaciones em: fabricacion de papel, construccion, arquitectura, ingenieria, artesania**. Estúdios Técnicos Colômbia. Nos Cali, Colômbia. 1974.

GHAVAMI, K. **"Application of bamboo as a low cost construction material"**. Pp1-15 International Bamboo Workshop. Cochin. Índia.

VILLEGAS, Marcelo. **Bambusa Guadua**. Villegas Editores Japão. 1989

ENGEL, Heino. **Sistemas de Estrutura**. Hemus Editora LTDA. São Paulo/SP.

NOTA FINAL

Edson de Mello Santori. Prof. M. Sc. Engenheiro Civil Membro do Instituto do Bambu – E-mail: atendimento@institutodobambu.org.br - Fone: 55 XX (82) 214-1503.

Rubens Cardoso Junior. Prof. M. Sc. Arquiteto. Membro do Instituto do Bambu – E-mail: atendimento@institutodobambu.org.br - Fone: 55 XX (82) 214-1503.

Suely Benevides de Carvalho Brasileiro. Arquiteta. Membro da Associação Pro- Habitar- HABITEC. Membro do PROTERRA e Instituto do Bambu - E-mail: suelybrasileiro@hotmail.com - Fone: 55 XX (81) 3266-0377.

(T1-14)

CARACTERIZAÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA DE INTERESSE SOCIAL SUSTENTÁVEL, à base de bambu e terra estabilizada, NO BAIRRO BEBEDOURO - COMUNIDADE JUVENÓPOLIS EM MACEIÓ – AL - BRASIL

Edson de Melo Santori
Rubens Cardoso Júnior
Suely Benevides de Carvalho Brasileiro*

Quadro I – Propriedades físicas dos bambus utilizados

Espécies	Cor	Nº de nós	Comprimento (cm)		Diâmetro (cm)			Espessura (cm)			Pesos	
			Colmo	Internó	Base	Topo	Médio	Base	Topo	Médio	Colmo (kg)	Peso específico (kgf/m³)
Dendrocalamus giganteus	Verde escuro	20	10,01	0,40/ 0,50	19,5	14,9	17,2	3,45	1,47	2,46	82,2	886
Bambusa vulgaris schard	Verde	29	10,56	0,35/ 0,37	9,4	6,4	7,9	1,9	0,8	1,4	24,75	84
Bambusa vulgaris Var. vitata	Amarelo com listras verdes	30	9,52	0,30/ 0,36	7,7	4,3	6	1,6	0,6	1,1	68,3	625
Guadua amplexphifolia	Verdes com anéis brancos	28	9	0,24/ 0,40	12,2	4,7	8,5	2,4	0,7	1,55	30,6	1000

Quadro II – Principais propriedades mecânicas dos bambus utilizados

Espécies	Nome comum	Resistência à Tração (MPa)	Resistência à Compressão (MPa)	Resistência à Flexão (MPa)
Dendrocalamus giganteus	Bambu Gigante	138,1	64,8	125,1
Bambusa vulgaris schard	Bambu Verde	169	41,6	136
Bambusa vulgaris var. vitata	Bambu Imperial	128,8	38,9	110,5
Guadua amplexphifolia	Taquarussu	132,4	49,9	102

Quadro III – Orçamento estimativo – Habitação de Interesse Social - 38,40 m2

ÍTEM	DESCRIÇÃO	CUSTO (R$)	%
01	Preliminares (preparo e marcação do terreno)		
02	Fundação, estrutura e fechamento		
03	Cobertura (estrutura e telhamento)		
04	Piso		
05	Revestimento paredes (emboço / reboco)		
06	Esquadrias (portas e janelas)		
07	Instalações		
08	Pintura		
	TOTAL	**4.360,00**	**100**

(T1-14)

CARACTERIZAÇÃO DE UMA RESIDÊNCIA DE INTERESSE SOCIAL SUSTENTÁVEL, à base de bambu e terra estabilizada, NO BAIRRO BEBEDOURO - COMUNIDADE JUVENÓPOLIS EM MACEIÓ – AL - BRASIL

Edson de Melo Santori
Rubens Cardoso Júnior
Suely Benevides de Carvalho Brasileiro*



Fig. 1-Assentamento dos painéis de bambu na estrutura.



Fig. 2 - Revestimento com argamassa primeira camada.



Fig. 3-Painel com 2ª camada



Fig. 4-Casa executada em painéis de bambu.

AS SUPERFÍCIES E O COMPORTAMENTO DAS PAREDES DE TERRA CRUA

Paulina Faria Rodrigues
Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa
2829-516 Caparica, PORTUGAL
Tel.: +351 21 2948580; Fax: +351 21 2948398; E-mail: mpr@fct.unl.pt

Tema 1: Tecnologia e Construção
Palavras-chave: reboco, argamassa, pintura, compatibilidade

Resumo
A superfície das paredes de terra pode ser encontrada à vista (sem qualquer protecção), directamente revestida por uma pintura (caiação) que lhe confere uma protecção muito superficial ou protegida por uma camada de desgaste mais espessa geralmente designada por reboco, por sua vez com acabamento por pintura.
Referem-se os diferentes tipos de revestimentos aplicados, principalmente no que se relaciona com aspectos acerca das matérias-primas utilizadas e das disposições construtivas que devem ser implementadas em obra. Salientam-se, com particular relevância, os casos em que os materiais utilizados podem contribuir para a degradação da parede.

1. Considerações gerais

As paredes de terra crua mais frequentes em Portugal são tradicionalmente constituídas por taipa, adobe ou tabique, sendo estas últimas mais frequentes em interiores e menos usuais em obras novas actuais. A superfície das paredes de terra é encontrada à vista, sem qualquer protecção, directamente revestida por uma pintura (geralmente caiação) que lhe confere uma protecção muito superficial ou protegida por uma camada de desgaste mais espessa geralmente designada por reboco, por sua vez com acabamento por pintura. Tradicionalmente, a aplicação ou não de revestimento superficial nas paredes de terra crua dependia de aspectos monetários e da maior ou menor necessidade de protecção de determinadas zonas dos suportes. Muitas vezes eram revestidas as paredes de fachada e deixadas à vista as superfícies de empena; outras vezes apenas eram revestidas zonas de socos e aros de vãos.

Fig. 1 – Superfícies de paredes de taipa em Sobral da Adiça (foto de Plano B)

Em obras novas, realizadas na actualidade, muitas vezes os projectistas pretendem deixar à vista vastas áreas superficiais das paredes de terra, de modo a mostrar a tecnologia utilizada, associada a aspectos estéticos que se pretendem realçar. Essa situação é tanto mais viável quanto menos exposto estiver o paramento, quer em termos de orientação face a vento e chuva predominante, quer através de elementos do próprio edifício (pálas, beirais, pérgolas, entre outros).

Fig. 2 – Edifício recente com superfície de taipa à vista

No caso das paredes de taipa, a tecnologia mais eficiente é que as superfícies sejam deixadas sem revestimento durante um período inicial (pelo menos cerca de um ano), de modo que o desgaste pelas acções atmosféricas torne a superfície mais irregular e mais propícia a garantir uma boa aderência à primeira camada de reboco. No entanto, o desgaste deverá ser acompanhado, de modo a que a aplicação do sistema de reboco possa ser implementado antes de a integridade da parede começar a ser posta em causa.
Os sistemas de reboco são geralmente constituídos por camadas de argamassas à base de cal aérea, de pastas de terra ou mistas. Os sistemas de pintura mais adequados são geralmente constituídos pela aplicação de diversas demãos de leite de cal ou de tinta de silicatos (eventualmente pigmentados). As argamassas a aplicar nos

rebocos e o revestimento por pintura deverão cumprir determinados requisitos em termos da constituição e condições de aplicação, de modo a assegurarem a necessária compatibilidade com o suporte e a contribuírem para a impermeabilização do conjunto da parede.
A eliminação de revestimentos de protecção de um paramento é que deverá ser evitada, pois tal situação acarreta a alteração das condições de equilíbrio higrotérmico entre o ambiente e a parede, podendo conduzir ao despoletar de processos erosivos muito acelerados.

2. Sistemas de revestimento com base em pastas de terra

Um dos tipos de revestimentos superficiais das paredes de terra crua, mais correntes em interiores, são constituídos por camadas de pastas de terra. As pastas utilizadas são, no caso das paredes de adobe, geralmente idênticas às utilizadas no assentamento dos blocos, eventualmente contendo palha ou outras fibras ou podendo ser estabilizadas com cal. Podem ser utilizadas pastas exclusivamente de terra ou mistas de terra e cal. Numa aplicação experimental recente[1] procedeu-se à aplicação em painéis muito pequenos de uma primeira camada de pasta de terra que já tinha sido utilizada no assentamento de adobes, uma segunda camada de mistura em partes iguais dessa pasta com argamassa de cal aérea e uma terceira camada de argamassa de cal aérea. O comportamento apresentado até à data tem sido excelente.

Fig. 3 – Aplicações de sistemas de revestimento em suporte recente de adobe (Workshop “Construção com Terra Crua”)

Este tipo de revestimentos apresenta grande variabilidade, quer em número de camadas aplicadas, quer na especificdade das matérias-primas utilizadas na constituição dessas camadas e não vai ser aqui apresentado de forma aprofundada.

3. Sistemas de reboco com base em cal aérea

Os reboco mais frequentes e adequados para aplicação sobre paredes de terra crua são constituídos por um sistema de camadas múltiplas de argamassas com base em cal aérea, com funções, consequentes espessuras e períodos de secagem distintos, de modo a poderem garantir uma eficiente aderência ao suporte, conferir uma adequada capacidade de impermeabilidade à água e o acabamento pretendido. Estas camadas são geralmente designadas por: chapisco, salpisco ou crespido; camada de base ou de enchimento; camada de acabamento. A primeira apresenta uma espessura irregular, funcionando como uma interface entre o suporte propriamente dito e o sistema de reboco, a segunda é a que apresenta uma espessura mais importante e uma superfície regular (podendo ela própria ser constituída por mais de uma camada, se a espessura total necessária for superior ao limite de 2 cm considerado como máximo), enquanto a terceira terá uma espessura também regular mas reduzida, de modo a ter fraca tendência para retrair e constituir a primeira barreira às acções atmosféricas.
Estas argamassas podem ser realizadas com base em cal aérea hidratada em pó ou, preferivelmente, com cal aérea em pasta, misturada com areia de rio ou, apenas parcialmente, de areeiro, de granulometria corrente para argamassas. Os traços volumétricos geralmente utilizados são de 1 volume de cal aérea para 2 a 3 volumes de areia (correspondendo o volume de cal ao volume de vazios da areia utilizada). Em algumas zonas do país (nomeadamente no Alentejo) têm sido correntes as utilizações da chamada “cal a quente” que resulta da mistura do traço de cal viva à areia molhada, sendo a extinção resultante da hidratação da cal a partir da água contida na areia. Deste método resulta uma melhor ligação entre o ligante e o agregado, uma vez que este último sofre um ataque cáustico por parte da cal viva. A camada de acabamento, por ser mais delgada, poderá conter areia de granulometria mais fina.

As argamassas devem ser realizadas com pouca água, amassadas prolongadamente e aplicadas energicamente contra a parede muito “à força de braços”, sendo fundamental o seu aperto imediato contra o suporte, assim como novo aperto a ser aplicado com a argamassa já parcialmente endurecida. Este último aperto vai permitir a eliminação de fendilhação por retracção por secagem que entretanto tenha ocorrido, especialmente na camada de base, e contribuir para a compactação e aderência da camada de argamassa[2]. Assim, torna-se fundamental que cada camada subsequente só seja aplicada após a camada anterior ter sofrido parte significativa da sua retracção por secagem, e de modo a possibilitar a carbonatação da camada anterior.
Este tipo de argamassas, exclusivamente com cal aérea como ligante, apresentam uma presa lenta (que ocorre exclusivamente por carbonatação do hidróxido de cálcio da cal aérea em contacto com o dióxido de carbono do ambiente) e resistências mecânicas e aos sais pouco elevadas.
Através da adição de componentes que reajam pozolanicamente com a cal aérea, este tipo de argamassas adquirem características hidráulicas. Estas permitem-lhe atingir mais altas resistências mecânicas e aos sais, e fazerem cura mesmo em ambientes muito húmidos, pelo facto do endurecimento passar a fazer-se por hidratação dos produtos resultantes da reacção da sílica e da alumina dos componentes pozolânicos com o hidróxido de cálcio da cal aérea (formação de silicatos e aluminatos de cálcio hidratados), paralelamente à carbonatação do hidróxido de cálcio que não reaje. A reacção pozolânica é lenta e necessita da presença de água, pelo que a cura deste tipo de argamassas não deverá ser seca.
Como produtos pozolânicos podem utilizar-se pozolanas naturais (lavas) ou artificiais, resultantes de subprodutos industriais ou do tratamento térmico de argilas. Exemplos destas são o caso de pó de cerâmica de barro vermelho, de caulinos cozidos, de cinzas de palhas de arroz, de pó de sílica, de cinzas volantes. A proporção ideal de componente pozolânico a adicionar dependerá das características de maior ou menor hidraulicidade pretendidas para a argamassa e da reactividade do componente pozolânico utilizado.

4. Acabamento por pintura

A caiação resulta da aplicação de duas ou mais demãos em direcções cruzadas de um leite de cal de cor geralmente branca. Em interiores e em elementos pontuais do exterior por vezes recorre-se à pigmentação do leite de cal.
Como referido anteriormente, a caiação pode constituir a única protecção de uma parede de terra ou ser a protecção de um reboco aplicado sobre as paredes.
A caiação é de uma grande operacionalidade. Para além de funcionar como um elemento de protecção do suporte, a superfície com caiação não pigmentada também actua como um reflector solar e permite a reparação de defeitos parciais da superfície do paramento, sem deixar vestígios, o que já não acontece com a utilização de uma tinta convencional.

5. Características dos sistemas de revestimento e sua influência no comportamento das paredes

Pretende-se que o sistema de revestimento aplicado sobre uma parede seja compatível e complementar face a essa mesma parede. Nesse sentido é requerido que confira o aspecto estético pretendido e contribua para a impermeabilidade do conjunto do paramento. No entanto, estes requisitos devem ser atingidos sem que o sistema de revestimento venha a constituir uma barreira à permeabilidade ao vapor apresentada pela parede, nem, pela sua elevada resistência e indeformabilidade, venha a provocar na parede tensões que possam colocar em risco a sua integridade. Em situações em que estas características não sejam cumpridas, a contribuição do revestimento para a degradação da parede poderá ser muito mais gravosa do que a que ocorreria se as paredes de terra não possuíssem qualquer revestimento.

Neste sentido, é necessário que o revestimento por pintura apresente, para além das características estéticas e visuais requeridas, uma permeabilidade ao vapor não inferior à registada pelas próprias paredes. Para a sua integridade (sem que venha a fendilhar) deverá ainda apresentar uma deformabilidade semelhante à do suporte onde está aplicado. No que se refere ao sistema de reboco, constituído por camadas de argamassas, há que garantir que estas apresentem alta deformabilidade - de modo a poderem acompanhar, sem fendilhar, as ligeiras movimentações do suporte -, relativamente baixas resistências mecânicas, -semelhantes às das paredes e de forma a não provocarem o desenvolvimento de tensões na própria parede - e elevada permeabilidade ao vapor de água - de modo a não proporcionarem a ocorrência de condensações na interface entre a parede e o revestimento. Os materiais constituintes dessas argamassas também não devem conter elevado teor em sais solúveis higroscópicos, para estes não serem somados aos geralmente já existentes em edifícios antigos, devido à exposição a que estes estiveram sujeitos ao longo dos anos (cloretos em ambientes marítimos, sulfatos em zonas poluídas, nitratos por contaminação animal).
Se estas condições forem cumpridas, por exemplo pela aplicação de um reboco à base de cal aérea, os sais têm tendência a serem transportados até à superfície exterior do paramento, onde muitas vezes cristalizam na forma de eflorescências, que podem ser eliminadas por escovagem (caso em que as consequências resultantes não são gravosas) ou ficam no seio do próprio reboco, conduzindo a eventual degradação deste, mas sem colocar qualquer problema à parede de terra crua propriamente dita. Se estas condições não forem cumpridas, por exemplo pela aplicação de argamassas com base em cimento, serão transmitidas às paredes tensões para as quais elas não estão preparadas, poderá ocorrer elevada introdução de água por fendilhação que ocorra na superfície e haverá dificuldade de secagem dessa água que penetre pelas paredes ou que ascenda do terreno por capilaridade e do vapor de água que seja gerado no interior da construção. Essa situação conduzirá a que os sais solúveis transportados pela água se vão concentrando na interface interior entre a parede e o revestimento (que constitui uma barreira ao vapor de água). Em ciclos sucessivos de cristalização/dissolução de sais, estes acabam por se expandir com aumento de volume. Quando as resistências mecânicas do revestimento deixam de ser suficientes para suportar essa expansão, este acaba por sofrer destacamentos, geralmente deixando então visível uma grande degradação que entretanto tinha vindo a ocorrer na interface com a parede (até então escondida pelo revestimento).

Fig. 4 – Acção dos sais em paredes com barreiras ao vapor de água

É também devido à acção dos sais solúveis higroscópicos que não devem ser eliminados definitivamente revestimentos de paramentos anteriormente protegidos. Com efeito, se os sais não tiverem contacto com a água, permanecem na forma anidra, cristalizados, em equilíbrio com o meio poroso envolvente. Mas se ocorrerem oscilações ao nível da humidade relativa existente no elemento construtivo, os sais que se situam nas camadas mais superficiais vão sucessivamente ganhando e perdendo humidade, variando entre o estado anidro e o estado hidratado, o que provoca cristalizações e dissoluções sucessivas, com as consequentes alterações de volume referidas anteriormente, e respectiva erosão das superfícies.

6. Conclusões

Do exposto deve depreender-se que em obra nova, a opção pela aplicação ou não de um revestimento sobre as paredes de terra crua deve ser tomada conscientemente pelo projectista, face ao tipo de parede existente, sua exposição aos agentes atmosféricos e eventuais elementos de protecção existentes. A opção por não recorrer a revestimento de protecção da parede deve sempre poder vir a ser alterada, caso o estado de erosão da parede assim o determine.

Paralelamente, a opção pela eliminação permanente do revestimento de uma parede existente (de modo a expor a constituição do substrato) deve ser evitada, pois mais tarde ou mais cedo resultará na erosão superficial e/ou no destacamento de espessura da parede existente.
A aplicação de revestimentos de protecção em paredes de terra crua deverá sempre ter em conta a necessária compatibilidade das argamassas com os paramentos onde são aplicados. Para tal é imprescindível o correcto conhecimento dos materiais utilizados, suas dosagens (traços), tipos de amassadura, métodos de aplicação e cuidados na cura implementados.
É fundamental ter em mente que a função principal dos revestimentos das paredes de terra crua terá de ser sempre a protecção dessas paredes e que a durabilidade dos sistemas de revestimento deverá ser a maior possível, sem que a prazo seja posta em causa a integridade da parede.

Bibliografia

- FARIA RODRIGUES, Paulina (2005): " Revestimentos de paredes de terra crua". Arquitectura em Terra em Portugal, ed. Argumentum, Lisboa, 2005 (no prelo).
- FARIA RODRIGUES, Paulina (2004): "Argamassas de revestimento para alvenarias antigas. Contribuição para o estudo da influência dos ligantes". Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil na especialidade de Reabilitação do Património Edificado pela Universidade Nova de Lisboa.
- CAVACO, Luís (2005): "Técnicas de aplicação de argamassas de revestimento em edifícios antigos. Influência no desempenho". Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção pela Universidade Técnica de Lisboa.
- MOTTA, Maria Manuel (1997): "Construções rurais em alvenaria de terra crua no Baixo Alentejo". Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Construção pela Universidade Técnica de Lisboa.

[1] Oficina da Primavera - Workshop "Construção com terra crua", Associação Centro da Terra e GAIA, FCT/UNL, Abril 2005.
[2] Esta situação de realização de aperto sobre argamassas parcialmente endurecidas para eliminação da fendilhação por retracção ocorrida já não é viável em argamassas com ligantes correntes.

Nota Final

Paulina Faria Rodrigues é engenheira civil e Mestre em Construção pelo IST/UTL, doutorada em Reabilitação do Património Edificado pela FCT/UNL, onde lecciona Materiais, Física, Tecnologias e Patologias da Construção. É membro fundador da Associação Centro da Terra.

AS SUPERFÍCIES E O COMPORTAMENTO DAS PAREDES DE TERRA CRUA

Paulina Faria Rodrigues
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
Campus da Caparica, 2928-516 Caparica, PORTUGAL
Tel.: +351 21 2948580; Fax: +351 21 2948398; E-mail: mpr@fct.unl.pt

Tema 1: Tecnologia e Construção



Fig. 1 – Superfícies de paredes de taipa em Sobral da Adiça (foto de Plano B)



Fig. 2 – Edifício recente com superfície de taipa à vista



Fig. 3 – Aplicações de sistemas de revestimento em suporte recente de adobe (Workshop “Construção com Terra Crua”)

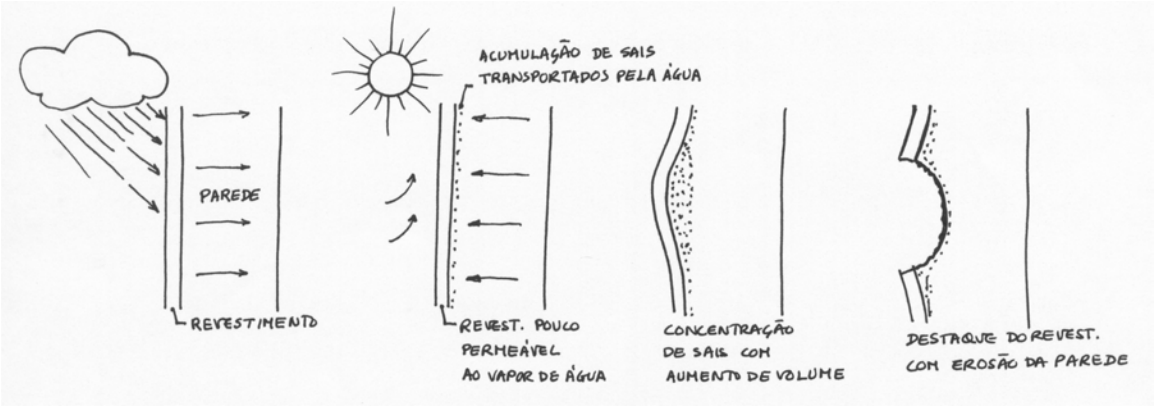


Fig. 4 – Acção dos sais em paredes com barreiras ao vapor de água

PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA DE PISOS PARA VIVIENDA ECONOMICA

Dr. Ing. Virgilio Ayala Zapata

Centro de Investigaciones de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, zona 12 Guatemala 01012
Tel. (502) 24769748, 24763992
Fax. 24763993
virgilioayala@yahoo.com, vayala@ii.usac.edu.gt

Tema 1: Tecnología y Construcción
Palabras clave: piso de tierra, vivienda económica, tecnología apropiada

RESUMEN
Desde el año 1983 se creó el Programa de Investigación en Construcciones en Tierra en el Centro de Investigaciones de Ingeniería como parte del Programa de Investigación en Asentamientos Humanos orientado hacia la investigación de materiales y sistemas constructivos que permitan presentar alternativas de solución a la problemática de vivienda existente.
En Guatemala según datos obtenidos del último censo habitacional de noviembre de 2002 hay 736,753 viviendas con pisos de tierra, equivalente al 28.58% del total de pisos.
En la actualidad cuando se habla sobre piso, se entiende que es una superficie terminada, con textura y apariencia cómoda de una vivienda o edificación.
Se han realizado investigaciones que incluyen la identificación y caracterización de materiales locales y sistemas constructivos, evaluación de su comportamiento al ser sometidos a esfuerzos de compresión y flexión, evaluación de un sistema de piso de tierra apisonada estabilizada con cal en una vivienda en Amatitlán y una propuesta de especificaciones y métodos de ensayo para pisos de terrazo fabricados en Guatemala.
Se identifican y caracterizan materiales, proporciones, procedimientos de construcción de los pisos de tierra apisonada, suelo cemento y suelo cal a base de tierra.
Otros ensayos realizados en los pisos son la granulometría de los suelos, compactación, densidad seca máxima, humedad óptima, flexión, desgaste, absorción e impacto.
Se desarrolla un sistema constructivo de fácil utilización y resultados satisfactorios.
Se hace un análisis de costos de materiales e instalación de pisos de otros materiales

PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA DE PISOS PARA VIVIENDA ECONOMICA

Desde el año 1983 se creó el programa de investigación en construcciones en tierra en el Centro de Investigaciones de Ingeniería como parte del Programa de Investigación en Asentamientos Humanos orientado hacia la investigación de materiales, sistemas constructivos que permitan presentar alternativas de solución a la problemática de la vivienda existente.
A raíz de ello se han realizado numerosos investigaciones entre las que se encuentran las siguientes: evaluación de un sistema de piso de tierra compactada estabilizada para vivienda económica, compilación de información tecnológica básico-tradicional empleada en construcciones de tierra, evaluación de un sistema de piso de tierra apisonada estabilizada con cal en una vivienda en Amatitlán y otras.

Los datos obtenidos en el último censo habitacional de noviembre del 2002 se muestran a continuación.

MATERIAL DE PISO	Cantidad de viviendas	%	Vivienda Urbano	%	Vivienda Rural	%
Torta de cemento	804,594	31.21	426,790	34.28	377,804	28.34
Tierra	736,753	28.58	142,784	11.47	593,969	44.55
Ladrillo de cemento	426,032	16.52	354,862	28.50	71,170	5.34
Ladrillo cerámico	132,969	5.16	114,701	9.21	18,268	1.37
Madera	13,924	0.54	4,447	0.36	9,477	0.71
Ladrillo de barro	13,505	0.52	8,135	0.65	5,370	0.40
Parqué	2,780	0.11	1,656	0.13	1,124	0.08
Otro material	851	0.03	627	0.05	224	0.02
Material no establecido	446,857	17.33	191,110	15.35	255,747	19.18
Total	2,578,265	100.00	1,245,112	100.00	1,333,153	100.00

Pisos y características que deben cumplir

El piso, es un sistema de revestimiento que conforma el suelo transitable de cualquier espacio construído. Los pisos se apoyan sobre elementos estructurales sensiblemente horizontales, como los terrenos estabilizados, soleras y losas . Las principales funciones que desempeñan son el aislamiento y la ornamentación, pero al mismo tiempo deben resistir las abrasiones y los punzonamientos (esfuerzos cortantes) producidos por el paso de personas o mobiliarios, la caída de objetos y la compresión de los elementos que se apoyan. Además, muchos pisos tienen que ser inmunes a la acción de agentes químicos, como agua, aceites, sales o ácidos, a las agresiones de seres vivos e incluso a la propia luz solar.

En la actualidad cuando se habla sobre piso, se entiende que es una superficie terminada, con textura y apariencia cómoda de una vivienda o edificación.

Además de tener una buena apariencia y ser un elemento decorativo.

Normas sobre pisos

Las normas vigentes en Guatemala son las siguientes:

Norma COGUANOR NGO 41017 h8. Determinación de la resistencia a la flexión usando viga simple con carga en el punto central.

Propuesta COGUANOR NGO. Determinación de la resistencia a flexión de piso de terrazo, bajo contrato con el Centro de Investigaciones de Ingeniería CII.

ASTM F 1265-89. Resistencia a impacto para piso.

Propuesta COGUANOR NGO. Determinación de la resistencia a impacto de piso de terrazo, bajo contrato con el Centro de Investigaciones de Ingeniería CII.

Propuesta COGUANOR NGO. Determinación de la absorción de agua de piso de terrazo, bajo contrato con el Centro de Investigaciones de Ingeniería CII.

Piso de tierra apisonada.

El sistema de piso de mayor uso en Guatemala es el sistema de tierra nivelada en el lugar, también existe el piso de tierra compactada o apisonada. El cual no requiere de una tecnología elevada para su fabricación. Encontramos por ejemplo en la construcción con adobe y otras viviendas rurales económicas, que el piso que usan es simplemente la tierra que se encuentra en el lugar, dicha tierra se le agrega cierta humedad y luego se apisona para que con el paso del tiempo, el tráfico a que es sometido, y el desgaste debido al uso, tienda a formar una superficie plana, libre de polvo y de aspecto resistente.

El uso que frecuentemente se le da a este piso es para los interiores y exteriores de viviendas, siendo más frecuente y más notorio en cocinas y corredores.

Una vez que se conoce la proporción de arena que tiene la tierra, se hace la mezcla.

Pisos y sus materiales
Se ensayaron diferentes mezclas de materiales, las cuales aparecen a continuación.

Mezclas de pisos.
Compactación en 3 capas, 100 golpes c/capa.
(VN= Villa Nueva, J= Jutiapa)

Proporción en volumen De suelo cemento	Proporción en volumen de suelo-cal	Proporción en volumen de suelo, cemento y cal
5 arena pómez VN/ ½ cemento	5 arena pómez VN/ ½ cal	1 cemento / 3arena / 1cal
5 arena pómez VN/1 cemento	5 arena pómez VN/1 cal	1/2 cemento / 3arena / 1/2cal
5 arena pómez VN, 1 ½ cemento	5 arena pómez VN/1 ½ de cal	1 cal / 2arena / 2 arcilla (reforzado con malla de gallinero)
5arena pómez VN/1 cemento Con pastina de 1:1 arena de rio/cemento	5 arena pómez VN, 1 cal Con pastina 1:1 arena de rio/cemento	1/2 cemento / 2arena / 11/2arcilla
5 arena pómez J/½ cemento	5 arena pómez J / ½ cal	1/2 cemento / 3arena / 1/2cal/1arcilla
5 arena pómez J/1 cemento	5 arena pómez J/1 cal	1/2 cemento / 4arena / 1/2arcilla
5 arena pómez J, 1 ½ cemento	5 arena pómez J/1 ½ de cal	1/2 cemento / 3arena / 1cal / 3arcilla
5 arena pómez J /1 cemento Con pastina de 1:1 arena de río / cemento	5 arena pómez J, 1 cal Con pastina 1:1 arena de río / cemento	2 cemento / 4arena / 4arcilla
		2 cemento / 8 arena / 4 arcilla

Pisos y sus sistemas constructivos
Se describen sistemas constructivos utilizando diferentes materiales.

	Procedimiento de construcción
Piso de tierra apisonada	Limpiar y nivelar el área, esto se hace quitando toda capa vegetal o tierra negra que exista por lo menos 15 cm bajo el nivel del piso terminado Se hace el trabajo en tres capas. La primer capa de 8 cm consiste en llenar con un material de alto contenido de arena, esto para evitar la humedad que pueda ascender del terreno natural. Se tiende una segunda capa de 3 cm con poco estabilizador y se apisona, previendo que la humedad sea la óptima. Se tiende la capa final de 4 cm la cual contendrá mayor estabilizador, debido a que estará sujeta a las cargas y desgastes provocados por el uso frecuente. La tierra que se emplea, es la misma tierra con que se construyó. Para curar este piso, se pueden usar el métodos de aspersión o simplemente cubrirlo con bolsas de cemento, cal o costales mojados durante varios días. Al finalizar el periodo de curado, se aplica al piso una lechada de cemento y arena fina para sellar las grietas e impermeabilizarlo.
Piso de	Limpiar y nivelar el área, esto se hace quitando toda capa vegetal o tierra

suelo-cemento	negra que exista, por lo menos 15 cm bajo el nivel del piso terminado. Se hace el trabajo en dos capas. La primer capa es la base del piso, de 10 cm consiste en llenar con un material bien compactado, de alto contenido de arena, esto para evitar la humedad que pueda ascender del terreno natural. Se tiende una segunda capa de 5 a 6 cm de material hecho con una mezcla de suelo y cemento. Colocar arrastres de madera pudiendo ser de 2" x 2" (5x5 cm), paralelamente que sirvan como guías, con una separación mínima de 1.50 m. estos deberán ser anclados para evitar que se destruyan a la hora de la compactación. Se forman tramos de 5 cm de espesor y de la longitud que tenga el ambiente. Cernir la arena pómez en tamiz No. 4. cernidor de 4.76 mm. Hacer la mezcla hasta tener un color uniforme, y humedecerla por pocos hasta tener una mezcla húmeda, cuidando de no pasarse del porcentaje optimo de humedad. La mezcla puede utilizarse hasta un periodo máximo de 20 minutos en la sombra, pasado este tiempo deberá incrementarse la cantidad de agua. Humedecer el área de la construcción del piso, sin formar pozas ni exceso de agua. Se coloca la mezcla en tres capas, apisonando con un numero de 200 golpes/m^2 cada capa, con apisonador metálico de 0.15 x 0.15 metros. Para curar este piso, se pueden usar el método de aspersión o simplemente cubrirlo con bolsas de cemento, cal o costales mojados.
Piso de suelo-cal	Pasos del suelo-cemento, a diferencia que la mezcla se hará con arena pómez utilizada como suelo y la cal utilizada como material estabilizador, Para curar este piso, se pueden usar el método de aspersión o simplemente cubrirlo con bolsas de cemento, cal o costales mojados. Durante los primeros días aparecerán algunas grietas, las cuales se pueden llenar con un poco de cemento y arena cernida, luego con una plancha de madera distribuir en forma remolineada. Al finalizar el periodo de curado aproximadamente 1½ semana, se aplica al piso una lechada cal y arena fina para sellar las grietas finales e impermeabilizarlo.

ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos realizados en los pisos en el Centro de Investigaciones de Ingeniería CII. de la Universidad de San Carlos de Guatemala son: Granulometría, Compactación, Flexión, Desgaste, Absorción, Impacto.

Resultado del análisis granulométrico del suelo.

Tipo de Suelo Descripción	Procedencia	% de Arena	% de Grava	% de Finos
Arena pómez limosa Color café claro	Villa Nueva	53.60	10.00	36.40
Arena pómez limosa Color blanca	Jutiapa	69.20	2.50	28.40

Resultado del ensayo de compactación proctor estándar.

Tipo de Suelo Descripción	Procedencia	Densidad seca máxima (Kg/m^3)	Humedad óptima (%)
Arena pómez limosa Color café claro	Villa Nueva	1179.667	33.20
Arena pómez limosa	Jutiapa	1051.615	25.00

Color blanca			
Mezcla de arena pómez limosa color café claro y cal hidratada (5:1/2)	Villa Nueva	1163.660	21.00

Para llevar a cabo el ensayo de impacto, es necesario usar un dispositivo descrito por la norma ASTM D3-18.
Análisis de los ensayos de laboratorio, a los 28 días de construcción de piso de suelo cemento, suelo-cal y a base de tierra. Compactación en 3 capas, 100 golpes c/capa. Se analizaron los resultados de los ensayos de absorción, impacto y módulo de ruptura.

PROPUESTA DE PISO PARA UNA VIVIENDA RURAL

La mezcla mas económica pero al mismo tiempo eficiente en su comportamiento al ser sometida a los esfuerzos que sufren los pisos debido al uso es, 5 partes de arena pómez procedente de Villa Nueva por ½ parte de cal hidratada.

Construcción de un sistema monolítico en una vivienda.
En base a la propuesta de piso se procedió a construir un sistema en una vivienda de adobe, la cual tiene 4.08 m. de ancho y 4.26 m. de fondo. La mezcla se debe hacer de forma homogénea hasta obtener un color uniforme, agregándose un 21% de agua para trabajar con la humedad óptima.

Foto No. 1
Forma correcta de fabricar la mezcla.

La capa base del piso debe ser humedecida antes de colocar la capa final, esto se hacer con la finalidad de resanar ambas capas y obtener así una correcta adherencia entre capas.
Después de colocada la mezcla, se procede a compactar en tres capas. Las probetas, se construyeron con apisonador metálico.

Foto No. 2
Apisonador de mayores dimensiones,
utilizado para agilizar el proceso de fabricación.

La textura del piso, puede variar, pudiendo ser rústico, o con un acabado, aplicando una pastina o capa final de acabado.

Foto No. 3
Textura del piso sin acabado final

Foto No. 4
Textura del piso con la aplicación de una capa de pastina como acabado final.

Cuando se habla de mezcla recomendada se está refiriendo a la mezcla que contiene 5 partes de arena pómez limosa procedente de Villa Nueva, y ½ parte de cal

hidratada. El dato del ensayo de proctor de esta mezcla, nos da una humedad optima de 21%, con la cual la mezcla al ser compactada alcanzará una densidad seca máxima de 1163.66 Kg/m^3, siendo la densidad el parámetro para medir la mayor masa dentro de la unidad de volumen del sólido.

COMPARACIÓN DE COSTOS DEL SISTEMA CONSTRUIDO

En la actualidad, podemos catalogar como un piso económico, al piso comercial tipo C de cemento líquido y al piso construido de torta de cemento. Para fines comparativos, tomaremos un sistema de piso de cemento líquido de 0.25m. x 0.25m. contra nuestra mejor mezcla, la cual resultó ser por fines económicos, la mezcla de 5 partes de arena pómez limosa proveniente de Villa Nueva, con ½ parte de cal hidratada.

Costo de materiales e instalación del piso.

TIPO PISO	UNIDAD	COSTO / m^2
Cemento líquido	**m^2**	**USD 11.09**
Suelo-cal	**m^2**	**USD 5.17**

Según lo mostrado anteriormente, se tiene una diferencia de Q 47.36 por cada m^2 de piso, lo cual demuestra la economía que se tiene al trabajar con un piso compactado, hecho a base de suelo-cal. Este piso puede ser aun más económico, si los propietarios de las viviendas son los mismos que construyan el sistema de piso, utilizando madera local y no proveniente de aserradero. Para poder de esta forma agregar mejoras al piso como la adición de una capa lisa y fina de remate, construida con un mortero de 1 parte de cemento x 1 parte de arena de río.

Los sistemas que presentaron mejores características físicas y mecánicas fueron el piso de suelo cemento y el piso de suelo cal, siendo este último el que dio una menor resistencia pero el que más se adecua a la propuesta, debido a su reducción de costos en los materiales utilizados.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro Acosta, Hector Ariel, González Salguero, Guillermo Adolfo. Muros a escala natural de suelo-cal apisonados reforzados con caña de castilla, ensayados a corte, noviembre de 1988, Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC, Guatemala.
- Aquino López, Gonzalo, Cario Paz, Sergio A., Resistencia a corte, en muros de adobe a escala natural, reforzados con caña de castilla, y febrero de 1987, Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC, Guatemala.
- Argueta Martinez, Mario Guilfredo. Propuesta y evaluación de piso de bajo costo a base de tierra para una vivienda rural. Febrero 2005. Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC, Guatemala.
- Contreras Pinillos, Miriam Luz. Compilación de información tecnológica básico-tradicional empleada en construcciones de tierra, noviembre 1986, Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC, Guatemala.
- Dumas, Gustavo Adolfo. Evaluación de un sistema de piso de tierra apisonada estabilizada con cal en una vivienda en Amatitlán, julio 1990, Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC, Guatemala.
- Godoy Cobar, Sergio Ricardo, Muros de suelo-cemento apisonado reforzados con fibras, sometidos a compresión y corte, septiembre de 1983, Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC, Guatemala.

- Hazbun Hazbun, Jack Joseph. Muros de bajareque sometidos a carga lateral, agosto de 1989, Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC, Guatemala.
- Montufar Marroquin, Mario Raul. Muros de suelo estabilizado con cal, apisonados, reforzados con caña de castilla sometidos a corte, abril de 1986, Centro De Investigacines de Ingeniería, USAC, Guatemala.
- Salazar Corado, David Estuardo, Propuesta de especificaciones y métodos de ensayo para pisos de terrazo fabricados en Guatemala. septiembre de 1983, Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC, Guatemala.
- Urias Bran, Julio Manuel. Determinación del esfuerzo cortante en muros de suelo-cal apisonado. Octubre de 1992, Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC, Guatemala.

NOTA FINAL

Doctorado en Ingeniería Civil del Institut National des Sciences Appliquées, Rennes, Francia. Investigador en materiales de construcción en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala. Miembro de grupo PROTERRA.

(T1-16)

IV SIACOT
"SEMINARIO IBEROAMERICANO DE CONSTRUCCIONES CON TIERRA"
E O
III SEMINARIO
"ARQUITECTURA DE TIERRA EN PORTUGAL"
7 AL 12 DE OCTUBRE DEL 2005

PROPUESTAS TECNOLÓGICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA DE PISOS PARA VIVIENDA ECONOMICA

AUTOR: Dr. Ing. Virgilio Ayala Zapata

Centro de Investigaciones de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, zona 12 Guatemala 01012
Tel. (502) 24769748, 24763992
Fax. 24763993
virgilioayala@yahoo.com, vayala@ii.usac.edu.gt

Segundo archivo

Fotos

Foto No. 1
Forma correcta de fabricar la mezcla.



Foto No. 2
Apisonador de mayores dimensiones,
utilizado para agilizar el proceso de fabricación.



Foto No. 3
Textura del piso sin acabado final

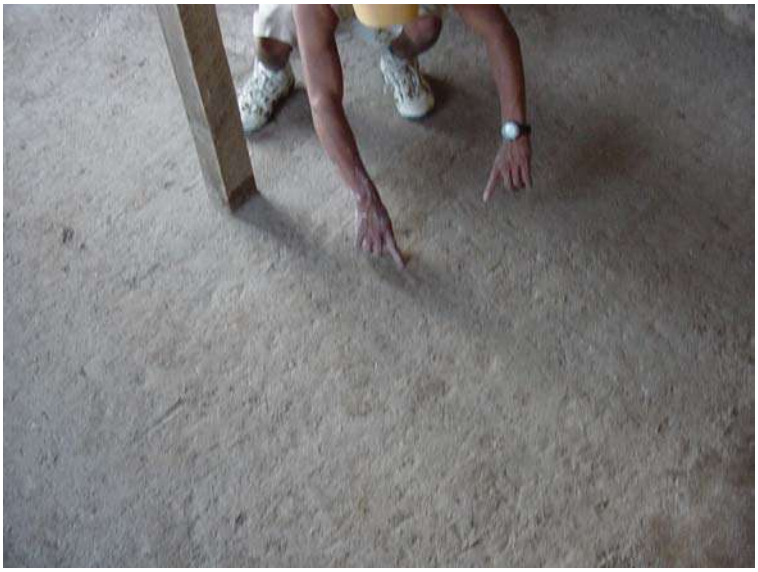
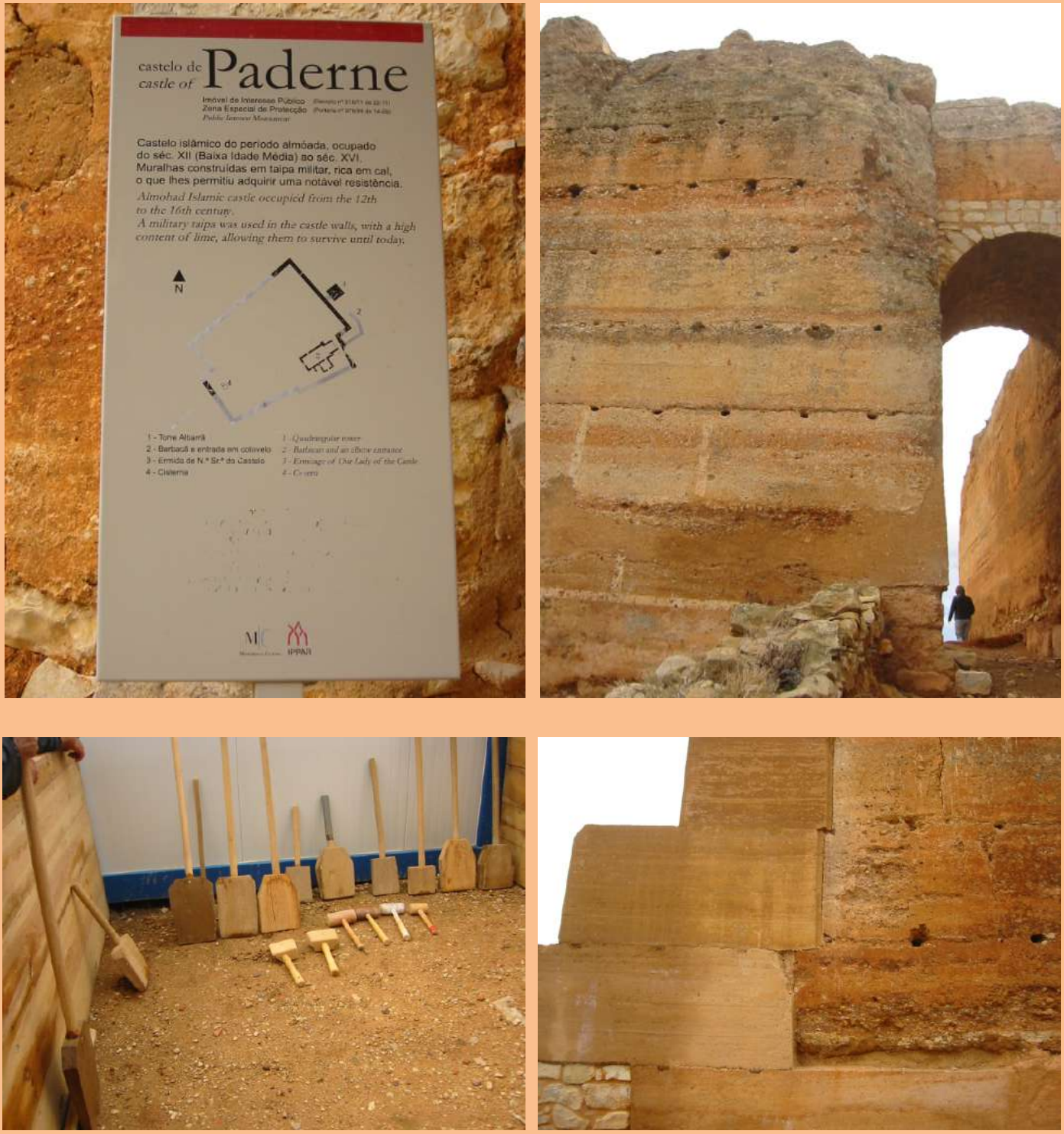


Foto No. 4
Textura del piso con la aplicación de una capa de pastina como acabado final.





Conservação e restauro das muralhas de taipa de Paderne, em Portugal. Crédito: Célia Neves

Conservação e Patrimônio

UN INSTRUMENTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA ARQUITECTURA POPULAR EN CERDEÑA:
EL MANUAL DE RECALIFICACIÓN DE LOS CENTROS HISTÓRICOS DE LA MARMILLA, DEL SARCIDANO Y DEL ARCI GRIGHINE (1)

Carlo Atzeni
Departamento de Arquitectura- Facultad de Ingeniería – Universidad de Cagliari
Piazza d'Armi, 16 – 09123 Cagliari – ITALIA
Tel: +39 070 6755807-08; Fax: +39 070 6755804; E-mail: carlo.atzeni@unica.it

Tema 2: Conservación y Patrimonio
Palabras clave: Tierra, Arquitectura popular, Manuales sobre rehabilitación, Marmilla, Cerdeña.

Resumen
El sistema de asentamiento de las áreas de la Marmilla y del Sarcidano se caracteriza por una red de pequeños centros habitados de matriz medieval en los que la arquitectura histórico-tradicional sigue conservando intactos, en buena medida, sus rasgos más significativos y supone para las comunidades establecidas un testimonio importante de identidad local.
El binomio conservación-modificación conforma el marco cultural de referencia en cuyo ámbito se incluye la redacción del Manual de recalificación de los centros históricos de esa vasta región de la Cerdeña central. Concebido con el propósito de estudiar un patrimonio de inmuebles de unas 6000 casas históricas pertenecientes a 44 países, se plantea el objetivo de garantizar una forma de tutela activa.
A pesar del consistente número de centros urbanos interesados y de la gran extensión a escala regional, el área de referencia presenta varios ámbitos territoriales sustancialmente homogéneos bajo un perfil geográfico, cultural, material y de asentamiento.
El estudio del área ha permitido identificar, sobre todo, cuatro sub-zonas homogéneas. En cada una de ellas se han realizado análisis de lo existente en sus diferentes escalas de radicación (urbana, tipológica y tecnológica).También se han llevado a cabo análisis del deterioro y de las patologías recurrentes en los elementos estructurales y de acabado que, siguiendo un planteamiento prevalentemente de manutención, se proponen en las operaciones de recuperación y de reestructuración.
Los documentos principales empleados para la elaboración del Manual consisten esencialmente en un archivo fotográfico histórico y actual constituido por miles de imágenes, en un elevado número de relieves detallados de edificios, de elementos constructivos tales como mampostería, techumbre, entramado intermedio, aberturas; etc. Entre otros documentos importantes, cabe señalar también un archivo de documentos catastrales que se remontan a principios del siglo XX.
Entre los instrumentos principalmente empleados se cuentan el análisis exhaustivo y los cuadros interpretativos y comparativos, la tipología de edificación, las tecnologías de construcción e de intervención, basadas en el empleo de fichas de trabajo que permiten acercarse de forma operativa e inmediata a la edificación premoderna.

1. Premisas y objetivos

El sistema de asentamiento del ámbito territorial de la Marmilla, del Sarcidano y del Arci Grighine, que engloban a 44 municipios, sigue manteniendo sustancialmente inmutable su matriz medieval constituida por una tupida red de pequeños poblados, entre los que sobresalen algunos de importancia histórica, como Ales, Laconi, Lunamatrona, Mogoro, Sardara, Senis y Usellus.
Aunque la mayoría de los asentamientos de dichas áreas conservan buena parte de su patrimonio edilicio histórico-tradicional, probablemente a causa de los problemas económicos que tradicionalmente han caracterizado y siguen caracterizando todavía a dicha región, hay que subrayar dos datos fundamentales especialmente alarmantes:

- el proceso migratorio de corto y gran alcance que atañe a los pueblos del área G.A.L.;
- el aislamiento y la dimensión reducida de los municipios que, consecuentemente, se enfrentan con grandes problemas a la hora de promover procesos económicos de cierta relevancia.

Se trata de dos fenómenos indiscutiblemente enlazados, que ponen en discusión el vínculo entre la comunidad y su territorio, contribuyendo, así pues, de forma decisiva a la despoblación de los núcleos históricos, al deterioro (debido principalmente al abandono) del patrimonio edilicio tradicional y a un rápido abandono de los conocimientos de la construcción premoderna.

Al mismo tiempo es necesario subrayar que la realidad territorial y antrópica de la Marmilla presenta, en su conjunto, una carga de identidad que aflora de los centros históricos mediante la homogeneidad y la reincidencia de las características de su arquitectura básica.
Sea bajo el perfil estrictamente cultural que económico se ha llegado a la convicción de que la edilicia popular pueda ser entendida como patrimonio material de enorme valor.
En este sentido, el descubrimiento (aunque quizás sería más apropiado hablar de re-descubrimiento), el conocimiento de la cultura local de la construcción, la conservación y la rehabilitación por medio de la vuelta de la edilicia histórico- tradicional – en base a las peticiones de reapropriación que presentan las comunidades cada vez con más vigor, sobre todo las pequeñas y aisladas, por lo que se refiere al tema de la pertenencia e identidad – suponen una magnífica ocasión de desarrollo económico del territorio basado en sus características innatas.
De ahí que, en dicho marco, un estudio como el llevado a cabo para la elaboración del manual, puede jugar, sin lugar a dudas, un papel significativo sea como soporte para las operaciones de recuperación, que como instrumento de sensibilización y divulgación que reduzca la distancia entre la comunidad y la tierra de sus raíces.

2. Los usuarios del Manual

Analizando la experiencia reciente (2) de los manuales que tratan sobre la recuperación/rehabilitación en Italia, los usuarios a los que se dirige dicho Manual son muy numerosos. Los objetivos de los manuales sobre recuperación se pueden atribuir a la demanda cultural y de uso.
En primer lugar, la estructura del manual, por medio de ilustraciones detalladas – gracias a gráficos y escritos – de un muestrario significativo de elementos típicos de la fábrica tradicional (techumbre, horizontalidad, aparatos de mampostería, aberturas, etc.) permite una clave de lectura de tipo archivístico-documental, presentándose como un repertorio de casos a través de los cuales poder concretar los tipos de construcción más frecuentes.
Sin embargo, existe otro aspecto de vital importancia relacionado con el carácter expositivo del libro. De hecho, proporciona a técnicos y oficiales un instrumento para aproximarse de forma operativa a la edilicia tradicional, tanto desde el punto de vista cognoscitivo como de las estrategias de intervención para la tutela activa, la manutención y eventualmente la modificación, sobre todo con vistas al futuro.
Los destinatarios del manual son, por un lado, la comunidad establecida en la zona en cuestión y, por el otro, el mundo de los especialistas con su doble articulación entre teoría y práctica, es decir, entre los técnicos y los oficiales.
A la gente de la calle el manual tendría que estimular el acercamiento y la valorización del casco antiguo a través de la expresividad de las representaciones, que, a su vez, sintetizan la esencia de las construcciones tradicionales, que normalmente tienden a pasar desapercibidas en la vida cotidiana.
Por otro lado, el manual se dirige a los expertos con el propósito de ampliar el conocimiento de la edilicia premoderna, codificando las reglas principales que hasta hoy en día se transmitían sólo por medio de los datos empíricos obtenidos a raíz de la experiencia práctica del *"saber hacer"* de la obra.
Para los proyectistas el manual se convierte en guía y apoyo para definir el alcance de la operación de recuperación, orientándolos a la hora de elegir materiales y técnicas coherentes con las propias de la tradición local, siguiendo una lógica proyectiva que actúe para darle continuidad al pasado y no para contraponerse a él.
La producción de manuales no tiene validez normativa (3), sino que se limita a una función expositiva, aunque su vocación natural sea la de transformarse en un apoyo para los instrumentos urbanísticos de ejecución (como los planes pormenorizados) que regulan la actividad de recuperación. El Manual favorece la evolución natural de los núcleos históricos en una óptica encaminada a la manutención, mediante la prescripción de técnicas y materiales así como el vínculo entre el elemento edilicio existente y un aparato regulador que aspire a tutelarlo de forma activa. En dicho sentido las administraciones sujeto importante entre los posibles usuarios a los que se dirige el Manual.

3. Contenidos e instrumentos del Manual

La superficie territorial de la Marmilla, del Sarcidano y de los sistemas montañosos del Arci y del Grighine presenta diferentes variantes morfológicas y culturales atribuibles, por lo menos, a cuatro sub-zonas de referencia. Con toda probabilidad, dichas sub-zonas derivan de la intersección entre las regiones históricas del Sarcidano, de la Marmilla, del Grighine, y de forma marginal, del Campidano central y septentrional, en las que se puede hallar una homogeneidad sustancial por lo que se refiere a los rasgos naturales y de asentamiento humano.

Los aspectos estrechamente relacionados con la cultura de los materiales y de la construcción, que se ha desarrollado y consolidado en las zonas de estudio en época premoderna hasta principios del siglo pasado y, en algunos casos, incluso tras la Segunda Guerra Mundial, están íntimamente vinculados a las características naturales del territorio, a la cultura y a la economía de las comunidades que viven en él.

En base a dichas consideraciones se han establecido las siguientes sub-zonas de estudio:

- Marmilla alta,
- Grighine y Sarcidano septentrional,
- Campidano septentrional y Monte Arci
- Marmilla baja y Sarcidano meridional.

Los datos sobre el material constructivo se erigen, además, en aspectos fundamentales para definir las subzonas homogéneas, haciendo posible una distinción entre áreas de tierra y de piedra, estas útimas, netamente prevalentes. A su vez, las áreas de piedra, a causa de la diversidad de la estructura litológica de los suelos, se subdividen en áreas de traquitas, areniscas, margas, tobas y, en menor medida, basalto, esquistos y calizas.

Como se podrá suponer, los márgenes del territorio específico de cada material no se pueden delimitar de forma unívoca. Si en determinados casos coinciden casi por completo con los de las propias sub-zonas (como, por ejemplo, en el caso de las áreas del basalto, localizadas en la vertiente occidental del Arci, o de la traquita roja que abarca casi exclusivamente la zona del Grighine), en los demás se amplían, interesando contemporáneamente varias sub-zonas. Con respecto a esto último, se puede incorporar también el área de tierra cruda que se extiende, si bien con una importancia diferente, por la Marmilla alta y baja y por el Campidano septentrional, así como la arenisca y el esquisto se expanden por las dos Marmillas y el Sarcidano.

El Manual se articula en los siguientes apartados:

a. Análisis y estudio de la arquitectura premoderna de los centros del área en cuestión.
b. Análisis de las formas de deterioro y de las patologías más frecuentes.
c. Recuperación de la arquitectura premoderna: modalidades de actuación.

1. En la sección **Análisis y estudio**, se ha intentado enlazar la morfología urbana, la tipología edilicia y las tecnologías de construcción, afrontando temas de importancia vital como los siguientes:

- formas y estructuras urbanas;
- tipos de construcción;
- técnicas y materiales de la construcción tradicional;
- casos de estudio.

En esta fase de investigación analítica y de elaboración de datos se han estudiado los núcleos urbanos, mediante cuadros sinópticos de interpretación y comparación, haciendo uso de tres escalas de reflexión diferentes:

- **urbana**, en la que se han identificado las principales *reglas de asentamiento* como la iso-orientación de las estructuras de la edificación, la relación entre espacios públicos y privados, la relación entre estructuras macizas y huecas, los elementos de mobiliario urbano;
- **edilicia,** en la que se han catalogado los tipos de construcción de cada área (casas con patio doble, con un único patio en la parte delantera, trasera, casas al borde de la calzada, palacetes señoriales, edificicios de producción como lagares, molinos, bodegas, etc.) y sus principales modalidades de crecimiento y desarrollo (4).
- **material-edilicio**, con especial atención a las técnicas y a los materiales empleados en la realización de los elementos de la obra premoderna como: cimentaciones y mampostería, techumbre, entramados de madera, coronamientos y vierteaguas, sistemas de enlace

vertical, aberturas (ventanas, puertas y portales), campanas, hornos y chimeneas, solería de espacios externos e internos, elementos decorativos especiales, obras de hierro.

Cada nivel de análisis va acompañado de la producción de ábacos, cuadros sinópticos, fichas específicas, perfeccionadas gracias al apoyo de material documental, fotográfico y gráfico. Elementos, todos ellos, que se sitúan en la base de la investigación analítica, resultando primordiales para resumer y facilitar la consulta de gran cantidad de información.

Hay que destacar, sobre todo, la producción de:

- material cartográfico de encuadramiento de los diferentes ámbitos territoriales con señalación de las subzonas homogéneas, de los municipios integrantes y de las respectivas provincias de origen.
- cuadros sinópticos generales para cada sub-zona que , tomando como referencia el material cartográfico catastral, que se remonta a principios de 1900, de las primeras estructuras geométricas, acentúan las principales *reglas de asentamiento* de los núcleos urbanos interesados, en relación con las características morfológicas de los emplazamientos. Por ello, se ha establecido una diferenciación entre centros de llanura y laderas, de colinas, de media pendiente y de cima.
- ábacos tipológicos de cada sub-zona homogénea donde los parámetros taxonómicos principales derivan de la posición recíproca entre patio, casa y calle (subrayando pues, la distinción entre construcción al fondo y centro de la parcela o bien al borde de la calzada), del número de células que componen la estructura original de las viviendas (construcciones a dos unidades, a tres, etc.) del número de niveles sobre los que se erigen las casas, de la presencia de pórticos y de cuartos instrumentales especiales, como por ejemplo lagares o sótanos, etc.;
- fichas tipológicas donde los tipos de construcción señalados en el ábaco general se estudian más pormenorizadamente gracias al empleo de relieves de paredes de casas reales, de documentación fotográfica y de textos explicativos;
- secciones axonométricas para cada una de las áreas materiales que subrayen el nexo entre tipos edilicios y constructivos.
- cuadros sinópticos generales por cada elemento de la obra (mampostería, vierteaguas, aberturas, techumbres, entramados) referidos a las zonas específicas. Los cuadros sinópticos se basan en la elección de determinados parámetros de catalogación, seleccionados en función del elemento de la obra estudiado, haciendo referencia, sin embargo, a una evolución temporal ideal. De esta forma, las primeras columnas de los ábacos aportan siempre las soluciones tecnológicas más básicas y pobres, mientras que en las últimas aparecen las más artificiosas y recientes;
- fichas tecnológicas, que se sirven de la ayuda de fotografías y diseños esquemáticos o detallados, relativas a las variantes que presentan los elementos constructivos en cada una de las áreas materiales (5);

Con la finalidad de ordenar los datos derivados del estudio, se ha adoptado un método de codificación de los 44 centros, de los tipos edilicios y de los elementos de la obra, de modo que cada cuadro sinóptico y cada ficha tengan un sistema de identificación que permita reconocer de forma sintética el tema tratado y el ámbito municipal de referencia.

2. El **Análisis de las formas de deterioro y de las patologías más frecuentes**, hace referencia fundamentalmente al estudio del deterioro tecnológico, remitiendo a los elementos que favorecen el deterioro tipológico. El deterioro tecnológico se subdivide en:

- deterioro de los elementos estructurales
- deterioro de los materiales y superficies.

Al valorar el deterioro de los elementos estructurales se han tenido en cuenta los daños de los elementos verticales (paredes, columnas, etc.) y de los elementos horizontales (sótanos, techos, estructuras de empuje, etc.).

El estudio de las patologías superficiales y de los materiales, de acuerdo con las indicaciones NORMAL, examina las patologías de las superficies lapídeas propiamente dichas, así como de las lapídeas “impropias” (argamasas, enlucidos, ladrillos) y por último de las non lapídeas (tierra, madera, hierro).

En relación con los principales elementos estructurales y superficiales, para cada tipo de deterioro se han examinado, con la ayuda de ábacos fotográficos de síntesis, los síntomas y las causas de las patologías más difundidas en la edilicia tradicional. Las categorías de deterioro tomadas en consideración de los elementos estructurales se pueden atribuir a hundimientos intermedios y terminales, caídas y rotaciones, perforación y aplastamiento, alteraciones de la monoliticidad del sistema de paredes, curvaturas y flechas en exceso.
En cambio, el estudio del deterioro de los materiales se articula en tres secciones específicas relativas a la naturaleza diferente de las superficies consideradas. Así pues, se establecen las principales categorías de deterioro que siguen a continuación: quebramiento y fisuras, erosión, eflorescencia, exfoliación, alveolización, alteración cromática, manchas, cavidades, imperfecciones, pulverización, concreción y oxidación.

3. En la sección **Recuperación de la arquitectura premoderna: modalidades de actuación** se recomienda el empleo de materiales y técnicas compatibles con las de la construcción tradicional teniendo en cuenta su predisposición innata a desensamblarse y a la práctica de manutención, con persistentes alusiones a las reglas de arte.
Asimismo se analizan, mediante oportunas fichas operativas de actuación, estructuradas en imágenes fotográficas y diseños explicativos, de manera análoga a las tecnológicas de análisis, los principales problemas a la hora de la recuperación /rehabilitación:

- materiales naturales y artificiales;
- elementos estructurales verticales y horizontales como entramados de madera, techumbre, mampostería, etc.;
- superficies y revestimientos: superficies lapídeas, enlucidos, solerías, juntas, puntos y nudos críticos, etc.;

siguiendo cuatro temas de intervención:

- consolidación
- integración
- protección
- deshumificación

Las fichas de actuación, en las que se ilustran algunas importantes líneas metodológicas de la actividad de recuperación, no tienen la pretensión de resolver todos los problemas de intervención de la edilicia histórica. Sin embargo, se plantean como objetivo afrontar la casuística recurrente de forma operativa y directa.
En cada una de las fichas se incluyen referencias a las oportunas elaboraciones de análisis del deterioro y de estudio de la construcción tradicional.
La organización de la información en ábacos y fichas de resumen integradas entre ellas, permite disponer de un cuadro completo para cada elemento de la obra, bajo el perfil de la construcción original. Igualmente se obtiene un abanico completo de las patologías recurrentes y de las modalidades de operación específicas para cada una de las formas de deterioro, contribuyendo a una recuperación/rehabilitación más razonada y consciente.

Notas

(1)El grupo de redacción del Manual está formado por: Ing. Carlo Atzeni (coordinador), ing. David Loy, p.ed. Giuseppe Mascia, ing. Alessandro Merici, ing. Franceschino Serra, ing. Maurizio Zucca. También ha formado parte del grupo, desde el principio y de forma continua, el arquitecto Giuseppe Manca. Por otra parte, el ingenero Andrea Atzeni, el aparejador Giuseppe Lilliu, el aparejador Marco Pusceddu, el maestro de arte Aldo Scintu, el perito industrial Giancarlo Serra, el arquitecto Tonino Tola y el aparejador Fabio Torlini han prestado una importante colaboración en varias ocasiones.

(2)[I] Puesta en marcha a partir de los ochenta para centros históricos de especial interés como Roma, Città di Castello, Palermo, Sassi di Matera y los de la región Abruzzo. A propósito de ello véase: Giovanetti, Marconi 1989, Giovanetti 1997; Giovanetti 1992; Giuffrè, Carocci 1997; Giuffrè, Carocci 1999, Ranellucci 2004.

(3) "*El Manual de recuperación no tiene y no pretende prescribir. Concebido para responder a la insuficiencia de las normas y tutelas meramente denegatorias. Dicho manual quiere incitar a la adopción de una postura propositiva. (…) Para las autoridades públicas (…) se convierte en una specie de reto a emprender un nuevo camino, en materia de tutela, dejando así de intentar prescribir lo que no hay que hacer, sino comenzando a sugerir cómo tacerlo."* (Giovanetti 1997: 45, 46)

(4) El estudio fotográfico realizado de forma preliminar a la redacción del Manual de recalificación ha atañidoa un patrimonio edilicio histórico, que conserva legibles e inalterados los rasgos tipológicos básicos, que se estima en unas 4.200 construcciones. Teniendo en cuenta que los edificios censados en la cartografía de primera constitución son ,en su totalidad, unos 9.000, el dato adquiere gran relevancia por la cantidad de obras histórico-tradicional que se encuentran en un estado de conservación aceptable (46%).

(5) Las paredes de basalto, por ejemplo, tendrán diferentes modalidades de aparejamiento o diferentes texturas (composiciones), podrán ser a la vista o enlucidas, mamposteria concertada o con masas rocosas ruralmente desbastadas, de tipo seudo-isódomo o en bloques escuadrados, etc. El cuadro sinóptico de la mampostería favorecerá el parangón directo de forma sintética entre dichas variantes. Por su parte, la ficha tecnológica tratará más pormenorizadamente cada una de las variantes, al contener imágenes de casos reales, relieves de los elementos de la obra con secciones, alzados, plantas y axonometrías. Se procederá de forma análoga con todos los elementos de la obra.

Bibliografia

Giovanetti, F., Marconi, P. (a cura di), 1989. *Manuale del recupero del Comune di Roma*. Roma, Edizioni Dei Tipografia del Genio Civile

Giovanetti, F. (a cura di), 1992. *Manuale del recupero del Comune di Città di Castello*. Roma, Edizioni DEI Tipografia del Genio Civile

Sanna, A. 1992. *Caratteri tipologici e costruttivi dell'architettura tradizionale della Sardegna - Materiali per un manuale del recupero*, Cagliari, Cuec Editrice

Giovanetti, F. (a cura di), 1997. *Manuale del recupero del Comune di Roma – II edizione ampliata*. Roma, Edizioni Dei Tipografia del Genio Civile

Giuffrè, A., Carocci, C., 1997. *Codice di pratica per la sicurezza e la conservazione dei Sassi di Matera*. Matera, Edizioni La Bautta;

Giuffrè, A., Carocci, C., 1999. Codice di pratica per la sicurezza e la conservazione del centro storico di Palermo. Bari, Editori Laterza;

Ranellucci, S., 2004. *Manuale del recupero della Regione Abruzzo*. Roma, Edizioni DEI Tipografia del Genio Civile [1].

Atzeni C. 2004- *Architettura popolare in pietra negli insediamenti rurali premoderni in Sardegna*. In: *Architettura e Città n. 11/2004*. Sarzana (La Spezia): Agorà Edizioni: 15-19.

Atzeni C. 2005- *Esperienze di recupero in Sardegna. Il Manuale per la riqualificazione dei centri storici della Marmilla*. In: *Ponte n°5 maggio 2005*. Roma: Dei Tipografia del Genio Civile: 13-18.

(T2-01)

UNO STRUMENTO PER IL RECUPERO DELL'ARCHITETTURA POPOLARE IN SARDEGNA: IL MANUALE DI RIQUALIFICAZIONE DEI CENTRI STORICI DELLA MARMILLA, DEL SARCIDANO E DELL'ARCI GRIGHINE

Carlo Atzeni

Immagini



Fig.1 – La superificie territorial de la Marmilla, del Sarcidano y del Arci y del Grighine.

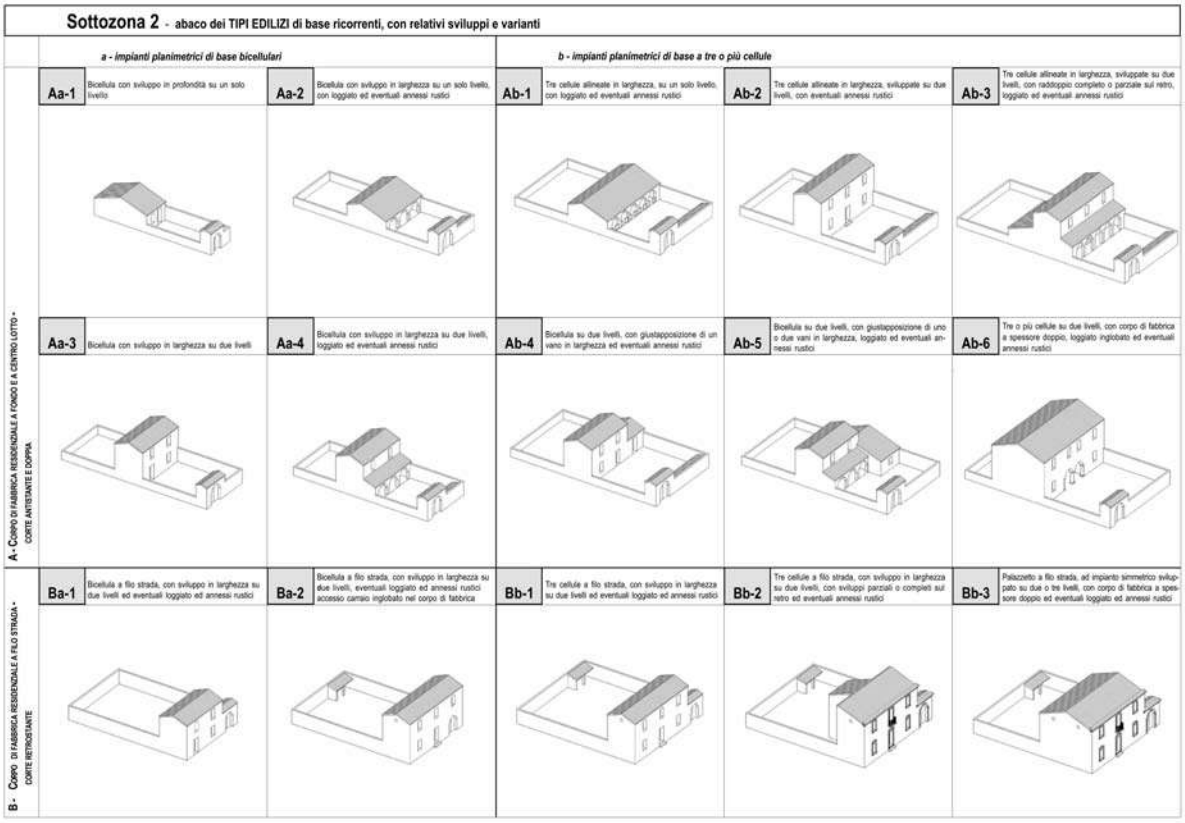
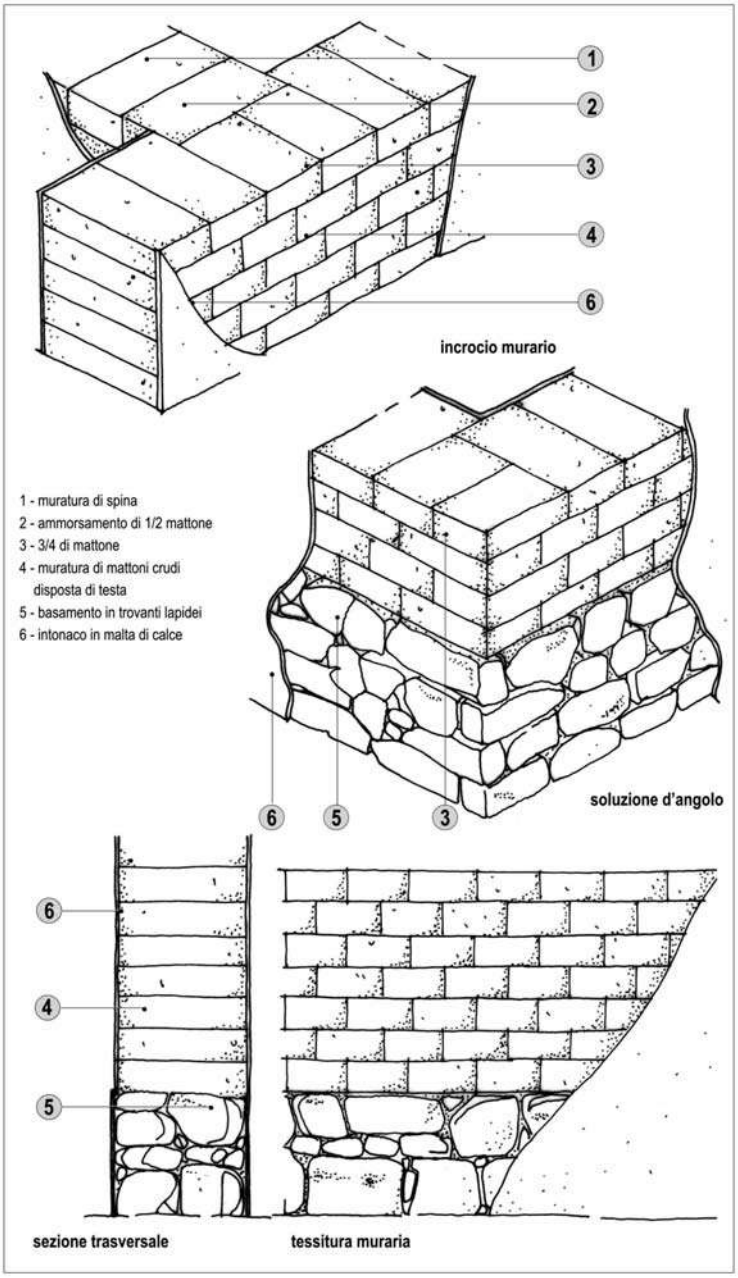


Fig. 2 – Ábaco tipológico de la sub zona 2: Grighine y Sarcidano.



3-MR-A0

sottozona:	località:
3	MOG MRG PLM SMN URS VLR
codice:	oggetto:
MR	MURATURE
rif. abaco:	categoria:
A0	adobe (*ladrini*)
	tipo: terra cruda (*ladrini*)

Descrizione:

Muratura di terra cruda (*ladrini*).

i tratta di una tecnica costruttiva diffusa trasversalmente in tutta la sottozona.

Il mattone è confezionato attraverso un impasto di terra e paglia essiccato al sole e ha le dimensioni di 10x20x40 cm. dettate dallo stampo costituito da tavole di legno (*su sestu*).

Nelle aree di pianura l'intero edificio, a uno o due piani, è di norma costruito in terra cruda.

Nelle zone collinari la terra è prevalente nelle sopraelevazioni, mentre nei paesi di mezza costa la terra è utilizzata quasi esclusivamente per le pareti divisorie interne.

La malta di allettamento è anch'essa in terra.

I mattoni sono disposti di testa e sfalsati di ½ in modo da evitare l'allinemento dei giunti verticali. Solo di rado si incorre in muri a tre teste al piano terra e ancor più di rado si trova l'apparecchiatura gotica.

PLM



URS



Murature in terra cruda.
A destra murature di adobe con spessore di due teste e tessitura dei mattoni di testa. A sinistra dettaglio dell'ammorsamento tra due murature ruotate di 30 gradi, ancora leggibile nonostante il degrado da dilavamento.

Fig. 3 – Ficha tecnológica: mampostería en adobe.

NUEVOS ENFOQUES EN CUANTO A CONSERVACIÓN DE LA ARQUITECTURA TRADICIONAL EN TIERRA CRUDA EN ABRUZOS: LAS EXPERIENCIAS DE LAS *OBRAS DE PRIMERA INTERVENCIÓN* EN CASALINCONTRADA (CHIETI, ITALIA)

Mauro Bertagnin y Gaia Bollini*
Universidad de Udine
DINC-Departamento de Ingeniería Civil
Via delle Scienze, 208 33100 Udine, ITALIA
Tel.: +39 0432 558089; Fax: +39 0432 558052;
E-mail: mauro.bertagnin@uniud.it,
Tel.: +39 0432 558086/+39 0424 383338; Fax: +39 0424 383338;
E-mail: gaia.bollini@uniud.it

Tema 2: Conservación y Patrimonio
Palabras clave: cob, formación, *massone*, conservación

Resumen
En los últimos treinta y cinco años en Italia se ha asistido a un renovado interés en cuanto a la conservación del patrimonio arquitectónico nacional en tierra cruda.
Sin embargo, en el ámbito de la construcción privada los casos de intervención conservativa realizada espontáneamente son esporádicos. Una positiva excepción la constituye la actividad que se realiza en la provincia de Chieti, región Abruzos, en que se está aplicando un amplio programa de recuperación. En tal sentido ha sido positivamente experimentado un protocolo operativo de particular significación, la llamada *obra de primera intervención.*
En efecto, para evitar el derrumbe definitivo de una casa local construida con tierra, un equipo dirigido por Mauro Bertagnin ha inventado la *obra de primera intervención*, cuyos principales objetivos son:
- promover un proyecto de investigación *multidisciplinario* sobre la técnica local de construcción, el *massone;*
- obtener la *supervivencia* del edificio, mientras se concluye el proyecto conservativo;
- aumentar la *consciencia* y *sensibilidad* local con relación a las estrategias conservativas;
- crear *trayectos formativos*, organizados en diferentes niveles, para los operarios y trabajadores locales (albañiles y artesanos) y para los diseñadores, tendientes a incentivar los procesos de conservación y de recuperación del patrimonio arquitectónico local en crudo.

Esta experiencia, ya repetida, ha sido muy positiva y preludio de la sucesiva intervención de recuperación que actualmente se está realizando.

1. Introducción
A partir de los años 70 en Italia ha madurado un creciente interés por la conservación del patrimonio arquitectónico en tierra cruda, relacionado con las diferentes tradiciones constructivas locales y regionales.
Uno de los primeros eventos tendientes a sensibilizar el mundo profesional y la opinión pública en cuanto a estos temas y a su promoción, fue la muestra *Las casas de tierra: memoria y realidad* (Pescara 1985) (1).
Desde entonces han sido realizados varios eventos y encuentros de carácter científico, orientados a incentivar el estudio, la investigación, la conservación y la recuperación del patrimonio arquitectónico tradicional en tierra cruda, así como a redescubrir y reactualizar las diferentes tecnologías del crudo, especialmente en el ámbito de la arquitectura sustentable.
Para soportar y promover este nuevo ámbito de investigación, a partir de los años 80, han sido creadas varias estructuras con fines documentales y de investigación.
Desde 1983 en el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Udine opera el laboratorio LATERIS (2); diez años más tarde, en 1993, fue fundado el Centro de Documentación Permanente sobre las Casas de Tierra de Casalincontrada (Chieti), mientras que en el Departamento de Arquitectura de la Universidad de Cagliari está funcionando desde 1997 el Centro de Estudios e Investigaciones sobre la Arquitectura Regional en Tierra Cruda (3).
Todas las citadas estructuras cooperan con la Red de los Municipios de la Tierra Cruda (4), un network nacido oficialmente en 2000, que ha puesto en contacto a aquellas ciudades y regiones italianas en cuyo territorio existen fuertes trazas de un pasado arquitectónico en tierra, además de una creciente sensibilidad en cuanto a la reutilización de estas tecnologías en clave moderna.

2. Las estrategias conservativas: hacia la *obra de primera intervención*

Por lo que se refiere a la arquitectura en tierra cruda, en Italia las políticas de conservación están dirigidas principalmente a obtener la recuperación de los edificios públicos. Tales políticas buscan despertar en las administraciones públicas y en las poblaciones locales, tanto la convicción acerca de la necesidad de una intervención de mantenimiento y recuperación, como la sensibilidad respecto de este extraordinario patrimonio histórico y arquitectónico.

En el ámbito de la construcción privada, relativa a arquitecturas urbanas o rurales, en general viviendas y casas rústicas, los casos de intervención conservativa realizada espontáneamente han sido esporádicos, posibles (e imaginables) sólo en aquellas regiones italianas que se caracterizan por una discreta (o reconocida) presencia de arquitecturas de tierra cruda (5).

En Abruzos y en Piamonte algunas administraciones locales han efectuado censos para establecer la consistencia del propio patrimonio en crudo, tanto urbano como rural (6).

Sin considerar las esporádicas intervenciones promovidas por los particulares, la mayor parte de la arquitectura de tierra actualmente existente en Italia se encuentra en estado de abandono y ruina.

Lo anterior obedece fundamentalmente a las siguientes causas:

- falta de consciencia acerca de la importancia que reviste la preservación y conservación del tradicional patrimonio arquitectónico en crudo como parte integrante de la riqueza y peculiaridad cultural y arquitectónica de un lugar, región o país;
- la idea difundida que relaciona pobreza y decadencia con las construcciones en tierra, sobre todo con referencia a las habitaciones privadas; esto explica que los propietarios no muestren ningún interés en cuanto a restauración o reestructuración;
- la convicción común en cuanto a que los costes de reestructuración de un edificio de tierra son excesivos y a que faltan empresas constructoras y artesanos expertos y competentes en esta materia;
- la creencia errónea de que las arquitecturas en tierra cruda, especialmente rurales, son insalubres.

Se desprende de lo anterior que, con frecuencia, los propietarios fingen ignorar el proceso de desmoronamiento provocado por la humedad de tal forma que, una vez que el edificio se derrumba, se hace posible construir una “nueva” casa. La “nueva” vivienda, edificada empleando materiales “modernos” (tales como los bloques de CLS, el acero, etc.) permite al propietario ostentar su ascenso en la escala social y económica, ya que esta nueva casa se convierte en *status symbol* de la posición (finalmente) alcanzada.

Alternativamente a esta realidad, en el ámbito de las políticas de recuperación alternativa promovidas por la Ong Terrae Onlus de Chieti (7), ha sido experimentada por primera vez en absoluto, en el caso de estudio de casa D’Arcangelo en Casalincontrada (provincia de Chieti) -un antiguo tipo local de edificación en tierra- la *obra de primera intervención.*

En efecto, para impedir el derrumbe definitivo de esta casa, un equipo dirigido por Mauro Bertagnin (del Departamento de Ingeniería Civil Universidad de Udine y miembro de CRATerre) ha inventado y promovido la *obra de primera intervención* (8).

Los principales objetivos de esta obra piloto son:

- promover un proyecto de investigación *multidisciplinaria* sobre la técnica constructiva local basada en el *massone* (9);
- obtener la *supervivencia* del edificio mientras no se concluya el proyecto conservativo (10);
- aumentar la *consciencia* y la *sensibilidad* local en cuanto a las estrategias conservativas;
- crear *trayectos formativos*, organizados en diferentes niveles, para los operarios y trabajadores locales (albañiles y artesanos) y para los diseñadores, tendientes a incentivar los procesos de conservación y de recuperación del patrimonio arquitectónico local.

3. La *obra de primera intervención* como instrumento básico para la conservación

La obra comprende tres fases:

- formación teórica;
- organización de la obra y producción del *massone*;
- intervención en el edificio.

La formación teórica ha proporcionado las nociones fundamentales relativas a las tecnologías y tipos que caracterizan el patrimonio arquitectónico italiano en tierra cruda, con una profundización específica relativa a la arquitectura abrucés basada en el *massone*.
Una parte importante de esta sección se ha ocupado del estudio del suelo, entendido como *materia prima* para construir. De modo específico, el profesor Mauro Bertagnin y el arquitecto Gaia Bollini han explicado en detalle lo relativo a las pruebas de base (11), que normalmente se efectúan en las obras para evaluar la idoneidad de un terreno para su empleo con fines constructivos, prestando particular atención a la relación entre el tipo de terreno disponible y la técnica edificatoria elegida (Fig. 1).
Además se han entregado algunas nociones sobre los correctos métodos de intervención para recuperación estática de edificios en tierra cruda y sobre los códigos de práctica relativos al mantenimiento y a la conservación de los mismos.
El módulo teórico se ha concluido con el análisis y estudio, interno y externo, del estado de hecho del edificio (12).
Durante la fase de organización de la obra (13) y producción del *massone*, los participantes han sido inicialmente capacitados en cuanto a la preparación y puesta en estado de seguridad de la obra misma (14).
La segunda parte, más consistente, ha tenido por objeto la producción manual de las piezas de *massone*, con las cuales se deben efectuar, a continuación, las primeras operaciones de restauración del edificio.
Las fases productivas han sido distribuidas en diferentes zonas de la obra, estableciéndose de esta forma el lugar de:

- cribado de la tierra y respectiva trituración;
- corte de la paja en filamentos más sutiles;
- preparación de la arena para el revoque;
- amasado (15) de las materias primas (tierra, paja y agua);
- realización (16) de las piezas de *massone* (Fig. 2);
- colocación de las piezas de *massone* en la paja.

Las primeras acciones de restauración y consolidación, tendientes a impedir el derrumbe definitivo del edificio, han sido realizadas de modo coherente con los problemas puestos en evidencia al efectuar el examen del estado del edificio mismo.
El equipo ha trabajado principalmente para consolidar los muros, ya que la estructura presentaba varias grietas verticales. La continuidad estructural ha sido restablecida reparando las lesiones con materiales naturales (17).
Han sido restauradas también las esquinas, empleando siempre elementos vegetales, con los cuales se sostenían y se mantenía la forma de las piezas de *massone* que se iban agregando vez por vez (Fig. 3). La erosión del basamento, causada por el agua de circulación ambiental, ha sido neutralizada y subsanada; una vez limpiada la superficie y reintegrada la parte perdida, ha sido realizado un revestimiento con ladrillos cocidos. De esta forma ha sido posible restablecer “buenas botas” para el edificio, requisito fundamental para obtener una correcta y duradera construcción en tierra cruda.
Una vez reparados los muros, han sido probadas algunas posibles soluciones de acabado. En efecto, delimitando superficies de prueba han sido aplicados los revoques a base de tierra (18). Cada revoque fue preparado de modo diferente en cuanto al porcentaje y a la granulometría de la arena agregada; en algunos casos se utilizaron aditivos naturales (caseína, etc.). Se experimentaron asimismo varias soluciones cromáticas, obtenidas agregando óxidos naturales al amasado.
Para poder efectuar una comparación de prestaciones fue testado un revoque premezclado, siempre a base de tierra, pero preparado industrialmente.
Por último, se efectuó un control del estado del revestimiento.

4. Un nuevo instrumento para la conservación de la arquitectura rural en tierra cruda

La experiencia realizada ha revelado que, en el ámbito de la conservación de la arquitectura en tierra cruda, la *obra de primera intervención* es realmente un importante instrumento operativo. Permite efectuar tanto un primer mantenimiento de emergencia, que no puede ser aplazado so pena el derrumbe y la pérdida definitiva del edificio, como la predisposición de una adecuada base de intervención para las sucesivas acciones de conservación y reestructuración tendientes a la re-

utilización del edificio; se considera como prioritaria la elaboración de un auténtico proyecto de restauración y reestructuración.
En efecto, una vez concluidas las operaciones de intervención primaria de la obra, es posible preparar un proyecto de restauración mayormente meditado, de modo armónico con el análisis tipológico, tecnológico, filológico e histórico del edificio de tierra. Siempre en el ámbito de una correcta estrategia conservativa también deberá evaluarse e identificarse la adecuada y coherente integración en el ambiente paisajístico y socio-antropológico local.
Sobre la base de las evaluaciones efectuadas en los meses sucesivos y después de un control de verificación en el terreno, es posible afirmar con tranquilidad que este nuevo instrumento operativo garantiza la supervivencia del edificio evitándose así aquél que, de otro modo, sería su seguro colapso. Simultáneamente se configura como un importante momento formativo, tanto teórico como práctico, tendiente a facilitar la acción de sensibilización y vehiculación del know-how tecnológico en materia de arquitectura en tierra cruda.
En tal sentido, el modelo ha sido ya reaplicado con éxito en otra obra local, denominada Borgocapo, siempre en localidad Casalincontrada, en la que, con la coordinación científica del prof. Mauro Bertagnin, el arq. Gaia Bollini y los arq. Gianfranco Conti y Stefania Giardinelli -propietarios del inmueble objeto de intervención- y en conjunto con el equipo técnico de la Asociación Terrae Onlus, se ha puesto en marcha una nueva obra de restauración. En este caso, la unidad habitacional se encontraba en situaciones mucho más críticas que la precedente (Fig. 4). A la actividad seminarial y formativa han seguido importantes intervenciones de consolidación, si bien en este caso formaban parte de un proceso de restauración integral ya comenzado. En este sentido la obra de Borgocapo, que en consideración del uso previsto requerirá ampliaciones (19), se ha convertido en lugar de formación de algunos grupos locales de trabajadores, con el fin de conseguir una precisa especialización en el sector del crudo. En efecto, aquello que mayormente caracteriza esta experiencia es su previsto rol como punto de referencia para el nacimiento o renacimiento de una realidad empresarial del crudo abrucés, cuyo territorio operativo podría fácilmente extenderse a las regiones limítrofes. Efectivamente, el mismo proyecto de ampliación contempla el empleo de la tecnología del ladrillo hecho a mano y secado al sol, el adobe, por lo demás no del todo extraño a la tradición local de la construcción en tierra. Los ladrillos deberán ser producidos especialmente, tanto es así que en el primer seminario realizado en Borgocapo se incluyeron algunas jornadas de formación específica (Fig. 5).
Actualmente, la situación de hecho después de la puesta en marcha de las dos obras experimentales de primer auxilio comprende la casi conclusión de la restauración de casa D'Arcangelo, mientras que en Borgocapo dentro de poco se concluirán las reparaciones de muros y están ya comenzando los trabajos de ampliación.
Cabe destacar que, en virtud de su efectiva validez, el prof. Mauro Bertagnin ya ha exportado la experiencia de las obras de primer auxilio. En efecto, desde hace unos tres años, el sistema se está aplicando con éxito en las intervenciones de restauración de los monasterios de tierra cruda del Ladakh.

Notas

(1) Al respecto véase *Las casas de tierra. Memoria y realidad*, preparado por MORANDI M. y F. PROFICO, C.L.U.A. (1985) Pescara, Italia.
(2) El laboratorio LATERIS está realizando tanto actividades e investigaciones sobre la arquitectura de tierra, la construcción ecosostenible, el reciclaje en la construcción y las fuentes alternativas/renovables de energía, como redescubriendo y revalorizando las tradicionales técnicas constructivas y los antiguos conocimientos sobre construcción.
(3) En el decenio 80-90 surgieron y operaron en varias universidades italianas otros laboratorios y/o estructuras de investigación. Un cuadro más completo al respecto aparece en *La investigación universitaria sobre la arquitectura de tierra. Universiterra 1.,* preparado por BOLLINI G., EdicomEdizioni (2002) Monfalcone (GO) Italia.
(4) Se trata de una red nacional que busca coordinar las actividades de las administraciones públicas en materia de arquitectura en tierra cruda.
(5) En las regiones Cerdeña, Piamonte, Marcas y Abruzos existen muchos ejemplos rurales y urbanos de arquitectura en tierra.

(6) Los costes han sido cubiertos con fondos regionales. Algunos censos han sido publicados.
(7) Terrae Onlus es una asociación de cultores de la arquitectura en tierra cruda que a nivel local promueve eventos relativos a la construcción y arquitectura en tierra cruda. Opera principalmente en Abruzos. Terrae Onlus colabora activamente con las universidades de Udine, Cagliari y Chieti.
(8) Esta obra de primera intervención, única en su género, ha sido organizada en colaboración con Maria Cristina Forlani (Facultad de Arquitectura, DINAC, Universidad de Chieti), la asociación Terrae Onlus (Chieti), la Escuela de Construcción de Chieti y con el apoyo del Sr. D'Arcangelo, propietario del edificio objeto de la intervención. Además del equipo organizativo, en la obra participaron unas doce personas; fue un grupo bastante heterogéneo, formado por arquitectos locales, artesanos, un historiador, un geólogo, algunos albañiles, estudiantes universitarios provenientes de diferentes facultados, estudiantes de la enseñanza secundarias y, por último, personas interesadas en la historia y en la técnica local de la autoconstrucción.
(9) El nombre con que se identifica a nivel internacional la técnica del *massone* es *cob*. Para informaciones específicas sobre el *cob* véase *Earth construction. A comprehensive guide*. HOUBEN H. y GUILLAUD H., editado por Intermediate Technology Publications, London (1994), págs. 178 y 179. En cuanto a la tecnología propia del *massone* véase comparativamente *Arquitectura de tierra en Italia. Tipos, tecnologías y culturas constructivas*, BERTAGNIN M., ACHENZA M. y MUNGIGUERRA C., EdicomEdizioni (1999), Monfalcone (GO), Italia, págs. 183 a 219.
(10) El proyecto de restauración y conservación depende, por obvias razones, del proceso de financiación que el propietario logra obtener y de los plazos de ejecución que es posible establecer. Esto deja aún más en evidencia la importancia que reviste una primera intervención de mantenimiento del edificio.
(11) Todos los tests ilustrados han sido realizados respetando los estándares CRATerre para las pruebas sobre los terrenos de construcción. Para un panorama completo véase *Earth construction. A comprehensive guide*., HOUBEN H. y GUILLAUD H., editado por Intermediate Technology Publications, London (1994) págs. 131 a 144.
(12) Esta última parte ha sido dirigida por los arquitectos Stefania Giardinelli y Cinzia D'Arcangelo (miembros del equipo de Terrae Onlus).
(13) La logística de obra ha sido coordinada por el arq. Gianfranco Conti, presidente de Terrae Onlus, y su equipo.
(14) Un maestro mayor de la Escuela de Construcción de Chieti ha explicado cómo preparar una obra con observancia de lo establecido por las normas vigentes sobre seguridad.
(15) Esta operación ha sido efectuada en un foso, en el que tierra, paja y agua han sido mezclados y amasados con los pies. Tradicionalmente el amasado se preparaba también con empleo de animales de tiro.
(16) Consiste en formar, manualmente, un pan de tierra y paja. Los participantes, divididos en grupos, con la supervisión y coordinación de los arquitectos Stefania Giardinelli, Cinzia D'Arcangelo (Terrae Onlus), Raffaella Petruzzelli (Universidad de Chieti-DiTAC) y Gaia Bollini (Universidad de Udine Departamento de Ingeniería Civil), han experimentado, por turno, las diferentes fases de la producción del *massone*.
(17) Los materiales naturales eran trocitos de caña, paja y pequeñas piezas de *massone* húmedas. En esta fase los materiales naturales han sido empleados como elementos de unión y conexión entre los bordes de las grietas.
(18) Todos los revoques han sido preparados en la obra.
(19) En consideración de la laguna normativa actualmente existente a nivel nacional, la ampliación será realizada con estructura de soporte en madera y rellenada con *massone* crudo.

Currículo

Mauro Bertagnin, Profesor titular de Arquitectura técnica y miembro CRA-Terre. Desde hace años empeñado en el campo de la investigación, de la promoción y de la recuperación de la arquitectura en crudo. Ha realizado tareas de cooperación internacional y ha participado en misiones UNESCO.

Gaia Bollini, Arquitecto profesional autónomo y doctor de investigación en Ingeniería Civil. Colabora desde hace algunos años con el prof. Bertagnin en el ámbito de la construcción en tierra cruda. Es referente nacional para la red interacadémica Universiterra.

(T2-02)

NUOVI APPROCCI ALLA CONSERVAZIONE DELL'ARCHITETTURA TRADIZIONALE IN TERRA CRUDA IN ABRUZZO: LE ESPERIENZE DEI *CANTIERI DI PRIMO INTERVENTO* A CASALINCONTRADA (CHIETI, ITALIA)

Mauro Bertagnin e Gaia Bollini*

Figure



Fig. 1 – Cantiere di casa D'Arcangelo. Prove preliminari sulle terre: test di sedimentazione. Foto Mauro Bertagnin.



Fig. 2 – Cantiere di casa D'Arcangelo. Confezionamento del *massone*. Foto Mauro Bertagnin.



Fig. 3 – Cantiere di casa D’Arcangelo. Fase di consolidamento e ripristino murario dell’angolo. Foto Mauro Bertagnin.



Fig. 4 – Cantiere di Borgocapo. Stato di fatto. Foto Gaia Bollini.



Fig. 5 – Cantiere di Borgocapo. Produzione dell’adobe: scasseratura. Foto Gaia Bollini.

CONTRIBUTO PARA O ESTUDO E A CONSERVAÇÃO DA MURALHA ISLÂMICA DE JUROMENHA

Patrícia Bruno
H Tecnic Construções Lda.
Av. Alm. Gago Coutinho, nº 133, 1700-029 Lisboa, PORTUGAL
Tel.: +351 218435460; Fax: +351 218435469; E-mail: patricia.bruno@htecnic.hci.pt

Tema 2: Conservação e Património
Palavras-chave: Castelo, Conservação, Taipa militar

Resumo
A presente comunicação apoia-se no estudo anteriormente efectuado (1) e tem por objectivos caracterizar os materiais constituintes da muralha islâmica de Juromenha e identificar as principais anomalias que a afectam. Espera-se também poder contribuir para o estabelecimento de alguns critérios que norteiem as futuras intervenções de conservação.
O trabalho desenvolvido incluiu o levantamento métrico e a observação do sistema construtivo dos vestígios da muralha islâmica, bem como a inspecção visual das anomalias. A realização de alguns ensaios destrutivos contribuiu para comprovar parte das hipóteses lançadas na fase de observação visual.
Procurou-se também identificar as tipologias de arquitectura militar do monumento e estabelecer a possível cronologia das intervenções, aspectos que aqui se apresentam mais sintetizados. Foram consultados os relatórios das escavações arqueológicas conduzidas pelo Dr. Fernando Branco Correia, toda a documentação gráfica e escrita existente no Arquivo Histórico Militar e no Gabinete de Arqueologia da Arma de Engenharia Militar, a demais documentação histórica disponível e outros trabalhos relevantes e relacionados com o tema. A análise comparativa com outras fortificações de taipa do mesmo período na Península Ibérica, apoiada na leitura das obras dos principais especialistas, revelou-se extremamente profícua para a identificação das tipologias arquitectónicas características das diferentes fases construtivas.

1 - Introdução

A fortaleza de Juromenha é constituída por duas estruturas fortificadas: o recinto medieval, que inclui a muralha islâmica de taipa, e a fortificação abaluartada exterior, datada do Séc. XVII.

2 - Sitio e território

O sítio no qual se encontra implantada a fortificação é um esporão estratégico que domina visualmente um extenso troço do Guadiana e do qual se avistam Olivença e Alconchel.
Localizada no concelho de Alandroal, Juromenha dista 17 km de Elvas e 15 de Alandroal pela E. M. 373, 70 Km de Évora, 36 de Badajoz, 105 de Mérida e 237 de Lisboa.
A área envolvente do conjunto fortificado é sensivelmente plana. Os acidentes de terreno mais importantes situam-se na zona correspondente ao castelo, registando-se a cota mais elevada no interior do seu perímetro (cerca de 212 m de altitude) e a mais baixa na margem do Guadiana, com cerca de 145,00 metros (cota da curva de nível). As encostas Sul e Sudeste do castelo são as que apresentam as classes de declives mais acentuadas, com valores superiores a 25%.
Do ponto de vista da geologia, trata-se de uma zona de xistos mosqueados, argilosos ou quartzo micáceos (2).
Os solos são predominantemente calcários, das sub-ordens Solos Calcários Vermelhos e Solos Calcários Pardos (3).

Foram também recolhidas informações relativas ao clima da zona (4), que apresenta as seguintes características principais:
- Fortes amplitudes térmicas, com Invernos rigorosos e Verões muito quentes;
- Insolação média anual elevada;
- Valores médios anuais de humidade relativa do ar entre 70% e 58% (variações diárias), chegando a atingir 85% nos meses de Inverno;
- Valores de precipitação muito reduzidos;
- Ventos dominantes NW e SW, com respectivas frequências médias anuais de 22,5% e 21,3%;
- Fraca ocorrência de geadas.

A área envolvente da Vila é predominantemente agrícola, com culturas arvenses de sequeiro e de regadio. O olival é abundante na zona, com manchas de ocupação a Norte e a Oeste da vila.

3 - Nota histórica

A presença humana na área de Juromenha remonta à Pré-história. Apoiada nos recursos do rio e muito provavelmente na exploração agrícola e mineira, a ocupação no sítio do castelo terá sido continuada, pelo menos a partir do Período Romano (5). É também sabido que o território do actual concelho de Alandroal era atravessado, nesse período, por alguns dos principais eixos viários do Sul da Península Ibérica, nomeadamente os de ligação entre Mérida, Évora, Alcácer do Sal e Miróbriga.

Localizada na antiga Lusitânia romana e visigótica, a área viria a integrar, no Período Islâmico, o território do Garb Al-Andaluz (6).

A primeira referência a Juromenha data da 2ª metade do Séc. IX, no contexto da crise política que se vivia, traduzida na contestação aberta da autoridade do emir de Córdova (7). O castelo voltou a ser mencionado em 948 pelo geógrafo Ibn Hawqal no seu itinerário escrito de Al-Andaluz (8) e no Séc. XII por Ibn Sãhib al-Salã (9). Ambos sublinharam o carácter defensivo do local, pela utilização dos termos *hisn* e *qal^{c}a* (10).

No que se refere às tipologias, a muralha islâmica apresenta, no pano Norte, alguns aspectos característicos da arquitectura militar das fases Emiral e Califal (11): as suas torres possuem plantas quadrangulares e são pouco salientes da muralha; a distância entre torres é reduzida e regular; a construção do castelo combina a utilização de taipa com a de silharia e alvenaria de pedra; a entrada principal da muralha islâmica é directa, flanqueada por duas torres.

Um outro aspecto a salientar no que resta da muralha islâmica de Juromenha é a reutilização de materiais romanos e visigóticos na construção de duas torres (12): a antiga menagem cristã, exteriormente revestida com alvenaria de pedra, na qual foram integrados um fragmento de friso, um pé-de-altar e uma imposta provenientes de uma construção religiosa do período visigótico; a terceira torre a partir da antiga menagem, composta por cunhais de silhares de granito, sendo visíveis em alguns destes blocos marcas deixadas por utensílios de construção romanos (13).

No conturbado período da conquista cristã, o espaço fortificado terá certamente sofrido inúmeras alterações: tomada pela primeira vez em 1166, Juromenha integrou, juntamente com Cuncos e Alconchel, a rede do cerco cristão a Badajoz. No entanto, os dois assédios feitos a partir de Juromenha resultaram fracassados, tendo o segundo conduzido à perda da fortaleza e à sua reconquista pelos exércitos muçulmanos, em 1170 (14).

Importa referir que, durante o período Almóada, Juromenha desempenhou o papel de *Ribat* (15) - um centro militar de cavaleiros voluntários para fazer a guerra santa.

Integrada na frente defensiva de Badajoz e da fronteira do território islâmico, só em 1229 se deu a sua conquista definitiva pelos exércitos cristãos (16).

A fortaleza terá tido inúmeras intervenções nos períodos Almorávida e Almóada, das quais salientamos a introdução de uma porta em cotovelo, hoje desaparecida, visível na planta desenhada por Duarte de Armas.

Após a conquista cristã, os troços Sul e Poente foram reforçados exteriormente com alvenaria de pedra e, finalmente, com a construção da estrutura de baluartes, a partir do Séc. XVII, verificou-se o desaparecimento total dos troços SW e SE e de uma torre de taipa do pano Norte (17).

4 - Aspectos construtivos

De acordo com as medições efectuadas, os taipais utilizados em Juromenha teriam alturas de 80 e de 90 cm, correspondendo à possível utilização de côvados de 40 e 45 cm. As espessuras apresentam também diferentes valores: 1,55 e 1,80 m (cerca de 4 côvados). Refira-se que, face ao estado de degradação em que se encontra o monumento, estes valores deverão ser considerados como medidas aproximadas.
As medidas obtidas em Juromenha aproximam-se dos valores referidos por Torres Balbas e André Bazzana para as fortificações espanholas estudadas por estes autores, resultantes da aplicação de côvados de 42 e 46 cm, respectivamente (18).
Quanto aos materiais constituintes da taipa, foi efectuada uma análise granulométrica a uma amostra recolhida no troço Norte, tendo sido apurados os seguintes resultados:

Fracção	**Ø (mm)**	**%**
Seixo grosso	60 a 20	0,0%
Seixo médio	20 a 6	12,5%
Seixo fino	6 a 2	14,1%
Areia grossa	2 a 0,6	29,4%
Areia média	0,6 a 0,2	21,0 %
Areia fina	0,2 a 0,06	9,0%
Silte grosso	0,06 a 0,02	5,0%
Silte médio	0,02 a 0,006	1,3%
Silte fino	0,006 a 0,002	1,7%
Argila	< 0,002	6,0%

Trata-se de uma taipa pobre em argila. Os seus inertes grossos são compostos por rochas (xistos, quartzos, seixos rolados e calcários) e fragmentos de cerâmicas. A fracção de areia grossa possuía materiais cerâmicos (tijolo moído).
A amostra evidenciava nódulos de cal, também visíveis a olho nu, nas muralhas. Foram ainda detectadas escórias, em quantidades pouco significativas.
Na construção das muralhas de taipa foi também empregue pedra - em fundações e embasamentos, no reforço de cunhais e em juntas horizontais entre taipais. Em alguns troços são visíveis fiadas de pedra colocadas entre camadas de compactação.
Como acabamento, as juntas entre os blocos de taipa eram geralmente pintadas, de modo a fingir silharia. Este procedimento final teria também por objectivo proteger as zonas mais sensíveis à erosão, razão pela qual os orifícios deixados pelos côvados seriam também preenchidos com argamassa.
Em Juromenha as camadas superficiais das muralhas desapareceram, não sendo visíveis quaisquer vestígios de acabamentos. Os seus paramentos interiores apresentam inúmeros vestígios de materiais que pertenceram a construções que a ela estiveram adossadas (rebocos, alvenarias de tijolo, linhas de empenas com fragmentos de telhas, orifícios e vestígios de estruturas de madeira). Estas construções seriam relativamente recentes, já que, abaixo da actual cota do terreno foram descobertas inúmeras estruturas medievais sob as camadas de entulhos com materiais datados dos séculos XVII e XVIII (19).
Na face exterior do troço Nascente é ainda visível um dreno de pedra. Não foi possível detectar outros elementos do sistema de evacuação de águas pluviais nos paramentos exteriores das muralhas de taipa. Grande parte dos embasamentos foi reconstruída ou reforçada pela DGEMN e, eventualmente, terão sido tapados os drenos existentes.

Pelo interior, a existência das camadas de aterro impossibilita o acesso às zonas inferiores das muralhas, nas quais se localizariam os drenos.

5 – Patologias

A construção da estrutura abaluartada propiciou o início do processo de decadência do perímetro medieval, o qual perdeu importância do ponto de vista defensivo. Consequentemente, as acções de manutenção, reparação ou reconstrução, deixaram de ser necessárias.
Além das destruições já referidas na nota histórica, apontamos também como causa de patologias gravosas os aterros executados a partir do Séc. XVII no interior do recinto, os quais colocaram os paramentos interiores das muralhas de taipa em contacto directo com o terreno.
Um dos principais factores de degradação do monumento deriva da presença de humidade no terreno e do seu contacto, passagem e ascensão por capilaridade através das muralhas de taipa. Este fenómeno, associado à acção de sais higroscópicos, transportados pela água, é responsável pela intensa esfoliação dos paramentos e pela erosão das bases das muralhas, as quais apresentam lacunas extensas, com profundidades que chegam a atingir os 40 cm.
A erosão dos materiais por acção dos agentes atmosféricos é também gravosa, especialmente nas bases e nos topos das muralhas, nas juntas verticais dos taipais e nos orifícios dos côvados, agravada pela intensa colonização biológica. Partes do monumento derrocaram somente devido a fenómenos erosivos.

6 - Bases para uma intervenção

O planeamento das intervenções no recinto medieval de Juromenha requer uma quantificação rigorosa das anomalias, apoiada no levantamento fotogramétrico das muralhas. Os trabalhos terão ainda que ser precedidos de um maior número de ensaios para caracterização das taipas: análises químicas para determinação do traço; análises mineralógicas; análises micro estruturais por observação microscópica.
Na sequência dos estudos prévios propõe-se a realização de um conjunto de acções pela ordem enunciada.

6.1. Execução do sistema de drenagem

Esta medida destina-se apenas às zonas do perímetro interior adjacentes às muralhas nas quais se opte por manter as actuais cotas de terreno e tem por objectivo impedir o acesso lateral da água às muralhas. Para estes casos, propõe-se a execução de um sistema de drenagem periférica pelo perímetro interior, com valas junto aos paramentos, até à profundidade das fundações. No fundo das valas deverão ser colocados tubos de recolha de águas, com pendentes adequadas, ligados a caixas de visita com descarga para a rede pública.
A execução deste sistema estará condicionada à eventual presença de vestígios arqueológicos. Por esse motivo, considera-se fundamental a realização de sondagens arqueológicas prévias, bem como o acompanhamento durante a fase de escavação.
Deverão ser previstos meios e materiais para a execução de eventuais escoramentos das muralhas e das paredes dos edifícios existentes.

6.2. Limpeza das muralhas

Antes da limpeza, dever-se-á proceder a uma pré consolidação das zonas mais instáveis. Após a cuidadosa remoção manual de plantas e raízes, os paramentos deverão ser escovados a seco, com escovas macias (de sorgo ou de *nylon*) para remoção de sais e de colónias biológicas. A eventual aplicação de produtos biocidas deverá ter em conta a identificação prévia das espécies infestantes, bem como a melhor época do ano para a realização do tratamento.

6.3. Reparação de anomalias

A reparação de anomalias só deverá ser efectuada quando se verifiquem riscos de colapso das estruturas. Salienta-se o preenchimento de algumas cavidades localizadas nas bases das muralhas e a consolidação de fissuras com expressão significativa.

As cavidades maiores poderão ser preenchidas com blocos de terra previamente apisoados ou torrões obtidos a partir dos derrubes existentes. No caso dos blocos, a preparação dos mesmos deverá incluir a estabilização com cal e tijolo moído. Recomenda-se a adição de materiais fibrosos à argamassa a aplicar entre a taipa antiga e os blocos, e a eventual incorporação de redes plásticas ou de fibra de vidro. O acabamento das zonas restauradas deverá respeitar a estereotomia dos blocos de taipa originais.

Dever-se-á também proceder à colmatação de lacunas em embasamentos de pedra, recorrendo-se à reconstrução de alvenarias com as mesmas características das existentes.

O preenchimento de fissuras verticais ou a colagem de “placas” e vazios intersticiais deverá ser efectuado com argamassas fluidas, à base de cal aérea e pozolana. A introdução destas argamassas deverá ser efectuada por gravidade, através de copos injectores, após a selagem das fendas.

A execução dos coroamentos deverá ser uma operação pontual, uma vez que o estado de degradação atingido coloca sérias dificuldades à sua execução. Caso a caso, deverão ser avaliados os riscos estruturais e o grau de destruição que a operação envolve. Deverá ser considerada a hipótese de consolidação química.

As argamassas a aplicar nas operações descritas terão composições semelhantes às existentes e deverão ser testadas antes de aplicadas.

Admite-se a reconstrução do pano de taipa Nascente, tendo em conta a urgente necessidade de consolidar o edifício a ele adossado. Esta acção deverá ser precedida do reforço da muralha e das paredes de alvenaria de pedra do edifício.

7 - Considerações

Qualquer intervenção em Juromenha terá que preservar a memória da passagem do tempo e contribuir para retardar a deterioração do conjunto monumental.

A definição dos métodos de trabalho a adoptar deverá conduzir a tipos de acções que impliquem a maior reversibilidade possível e um grau de destruição mínimo dos materiais originais, sem perda ou alteração dos valores de autenticidade histórica.

As evidências históricas existentes não deverão ser removidas ou alteradas e a destruição de materiais originais deverá ser sempre evitada.

Notas

(1) Dissertação de Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico da Universidade de Évora, com o título *A Fortaleza de Juromenha: contributo para o estudo e conservação da muralha islâmica de taipa militar*; ano: 2000.

(2) De acordo com a Carta Geológica de Portugal (folha 37-C), à zona do castelo corresponde uma mancha de xistos mosqueados argilosos ou quartzo micáceos. Junto ao Guadiana, nos terrenos de aluvião com depósitos de terraços fluviais de níveis entre 8 a 15 metros, verifica-se a presença de cascalhos, saibros, areias e siltes. Envolvendo toda a área de xistos mosqueados (correspondente ao castelo e à vila), encontra-se uma mancha do Oligocénico, a qual corresponde a uma formação com depósitos de cascalhos grosseiros e seixos de quartzo e de xisto, camadas de argilas, afloramentos de areias argilosas e formações de calcários.

(3) De acordo com a Carta de Solos, folha 37-C, na zona correspondente à vila e à fortaleza encontra-se assinalada uma mancha de Solos Calcários Vermelhos de calcários (Vc). Estes solos têm, geralmente textura pesada ou mediana - a areia grossa e o limo não apresentam percentagem muito altas, predominando as fracções areia fina e argila. Os carbonatos abundam e, geralmente, os Solos Calcários Vermelhos de calcários contêm ilite e/ou caulinite e

óxidos de ferro. São ainda identificadas duas famílias da Sub-ordem dos Solos Calcários Pardos: Os Solos Calcários Pardos de calcários não compactos (Pc) e os Solos Calcários Pardos de xistos associados a depósitos calcários (Pcx). A textura destes solos é geralmente mediana ou pesada, sendo a percentagem de areia grossa quase sempre baixa (inferior a 25%). Os carbonatos são abundantes em todo o perfil chegando a atingir percentagens extremamente elevadas no horizonte C. Relativamente à mineralogia da argila, para a família Pc, verifica-se a presença de ilite e montmorilonóides, bem como de carbonatos na fracção argilosa. O solo Pcx apresenta, na fracção argilosa, ilite e caulinite (CARDOSO, 1965: 99-122).
(4) Normais Climatológicas do Instituto de Meteorologia das estações climatológica de Elvas e hudométrica de Juromenha (período de 1961-90).
(5) CALADO, 1993: 28-39; CORREIA, 1994: 27.
(6) A chegada do Islão ao território do actual concelho do Alandroal terá ocorrido sensivelmente entre 713 e 714, datas das capitulações de Mérida e Évora, respectivamente (REI, 1993:160).
(7) O senhor de Juromenha, o muladi Ibn Makhul, dominava nessa época "um território que abrangia Terena e talvez mesmo Monsaraz" (REI, 1993: 160). Amigo e aliado de Ibn Marwan, defende Juromenha em 875 enquanto este é atacado em Alange para onde tinha fugido com os seus aliados, na sequência do ataque do emir a Mérida (CATARINO, 1996: 54).
(8) O viajante refere na sua obra "que a praça de Juromenha se situava a 7 dias de Santarém, por Avis; e a 1 de Elvas, e a 2 de Badajoz" (REI, 1993: 160).
(9) 1969: 138, 149-150.
(10) Estes termos sublinham o carácter defensivo do sítio: "*hisn* – lieu fortifié; le territoire qui en dépend" (MAZZOLI-GUINTARD, 1996: 348); "*qal^{c}a* – citadelle, forteresse" (Ibidem, 1996: 349).
(11) TORRES BALBAS, 1973: 647.
(12) CORREIA, 1994: 32.
(13) São visíveis orifícios eventualmente deixados por alavancas de madeira, pinças metálicas ou *lobas*, os quais eram utilizados no manuseamento e na elevação dos blocos de pedra.
(14) Após o levantamento do cerco a Badajoz, Giraldo Sem Pavor fugiu para Juromenha, mas "Abu Hafs, porém, saíra de Sevilha com ordens para capturar ou matar Giraldo e arrasar, em seguida, a fortaleza de Juromenha que continuava a ser, para os Almóadas, uma constante ameaça que importava apagar e destruir, para sempre" (GONÇALVES, 1980:19).
(15) O termo designa "um local consagrado à oração e à guerra santa contra o inimigo cristão, uma ermida, oratório ou santuário aliado a preponderantes obras de fortificação, tipo atalaia ou castelo" (...) "O rebate árabe tem, segundo escreve textualmente o Prof. David Lopes "*o mesmo significado que arrábida*" e esta, para o filólogo e arabista José Pedro Machado, significa "*convento fortificado para guardar a fronteira*" (...) "No campo da distribuição e localização das arrábidas muçulmanas pelo território português, pode afirmar-se seguramente que elas existiram nas fronteiras de Mértola e Juromenha..."(*Ibidem*: 1978: 1-16).
(16) MATTOSO, 1993:123.
(17) Esta última corresponde à zona sobre a "meia-laranja", na qual foi construída uma canhoeira em substituição da torre, no âmbito das remodelações efectuadas no início do Séc. XIX (desenhos de autoria do Major Brandão de Sousa, datados de 1817, existentes no Gabinete de Arqueologia da Arma de Engenharia Militar).
(18) TORRES BALBAS, 1985: 560; BAZZANA, 1980,357.
(19) CORREIA, 1998: 27-42.

Bibliografia

- BAZZANA, A. (1980) – Élements d'archéologie musulmane dans Al-Andalus: caracteres spécifiques de l'architecture militaire árabe de la région valencienne, *Al-Qantara*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, I, p. 339-363;
- BAZZANA, A. (1993) – La construction en terre dans Al-Andalus: la tapya, *7ª Conferência internacional sobre o estudo e a conservação da arquitectura de terra – comunicações, Silves*. Lisboa: Direcção Geral de Edifícios e Monumentos Nacionais, p.76-82;
- BRUNO, P. (2000) – *A Fortaleza de Juromenha: contributo para o estudo e conservação da muralha islâmica de taipa militar*, texto policopiado de dissertação de mestrado apresentada à Universidade de Évora;
- CALADO, M. (1993) – *Carta Arqueológica do Alandroal*. Alandroal: Câmara Municipal do Alandroal;

- CARDOSO, J. C. (1965) – *Solos de Portugal – sua classificação, caracterização e génese,* Vol I – a sul do Tejo. Lisboa: Secretaria de Estado da Agricultura, Direcção Geral de Serviços Agrícolas;
- CATARINO, H. (1996) – A ocupação islâmica, *História de Portugal* (dir. João Medina). Lisboa: Clube Internacional do Livro, III, p. 45-92;
- CORREIA, F. B. (1994) – O Castelo de Juromenha: influências islâmicas e cristãs, *Callipole – revista de cultura*. Vila Viçosa: Câmara Municipal de Vila Viçosa, II, p.27-42;
- CORREIA, F. B. (1998) – Juromenha, Elvas e Alandroal: algumas reflexões em torno de fortificações islâmicas e cristãs do curso médio do Guadiana, *Cira*. Vila Franca de Xira: Museu Municipal de Vila Franca de Xira, 7, p. 113-128;
- DUARTE DE ARMAS (1997) – *Livro das Fortalezas de Duarte de Armas*, fac-simile do ms. 159 da casa forte do Arquivo Nacional da Torre do Tombo. Lisboa: Edições Inapa, (2ª edição);
- GONÇALVES, J. P. (1978) – As 'Arrábidas' de Mértola e Juromenha, *Anais – Academia Portuguesa de História.* Lisboa: Academia Portuguesa de História;
- GONÇALVES, J. P. (1980) – *O papel de Giraldo Sem Pavor na Reconquista cristã da Península*, no século XII. Évora: Livraria Nazareth;
- IBN SÃHIB AL-SALÃ (1969) – *Al-Mann bil-Imãma*. Valência: Amubar Ed.;
- MATTOSO, J. (1993) – *História de Portugal*. Lisboa: Editorial Estampa, II, p. 11-124;
- MAZOLLI-GUINTARD, C. (1996) – Villes d'al-Andalus – l'Espagne et le Portugal à l'époque musulmaine (VIII-XV siècles). Rennes : Presses Universitaires de Rennes;
- PERDIGÃO, J. C. (1976) – *Carta Geológica de Portugal – Notícia Explicativa da folha 37-C*, Juromenha. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal;
- REI, A. (1993) – A presença islamo-arabe nas terras do actual concelho do Alandroal, *Carta Arqueológica do Alandroal* (dir. Manuel Calado). Alandroal: Câmara Municipal do Alandroal, p. 159-161;
- TORRES BALBAS, L. (1973) – Arte hispanomusulmán hasta la caída del califato de Córdoba. *Historia de España*. (dir. de Ramón Menéndez Pidal). Madrid: Espasa-Calpe, S.A., V, p. 337-788;
- TORRES BALBAS, L. (1985) – *Ciudades hispanomusulmanas*. Madrid: Instituto Hispano-Arabe de Cultura, Tomo II (2ª edição).



Fig. 1 – Fortaleza de Juromenha: vista de Nascente.



Fig. 2 – Vestígios da entrada principal da muralha islâmica de Juromenha.

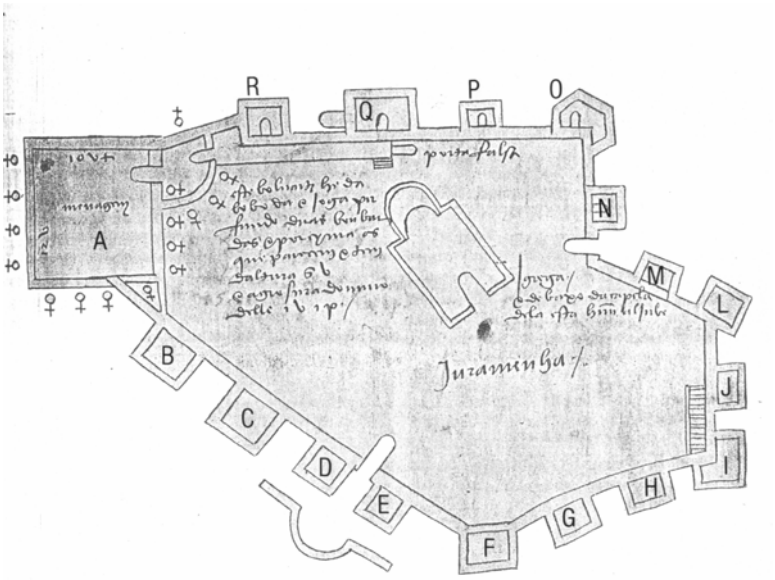


Fig. 3 – Planta da Fortaleza de Juromenha, desenhada no início do Séc. XVI por Duarte de Armas



Fig. 4 – Troço Nascente da muralha islâmica, visto do exterior: zona recentemente derruída.

LA PROPORCIÓN ANDINA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE TIERRA EN BOLIVIA

Alberto Calla García
Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura y Artes
Universidad Mayor de San Andrés
E-mail: betocalla@yahoo.com / beto_calla@hotmail.com La Paz – Bolivia.

Tema 2 – Conservación y património
Palabras claves: Proporción andina, Arqueología y Arquitectura de tierra.

Resumen

La búsqueda de los orígenes de la concepción espacial de la vivienda y las construcciones con tierra en el contexto del territorio andino de Bolivia, parte por comprender la naturaleza del espacio, su relación histórica con el pensamiento andino y su manifestación formal, estética y tecnológica, asociados al acontecer cotidiano en la dicotomía de preservar la tradición cultural y asimilar la modernidad en su proyección futura.

Entre los varios recursos endógenos que han acompañado a la concepción espacial y uso de la tierra en la construcción, se encuentra la proporción andina, entendido como un fenómeno socio-espacial histórico que involucra al hombre como protagonista esencial, con su antropometría, su modo de vida, sus costumbres y su cultura; es el resultado del carácter creador del trabajo humano, que en el proceso de su actividad laboriosa produce un lenguaje iconográfico y una semiótica del diseño que sintetiza la armonía y la estética de la cultura andina, expresada actualmente en la construcción con tierra, la artesanía, los tejidos, la pintura y otras manifestaciones artísticas.

La tecnología andina en la producción del hábitat, predominantemente hecha con técnicas de tierra, obedecía a principios de proporcionalidad matemática, sintetizada en formas geométricas significativas aplicadas en la concepción espacial del territorio y del hábitat en las construcciones de palacios, templos y viviendas; en la arqueología de la arquitectura prehispánica podemos encontrar antecedentes de la existencia de este sistema de medidas, en el que se basaba el uso de los componentes constructivos y la geometría espacial que evidencian que, en el mundo andino pre Inca existió un sistema Geométrico Proporcional de Medidas tan profundo y duradero que hasta hoy, la población andina, mantiene un arraigo cultural expresado en sus conocimientos tecnológicos y las manifestaciones culturales, que forman parte de su vida y están ligados a una gnoseología propia.

1. LA PROPORCIÓN ANDINA Y LA CUALIDAD ESPACIAL

En la arqueología de la arquitectura prehispánica del territorio andino de Bolivia, podemos encontrar antecedentes de la existencia de un sistema de medidas (1) aplicadas en una teoría iconográfica de proporción andina en el que se basaba la estética y el diseño, detallado en las decoraciones artísticas encontradas en los restos arqueológicos de las diferentes culturas andinas prehispánicas, aplicadas también en la proporcionalidad de las edificaciones en general. Los estudios e investigaciones realizados por varios autores basan su explicación en la consideración de la existencia de varios principios matemáticos y figuras geométricas puras como base de la composición espacial.

En la lógica del pensamiento andino, el ordenamiento del espacio y su materialización responde a un concepto de unidad de tiempo y espacio denominado *"pacha"* que es la unión de dos unidades, es espacio-tiempo y objeto-acción, que podría dar lugar a varias posibilidades dimensionales que conformarían una aproximación a la teoría de la proporción arquitectónica. "*La relación del "pacha" con otras entidades, da lugar a expresar otras dimensiones o totalidades: el Akaj pacha, dimensión ubicada entre el mundo de arriba donde habita el sol y la luna y el manqha pacha dimensión de abajo donde se guarda el registro de lo que ya pasó*"(2), interpretación basada en el principio de dualidad de opuestos complementarios cuyas cualidades espaciales se expresan en la relación del "Akaj Pacha" espacio de arriba o mítico espiritual regida por la cruz del sur y representado por el cosmos hasta la superficie terrestre,

dimensión que controla y determina los ciclos climáticos y las condiciones del medio ambiente; el “Manqha Pacha” espacio o mundo dentro de la tierra representado por la dimensión de la naturaleza cuya fuerza se contrapone y complementa con el mundo; en el centro de ambas dimensiones esta el “Taypi Pacha” espacio de aquí, representado por el espacio construido, complementado por un espacio de producción, como la unidad espacial del hábitat, este tercer valor establece el espacio en equilibrio del mundo exterior e interior con el cuerpo y espíritu de los moradores; dimensión materializada por el hombre, gran mediador, intérprete y protagonista de la producción del hábitat en armonía con el cosmos y la naturaleza.

El trazado armónico y la composición modular son dos de los aspectos de la composición simbólica en el diseño andino (3), mediante los cuales se pueden interpretar las relaciones de unidad, dualidad y trivalencia del pensamiento andino que existen entre las formas geométricas básicas del cuadrado y su diagonal de donde derivan el rectángulo, el círculo, el rombo, el triángulo, la cruz y toda su variedad (4), que alcanzan una gran complejidad cuando son estudiados en sus estados estáticos y dinámicos basados en una organización simétrica de proporción y ritmo a manera de modulación espacial.

2. LAS MEDIDAS SIGNIFICATIVAS

En las lenguas aymara y quechua existen vocablos que expresan una lógica matemática de medidas de significados míticos y simbólicos más que de dimensiones exactas, así por ejemplo el vocablo “TUPU” es considerado por Ludovico Bertonio (5) como una palabra clave que expresa la diversidad de connotaciones relacionadas con la utilidad de la medida, así el TUPU es la medida del inca; TUPU THAQUI es el camino real; EL TUPU QUIPATHA (5)es medir una parcela productiva; según varios autores (6), esta palabra expresa una dimensión de superficie relacionada con la producción agraria como la justa medida productivas de la naturaleza que garantiza el bienestar de la vida del hombre andino. María Scholten, en sus trabajos de investigación establece la “unidad de medida americana” (7) en 3.34 m. para la proporción arquitectónica y en 2.700 m² como la medida agraria del TUPU. La medida más importante de los quechuas fue la RIKKA (8) distancia media entre los dedos pulgares tendidos horizontalmente. La evolución del TUPU deriva en la JACHA LUK’A, unidad de medida equivalente a 1,60 m. y sus submúltiplos TAIPI LUK’A igual a 0.80 m. y CHICA LUK’A a 0.60 m. vigente en algunas comunidades y la más importante (9) en el mundo andino.

3. MODULACIÓN Y TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS

La tecnología de la construcción en las culturas andinas prehispánicas se caracteriza por el amplio conocimiento y uso de la tierra como material natural básico; las técnicas de construcción empleadas se acompañaban por un sistema de medidas de la proporción andina que aún es posible apreciar en antiguas construcciones de Chullpas o recintos funerarios que aún existen en el territorio andino y por actuales construcciones de la población Uru, etnia sobreviviente que conserva muchos sus conocimientos tecnológicos.

3.1 Los Chullpares aymaras.-

Los Chullpares son cámaras funerarias (10), construidas en forma de torres de planta cuadrada, rectangular y circular con un volumen de forma trapezoidal por la leve inclinación de sus muros, cubierta por bóveda por avance; estaban destinados a difuntos de familias o personas de la elite Aymara. Estas estructuras Aymaras post-tiahuanacotas con una antigüedad aproximada del año 1100 D.C. según John Hyslop (11) y año 900 D.C. según Parsinnen Martti (12) continuaron durante el imperio Inca hasta el período de la conquista española (13); se encuentran en la región andina que abarca desde el sur del Perú hasta el territorio de la provincia Carangas ubicado al oeste del Lago Poopo y río Desaguadero del departamento de Oruro en Bolivia; territorio occidental del actual altiplano boliviano; de clima seco y frío cuyas temperaturas registran altas diferencias entre el día y la noche debido a la

acción de la radiación solar en un territorio situado a 3.800 m.s.n.m. La región tiene escasa vegetación, con mucha acción de los vientos y de otros fenómenos del interperismo.

LA técnica constructiva se basa en el uso de pequeños bloques enrollados del tamaño una "cuarta" o "rikka" (14), aproximadamente de 0.25 m de largo por 0.15 m de ancho, fabricado por moldeo directo, similar a la técnica "*bauge*" de Francia (15), aprovechando la plasticidad y cohesión de las arcillas húmedas mezcladas con bastante paja de fibra dura para darle consistencia. Esta técnica del moldeo directo verificado en varios Chullpares, consiste en la selección de tierra muy arcillosa que se mezcla con paja de fibras fuertes y agua hasta lograr una pasta muy plástica apisonada con los pies (16), , después de hacer reposar la mezcla se forman láminas de la mezcla para luego enrollarlos y fabricar bloques en forma de panes (17), que son colocados en hiladas horizontales con fuerza para lograr que estén pegados entre si, gracias a alta cohesión de la arcilla húmeda que en su proceso de secado consolida la unión de sus partículas formando cadenas o cordones que en un tiempo determinado se convierten en una sola gran masa que le da rigidez al muro.

Las dimensiones de los chullpares encontrados varían de 3 a 5 m de ancho; de 1 a 1,5 m. de profundidad y de 3 a 5 m. de altura; todas tienen un ingreso que está orientado siempre hacia el este. En muchos casos las paredes presentan decoración pintada de figuras geométricas propias de la decoración Incaica, con pigmentos naturales en base a distintos minerales mezclados con arcillas con los que obtenían colores rojos, negros y verdes aplicados a los bloques de construcción (18). La edificación concluye con un cerramiento superior en forma de bóveda por avance realizado con los mismos bloques.

3.2 Vivienda de la Cultura Wankarani

Los restos arqueológicos de la cultura Wankarani, encontrados al sur del departamento de Oruro muy fría y agreste, indican que las viviendas eran de forma circular, con diámetros entre 3 a 3.60 mts(19). La preferencia por la geometría circular sintetiza la inmanente concepción de espacio sagrado y adecuado a la naturaleza. Esta forma tenía la finalidad de protegerse del frío y de las corrientes de viento que evolucionaban alrededor de las viviendas evitando un impacto directo, los materiales utilizados eran piedra y "*tepes*" (20), bloques de tierra de formas regulares e irregulares, posiblemente extraídos del mismo sitio.

Es probable que esta técnica de los bloques de moldeo directo de los chullpares, tenga origen en la cultura Wankarani, que ocupó el mismo territorio aproximadamente por el año 300 a.C. De acuerdo a los estudios realizados en los restos arqueológicos encontrados (21), en la región noreste de la Cuenca del Río Desaguadero, esta cultura denominada de "los túmulos", fue poseedora de grandes conocimientos en agricultura y alfarería (22), desarrollando grandes conocimientos en el uso de los recursos naturales para construir sus moradas resistentes a las condiciones climáticas del lugar.

A través del estudio de los sistemas constructivos y los datos claves de su evolución en la cronología histórica y geográfica del uso territorial de la región de estudio, podemos observar que existe una articulación cultural en los conocimientos y formas de concepción espacial del hábitat y tecnología empleada en las construcciones en la cultura Wankarani, en la nación de los Carangas y en la nación de los Urus, pertenecientes a épocas históricas diferentes.

3.3 Vivienda Uru-Chipaya

La población de la nación originaria Uru actualmente viven divididos en familias que ocupan distintos territorios de la región andina; los Uru Chipayas son una parte de esta etnia que viven al sur oeste del departamento de Oruro cerca del Salar de Coipasa. Son pescadores y agricultores y buscan su sustento en otros lugares del territorio boliviano. Las características

espaciales y formales de sus viviendas guardan mucha relación con la vivienda “wankarani” en cuya esencia se encuentra gran parte de la simbología del la cosmovisión andina.

La vivienda Chipaya conocida como “putuku” o “walichi” se caracteriza por ser uni habitacional y tiene planta de forma circular con un diámetro promedio de 3.50 m. medida básica de referencia del cual se derivan todas las medidas intermedias de los componentes constructivos, los espacios e incluso la forma del trazado circular de las habitaciones que dan lugar a las series dimensionales de los tamaños de los tepes que se utilizaran en la construcción.

El principio de aprovechar la plasticidad de la arcilla y su capacidad aglomerante es utilizado por los Urus en la técnica de los “*tepes*”, que se extraen cortados del suelo que se ha formado de manera natural en lugares que tienen tierras muy arcillosas mezcladas con raíces de gramíneas del lugar. La técnica de la extracción de los tepes con un azadón se realiza dándole una forma trapezoidal con bordes inclinados que permiten una junta seca y una traba de los bloques al momento de de armar la mampostería de los muros.

4. CONCLUSIONES

Los principios cosmogónicos, que han regido el pensamiento Aymara, donde probablemente tenga origen una concepción espacial y la materialización constructiva de la vivienda rural andina que, a través de las tipologías de vivienda que se encontraron en los restos arqueológicos y el estudio de las actuales construcciones, se puede explicar una concepción relacionada con la naturaleza, la actividad productiva, la cultura y la aplicación de un sistema de coordinación modular dimensional y una teoría de la Proporción Andina (23).

El estudio documental de las culturas prehispánicas de la región andina, y los ejemplos arquitectónicos construidos con tierra, nos demuestran que su tecnología constructiva correspondían a esa teoría del sistema de medidas y proporcionalidad que se aplican en las diferentes etapas del proceso constructivo y establecían una proporcionalidad y estética que es única en la región andina.

Bibliografia

BERTONIO Ludovico. Vocabulario de la lengua Aymará. 1956.
CALLA, Alberto. Investigación “Territorio y Vivienda” – Instituto de Investigaciones, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes. UMSA. 2004.
CRATerre. Construir con Tierra. Fondo Rotatorio Editorial, FEDEVIVIENDA Bogotá Colombia, 1990.
ESCALANTE, Javier. 1994. Arquitectura Prehispánica en los Andes Bolivianos. Ed. CIMA, La Paz Bolivia.
GARCILAZO DE LA VEGA, Cronista de la época colonial.
GISBERT, Teresa. Los Chullpares del Río Lauca. Revista No. 70 de la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. La Paz. 1996.
HAYSLOP, John. Inka Settlement Planning.
MILLA, ZAdir. Introducción a la Semiótica del Diseño Andino Precolombino. CONCYTEC – Lima 36, Perú. 1991.
PARSSINEN Martti, Torres funerarias decoradas en Caquiaviri en Puma Punku No. 5 y 6. Pág. 9 al 31. 1994. La Paz Bolivia.
QUISBERT M. Alejandro, 2002. PATRIMONIO NATURAL ANDINO, http://w1.403.telia.com/u40309289/index.htm
ROSTWOROWSKY, María. 1978. Mediciones y cómputos en el antiguo Perú. Cuadernos prehispánicos No. 6, España.
SCHOLTEN María, El Tupu y la Vara mágica. Lima, Perú. 1985.
VALCARCEL, Luis E. Historia del antiguo Perú, Tomo II Pág. 610.

Notas

(1)ESCALANTE, Javier. 1994. Arquitectura Prehispánica en los Andes Bolivianos. Ed. CIMA, La Paz Bolivia.
(2)QUISBERT M. Alejandro, 2002. Patrimonio Natural Andino, http://w1.403.telia.com/u40309289/index.htm
(3)MILLA, ZAdir. Introducción a la Semiótica del Diseño Andino Precolombino. CONCYTEC – Lima 36, Perú. 1991.
(4)MILLA Z., 1991.

(5)BERTONIO Ludovico, 1956. Vocabulario de la lengua Aymará. Citado también por Javier Escalante M. en su libro Arquitectura Prehispánica en los Andes Bolivianos.
(6)GARCILAZO DE LA VEGA, Cronista de la época colonial.
(7)VALCARCEL, Luis E. Historia del antiguo Perú, Tomo II Pág. 610.
(8)SCHOLTEN María, 1985, El Tupu y la Vara mágica. Lima, Perú.
(9)ROSTWOROWSKY, María. 1978. Mediciones y cómputos en el antiguo Perú. Cuadernos prehispánicos No. 6, España. En este trabajo de investigación también establece las medidas de longitud derivadas del Rikka y otras medidas de volumen basados en los instrumentos de manipulación de alimentos como la fanega, la canasta y la tinaja de barro.
(10)ESCALANTE, Javier. 1994. Arquitectura Prehispánica en los Andes Bolivianos. Ed. CIMA, La Paz Bolivia.
(11)ESCALANTE, 1994.
(12)HAYSLOP, John. Inka Settlement Planning; describe que la tipología de las Chullpas se desarrolla desde la planta circular en forma de iglú hasta conos de perfil fálico. Posteriormente aparecen chullpas de planta rectangular hechas de adobes.
(13)PARSSINEN Martti, Torres funerarias decoradas en Caquiaviri en Puma Punku No. 5 y 6. Pág. 9 al 31. 1994. La Paz Bolivia.
(14)GISBERT, Teresa. Los Chullpares del Río Lauca, Teresa Gisbert, 1996. Revista No. 70 de la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. Ed. Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. La Paz.
(15)Medida quechua de la distancia entre el dedo pulgar y el meñique de la mano.
(16)Construir con Tierra, Tomo I, CRATerre. Fondo Rotatorio Editorial, FEDEVIVIENDA Bogotá Colombia, 1990.
(17)Construir con Tierra, 1990.
(18)Información deducida del análisis de las muestras recogidas de restos de clullpares encontrados en la región de estudio y relatos de los cronistas de la época, D'Orbigny (1945); George Squier (1865); Guaman Poma de Ayala.
(19)Según las crónicas escritas por Martti Pãrssinen en su artículo "Torres funerarias decoradas en Caquiaviri"; y el análisis físico-químico de muestras recogidas en la región del Río Lauca, realizadas en el laboratorio del Instituto Nacional de Patrimonio Artístico y Artes Visuales, Departamento de Conservación de Bienes Muebles; información descrita en el libro: Los Chullpares del Río Lauca, Teresa Gisbert, 1996. Revista No. 70 de la Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. Ed. Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. La Paz. Pag. 50 y 51.
(20)ESCALANTE Javier, Arquitectura Prehispánica, 1998.
(21)Bloques de tierra arcillosa mezcladas con gramíneas, de forma trapezoidal extraídas con un azadón.
(22)Arquitectura Prehispánica en los Andes Bolivianos, Arq. Javier F. Escalante Moscoso, 1994. 2da. Edición. Pág. 52.
(23)Arquitectura Prehispánica 1994. Pág. 47.
(24)CALLA G. Alberto, 2002. Investigación "Territorio y Vivienda" – Instituto de Investigaciones, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes. UMSA.

Currículo
Licenciado en Arquitectura, Universidad Mayor San Andrés, 1980. Master's Degree - Tecnologías para Vivienda. ISPJAE La Habana Cuba, 1989. Investigador del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura-UMSA, 2005. Candidato a Doctor en Ciencias Técnicas-ISPJAE Cuba, 2005.



Figura 1: Región andina de Bolivia



Figura 2. Chullpares, construcciones funerarias que datan del año 1100 D.C.

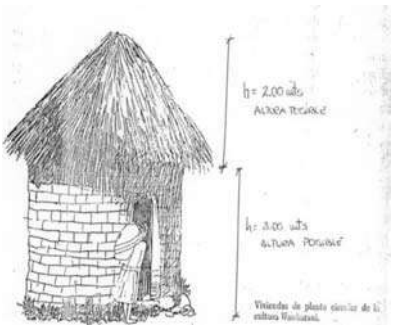


Figura 3. Representación hipotética de las viviendas Wankarani realizado por el Arq. Javier Escalante.



Figura 4. Construcción de viviendas de la cultura Uru Chipaya, en la zona sur de la región andina

LO QUE APORTA LA CONSTRUCCIÓN DE TIERRA A LA ARQUITECTURA

Juana Font Arellano

Cursos Master de Restauración de Valladolid y de Alcalá de Henares, España.
La Puebla 15, 34002, Palencia
juanafont@usuarios.retecal.es móvil 629810080

Tema 2 – Conservación y património
Palabras clave: ecología, sismicidad, prefabricados

Resumen
El uso de tierra ha proporcionado muchas de las soluciones que han conseguido transformar la simple construcción en la gran Arquitectura culta.
Conquistas como la simetría, el empleo de arcos y bóvedas, el uso de cúpulas o terrazas aparecen por primera vez en edificios de arcilla.
Los primeros ejemplos de piezas prefabricadas o los ensayos más tempranos de contrarresto sísmico también están en estos edificios de barro.
Con tierra se alzaron los hogares de los hombres más ricos y poderosos, las construcciones más sorprendentes por su longitud, como la muralla de China, por su altura, como la Torre de Babel o por su belleza, como los palacios de Creta. Y también los más hermosos palomares, las defensas más poderosas o las chozas más humildes.
Saber domeñar la arcilla ha conseguido para el hombre de todos los climas ir pasando, paulatinamente de un simple y elemental amontonamiento para conseguir un precario cobijo a desarrollar un sabio proyecto con el que construir los más sabios y bellos edificios que ha realizado en su actividad constructora a través del tiempo, a lo largo de la historia.

Pedimos un lugar mejor para la construcción de tierra invocando una serie de razones: Apelamos al pasado recordando el tesoro de conocimientos que encierra, recurrimos al futuro haciendo ver su capacidad de alzar edificios ecológicos que preserven el medio ambiente. Traemos a colación el presente: la capacidad de crear empleo, el turismo que preserva el aspecto genuino de cada zona y su patrimonio. Esgrimimos motivos sociales que argumentan sobre la disponibilidad y el bajo precio de la tierra, con la que lograrían viviendas dignas para todos. Incluso utilizamos argumentos estéticos que demuestran la armoniosa inserción de las construcciones de tierra en el paisaje .
Todas ellas, y alguna más, son razones verdaderas. Pero solemos encontrarlas en tono suplicante, como implorando un uso más frecuente de la tierra.
Olvidamos así el motivo más poderoso para retomar este uso: La tierra ha logrado ya un lugar de honor en la Historia de la Arquitectura por sus extraordinarias aportaciones constructivas.
Así lo podemos observar si analizamos diferentes textos, entre ellos los del arquitecto Hubert Guillaud, investigador y docente en la Escuela de Arquitectura de Grenoble de quien tomaremos varios de los puntos utilizados en la argumentación que sigue.
Agruparemos en10 apartados los citados logros constructivos realizados con tierra

1 - Los primeros hogares

Muchos han sido los Tratadistas occidentales que han especulado sobre el origen de los primeros edificios. El más antiguo, Vitruvio, ya considera que los hombres imitaron a las golondrinas para construir sus hogares, constituidos como tales y no como simples refugios en oquedades de rocas o bajo endebles montones de ramas.
Son las viviendas.de arcilla que encontramos en el VIII milenio a. C en Jericó, en el neolítico de Katal Huyuk, en el V milenio en Hassuna o el IV en Samarra

2 - Primeras ciudades

Ya desde el IV milenio vemos criterios de planificación urbana en Mesopotamia y los primeros procesos de imitación de modelos, sistemas y ordenación territorial, tal como parece haberse producido en Mari, que sigue ejemplos de Ur y Uruk.
Se inicia la protección a la privacidad y al derecho a una buena orientación ordenando el territorio de modo que haya una situación parecida entre las casas que ahora ya se agrupan ordenadamente. Este trazado deliberado es el que regularizará en el s.V Hipódamo en Mileto y el que propondrá el ministro indio Caultiya a su soberano, en su famoso *Tratado para el provecho del rey*, en el 300 a.C. Es el diseño que retomarán los romanos, impulsándolo en sus provincias, que relanzará con fuerza el Renacimiento, de cuya mano lo llevarán los portugueses y españoles hasta América, donde se encontrarán con maravillosas ciudades de ensueño. Este dibujo atento a la buena ordenación, que surgió en Mesopotamia, es el que reflejan todavía las obras de cronistas como el mestizo Felipe Guaman de Ayala .

3 - Construcciones maravillosas

Las más ricas, altas, sorprendentes o hermosas han sido alzadas con tierra. Así podemos comprobarlo en la fabulosa Torre de Babel, la famosa Etemenanki, cuya representación ha dado tantos motivos a los pintores europeos de todos los tiempos, que realmente se construyó. Sus ruinas aún fueron vistas,en el siglo XVII por Pietro della Vale, *Il Peregrino*, que la describe hecha con enormes adobes " *a guisa delle Tapie di Spagna* "
La larguísima Muralla de China, se inició en el III a. de nuestra era a base de adobes, en unas zonas y de tierra compactada en otras.
La ciudad de Babilonia, la más hermosa de su tiempo, era de tierra.
Los palacios de Creta y de Pasargada, la pirámide de Sesostris II, las bóvedas del Rameseum, los templos griegos cuya serena silueta ha marcado nuestra percepción de lo bello, eran de adobe.

4- Edificios ecológicos

Todos los edificios que son realizados con las técnicas tradicionales de construcción tienen la posibilidad de desaparecer sin apenas producir restos materiales que colmatan rápidamente los vertederos. Pero entre estos modos tradicionales es la tierra la más genuinamente ecológica porque se diluye, materialmente, tras la ruina o la demolición, integrándose de tal modo en el suelo que es casi imposible saber dónde estuvo. Además los edificios de tierra tienen otras virtudes que los hacen idóneos a la hora de mantener adecuadamente el medio ambiente de modo respetuoso.
La construcción de tierra utiliza 60 veces menos cantidad de agua de la que se precisa para construir con hormigón. Y la altísima capacidad que tiene para mantener una temperatura constante dentro de los edificios, evita el uso de acondicionadores de aire en verano, pero logra un cálido ambiente en invierno, con un uso mínimo de calefacción. Son asuntos de gran interés que nos afectan especialmente ahora, cuando se tienen que cumplir las exigencias emanadas del protocolo de Kyoto.

5 - Primeros prefabricados

También las primeras piezas constructivas, listas para ser usadas en la obra eran de tierra. Son las porciones prefabricadas de arco, elaboradas con juncos y barro usadas por los aqueménidas en el 600 a.C. o las realizadas con paja y arcilla, el *strut* que ya se empleara en las bóvedas de Persépolis, cuyo uso fue habitual entre medos

y persas. Su recuerdo permanece vivo en el actual Irán donde ahora se realizan todavía elementos parecidos, elaborados con paja y yeso.

6 – Atirantamientos

Así mismo los intentos más tempranos de atirantar edificios surgen en los de tierra. Son muy conocidas las descripciones de cómo se utilizaban las esteras y cuerdas de junco, intercaladas entre las capas de adobe, para atar unas con otras las diferentes partes de cada piso en los altísimos zigurats como el de Aqar Quf, en Irak. El más famoso de ellos, la Torre de Babel, disponía de estos sistemas vegetales de atadura.

7 - Arcos, bóvedas, cúpulas

Es aquí donde con más claridad se muestra cuánto ha aportado la construcción de tierra para el desarrollo de la Arquitectura. Y también vemos que muchas de los más espectaculares edificios, de todas las culturas, son de tierra, aunque en ellos sea usada de modo radicalmente diferente. Mientras que en el Medio Oriente y en algunas zonas de Mesoamérica la arcilla forma incluso las hermosas catenarias que rematan las construcciones, realizadas totalmente de tierra, ésta sólo se utiliza para los muros de los que se alzan en las zonas europeas.
Ya a mediados del IV milenio antes de nuestra era vemos falsas bóvedas que se inician desde el suelo en lugares como la Tholos 42 de Yarim Tepe, en Irak.
Encontramos bóvedas de cañón de dimensiones considerables (3,25 X 8,50 metros) en Tepe Gawra, durante el III milenio mientras que en el II podemos asistir al desarrollo de varios de los modos más sorprendentes que aún hoy se dan en el Irán actual: característico de la Persia de 2000 años antes de Cristo era cubrir las estancias cuadradas partiendo simultáneamente de los cuatro ángulos, avanzando desde ellos hacia el centro mientras que las habitaciones de trazado rectangular se cubrían iniciando el avance desde los lados estrechos de la planta, adelantando desde ambas posiciones, a la vez, el trabajo de cerramiento.
Durante el primer milenio anterior a nuestra era ya se utilizaban las cúpulas para cubrir las viviendas. Los medos, neobabilónicos, aqueménidas y sasánidas siguieron usando estos sistemas de cubrición que retomaron los musulmanes, quienes los expandieron por su enorme imperio.

8 - Simetría, patio y terrazas

La simple enumeración de estas tres palabras evoca en nosotros el recuerdo del mundo mediterráneo, de la Grecia clásica o la Roma civilizadora. Todos los que vivimos en las zonas que forman los bordes de este mar auspiciador de culturas, que tienen al hombre como punto de referencia, sentimos como algo muy nuestro este modo de articular nuestros hogares alrededor de un patio ,oculto tras una fachada, tantas veces simétrica.
Sin embargo, estos refugios enraizados en nuestras vidas tienen su origen muy lejos de nosotros, en la Mesopotamia que 2500 años antes de Cristo veía surgir, en la ciudad de Mari, viviendas que rodeaban un patio, como vemos en la famosa Casa Roja. También en Ur las casas de dos pisos enmarcan este espacio central.
Muchos siglos atrás la simetría ya era una conquista en los edificios que, a mediados del IV milenio, se alzaron en Eridú, donde su famoso Templo de Enki era muy concurrido, o en Uruk, lugar en el que se levantaban los Templos de Eana y el Blanco, precedente de los zigurats.
Las terrazas que coronaban los diferentes niveles del Templo de Ishtar muestran ya un claro dominio de estos remates que serán después muy populares en todo el Mediterráneo allí donde la presencia semita, fenicia primero y púnica después, se

afiance, siendo este un rasgo que diferencia bien la implantación de colonias griegas, que cubren con teja, de la que remata con terraza, herencia del mundo cananeo.

9 - Neutralización de seísmos

Es éste uno de los aspectos de la construcción con tierra que más puede sorprendernos con todo un abanico de soluciones para intentar contrarrestar los terribles efectos del seísmo.
Ya en la etapa pre-incaica podemos observar que se coloca una capa muy gruesa de copos de algodón bajo los muros del palacio de Pumuchucu, cerca de Lima, con objeto de amortiguar los movimientos del terreno, que tiembla con frecuencia en muchas zonas del sur americano.
Es allí también donde se desarrollan sistemas constructivos a base de tejidos vegetales que se inician como simples tabiques y culminan con la realización de impresionantes edificios, propios de la arquitectura culta, que construye con estos livianas mallas tanto los muros como las bóvedas y las cúpulas de los palacios limeños o de sus portentosas iglesias.
Aunque Kubler adjudique al jesuita Juan Rher, en el s. XVIII, la reiniciación de estos cerramientos vegetales fue ya fray Diego Maroto, maestro de obras de Lima, el que los utilizó ampliamente, cien años antes, en la catedral y diversos conventos, templos y monasterios peruanos.
Basado en la técnica de la *quincha*, palabra quechúa que designa así a la simple separación, tejida, de dos propiedades, se denomina de este modo en la zona andina mientras que en Colombia, Panamá o Venezuela se denomina *bahareque*
Las obras de Maroto fueron tan alabadas que la Corona de España dictó normas de obligado cumplimiento en la construcción o reparación de edificios que se hallaran en las zonas hispanoamericanas con riesgo de terremoto .
Hay muchos otros sistemas de contrarrestar seísmos en todas las culturas desde los contrafuertes del Alentejo a las correas de madera que arriostran los muros, cada 50 centímetros, en las zonas sísmicas turcas o los pequeños rollizos que atraviesan las paredes norteafricanas. La madera se utiliza también en las construcciones que independizan la cubierta de los muros, tanto en latinoamérica como en varias zonas de China, país en el que surgió el primer tratado de construcción, en el año 1090 antes de nuestra era.

10 - Edificios incombustibles y bioclimáticos

Son muchos los trucos que el hombre ha utilizado en los edificios de tierra para conseguir un bienestar óptimo en las zonas calurosas Desde los tejidos humedecidos que se exponen a las corrientes provocadas en el interior de una estancia a la canalización hasta ella de la brisa más fresca, como ocurre con las torres cazavientos, los *malqaf* y los *bâdgirs* de Irak o Pakistán, además de la colocación de una fuente en un patio sombreado, lleno de vegetación, tan común en nuestra península.
Cuando se trata de lograr un calor que proteja del helado exterior, pocas cosas hay tan agradables como la *gloria*, en Tierra de Campos, que calienta el pavimento por la combustión que bajo él se realiza de la caña de cereal, utilizando el mismo sistema de los *hipocausta* que los romanos aprendieron de los griegos.
Fue de tierra también el primer modelo documentado de edificio bioclimático, el construido por el alemán Christophe Bernhart Faust en los primeros años del siglo XIX.
Pero además, la construcción es tierra es la que ha logrado grandes avances en los diseños de edificios incombustibles.
Ya el gran arquitecto lionés François Cointeraux construyó, en 1785, una bóveda incombustible utilizando el nuevo *pisé* que descubría ese mismo año y en 1786 realiza en Chorges un primer modelo de casa incombustible. El informe que presenta al

Ministerio del Interior, en 1794, intentando que los responsables del Gobierno francés se involucren en estos asuntos, fue juzgado por expertos de la talla de Chalgrin, Raymond o Rondelet, que aconsejaron se llevara a la práctica por ser cuestiones de sumo interés.
Las propuestas que suscitara Cointeraux fueron recogidas por arquitectos notables como Henry Holland, William Chambers o Capability Brown, en el Reino Unido, desde donde pasaron a la América anglófona, que los difundió con enorme éxito, gracias a revistas especializadas y a la edición de libros específicos de construcción con tierra como .*The Economical Builder:A Treatise on Tapia and Pisé walls*, que en 1839 publica E. Gilman .
En Alemania se interesaron muy pronto por estos sistemas, más seguros e higiénicos, de edificar ahorrando madera, necesaria para la incipiente industria y para la construcción naval.
Por ello ya encontramos, en 1736, al arquitecto Richter diseñando un modelo de casa incombustible mientras que en 1793 otro arquitecto, David Gilly, fundador de la Bauakademie, traducía la obra de Cointeraux.
Otro alemán, Wilhelm Tappe, arquitecto jefe de Lippe, trabajó entre 1813 y 1819 en construcciones cupuliformes de tierra o tepes, realizadas sin encofrados por el propio usuario de las mismas.
En Italia, donde el Iluminismo del Siglo de las Luces penetra con fuerza, no podían estar ausentes estas tendencias de promover viviendas sanas e incombustibles. Fue Giuseppe dell Rosso quien tradujo, en 1793, la obra de Cointeraux adaptándola a la realidad toscana del momento.
Obviamente la península ibérica no queda al margen de estas inquietudes y sus arquitectos se interesan por la construcción de tierra. Entre las obras más notables escritas en los años que inician el s.XIX se encuentra el Arte de Albañilería, del gran arquitecto español Juan de Villanueva, quien se detiene a explicar detalladamente cómo realizar muros de adobe o de diferentes tipos de tapia. Las cuidadas ilustraciones hacen aún más grato este texto publicado en 1827,es decir, 16 años después del fallecimiento de Villanueva.
Otra obra que hace ver cómo interesaban ya, medio siglo antes, a los círculos académicos los edificios a prueba de fuego, es la que traduce del francés, redactada por el conde d´Espie, Joaquín Sotomayor en 1776, con prólogo de otro famoso arquitecto, Ventura Rodríguez.
Años más tarde aún encontramos textos que se detienen en la construcción de tierra, como los de Carrillo, García López, Rebolledo, Bails, Ger y Lóbez,Briguz y Bru o Marcos Bausá.
El interés de la corona portuguesa por los edificios de tierra se refleja en las obras realizadas tanto en la península como en ultramar, como vemos en el Palacio de los Gobernadores o el Cuartel de Infantería de Belém, en Brasil, cuyo autor es el arquitecto italiano Antonio Giuseppe Landi, discípulo de Ferdinando Bibiena.

11 – Conclusiones

La importancia de las aportaciones que hace la construcción de tierra a la historia de la Arquitectura tendría que justificar, por sí misma, su presencia en los planes de formación de las Escuelas Técnicas Superiores, así como su uso tanto en los proyectos de restauración patrimoniales como en los de realización de obra nueva.
Privar de esta hermosa, sabia y eficaz compañera a la arquitectura de hoy es invalidar, para ella, la posibilidad de una maravillosa expresión plástica, de esconderle un prudente sistema para preservar nuestro entorno y de hacer inalcanzable el fantástico sueño de conseguir un hogar para cada hombre.

Bibliografia

Adam, Jean Pierre,1996 *Técnica constructiva romana*. Editorial Los Oficios, León

Bourgeois,Jean-Louis,1996.*Spectacular Vernacular.The adobe tradition*. Aperture Fundation, New York

Castro Villalba, Antonio,1995,*Historia de la Construcción Arquitectónica*, Universidad Politécnica, Barcelona

Chapelot,Jean et Dossier, Robert,1980 *Le village et la maison au Moyen Age,* Hachette, París

Choisy,Auguste, 1999 (reedic.) *El arte de construir en Bizancio*. Instituto Juan de Herrera, Madrid *El arte de construir en Roma*. Instituto Juan de Herrera, Madrid

Díaz del Castillo, Bernal 1652 *Historia verdadera de la conquista de Nueva España.* Imprenta del Rey. Catedral de Palencia

Galdieri, Eugenio 1998 "Tecnología y fantasía en las construcciones de tierra" en *Encuentros Internacionales .Centro de Investigación Navapalos* (págs.27-30)Ministerio de Fomento, Madrid

Garcilaso El Inca,1995 (reedid.) *Comentaros reales de los Incas*. Fondo de cultura económica, México

Guidoni,Enrico 1997 *Arquitectura primitiva*. Aguilar, Madrid

Guillaud, Hubert, 2003 " An approach to the evolution of earthen building cultures in Orient and Mediterranean regions " *AL-RÂFIDÄN*, vol. XXIV

Guillaud, Hubert,1997 "François Cointeraux (1740- 1830) Pionnier de la construction moderne en pisé ". *Les Carnets de l´architecture de terre.* CRATerre-EAG.

Guaman Poma de Ayala, Felipe 1987 (reedic) *Nueva crónica y buen gobierno*. Historia 16, Madrid

Martínez Compañón,1978 (reedic.) *Trujillo del Perú*. Cultura Hispánica, Madrid

Marussi Castellán, Ferruccio,1986 *Antecedentes históricos de la quincha*. ININIVI, Perú

Neila González, Fcº. Javier 2004 *Arquitectura bioclimá*tica. Munilla Leira, Madrid

Rudofsky,Bernard 1987 *Architecture without Architects* .University of New Mexico, Albuquerque

San Cristóbal, Antonio 1996 *Fray Diego Maroto alarife de Lima*.Epígrafe, Lima

Sotomayor, Joaquín de 1776 *Modo de hacer incombustibles los edificios.* Pantaleón Aznar, Madrid

Viguri, Miguel de y Sánchez, José L.1993 .*Arquitectura en la Tierra de Campos* Colegio Oficial de Arquitectos de León.

ESTADO DE L'ARTE DE L'ARQUITECTURA EN TIERRA EN ABRUZZO

Stefania Giardinelli* y Stefano Campoli
Associazione Terrae onlus
via delle Clarisse, 16 66100 Chieti - ITALIA
Tel. e Fax: +39 0871 347732 E.mail: stefania.giardinelli@tiscali.it

Tema 2: Conservaciòn y patrimonio
Palabras-clave: Terra cruda Abruzzo

Resumen

Las casas de tierra en Abruzzo son un fenòmeno rural documentado a partir de la segunda mitad del siglo XIX, cuando las transformaciones de la propiedad agraria llevaron a la difusiòn de las construcciones en las fincas en vez de concentrarlas en las aldeas.
El uso de la tierra estaba relacionado a su menor costo entre los materiales que se podian encontrar en el lugar. La construcciòn se realizaba en base al intercambio de mano de obra que garantizaba la organizaciòn social de entonces, tambièn en los trabajos relacionados al campo.
Nuestra tècnica de construcciòn denominada "massone" preveè la preparaciòn de una masa de tierra, paja y agua hasta conseguir un pan de tierra (el massone), puesta en funcionamiento sin ser secado.
Las casas de tierra, por la maestrìa de sus constructores han resistido a los terremotos pero no han logrado superar la desidia de los hombres, que veìan en ellas un sìmbolo de pobreza.
En este contexto se iniciaron los trabajos de difusiòn de los conocimientos adquiridos con la creaciòn del Centro de Documentaciòn sobre las Casas de Tierra, con el objetivo de divulgar el uso de la tierra cruda como material de construcciòn y valorizar el patrimonio existente y la nueva construcciòn.
El programa de divulgaciòn del Centro ha tenido como evento principal "La Fiesta de la Tierra", encuentro de expertos internacionales organizado desde 1997. De estos encuentros nacieron tambièn la red de las universidades italianas que hacen estudios sobre la tierra cruda. Estas iniciativas llevaron a la realizaciòn de un Censo Regional de las Casas de Tierra. En 2000 nace la Asociaciòn"Terrae Onlus", organizaciòn sin fines de lucro creada por un grupo de seguidores de la arquitectura de tierra, con la finalidad de difundir los conocimientos adquiridos acerca del valor de las casas de tierra relacionàndola a los principios del desarrollo "sostenible".
Si antes la actividad de la Asociaciòn consistia en documentar acerca de la casas de tierra, ahora consiste en realizar un trabajo sistemàtico de recuperaciòn de las casas de tierra con fines receptivos.

L'arquitectura en tierra en Abruzzo

Hablar de casas de tierra en Abruzzo significa representar un fenòmeno rural documentado a partir de la segunda mitad del siglo XIX, cuando las transformaciones de la propiedad agraria y la seguridad de los campos llevaron a la difusiòn de las construcciones en las fincas en vez de concentrarlas en las aldeas.
Las casas de tierra se caracterizan por ser construcciones aislados si escluimos pocos ejemplos de aggregaciòn en pequenos nucleos. (Fig.1)
Las tipologìas que los campesinos-constructores adoptan imitan aquellas contemporaneas en ladrillos o piedra, o bien el bloque rectangular o cuadrado a dos plantas unido por una escalera externa o interna.
Las casas de tierra tienen l'establo y el stano a la planta baja (alguna vez tambien la cocina) y l'habitaciòn al primero piso. (Fig.2)
El uso de la tierra estaba relacionado a su menor costo entre los materiales que se podian encontrar en el lugar y que no pedia por eso costos de transformacìon y transporte.
La construcciòn se realizaba en base al intercambio de mano de obra que garantizaba la organizaciòn social de aquellos tiempos, tambièn en los trabajos relacionados al campo.

Por turno se construìa una casa con una organizaciòn que prevedia un jefe albanil para la colocaciòn del “massone”, los hombres para hacer la masa y las mujeres para hacer los “massoni”. Pocos son los ejemplos que adoptan los adobes en lugar de los “massoni”.
Nuestra tècnica de construcciòn, denominada “massone”, prevee la preparaciòn de una masa de tierra, paja y agua hasta conseguir un pan de tierra (el massone), puesto en funcionamiento sin ser secado (1).
El material en el trabajo tradicional era aquel cavado a la base de la construcion y amasado pisandolo en un hoyo por los hombres o por los animales.
El muro de la casa era construido sin fundaciònes y por estratos de 80 cm de altura. Después la realizaciòn, todo el estrado era dejado secar durante 5-6 dias y después la mojadura del estrato superficial, se construìa el siguente.
El muro acabado tenìa un espesor variable que de 80-90 cm a la base y llegaba a 50 cm a la cumbre. Esto tipo de realizaciòn, por las calidades plàsticas de la nuestra tierra, que contiene aproximadamente el 20% de arcilla, ha permiso de obtener construciones monoliticas que han resistido a los terremotos sucedidos en Abruzzo.
Las casas de tierra, por la maestrìa de sus constructores han resistido a los terremotos pero no han logrado superar la desidia de los hombres.
Desidia debida sobre todo a una motivaciòn psicologica que veìa, en los anos del boom econòmico, en las casas de tierra un sìmbolo de pobreza. A esto si juntaba la posibilidad ofrecida por la difusiòn del cemento armado de disminuir los costes de construcciòn reduciendo los tiempos y el coste de la mano de obra.
Es esta visiòn negativa aquella mas dificile de derrotar en los proprietarios que no consideran estas casas un valor sino mas bien un problema de que deshacerse.
Paradojicamente, en un perìodo de redescubierta de los valores de la cultura campesina con la cosecha, en los muchos museos etnograficos nacidos en nuestros pueblos, de bienes muebles que representan la pasada realidad rural, las casas de tierra no logran ser reconocidas como un valor, tal vez propio porqué son bienes inmuebles.
En esto panorama ha empezado el trabajo de difusiòn del conocimiento y de estimulo a la conciencia de la comunidad local de tener un patrimonio que es recurso. Recurso porqué ripresenta la capacidad de adaptaciòn a lo que el territorio ofrece.
En los anos ’80 y ’90, se intentò atribuir otra vez valor al patrimonio de las casas de tierra también atandolo al conocimiento de realidades diversas de aquel local pero unidas por la presenzia de casas de tierra.
En esto sentido la mostra “Memoria y Realidad”, primera iniziativa importante organizada en colaboraciòn con la Universidad de Chieti, uniò la memoria de la realidad de l’Abruzzo a aquella argeliana adonde construir con la tierra era una practica corriente.
Las actividades fueron sistematizadas con el nacimiento en el 1992 del Centro de Documentaciòn Permanente sobre las Casas de Tierra Centro, promovido por el Municipio de Casalincontrada, e reconocido en el 1993 por la Region Abruzzo. Los objectivos del Centro son divulgar el uso de la tierra cruda como material de construcciòn, coadyuvar l’estudio en el sector y valorizar el patrimonio existente y la nueva construcciòn.
El programa de divulgaciòn del Centro ha tenido como evento principal “La Fiesta de la Tierra”, encuentro de expertos internacionales organizado desde 1997. Atraves estos encuentros naciò tambièn la red de las universidades italianas que hacen estudios sobre la tierra.(2)
Iniciativa colateral a la fiesta es el Concurso fotografico “Las casas de tierra - paesaje de architecturas” que con sus tres ediciones ha permiso de recoger un patrimonio representativo de imagenes de la realidad internaccional de la tierra cruda.
La visibilidad obtenida por estas iniciativas llevò a una sensibilizacion a nivel politico que produciò como risultados el Censo Regional de las Casas de Tierra que

individuò y fichò aproximadamente 800 casas y el reconocimiento de sus valor como “bien cultural primario” con la Ley Regional 17/’97 che introduciò también incentivos a la recuperacion. Incentivos que en efecto no fueron erogados porqué, después el primero ano, la ley no fue refinanciada.
L’estanciamiento de los anos sucesivos a nivel politico regional habrìa provocado graves danos si no se fuese seguido estimolar y promover iniciativas concretas en un trabajo de casi “resistencia” a las muchas condiciones adversas.
Figura que representa esta resistencia es l’Asociaciòn Terrae onlus, nacida en 2000 como organizaciòn sin fines de lucro. L’asociaciòn es formada por un grupo de seguidores locales de la arquitectura de tierra: ha reunido los profesionales que ya habìan trabajado para las casas de tierra y otras personas entre quienes estudiantes, profesores, geologos, pajsagistas. Todos estas personas son unidas por la voluntad de difundir el conocimiento del patrimonio de las casas de tierra también atandolo a la cultura y a los principios de el desarollo “sostenible”, basado sul respecto, la salvaguarda y la valorizacion de los ecosistemas territoriales.
Esta nueva linfa de “buenas voluntades” està ayudando a diferenciar una actividad que consistia en documentar acerca de la casas de tierra, en una sempre mas unida a la concreciòn del ”hacer”.
Hoy, por la primera vez, asistimos a un trabajo sistemàtico de recuperaciòn realizada gracias a leyes regionales pero sobre todo a la terquedad de un grupo de profesionales que han convencido los proprietarios del valor de sus casas de tierra y de la posibilidad de recuperarlas con fines receptivos (3).
Un precedente a estas recuperaciones fue aquella de casa D’Orazio en Casalincontrada empezada en 1997 y terminada con el regreso en el diciembre de 2004 de la familia D’Orazio en su casa de tierra a demostraciòn que “con la tierra se puede”.
Un projecto partido de motivaciones diversas, adonde la casa de tierra construida por el padre fue recuperada para su hijo y su familia. Un trabajo de collaboracion y cambio entre la vieja generacion del padre albanil, la nueva del hijo empresario constructor y los proyectistas. Una obra esperimental en la cual por la primera vuelta sucediò el contacto directo con la tierra y sus tecnicas. (Fig.3)
Después esta experiencia nacieron iniciativas de cambio y diffusiòn de todo lo que apprendido en la obra de Casa D’Orazio y de comparaciòn entre profesionales que trabajan en campos diferentes para definir codigos de intervencion sobre las casas de tierra exsistente.
La primera de estas iniciativas fue un laboratorio organizado en 1997 con l’Ente Escuela Constructora de Chieti que introduciò en el curso de estudios para albaniles una semana de obra durante los trabajos en casa d’Orazio, permitendo a un grupo de 15 futuros albaniles de adquirir un primero conocimiento de la tierra como material para construir.
Otra iniciativa fue la promocion por l’Associaciòn Terrae onlus y por l’Ente Escuela Constructora de Chieti del primero seminario formativo sobre la tecnica constructiva del massone. Esto seminario se desarrollò en el luglio de 2001 en Casalincontrada y veyò como caso de aplicacion practica de los métodos de recuperacion la casa D’Arcangelo.
La finalidad fue difundir el conoscimiento de nuestra tecnica constructiva en tierra (el massone) y ensenar como intervenir sobre l'exsistente con las primas y indispensables operaciones de reparacion de la albanilerìa de l'edificio.
Connexiadas a las actividades didàctica se desarrollaron dos iniciativas colaterales con la finalidad de confrontar las experiencias de los viejos constructores de las casas de tierra y las empresas con los cursistas.
Importante en la la didactica y la formacion ha sido el trabajo desarrolado en las escuelas. En el 1998 en el jardìn de Infancia “Tella” en el ayuntamiento de Bucchianico se realizò un projecto de integracion entre escuela y familia adonde los abuelos cuentaron como habìan construido sus casas y los padres juntos los hijos materializaron la conta por medio de la construccion de una pequena casa de tierra

en el patio de la escuela.
Projecto analogo fue realizzado por la Escuela "Villaggio Celdit" en Chieti en 2001.
Hoy los trabajos de recuperacion en curso de obra interesan 13 casas en los ayuntamientos de Bucchianico, Casalincontrada, Manoppello y Roccamontepiano que pertenecen a un territorio homogéneo en los confines de l'area urbana de Chieti. Estas recuperaciones han sido financiadas por la Ley Regional n.64/'99 que promuove Programas de Recuperacion urbana.
Las casas de tierra en un projecto llamado "posada difusa" se volveràn, sin modificar sus caracteristicas formales y materiales.
En estos projectos de restauraciòn los projectistas han afrontado por la primera vez el problema de la corrispondencia di estas construciones a las normativas sismicas. En estas normativas no hay las construcciones de tierra; esto no ha empedido a nosotros de llegar a la fase de realizacion propio porqué habìan solo interventos de restauracion.
Algunas experiencias, mas de decoraciòn y ultimo toque, son importantes para testimoniar como l'empleo de la tierra es posible también en formas diversas.
En 1998 realizamos algunas partes de la preparaciòn del museo archeologico "la Civitella" en Chieti en tierra utilizando tecnicas diversas: tapial, abobe, revoque en tierra colorada.
Elegimos la tierra porqué material que màs representaba, por ejemplo, una secciòn estratigrafica arqueologica o bien que màs sugerìa la colina del territorio de Chieti.
En 2004 en Chieti recuperamos midad de una casa de tierra, casa Scastiglia, adonde realizamos revoques interiores y exteriores colorados en tierra local trabajada y mezclada con paja triturada y pigmentos naturales.
Unico exemplo de utilizaciòn de la tierra cruda que no concerne una recuperacion fue l'ampliaciòn de un edificio publico realizado en Roccamontepiano en el 2002. Tenendo que realizar la construcion por medio de concesiòn publica, pensamos a utilizar la tecnica del adobe porqué mas adapta al tipo di organizacion de obra actualmente en uso, siendo comparable con un ladrillo.
Para la realizacion de l'edificio, en structura mixta con dos paredes de tierra espesas 50 cm, eran necesarios acerca de 7000 adobes. Antes de la fase de produccion organizamos una fase propedeutica di formaccion de mano d'obra especializada por medio de un seminario formativo sobre l'adobe promovido por l'Asociacion Terrae onlus y l'Ente Escuela Constructora de Chieti. El seminario se desarrolò en l'abril de 2002 en Roccamontepiano.
La primera semana de formaccion fue seguida por la fase di produccion a cargo de ITeA s.r.l.
"ITeA ideas, territorio y arquitectura" es una sociedad nacida en 2001 por la convincion de cuatro profesionales, ya con experiencia sobre la tierra, que valorizar las casas de tierra, elemento originale che caracteriza el territorio, puede ser vehiculo de crecimiento ademàs de cultural también economico.
Las actividades desarrolladas por ITeA son varias, pero todas unidas a la promocion de las casas de tierra, flanqueandose asì, como organismo profit, a l'Asociacion Terrae onlus, organismo no-profit. ITeA sostiene l'Asociacion Terrae con parte de sus ganancias, como establecido en su estatudo.
La primera de estas actividades fue el projecto "Fatti di terra", o sea la creacion de una marca territorial abajo la cual comercializar objectos de decoracion y uso cotidiano los cuales decoros se inspiran a los debujos que adornan las zapatillas bajo del techo de las casas de tierra. (Fig.4)
Los objectos son realizados por ITeA o producidos en exclusiva por artesanos y empresas locales con l'idea de no ponerse in competencia con los operadores ya presentes en el territorio pero creando un otro canal de distribucion.
Otras actividades son la experimentacion y producion de componentes de tierra para la construcciòn bio-ecologica y la formacion por medio de seminarios y workshop. Estas actividad se deserrollan en una sede operativa a l'interior del

laboratorio de Borgocapo en Casalincontrada.

Entre las experiencias de formacion, ITeA, ademàs de haber organizado el seminario sobre l'adobe en 2002, organizò, siempre con la collaboracion de l'Associacion Terrae onlus, el seminario formativo sobre la tecnica de la tierra-paja en el agosto de 2003 cerca del laboratorio Borgocapo.
Durante el seminario realizamos en tierra-paja un pequeno modulo con funcion de cuarto de bano para l'obra de Borgocapo.
El modulo tiene una doble estructura de madera después rellenada con una masa de paja, tierra muy liquida y agua. Revocamos sempre con tierra el muro crudo, después su secamiento.
A conclucion de esta panoramica sur el "hacer" en Abruzzo, el projecto del laboratorio de Borgocapo. Borgocapo es un toponimo creado ex novo para definir un lugar pensado como punto de aggregacion en el hacer practico. "Borgo" define l'idea de lugar que acoge màs construcciones y personas y actividades, "capo" porqué en la jerga popular de las obras "capo" es el jefe albanil y cada uno que participa al projecto deviene jefe con su trabajo.
Borgocapo es un'area de 4000 mq en el ayuntamiento de Casalincontrada en la cual està una casa de tierra que estamos recuperando. La casa es constituida por dos modulos flanqueados que reflejan la tipologia a dos pisos con dos cuartos soperponidos. El projecto prevee la recuperacion de l'existente con un ampliacion para los cuartos de bano y con la creacion de un portico que junta la fachada de todos los modulos. Esta construccion serà una estructura receptiva con una capacidad de 10 camas.
El projecto complessivo, ademàs de recuperar la casa existente, prevee la realizacion de dos nuevas construcciones, una con funcion receptiva y residencial y l'otra como atelier para las actividades practicas y de formacion a cubierto.
Hoy el laboratorio es equipado con un'area de trabajo cubierta de 50 mq, un cuarto de bano y un'area de almacenamiento.
A projecto ultimado, el laboratorio de Borgocapo serà lugar adonde desarrollar las actividades teoricas y practicas unidas a los seminarios formativs pero también lugar de exposicion y venta de los objectos "Fatti di terra" y de experimentacion de productos, constructores y de revoques en tierra.
A Borgocapo se desarrollaràn también otras actividades siempre unidas al territorio de las casas de tierra como por ejemplo cursos de horticultura, de cocina tradicional y de come se hace el vino.

Bibliografia

- M. Bertagnin, *Abruzzo: lu mastre e la casa a tterra*, in M. Bertagnin, *Architetture di terra in Italia. Tipologie, tecnologie e culture costruttive,* Edicom Edizioni, Monfalcone, 1999.
- G. Conti, L. Spinozzi, *La diffusione della casa di terra nel Teramano e nel Chietino*, in *Le case* di *terra nel territorio abruzzese,* Museo delle Genti d'Abruzzo, Quaderno n.12, Arti Grafiche Garibaldi, Pescara, 1986.
- G. Conti, A. Di Chiacchio, *Le case di terra come pretesto. Riflessioni e primo commento alla legislazione abruzzese*, in G. Scudo, S. Sabbadini (a cura di), *Le regioni dell'architettura in terra*, Maggioli Editore, Rimini, 1997.
- G. Conti, *Das Lehmbauernhaus in der Stadt,* in *Modern bauen mit lehm,* Overall Verlag, Berlin, 1998.
- G. Conti, A. Di Chiacchio, M. Cicchitti, F. Fiadone, M. C. Forlani, P. Gentile, M. Morandi, *Terra cruda. Insediamenti in provincia di Chieti*, COGESTRE, Penne, 1999.
- G. Conti, *Case di terra cruda*, in F. Pietracci (a cura di), *Dalla città ideale alla città virtuale*, Ed. Il Nuovo, Vasto, 1999.

- G. Conti, *L'argilla si fa casa*, in *L'architettura spontanea in Abruzzo*, Ed. Menabò, Ortona, 2001
- A. Fragale, A. Marcantonio, *La casa di terra a Tella*, (Quaderno didattico della scuola materna di Tella-Pubbliconi, Bucchianico -CH), Casa Editrice Tinari, 1999.
- S. Galantini, *Non toccate quelle case*, "ABC Abruzzo Beni Culturali", n.9, 1999.
- A. Gandolfi, E. Gennaro, A. Severini, *Viaggio nel vissuto della casa di terra: un percorso di memorie…,* in *Le case* di *terra nel territorio abruzzese,* Museo delle Genti d'Abruzzo, Quaderno n.12, Arti Grafiche Garibaldi, Pescara, 1986.
- S. Giardinelli*, Restaurierung der "Casa D'Orazio",* in *Modern bauen mit lehm,* Overall Verlag, Berlin, 1998.
- S. Giardinelli*,* G. Conti, *The restoration of D'Orazio House*, in *Terra 2000. 8th International Conference of the study and conservation of earthen architecture*, James & James, London, 2000.
- S.Giardinelli*, Il restauro di casa D'Orazio*, in M. Achenza, A. Sanna (a cura di), *Abitare la terra. Atti del Convegno. Villamassargia – Samassi 12-15 Novembre 1998,* CUEC, Cagliari, 2000.
- M. Latini, G. Vaccarini, *Soluzioni per terra. Le costruzioni in argilla in Abruzzo, un patrimonio da riutilizzare,* "Bioarchitettura", n.8, 1997.
- G. Mastrangelo Latini, *Le pencire di Colonnella*, in G. Scudo, S. Sabbadini (a cura di), *Le regioni dell'architettura in terra*, Maggioli Editore, Rimini, 1997.
- M. Morandi, F. Profico (a cura di), *Le case di terra: memoria e realtà*, CLUA, Pescara, 1985.
- M. Morandi, *Sistemi insediativi rurali nell'Abruzzo adriatico: tradizione e riuso,* in *Le case di terra nel territorio abruzzese,* Museo delle Genti d'Abruzzo, Quaderno n.12, Arti Grafiche Garibaldi, Pescara, 1986.
- M. Ortolani, *La casa rurale negli Abruzzi*, Leo S. Olschki, Firenze, 1961.
- A. Perrotti, P. Pisano, M. Cicchitti, F. Fiadone, P. Gentile, G. Vaccarini, *Case in terra cruda. Diffusione degli insediamenti in Abruzzo*, Regione Abruzzo-Assessorato all'Urbanistica, Beni Ambientali, Parchi, Riserve naturali, Cultura, L'Aquila, 1999.
- F. Profico, *Caratteristiche tipologiche ed elementi costruttivi delle case di terra abruzzesi*, in *Le case di terra nel territorio abruzzese,* Museo delle Genti d'Abruzzo, Quaderno n.12, Arti Grafiche Garibaldi, Pescara, 1986
- A. R. Staffa, *Forme di abitato altomedievale in Abruzzo. Un approccio etnoarcheologico,* in *Edilizia residenziale tra V e VIII sec. 4° Seminario sul Tardoantico e l'Altomedioevo in Italia Settentrionale (Monte Barro-Galbiate, 2-4/93),* PADUS-Società Cooperativa Archeologica.
- D. Talucci, *Attestazione storica e Tecnica di costruzione delle case di terra a Corropoli (TE),* in G. Scudo, S. Sabbadini (a cura di), *Le regioni dell'architettura in terra*, Maggioli Editore, Rimini, 1997.

Notas

(1) tecnica en el lenguaje internacional conocida como cob en inglés y bauge en francés
(2) universidades de Cagliari, Chieti-Pescara, Firenze, Genova, Macerata, Milano, Udine
(3) Gianfranco Conti, Cinzia D'Arcangelo, Giuliano Di Menna, Assunta Di Tullio, Pierluigi Gentile, Stefania Giardinelli, Nicola Lisio, Francesco Zappacosta

Currículo - Stefania Giardinelli

Stefania Giardinelli, se ocupa de arquitecturas de tierra y tiene experiencia en recuperación de edificios tradicionales y en planeamiento y realización de nuevas construcciónes. Creó la empresa IteA srl que comercializa productos asociados a la tierra (www.fattiditerra.it)

Curriculum vital - Stefano Campoli

En el 2000 se titulò en arquitectura en la Universidad de Florentia; titulo de la tesis: "l'arquitectura de tierra en Abruzzo". En el 2001 creó la empresa IteA srl que comercializa productos asociados a la tierra. Organiza cursos de formacciòn sobre las técnicas de construcciòn en tierra y trabaja a la recuperación de edificios tradicionales.

(T2-06)

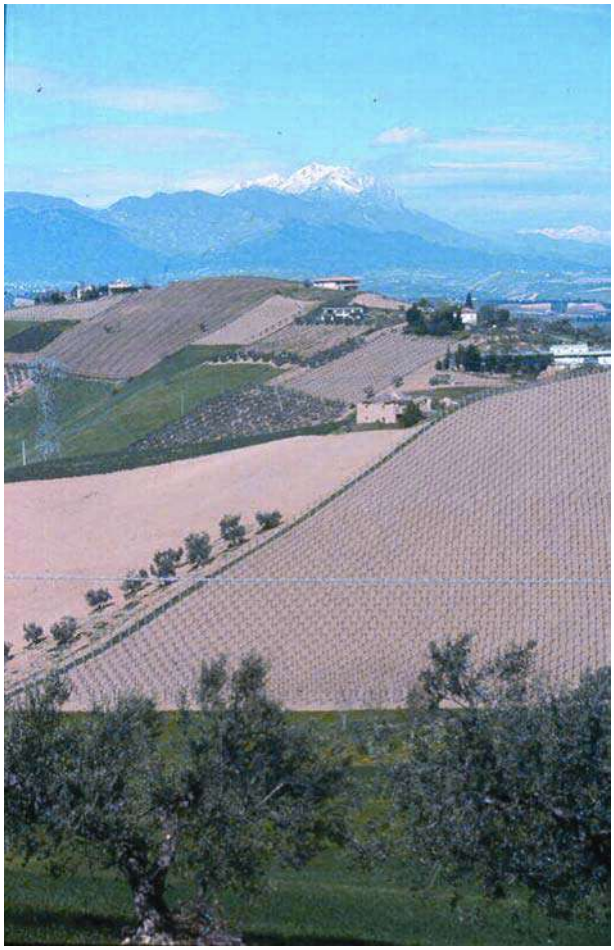


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

NUEVA INTERVENCIÓN EN PUEBLOS HISTÓRICOS

Birmania Giles Castillo
Programa de Preservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbano de Salta – DePAUS
Dirección Gral. de Patrimonio Cultural – Secretaría de Cultura de la Provincia
Mitre 23, Salta Capital –Argentina
Tel.: 54 387 4212384; fax: 54 387 4317657; E mail: birmaniagiles@hotmail.com,
spinnato@sinectis.com.ar

Tema 2: Conservación y Patrimonio
Palabra clave: Restauración arquitectónica, Argentina

Resumen

La Provincia de Salta, ubicada en el la región del NO argentino, contiene un valioso Patrimonio Urbano - Arquitectónico construido con tierra, destacándose la zona de los valles Calchaquíes que va descendiendo desde la Puna a 3.000 m/s/n/m hasta los 1.600 m de Cafayate.
Frente a la necesidad de superar la situación de marginalidad, deterioro y estancamiento de esta zona, el Programa de Preservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbano de Salta DePAUS- propuso a través de la Secretaría de Turismo, el proyecto de **Fortalecimiento y recuperación de los Pueblos Históricos y sus Monumentos ubicados a lo largo de los valles Calchaquíes**, potenciando un circuito turístico ya existente, vinculándolo a otros proyectos para desarrollar un turismo cultural calificado; y para ser presentado por el Gobierno Provincial al Banco Interamericano de Desarrollo para su financiamiento.
El proyecto consiste en las intervenciones en el espacio público de sectores singulares de seis poblados históricos que están en franco proceso de deterioro -cuatro de ellos nominados como "Lugar Histórico Nacional"- y que fueron fundados durante la colonización española, e insertos en la misma localización de asentamientos prehispánicos existentes en la zona. Así mismo, la restauración de dos edificios religiosos, la restauración y refuncionalización de viviendas de interés histórico para uso cultural. También está previsto la consolidación y protección de un sitio prehispánico con construcciones de barro moldeadas a mano, único en la zona.
Se intenta una mixtura de actuación pública y privada, apoyando el fortalecimiento de Instituciones locales en coordinación con Organismos Provinciales y la comunidad local.
La **capacitación** y participación de la población local en la obra, se plantean como importante para la sustentabilidad del proyecto en el tiempo.
Se busca también, potenciar pequeños emprendimientos existentes (cortadas de adobes, cerámicas, viveros, carpinterías)
A la fecha el Proyecto fue aprobado (con algunos cambios), están por iniciarse las obras de escala urbana y en impresión un libro sobre el Patrimonio de la Provincia y las cartillas de difusión y capacitación. En preparación los pliegos para las intervenciones de restauración.

1 - Introducción

El presente trabajo es la síntesis de una parte del Proyecto "**Fortalecimiento y recuperación de los Pueblos Históricos y sus Monumentos ubicados a lo largo de los valles Calchaquíes**" elaborado por el Programa de Preservación del Patrimonio Urbano-arquitectónico de Salta – DePAUS - dependiente de la Secretaría de Cultura de la Provincia; que fue presentado por el Gobierno Provincial, al Banco Interamericano de Desarrollo para su financiamiento, destinado a potenciar un circuito turístico existente, y vinculándolo a otros proyectos para desarrollar un turismo cultural calificado.
El proyecto comprende la puesta en valor a nivel urbano y restauraciones puntuales, en los pueblos de los Valles, se propone trabajar con mano de obra local y materiales del lugar:
La propuesta surge frente a la necesidad de superar la situación de marginalidad y estancamiento de esta zona; frenar el paulatino deterioro del Patrimonio Urbano – Arquitectónico de la región; y ante la posibilidad de conseguir fondos destinados al desarrollo del turismo; teniendo como base, material de trabajo de campo e investigación realizado por el DePAUS, con los aportes de investigaciones

tecnológicas y experiencias realizadas en distintos lugares (Perú, Mexico, Cuba, etc), el saber popular y los ejemplos de nuestro Patrimonio.

2 - Ubicación- descripción geográfica de la región

La región de los valles Calchaquíes, ubicada al SO de la Provincia, entre los 24º 25' /26º 17" de Latitud Sur y los 66º 36' / 65º 36' de Longitud Oeste, forma una angosta faja a lo largo del río homónimo, entre las unidades estructurales de la Puna y la Cordillera Oriental. Desde Salta Capital, se accede al valle, tanto por el sur, por la Quebrada de Las Conchas, o, hacia el Norte, por la Cuesta del Obispo desde el Valle Encantado en el Parque Nacional Los Cardones.
Está constituido por fondos de valles y laderas de montañas en donde predominan estepas arbustivas xerófilas y extensos cardonales de hasta 5 m de altura. A orillas de los cursos de agua se encuentran algarrobos y gran cantidad de churquis. Presenta un ambiente árido. Su clima es riguroso, seco y con grandes amplitudes térmicas diarias; con precipitaciones estivales entre los 80 y 200 mm anuales. Está catalogado por el INPRES en la zona sísmica 2.
Comprende de Norte a Sur los departamentos de La Poma, Cachi, Molinos, San Carlos, y Cafayate. Involucra un total de 10 municipios.

3 - Valoración Histórica – Cultural

Esta región fue durante siglos fue el hábitat de asentamientos prehispánicos, que dejaron testimonios de su avanzado desarrollo y un intenso intercambio regional con el norte de Chile, Bolivia y el sur de Perú. Valiosos testimonios de este Patrimonio, construidos con tierra y que aún perduran, son los Sitios Arqueológicos de Potrero de Payogasta, constituido por un grupo de construcciones del Periodo Incaico, realizadas con dobles muros de piedras, rellenos de tierra y Los graneros Prehispánicos de la Poma, construido alrededor del año 1000 d.c.
Con la conquista y colonización española, estas estructuras sociales, económicas, religiosas y culturales prehispánicas fueron modificadas sustancialmente por las nuevas formas aportadas por el conquistador, insertándose en la región, la red de pueblos, fundados a partir principalmente de las encomiendas, y bajo una economía de formas de producción rural
En estos pueblos sobresalen como hito la iglesia y la Hacienda, también el espacio plaza y conforman con el caserío un todo homogéneo. Su Arquitectura es el resultado de experiencias culturales y tecnológicas del indígena y del conquistador español, en donde prevalecen las construcciones de tierra y se mantiene la herencia prehispánica del zócalo de piedra.
El conocimiento y dominio del clima, los ciclos productivos, la características del suelo y sus posibilidades, desarrollados por el poblador de la zona, dieron como resultado distintas técnicas de la construcción con tierra, sola o acompañada de otros materiales naturales como piedra, madera, paja. Así, a los sistemas tradicionales como el adobe, la quincha, o bahareque, se sumarán luego durante la conquista y colonización, la tapia que los españoles recogieron de los árabes.

4- Situación actual

- El estancamiento, la marginalidad y el aislamiento geográfico, favorecieron en cierta forma a mantener la autenticidad y la integridad de estos pueblos y sitios, frente a otros ambientes similares; pero, en la actualidad de no intervenir en un corto plazo, este Patrimonio Urbano – Arquitectónico, mayormente construido con tierra, amenaza con desaparecer, debido al estado de abandono que por distintos motivos, se ha dado más acentuado en unos Pueblos que en otros.

-Durante el siglo XX la región fue expulsora de población, que emigra principalmente hacia la Ciudad de Salta la cual concentra más del 40% del total de la Provincia, (Censo 91) se estima que esta tendencia seguirá.
-Sus habitantes, con fuerte arraigo a los "usos y costumbres", y en su mayoría pequeños productores, están dedicados a una economía de subsistencia, produciendo para el mercado: pimentón, hortalizas, vid y frutos de carozo. Cría de ganado vacuno, ovino y caprino. Artesanías textiles y alfareras. Vinos pateros, quesos de cabra y oveja.
- La industria vitivinícola es importante a nivel Provincial y el Turismo es una actividad creciente, siendo los Valles Calchaquíes el atractivo natural –Cultural más importante de la Provincia.

5 - Descripción sintética del proyecto

5.1 - Intervenciones a escala urbana, de sectores singulares de seis poblados históricos y que están en franco proceso de deterioro: Cachi (2709 hbtes.), Seclantás (1573 hbtes.), Molinos (1229 hbtes.), San Carlos (1657 hbtes.), Cafayate (5873 hbtes.) y Moldes (2150 hbtes.) que fueron fundados durante la colonización española, e insertos en la misma localización de asentamientos prehispánicos existentes en la zona. Los primeros cuatro, están nominados como "Lugar Histórico Nacional"
La traza urbana de estos pueblos, es por lo general, irregular, con manzanas de distintos tamaños, adaptándose al terreno con pendientes, o al río que bordea, tienen veredas de piedra de alturas diversas. (Cachi, Seclantás, Molinos). (*Fig. 1)*
Las obras a realizar en cada pueblo se refieren al espacio público: Recomposición de veredas, cercas sobre línea municipal en baldíos, restauración de galerías urbanas y fachadas, pintura, iluminación, arbolado, solados en calles y tratamiento de acequias, obras de infraestructura y saneamiento.

5.2 - Consolidación y protección del sitio arqueológico "Graneros Prehispánico de La Poma", Se trata de una serie de recintos construidos con barro moldeados a mano en el interior de una cueva natural; datan aproximadamente del año 1.000 d.c. Está previsto colocar mojones para evitar el acceso de vehículos hasta el sitio, mejorar las rejas de protección y la contratación de especialistas para intervenir en su consolidación. (*Fig. 2)*

5.3.- Restauración arquitectónica - Se restaurarán dos Monumentos Históricos Provinciales ubicados en el pueblo de Seclantás: la Capilla del Cementerio, (edificio de una sola nave muy reducida, con valiosas pinturas murales en su interior y fachada con elementos académicos, de elaboración popular) y la Iglesia del Carmen (Planteo en cruz griega, nave única, con dos torres laterales, acceso a través de un pequeño atrio cubierto y arco de medio punto). Está prevista la intervención de un especialista con experiencia en restauración de pinturas artísticas sobre soporte de barro. (*Fig. 3)*
- Restauración integral y refucionalización de viviendas que se encuentran ubicadas en las Áreas Históricas de los pueblos de: Cachi (casa Garnica, Casa Tedín), Seclantás (casa Gonza), Molinos (casas Indalecio Gómez y Fabián) San Carlos (casa Radich)
La inversión pública se presenta en estos casos, como la alternativa para el recupero de viviendas de interés cultural, en franco deterioro, dada la escasez de recursos de los propietarios; para uso de Museos, talleres y/o exposición de artesanías.
A través de convenios con los propietarios, por medio del cual ofrecen sus viviendas, o parte de ellas, en comodato y por un tiempo convenido, es posible intervenir en las mismas, a los fines de su restauración y dotación de servicios, que actualmente carecen, compatibilizando los espacios con los usos culturales propuestos.

5.3.1- La arquitectura: tipología - tecnología

En los Valles Calchaquíes, la construcción tradicional, tanto la de los pueblos, como la dispersa del área rural está realizada con los recursos materiales disponibles de la zona, adaptándose al lugar de emplazamiento, a las condiciones climáticas y a la manera de vivir de los de los habitantes.

Por lo general los espacios se organizan alrededor de patios, o, en forma de U y L; como protección de los vientos predominantes, y un mejor aprovechando el calor del sol; generando una arquitectura compacta, con muros gruesos de adobe, pequeñas aberturas y techos de torta de barro.

El sistema constructivo más utilizado en la región es la mampostería de adobes, de distintas dimensiones y formas. Es utilizado en la construcción de iglesias, cabildos, viviendas; así también en la construcción de hornos para uso doméstico, cercos. El tapial es usado en esta zona, sobre todo en corrales o cercados, lo mismo el doble muro de piedra relleno de tierra. El uso de la quincha, está restringido a algunos ejemplos del área rural para la construcción de depósitos y corrales.

En los pueblos vallistos**,** las viviendas, son por lo general de una planta, construida sobre línea municipal, con habitaciones que se organizan alrededor de patios rodeados por galerías, generando superficies soleadas y espacios de sombra y aire fresco en verano, y donde se desarrollan las actividades de habitar y producción (huertas al fondo del terreno). En algunos pueblos como Molinos o Seclantás, algunas viviendas, presentan también galería hacia la calle. (*Fig. 4)*

Los cimientos, de piedra bola asentados con barro, tienen el espesor de los muros 40 - 90 cm y en muchos casos, son de escasa profundidad, entre 30 y 50 cm

Los muros de altura que oscilan entre 2.40 – 4.70 en al arquitectura doméstica, llegan a 14.00 m en las torres de las iglesias; con espesores entre 90 y 40 cm aproximadamente, y están realizados con mampuestos de adobe de 50x25x12 cm; o 40x19x10 cm y mortero también de barro. Están revocados con barro y encalados.

Cumplen la función de cerramiento vertical, y a la vez, estructural, soportan la carga del techo, que se apoya directamente sobre el muro de adobes. Aunque no en todos los casos; están protegidos de la acción del agua y el viento a nivel del zócalo, por un sobrecimiento de 20 a 30 cm; construido de piedra y mortero de barro, o doble muro de piedra relleno de tierra.

Los techos, de una y dos aguas, pendiente entre 5 a 25 grados, de libre caída, o con muro de parapeto y desagüe por gárgolas en algunos casos. La estructura está formada por rollizos irregulares de madera, de quebracho o algarrobo, álamo o sauce, curvados naturalmente, logran la pendiente necesaria para la cubierta; o en otros casos cabriadas de madera –par y nudillo- . Sobre esta estructura, se apoyan los cabios de algarrobo en algunos casos, en otros directamente el cañizo –cañas atadas con alambre galvanizado (antes con tientos de cuero)- o los tablones de cardón; luego la cubierta se resuelve con una o más capas de barro y paja o arena; a veces tejas sobre mortero de barro o cemento. En muchos casos, lamentablemente, la chapa está reemplazando a los materiales antes citados.

Los revoques son de barro y paja, para proteger los mampuestos de adobes. En algunos casos han sido reemplazados por revoques de cal y cemento

La pintura, a la cal o al agua, colores durazno, rosa fuerte, crema, celeste, blanco

La carpintería es de madera de quebracho o algarrobo, con puertas tableros de dos hojas al exterior, decoradas con tallas artesanales, pintadas en la mayoría de los casos (verde cardenillo, bordó, marrón oscuro, azules), herrajes de hierro. Ventanas pequeñas, con vidrio, postigos y con rejas de madera (punta diamante).

5.3.2 - Deterioros - patologías comunes

Muchas de las construcciones observadas, presentan un estado de deterioro muy grande, no tienen mantenimiento, están sub-ocupadas, o abandonadas desde hace bastante tiempo.

- Desprendimiento de revoques, falta de anclaje entre el muro portante y el revoque, abombamiento, pérdida del material. Reemplazo de los revoques de tierra por revoques cementicios que se desprenden y generan lesiones en el muro.
-Fallas estructurales: Grietas y fisuras en distintos sectores, debido a asentamientos diferenciales. Desplome y colapso de muros y techos. Los muros por lo general, no tienen viga collar o solera.
- Humedad basal en los muros, por ascenso capilar; provocando distintos grados de deterioro en la base de los muros, desde desprendimiento de revoques a pérdida de la masa muraria. Muchos edificios no tienen sobrecimiento.
- Problemas en la cubierta**:** filtraciones, chorreaduras, pérdida de sectores de la cubierta, provocando grietas, erosión del muro y afectando la capacidad estructural del mismo; deterioro de la estructura portante de madera del techo, *Fig. 4*
- construcciones agregadas precarias (baños o depósitos), ocasionando deterioros de distinta índole, alteración estructural y tipológica. Intervenciones inadecuadas en muchos casos (introducción de materiales no compatibles). (*Fig. 5)*
- Las instalaciones eléctricas y sanitarias son precarias.

5.3.3 - Algunas intervenciones propuestas

En la restauración y refuncionalización de las viviendas, la premisa fue: adaptar los espacios a las nuevas necesidades, respetando la tipología, característica de los materiales y tecnología originales, para no alterar dentro de lo posible el mensaje cultural; dotando de los servicios indispensables y con las intervenciones mínimas necesarias para devolverles la característica estructural perdida o deteriorada.
Se recomienda el uso de materiales lo más compatible posible con el tipo de tierra que se haya utilizado, a los fines de lograr un trabajo solidario, y la necesaria homogeneidad constructiva – estructural requerida en estos casos.
- Submuración – recalces: Serán de piedra y hormigón, y se realizarán en donde el deterioro de la base del muro fue considerable, debido sobre todo al ascenso de humedad, afectando la capacidad estructural del muro; y en los sectores donde se produjeron asentamientos del terreno, o problemas de cimientos. En otros casos se reemplazarán los adobes muy dañados. También se realizarán drenes, para evitar el ascenso de humedad.
- Refuerzos y arriostres en muros: Ante la presencia de grietas, fisuras, desplomes leves de muros; se propuso colocar arriostres horizontales -cables (tensores) o fajas- de dimensiones según cálculos, cuando no sea conveniente mover el techo (cubierta y estructura soporte de madera). En los casos que sean necesarios desmontar el techo; en la parte superior del muro se colocará una viga solera o collar (de madera en todos los casos) para armonizar los movimientos de los muros manteniéndolos unidos en la parte superior.
- Se colocarán grapas flexibles de fibras vegetales, para mantener unidos los sectores de muros que se han separado, o trabas de madera, según el tipo de fisura o grieta.
- En muros desplomados, se realizará su reconstrucción, teniendo en cuenta las características del material y tecnología original. En algunos casos, también, se proponen contrafuertes
- Revoques: Es indispensable, como protección, a la intemperie y la humedad, dada las características de los muros de adobes. El revoque propuesto consiste en una capa de barro (tierra + agua de penca) y paja, como revoque grueso y luego, una fina capa de arena y tierra tamizada, con cal. Se mantiene el encalado como pintura. Se realizarán moldes a escala para reponer elementos decorativos (cornisas, balaustres, etc.) En reposiciones, se busca garantizar la compatibilidad y homogeneidad entre los revoques viejos y nuevos, y a la vez lograr adherencia al soporte.
- Techos: Se trata de respetar la tecnología original: cubiertas de torta de barro o tejas. Se adiciona membrana asfáltica.

Juntamente con la ejecución de las obras, se pretende:
-Capacitación de mano de obra local: Previo al inicio de las obras, se implementará la Capacitación de la Mano de Obra Municipal - local, en materia de las técnicas de consolidación y restauro de arquitectura de tierra y tecnología no convencional. A la par de charlas e información a la comunidad y estudiantes a cerca del Patrimonio.
- **Taller de restauración de pinturas murales sobre soporte de tierra:** Contratación de un especialista, para el asesoramiento en la restauración de valiosas pinturas murales existentes en el interior de los edificios religiosos a intervenir. Aprovechar la obra, para realizar un taller destinado a la capacitación de profesionales de la región y personal de los Municipios.
- **Apoyo a los centros de provisión de insumos para la región:** Se trata de apoyar en la capacitación a los pequeños micro-emprendimientos existentes, de fabricación de materiales necesarios para ejecutar las obras de restauración a encarar en la región, para que cada uno se complemente de tal manera que cada Pueblo abastezca las necesidades de la obra a nivel regional, tanto en cuanto esto sea posible.
En Cachi existen dos carpinterías y una escuela. En San Carlos funcionan tres "cortadas" de cerámicas (una municipal y dos privadas), fabrican tejas, tejuelas, baldosas y ladrillones para pisos. En Seclantás y Molinos hay emprendimientos familiares para la elaboración de adobes. En la zona se encuentran tierras aptas para fabricar adobes, cañaverales, pajizo y mano de obra local.
- Fortalecer las Instituciones locales: El proyecto intenta una mixtura de actuación pública y privada, apoyando el fortalecimiento de Instituciones locales (Municipios) en coordinación con Organismos Provinciales y la comunidad local. Se provee a los Municipios de las herramientas necesarias para realizar las obras, y para su posterior mantenimiento.

6 - Estado actual del Proyecto: El proyecto fue aprobado, con algunas modificaciones; no se aceptó que los Municipios fueran quienes ejecutaran las obras. Se realizarán por Licitación Pública. Las tareas de capacitación se llevarán a cabo para el personal del Municipio, que se ocupará del mantenimiento. Está prevista la provisión de herramientas, para tal fin. Se pretende, que las Empresas participantes, acepten la contratación de obreros locales y su capacitación; pues esto, no se pueden imponer por pliegos.
Están en ejecución las obras de escala urbana: ordenamiento del tendido eléctrico, iluminación, obras de saneamiento (cloacas y canales de drenaje, en Molinos) y están por licitarse otras.
Los proyectos fueron presentados a la comunidad de cada pueblo, se realizaron cartillas de difusión y capacitación y se editó un libro sobre el Patrimonio de la Provincia, se asesora a los Municipios con las Ordenanzas de Preservación.
Están en preparación los pliegos de Licitación para las intervenciones de restauración de las viviendas y los edificios religiosos. Este sistema de contratación, complica un poco el proceso, por las características de las obras y su tecnología, que puede ser encarada por la mano de obra local, pero requieren una dirección de obra intensa y especializada, Al superponer estructuras empresariales se encarece la obra y se desconoce la tecnología de las áreas rurales.

7 - Conclusiones: Con estas acciones se busca:
- Poner en valor el Patrimonio Urbano-arquitectónico de la región, pues, fue el Estado quién, con políticas erróneas, produjo más daño al mismo. Ej. planes de viviendas con tipologías extrañas a la región.
- Rescatar tecnologías que si bien en la región aún están presentes, son rechazadas y de a poco abandonadas, o, se construye con adobe, imitando las características de otros materiales.
- Se intenta demostrar que la inversión en este Patrimonio, tiene una rentabilidad cultural, (que consolida la identidad, potencia la educación científica, la creación, etc.)

y una rentabilidad socio-económica que incide en el desarrollo local, genera empleos, contribuye al crecimiento económico general.
- La participación local en las obras, asegura la sustentabilidad de esta acción en el tiempo, amortizando la inversión pública con el rédito social consecuente

Bibliografía:

- I.A.I.H.A.U. DePAUS. 1982. Salta, IV Siglos de Arquitectura y Urbanismo, Salta Argentina, Sociedad de Arquitectos de Salta.
- Gutiérrez, Ramón. Viñuales, Graciela. 1979. Arquitectura de los Valles Calchaquíes, Bs.As. Argentina, Mac Gaul Ediciones.
- Viñuales Graciela. 1983. La Ciudad de Salta y su Región. -Estudios de Arte Argentino, Bs. As. Argentina, Academia Nacional de Bellas Artes.
- Gutiérrez, Ramón. Nicolini, Alberto. 1993. Pueblos de Indios, otro urbanismo en la región andina, Ediciones Abya Yala, Quito-Ecuador.
- Dirección General de Inmuebles de la Provincia. Planchas catastrales y Cédula parcelaria
- Datos de Investigación y trabajos de campo del DePAUS.
- Archivo del Departamento de Preservación del Patrimonio Arquitectónico y Urbano de Salta DePAUS- Estudios e investigación
- Datos del Censo 1991- 2001 Provincia de Salta (población por sexo y viviendas por tipo y condición de ocupación según Departamento y localidad). Dirección de estadísticas y Censo de la Provincia.
- CIEES Centro de Investigaciones y Estudios Económicos de Salta 2001. Diagnóstico socio - económico Provincia de Salta - Año 2001. Fundación Salta.
- P. Doat, A. Hays, H. Houben. 1990. Construir en tierra, tomo I y II -, Fondo Rotatorio Editorial ENDA América Latina – FEDEVIVIENDA. Bogotá Colombia.
- 1990. Ponencias varias de: 6ta. Conferencia Internacional sobre el Estudio y la Conservación de la Arquitectura de Tierra. New México
- 1995. Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificación de adobe y tapial.Red Temática XIV.A HABITERRA - CYTED - La Paz – Bolivia.
- 1993. Ponencias varias de: 7a Conferencia Internacional sobre el Estudio y la Conservación de la Arquitectura de Tierra. Silves, Portugal.
- 1996. Trabajos de varios autores: Curso Panamericano sobre Conservación y el Manejo del Patrimonio Arquitectónico - Histórico - Arqueológico de tierra. Craterre - ICCROM-GETTY. Chan Chan, Trujillo, Perú.
- 1998. Norma técnica de edificación E.080 adobe. Reglamento Nacional de Edificaciones. SENCICO –Servicio de capacitación para la industria de la Construcción. Lima- Perú

Personal del DePAUS: Arq. Elena Martínez,
Arq. Birmania Giles Castillo
Arq. Orlando Vilariño
Arq. Juan Spinnato
Dibujante: Pedro Hoyos
Administ.: Mabel Copa

Curriculo

Birmania Giles Castillo**:** Arquitecta – Profesional del Programa de Preservación del Patrimonio Urbano –Arquitectónico de la Provincia de Salta (Argentina). -DePAUS-
- Salta Capital – Argentina.

(T2-07)

NUEVA INTERVENCIÓN EN PUEBLOS HISTÓRICOS

Birmania Giles Castillo

Figuras e imágenes



Fig. 1.- Vista calle pueblo de Cachi, Valles Calchaquíes, Salta, Argentina. (Foto Archivo DePAUS)



Fig. 2.- Sitio Arqueológico de Los Graneros Prehispánicos de La Poma, Valles Calchaquíes, Salta, Argentina. (Foto Archivo DePAUS)

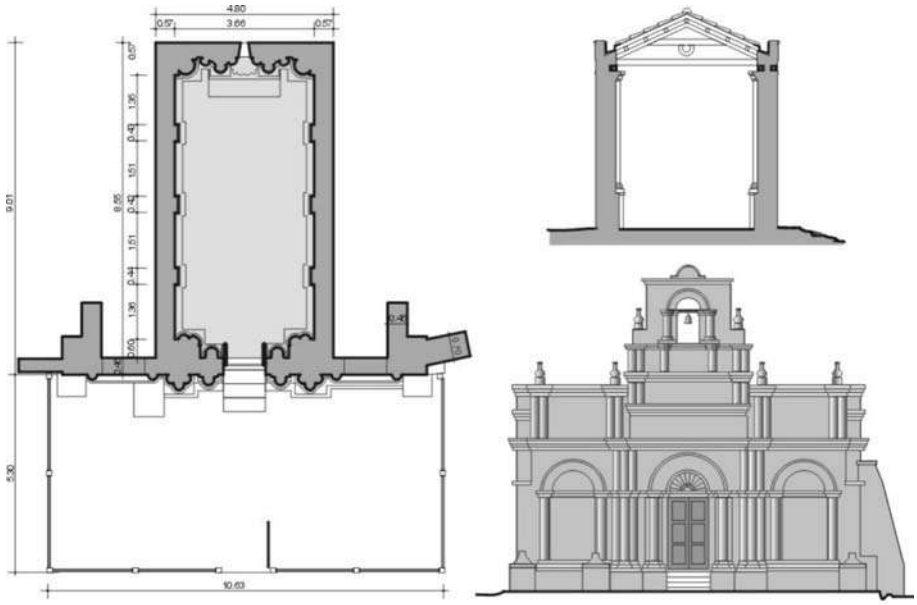




Fig. 3.- Capilla del Cementerio de Seclantás – Valles Calchaquíes, Salta, Argentina. (Material gráfico y foto Archivo DePAUS)

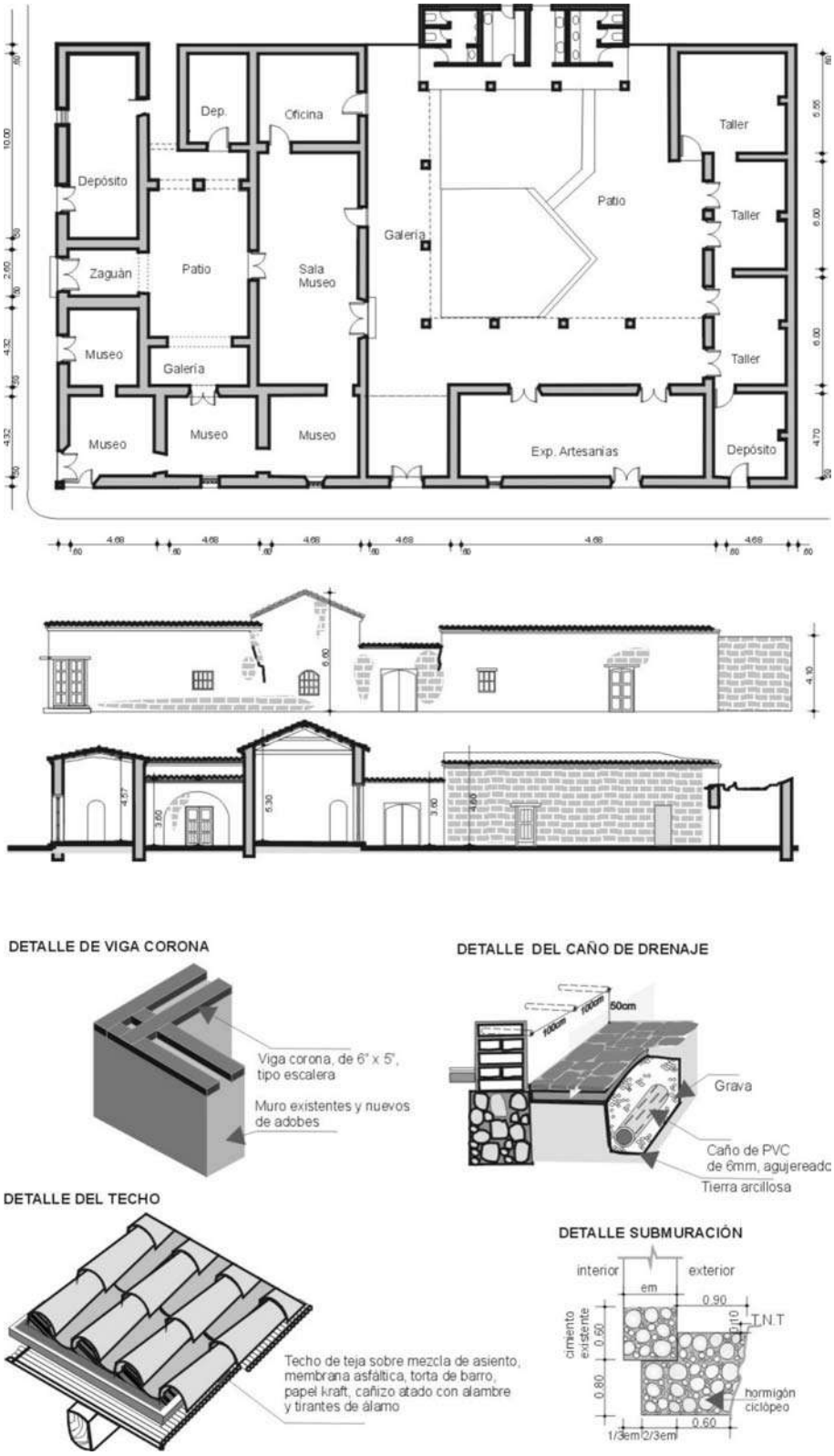


Fig. 4.- Casa Radich, Pueblo de San Carlos – Valles Calchaquíes, Salta, Argentina. (Material gráfico del DePAUS)



Fig. 5.- Detalle del estado de deterioro Casa Wayar, Pueblo de Cachi – Valles Calchaquíes, Salta, Argentina. (Foto Archivo del DePAUS)

PROCESOS DE CONSERVACIÓN TRADICIONAL DEL PATRIMONIO CONSTRUIDO EN TIERRA

Luis Fernando Guerrero Baca*
Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco
Dirección: Grieta 165. Jardines del Pedregal. México D.F. 01900. México. Tel: (555)6527731
Fax: (555)5680330 e-mail: lfgbaca@correo.xoc.uam.mx luisfg1@prodigy.net.mx

Francisco Uviña Contreras
Cornerstones Community Partnerships
Dirección: 997 Calle Laguna, Bernalillo, N.M. 87004. U.S.A. Tel: (505) 867-3642 Fax: (505) 982-9521
e-mail: fuvina@cstones.org

Tema: Conservación y patrimonio
Palabras clave: arquitectura vernácula, comunidad, conservación, México-E.U., talleres, técnicas tradicionales

Resumen

La zona fronteriza entre México y Estados Unidos comparte una destacada riqueza cultural en la que la tradición constructiva con tierra ha sido pieza clave a lo largo de su historia.

Sin embargo, como resultado de procesos demográficos y económicos, este patrimonio edificado se ha ido perdiendo y la tradición constructiva con tierra se ha olvidado.

Para tratar de enfrentar este problema, desde hace casi diez años se conformó una organización académica binacional conocida como SICRAT, que se enfoca hacia el estudio, difusión y aplicación de procesos tradicionales de construcción con tierra.

Se parte de la premisa de que la reactivación del conocimiento de los sistemas constructivos vernáculos es fundamental tanto para la conservación del patrimonio cultural, tangible e intangible, como para la generación de nuevos proyectos arquitectónicos basados en el uso de la tierra.

En octubre del 2004 se realizó uno más de los *Talleres Internacionales de Conservación y Restauración de Arquitectura de Tierra*, como parte de las labores que se desarrollan de manera binacional desde 1996 entre México y Estados Unidos en torno al *Camino Real de Tierra Adentro*. La sede fue la ex-hacienda de Pabellón de Hidalgo, en Aguascalientes, México, y resultó especialmente destacado por la diversidad de los participantes y la dinámica del trabajo realizado.

Consideramos que este tipo de actividades es fundamental porque además de conservar inmuebles patrimoniales, se restablece el proceso de la tradición constructiva en las comunidades locales incluyendo a niños, jóvenes y estudiantes de arquitectura, verdaderos herederos del patrimonio edificado.

1. Introducción

La enseñanza que reciben los alumnos de las escuelas de arquitectura de México, continua manejando una serie de planteamientos teóricos y metodológicos heredados de una interpretación inadecuada de los principios del Movimiento Moderno, a pesar del tiempo nos separa de su época de desarrollo.

A los futuros arquitectos se les enseña a diseñar bajo la premisa de que la creatividad surge simplemente de la consecución de una serie de pasos “metodológicos” similares a los procedimientos científicos, o peor aún, que se trata de un “fenómeno de inspiración”.

Como consecuencia de estos preceptos, los proyectos son concebidos como si estuvieran aislados cronológica y geográficamente de su medio natural y cultural, pues el único vínculo que mantienen es con su “creador”. Se piensa que estudiar ejemplos históricos o derivados de procesos tradicionales de edificación limita la “originalidad” de los diseñadores.

Se asume que para convertirse en arquitectos, los alumnos sólo necesitan recibir la mayor cantidad de datos posible, organizarlos metodológicamente y llevarlos a la práctica a través del ejercicio de un determinado número de proyectos, con esquemas parecidos a los que se les pueden presentar en una utópica labor profesional.

Consecuentemente, a lo largo de su carrera cursan asignaturas sobre cálculo estructural, materiales contemporáneos, normas y reglamentaciones, teoría de la arquitectura, Autocad, especificaciones de construcción, costos y presupuestos, administración de obra, instalaciones y biografías de arquitectos famosos, entre otros asuntos. Después, en los talleres de diseño y composición hacen su mejor esfuerzo por incorporar esta diversa e inconexa información, para buscar soluciones “singulares e imaginativas” a problemas idealizados.

Con una “formación” de este tipo no es extraño que a los alumnos les parezca inconcebible la existencia de estructuras edilicias que no tengan que ser cuantificadas, que sus materiales puedan surgir de su propio suelo, que subsistan a pesar de su baja resistencia estática y que no hayan sido diseñados o edificados por firmas de arquitectos reconocidos. *(Guerrero,1993)*

Ellos han sido educados dentro de un universo puramente racional en donde las evidencias materiales no parecen ser suficiente prueba de que la arquitectura que conforma la mayor parte del patrimonio edificado, no corresponde con esos esquemas abstractos.

A pesar del espacio y reconocimiento que los últimos veinte años ha ido ganando el estudio y caracterización de la arquitectura tradicional, en la mayoría de los programas curriculares vigentes en las Universidades del país, sigue sin hablarse del bajareque, el tapial, el adobe, los terrados, los aplanados de cal, las bóvedas catalanas, los pavimentos empedrados o las impermeabilizaciones con jabón y alumbre.

Desgraciadamente, conforme avanza el tiempo y crecen las opciones de materiales y sistemas constructivos disponibles para diseñar, resulta cada vez más complicado tratar de revertir la inercia que envuelve la cultura arquitectónica de grupos de estudiantes y profesores que piensan que sólo se puede construir con cemento y técnicas industrializadas.

Dentro del *Seminario Internacional de Conservación y Restauración de Arquitectura de Tierra* (SICRAT) desde hace cerca de diez años, un grupo de académicos nos hemos dado a la tarea de investigar y difundir opciones técnicas y metodológicas derivadas de la tradición constructiva con tierra, en los estados fronterizos entre México y Estados Unidos.

Se parte de la premisa de que la desaprobación social que sufren los sistemas constructivos tradicionales tiene que ver con la imagen de pobreza, insalubridad y atraso que se tiene de ellos. Al haberse roto la cadena de la tradición constructiva, los habitantes de poblados rurales o semi rurales se han desvinculado de las acciones de mantenimiento y conservación de su medio cultural por lo que paulatinamente lo abandonan. Al paso de dos generaciones se han olvidado los medios para localizar los materiales constructivos que ofrece la naturaleza, las técnicas de obtención y transformación, así como las “viejas recetas” de mezclado y aplicación cuyo origen y experimentación se podría rastrear muchos siglos atrás.

Sin embargo, consideramos que si se logra restablecer el proceso de la tradición edilicia mediante el “re-aprendizaje” de las técnicas tradicionales y la incorporación de las comunidades locales a labores de intervención en edificios históricos, se podrá mejorar la imagen del entorno construido e incidir en la valoración del patrimonio tangible e intangible de la construcción con tierra.

En esta vía juegan un papel muy destacado los estudiantes de arquitectura, así como los niños y jóvenes de comunidades vernáculas, ya que suelen ser quienes más fácilmente son “atrapados” por la inercia de rechazo al pasado y de adopción de esquemas ajenos a las necesidades ecológicas y económicas locales. Si se les da a conocer el patrimonio construido en tierra con una clara definición de su vulnerabilidad y cualidades, progresivamente podrán valorar las obras tradicionales que subsisten, implementar acciones para su conservación y prever la posibilidad de aprender de su lógica constructiva para la generación de obras futuras.

2. El campo de acción

La arquitectura tradicional del norte de México, destacado ejemplo de la edificación con tierra, ha sido escasamente estudiada. Esto obedece a que muchos de sus ejemplos han desaparecido o han sido dramáticamente transformados, y, en segundo lugar, a la falta de análisis sistemáticos que aborden su caracterización desde la perspectiva de la propia arquitectura. La mayor parte de los recursos materiales y humanos que se destinan para la investigación y protección del patrimonio histórico y vernáculo del país están dirigidos hacia las regiones del centro y sur, mientras que se presta muy poca atención a las manifestaciones culturales de las extensas zonas norteñas.

Aunque progresivamente se van ampliando los criterios de valoración del patrimonio edificado, para incluir a los edificios que no poseen las cualidades dimensionales, ornamentales y materiales de las estructuras reconocidas como “Monumentos”, el medio construido desde la época prehispánica y colonial en la zona fronteriza con los Estados Unidos se está perdiendo muy rápidamente.

Ante este panorama, desde hace cerca de diez años se instituyó entre el Instituto Nacional de Antropología e Historia de México y el Servicio de Parques Nacionales de los Estados Unidos, un

Programa Binacional denominado *El Camino Real de Tierra Adentro*. En esta estructura académica se llevan a cabo investigaciones tendientes a la identificación, protección y difusión del patrimonio tangible e intangible que comparten las entidades fronterizas.

Dentro de este marco institucional está inserto el *Seminario Internacional de Conservación y Restauración de Arquitectura de Tierra* (SICRAT) que se ha centrado específicamente en la caracterización de la arquitectura histórica y tradicional así como en la búsqueda de mecanismos para su protección y conservación. Esta agrupación que congrega a especialistas, autoridades gubernamentales, ONG's y a diversas comunidades locales, desarrolla reuniones académicas y talleres en los que se establecen e implementan medidas de protección de esta invaluable herencia cultural.

La organización de las actividades y las propuestas de intervención están apoyadas en los planteamientos derivados de la *tipología arquitectónica* que más que generar planteamientos teóricos idealmente generalizables a todos los casos de diseño y conservación, persiguen el establecimiento de límites aplicables a grupos de edificios que presentan rasgos comunes. Mediante la adecuada caracterización de las diversas escalas del patrimonio edificado en la región, se hace posible el reconocimiento de *tipos* de deterioro y alteración comunes y, por lo tanto, el desarrollo de *tipos* de intervención articulados a éstos. *(Guerrero,1998: 52)*

Se trata de una visión dinámica de la tipología que permite analizar los componentes y relaciones del patrimonio edificado en tierra y apoyar la generación de respuestas proyectuales que sinteticen los datos estudiados y que sean aplicables tanto a la restauración y conservación del patrimonio edificado como para la generación de alternativas constructivas.

"Sólo en relación con la *tipología* es posible formular normas precisas y eficaces para la restauración de edificios. Las normas generales aplicables al conjunto de una ciudad antigua deben hacer referencia a conceptos abstractos como la «integridad», la «autenticidad», el «carácter», o vagos y opinables como el «valor artístico», la «importancia histórica», y demás, por lo que resultan imprecisos y no vinculables en cada caso. En cambio, las normas referidas a un modelo *tipológico* se hacen concretas y pueden catalogar exactamente las cosas inalterables (estructuras, terminaciones, materiales), las cosas alterables y las cosas nuevas que se introducen en el organismo antiguo." *(Benevolo, 1984: 92)*

2. El TICRAT de Aguascalientes

Como parte de las actividades del Seminario Internacional, el pasado mes de octubre del 2004 se llevó a cabo un Taller (TICRAT) en un antiguo edificio patrimonial de adobe en el Municipio de Rincón de Romos, Aguascalientes. Esta actividad fue convocada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, con la colaboración del ICOMOS-México, los Gobiernos Municipales de Aguascalientes, de Rincón de Romos, así como del *National Park Service* y *Cornerstones Community Partnerships* de Estados Unidos.

Entre los objetivos que se marcaron como punto de partida del TICRAT se buscaba:

- Crear un espacio de intercambio teórico y práctico de especialistas del norte de México y suroeste de Estados Unidos, en torno a la salvaguardia de la arquitectura histórica y tradicional de tierra.
- Brindar a la comunidad del Municipio de Rincón de Romos, conocimientos técnicos y metodológicos básicos para la conservación y mantenimiento del patrimonio construido con tierra.
- Colaborar con la comunidad local en el rescate y reactivación de los conocimientos tradicionales y técnicas constructivas de tierra, respetando los diseños y elementos culturales de la región.
- Hacer partícipes a las instituciones de educación media y superior en el desarrollo de labores que coadyuven en la valoración y protección del patrimonio cultural y en la generación de alternativas de construcción con tierra.
- Fomentar la cultura de la Arquitectura de tierra como un espacio para la innovación.

Al igual que sucede todos los años con las actividades que realiza el SICRAT, los trabajos del Taller se diseñan por etapas.

En primer lugar, se desarrollaron —con dos meses de anticipación— diversas acciones preparatorias entre las que destacan: el análisis y diagnóstico del inmueble histórico para determinar técnicamente su estado de conservación; la elaboración del proyecto de intervención; la preparación

de las áreas específicas de intervención; la gestión de recursos materiales y humanos para la realización de actividades prácticas; el acopio de insumos y herramientas de construcción así como la producción de la materia prima para el trabajo, a través de la preparación de mucílago de tuna, apagado de cal y elaboración de adobes.

Los ponentes mexicanos forman parte de Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y el ICOMOS-México, mientras que los americanos pertenecen a *Cornerstones Community Partnerships*.

La mayoría de los participantes —sesenta y ocho— eran alumnos y profesores de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, pero también asistieron jóvenes de estados vecinos, funcionarios de Centros INAH del norte de México y albañiles de la localidad. Además, resultó especialmente significativa la participación de 36 niños de la escuela primaria del poblado.

El sitio en el que se desarrolló el taller fue parte de la antigua hacienda colonial de San Blas, conocida actualmente como Pabellón de Hidalgo, que ahora es el centro de una pequeña comunidad semi rural en el Municipio de Rincón de Romos, en el estado de Aguascalientes.

Se trata de un amplio edificio con un partido arquitectónico de patio central, con grandes muros de adobe y techos de bóvedas rebajadas de ladrillo. El patio está rodeado por un deambulatorio soportado por arquerías y columnas de cantera, en torno al cual se localizan las antiguas áreas de vivienda y trabajo agrícola que sustentaron la hacienda entre los siglos XVII y XIX.

Aunque algunas partes de la estructura han sido abandonadas o transformadas para nuevos usos, la mayor parte del edificio mantiene en buen estado de conservación. La zona en la que se decidió trabajar se ubica en la parte opuesta al acceso del inmueble, en donde originalmente se localizaba el área de servicios de la “casa grande” de la hacienda. Esta sección presentaba una serie de muros de colindancia de adobe con diversas patologías cuyos rasgos permitían ejemplificar diversas formas de intervención en el desarrollo del taller.

Como en años anteriores, el programa del TICRAT incluía presentaciones teóricas complementadas con trabajos prácticos de diversos géneros que iban desde el conocimiento de los componentes de la tierra hasta la intervención en muros y bóvedas.

Las conferencias estuvieron enfocadas hacia la descripción de la arquitectura de tierra en nuestro país y el mundo, a su aplicación en proyectos sociales, arquitectura sustentable, materiales y sistemas constructivos tradicionales, así como la teoría y práctica de la restauración del patrimonio construido en tierra.

En la propuesta original del esquema de trabajo se planteaba que el grupo de participantes realizara sus actividades simulando el método normal de los trabajos de restauración, desde la fabricación de mezclas, componentes y acabados, hasta su integración en las estructuras. Sin embargo, debido al elevado número de participantes, se tuvo que implementar una dinámica rotativa organizada por grupos de entre doce y quince personas.

Se establecieron seis bases en las que un cuerpo de instructores apoyado por uno o dos albañiles de la localidad transmitían sus conocimientos técnicos y metodológicos a los grupos de participantes durante dos horas, después de las cuales ellos se desplazaban hacia otra base.

Las bases que se implementaron fueron: Caracterización de la tierra, Fabricación de adobes, Construcción de muros, Restauración de estructuras térreas, Recubrimientos tradicionales, pintura a la cal e impermeabilizaciones, Cubiertas ligeras y, de manera paralela, el Taller infantil.

3. Desarrollo del Taller

A continuación se describe el contenido desarrollado en cada una de las etapas.

1. Caracterización de la tierra y elaboración de mezclas. Se partió de la definición del suelo como materia prima, con énfasis en la importancia del conocimiento de las proporciones relativas de la arcilla y la arena. Se realizaron pruebas de sedimentación observar la composición del suelo local.

También se mostraron otros experimentos relacionados con el registro de la plasticidad de la tierra, la maleabilidad, contracción volumétrica y lineal. Los participantes hicieron pequeñas muestras de piezas de barro modeladas a mano para identificar sus características al secar. *(CONESCAL,1982)*

2. Fabricación de adobes. En esta base se demostró la manera en que se realiza tradicionalmente la mezcla del barro con paja, estiércol y agua en el “pisadero”. Un anciano artesano local ponía la

muestra de la preparación y posteriormente procedía a indicar la técnica de fabricación de adobes así como la explicación de los cuidados requeridos durante el proceso de secado.

Con el barro preparado cada uno de los participantes tuvo la oportunidad de moldear adobes en gaveras unitarias de madera, con dimensiones similares a las de los componentes históricos.

3. Construcción de muros. En la tercera base se ponía en práctica la colocación de adobes preparados con anticipación, sobre un zócalo preexistente hecho de piedra.

Se enseñaba la manera de colocar los niveles y plomadas, de preparar los morteros de unión y de humedecer los adobes para su colocación en hiladas sobrepuestas.

4. Restauración de estructuras térreas. En el muro de colindancia de la antigua hacienda se hicieron reparaciones de diversos tipos. Esta práctica inició con la explicación de las principales causas de deterioro de estructuras de tierra, la manera en que se manifiestan y los efectos que conllevan.

Se hicieron labores de eliminación de vegetación parásita, limpieza de juntas, consolidación de huecos, reintegración de adobes desajustados, recubrimientos de sacrificio y “costura” de grietas.

5. Recubrimientos, pintura a la cal e impermeabilizaciones tradicionales. En una sección abandonada del edificio de desarrolló la práctica de recubrimientos a base de cal y arena. Se explicó de manera general el “ciclo de la cal”, la importancia de la selección de la materia prima, el apagado del óxido de calcio, el tamizado de la arena según su aplicación y la dosificación adecuada de las mezclas. Se prepararon morteros para las diferentes capas de recubrimiento y los participantes aprendieron a manejar las cucharas de albañil, las “reglas”, las “llanas”, “planas” y “flotas”.

Posteriormente se instruyó sobre la preparación y aplicación de pinturas a la cal mediante el uso de pigmentos minerales, sal y mucílago de tuna.

Como parte de las demostraciones finales, se explicó la técnica de impermeabilización tradicional de jabón y alumbre. Sobre una sección del piso del patio pavimentada con ladrillo se aplicaron las capas sucesivas de las soluciones en agua caliente. Después del secado se rociaba agua en la superficie para hacer evidentes los resultados.

6. Cubiertas ligeras. La última base consistió en el aprendizaje del armado de bóvedas de cañón corrido con estructuras de acero recubiertas con mortero de cal y cemento. Se inició con una explicación de la manera de calcular empíricamente el trazo y separación de las varillas de acero. Posteriormente se doblaron manualmente estas piezas y se armaron con alambre para conformar las retículas alabeadas que constituirían las bóvedas, después de ser reforzadas con mallas metálicas.

Una vez armadas las bóvedas se colocaron y fijaron en locales que habían perdido su cubierta tradicional décadas atrás y se procedió a recubrirlas con mortero.

Asimismo se realizó un interesante prototipo en el que en lugar de recubrir la estructura metálica con mortero, se aplicó la mezcla de barro utilizada para hacer adobes enriquecida con 5% de cal apagada, con lo que se obtuvo una estructura ligera, resistente por forma y de muy bajo costo.

7. Taller infantil. Paralelamente al desarrollo descrito se invitó a dos grupos de niños de primaria de quinto y sexto grado para que realizaran prácticas de construcción de maquetas de barro.

Los niños fueron agrupados también por equipos y con moldes a escala prepararon cientos de adobes de tres centímetros de longitud. Mientras que éstos se secaban, los equipos diseñaron viviendas a la escala apropiada y dibujaron sus propuestas sobre tablas.

Cuando los pequeños adobes estuvieron listos, los niños fueron construyendo los muros utilizando barro como mortero. Al día siguiente colocaron puertas, ventanas y columnas de madera en sus maquetas y, con tejados hechos de cartón, elaboraron los techos de sus pequeñas casas.

Conclusiones

En todo el territorio mexicano existe un importante número de edificaciones en las que diversas comunidades tradicionales han desarrollado sistemas constructivos desde hace cientos de años.

Mediante el uso racional de los materiales que más abundan en su entorno natural, han resuelto sus problemas de habitabilidad con una eficiente adaptación al medio ambiente.

Sin embargo, a pesar de las evidentes cualidades de los edificios construidos con materiales de origen natural y del significado cultural que poseen, han sido pasados por alto dentro de las políticas institucionales de vivienda y de conservación del patrimonio edificado, e ignorados en los planes de estudio de la mayoría de las Universidades.

La arquitectura tradicional e histórica de tierra, cotidianamente se pierde como resultado del desprecio que la mayor parte de la población tiene hacia ella, al asociarla con ideas de miseria, suciedad y riesgo estructural.

Por esta razón resulta fundamental el aprendizaje y evaluación sólidamente sustentados de las técnicas vernáculas e históricas de construcción con tierra, de manera que se puedan identificar sus cualidades y limitaciones. Se requieren instrumentos de análisis que, de manera dinámica, permitan articular los conocimientos derivados de la cultura tradicional con los datos obtenidos por procedimientos científicos.

Una herramienta epistemológica que ha probado su capacidad en este sentido es la tipología arquitectónica. Mediante la construcción de *tipos* se pueden estudiar los componentes y relaciones que existen entre las diferentes escalas del medio cultural, con la finalidad de establecer límites entre los cuales sean aplicables soluciones de conservación. Además, se propicia la generación de nuevas propuestas arquitectónicas fundamentadas en las preexistencias ambientales y por lo tanto con una notable viabilidad de integrarse armoniosamente a su entorno. *(Martí, 1993)*

Sin embargo, este cuerpo de conocimientos de construcción y conservación no tiene sentido si no es difundido y reincorporado a la cultura de los sitios donde históricamente se desarrolló.

Para alcanzar esta meta se presenta como una opción sumamente efectiva la organización de talleres en los que participan tanto los pobladores de las comunidades construidas con tierra, como los futuros arquitectos, en cuyas manos estará la conservación del patrimonio construido y la solución a las necesidades de habitabilidad y bienestar de la sociedad futura.

La arquitectura de tierra siempre ha requerido de una estrecha relación con la organización social tradicional ya que sólo mediante su actualización puede permanecer viva.

Loa Talleres que realiza el SICRAT permiten a sus integrantes poner en evidencia el interés que la sociedad tiene por la preservación de la cultura y el medio natural. El gran número de participantes y el entusiasmo con el que trabajaron hace ver que ellos están plenamente dispuestos a contribuir en la conservación del patrimonio y en el uso de tecnologías sustentables, con la simple condición de que se les involucre en los procesos.

Bibliografía

BENEVOLO, Leonardo (1984): *La città e l'architetto*, Laterza, Bari, Italia.

CONESCAL (1982): *Tecnología de construcción en tierra sin cocer*, No. 59/60, Diciembre, CONESCAL, México D.F., México.

CHIARI, Giacomo (1983): "Characterization of adobe as building Material. Preservation Techiques", en *Adobe. International symposium and training workshop on the conservation of adobe*, U.N.D.P/ U.N.E.S.C.O., I.C.C.R.O.M., Lima, Perú.

FLORES, Leonardo et Al. (2001): *Algunos estudios sobre el comportamiento y rehabilitación de la vivienda rural de adobe*, CENAPRED, México D.F., México.

GARRISON, James W. y E. F.Ruffner (eds) (1983): *Adobe: Practical and Technical aspects of adobe conservation*, Heritage Foundation of Arizona, Tucson, USA.

GUERRERO B., Luis (1994): *Arquitectura de tierra en México*, U.A.M.-Azcapotzalco, México D.F., México.

GUERRERO B., Luis (1998): "Tipología y conservación del patrimonio construido", Revista *En Síntesis*, Año 8. No. 26, Primavera, U.A.M.-Xochimilco, México D.F., México.

GUERRERO B., Luis (2000): "Conservación de la vivienda tradicional construida en tierra" en *Memorias del Segundo Taller Internacional de vivienda popular*, VIPO, Camagüey, Cuba.

GUERRERO B., Luis y F. Uviña (2002): "SICRAT. Conserving Earthen Architectural Heritage", *US/ICOMOS Newsletter*. Number 4. October-December, Washington D.C., USA.

HOUBEN, Hugo y H. Guillaud (2001): *Earth construction. A comprehensive guide*, ITDG Publishing, London, UK.

MALDONADO R., Luis et Al. (eds.) (2002): *Arquitectura y construcción con tierra*, Ed. Mairea, Madrid, España.

MARTÍ Arís, Carlos (1993): *Las variaciones de la identidad*, Ediciones del Serbal, Barcelona, España.

SAMANEZ A., Roberto (1981) : "La restauración de monumentos históricos construidos con adobe y las técnicas utilizadas" en *International workshop: earthen buildings in seismic areas, International conference*, The National Science Foundation, Washington, USA.

TEUTONICO, Jeanne Marie (1983): *The characterization of earthen building materials,* National Park Service, US Department of the Interior, Washington, USA.

VIÑUALES, Graciela (1981): *Restauración de arquitectura de tierra*, Instituto Argentino de Investigaciones de Historia de la Arquitectura del Urbanismo, Tucumán, Argentina.

WARREN, John (1999): *Conservation of earth structures*, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK.

Curriculos

Luis F. Guerrero. Doctor en Diseño con especialidad en Conservación. Profesor-Investigador y Coordinador del Doctorado en Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM-Xochimilco. Autor del libro *Arquitectura de tierra en México* y coautor de *Introducción a la Arquitectura Bioclimática.* Coordinador del Comité Científico de Tierra del ICOMOS Mexicano.

Francisco Uviña Contreras. Arquitecto y *Technical Manager*, Profesor de la Universidad de New Mexico. Restaurador de *Cornerstones Community Partnerships*, Santa Fe, New Mexico. Miembro del US-ICOMOS.



Fig.1. Transmisión de conocimientos tradicionales.



Fig.2. Práctica de enjarrado.



Fig.3. Integración de muros.



Fig.4. Maquetas con adobes a escala.

ARQUITECTURA EXCAVADA. LAS BODEGAS URBANAS DE SERRADA

Félix Jové*, María Soledad Camino y Alfredo Llorente
Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Valladolid
Avenida de Salamanca, s/n. 47014 – Valladolid, ESPAÑA
Tel y Fax: +34 983 423 442; E-mail: fjove@arq.uva.es mcamino@arq.uva.es

Tema 2: Conservaçao e Patrimonio
Palabras-clave: Arquitectura excavada, Tierra, Patrimonio

Resumen
La localidad de Serrada está situada en la Tierra del Vino, al sur de la provincia de Valladolid. Es una zona donde existen, desde hace siglos, numerosas bodegas subterráneas en las que se ha elaborado y conservado el vino que requiere condiciones ambientales de humedad y temperatura constantes. Estas bodegas históricas, datadas desde finales del siglo XVII, se encuentran excavadas dentro del caso urbano -es decir bajo las propias viviendas-, con profundidades que van desde los 9,50 a los 12,00 metros. El terreno es arenoso-arcilloso y presentan algunas bóvedas y arcos ojivales de refuerzo de ladrillo manual, aunque en la actualidad muchos de los propietarios están procediendo a reforzarlas con bóvedas de ladrillo perforado. El sistema de ventilación utilizado es el de *"zarceras"* o chimeneas de aireación que suben más o menos verticales hacia el exterior para situarse en el muro de la fachada de la vivienda.
El trabajo realizado ha consistido en el análisis arquitectónico y constructivo de estas bodegas -varias naves o *"sisas"* comunicadas entre sí-. Para ello se ha efectuado el levantamiento de planos, analizándose las superposiciones, conexiones e interferencias del nivel excavado con el nivel edificado. Otros aspectos técnicos estudiados han sido las características resistentes y granulométricas del terreno, así como las condiciones ambientales de temperatura y % de humedad que existen en su interior. El objetivo final es, una vez evaluado su estado de conservación, elaborar un programa mínimo de actuaciones que permita la Conservación de este Patrimonio Tradicional de Arquitectura Excavada.

1. Introducción

Este trabajo de investigación trata de estudiar una de las manifestaciones más espectaculares de la arquitectura tradicional, de una extensa generalización dentro del territorio nacional y sin embargo menos estudiado como es la arquitectura de las bodegas subterráneas. Y de entre ellas, estudiar precisamente las que se encuentran dentro de los casos urbanos, es decir excavadas bajo las viviendas que conforman el propio entramado urbano.
Existe otro tipo de bodegas que aparecen encavadas en la periferia de los pueblos, surgen aprovechando una elevación del terreno y en ocasiones llegan a formar conjuntos arquitectónicos de gran interés (1). No cabe duda de que este tipo de bodegas comparten características constructivas y formales con la bodega urbana -aún cuando existen atributos diferenciales importantes- pero su análisis no es objeto del presente trabajo, que se centra únicamente en las que se localizan bajo el caserío del núcleo edificado dada su especial implicación con la trama urbana edificada.
A lo largo de estos años he podido comprobar el desconocimiento que, en muchos de los municipios de la Provincia de Valladolid, se tiene de la situación exacta de las bodegas que recorren el subsuelo de sus cascos antiguos (2). Se desconoce no sólo el número de bodegas existentes, su trazado y galerías de conexión, si no también las interferencias que se establecen entre ellas y el tejido urbano edificado. Igualmente se desconocen las características geomorfológicas y granulométricas del suelo en el que se asientan y, por supuesto, su estado de conservación. Este desconocimiento, ha dado lugar en muchas ocasiones al hundimiento de alguna de ellas; en unos casos producido por la realización de obras municipales de infraestructura de forma

inadecuada, en otros por la rehabilitación o construcción de nuevos edificios sin apreciar la existencia de bodegas en el subsuelo, lo que conduce a no pocos problemas de responsabilidades por parte de Ayuntamientos y particulares.
El Trabajo ha sido posible gracias a la firma de un Convenio con la Diputación de Valladolid quien mostró un especial interés en su desarrollo. Ha sido subvencionado en el marco de los denominados Art.11 (LOU). Los objetivos propuestos, son entre otros: el catálogo, datación y levantamiento cartográfico de las Bodegas Subterráneas considerando estas construcciones como parte integrante del patrimonio arquitectónico vernáculo, así como un elemento fundamental dentro de nuestra rica cultura tradicional que es preciso conservar.

2. Aproximación Geográfica e Histórica

Serrada es un pequeño municipio de la provincia de Valladolid. Está situado en la encrucijada de cuatro caminos que conducen a las más importantes poblaciones del sur de la provincia: Valladolid, Medina del Campo, Tordesillas y Olmedo, de manera que se ha configurado históricamente como una población de enlace y comercio entre ellas. Pero su importancia viene marcada además por otras cuestiones, como son: su producción vitivinícola -siendo el referente principal de la Zona del Vino Blanco- y sus bodegas subterráneas.
Los primeros datos de Serrada se remontan a la época visigótica a tenor de las excavaciones arqueológicas realizadas. En la etapa Medieval, Serrada aparece mencionada en un documento del año 1398 en el que se la cita junto con otros pueblos de la comarca. No obstante, su existencia documental está acreditada con bastante anterioridad. Así, aparece citada en los elencos parroquiales que se elaboran a partir de 1250 (3) y en los amojonamientos realizados por Alfonso X en el año 1258. Pero sabemos que su origen en el emplazamiento actual comienza a fraguarse años antes, en los siglos XI y XII, época de la repoblación de la meseta. En la Baja Edad Media existían, en el actual término municipal de Serrada, tres pequeños núcleos de repoblación: Serrada, La Moya y San Martín del Monte. Los dos primeros pertenecientes al concejo de Olmedo mientras que el último pertenecía al de Medina del Campo (4). Con el paso del tiempo La Moya y San Martín del Monte fueron perdiendo población que, paulatinamente, fue asentándose en el mejor comunicado, más poblado y con mayor pujanza económica de los tres, que no era otro que Serrada. A mediados del siglo XVI se producirá el despoblamiento definitivo de La Moya y a finales del siglo XVII el de San Martín del Monte.

3. El esplendor de la Villa de Serrada

Será el siglo XVIII cuando la villa de Serrada, señorío del Marques de Torreblanca, viva un floreciente momento económico debido a la producción de vino, además del cultivo de trigo, cebada, legumbres y pastos con los que mantenía el ganado para las faenas agrícolas. El predominio vitivinícola que durante el siglo XVI había ostentado la campiña comprendida entre Medina del Campo y Alaejos se había ido extendiendo paulatinamente a tierras más septentrionales llegando hasta Serrada y alcanzando en este siglo su mayor apogeo (5).
El caserío se sitúa sobre una suave pendiente que baja hacia el arroyo, distinguiéndose diferentes barrios como consecuencia del proceso de crecimiento que había ido experimentado el municipio. Entre ellos se encontraba el barrio de "Barrionuevo" -objeto del presente trabajo-, comenzado a construirse a finales del XVII por los *vecinos nuevos* llegados desde los núcleos de población citados anteriormente en los que ya se había iniciado el proceso de despoblación. La zona llana del terreno, más fácilmente anegable y en la que no podían construirse bodegas, se utilizaba para corrales de ganado y pequeños huertos agrícolas. El paisaje urbano de la villa estaba presidido por la Iglesia parroquial de San Pedro y la casa palacio del Marques de

Torreblanca, el Ayuntamiento y el espacio de Plaza Mayor, junto con otras casas nobiliarias ejemplo de arquitectura civil barroca ejecutada en fábrica de ladrillo, adobe y cajones de tapial. Abundan, por lo demás, interesantes ejemplos de arquitectura tradicional. Dinteles decorativos y cornisas de ladrillo de tracería mudéjar con un cierto aire morisco.

4. La presencia de las Bodegas subterráneas

Si en algunos municipios las bodegas se encuentran situadas a las afueras de los cascos urbanos, ocupando pequeños cerros o montículos alomados y formando conjuntos unitarios, en Serrada las bodegas son urbanas. Es decir, están excavadas bajo el subsuelo de la población formando una extensa red de galerías que discurren por debajo de las viviendas y de las calles del caserío. Esta característica dota de un valor añadido al casco urbano tradicional, si bien, el estado de conservación de las bodegas, cuyo número supera las 60, constituye un problema a la hora de su correcto mantenimiento, ya que la seguridad de las casas está asociada a la seguridad de la propia bodega.
En ese sentido hay que distinguir dos tipos de bodegas en función de su ubicación: unas urbanas y otras suburbanas. Esta diferente localización se traducirá también en ciertas diferencias constructivas, de modo que a las primeras se las denomina bodegas *soterrañas* y a las segundas *sotierra* (6).
Como ha quedado constatado, las bodegas fueron construidas a finales del siglo XVII y puede decirse con seguridad que debajo de cada casa había una bodega (7). Algunas, las más importantes pertenecientes a los nobles y a las órdenes monásticas están datadas incluso con anterioridad, al menos desde el XVI.
La zona objeto del presenta trabajo se extiende por el denominado “Barrionuevo”, situado en la parte más alta de la villa, y alcanza otras zonas del caserío como la Plaza Mayor. En general las viviendas ocupan una parcela de gran tamaño con abundantes anexos agrícolas en el patio interior, el subsuelo aparece cuajada de bodegas. Las bodegas son de gran tamaño, aunque se sabe que algunas fueron subdivididas en el proceso de segregación de parcelas. Desde hace unos años se vienen produciendo ciertos derrumbes parciales que preocupan tanto al Ayuntamiento como a los propietarios, quienes vienen realizando *obras de refuerzo* mediante arcos y bóvedas de ladrillo.
Se han podido visitar 35 bodegas, de todas ellas se ha realizado una memoria descriptiva, una ficha de catálogo y el levantamiento de planos y, finalmente, todas ellas se han puesto en relación entre sí y con el plano del nivel construido para obtener el plano final de superposición de los dos niveles: el edificado y el subterráneo.

5. Análisis Arquitectónico y Constructivo

Se ha efectuado el análisis arquitectónico y constructivo de los elementos de que se componen las bodegas. Estos elementos son: La escalera de acceso, las naves o sisas, las cimbras, las zarceras, el pozo, los acabados interiores.
La escalera de bajada a la bodega constituye un elemento representativo de ella. Generalmente tienen varios tiros rectos, de desigual longitud, con descansillos intermedios. Algunas bodegas han visto modificado su acceso como consecuencia del hundimiento parcial de la escalera o de la modificación de la distribución interior de la vivienda. La bodega de la calle Barrionuevo 12 pertenece a una casa que mantiene todo su carácter tradicional. Se accede a ella mediante una escalera que se encuentra dentro de una estructura cerrada de madera, denominada *“el cajón*”, que está situada en una de las esquina del gran portalón. La bajada se realiza en tres tramos desiguales, más o menos perpendiculares entre sí, siendo el último el de mayor longitud, en cada uno de los descansillos hay dos pequeños nichos para el *candilero.*
En algunos casos, debido al derrumbe parcial del tramo final de la escalera, se accede

a la bodega desde el patio, a través de una escalera de caracol confinada en un pozo circular, construido hace unos 40 años mediante de fábrica de ladrillo perforado con un diámetro interior de 1,70m.
Las bodegas se encuentran a una profundidad de respecto del nivel de la calle de entre 9,50 y 12,00 metros. Tienen una forma alargada formada por varias naves conectadas. La anchura varía en torno a los 3,50 metros (variable 3,20m, 3,50m y hasta 4,00m) mientras que el punto más alto de la bóveda mide entre 2,85 y 3,00 metros, aunque podemos pensar en que tuvieran algo más altura ya que el suelo suele estar recrecido de tierra. Hay otra tercera sisa de menor tamaño, perpendicular a la primera, que nace desde el centro de su lado mayor. Su estado de conservación es muy bueno. Hay que hacer constar que la calle tiene pendiente hacia el arroyo, lo que quiere decir que en realidad todas las bodegas se encuentran a la misma profundidad relativa. La diferencia se debe a la pendiente de la calle y todas están excavadas en el mismo estrato arcilloso, que es sensiblemente horizontal, una vez superado el de gravas y arenas de los suelos cuaternarios. En algunos casos se ha observado que su trazado se sale ligeramente de la línea de fachada de la casa, en lo que parece más un error de cálculo que otra cosa. Este dato también nos hace pensar en posibles modificaciones del trazado del parcelario original.
Prácticamente todas las bodegas presentan en alguna de sus naves arcos de refuerzo realizados mediante ladrillo perforado (8). Algunas incluso aparecen cimbradas, ya sea en su totalidad o en gran parte de la nave, mediante una bóveda de medio punto. Estos trabajos de refuerzo estructural son habituales. El terreno en el que están excavadas estas bodegas es, como hemos determinado tras su análisis, muy arenoso por lo que se desprende con facilidad porciones de terreno. Se han encontrado dos tipos de cimbras distintas: unas de madera y otras metálicas. Incluso en alguna se han encontrado los dos tipos, lo que da idea de dos momentos diferentes en su construcción. Las metálicas son más modernas, y están construidas mediante una llanta de acero de 5,00cm de ancho que conforma un semicírculo y tres barras corrugadas que sirven de radios de refuerzo. Las uniones están soldadas y se construyen de mayor o menor diámetro en función del ancho de la nave. Estas cimbras son ligeras y muy manejables por lo que han sustituido a las antiguas de madera. Muchas de las bodegas tienen una zona con un cimbrada histórico, probablemente de finales del XVII, ejecutado mediante bóveda apuntada de ladrillo macizo manual con mortero de cal y arena de miga, en otras se puede observar directamente la textura de la *“tierra apiconada”* con restos de una lechada superficial de cal.
Las “*zarceras”* son los respiraderos o conductos de ventilación que comunican la bodega con el espacio exterior. Durante la época de la vendimia solían estar cubiertas con una zarza para evitar que la abejas y las avispas bajasen a picar la uva. De ahí su nombre. Algunas zarceras tienen un mayor tamaño y eran utilizadas para arrojar la uva desde los carros al lagar. En estos casos suele denominarse *cercera*, *descargadero, echadero* y también *lagareta*. Generalmente las bodegas tienen dos zarceras que van a dar directamente al muro de la fachada de la casa. En casi todos los casos su sección se ha visto reducida como consecuencia de las obras de acerado de la calle, de modo que tienen reducida la sección de su boca en un 50%. Además de por las zarceras, ventila por el antiguo pozo de agua y por el nuevo pozo de la escalera de caracol. Hay que decir que la ventilación debe ser la justa, ya que el exceso de aireación altera las condiciones del clima subterráneo, produciéndose una variación de la humedad y temperatura que *tiende a asimilarse* a la del ambiente exterior.
Las bodegas más importantes tenían en su interior un pozo ya que necesitaban disponer de agua para limpiar las cubas y los lagares. Generalmente el pozo sube hasta el patio, de modo que sirve también a la vivienda. Actualmente, y perdido su uso, todos los pozos observados han sido cegados hasta la cota del suelo de la bodega, manteniéndose únicamente como elemento de ventilación. El agua es totalmente indispensable en el proceso de vinificación. Se necesita para la limpieza de

los lagares después de prensada la uva y también para la limpieza de las cubas una vez *trasegado* el vino. El conducto del pozo es un cilindro perfectamente vertical que atraviesa la sección del terreno hasta alcanzar la superficie. En algunos casos su acabado es el propio terreno, en otros ha sido cimbrado mediante piedra caliza, pero generalmente presenta un acabado de canto rodado de gran diámetro incrustado en el propio terreno. Este canto da suficiente resistencia a las paredes del pozo frente al posible impacto del cubo de agua en su ascenso.

6. Análisis del Terreno

Si bien parece existir dos tipos de terreno distintos dentro del casco urbano de Serrada, se ha visto que todas las muestras responden finalmente a una tipología única desde el punto de vista de su comportamiento plástico (9). La plasticidad general del terreno es baja, por debajo del valor 50, lo que implica que los valores de retracción e hinchamiento por la posible variación de las condiciones de humedad natural van a ser muy bajos. Este aspecto dota al terreno de una gran estabilidad para unas normales condiciones de humedad. La presencia de un contenido tan elevado de arenas implica que el terreno puede presentar disgregación por pérdida excesiva de humedad natural, ya que disminuye su cohesión (10). Por lo tanto, el mayor peligro en la estabilidad del terreno vendrá dado por su desecación como consecuencia de una excesiva ventilación o intercambio entre el clima subterráneo y el ambiente exterior. Pero al mismo tiempo, un exceso de humedad aumenta el peso propio del terreno ya que éste es capaz de contener una gran cantidad de agua intersticial debido al alto contenido de arenas -partículas muy *gordas* frente a las arcillas-. Como consecuencia de ello fragmentos del terreno que conforman la bóveda de la bodega se desprenden en grandes *lonchas* o lajas. Efectivamente el contenido de limos y arcillas del terreno es tan escaso que resulta incapaz de aglomera y contener o *sostener* esa porción del terreno con un exceso de peso intersticial. Este hecho ha quedado puesto de manifiesto en las descripciones y fichas de las bodegas analizadas donde, se constata la degradación de la bodega por desprendimientos parciales de las bóvedas que la conforman, obligando al cimbrado interior.

7. Análisis del Clima interior

De todos es conocido que el clima subterráneo presenta unas condiciones ambientales de gran estabilidad, con temperatura y humedad relativa casi constantes durante todo el año. Este fenómeno es debido, fundamentalmente, a la atenuación de la onda térmica que se produce gracias a la inercia del terreno. El subsuelo aparece como un estabilizador térmico de las temperaturas ambientales, de manera que para cuando el calor quiere llegar abajo, arriba ya hace frío, y viceversa. Este fenómeno aumenta sensiblemente con la profundidad, de tal modo que sabemos que a partir de los 5,00 metros la temperatura interior subterránea es inalterable respecto de los cambios que se produzcan en el ambiente exterior.
Los datos obtenidos nos han permitido confirmar el objetivo perseguido. En términos generales podemos decir que a medida que se desciende, la temperatura disminuye rápidamente, estabilizándose en el interior de la bodega donde se mantiene prácticamente constante en cada una de las naves. Se observa, sin embargo, cierta fluctuación en el % de humedad entre unas naves y otras que tiene que ver con la posición que estas ocupan en el entramado general de la bodega. Las más recogidas, alejadas de la escalera o de una zarcera, son las que presentan una mayor humedad relativa. En las zarceras o puntos de contacto con el ambiente exterior se reflejan ciertos cambios en el clima interior. Estos cambios no son generalizables, ya que en algunos casos se verifica un ligero aumento de temperatura, no más de una o dos décimas, mientras que en otros se constata una ligera disminución. Del mismo modo aparecen picos en la gráfica correspondiente a la humedad relativa, en unos casos

hacia arriba y en otros hacia abajo. No existe un comportamiento metódico, aunque estas ligeras variaciones nos indican procesos de intercambio con el ambiente exterior a través de estos elementos constructivos.

8. Resultados y Conclusiones

En el municipio de Serrada existe un abundante entramado de bodegas urbanas excavadas por debajo de las viviendas. La mayoría de ellas pueden datarse desde finales del XVII, aunque es probable que se hayan producido ampliaciones y reformas posteriores. Del estudio realizado podemos establecer las siguientes conclusiones:
En cuanto al **Análisis del Terreno**, se ha visto que todas las muestras responden finalmente a una tipología única desde el punto de vista de su comportamiento plástico. La plasticidad del terreno es baja lo que implica que los valores de retracción e hinchamiento por la posible variación de las condiciones de humedad natural van a ser muy bajos. Este aspecto dota al terreno de una gran estabilidad para unas normales condiciones de humedad. Por otra parte la presencia de un contenido tan elevado de arenas implica que el terreno puede presentar disgregación por perdida excesiva de humedad natural. Pero al mismo tiempo, un exceso de humedad aumenta el peso propio del terreno ya que éste es capaz de contener una gran cantidad de agua intersticial debido al alto contenido de arenas -partículas muy *gordas* frente a las arcillas-. Como consecuencia de ello fragmentos del terreno que conforman la bóveda de la bodega se desprenden en grandes *lonchas* o lajas.
En relación al **Análisis del Clima Interior**, los datos obtenidos nos han permitido confirmar que a medida que se desciende la temperatura disminuye, estabilizándose en el interior de la bodega donde se mantiene prácticamente constante en cada una de las naves. Se observa, sin embargo, cierta fluctuación en el % de humedad entre unas naves y otras que tiene que ver con la posición que estas ocupan en el entramado general de la bodega. Las más recogidas, alejadas de la escalera o de una zarcera, son las que presentan una mayor humedad relativa. En las zarceras o puntos de contacto con el ambiente exterior se reflejan ciertos cambios en el clima interior que nos indican procesos de intercambio con el ambiente exterior a través de estos elementos constructivos.
En cuanto al **Análisis Urbano**, podemos concluir que deberá cuidarse la ejecución de las redes de abastecimiento y saneamiento para evitar indeseables fugas de agua que puedan afectar al estrato arenoso. Especialmente con el diseño de juntas estancas y la utilización de materiales suficientemente deformables. Y, por otra parte deberá cuidarse la pavimentación de las calles realizándose mediante aglomerado asfáltico en frío con árido de machaqueo, que permite la transferencia de humedad entre el terreno y el ambiente exterior al tiempo que elimina las labores de vibrado tan negativas para las bodegas.
Finalmente, en cuanto al **Estado general de Conservación** podemos decir que no es malo aunque existe una gran variedad de patologías particulares que no tienen una especial trascendencia estructural. Son generalizados los pequeños desprendimientos de fragmentos de la bóveda de tierra que no plantean mayor problema de estabilidad, como ya hemos comentado. En todo caso las labores de cimbrado que se están realizando son adecuadas y están dando una solución constructiva al problema de estabilización de la bodega, aunque formalmente podrían mejorarse incorporando una mejora en su ejecución y una ejecución más histórica. Por otra parte es preciso mantener en buen estado las zarceras para que se produzca la ventilación de la bodega, para ello hay que cuidar las obras exteriores de pavimentación y acerado que, en general, tienden a reducir la sección de la boca de la zarcera. También es recomendable dejar que ventile la puerta de acceso y el pozo, si lo hubiera, ya que permiten una ventilación cruzada.

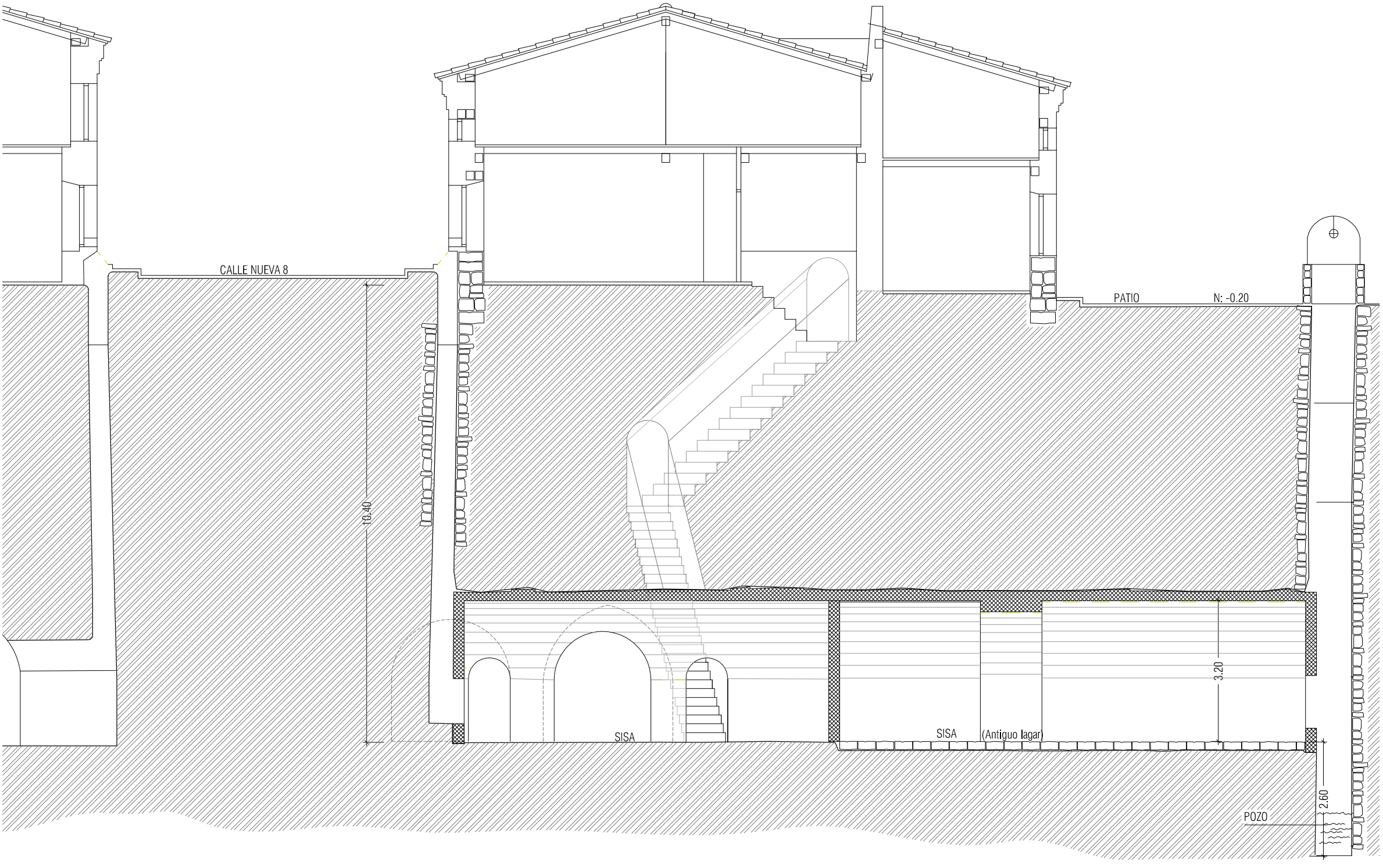
Esperamos que el presente trabajo contribuya a la renovación responsable de la arquitectura del casco urbano de Serrada, al tiempo que garantice la conservación de éste exponente del patrimonio excavado en tierra.

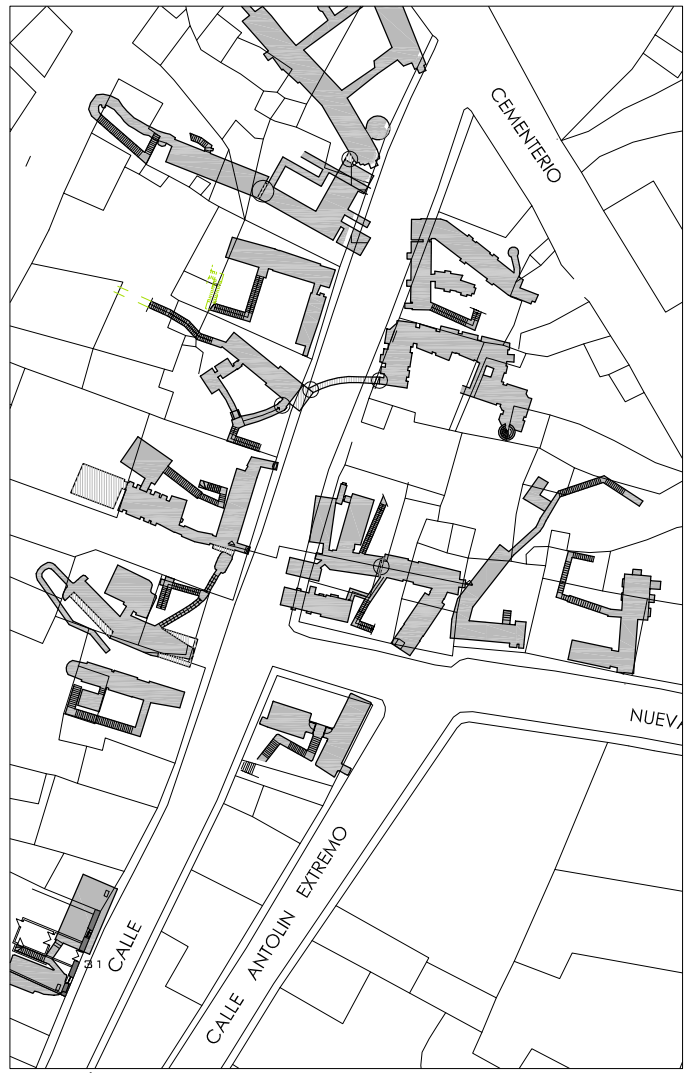
Bibliografía y Notas

(1)JOVÉ, Félix. “Las casas-cueva de Aguilar de Campos. Origen y razón Constructiva” Trabajo de Tesis Doctoral. Se analizan los sistemas y procesos constructivos de la arquitectura subterránea y, en particular, la arquitectura excavada en tierra relacionada con la vivienda.
(2) Se adjunta a continuación algunas referencias Bibliográficas, aunque en la mayoría de ellas el tema está tratado desde una óptica etnográfica asociada a la cultura del vino. IGLESIA BERZOSA, Javier. VILLAHOZ GARCÍA, Alberto. “Viñedo, Vino y Bodegas en la historia de Aranda de Duero”. Ayuntamiento de Aranda de Duero. GÓMEZ LACORT, Enrique. LEÓN PÉREZ, Carmen. SARAS ALONSO, Susana. “Las Bodegas. El acento de un paisaje en Cubillas de Santa Marta”. Ediciones Castilla. Valladolid. DÍEZ ANTA, Santiago.“Las Bodegas en la Provincia de León”. Ed. Caja España. León. FERNÁNDEZ, Jorge Juan. “Bodegas Subterráneas en Zamora”. Ed. Caja España. Zamora. CRUZ, Fray Valentín de la. “Burgos, viña y bodega”. Caja de Ahorros. Burgos.
(3) Elencos Parroquiales (Serrada). Archivo Histórico Provincial
(4) ESTEBAN DE ISCAR, Miguel. “Historia de la villa de Serrada”. (Inédito). Al parecer son numerosas las disputas entre los dos concejos para afirmar su jurisdicción sobre unos lugares y otros. Finalmente Serrada quedaría bajo la de Medina del Campo.
(5) BENNASSAR, Bartolomé. “Valladolid en el Siglo de Oro”.
(6) Esta denominación se viene utilizando desde el siglo XV y aparece recogida en un documento de Serrada de 1513. *“Una soterraña, y otra sotierra, la soterraña es de tres maneras, o cavas en peña, y esta es mejor.../ Otras son so tierra cavadas, donde ay una arcilla, o barro recio, y estas son assi mesmo muy frías....”* Archivo Histórico de Simancas. Doc. Serrada año 1513.
(7) Aspecto que hemos podido confirmar en el estudio histórico. Los albañiles son los mismos que están construyendo la iglesia de San Pedro y alguna de las casonas de ladrillo. Los arcos son apuntados ya que corresponde a maestros albañiles moriscos.
(8) CAMINO, Maria Soledad. “ornamentación y construcción de la arquitectura de ladrillo al descubierto de finales del siglo XIX y principios del siglo XX en Valladolid. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes.
(9) Ensayos efectuados en el Laboratorio de la Junta de Castilla y León. Análisis Granulométrico por tamizado (UNE 103.101). Límites de Atterberg: Límite Líquido y Límite Plástico (UNE 103.103 y 103.104) e Índice de Plasticidad.
(10) JOVÉ, Félix. BASTERRA, Alfonso. “Comportamiento de Bloques de Tierra Comprimida sometidos a diferentes condiciones de humedad”. Actas del II Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra.

Curriculos

Félix Jové. Dr. Arquitecto. Profesor de la Universidad de Valladolid y Codirector del Grupo-TIERRA es el director de este grupo de Investigación formado por profesores y becarios de la Escuela de Arquitectura de Valladolid, está compuesto por los siguientes profesores: María Soledad Camino, Dr. Arquitecto. Alfredo Llorente, Arquitecto. José Luis Sainz Guerra, Dr. Arquitecto y Pedro Olmos, Dr. Ingeniero de Caminos. Y los siguientes becarios-estudiantes: Sukey Chacón, Noelia Cristóbal, Irma Fernández.





SITUACIÓN E:1/1000

LADRILLO PERFORADO SIGLO XX

LADRILLO DE TEJAR SIGLO XVII

TIERRA NATURAL



1) Sisa cimbrada en ladrillo (suelo de piedra)



2) Paños de la boveda



3) Sisa



3) Zarcera en fachada

LAS BODEGAS SUBTERRÁNEAS EN EL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE SERRADA

codigo 061-043192

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

DIPUTACIÓN DE VALLADOLID

Equipo Redactor

DIRECTOR CIENTÍFICO: Félix Jové Sandoval

COLABORADORES: Marisol Camino Olea, Alfredo Llorente Álvarez, José Luis Sainz Guerra, Pedro Olmos Martínez

BECARIOS: Sukey Chacón Noguera, Noelia Cristóbal del Val, Irma Fernández Dueñas

mayo 2005

sección FICHA S1

PROPUESTA TECNICA PARA LA RESTAURACIÓN DE ARQUITECTURA ARQUEOLÓGICA DE ADOBE EN LA COSTA CENTRAL DEL PERÚ

Santiago Rafael Morales Erroch
"Puca Pacha. Asociación para el Desarrollo Cultural"
Jr. Azafrán 1037, Las Palmeras, Lima 39, Perú.
Contacto personal: +34-617610096, agrostor3@yahoo.es.

Tema 2 – Conservación y Património
Palavras clave: Restauración, Arqueología, Arquitectura

Resumen.
El siguiente estudio presenta una alternativa técnica para la conservación y restauración del patrimonio arqueológico inmueble, referido a edificaciones construidas con adobes en la costa central del Perú.
Se plantea el cambio de la técnica de restauración actualmente en uso. por considerar que su aplicación afecta la integridad del documento y su costo es elevado. La alternativa técnica que planteamos permitirá la restauración de elementos arquitectónicos arqueológicos utilizando materiales similares a los originales, pero empleando una técnica diferenciada del original, que a la vez asegure la reversibilidad de la intervención sin afectar al documento, integrándose visualmente al conjunto y reduciendo los costes de inversión.

1 - Preámbulo

Mediante la investigación de los contextos materiales, evidencia de la transformación social del medio, es posible llegar a conocer la idiosincrasia de culturas ya desaparecidas, entendiendo nuestra historia y los procesos que le han dado forma. Este saber nos ha de servir para forjar una sociedad que, al aprender de sus errores y aciertos, considere a cada cultura, indistintamente de su ubicación física o temporal, como un acervo de valores únicos e irremplazables que en su conjunto forman y dan sentido a la humanidad[1].
Es interés de las naciones y el hombre que este Patrimonio común perdure y sea enseñado con la riqueza de su autenticidad, sirviendo su contemplación y conocimiento para la unión y entendimiento entre los pueblos[2]. Por ello, su estudio, preservación y difusión ha trascendido fronteras, elaborándose normas internacionales para unificar los criterios de intervención. Esta normativa sustenta la protección del Patrimonio Cultural en: la Educación, medio imprescindible para lograr la valoración social de la historia y sus evidencias; en las Leyes de los Estados, como garantía de salvaguarda; y en las Normas Internacionales, como instrumento rector que ha de guiar toda intervención[3].
Es preciso recalcar que la restauración de un monumento no debe alterar su unidad, significado y originalidad, que allí donde inicia la hipótesis termina la restauración y que toda intervención ha de ser reversible y registrarse minuciosamente. Trabajos de aplicación técnica, como el presente, son importantes sólo si su desarrollo e implementación están en concordancia con estos criterios.

2 - Contexto Cultural

En el presente artículo tratamos lo concerniente a construcciones edificadas por la Cultura Lima (200-900 DC), desarrollada en la costa central del Perú, en los valles bajo y medio de los ríos Chancay, Chillón, Rímac y Lurín.
La arquitectura de esta cultura se caracteriza por el empleo de pequeños adobes rectangulares, denominados adobitos y manufacturados a mano, con los cuales edificaron ambientes de diverso uso, así como impresionantes montículos piramidales truncos. Estos edificios fueron constantemente remodelados, no sólo para ampliar y elevar las dimensiones del monumento, sino también para colocar entierros u ofrendas.

La técnica constructiva se basa en la disposición de los adobes verticalmente y de lado (técnica de librero), u horizontalmente y con la base expuesta, colocando mortero en los lechos más no en las llagas, asimismo se emplearon distintos tipos de rellenos para el sello de ambientes en desuso. La decoración de los ambientes fue sencilla, limitándose a pintar los pisos y paredes en color ocre amarillo, sin embargo, existen evidencias tempranas de murales (Huaca Culebras) y de enlucidos pintados en varios colores (Huaca San Marcos).
El monumento donde desarrollamos el ensayo técnico es denominado Huaca San Marcos, se ubica en la margen izquierda del río Rímac a una altitud de 65 msnm y a dos kilómetros del litoral. Este edificio es considerado el de mayor tamaño y el más importante del Complejo Arqueológico Maranga. Su estructura está conformada por cinco plataformas centrales y cuatro anexas, el cuerpo central tiene 32 metros de altura, 332 metros de largo, 137 metros de ancho y se orienta 25° hacia el noreste. Actualmente el monumento se encuentra al interior del Campus de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en el distrito del Cercado, Departamento de Lima.

3 - Antecedentes de Restauración

Actualmente la única técnica utilizada, en la restauración de edificios de la Cultura Lima, consiste en reponer los faltantes del elemento a intervenir, lo que significa manufacturar adobes de fábrica nueva, con los cuales completar las partes faltantes en muros u otros elementos arquitectónicos, imitando la técnica original de construcción. Las críticas a esta técnica se han dirigido, básicamente, al trabajo de "restauración" exagerado que han realizado algunos proyectos. Sin embargo, lo más preocupante es que los informes técnicos de estas intervenciones no brindan datos sobre la composición de los materiales utilizados en la nueva manufactura, sobre las posibles alteraciones que supone a la estructura la nueva carga, o los beneficios y costes de su empleo. Asimismo, en algunos casos los adobes nuevos son comprados sin realizarse análisis de composición o manufacturados empleando los adobitos originales. A pesar de lo expuesto, la aplicación de esta técnica se ha difundido con gran facilidad en diversos trabajos.
Encontrar respuestas adecuadas a este tipo de arquitectura es un reto aún pendiente, las intervenciones hasta ahora lo que han hecho o bien es reconstruir o bien realiyar intervenciones que confunden al visitante. La solución técnica debe ir acompañada de una solución estética que no altere la originalidad del monumento y sus elementos.
Nuestra investigación ha fijado su atención en intervenciones efectuadas hace más de 40 años, que plantearon una diferenciación técnica con el original a restaurar. La mayoría de estos trabajos fueron de consolidación y no eran registrados, suponemos que por esa misma razón era necesario poder reconocerlos en el campo, pues el paso del tiempo mimetiza la tonalidad de cualquier intervención con los originales[4].
Ejemplos de estas intervenciones son los trabajos ejecutados por José Casafranca, quien utilizó adobes nuevos, con dimensiones y arcilla diferente de los originales, para intervenir sitios construidos con tapial (Huaca La Palma, Huaca Cruz Blanca); o por el Dr. Hermilio Rosas, quien empleó mortero no sólo en el lecho sino también en las llagas de los muros que restauró con adobes arqueológicos (Huaca San Marcos), diferenciándose con ello de la técnica original.
De la casi totalidad de estas intervenciones no existen registros y, si bien, su presentación estética puede ser actualmente cuestionable, hoy en día son fácilmente reconocibles habiendo conservado el documento original sin falsearlo. Por ello su estudio nos ha servido de sustento para plantear una alternativa de restauración, basada en la reversibilidad de la intervención mediante la diferenciación de la técnica.

4 - Criterios de Restauración.

La propuesta basa su desarrollo en los siguientes criterios:
- La intervención usará materiales similares al original.
Procuramos que no exista una diferencia significativa en el comportamiento de los componentes arquitectónicos, por ello la estabilización de los morteros[5] contempla sólo el uso de aditivos químicamente inertes, como la arena y la grava, asimismo el empleo de cenizas de carbón que conforman un porcentaje significativo en los materiales originales. El uso de otros tipos de aditivos no se considera necesario, pero no se descarta su experimentación en edificios con problemas significativos de humedad y salinidad.
- La técnica de intervención ha de permitir su reversibilidad.
Es imprescindible que nuestro trabajo pueda ser reconocido y retirado con facilidad, garantizando una futura intervención que mejore la técnica empleada o para realizar investigaciones arqueológicas sin dar lugar a confusiones interpretativas. Asimismo, ante un eventual desplome de la estructura es importante reconocer visualmente los daños, observando así la dimensión del deterioro y su impacto sobre originales y partes restauradas. Además, consideramos una posibilidad extrema: el extravío o pérdida por desastre de los registros e informes.
- La presentación final se integrará armónicamente con la visión del conjunto y, a la vez, se diferenciará del original.
La visión de conjunto no será alterada con los trabajos de restauración, más bien, su ejecución facilitará la lectura del edificio. Sin embargo, ciertas características técnicas de los componentes diferenciarán la intervención, siendo reconocible a ojos expertos. Considerando que los paramentos, y no el interior de los muros, son de las partes más afectadas en el edificio, no es recomendable que el público identifique la intervención mediante una diferencia visual en el color, los componentes o con marcas, pues la observación seria la de una falsa realidad y se daría la impresión de una “reconstrucción” en base a restos mínimos de arquitectura.
Teniendo estos criterios como sustento se procedió a plantear una intervención dirigida a restaurar la imagen funcional de los ambientes.

5 - Propuesta de Restauración

El primer ensayo experimental fue realizado en la Plataforma 4 de la Huaca San Marcos, en una sección de tres metros de largo correspondiente a una banqueta construida en la técnica de “librero” (figura 1).
Este elemento arquitectónico fue excavado en 1965, siendo su estado de conservación de un 90%. La exposición a la intemperie sin haber recibido tratamiento provocó su colapso en unos 20 años, conservándose actualmente un promedio de entre 60 a 50% de la estructura, perdiendo además un 90% del paramento. Como primera acción procedimos a consolidar la banqueta, reemplazando los morteros gastados por la nueva mezcla. Ningún adobe presentó salinidad o fractura que hiciera necesario su tratamiento o reemplazo, sólo fueron asegurados para evitar posibles desplomes.
Considerando que nuestra investigación no pretende la “reconstrucción” del monumento, sino que la intención es dotarlo de sus características formales para que pueda ser apreciado y reconocido funcionalmente, procedimos a analizar las alternativas técnicas existentes.
El estudio determinó que el uso de la técnica actual de restauración, que propone el reemplazo de los adobes faltantes imitando la disposición original de los componentes, debía descartarse. Esta decisión se tomó considerando que:

- La recomposición de la totalidad de los faltantes dificulta la reversibilidad.
- La mano de obra y el coste de materiales a emplear es elevado.
- Existe la posibilidad que la nueva carga afecte, a futuro y dependiendo de su ubicación, estructuras inferiores debilitadas.

Luego de una experimentación decidimos que nuestra intervención se haría en base a una nueva técnica, a la cual procedimos a denominar “Restauración por Celdas de Relleno” (REXCER).
El referente utilizado son los llamados “cuartos de relleno”, empleados por la Cultura Lima en la remodelación del edificio arqueológico y cuya función era elevar la estructura del monumento. Para ello se construía un ambiente de tipo cuadrangular cerrado y se rellenaba interiormente con materiales diversos (tierra, piedras, deshechos, adobitos y otros). Algunos recintos se convirtieron en cuartos de relleno al caer en desuso o ser remodeladas las plataformas. La falla de esta técnica sólo se presenta al perderse uno de los lados del cuarto o por el uso de rellenos mal compactados, generándose de este modo el colapso estructural de los ambientes expuestos.
La REXCER viene a ser el empleo de compartimientos rectangulares de dimensión variable y delimitados por adobes nuevos, cuyo interior es rellenado con materiales secos y compactados, siendo las celdas aparejadas en soga para asegurar la estabilidad de la estructura (imagen 2).
Las características de los componentes son las siguientes:
Para la mezcla se utilizó tierra cercana al monumento, de característica arcillosa y macerada en pozas durante 15 días. Se añadió arena gruesa para hacerla más estable. La cantidad fue de 7 partes de tierra por 3 de arena, no se añadió ningún otro material.
La dimensión interna de la celda conserva un largo de 50cm por un alto de 15cm (altura promedio de un adobe). Estas dimensiones, así como la profundidad, varían de acuerdo al elemento a intervenir.
Los adobes nuevos deben manufacturarse en gavera, sus ángulos serán rectos y su tamaño predeterminado. La investigación indica unas medidas de 18x10x8 cm., las cuales diferenciarán de los adobitos originales y permiten un correcto uso de las celdas.
La composición de los materiales de estos adobes aún está en estudio y se baraja la conveniencia o no de manufacturarlos cerca del monumento, aunque la opción más fuerte apunta a utilizar canteras lejanas a los monumentos, debido a la posible presencia de restos arqueológicos en las cercanías. Una característica definida es que la composición y comportamiento ha de ser lo más similar al adobe original.
Las celdas son rellenadas interiormente con desmontes cernidos, obtenidos de las excavaciones arqueológicas y no expuestos al medio (algunas capas superficiales presentan una fuerte alteración por absorción de humedad y sales). Este material es nivelado y compactado en capas para asegurar un adecuado comportamiento y evitar posibles hundimientos. Es importante recordar que estos rellenos no deben contener materiales arqueológicos factibles de ser analizados.
Una vez completada la altura deseada se procederá a “vestir” con adobes nuevos el paramento de la banqueta, imitando la disposición de la técnica original. Estos adobes esconden las celdas de la vista y se unen a ellas con mortero. Los ángulos expuestos de los adobes son rebajados, redondeándolos para que su observación no resulte excesivamente rígida y distinta del original.
No es recomendable realizar un enlucido nuevo, pues no estamos reconstruyendo el monumento. Sin embargo, se presenta un problema para el visitante no familiarizado, los paramentos sin enlucido suelen ser muy parecidos a los interiores de los muros y se presta a confusión. Como solución planteamos que el acabado final de paramentos restaurados desarrolle un efecto visual que lo diferencie y lo haga reconocible al visitante, facilitando la lectura de los ambientes. Para ello se aconseja que los morteros de las juntas de lecho sobresalgan de manera dispareja del paramento, aplicándoles un enfoscado suave que imite restos de enlucido.
El ensayo fue realizado en el verano del 2002 (enero-marzo) y a la fecha su estabilidad es óptima. Estando aún en estudio distintos análisis referidos a composición de materiales, resistencia estructural y alternativas estéticas de acabado. En las figuras 3 y 4 se puede apreciar el proceso de la técnica empleada.

6 - Conclusiones

Nuestra investigación sigue abierta, a la espera de obtener respuestas que aseguren a un 100% el uso de la técnica expuesta. A la fecha podemos adelantar las siguientes conclusiones:

a) El uso de adobes arqueológicos en restauración.

En nuestra primera prueba se utilizaron adobes originales, que nos permitieron experimentalmente acercarnos al comportamiento estructural original. Sin embargo, consideramos que su uso extensivo en restauración debe ser desechado. Técnicamente su empleo, ante posibles desplomes provocados por sismos u otros factores, no permitiría un fácil reconocimiento de la pérdida de originales. Asimismo, la cantidad de adobes en buen estado no alcanza para garantizar las futuras intervenciones. Éticamente el uso de estos materiales arqueológicos no es bien visto por un sector amplio de la comunidad arqueológica, quienes rechazan su reutilización fuera de su emplazamiento original, así como su destrucción para usar la tierra en nuevos morteros. Por ello experimentamos con y recomendamos el uso de adobes de fábrica nueva que garanticen el cumplimiento de los criterios de restauración expuestos líneas arriba.

b) Beneficios de la técnica REXCER

Al construirse las celdas con adobes nuevos de tamaño estandarizado y rellenarse con desmontes cernidos se facilita la reversibilidad y reparación de la intervención, pues la técnica es totalmente diferenciada de la estructura original.

El aprovechamiento del material de desmonte resultado de las excavaciones arqueológicas, reduce ampliamente los costes de restituir los adobes faltantes de la estructura. Además se le concede un uso a los desmontes, material comúnmente desechado, ahorrando mano de obra en su acarreo y la inversión que significaría trasladarlo a botaderos.

c) Ventajas en relación a la técnica tradicional de restauración.

Consideramos que reponer todos los adobes faltantes, imitando la técnica original del elemento arquitectónico, dificulta ampliamente la reversibilidad de la intervención, además de involucrar una cantidad excesiva de adobes y costo.

En la banqueta restaurada, que presentaba un faltante de poco más del 50%, la técnica tradicional habría invertido un total de 540 adobes, nuestra técnica de Celdas involucró un total de 263 adobes, lo que representa un 52% menos y, por consiguiente, una reducción significativa en los costes de inversión.

d) Aplicación de la técnica REXCER.

Por el momento consideramos que la técnica puede aplicarse, con mínimas modificaciones, a elementos arquitectónicos como muros, banquetas, escaleras, rampas y pisos, así como en rellenos expuestos. Sin embargo hacemos notar que aún están pendientes las pruebas de sismoresistencia, que confirmarían la calidad de la técnica, por ello su uso generalizado en estructuras de gran dimensión aún se plantea con reservas. Tambien se han realizado pruebas en muros de tapia, con buenos resultados.

e) RECOMENDACIÓN FINAL.

Debemos entender que nuestro trabajo está al servicio del Patrimonio Cultural, por ello es prioridad mantener un minucioso registro y respetar la normativa internacional, ahorrando tiempo y experimentación a las futuras intervenciones en restauración.

Bibliografía

AGURTO CALVO, Santiago (1984) "*Lima Prehispánica*". Municipalidad de Lima, Lima, Perú.

CASTELLANOS ÁVILA, Carolina. (1999) "*Conservación de arquitectura de tierra*". Revista Antropológicas 16, Instituto de Investigaciones de la Universidad Autónoma de México.

GONZÁLEZ-VARAS, Ignacio (1999) "*Conservación de Bienes Culturales. Teoría, historia, principios y normas*". Manuales Arte Cátedra, Ediciones Cátedra, Madrid, España.

INSTITUTO ANDALUZ DEL PATRIMONIO HISTÓRICO (1992) "*Conservación arqueológica: reflexión y debate sobre teoría y praxis*". Cuadernos 3, Conservación arqueológica, Instituto Andaluz del Patrimonio Arqueológico, Sevilla, España.

MORALES ERROCH, Santiago; Ernesto LÁZARO, Alfonso LLERENA. (1992) *"Informe de los trabajos de conservación en el sector 9 y 11*". Taller de Arqueología II, Escuela Académico Profesional de Arqueología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

MORALES ERROCH, Santiago (2004) "*Restauración de monumentos arqueológicos de adobe. Una técnica alternativa de intervención*". Actas del VII Congreso Internacional de Rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación, CICOP, Julio 2004, lanzaarote, España.

NARVÁEZ LUNA, José Joaquín (1999) "*Proyecto de Investigaciones Arqueológicas en la Huaca San Marcos. Resultados Preliminares*". Boletín del Museo de Arqueología y Antropología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Vol. II, Nº 2, Lima Perú.

SHADY SOLÍS, Ruth; José Joaquín NARVÁEZ. (2000) "*Historia Prehispánica de Lima. Arqueología de la Huaca San Marcos*". Museo de Arqueología y Antropología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

SAMANEZ ARGUNEDO, Roberto. (1993) "*La restauración de estructuras de adobe en los monumentos históricos de la región andina del Perú. Tecnología apropiada en la conservación del Patrimonio cultural*". Oficina de Asuntos Culturales de COFIDE, 1ra edición, Lima, Perú.

TELLO, Julio C. (1999) "*Lima antes de Pizarro*". En Arqueología del Valle de Lima, Cuadernos de Investigación del Archivo Tello, Nº 1. Museo de Arqueología y Antropología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

ZEVI, Bruno. (1999) "*Leer, escribir, hablar arquitectura*". Ediciones Apóstrofe, Barcelona, España.

Notas

(1) Declaración de México, Conferencia mundial sobre políticas culturales, 1,982: "cada cultura representa un conjunto de valores únicos e irremplazables, ya que las tradiciones y formas de expresión de cada pueblo constituyen su manera más lograda de estar presente en el mundo".

(2)Carta de Venecia, 1,954: "las obras monumentales de cada pueblo... la humanidad las considera como un patrimonio común"

Carta de Nueva Delhi, UNESCO, 1,956. "los sentimientos inspirados por la contemplación y el conocimiento de las obras del pasado pueden facilitar en gran manera la comprensión mutua de los pueblos"

Convenio de San Salvador, OEA. 1976: “es obligación transmitir a las generaciones venideras el legado del acervo cultural; la defensa y conservación de este patrimonio sólo puede lograrse mediante el aprecio y el respeto mutuo de tales bienes...”

(3)Algunas de las normas internacionales: La Convención para la protección mundial, cultural y natural, UNESCO, 1,972; La Convención de San Salvador, OEA. , 1,976; La Carta de Atenas, CIAM, 1,931; La Carta de Nueva Delhi, UNESCO, 1956; La Carta de Venecia, 1,964; Declaración de Nairobi, UNESCO, 1,976; La Carta Internacional para la gestión el patrimonio arqueológico, ICOMOS, 1,990; entre otros.

(4)En 1993 se realizó una consolidación en el Sector 11 del Campus de la Universidad, en aquella oportunidad se realizó una recomposición usando adobes arqueológicos e imitando la técnica original. El trabajo recibió un acabado blanquecino con agua de cal para diferenciarlo del original. Hoy día no se aprecia diferencia de coloración.

(5)Término utilizado para describir los métodos físico y químico empleados para mejorar las características de las mezclas utilizadas. Su objetivo es reducir la porosidad, incrementar la permeabilidad y mejorar la resistencia física.

Currículo

El autor ha desarrollado investigaciones en proyectos de arqueología y restauración en Perú y Bolivia. Como miembro de “Puca Pacha. Asociación para el Desarrollo Cultural”. desarrolla investigaciones sobre restauración patrimonial e identidad. Ha estudiado Arqueología en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, y posée un Máster en Rehabilitación del Patrimonio por el Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio, España.



FIGURA 1
Estado original de la banqueta a intervenir.
Obsérveselos deterioro por desplome de los componentes



FIGURA 2
La técnica de Restauración por Celdas



FIGURA 3
Estructura interna de la técnica de rstauración



FIGURA 4
Procedimiento final y acabado con la técnica de restauración por celdas

LAS CONSTRUCCIONES TRADICIONALES EN BARRO COMO PATRIMONIO RURAL EN LA TIERRA DE CAMPOS (CASTILLA Y LEÓN. ESPAÑA)

José Luis Alonso Ponga
Universidad de Valladolid
Pza. del Campus s/n 47011 VALLADOLID
Tfno. +34983423000 Ext. 4217 Fax 983 42
E-mail: ponga@fyl.uva.es

Palavras clave: Patrimonio, Mundo rural, Popular, Teoría sobre arquitectura popular**.**

Resumen: En este artículo se aborda la problemática cuestión de la arquitectura del barro. Sus valores como elemento cultural de una sociedad en cambio continuo. Estrategias de creación de la arquitectura del barro como patrimonio cultural. La necesidad de plantearse su estudio y puesta en valor desde una perspectiva global.

La Tierra de Campos es una amplia región que ocupa el centro de la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Región formada por arcillas, carente de piedra, que solo aparece en los rebordes de los montículos que la circundan. No tiene ríos importantes, apenas algunos riachuelos de escaso estiaje que se secan prácticamente en el verano (Plans, 1970; Peña Sánchez, 1975; Leguey-Rodriguez, 1970). Sólo el Cea la bordea por el norte, separándola de otra subcomarca, Los Oteros que la une al Esla. El gran río que riega algunas tierras del norte de la comarca, y que hoy día, regulado su caudal en la cabecera por el pantano de Riaño, embalsa el agua para abastecer a los diminutos afluentes terracampinos, el Sequillo y Valderaduey. Carece de arbolado, a lo sumo algunos chopos escuálidos a la vera de algún regato, o junto a los escasos pozos que alimentan pequeñas y raquíticas huertas. Las arcillas son abundantes, pero la escasez, por no decir carencia absoluta, de combustible, ha impedido la fabricación de materiales en barro cocido, como la teja y el ladrillo, determinando, en buena medida, el desarrollo de la arquitectura del barro o tierra cruda. La escasez de madera obliga a un llamativo ahorro en las estructura de los edificios. No aparecen entramados de importancia. Se utiliza en las cubiertas, con tacañería, hasta el punto de montar los tejados sobre viguería rala que sostiene una base de cañizos y juncos para sujetar la teja. Sin embargo el ahorro de la madera en las estructuras contrasta con el uso masivo en los soportales de las villas y pueblos de cierta importancia como Medina de Rioseco, Villalón, Melgar de Arriba, Frechilla… formados por largas hileras de columnas con zapatas de gran belleza y variedad, de tradición mudejar, y canecillos labrados que sostienen los pisos superiores volados hacia la calle.

La arquitectura del barro en la Tierra de Campos, es la del adobe y el tapial. Este último más abundante, sirve para levantar las humildes viviendas campesinas, pero aparece también en muchos edificios nobles, iglesias y palacios. Se trata en estos casos de tapia acerada, mezclada con cal -reforzada entre cajones de ladrillo-, de anchos codales, con elegantes revocos de cal.

No es mi intención hablar aquí del uso que se hace de estos materiales en las diferentes capas sociales, ya que, como es de sobre conocido, desde la antigüedad, la tierra cruda se emplea al mismo tiempo en mansiones lujosas y cobertizos miserables. Mi intención es mostrar las estrategias seguidas para elevar las construcciones tradicionales de barro a la categoría de patrimonio rural en La Tierra de Campos, ver hasta qué punto se ha conseguido y poner de manifiesto las causas del relativo fracaso.

1 - Un equívoco sobre el patrimonio rural:

Cuando hablamos de patrimonio rural, estamos haciendo alusión, aunque sea de una forma inconsciente, a un tipo de patrimonio que aparentemente sólo se puede

encontrar en el campo. Aludimos a una vieja teoría según la cual lo rural es sinónimo de lo popular y a veces de lo tradicional. Esta teoría que está ampliamente desmentida en otros ámbitos de la Antroplogía Cultural, sin embargo parece que aún funciona en los estudios de arquitectura tradicional. Este enunciado hace referencia al patrimonio rural como patrimonio del pueblo, (otro concepto de difícil definición) haciendo alusión a un colectivo anónimo, al que se le presupone escasa o nula formación académica, un cierto atraso respecto a la moda imperante y una incultura letrada; pero que posee, por el contrario, una gran sabiduría adquirida gracias a su inteligencia natural. El patrimonio rural sería el cúmulo de productos culturales, -en nuestro caso de manifestaciones arquitectónicas-, que encontramos en lo pueblos debidas a generaciones de "maestros anónimos", algo que desde mi punto de vista es cuestionable (Alonso Ponga, 2002).

Se puede hablar de patrimonio cuando las obras a las que nos referimos, son reflejo de las ideas que el grupo tiene de sí mismo, y sólo en la medida en que sirven como espejo de sus categorías económicas sociales y culturales. En la mayoría de los tratados al uso, cuando se habla de arquitectura del barro, se hace casi siempre tomando como ejemplo las construcciones modestas. Casas pequeñas de pocos vanos, y tapiales de escaso grosor, pertenecientes a campesinos de menguada riqueza o a pobres jornaleros, que contrastan con edificios similares de economías pudientes dentro del mismo lugar, y que, en el caso de la comarca que nos ocupa, tienen algún material cerámico en la fachada o recercando los vanos de puertas y ventanas.

2 - Los maestros albañiles:

Los edificios que podemos admirar en los pueblos, no son obra de "maestros anónimos" sino de personas perfectamente identificables, con unos perfiles humanos y formativos concretos. La construcción tradicional era, o una autoconstrucción, o una construcción encargada a algún albañil cuyos conocimientos de arquitectura podían ser más o menos profundos. De hecho había toda una gama de personas dedicadas a la construcción, entre las que encontramos maestros albañiles que conocían el oficio por tradición, y otros, mucho más sabios, que tenían conocimientos de arquitectura. Los maestros albañiles mantuvieron, prácticamente hasta su extinción – con el cambio de la vida tradicional a la industrial los albañiles se hicieron "constructores" adecuándose a las nuevas exigencias sociales, o desaparecieron- un sistema casi gremial. El maestro, en posesión de unos conocimientos poco comunes, tenía a su cargo operarios que trabajaban con él como aprendices y le seguían hasta que ya conocían suficientemente las técnicas del oficio. El aprendiz trabajaba sólo por la comida y el cobijo. Su fuerza de trabajo al servicio del maestro era el pago por las enseñanzas recibidas. Este sistema estuvo vigente en La Tierra de Campos hasta los años cincuenta del siglo pasado. Aprender un oficio, significaba, casi siempre, salir del círculo del proletariado campesino al que estaban abocados la mayoría de los habitantes de estas campiñas. Sin embargo, por razones que son largas de explicar, no eran muchos los que salían de él.

El maestro no era autodidacta, sino depositario de una tradición transmitida de una generación a otra, que arranca de tratados clásicos de arquitectura -no es raro encontrar entre los papeles de los viejos maestros dibujos que son reproducciones de Juan de Villanueva y otros- y que se actualizaba con la adquisición de nuevos conocimientos que a su vez transmitía a los discípulos. Su formación no era sólo un compendio de reglas rígidas que aplicaba de manera automática, dominaba un amplio abanico de soluciones prácticas que se enriquecían con la experiencia diaria y con los conocimientos científico-técnicos a los que tenían acceso. Los datos recogidos en trabajo de campo en esta comarca me hacen pensar que es necesario reflexionar sobre la deuda que tienen estos maestros con las obras clásicas, al tiempo que muestran la capacidad de innovación, o por mejor decir, de adecuación al terreno y a

las necesidades concretas de los usuarios . No en vano este es uno de los grandes valores, sino el principal, de la llamada arquitectura tradicional (Flores, 1947).

3 - Valoraciones Emic- etic de la arquitectura tradicional:

La valoración de la arquitectura tradicional se basa, según algunos planteamientos evidentemente reduccionistas, en el enraizamiento que se le supone al hombre del mundo rural con sus tradiciones y sus costumbres. Este es un a priori de folkloristas románticos que no responde a la realidad.

Las construcciones de barro de la Tierra de Campos son portadoras de unos valores técnicos y culturales de los que, al parecer, no son conscientes ni los autores ni sus propietarios. Son valores enunciados desde la ciudad, por teóricos que ven en los edificios soluciones curiosas, llamativas, dechados de sabiduría ancestral, de gran belleza etc. Dando la impresión de que según estas apreciaciones, en el pueblo se arrinconan valores que no se pueden mantener en la ciudad.

No es difícil demostrar que casi todos los elementos y productos de arquitectura tradicional – soportales de madera, zapatas, entramados y aleros -, en otro tiempo abundantes también en las ciudades, se han derribado y se derriban en las capitales de provincia, mientras se exige que se respeten en el mundo rural, como un patrimonio que nos afecta a todos.

La percepción de los propietarios es diferente. Estas construcciones son símbolo de pobreza y atraso. De hecho en el mismo núcleo rural han visto, durante generaciones, cómo el rico cambiaba tanto la estructura como los materiales de los edificios adecuándose a las modas imperantes.

Así pues se fía la conservación de una arquitectura a propietarios que no se ven reflejados en ella ni aceptan los valores que pretenden los de fuera.

Estas construcciones, dada la vulnerabilidad de sus materiales requieren un mínimo mantenimiento de embarrado y protección contra las humedades. Labor que el propietario ejecutaba con celo y cariño, cuando los edificios estaban en uso. El problema surge cuando carecen de utilidad aparente. Ningún grupo mantiene elementos culturales superfluos. Perdida la finalidad para la que fueron creados, se afianzan más las valoraciones negativas, porque los antiguos propietarios ven en ellas solamente obras que les recuerdan la vida dura de la que finalmente con esfuerzo y trabajo lograron escapar. Dejar el mantenimiento de un patrimonio a gente que no lo percibe como tal, sino que por el contrario ve en él connotaciones que no quiere ni recordar, no deja de ser una curiosa manera que tiene nuestra sociedad de conservarlo. Se impone, pues, una nueva interpretación y relectura de un patrimonio aparentemente sin sentido.

4 - Nuevas valoraciones de viejas construcciones:

Después de la primera oleada iconoclasta en la que el pueblo intentó olvidar su pasado de precariedades, se pasó a la sobrevaloración de todo lo que significaba tradición. Una exaltación desmedida y a veces también acrítica de todo aquello que podía ser reflejo de otros modelos de vida, de otras maneras de hacer, diferentes a las nuestras. Poniéndolas como ejemplos a una sociedad más desarrollada, pero aparentemente menos satisfecha. La revalorización no se hizo por los propietarios que habían vivido en esos contextos, sino por una segunda generación que empezó a ver la arquitectura popular con otros ojos y por críticos foráneos. La resemantización de las obras, arquitectónicas en este caso, llevó a la hiper-valoración de todo lo que no estaba hecho con métodos industriales, de todo lo que había surgido del anonimato, del saber “ancestral”. Se retomó desde una perspectiva romántica, una exaltación de la conocida frase ¡”qué bonito y cuanta sabiduría encierra lo de antes!. Los interesados colaboraron porque no estaban en juego ni sus intereses, ni su idiosincrasia, ni se ponía en entredicho su modernidad. La valoración renacía como rescate de unos

conocimientos atemporales que no exigían implicaciones personales ni sacrificios económicos. Se leía en otras coordenadas, en las que incluso los protagonistas, se sentían reforzados, ya que se valoraba su cultura, la rural, formando parte de la "otra cultura", la hegemónica. En el proceso de recuperación se establecieron escalas: La base de todo fue la técnica. Hubo una obsesión por conocer las técnicas del adobe y el tapial, utilizadas por los albañiles. En sucesivos trabajos de campo se recogieron las "maneras de hacer" de los viejos maestros albañiles, anotando especificidades y localismos. Con los resultados se elaboraron teorías sobre el patrimonio arquitectónico tradicional. Se recuperó esta cultura como base de diferenciación local, como sustentadora de identidades menores. Cada comarca, y a veces cada localidad, pretendieron erigirse en el centro de la sabiduría de esta ciencia. En núcleos imprescindibles para el conocimiento de las técnicas y los resultados de unos trabajos. Desde esta perspectiva se recuperaron "barreras" (lugares de extracción de la tierra para los adobes) y se ensayó el rescate de modelos tipológicos usados por los protagonistas.

A todo ello ha contribuido la creación de discursos en los que se valoran las características de esta arquitectura en relación con los materiales y el medioambiente. Los materiales vienen de la tierra y vuelven a ella, no contaminan, crean pueblos y agrupaciones en los que el caserío se mimetiza con el entorno, en el que reina un equilibrio medioambiental envidiable y envidiado en una época como la actual en la que nuestra sociedad lucha por la recuperación de valores ecológicos.

El rescate se hizo en función de una recuperación de la memoria oral, y también escrita, pero transmitida oralmente. En ella aparecen continuamente referenciados los edificios rurales, casi nunca los urbanos, en cuanto deudores de la tierra cruda.

La selección de los edificios en tierra cruda y su salvaguarda se ha hecho desde las instancias culturales superiores. Desde Fernández Balbuena , pasando por Torres Balbás y todos los estudiosos de la arquitectura tradicional han cargado las tintas sobre el valor excepcional de estas construcciones. Su conservación se plantea a varios niveles teniendo presente modelos y paradigmas que arrancan de los intereses de las élites que producen estos discursos. Entre los cuales están el de ser portadoras de saberes ancestrales, el de su adecuación a la tierra, el de mostrar el desarrollo de los núcleos rurales a través de estas construcciones etc.

Dentro de los valores de la arquitectura tradicional, está la variedad de edificios construidos con estos materiales, que están en relación con las actividades de la vida cotidiana de los pueblos. La economía, la sociedad, el mundo de las creencias etc., tienen su reflejo en los pueblos de la Tierra de Campos. Los núcleos urbanos se configuran en función de unos parámetros y unos intereses propios de las necesidades del hombre para el que están hechos. Los núcleos rurales, con otros intereses, solucionan sus problemas desde otras perspectivas. La dicotomía rural-urbana a la que aludíamos al comienzo no está tanto en el empleo de unos materiales u otros, sino en función de dónde y cómo se utilizan. De las soluciones que se dan a problemas aparentemente similares, de las necesidades del propietario y de la posibilidad de manejar su espacio.

El campo se ha convertido en un gran espacio resemantizable a través de las construcciones que se conservan. La ermita perdida en la llanada, fija un término, anuda símbolos a través de los cuales, los lugareños se sienten unidos a ese territorio. La ermita tiene un valor arquitectónico incuestionable, como reflejo de técnicas constructivas de barro con alguna parte, generalmente la portada, de ladrillo, pero además posee un valor referencial, que se manifiesta en las creencias que aglutina, en las leyendas de que es portadora.

Los palomares tienen fundamentalmente un valor estético porque con sus formas y volúmenes rompen la aparente monotonía tipológica de las otras construcciones del barro. La variedad de alzados, la belleza de los remates, los conjuntos que aparecen a la entrada o salida de los núcleos rurales, refuerzan el

paisaje antropizado, hasta el punto de construirlo simbólicamente con la creación de metalenguajes que operan con categorías estéticas, pero sobre todo patrimoniales. El palomar destaca como representación de una economía agraria en la que las palomas tienen una gran importancia en la gastronomía, pero también una valoración histórica en cuanto que son edificios utilizados desde antiguo, reflejo de unas actividades agropecuarias heredadas del mundo romano (Alonso Ponga, 1996). Sobre ellos actúan los maestros albañiles, responsables últimos de estas construcciones, de su variedad y riqueza estética. Pero a su vez, como en una superposición de mensajes, sobre ellos han actuado los intelectuales, elevándolos a la categoría de emblema de las llanuras.

Hay un círculo que parte de las construcciones de los maestros, las arquitecturas anónimas, que a su vez interpretan las necesidad de los usuarios porque trabajan, nunca mejor dicho, a pie de obra, se hacen eco de sus inquietudes. Los productos de los maestros son reinterpretados por los propios usuarios que los hacen evolucionar de acuerdo con sus necesidades más inmediatas (la inmediatez es uno de los valores de la arquitectura tradicional). Este producto creado desde la tradición, y evolucionando en una adecuación constante, se reinterpreta desde las élites foráneas, las cuales crean sus propios discursos que funcionan como metalenguajes referidos a los edificios y al urbanismo que configuran. Estos discursos, a veces, calan en los descendientes de los usuarios que los hacen suyos, entonces los edificios no se conservan, de lo contrario, se abandonan.

El peligro está cuando esas élites no se interesan por los valores complejos que encierran los edificios y sólo se fijan en algunos aspectos más llamativos para el especialista. Cuando, por ejemplo, se interesan sólo por los aspectos tipológicos, para crear un banco de plantas y alzados, de soluciones más o menos curiosas. Si se valora en toda su complejidad, como manifestación de un colectivo, de un pueblo, de una comarca, base de identidad del grupo que lo ha producido, éste quiere mantenerlo porque se considera su propietario , ya que, a través de estas manifestaciones, se perpetuan la historia, los modos de vida y la cultura de sus antepasados. Esta base identitaria es la que debe manejarse con más asiduidad para la recuperación y conservación de técnicas y soluciones arquitectónicas dentro de la Tierra de Campos.

Estos edificios han perdido la función para la que fueron creados, su salvaguarda depende de las nuevas utilidades que sus propietarios reales (los dueños) o los nuevos (la sociedad que se interesa por ellos) sea capaz de atribuirles. La utilidad no es física, el edificio no sirve para lo que fue creado, ha quedado obsoleto, la casa tradicional no responde a las necesidades de los nuevos moradores, el palomar no tiene rentabilidad económica. Los soportales no cumplen su misión y su mantenimiento es caro, las casetas de eras y viñas son un estorbo para las labores agrícolas o un impedimento para el desarrollo de los nuevos barrios. Debemos repensar la realidad, investigar la historia, recoger las técnicas, pero sobre todo dotar a los edificios de nuevos valores “patrimnoalizarles”, hacerles ejemplos y ejemplares alrededor de las cales la sociedad, los propietarios, los usuarios y admiradores creen y recreen su identidad. Tenemos que trabajar para que lleguen a ser depositarios de los múltiples valores que se exige de ellos. Desde este punto de vista, los edificios resultan plurisémicos, son un conjunto de técnicas usadas por un colectivo, al servicio de un grupo, que los ha utilizado y los enriquece con sus múltiples significados de uso, a través de los cuales pone de manifiesto el desarrollo del grupo como tal.

La patrimonialización consiste en la capacidad de reinterpretar y poner en valor todos los aspectos culturales y sociales de que son portadores los edificios. El patrimonio rural tiene que ser el reflejo de todos los grupos que han intervenido en su creación. La arquitectura popular deviene patrimonio rural cuando pone de manifiesto el complejo mundo en el que se sustenta, que a su vez arranca de la capacidad de admiración y reconocimiento de los papeles que tiene cada grupo que ha actuado sobre él.

La puesta en valor de este patrimonio exige tener en cuenta todas estas variables. Sólo cuando el visitante logre apreciarlas podremos decir que estamos ante un verdadero patrimonio rural, de lo contrario seguiremos con estudios taxonómicos cuando no colecciones de soluciones raras y curiosas.

Bibliografia

ALONSO PONGA, J.L. (1986, 1988, 1994). "La arquitectura del barro". Junta de Castilla y León. Valladolid. .

- (1991). **"**Arquitectura popular leonesa". León

- **(**2002) *"De arquitectura humilde a patrimonio cultural: Nuevas anotaciones a la arquitectura del barro"*, en **"**En torno a los oficios Tradicionales". León, pp. 45-66.

BENITO MARTÍN, F.: (1998) **Arquitectura Tradicional de Castilla y León.** Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente y ordenación del Territorio. Europa Artes Gráficas. Salamanca.

FEDUCHI, L: (1974) "Itinerarios de arquitectura popular española". Ed. Blume, Barcelona.

FERNÁNDEZ BALBUENA, G.: (1922)*"La Arquitectura humilde de un pueblo del Páramo Leonés".* En "Arquitectura". Órgano oficial de la Sociedad Central de Arquitectos. Revista mensual ilustrada. Año IV, nº 38, Madrid.

FLORES, C. (1974) "Arquitectura popular española". T. III, Madrid.

GRACIA GRINDA, J. L.: (1991) "Arquitectura popular leonesa". Diputación Provincial de León. Madrid, 2 vols.

LEGUEY, S., RODRIGUEZ, J.: (1970). *Estudio de las terrazas y sedimentos de los ríos de la cuenca del Esla".* En "Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural" (Geología)**,** 68, nº 1-2.

TORRES BALBAS, L.: (1934) "La vivienda popular en España", en "Folklore y Costumbres de España" (Dir. por Carreras y Candí). Barcelona.

ORTIZ SANZ, J.; REGO SANMARTÍN, T.; CAÑAS GUERRERO, I.: (2001)"La casa de corral: emblema de las construcciones agrarias tradicionales en Castilla y León". Junta de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería. Imprenta Casares. Valladolid.

PEÑA SÁNCHEZ, P.: (1975)**.** "Crisis rural y transformaciones recientes en Tierra de Campos". Valladolid**.**

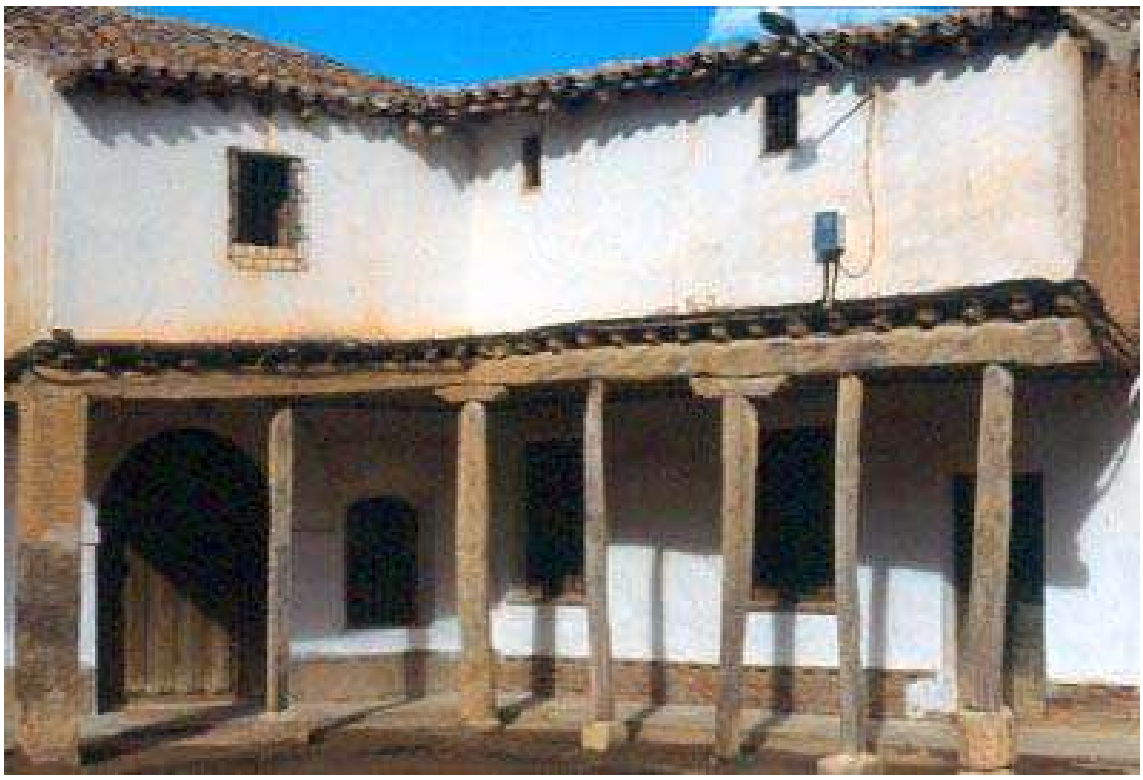
PLANS, P.: (1970) "La Tierra de Campos". Madrid.

PONGA MAYO J. C.; RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, Mª A.: (2000) "Arquitectura popular en las comarcas de Castilla y León"**.** Consejería de Educación y Cultura. Junta de Castilla y León. Valladolid.

Currículo

Profesor Titular de Antropología Social de la Universidad de Valladolid. Director de la Cátedra de Estudios sobre la Tradición. Entre las publicaciones sobre el tema señala:

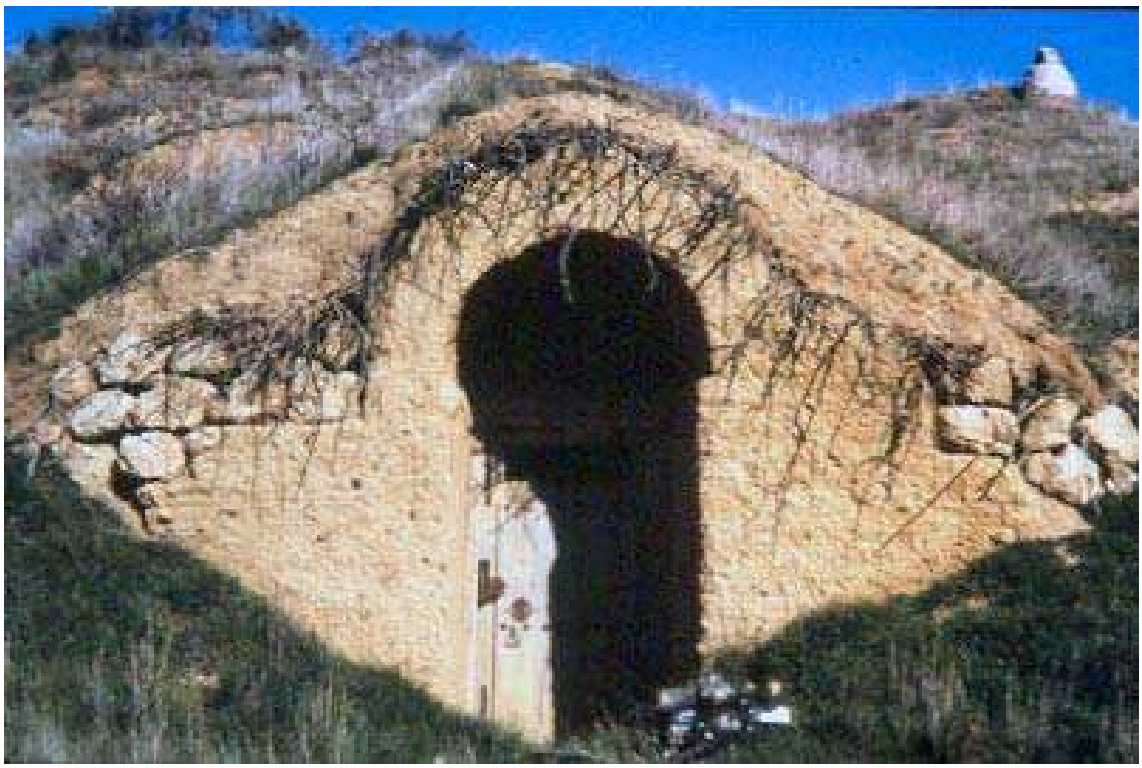
- 1986, 1988, 1994. La arquitectura del barro. Junta de Castilla y León. Valladolid. A new edition of this book is predicted next.
- 1991. Arquitectura popular leonesa. León
- 2002 "De arquitectura humilde a patrimonio cultural: Nuevas anotaciones a la arquitectura del barro", in En torno a los oficios Tradicionales. León, pp. 45-66.
- 1990 "Construcciones de barro en la Tierra Llana leonesa", En CEA GUTIERREZ, A. et Al. (coord.) Arquitectura popular en España. Actas de las jornadas 1-15 de Diciembre de 1987.
- "La arquitectura del barro en las comarcas leonesas", en Jornadas sobre arquitectura tradicional en León (in press).



Soportales, Frechilla (Palencia)



Palomar, Villafáfila (Zamora)



Entrada a una bodega en Alcuetas (León)



Sta. Mª del Monte de Cea. (León)

O solo-cal: uma visão histórica e documental

Mário Mendonça de Oliveira
PPG-AU/Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo
EPUFBA/Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia
NTPR/Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração
Rua Aristides Novís, 2 (Federação) CEP. 40 210-630 – Salvador, Bahia - BRASIL.
Tel.: +55 71 3203 9858; Fax: +55 71 3359 2637; E-mail: mmo@ufba.br

Tema 2: Conservação e Património.
Palavras-chave: solo-cal, memória do solo-cal, história do solo-cal.

Resumo
Partindo-se da constatação da necessidade cultural do resgate da memória do antigo **fazer**, procura-se demonstrar a importância do emprego do solo-cal nos edifícios, desde a antiguidade até os tempos modernos. Nesta investigação documental, dentro dos limites admitidos pela comunicação, busca-se entender as afirmativas claras ou sugestões do uso deste material e para subsidiar esta regressão, procura-se também entender o porquê da falta de recomendações desta técnica nos tratados clássicos mais antigos de arquitetura, desde o *De architectura* de Vitrúvio Pollio, até o texto de Scamozzi. Através deles são comentadas e interpretadas referências, explícitas ou veladas, feitas em alguns textos que recomendavam o uso da cal como estabilizante do solo, não somente de autores do Renascimento, como de proeminentes engenheiros militares. Sobre estes últimos, que pontificaram como os grandes construtores dos séculos XVII e XVIII, enfatiza-se a decisiva contribuição para o emprego do solo-cal, entre os quais alguns portugueses que passaram a sua vida no Reino, mas também outros que exerceram a sua profissão no Além-mar. Para finalizar o argumento são apresentadas e comentadas algumas análises laboratoriais preliminares de materiais de construção, de terra, onde foram encontrados indícios de utilização da cal como estabilizante, tanto em obras fortificadas muito antigas, quanto em construções do século XIX.

1. Considerações iniciais

Seria até ocioso destacar a importância da cal e do cimento portland como estabilizantes do solo, cujo emprego se consagrou em diversos setores da construção civil, até mesmo na arquitetura moderna, que se tem valido deste expediente para obter um material confiável e de baixo custo. É, por isto mesmo, assunto assaz estudado do ponto de vista científico e tecnológico, mas, como ciência, não anda ou não deveria andar sem a cultura. Há cabimento, sempre que se avança na investigação dos materiais, procurar lançar um olhar sobre o passado, pois, como dizia Philibert de l'Orme, isto seria necessário *pour rendre raison de ce qu'il faict, & cognoistre les causes, & progres d'une chacune chose appartenant à l'Architecture* (ORME, 1561: 10) (1). Isto significa o resgate da memória do **fazer** e uma contribuição para a historiografia da ciência e da arquitetura. Como, porém, o cimento é de memória mais recente, vamos refletir neste texto somente sobre a cal.
Sabe-se que, embora se conheçam, razoavelmente bem, as propriedades físicas do emprego dos referidos aditivos ao solo, ainda temos que avançar muito no conhecimento do que se passa na intimidade do material e de muitos dos fenômenos químicos que se manifestam com tais misturas. Grosso modo, conviria lembrar que, principalmente em virtude da dimensão das partículas dos argilominerais do solo e da sua estrutura lamelar, os cátions (de maneira particular do Ca^{++} e do Mg^{++}), que fazem parte da cal, provocam a saturação dos argilominerais do solo, aumentando-lhes a estabilidade. Suspeitemos, todavia, que outros elementos componentes da mistura

possam ter alguma influência no processo, através de resultados que obtivemos em estudos sobre composição de cales (OLIVEIRA et al. 2000: 511-516). Sabe-se, igualmente, que desta mistura são detectadas formações de neo-silicatos e aluminatos hidratados de cálcio, que são positivas para a melhoria das propriedades do solo, levando-se também em conta que há certa contribuição da carbonatação do $Ca(OH)_2$, a substância básica da cal apagada (extinta) (OLIVEIRA et al., 1990: 166-170).

2. As fontes históricas do processo

A intuição e o empirismo que comandaram o desenvolvimento das ciências no passado nos induzem a pensar que o método e as vantagens de se utilizar o solo-cal deveriam ter tido um emprego destacado desde a mais remota antiguidade, pois os construtores não poderiam ter deixado de observar a mudança de propriedades do terreno que se encontrava em contato com a cal, especialmente nas "fossas" onde ela era extinta. Note-se que os romanos, por exemplo, dominavam conhecimentos muito mais sofisticados, como o emprego das terras vulcânicas e dos pós de cerâmicas nas argamassas (Vitruvius Pollio: 1041), em virtude de suas propriedades pozolânicas. Contudo, mestre Vitrúvio é de um silêncio tumular sobre o emprego da cal com a terra para serem usados, em conjunto, como material de construção, talvez porque não recomendasse o uso da terra nas construções urbanas, doutrina acompanhada pelos tratadistas seu seguidores, o que pode explicar o distanciamento destes escritores do assunto. Isto não impediu que muitos outros povos, entre eles nossos ancestrais portugueses, a semelhança dos mouros que se instalaram na península ibérica, empregassem largamente as construções de terra, e não apresentassem qualquer restrição ao emprego das argamassas de barro (2), o que fizeram muito bem.
Mas, tornemos ao nosso argumento. Refere-se Epitácio Guimarães, um dos defensores incondicionais da cal no Brasil, que o solo-cal foi empregado na Via Ápia feita pelos romanos e em algum local da muralha da China (GUIMARÃES, 1997: 23), ambas em período pré-cristão, sem contudo explicitar a origem de suas afirmativas. Conhecemos, porém, referências um pouco mais precisas que nos foram dadas por Orlandos, quando comenta informações de Plutarco sobre a execução de muralha de proteção da cidade de Atenas (PLUTARQUE, 1951: 1095). Estas defesas foram parcialmente executadas em terrenos úmidos e pantanosos graças à estabilização feita com cal, segundo uns tradutores, ou com calhaus (pedras de mão), segundo outros. A razão desta divergência está no termo **χάλιξ** (feminino singular) a que ele admitiu o significado tardio de **cal**, enquanto a declinação em masculino plural era a forma como Plutarco se referia a **calhaus**, como chamam a atenção ilustres exegetas do famoso historiador, entre eles Nissen e Blümner. Complementa o comentário dizendo que *é mais natural secar terras pantanosas com calhaus, como nos nossos dias, do que com cal* (ORLANDOS, p.137). Confessamos, quanto a este particular, que não estamos muito de acordo porque são por demais conhecidos, pelo menos na América do Sul, os procedimentos de colocar cal em cavas abertas, até o plano de apoio de fundações, quando alguns terrenos demonstram certa insuficiência para suportarem as cargas de uma construção. Não faz pouco tempo, propusemos, no restauro da nossa Igreja quinhentista de N.S. da Escada, a aplicação de cal para minorar os efeitos de um solo com presença de montmorilonita (o nosso *massapé*).
Comprovado arqueologicamente, Roland Martin nos informa sobre uma espécie de taipa de pilão encontrada em uma casa nas vizinhanças da baía de Skardhana, *apresentando uma interessante particularidade: sobre um embasamento de pedras repousam camadas de argila com altura aproximada de 7cm e separada por finas camadas esbranquiçadas; estas últimas comportavam sem dúvida* ***uma forte proporção de cal*** *ou de gesso* [...] (MARTIN, 1965: 48). Isto faz sentido, principalmente

se o material disponível era a cal em pasta, porque seria difícil a sua mistura com a terra da taipa, mas tudo indica que ela iria migrar para a camada de terra apiloada, que era pouco espessa, trazendo-lhe efeitos estabilizantes. Embora carente de referências documentais escritas, o emprego da cal como estabilizante pode ser comprovado com muita freqüência, quando estudados os restos arqueológicos de construção com terra o que nem sempre é investigado.
Verificamos que algumas passagens de tratados italianos antigos podem até deixar alguma controvérsia entre os estudiosos, quando falam da mistura de *ghiara* ou *iara* (formas antigas de **ghiaia,** do latim *glara maiuscula*) com cal para fazer o respaldo de cabeças de estacas em fundação ou para completar o vazio que fica entre as paredes de um poço e a escavação (MARTINI: 8 e 13). É que, na maioria dos dicionários, a tradução do termo para português é **saibro,** termo que veio originariamente do latim *sabulo-nis*, e que quer dizer gravilhão ou areia muito grossa, que assumiu uma pequena mudança de significado em alguns locais onde se fala a língua portuguesa, como se pode observar da referência do padre Vasconcellos no Século XVIII: *Tambem se usa, novamente, nesta cidade de Lisboa, acharem os pedreiros* ***huma terra vermelha****, que chamão* ***saibro****, a qual* ***alguma area*** *tem misturada, (ainda que muito pouca) e se vê pela experiencia, que faz boa liga com a cal; e levando deste saibro meya parte, e outra meya de area de mina, tambem faz bom misto, e conglotina bem, levando a sua conta da cal* [...] (VASCONCELLOS, 1733: 377-378). Observe-se que o dicionário de Aurélio diz textualmente para a palavra **saibro**: *Mistura de argila e areia grossa*. Em resumo, estamos já um pouco distantes do significado original.

3. A contribuição da engenharia militar

A situação começa a tomar diferentes contornos quando passamos para a era dos engenheiros militares e dos fortificadores, momento em que os fatores da velocidade, do custo e do benefício tornaram-se fundamentais. Por outro lado, a construção de terra de muralhas deveria estar quase sempre ao relento, condição difícil para ser suportada por uma taipa comum. Para o Brasil, o primeiro testemunho escrito das boas propriedades do solo-cal vem do Mestre Luiz Dias que embarcou, em 1549, com Tomé de Souza para fazer a *fortaleza forte*, que seria a Cidade do Salvador, Capital da América Portuguesa. Para testemunhar este conhecimento, quando fala, em uma de suas missivas, sobre inspeção feita às muralhas recém-construídas de Salvador, desconfiando de sua qualidade, diz: [...] *eu com um dardo que trazia na mão as desmanchava* [...] ***eram muitos altas para taipa sem cal*** (CARNEIRO, s/d: 65).

Entre os engenheiros italianos, que foram os tratadistas mais influentes da primeira fase da nova castramentação abaluartada, quem melhor divulgou, nos primórdios, o gosto pela construção em terra foi o Capitão Giovanbatista Bellucci, reconhecido inclusive pelos seus colegas. No século XVI, porém, as notícias claras sobre o tema do nosso interesse são assaz difusas e o próprio engenheiro quinhentista diz somente: *& poi che farrà trita* [a terra] *si li darà l'acqua lassando stare in molle per certo spatio che si disolva e poi dimenarla a uso di calcina, la qual se possa mettere la piotta, & murare a uso di calcina* [...] (BELLICI, 1595: 21). Convenhamos que é muito pouca referência para quem dedicou muitos capítulos para a construção com terra. Além do mais, o texto dá a entender que era mais uma argamassa de cal e barro, a ser empregada como auxiliar da construção de "torrão" ou *sespedes*.
No século XVII, entretanto, as notícias do emprego do solo-cal tornam-se mais explícitas nos textos dos engenheiros militares, sobre os quais temos que restringir a nossa exemplificação a alguns notáveis ou cuja influência foi mais direta em nossa técnica de construção. Um destes notáveis, por exemplo, foi o Cavaleiro de Ville que

nos dá notícia de uma espécie de adobe com solo-cal para construção de muralhas (VILLE, 1680: 90). Por outro lado este destacado engenheiro francês foi, como muitos nomes importantes da escola holandesa seiscentista da castramentação, foram de decisiva importância na formação do representante máximo da engenharia militar portuguesa desta época, o tratadista Luís Serrão Pimentel. Este, mesmo que não se tenha dedicado muito ao tema dos materiais, pois era mais afeito à especulação, informa-nos de que *para melhor se sustentarem* [as canhoneiras] *sem grande escarpa a fim de não ficarem muito abertas na parte superior será bom revestilas de adobes, ou com uma camisa de* ***argamassa, ou taipa, que leva a cal****,* ***& area*** *como sabe' obrar os Artifices de semelhantes obras* (PIMENTEL, 1680: 132). A partir do século XVIII, com maiores facilidades e desenvolvimento da editoração de livros, o assunto do solo-cal torna-se mais freqüente nos textos que tratam da construção. Santiago (2001) cita alguns deles com de Augustin Charles d'Aviler, do jesuíta austríaco Christiano Rieger, do português Alexandre António das Neves (3) e outros. Neste século o grande mestre da engenharia militar portuguesa Manoel de Azevedo Fortes, à semelhança do que recomendava Serrão, estabelecia para a construção das cortinas das defesas que: *o revestimento interior do parapeito deve ser de* ***formigão****, ou ao menos de tejolo, e o mesmo se deve praticar no revestimento interior da praça alta* e também sobre os parapeitos das estradas cobertas: *deixando-lhe a grossura necessária sobre a mais alta banqueta para se revestir de* ***formigão*** (FORTES, 1729: 290 e 300, v. II) entre outras referências. Observe-se que nesta altura o termo ***formigão*** era de uso consagrado, não necessitando de maiores explicações na linguagem dos engenheiros militares. Era taipa de pilão estabilizada com cal ou taipa de uso militar. Alguns historiadores da arquitetura brasileira quiseram atribuir o significado à palavra de taipa de pilão feita com pedregulho, o que não corresponde à realidade semântica. Pinho (2000: 139) dá exemplos de composições de *formigão* nos quais, partindo-se sempre da cal como estabilizante (ou ligante?) eram adicionados saibro e/ou argila, areia e por vezes cinzas de carvão de pedra e cerêmica pulverizada, material a ser adensado entre taipais.

4. Referências brasileiras

Quando o Mestre-de-Campo Engenheiro Miguel Pereira da Costa, alentejano de nascimento e de coração, chegou a Salvador em 1710 encontrou um sistema defensivo de terra, na sua maioria construído a partir de 1640. O seu colega João Coutinho tinha projetado em 1685 uma reforma destas defesas, que começaram a ser executadas em terra, depois de discussões infindáveis, com um espécie de encamisamento de solo-cal. As falcatruas tão comuns nas obras públicas de então (e de hoje!) fizeram Miguel observar escandalizado as nossas cortinas escrevendo que: *Esta Muralha* ***he de formigão*** *com largura de palmo, e meyo q' he pouca p.ª sustentar o pezo do terrapleno, rezistir á inclemencia do tempo, ao estrondo da artelhr.ª em occazião de salvas, e á bateria inimiga se algum dia lhe puzeçem; ainda desta grossura lhe diminuião os empreiteiros, e visiarão os materiais, cauza porq' houve aquellas ruinas* (4). Convenhamos que, com um muro de arrimo de taipa estabilizada, de palmo e meio (correspondente a um pé ou 0,33cm) de espessura, para suportar um terrapleno é um milagre que tenha alguma coisa sobrevivido ao próprio momento da construção, se considerarmos que este terrapleno deveria ter, no mínimo, 1½ a 2 braças (3,30 a 4,40m). Se alguém tivesse dúvida sobre o significado do termo *formigão,* bastaria escutar o que disse Velloso (5): *fazem-se tambem em falta de pedra* ***as muralhas de formigão, a sua materia he terra e cal dentro dos mesmos taypays*** *como a taypa; a terra para esta obra quanto mais groça, arienta, e com mistura de pedrinhas, e cascalho tanto melhor;* ***deve levar ao menos a terça parte de cal, e se levar a metade, a saber dous sestos de terra e hum de cal será melhor***. É interessante observar a quantidade

exorbitante de cal empregada fazendo com que o material não fosse praticamente um solo-cal, mas uma argamassa de cal e terra. Nestas condições, o fator da carbonatação deveria influir muito mais do que as reações com os agilominerais do solo.

5. Alguns exemplos observados

Estes exemplos não são uma investigação sistemática da presença da cal como estabilizante das construções de terra. São uma provocação para chamar a atenção dos que se ocupam da preservação do patrimônio ou dos estudos arqueológicos, para que procurem observar, sempre, através de ensaios adequados, a presença da cal, principalmente nas taipas de pilão.
A primeira das ocorrências que citamos nesta exemplificação vem de pequenas amostras que, por curiosidade, removemos do pavimento de terra (nível islâmico) do castelo mouro de Paderne e de uma de suas paredes, em quantidades modestíssimas para uma observação mais ampla. Evidentemente, não desejávamos ser confundido com algum vândalo! No NTPR, observando que havia forte efervescência com ataque ácido e chegamos a avaliar os componentes destas amostras de construção de terra decompondo-as com HCl diluído, encontrando em uma delas um percentual, em massa, de ligante de 82%, de finos (argila e silte) 10,6% e de areia 7,3%. Em outra amostra, encontramos 69,24% de ligante, 4,36% de finos e 26,4% de areia. Se, por acaso, não foi utilizada algum agregado miúdo **de origem carbonática** na mistura, o que estaria confundindo os resultados, a presença de cal é apreciável. Cabe aos colegas portugueses investigar, se é que já não o fizeram.
Faz alguns anos que encontramos, em restauro sob a nossa responsabilidade na Ilha das Vacas, Baía de Todos os Santos, um adobe estabilizado com cal fabricado, possivelmente, no Século XIX, (Fig.1). Nele encontramos uma quantidade apreciável de material carbonático (20,54%, em massa) (OLIVEIRA, et al., 1990: 168). Sobre este particular, tem-se notícia de que, em Portugal, se empregou até pouco tempo adobe estabilizado com cal. Mais recentemente, na restauração da Fortaleza do Santo Cristo, Belém do Pará (Fig.2), em uma das paredes de taipa de pilão (possivelmente do Século XVII), observamos alguma efervescência do material, que não poderia ser explicada naquele tipo de solo, salvo se aditivado com cal. Infelizmente, a celeridade dos trabalhos e a distância nos impediram de maiores aprofundamentos.

6. Conclusões

- Em relação ao emprego da cal como estabilizante das construções de terra, embora as referências documentais não sejam abundantes, na prática parece ser um procedimento freqüente, especialmente nas taipas de pilão e muito mais antigo do que se pensa.
- A divulgação das práticas de estabilização com cal foi mais intensa com o aparecimento da figura dos engenheiros militares e da nova arquitetura abaluartada, em virtude de a terra estabilizada ser a melhor solução para encamisar cortinas, especialmente os parapeitos, porque absorviam os projéteis evitando os inconvenientes dos parapeitos de pedras e os de tijolos, que desprendiam fragmentos de material que injuriavam os defensores.
- O solo-cal e o solo-cimento alargam a estrada do emprego da terra na construção, em virtude de aumentarem significativamente a resistência deste material ao intemperismo.
- O restauro das estruturas de terra estabilizada passa pelo conhecimento das técnicas antigas de estabilização, pois sua reintegração deve, na medida do possível, seguir os procedimentos tradicionais, embora com o eventual emprego de instrumentos de operação e consolidantes mais modernos.

Bibliografia

- BELLICI, Giovan Battista (1598): *Nuova Inventione di fabricar fortezze di varie sorte in qualunque sito*, Roberto Meietti, Venetia.
- CARNEIRO, Edison (s.d.): *A cidade do Salvador (1549) uma reconstituição histórica.* 2ª ed., Econômico e Administração, Salvador.
- FORTES, Manoel de Azevedo (1729): *O engenheiro portuguez*, Manoel Fernandes da Costa, Lisboa.
- GUIMARÃES, José Epitácio Passos (1997): *A cal*, Pini, São Paulo.
- MARTIN, Roland (1965): *Manuel d'architecture Grecque - matériaux et techniques*. A. et J. Picard, Paris.
- MARTINI, Francesco di Giorgio (1967): *Trattati di architettura Ingegneria e arte militare*. Organizado por Corrado Maltese e transcrito por Livia M. Degrassi, Il Polifilo, Milano.
- OLIVEIRA, Mário M., SANTIAGO, Cybèle C. e D'AFFONSECA, Silvia P. (1990): The Study of accelerated carbonation of lime-stabilized soils, em International Conference on the conservation of Earthen Architecture, The Getty Conservation Institute Las Cruces, New Mexico, USA, US/ICOMOS, Los Angeles. p. 166-170.
- OLIVEIRA, Mário M., SATIAGO, Cybèle C. et al. (2000): Comparative Study of limes used in ancient mortars. Em Quarry – Laboratory – Monument International Congress Pavia 2000, Gianpaolo Calvi & Ugo Zezza, Pavia. p.511-516.
- ORLANDOS, A. (1966): *Les matériaux de construction el la technique architecturale des anciens Grecs*, E. de Boccard, Paris.
- PINHO, Fernando F. S. (2000): *Paredes de edifícios antigos em Portugal*, LNEC, Lisboa.
- ORME. Philibert de l'. (1567): *Le premier tome de l'architecture de Philibert de l'Orme,* Chez Frederic Morel, Paris.
- PIMENTEL. Luis Serrão (1680): *Methodo lusitanico de desenhar as fortificaçoens das praças regulares, & irregulares*, Antônio Craesbeeck de Melo, Lisboa.
- PLUTARQUE (1971): *Les vies des hommes illustres*, Gallimard, Paris.
- POLLIO. M. Vitruvio (1997): *De architectura*. Gros, Tradução e comentários de Antonio Corso e Elisa Romano, Giulio Einaudi, Torino. p. 1562, v.2.
- SANTIAGO, Cybèle C. *Estudo dos materiais de construção de Vitrúvio ao Século XVIII.* (2001): Universidade de Évora, Évora. Tese de doutoramento.
- VASCONCELLOS, Padre Ignacio da P. (1733): *Artefactos symmetriacos, e geometricos*, Joseph Antonio da Sylva, Lisboa Occidental.
- VILLE, Antoine de. (1640): *Les fortifications du Chevalier Antoine de Ville*, Chez Philippe Borde, Lyon.

Notas

(1)Conservamos a grafia francesa do século XVI substituindo somente o "u" quando equivalia a letra "v". O mesmo procedimento adoptamos para os textos em italiano antigo.

(2)Procedimento inaceitável para Vitrúvio e seus seguidores.

(3) Este autor, na realidade, fazia uma crítica ao emprego do solo-cal para uma determinada finalidades dizendo que as propriedades que se lhe atribuíam não poderiam ser explicadas pela química (ciência que, pelo contrário é a que explica o comportamento da mistura).

(4) Biblioteca Nacional da Ajuda, Lisboa: Manuscritos avulso: [54-IX-8] - nº 60

(5)Diogo da Sylveira Velloso, português de nascimento, foi engenheiro militar da Praça de Recife, Pernambuco, chegando ao posto de Brigadeiro. Ele escreveu um tratado de engenharia, possivelmente para uso da Aula Militar local, cujo manuscrito intitulado *Architectura melitar ou Arte pratica da Fortificação moderna* encontra-se na Biblioteca da Ajuda: [49-III-3].

O solo-cal: uma visão histórica e documental

Mário Mendonça de Oliveira

Observação: Deverão ser enviadas no máximo 4 imagens inseridas em ficheiro com respectiva figura e quando enviadas por e-mail ou CD deverão ser anexas individualmente com o título da figura a que se referem (Fig.1, Fig.2, etc.) e com uma resolução de 300 dpi por cada imagem, assim como dimensão mínima de 8cm de comprimento.

Figuras



Fig.1 – Casa de propriedade da família Mariani, na Ilha das Vacas, Baía de Todos os Santos. Durante a restauração foi observado que as paredes divisórias eram de adobe estabilizado com cal.



Fig.2 – Fortaleza do Santo Cristo ou do Castelo, na Cidade de Belém, Pará. Encontrou-se nela, durante o restauro, paredes de taipa de pilão estabilizadas com cal (século XVII ou XVIII). O Edifício ao fundo era o Hospítal Militar projetado pelo famoso Capitão Antônio Landi, no Século XVIII. É construído de tipa de pilão e de sopapo. Foto: SECULT-PA.

A PRESENÇA DA ARQUITECTURA DE TERRA NO CINEMA

Marta Vaz Pereira Schneeberger de Ataíde*
Rua António Feijó nº 52 1ºDt 1500-044 Lisboa
Tel: 919230445; E-mail: marta_pais@hotmail.com

Tema 2:Conservação e Património.
Palavras chave: Arquitectura, Cinema

Resumo
A investigação consiste em detectar a presença da arquitectura de terra na sétima arte percebendo em que contextos surge e qual a sua predominância nas atmosferas criadas pelo mundo do cinema.
A relação e a complementaridade entre o cinema e a arquitectura é inegável mas somente hoje assume uma dimensão científica. Nos Estados Unidos as licenciaturas de cinema têm vindo a desenvolver temáticas na área da arquitectura inclusive no desenho do espaço arquitectónico.
Na realidade muito aproxima e muito distingue estas artes que se interferem constantemente. Ambas necessitam de um observador que ou é passivo (cinema) ou activo (arquitectura) atingidos por diversas imagens onde a luz e a sombra, o interior e o exterior, as cores, as texturas, as formas e os materiais são explorados e trabalhados na criação de ambientes específicas. Desde a recriação de momentos da história do homem até à cena mais quotidiana o cinema é capaz de nos transportar para muitas realidades onde a arquitectura assume grande protagonismo.
Deste modo, pretende-se perceber como são criados estes cenários, reais ou não, onde se desenrola a acção e de que modo é incluído a arquitectura de terra. Este estudo assentou maioritariamente na visualização de filmes e na identificação dos vários tipos de arquitectura de terra ao longo do mundo presente desde os "épicos" até às mais recentes produções.

1.Introdução

A elaboração deste artigo teve como princípio a elaboração de uma pesquisa pela autora sobre a importância e relevância da arquitectura de terra na sétima arte, no âmbito do trabalho apresentado na disciplina de arquitectura de terra do Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico.

2. Cinema e Arquitectura

Entre os inventos precursores do cinema cabe citar as sombras japonesas, silhuetas projectadas numa parede ou tela, que surgiram na China cinco mil anos antes de Cristo e que se vieram a difundir pela Índia. Outra invenção importante, pelo alemão Athanasius Kircher no séc. XVII, foi a "lanterna mágica", uma caixa dotada de uma fonte de luz e lentes que enviava a uma tela imagens ampliadas.
Da descoberta da fotografia às imagens em movimento foi um pequeno passo. O cinema não é nada mais do que um conjunto de fotografias, cada uma ligeiramente diferente da outra que projectadas num ecrã de uma forma rápida é interpretado pela mente humana como um movimento contínuo. Foram os irmãos Lumière em França os maiores impulsionadores do cinema com desenvolvimento do Kinetoscope em 1894, uma caixa de madeira onde se podiam ver filmes. No final da primeira década do século XX adivinhava-se um franco crescimento da sétima arte. Em 1926 surge a primeira longa-metragem sonora e no início da década de 30 é realizado o primeiro filme de desenho animado a cores. A partir daqui as salas de projecção foram crescendo dando lugar a ecrãs maiores.
A década de 70 foi palco de um conjunto de acontecimentos que alteraram o panorama do cinema mundial fruto de uma profunda transformação social que

reinventaram alguns géneros cinematográficos. A par desta situação surgem realizadores como Martin Scorcese, Steven Spielberg, George Lucas, Francis Ford Coppola, entre outros, que reinventam o cinema e que marcam um ponto de viragem da indústria cinematográfica para um público jovem, repleto de acção e efeitos especiais o que transformou também a economia do cinema. Hoje assiste-se a uma realidade cinematográfica florescente que atravessa muitos mundos e muitas formas de trazer emoção e informação ao espectador.

Se em meados do século XX a acção descrevia a experiência subjectiva do realizador ou dos actores ou seja, centrava-se muito nestes, o novo cinema descreve a totalidade do espaço em torno dos actores numa analogia ao modo como um indivíduo circula ou vive num espaço arquitectónico. O espaço de acção deixou de estar circunscrito a um limite passando a deambular por atmosferas diversificadas em que o interior e o exterior não assumem fronteiras tão definidas e delimitadoras. Isto deveu-se também ao facto de a certa altura ter sido possível passar-se do cinema muito apoiado em cenários fixos para uma filmagem que circula entre suportes reais, criados artificialmente ou cenários digitais. Como exemplo podemos ter uma acção passada numa sala que por efeito “zoom” sai desta, passamos a ver a fachada do edifício e rapidamente temos uma vista aérea da cidade onde se localiza.

Ao longo da história do cinema a arquitectura tem estado sempre presente existindo uma reciprocidade entre ambas. Se a arquitectura incorpora valores cinematográficos onde se desenrolam variadas acções, o cinema incorpora a arquitectura em si mesma. Do cinema a arquitectura extraiu o sentido de movimento enquanto o cinema extraiu da arquitectura o enquadramento, os lugares, os espaços. No entanto a decisão do que é visível ou não do que segue como e quando em que tamanho e com que enquadramento acontece em ambas. O corte pode ser gradual ou abrupto. A utilização intensiva do espaço arquitectónico no cinema pode sugerir a relação emocional das personagens e para exprimir a essência da trama. Isto acontece principalmente com o aparecimento do expressionismo alemão e com Max Reinhart. Com as dificuldades dos pós guerra vê-se impossibilitado de produzir cenários elaborados para as suas produções teatrais expressionistas voltando-se para os cenários pintados com perspectivas bizarras e efeitos de luz e cor com o objectivo de atrair a atenção para as emoções individuais de cada personagem. Ainda hoje são vários os filmes que exploram esta tendência, embora bastante modificada noutros aspectos, em que o contrate luz/sombra traz tensões, intriga e medo bem explorado, como exemplo, no filme “Drácula de Bram Stoker”

Relativamente ao espaço urbano longas têm sido as incursões por este campo desde que as máquinas de filmagem o permitiram. A sua construção e utilização são cada vez mais importantes e vão desde a criação de cidades lendárias dos primórdios da história, como é o caso do filme “Cleópatra” ou “Os dez mandamentos”, até às cidades futuristas materializadas em filmes como “Blade Runner” ou “O Quinto Elemento” passando ainda por exemplos que fundem as duas realidade em filmes como “Batman” ou “O Corvo” onde se assiste a distorções de escala e das proporções numa atmosfera negra e irresistível.

Hoje assistimos à necessidade de estilização da vida quotidiana e nada melhor que uma convergência entre cinema e arquitectura como meio de propaganda da realidade ou idealização urbana. De um cinema centrado nos espaços interiores passou-se a um cinema que retrata uma preocupação contemporânea sobre as relações sociais e sobre o espaço urbano.

Mas se por um lado assistimos a temáticas centradas em ambientes urbanos encontramos cada vez mais a exploração do oposto. Encontramos o deserto, o espaço minimal onde o homem e a terra se encontram na mais profunda essência de cada um. Aquele cenário onde a mente humana produz miragens, um mundo imaginário e exótico onde formas inexistentes crescem e se constroem, onde a terra se transforma em paisagem, em arquitectura, em cidade.

O cinema parece trazer-nos essa imagem de futuro onde as sociedades viverão em casas e cidades de construção com terra (1).

3. Cinema e Arquitectura de Terra

Na produção cinematográfica tem-se procurado, nas últimas décadas, explorar ambientes exóticos e originais que de algum modo nos transportem para realidades diferentes daquelas que, nós ocidentais, vivemos diariamente. As produções Europeias e americanas centram-se cada vez mais em ambientes originais que vão desde África até ao médio oriente. Por outro lado também a cultura oriental asiática parece ter invadido os nossos ecrãs.
A minha pesquisa sobre a presença da arquitectura de terra no cinema centrou-se na recolha de filmes que retratassem realidades de todos, ou quase todos, os países onde existisse arquitectura de terra percebendo de que modo e com que intensidade é revelada na transmissão dos costumes das culturas locais. A delineação deste processo foi feita mediante duas realidades paralelas em que a primeira passaria por perceber qual a situação geográfica real da filmagem ou seja, em que país ou localidade tinha sido gravado, a segunda na realidade geográfica do enredo ou seja, o local onde se desenrola toda a acção.
Também surgiu a necessidade de perceber como eram criadas essas construções em arquitectura de terra, se se tratavam de cenários, construções reais, construções feitas propositadamente para o filme ou ambientes criados pelas novas tecnologias informáticas capazes de produzir ambientes totalmente imaginários (2).
Sendo um tipo de construção amplamente utilizada desde os tempos mais remotos da humanidade a realidade é que fui encontrá-la retractada numa grande quantidade de filmes. A construção em terra é evidenciada e utilizada em acções que vão desde as epopeias romanas ou egípcias até ao imaginário mais futurista. Optei por delinear este percurso caminhando pelos vários países onde tinham sido gravados os filmes tentando sempre confrontar se os exemplos de arquitectura de terra mostrados se coadunam com a realidade geográfica do enredo ou seja, se os exemplos encontrados nas várias cenas estão de acordo com os materiais e técnicas de construção dos países onde supostamente se desenrola a acção. A observação foi também apoiada mediante os três principais sistemas de construção em terra, Monolítico, de Alvenaria e de Enchimento, não esquecendo os diferentes tipos de revestimento utilizado. Deste modo inicio esta abordagem no Mediterrâneo, passando para o médio oriente e Ásia, América do Sul e pela Europa. Destacado desta vertente tão circunscrita geograficamente temos o caso dos filmes de ficção que quase sempre surgem com uma mescla de culturas e acções passadas em vários países.
Pude constatar que uma grande parte dos filmes dos anos cinquenta é ainda muito apoiada em cenários fixos produzidos nos estúdios e em que as acções se desenrolam maioritariamente em espaços interiores. A acção é muito centrada nos actores e quase sempre os elementos de arquitectura de terra estão circunscritos a uma ou outra cena.
Na fase seguinte já se começa a utilizar, mais frequentemente, espaços reais fora dos estúdios onde se filmavam as grandes produções com grandes quantidades de figurantes. O caso do filme “Os Dez mandamentos” é disso um exemplo. No início do filme é inclusive mostrado a construção de uma das grandes obras do Faraó em que aparecem campos de trabalho onde homens e mulheres procedem à manufactura do Adobe. Este é talvez um dos mais fantásticos exemplos da presença da arquitectura de terra no mundo do cinema. O filme “Lawrence da Arábia” é um dos primeiros exemplos de um filme filmado nos estúdios marroquinos em Ourzazate e em que grande parte dos ambientes e construções em terra são reais.
Na realidade uma grande parte dos filmes que procuram ambientes mediterrânicos são gravados em Marrocos, proporcionado muitas vezes, pela insegurança e falta de meios sentida noutros países desta zona. Inclusive foi inaugurado à pouco tempo um

dos maiores estúdios de cinema na localidade de Ourzazate que já várias vezes tinha servido para filmagens mas que assume hoje um papel preponderante nas produções realizadas neste país. Filmes como “As quatro Penas Brancas”, “A Paixão de Cristo” ou “O Gladiador” (FIG.1) são algumas das obras realizadas no país. Este último é um dos casos interessantes em que é utilizado um verdadeiro Kasbah e é-lhe adicionada uma arena feita de raiz em que os muros são construídos em taipa com os materiais e técnicas utilizadas na zona. O resultado é um verdadeiro ambiente de uma colónia romana no norte de África.

Esta é a técnica mais utilizada na produção cinematográfica contemporânea. A utilização de espaços, construções e paisagens reais às quais são adicionadas construções o mais vernácula possível relativamente à zona em que se inserem.

Os casos de filmes realizados na Tunísia e Argélia trazem-nos também muitas situações onde encontramos a presença da arquitectura de terra. A Tunísia, depois de Marrocos, é a que mais serve de suporte às produções como é o caso do filme “Indiana Jones - em Busca da Arca Perdida” ou “A Guerra das Estrelas – episódio IV”, este último gravado numa das localidades onde se encontra o sistema monolítico de construções em terra escavada.

O caso do filme “Um Chá no Deserto” (FIG.2) é dos melhores exemplos de exploração da construção com terra criando a produção das mais exóticas atmosferas, numa fotografia magnífica.

Já no caso da Índia é vasta a produção neste país que inclui exemplos de arquitectura de terra. No entanto centrei-me em duas produções, uma americana e outra indiana. O filme “Indiana Jones e o Templo Perdido” foi gravado em grande parte no Sri Lanka e é um dos casos em que foram construídos edifícios de arquitectura de terra inspirada nas construções rurais indianas onde são visíveis algumas técnicas mistas como casas em paredes de cana com enchimento em terra ou muros delimitadores em terra e pedra, passando também pelos edifícios imperiais que são já realizadas mediante as novas técnicas informáticas. Já o caso do filme “Laggan” (indiano) é passado numa vila rural toda construída com terra.

Os casos orientais centram-se muito em exemplos paradigmáticos como a Muralha da China ou os mosteiros Tibetanos, provavelmente fruto da procura de imagens espirituais de origem oriental que quase sempre interagem com uma fotografia particular. Filmes chineses como “O Tigre e o Dragão” ou “O Herói” mostram exemplos de edifícios em terra que vão desde casas de habitação até grandes construções como a Cidade Proibida onde são utilizados sistemas de alvenaria em adobe em toda a construção ou somente no embasamento sendo a restante construção em madeira.

Já no caso do Tibete temos o filme “Sete anos no Tibete” que é riquíssimo em exemplos de arquitectura de terra presente desde os povoamentos rurais, onde são bastante visíveis os tipos de revestimento e cores utilizados na construção, passando pelos grandes mosteiros tibetanos com utilização de técnicas mistas.

No caso da América do Sul escolhi um exemplo um pouco diferente, um filme de desenho animado (3). Trata-se do filme “Pacha e o Imperador” passado no Peru em que aparece um dos patrimónios dos Lamas, as casas de habitação da Selva Alta do Peru em taipa com telhados de palha assim como o palácio do imperador claramente influenciado nos grandes edifícios da cultura Inca com a sua riquíssima ornamentação.

E desde o Oriente voltamos ao Ocidente.

No Reino Unido surgem exemplos de edifícios de arquitectura de terra que vão desde os tão famosos Cottage presentes em filmes como o “Braveheart” passado na Idade Média assim como no “Rei Artur” de um período histórico ainda anterior, ainda na fase em que esta ilha estava na posse dos Romanos, e onde é possível ver a Muralha de Adriano. De notar que em ambas as situações se tratam de realidades construídas ou seja, os Cottage são construídos para os cenários do filme e a Muralha de Adriano apresenta um aspecto extremamente cenográfico e intacto que não é o real. Apresento a par destes dois exemplos um que assenta um pouco mais numa situação ficcionada tratando-se do filme “O Senhor dos Anéis – A irmandade do Anel”. Este

caso foi gravado na Nova Zelândia tratando-se acima de tudo de cenários construídos nas verdejantes paisagens deste país. A cena em questão, que é passada no Shire, mostra as casas dos Hobbits, as personagens principais de todo o enredo. È interessante perceber que as suas casas são um misto entre arquitectura escavada e os Cottage ingleses pelo que achei um caso interessante pela mistura de dois sistemas bem definidos de arquitectura de terra, o monolítico e o de enchimento.
Tentei neste percurso geográfico abranger o maior e mais diversificado campo de representação da arquitectura de terra no cinema, embora seja sempre difícil integrar todos os casos. A partir deste ponto era necessário perceber como interagia o cinema de ficção com esta realidade. Na verdade este tipo de filme traz-nos muitas vezes protótipos de estilos e modos de vida possíveis do tempo passado e futuro.
E foi aqui que realmente fiquei perplexa pela constante utilização de arquétipos de arquitectura de terra. Assim surgem casos diversos que quase na totalidade utilizam os novos cenários virtuais, possíveis pelas novas técnicas informáticas. Nos casos de filmes centrados em temáticas clássicas, existem aqueles que tentam ser fiéis à realidade local à altura mas são os casos de mistura de culturas os que mais se evidenciam. O caso do filme “Tróia” é disso um exemplo. Foram utilizadas influências culturais diversas para a construção de todo um ambiente muito centrado em grandes construções com terra.
Por outro lado o filme “Guerra das Estrelas” (FIG.3) ou a”A Múmia” traz-nos situações reais como as habitações escavadas, em cenas gravadas na Tunísia até cidades imaginárias futuras em arquitectura de terra de que o filme “Dune” (FIG.4) foi o mais paradigmático exemplo.
A partir daqui são muitos os exemplos de arquitectura de terra presentes em filmes de ficção onde é possível observar muitas vezes o confronto que é introduzido entre realidades urbanas “do betão” com realidades urbanas “da arquitectura de terra”.

4. Conclusão

A realização deste trabalho, que surgiu acima de tudo por um desafio lançado no curso de Mestrado, tornou-se na realidade num trabalho que ultrapassou positivamente as fronteiras das minhas perspectivas em relação à presença da arquitectura de terra no cinema.
A presença desta, que me parecia esporádica, está na verdade muito representada em variados filmes que vão desde o épico gravado nos anos 40 e 50 do século passado às grandes produções fictícias deste século. Toda a bibliografia a que tive acesso e ainda a visualização da informação anexa a muitos dos filmes, possibilitou-me perceber as atmosferas que produtores e realizadores procuram em ambientes onde esteja presente a arquitectura de terra levando-os a percorrer muitos países em busca das situações e realidades que melhor se coadunem às pretendidas para o enredo.
Desde situações de arquitectura real, construções feitas nos sítios até a imagens virtuais, a explanação desta temática torna-se riquíssima.
O repertório que nos chega é vastíssimo e extremamente diversificado o que tornou esta pesquisa mais complicada do que alguma vez esperaria tendo ficado com a perfeita noção de que muito há a “ver” e a fazer para a explanação máxima deste temática.
E como o entusiasmo foi aumentando pensei que só as imagens falariam por si o que me levou, através das novas tecnologias acessíveis ao normal utilizador informático, a realizar um pequeno filme onde estariam presentes alguns dos excertos dos filmes observados. Teve como objectivo de levar aos que o vêem uma maior e melhor noção desta presença tão forte da arquitectura de terra no cinema.

Notas

(1) Uma grande parte dos filmes com temáticas futuras explora imagens onde edifícios de arrojado design apresentam, muitas vezes, uma clara inspiração em construções com terra de grande escala.

(2) Para perceber melhor como se produziam os cenários recorri à informação cedida pelos anexos aos filmes, chamados mais correntemente de "making off", que disponibilizam uma explicação clara de vários aspectos da realização dos mesmos.

(3) Penso que devemos encarar o cinema como um meio de divulgação de muitos temas onde a familiarização das gerações mais novas para estas culturas tão ricas é muito importante.

Bibliografia

- ARTESE, Alberto (1986); "Spazio architettonico e spazio filmico" in revista Cinema e Cinema, nº 47 Dezembro, pp 55-59
- CONGRÈS INTERNATIONAL DES ÉCOLES DE CINÉMA ET DE TÉLÉVISION (1995); "Architecture - décoration dans le film", 2e Congrès International des Écoles de Cinéma et de Télévision, I.D.H.E.C, Cannes - Paris
- FILM, Program for Art on (1993); "Architecture on screen: films and videos on architecture, historic preservation, city and regional planning, Nadine Covert: Program for art and video, Nova Iorque
- FERGUS, Jill (2000); " Road to Morocco" in revista Movieline nº10 Julho, pp 36-38
- HABITERRA (1995); "Adobe/Tapial/Técnicas mixtas" in Exposición Iberoamericana de Construcción de tierra, ESCALA, Bogotá - Colombia
- PERRATON, Charles e JOST, François (2003) ; " Nouvel art de voir la ville et de faire du cinéma : du cinéma et des restes urbaines", L'Harmattan, Paris
- ROSA, Flores (2002); "Arquitectura de Tapial en la Selva Peruana" in comunicações do I SIACOT Exposição Construção com terra, Salvador-Bahia
- TEIXEIRA, Gabriela de Barbosa e BELÉM, Margarida da Cunha (1998); "Diálogos de Edificação", CRAT Centro Regional de Artes Tradicionais, Portugal
- TRICOT, Catherine (1995); "Architecture et cinema" in revista Inrockuptibles nº212 Setembro, pp 101-103
- WWW.Chambel.net
- WWW.terre.grenoble.archi.fr

Curriculo

2000 - Licenciatura em Arquitectura de Interiores da F.A.U.T.L. Experiência profissional em projecto de arquitectura e Salvaguarda do património. 2004/2005 – Frequência do Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico da Universidade de Évora.

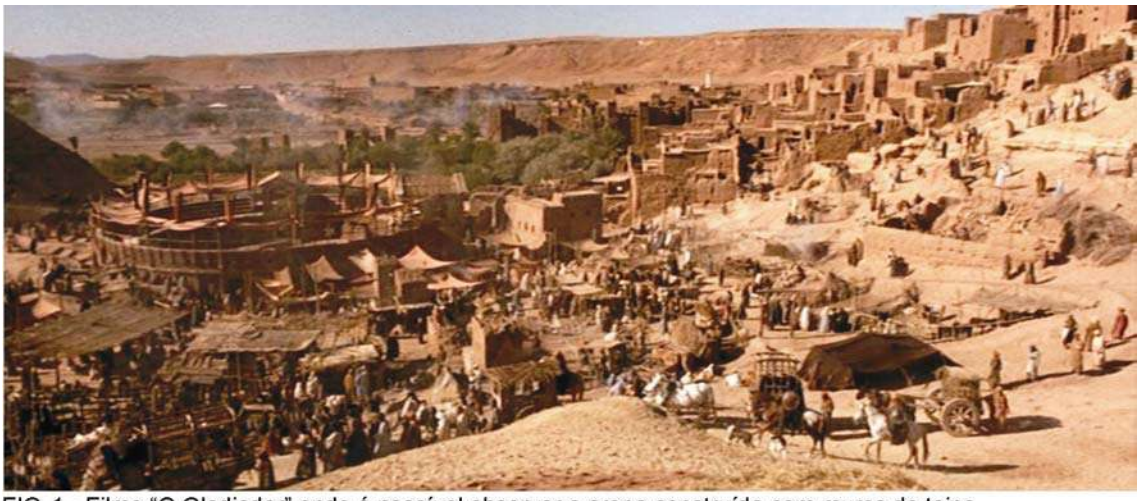


FIG. 1 - Filme “O Gladiador” onde é possível observar a arena construída com muros de taipa

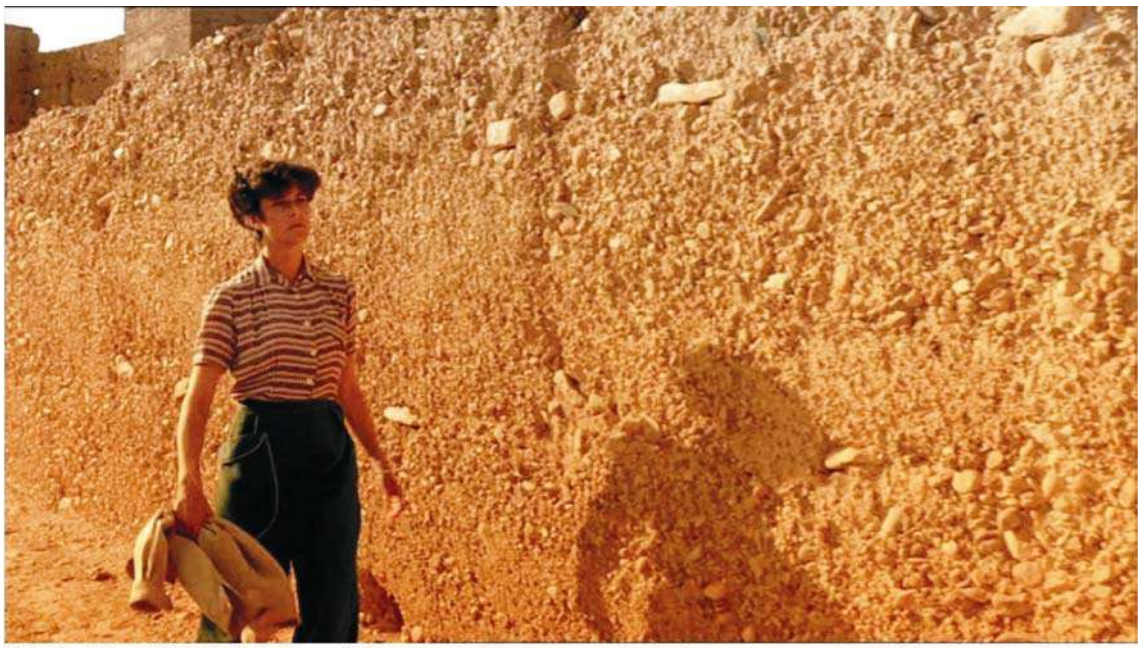


FIG. 2 - Filme “Um Chá no Deserto” onde a actriz se encontra junto a uma parede em taipa



FIG. 3 - Filme “A Guerra das Estrelas - Episódio IV” com uma habitação de terra escavada



FIG. 4 - Filme “Dune - Episódio II” onde os edifícios futuristas são claramente inspirados na arquitectura de terra

ARQUITECTURAS DE TERRA E REVESTIMENTOS PICTÓRICOS A FRESCO

Graça Horta
Instituto Português de Conservação e Restauro – IPCR
R. das Janelas Verdes, 37 - 1200 – Lisboa - PORTUGAL
Tel.: +351213934200; Fax: +351213970067 ; Email: ipcr@ipcr.pt

Tema 2: Conservação e Património
Palavras-chave: Taipa; Pintura mural;Conservação

Resumo
Esta comunicação tem por objectivo alertar para a necessidade urgente da recuperação e salvaguarda de revestimentos arquitectónicos realizados sobre arquitecturas de terra, nomeadamente pinturas de técnica a fresco, num grande número de edifícios patrimoniais da arquitectura religiosa do Sul de Portugal.
O desconhecimento das técnicas tradicionais de construção dificulta uma intervenção adequada nestas estruturas arquitectónicas, em muitos casos ameaçando ruína, sem a qual, obviamente, se torna impossível ou mesmo inútil, conservar as pinturas. Será portanto de todo o interesse dinamizar a recuperação deste tipo de património, tanto pelo seu valor arquitectónico, como pelo valor artístico e documental destes revestimentos pictóricos; esta dinamização exige a criação de pequenas equipas multidisciplinares, do conservador-restaurador ao arquitecto e do engenheiro ao historiador de arte, mas onde os conhecimentos destas técnicas construtivas esteja presente.
Toma-se como exemplo desta necessidade, a Igreja de St.ª Iria, pequeno templo rural perto de Serpa, não só porque os estudos aqui realizados, permitem exemplificar em pormenor os problemas existentes, mas também porque o concelho de Serpa é rico neste tipo de património, a nível religioso e civil. Esta igreja é, ao que tudo indica, construída em taipa e tem pintura a fresco no seu interior.
Os trabalhos de conservação das pinturas não podem prosseguir, na ausência de uma intervenção ao nível do suporte arquitectónico.

1. Introdução

Em Portugal existem numerosas pinturas a fresco, maioritariamente dos séculos XVI e XVII, revestindo as paredes interiores de capelas e ermidas em regiões do interior do país, com particular destaque nas regiões de Alentejo, Douro e Alto Trás-os-Montes.
O estado de conservação destas obras, executadas sobre rebocos à base de cal, dependem de muitos factores e, entre eles, do tipo de suporte arquitectónico sobre o qual é executado o reboco e que varia, dos blocos de granito a Norte, aos de pedra calcária, por exemplo nos claustros do Mosteiro da Batalha, à pedra miúda argamassada com cal ou às arquitecturas de terra. Com efeito, a maior ou menor aderência dos rebocos e as variações do teor de humidade nas paredes, bem como a estabilidade dos edifícios são factores determinantes na longevidade deste tipo de arte.
O Sul de Portugal, pródigo em arquitecturas de terra de características diversas, consoante o tipo de rocha-mãe e solos existentes, apresenta no concelho de Serpa um bom número de edifícios religiosos de grande interesse, quer pela sua arquitectura, quer pelas pinturas que encerram, pese embora o estado degradado de muitos desses imóveis. Citemos, a título de exemplo, a Igreja do Santuário (Serpa), a Ermida de St.ª Luzia, (a 2km de Pias) ou a Igreja de St.ª Iria (St.ª Iria). Esta última, situada na povoação do mesmo nome, a alguns Km de Serpa, foi objecto de trabalhos de conservação das suas pinturas murais mas, se não houver uma intervenção adequada, que ultrapassa completamente o âmbito de intervenção dos conservadores-restauradores, os trabalhos não poderão prosseguir, perder-se-à o esforço despendido até agora e o próprio edifício estará ameaçado.

2. A igreja e o espaço envolvente

Templo quinhentista, em estilo gótico-manuelino como demonstram os elementos arquitectónicos - ameias chanfradas, pináculos cónicos, abóbada nervurada da capela-mor e o cordame do óculo da fachada - tem uma planta rectangular e é

constituído por uma só nave e capela-mor com dois pequenos corpos laterais - a sacristia e o baptistério; as coberturas assumem um aspecto abobadado na nave e tipo telhado de quatro águas nos restantes elementos (Fig.1).
Interiormente os alçados da nave estão divididos em três panos rasgados por frestas, à excepção do primeiro, do lado norte, que comunica através de um pequeno arco com o baptistério. Na capela-mor é também através duma fresta que a parede sul abre para o exterior.
Apresenta vários indícios de alteração da traça primitiva: no portal da entrada, no entaipamento de algumas frestas, na porta de ligação à sacristia que foi alteada e, exteriormente, nas gárgulas de escoamento de águas da capela-mor, evidenciando que outrora a disposição da sua cobertura foi bem diferente da actual.
O grau de resistência deste edifício à passagem do tempo depende dos materiais que o constituem; mas também da sua localização geográfica, incluindo a topografia local. Estes factores determinaram também o seu microclima, seguramente alterado através dos séculos: a colocação de vidros nas frestas, na década de 1980 e a modificação agora operada, com a introdução de janelas permitindo a abertura e fecho, são apenas alguns exemplos.
A localização topográfica - numa pequena rechã da vertente sobranceira, a oeste, ao Barranco de Sta. Iria, que escoa a 50m - é um factor de instabilidade: a vertente tem neste local um comando de 36m e um declive suave, que oscila entre os 5% e os 13%, mas que, a leste da parede fundeira, é bruscamente interrompido transformando-se num escarpado de 2m de altura, provocado pelos deslizamentos de terrenos, que o sapamento lateral do curso de água ocasiona, sobretudo quando atinge o leito de cheia (Fig. 2).
Em determinada altura, depois de uma época de inundações, este efeito erosivo era de tal forma grave que se recorreu a entulho, para criar uma área de aterro em semi-círculo em torno da parede leste.
O ordenamento e a qualidade ambiental requeridos em torno de um edifício patrimonial impõem uma revisão urgente destas situações.

3. As pinturas murais

As pinturas tem um cunho regional e características únicas, tomando como modelo gravuras da época (1). A execução é de bom traço e com uma paleta reduzida.
Esta obra esteve durante muitas décadas sob a cal, tendo sido descoberta em 1984, quando o pároco José Carvalho solicitou a intervenção dos conservadores do Instituto José de Figueiredo. Levantadas as camadas de cal, a parede fundeira exibe um Calvário ao centro, do lado do Evangelho Sta. Ágata e do lado da Epístola Sta. Luzia. O alçado norte tem como figura central Cristo Ressuscitado e aos seus pés o tecto do túmulo e dois soldados romanos, um deles adormecido, em cujo escudo se podem ver as letras “S.P.Q.R - “Senatus Populusque Romanus “; o outro, de costas, tem no escudo o desenho de um escorpião. As figuras de Sta. Catarina à direita e de um eclesiástico à esquerda completam a decoração deste alçado. No alçado sul aparece Cristo descendo ao Limbo, à esquerda e à direita desta cena encontram-se duas figuras de eclesiásticos das ordens beneditina e dominicana. O tecto, na superfície posta a descoberto**,** exibe a Lua e figuras de animais, entre eles um unicórnio. No tímpano do arco triunfal, uma imagem central sobre uma meia lua, truncada ao nível da cintura, poderá ser Nossa Senhora da Conceição ou Nossa Senhora de Guadalupe, padroeira de Serpa; está ladeada do lado do Evangelho por uma grande figura feminina ajoelhada. É ainda visível, no topo, uma outra figura também feminina, de que se divisa por agora apenas o rosto. Todos os quadros são envolvidos por uma moldura fingida. Sobre um reboco inferior ao da pintura acabada de referir, aparecem algumas letras maiúsculas, tudo indica que pertencentes à inscrição– *INRI.* Com os contornos marcados por incisão num reboco mais primitivo - provavelmente o reboco inicial da igreja - situam-se no topo e ao centro do tímpano, delineadas a vermelho escuro, sendo visíveis na quase totalidade apenas as duas primeiras letras.

4. Técnicas e materiais constituintes

O edifício é uma arquitectura de terra em taipa (2), que assenta em blocos de rocha irregulares, de grande dureza, detectando-se nalguns locais, como nos nichos da parede fundeira e em torno da porta que liga à sacristia, tijolos compactos. Este suporte é revestido por rebocos de cal e areia, quer no exterior quer no interior.
O chão é constituído por baldosas.
A cal está presente, em camadas sucessivas, permitindo a conservação do edifício.
As pinturas foram executadas a fresco, como testemunham as juntas de argamassa definidoras das etapas de trabalho e as análises laboratoriais que apenas detectaram carbonato de cálcio; alguns acabamentos poderão ter sido efectuados a seco, com leite de cal ou mesmo hidróxido de cálcio, nas zonas de empastamento.
A transposição do desenho fez-se nalguns pontos por incisão directa e, na decoração dos nichos arquitectónicos da parede fundeira, o desenho foi transposto através de um cartão recortado, *máscara* (3).
O reboco do *intonaco* (4) é muito fino - 0,1mm a 0,5mm – e assenta sobre a caiação do reboco primitivo a que poderemos chamar impropriamente *arricio* (5) por comodidade de exposição.

5. Alterações relacionadas com o suporte arquitectónico

Trabalhos efectuados entre 1985-1988 puseram a descoberto grande parte da pintura, essencialmente na área da capela-mor e foram realizadas algumas fases mais urgentes dos trabalhos de conservação. Desde o início se tornou evidente, que o ritmo teria de ser lento, dada a forte adesão da cal à superfície pictórica e à deficiente aderência dos rebocos ao suporte arquitectónico.
O estado do edifício, fortemente degradado, reclamava uma intervenção urgente. A descrição do caso e pedido de classificação foi enviada pelo IJF às entidades competentes. Até ao momento a classificação encontra-se em estudo.
Em 1998-99 foi possível efectuar uma nova etapa de trabalhos, cuja duração permitiu o estudo mais aprofundado das causas de alterabilidade.
As observações e os testes executados no local, conjuntamente com os resultados laboratoriais, conduziram à compreensão das causas de alterabilidade das pinturas.
As patologias que afectam estes murais estão, na sua maioria, intimamente ligadas ao edifício de que fazem parte: o péssimo estado de conservação em que este se encontra, a sua instabilidade e o seu microclima são as principais causas das graves alterações verificadas.
O levantamento da cal na capela-mor e tímpano do arco triunfal puseram a descoberto profundas fissuras verticais, sensivelmente a meio de cada pano e do tímpano; a leste e a sul atravessam toda a espessura das paredes, sendo visíveis também no exterior. No arco triunfal, o entablamento que corre sobre ele encontra-se abatido na parte central (Fig. 3).
É possível que estes danos tenham sido provocados por abalos sísmicos, tendo em conta a região, mas o tipo de construção, a provável inexistência de alicerces adequados e a morfologia do terreno, agravam o problema.
Quer no tímpano, quer nas paredes sul e este da capela-mor, as fendas foram entulhadas em época desconhecida, com pedras, pedaços de tijolo e de telha amassados com terra, numa amálgama caótica que as sucessivas caiações encobriram; estes materiais foram retirados quando das primeiras intervenções e substituídos por argamassas de cal e areia misturadas com pequenos pedaços de tijolo, que permitissem por um lado a secagem lenta das argamassas, evitando que estalassem e por outro, conferissem uma maior solidez a estas áreas, afectadas por lacunas de grande profundidade. Na última intervenção, depois de um período de 10 anos, estas rebocos exibem novamente um conjunto de pequenas fissuras, com a mesma orientação das grandes fendas acima referidas, comprovando a continuada instabilidade do edifício (Fig. 4).
Para além da instabilidade estrutural, o microclima interior tem sido o principal factor de alterabilidade destes murais. Note-se, que não é necessário que chova, para que a HR% no interior seja elevada, porque o local está situado numa região levemente

deprimida, favorecendo a ocorrência de neblinas, orvalho e geada, num elevado número de dias por ano; as variações bruscas da HR%, devido em parte, às grandes amplitudes térmicas diárias, originam ciclos de humidificação/ secagem das paredes, com os consequentes ciclos de dissolução/ recristalização de sais. O aparecimento de velaturas esbranquiçadas sobre a superfície da pintura, a falta de aderência dos rebocos entre si e à arquitectura, provocando a sua queda, são algumas das consequências.
A constante infiltração das águas provoca também certamente, ciclos de dissolução/ recristalização dos sais existentes nos materiais constituintes do suporte arquitectónico*;* não se pode esquecer que sendo a região um local de pastoreio intenso desde há séculos, é natural que as terras constituintes da taipa estejam carregadas de nitratos, para além de outros sais. Assim, a formação de cristais no interior das paredes, desagrega a taipa*,* destruindo o próprio suporte arquitectónico.
O edifício é assim - dado o débil isolamento - uma espécie de "esponja".
O alto teor de humidade no interior é proveniente, sobretudo, da falta de isolamento das coberturas e do chão, mas não sabemos até que ponto, sobretudo em relação à humidade ascencional e às infiltrações nas paredes, a causa não estará directamente relacionada com o tipo de arquitectura ou defeitos/ alterações na sua constituição.

6. Conclusões

Em pintura mural, a importância do estado de conservação dos imóveis determina, não raras vezes, a impossibilidade de uma intervenção adequada nas obras, enquanto se mantiver o estado de degradação do edifício; esta é das áreas em que mais se faz sentir a necessidade não apenas de discussão, mas da elaboração de projectos que contemplem intervenções multidisciplinares.
A igreja de Sta. Iria não foge a esta regra.
O estudo pormenorizado desta arquitectura e a sua recuperação é uma necessidade inadiável para a sua reabilitação e da obra pictórica que a reveste.

Bibliografia

- Mora, P. et L. et Philippot, P. - “La conservation des peintures murales”, Bologna, 1977.
- Henriques, F. M. A., “Humidade em paredes”, 2ª. Edição, 1995, LNEC.

Outra informação:

- Relatórios da Área de Pintura Mural do IJF/ IPCR) – Dossier n.º 677, 1012, 1278.
- Relatório do Laboratório Central (IJF/ IPCR), n.º 34/98.
- Carta do local 1:2 000 (CMS).
- Planta do local 1:100 (CMS).
- Planta da Igreja e alçados da capela-mor 1:10 (CMS).
- Carta Militar n.º 533, 1:25 000, IGE.
- Carta de Solos 1: 50: 000
- Carta Geológica de Portugal na escala de 1: 500.000 – Instituto Geológico e Mineiro.

Notas:

(1) – Segundo Vítor Serrão.

(2) – As prospecções efectuadas durante os trabalhos, quer no interior quer no exterior da Igreja, revelaram a existência de um suporte arquitectónico cujo material é a terra, com excepção de alguns pontos onde se notam grandes blocos rochosos – base do edifício – e tijolo compacto.

(3) – Termo empregue para os cartões que permitiam executar rapidamente as grandes manchas do desenho.

(4) – Normalmente, a camada de argamassa destinada a receber a pintura, constituída por areias de granulometria mais fina e com uma maior quantidade de cal do que a do *arricio.*

(5) – Camadas de armassa anteriores ao *intonaco* constituídas por areias de granulometrias superiores às do *intonaco* e uma menor quantidade de cal.

Nota final:

A autora é natural de Lisboa, tem um Bacharelato em Conservação e Restauro – Especialização em Pintura Mural, pela ESCR de Lisboa e é licenciada em Geografia e Planeamento Regional pela FLUL. É técnica superior do IPCR desde 1989.



Fig. 3 – O entablamento sobre o arco triunfal abatido ao centro



Fig. 4 – As argamassas colocadas há anos acusam fissuras verticais



Fig. 1 – Fachada e lado Norte da Igreja



Fig. 2 – Aterro constituído por entulho em torno da parede fundeira

CONSOLIDAÇÃO DAS MURALHAS DE TAIPA NO CASTELO DE REINA

Carlos Miguel Rocha

Rua dos Fidalgos, nº20 - 7830-350 SERPA – Portugal
Tel.: [pt] 00351-919238787 ; [es] 0034-635677469; e-mail: arqmiguelrocha@hotmail.com

TEMA 2: Conservação e Património
PALAVRAS-CHAVE: Património - Empresa - Consolidação - Taipa

RESUMO

A intervenção no património construído com terra crua levanta questões de diversa índole, que não são de resposta fácil, sobretudo quando trabalhamos com taipa. Desde os projectistas, passando pelas instituições da administração pública até às empresas de construção, encontramos um débil conhecimento não só daquela técnica construtiva mas também da forma como levar a cabo a salvaguarda deste tipo de património. As particularidades de que se reveste são tantas, que dificilmente se enquadra dentro dos parâmetros de desenho/projecto dos gabinetes de arquitectura, dentro dos recursos e meios das instituições de gestão do património, nem dentro das capacidades técnicas das empresas.

Dado que manejamos débeis testemunhos do passado, erigidos com uma técnica que não faz parte das práticas construtivas que hoje em dia dispomos, reveste-se de especial importância a divulgação dos trabalhos que actualmente se vão fazendo nesta área. Assim, pretende-se deixar aqui mais um contributo, este a partir da perspectiva do trabalho de uma empresa, numa obra concreta, em que os papéis dos diferentes intervenientes nem sempre corresponderam aos habituais.

O castelo de Reina situa-se em Espanha, na zona sul da região da Extremadura, ao lado da via que liga Badajoz a Córdova, onde começam os primeiros montes da Serra Morena. Promovidas pelo Conselho de Cultura da Junta de Extremadura, em Novembro de 2002 deu-se início às obras de consolidação das suas muralhas de taipa, cujo plano compreendia a execução de cinco fases. A primeira, pelo facto de se haverem esgotado as verbas, foi interrompida em Julho de 2003, vindo a ser terminada durante os meses de Maio e Junho do ano seguinte. Presentemente a obra encontra-se parada, à espera da disponibilidade de novo financiamento, que se prevê para finais deste ano, tendo sido já lançado o concurso público para adjudicação da segunda fase.

Algumas das soluções postas em prática na primeira fase, para resolver as questões técnicas que se colocavam, são agora avaliadas, passados dois anos da sua execução.

1. Introdução

O recinto fortificado de Reina, junto à povoação do mesmo nome, situa-se no topo de uma colina nas faldas da Serra Morena, muito próximo da linha de separação entre a Extremadura e a Andaluzía espanholas. A sua localização possui um elevado valor estratégico, pois desde ali se domina um vastíssimo território que inclui a antiga rota que unía Badajoz com Córdova e Sevilha, eixo de importância crucial em toda a Idade Média.

Segundo dados fornecidos pelas escavações arqueológicas, a ocupação deste local remonta à época pré-romana. No período Flaviano existiu, no sopé da colina, a cidade romana de Regina com um traçado urbano bem definido e vias de comunicação que a ligavam com o resto dos núcleos importantes da Bética e da Lusitânia. Entre outros elementos, aí foram trazidos à luz do dia um teatro, os principais eixos viários e um templo, o que nos pode dar uma ideia da importância de Reina em épocas passadas como cidade romana, muito próxima da secular Ruta de la Plata.

A actual fortaleza adquire a sua importância depois do abandono da cidade romana, que se terá produzido em época árabe, já que existem documentos da cidade em época visigótica e achados de restos de colunas e de outras lavras conduzem a esta mesma ideia. Embora existam opiniões que a situam no período dos califados (séc. IX e X), a maioria dos historiadores consideram que a sua construção teve lugar durante a época almohade, tradicionalmente na segunda metade do século XII. Contudo, segundo Torres Balbás, os actuais restos da fortaleza devem-se a uma reconstrução que os almohades levaram a cabo sobre uma primitiva fortaleza árabe.

Já em época santiaguista, o mestre da ordem D. Alonso de Cárdenas ordenou durante o seu mandato, no século XV, novas obras de reforma nesta fortaleza, quando já a maioria da população se havia deslocado do seu interior para cotas mais baixas, dando origem às povoações de Reina, Casas de Reina e Trasierra.
Actualmente todo o recinto se encontra repleto de restos de pedras, de tijolos e telhas e de terra, que provavelmente correspondem aos restos da antiga povoação intramuros.

2. Estado das muralhas

O estado actual das muralhas do castelo de Reina revela-nos uma construção de taipa que delimita um recinto fortificado de forma poligonal, sensivelmente trapezoidal. Esta muralha apresenta quinze torres de planta rectangular (quase quadrada) e os respectivos panos entre elas têm mais de dois metros de espessura. (fig. 1)
A construção, como se disse, é quase na sua totalidade de taipa, com embasamentos de pedra, que em alguns casos não é visível por esta se encontar soterrada e noutros casos assenta directamente sobre a rocha natural. Também se encontram algumas esquinas das torres reforçadas com grandes blocos de pedra, provavelmente silhares romanos reutilizados e provenientes da cidade de Regina.

As várias fiadas ao longo da muralha denotam a existência de dois tipos diferenciados de taipa. O primeiro tipo, que se encontra nas fiadas inferiores, apresenta uma mistura de terra com bastante cerâmica e pedras grandes e denota uma baixa coesão. A matéria-prima de que é constituído terá sido, provavelmente, recolhida na zona de execução da taipa pelo que a muralha é da mesma cor do terreno sobre o qual está construída.
Nas fiadas superiores surge um segundo tipo de taipa, este de maior riqueza. Apesar da matéria-prima ser a mesma, esta apresenta uma grande coesão e resistência, principalmente por contar na sua composição com uma alta percentagem de cal, cuja carbonatação ao longo do tempo deu como resultado um material de alta dureza e durabilidade.

Todo o recinto se encontrava um estado de degradação bastante avançado. Diversos factores, a maior parte de origem natural, levaram à degradação da taipa dando origem, por desagregação do material, à formação de grandes vazios, especialmente na sua cara exterior. A perda de material foi de tal maneira grande que em alguns casos chegou a atingir toda a espessura da muralha e noutros levou ao quase desaparecimento de algumas torres.

As alterações mais significativas que se podiam observar na taipa eram **alterações por instabilidade estrutural** e **alterações da matéria**. Quanto às alterações por instabilidade estrutural, a muralha apresentava: gretas, fissuras, desaprumos, torções, deformações, perda de horizontalidade, derrubes e ruína. No que diz respeito às alterações da matéria, as principais patologias eram: perda de massa (parcial ou total), microfissuração (e consequente incremento de porosidade) , desagregação, arenização e pulverização. (fig. 2)

3. Actuação arquitectónica

O objectivo da intervenção era o de corrigir em parte os efeitos dos agentes externos, consolidar e restaurar a muralha mediante a restituição da massa perdida e dos elementos em falta, em consonância com o seu aspecto original.

Era primordial proceder a uma estabilização estrutural, de maneira que fôsse travada a sua contínua deterioração, com o objectivo de evitar a perda total dos restos que perduraram, para além de evitar acidentes. Mais, pretendia-se não apenas consolidar mas também restituir a este recinto fortificado toda a riqueza da sua autenticidade, como documento histórico, como feito arquitectónico e como elemento singular, “refiriéndonos al propio mensaje de la memoria del pasado y a los significados del presente” (RECASÉNS, 2002). Afinal, tratava-se de não fazer mais que uma restituição da massa perdida pela muralha ao longo dos séculos, como se

de uma operação cirúrgica se tratásse, com uma intervenção que valorizásse o (ainda) existente, mais do que "inventar" um novo castelo de Reina.

4. Implementação da obra

Incluída no Plano de Ordenamento Territorial de Reina, a consolidação deste recinto fortificado foi promovida pelo Conselho de Cultura da Junta de Extremadura. A autoria do projecto é do arquitecto Gonzalo Díaz Recaséns.

O processo de adjudicação da obra foi um pouco fora do habitual, pois não se apresentou nenhuma empresa a concurso, provavelmente devido à grande dificuldade de acessos e à dificuldade técnica de execução dos trabalhos. Assim, aquele órgão da Administração "convidou" a empresa ANTAÑO Restauración, S.L. a executar a obra, por adjudicação directa, pois esta já tinha realizado antes outras obras de património da Junta de Extremadura, nomeadamente no castelo de Montemolín, também de taipa.

Após análise do projecto e avaliação das condições de execução da obra no próprio local, antes de encetar qualquer actividade de obra a empresa começou por estudar as características particulares deste castelo, quanto a técnicas, materiais e processos construtivos, de maneira a poder respeitar o monumento, por um lado, e por outro a tornar a obra exequível em termos humanos e técnicos actuais e também de segurança estrutural e humana, sempre procurando alcançar elevados níveis de qualidade.
Partindo das actuações preconizadas no projecto de execução tratou-se, primeiro que tudo, de adequá-las às condicionantes com que íamos trabalhar. As que maiores dificuldades nos levantavam eram:
- o acesso ao castelo (por atravessar as ruas da povoação de Reina apenas permitia a passagem de transportes de pequenas dimensões);
- a acentuada pendente do terreno (que não proporcionava o espaço necessário para a montagem dos andaimes e circulação pelo exterior da muralha);
- a execução de taipa a uma só cara (que obrigava a estudar novas soluções de amarração e gestão das cofragens);
- o encontro superior da taipa nova com a parte inferior da taipa existente (pela elevada dificuldade de execução);
- o calendário de execução da obra.

O projecto de execução estabelecia, de uma forma clara, que os trabalhos a realizar seríam trabalhos de consolidação. A definição deste termo permitiu-nos delinear uma linha de actuação ante este monumento que, sem deixar de fundamentar-se no respeito pelos elementos antigos e as partes originais, existentes e autênticas, propunha o recurso aos meios e técnicas que actualmente temos à nossa disposição. Aqui, socorremo-nos dos princípios definidos na Carta de Veneza que embora tenha sido promulgada en 1964, isto é, há 41 anos, continuam a constituir a base de referência para a filosofia geral de actuação em elementos do património construído. No seu artigo 10º pode-se ler: "*Quando as técnicas tradicionais se revelarem inadequadas, a consolidação de um monumento pode ser efectuada através do recurso a técnicas de conservação ou de construção cuja eficácia tenha sido demonstrada cientificamente e garantida através da experiência de uso*."

Considerando que a maior quantidade de obra correspondia à restituição volumétrica da taipa perdida e que se pretendia que a imagem final da intervenção reproduzisse as mesmas formas, alinhamentos, côr e textura da taipa original, definimos um conjunto de tarefas iniciais de obra que considerámos fundamentais para o sucesso da actuação:
1- investigação e procura da matéria-prima e do material mais adequado;
2 - análise e definição da forma mais adequada de compactar a terra;
3 - estudo das antigas cofragens, de forma a actualizar a sua operacionalização.

4.1. Investigação e procura da matéria-prima e do material mais adequado
Com o objectivo de produzir a taipa nova com o material mais o apropriado e compatível possível com a taipa antiga, começámos por solicitar a um laboratório, devidamente acreditado, análises de amostras de terras do local, da muralha e dos terrenos circundantes (matéria-prima). Em consequência dos resultados, executámos um conjunto de "provetes", muretes de taipa de pequenas dimensões, para procurar determinar a mistura (material) mais adequada à finalidade proposta. Assim, produzimos em estaleiro 28 provas de taipa, entre as quais íamos variando as proporções entre terra, cal e areia, com o objectivo de entre todas escolher a mais adequada quanto a côr, textura e resistência. (fig. 3)
Por fim, foi seleccionado o material presente no provete nº 22, constituído por 5 partes de terra (colhida na base da colina do castelo), 4 partes de areia e 2 partes de cal.

4.2. Análise e definição da forma mais adequada de compactar a terra
Para alcançar este propósito, aproveitou-se também a execução dos muretes para ensaiar diversas formas de compactar a terra. Foram experimentados meios manuais e meios mecânicos, tendo sido seleccionada a compactação mecânica por vibração. Contudo, para a zona em que a taipa tem contacto directo com a madeira das cofragens a opção foi para a compactação manual com os tradicionais maços de azinho, especialmente desenhados e mandados fazer numa carpintaria local.

4.3. Estudo das antigas cofragens, de forma a actualizar a sua operacionalização
Sabendo que as antigas cofragens eram constituídas por 5 tábuas justapostas, conjunto este que alcançava os 85 cm de altura, tivémos a possibilidade de comprovar isto com o achado de um testemunho do negativo das cofragens originais, gravado numa zona de taipa posta a descoberto. Seguindo estas mesmas dimensões (5 tábuas / 85 cm de altura), construímos as novas cofragens, para as quais não se estabeleceu comprimento fixo, uma vez que não foi possível chegar a uma conclusão sobre qual teria sido a medida utilizada originalmente. Em conjunto com a Direcção de Obra foi somente definido que essa dimensão deveria apenas tentar manter uma imagem coerente com o existente.

Também foi possível recuperar alguns exemplares das agulhas originais que serviam de apoio às antigas cofragens. A partir da forma e desenho destas, reproduzimos com madeira da mesma espécie, azinho, novas agulhas iguais às originais, que utilizámos para montar as novas cofragens. Contudo, introduzimos aqui uma pequena alteração: a tradicional maneira de as cravar, com uma cunha de madeira, foi modificada, tendo, para tal, sido utilizado varão roscado galvanizado. Contudo, isto não alterou a imagem nem desvirtuou o sistema tradicional, pois não introduziu significativa mudança no sistema construtivo, uma vez que também foram encontrados testemunhos de utilização de grandes pregos de ferro para cravar as antigas agulhas.

5. Alguns detalhes de execução
Antes de proceder à montagem das cofragens, foi necessário preparar a taipa existente para receber o novo material, de forma que se tornassem o mais solidários possível. Primeiro que tudo eliminando a biocrosta e a vegetação invasora e todos os elementos que pudéssem cair ou libertar-se por perda de adesão. Depois, talhando a taipa existente em formas geométricas, sobretudo no que diz respeito a planos horizontais, eliminando todos os planos inclinados, para favorecer o apoio da nova taipa.

A montagem das cofragens foi então feita de forma contínua, deixando "vistas" as uniões entre as tábuas de um mesmo taipal e entre distintos taipais, exactamente como se pode observar na sua forma original, em diversos pontos da muralha. Onde não existiam, procurou-se seguir as linhas horizontais de cada fiada de taipa colocando as agulhas nos mesmos alinhamentos originais, tomando como referência os vazios deixados por aquelas.

Para a preparação da mistura foi utilizada uma betoneira comum, sendo feito o control do grau de humidade cada vez que se "amassava", corrigindo ou não a quantidade de água presente na mistura, uma vez que as condições atmosféricas têm uma influência muito grande na qualidade do produto final. Depois de vertida para dentro das cofragens em camadas de aproximadamente 10 cm, a compactação da terra foi executada primeiro de forma manual, com uma mistura um pouco mais fina, junto às madeiras e depois mecânicamente, com a mistura um pouco mais grossa, por todo o corpo da taipa. (fig. 4)

Aproveitando a dificuldade de estar a trabalhar a uma cara, tirou-se partido do sistema de amarração das cofragens utilizando-o também para ajudar a "amarrar" o novo com o antigo, ou seja, uma vez terminada a função de suportar as cofragens, os mesmos elementos passavam a ter a função de agarrar o novo bloco de taipa.

6. Conclusões

Os trabalhos de consolidação do recinto fortificado de Reina, para além do que preconizava o projecto, permitiram-nos pôr à prova a capacidade de resolução de situações completamente fora do comum, por parte de uma empresa de restauro do património. Muitos foram os desafios que tivémos que aceitar e muitas foram as soluções novas que tivemos que "inventar". Todas as novas e necessárias decisões foram tomadas no terreno, sempre na sequencia de novas observações, análises e estudos e sempre em boa coordenação entre a Direcção de Obra e a Empresa Construtora.

Num texto escrito no final da primeira fase da obra, refere o arquitecto Gonzalo Díaz Recaséns, autor do projecto: "*La observación directa de las ruinas nos permite volver a pensar nuestra idea de la Alcazaba, volvemos a proyectar nuestra mirada sobre algo que creemos comprender y que siempre nos responde con nuevas preguntas. Cada vez que durante las visitas de obra volvemos a recorrer la muralla, encontramos nuevos rastros, nuevos estratos que a lo largo del tiempo han ido superponiéndose, y a la vez que vamos conociéndola mejor, resultan más complicadas y difíciles las restituciones que llevamos a cabo en sus lienzos*".

Como todos sabemos, as tecnologias da terra crua não são hoje em dia do domínio da maioria das empresas de construção. A responsabilidade que acarreta a intervenção em monumentos erigidos com este material quase sempre ultrapassa as suas capacidades técnicas e, de alguma forma, isto leva também ao seu desinteresse por obras deste tipo. Assim, reveste-se de especial importância a divulgação e a troca de experiências no campo da reabilitação do património construído de taipa, sobretudo na vertente da execução de obra. Igualmente importante é este conhecimento por parte dos arquitectos, pois sem ele os parâmetros académicos de desenho/projecto de que dispomos de pouco valem: podemos desenhar projectos para construir ou para recuperar obras de betão (ou mesmo pedra) da mesma forma para qualquer parte do mundo mas não podemos fazê-lo da mesma forma para obras de taipa: aqui, cada caso é um caso. A metodologia do trabalho, o conhecimento das tecnologias construtivas presentes e da sua operacionalização em obra é fundamental para a realização de um bom projecto de taipa, seja de intervanção no património, seja de construção nova.

Bibliografia

- CIAT, Congresso Internacional de Arquitectos e Técnicos de Monumentos Históricos (1964): "**Carta de Veneza**", UNESCO, ICCROM, Roma,Itália.
- PÉREZ, Yolanda Picado (2003): "**Obras de restauración y consolidación en el recinto fortificado de Reina (Badajoz) - Memoria del seguimiento arqueologico**", ARQVEOCHECK S.L. – Arqueología y Patrimonio Histórico, Mérida, España.
- RECASÉNS, Gonzalo Díaz (2002): "**Proyecto de ejecución de Consolidación de la**

Alcazaba de Reina – Fase 1", Reina, España.
- RECASÉNS, Gonzalo Díaz (2003): "**Consolidación de la Alcazaba de Reina**", em *REINA - Revista del Ayuntamiento de Reina*, p. 57 a 60, Reina, España.
- ROCHA, Carlos Miguel (2003): "**Obras de Consolidación en la Alcazaba de Reina - Informe Tapia**", ANTAÑO Restauración S.L., Navalmoral de la Mata, España.

Nota Final

Carlos Miguel Rocha é arquitecto, foi Professor e Coordenador do Curso de Mestre de Construção Civil Tradicional da EAOTS e da EPDRS (de 1996 a 2002), Chefe de Obra em empresas de restauro do património (de 2002 a 2004) e é Professor em Cursos de Verão de Construção com Terra. Actualmente desempenha as funções de Arquitecto (Técnico de Património) na UPD do Grupo de Ciudades Patrimonio de la Humanidad en España. É presidente da direcção da Associação Centro da Terra.

Legendas das Figuras

Figura 1 - Vista aérea do castelo de Reina.
Figura 2 - Aspecto da muralha, no início das obras.
Figura 3 - Parque de "provetes" de taipa.
Figura 4 - Restituição volumétrica da taipa.

CONSOLIDAÇÃO DAS MURALHAS DE TAIPA NO CASTELO DE REINA

Carlos Miguel Rocha

TEMA 2: Conservação e Património

Figuras com Legendas



Figura 1 - Vista aérea do castelo de Reina.



Figura 2 - Aspecto da muralha, no início das obras.



Figura 3 - Parque de “provetes” de taipa.



Figura 4 - Restituição volumétrica da taipa.

O ESPAÇO CONSTRUÍDO NO ALTO YEMEN

Fernando Varanda
Universidade Lusófona
Av. Conde de Valbom, 2, 1ºD, 1050-068 Lisboa
Tel/Fax 213557966 email:fernando.varanda@sapo.pt

Tema 2 – Conservação e Património

Palavras chave: terra, pedra, colmo

Resumo
Esta apresentação resume um levantamento feito no "Alto Yemen", a região mais montanhosa, entre o Mar Vermelho e o Deserto Árabe, do país que se unificou em 1990 como República do Yemen. A sua geografia física poderá explicar a sua originalidade como espaço construído, mas outros factores, tais como as bases de organização social e de delimitação territorial, contribuem para definir um quadro de distribuição regional de técnicas e estilos. Descrevem-se as principais formas de construção sobretudo nas regiões que se destacam pela habitação construída em terra e pedra. Mostram-se as principais características estruturais e a contribuição de outros materiais - gesso, alabastro, vidro colorido e madeira. Apresentam-se, sumariamente, as transformações sofridas a partir da Revolução Republicana (1962) que marcou a abertura do então Yemen do Norte às formas de construir do Ocidente.

1. Introdução

O Yemen, a parte da Península da Arábia conhecida pelos Romanos como Arábia Felix, enraiza as suas tradições construtivas nas culturas pré-islâmicas que floresceram entre o séc. VI A.C. e o séc. VI da era cristã e cuja prosperidade se deveu ao domínio da rota do incenso entre as faldas orientais da cordilheira de Sarat e o mar da Arábia. Ficaram vestígios de cidades, templos e complexos sistemas de irrigação o mais notável dos quais representado pela barragem de Marib, que acompanhou esta cultura desde a sua edificação em 500 A.C. à ruptura final em 500 da era cristã.

O isolamento do Yemen até há quarenta anos tem-se explicado pela aspereza das suas montanhas e pela forma como são habitadas por grupos tribais coesos e ciosos da sua independência, professando a versão Zaydita do Xiismo e só se unindo sob o comando do seu Imam pela necessidade de enfrentar um forte inimigo comum. Assim, a resistência aos turcos, na passagem do século XIX para o XX, tornou-se no aglutinante e motor que levou o Imam a reinar como o soberano do primeiro estado independente do mundo islâmico moderno. A Revolução Republicana de 1962 terminou mil anos ininterruptos de governo do Imamato, nunca cedendo o núcleo duro das Terras Altas e estendendo-se episodicamente até tão longe quanto o Oman.

Foram os ingleses, que dominavam Aden e o seu hinterland desde meados do século XIX, quem estabeleceu com os turcos, em 1914, a fronteira entre o que se convencionou designar como o "Yemen do Norte" (ou Alto Yemen) e o "Yemen do Sul". O Sul tornou-se independente dos ingleses em 1968; e ambos os países foram unificados em 1990 como a República do Yemen.

2. O território agrícola

Na geografia física do país distinguem-se imediatamente três grandes regiões naturais: a Tihama, a faixa aluvial que se estende ao longo do Mar Vermelho encurvando para o Golfo de Aden e com uma população que se diferencia da do resto do país pela sua forte ancestralidade negro-africana e etíope: as Montanhas, que se podem subdividir, à medida que cresce a altitude, em Terras Médias e Terras Altas, com picos acima dos 3000 metros; e o Deserto, uma franja do grande deserto do Rub' al Khali. Do litoral para o interior e de sul para norte o clima vai passando de tropical e sub tropical a temperado e desértico. Há muitas coincidências das regiões naturais com grupos tribais e com as zonas de homogeneidade construtiva.

A agricultura em socalcos é um dos identificadores mais publicitados do país, com as melhores expressões nas encostas oeste e sudoeste das Terras Altas. O último quarto de século tem assistido à sua progressiva decadência por razões que em última análise se resumem ao facto de o resultado económico não compensar o esforço dispendido. A recuperação dos socalcos tornou-se uma questão muito debatida, com dois argumentos principais: o papel dos socalcos na prevenção da erosão das encostas e dos consequentes desastres por inundação dos vales; e a manutenção de um valor emblemático: não se podia imaginar o Yemen sem os seus socalcos.

Os processos de condução e depósito de água, que tiveram o seu apogeu na antiguidade, estavam reduzidos no princípio dos anos 70 a pequenas barragens nos *wadis* (vales ou barrancos) e sobretudo às cisternas abertas (*ma'jil*), recolhendo chuva e águas superficiais, que pontilham as encostas e que têm também um papel importante no património identificativo do Yemen. Com a introdução de métodos mecânicos para extrair de grandes profundidades a água de que as terras planas, antes estéreis, careciam para serem férteis, a agricultura em socalcos decaiu e as cisternas foram-se tornando obsoletas, tornando-se, muitas delas, vazadouros, onde o lixo flutua num líquido nauseabundo.

3. Abrigo e Povoado

Abundam, nas Montanhas, exemplos de cavernas e recessos nas encostas, adaptados desde a antiguidade como túmulos, fábricas, ou habitação para indivíduos ou pequenas comunidades, e que ainda no último quartel do século XX se mantinham, mostrando, em alguns casos, um elaborado tratamento formal do interior.

Contudo a expressão mais clara e elementar de abrigo construído é o *saqif* (literalmente, tecto), usado por pastores e seus rebanhos e por viajantes, quando viajar era sobretudo a pé. Os *saqif* são em pedra e aparecem ou com planta quadrangular e cobertura plana de lajes de pedra, suportada por toscos lintéis e arcos, ou com planta circular, coberta, como uma falsa cúpula, por anéis de pedra cada vez menores. Em ambos os casos a cobertura é exteriormente colmatada com terra. A forma quadrangular com a cobertura plana representa o modelo construtivo adoptado desde as formas mais elementares de habitação até às mesquitas. Há cúpulas em muitas mesquitas e banhos, revelando a influência de artesãos do exterior, mas nunca na construção doméstica.

Os padrões de povoamento no Yemen podem reduzir-se, em termos muito gerais, a duas categorias maiores: a dos "aglomerados dos vales" e a dos "aglomerados dos cumes". Se os primeiros se explicam por si - proximidade de recursos naturais ou posição estratégica em rotas - no caso dos últimos, a preferência pelos altos das montanhas tem-se explicado por razões de defesa e comando visual do território, pela necessidade de não ocupar terrenos aptos para a agricultura e razões mais subjectivas tais como o gosto por largos horizontes.

O contorno de um aglomerado aparece normalmente bem definido. Nos aglomerados menores, complementando ou substituindo características naturais, garante-se o confinamento e a protecção por um anel exterior de casas contíguas cujos andares inferiores, destinados a animais e armazéns, e sem janelas, funcionam como muralhas ocas, ao passo que, da habitação, nos andares superiores com janelas que cheguem, se podem tomar posições de vigia e defesa. Em terreno plano, vigia e defesa podem depender de torres afastadas do povoado; mas nos aglomerados maiores é uma muralha completa que define o contorno e garante a defesa.

Em geral, as casas dos principais da comunidade não apresentam excepcionais sinais exteriores de distinção, embora se possam distinguir pela localização ou tamanho relativo. Por exemplo, a casa do *shaykh* (chefe da tribo) pode funcionar como uma cidadela elementar onde se armazena a alimentação da comunidade e, em caso de ataque, se abrigam os camponeses que por sua vez contribuem para a defesa.

As mesquitas aparecem logo nos aglomerados mais pequenos, quanto mais não seja como parte da casa do seu chefe, e frequentemente em par com outra mesquita logo fora dos limites do povoado. A importância da água no ritual expressa-se no desenvolvimento dado às áreas para as abluções, embora o *sabil* (o tanque da mesquita), possa, especialmente

em áreas rurais, ser também parte do suprimento de água para a irrigação de campos da comunidade.

O contacto regular entre povoados baseava-se num sistema de mercados semanais escalados. Fisicamente, os lugares de mercado rural apresentam-se ou como espaços abertos, onde periodicamente se instalam tendas, ou como núcleos de construções simples em pedra ou barro, nas montanhas, ou fibras vegetais, na costa, desertas excepto por um dia na semana e tendo ocasionalmente uma pequena população de manutenção sem estatuto tribal.

Os mercados aparecem como nós de uma rede, exterior e separada dos aglomerados que servem; ou parte do espaço intra-muros das cidades. Aqui, o mercado define frequentemente um itinerário, começando numa das portas principais, junto da qual pode existir um largo formalmente indefinido, e entrando pelo aglomerado até que se chega à grande mesquita.

A grande mesquita e o mercado definem geralmente o centro da cidade. Os locais de poder, em si mesmos, não formalizam nenhuma instância especial nos seus espaços públicos. Contudo, o seu posicionamento junto à "praça do mercado" pode ser também parte de uma estratégia de localização na medida em que a praça é um lugar natural para concentrações e actos públicos, tais como a execução de castigos físicos.

A reunião destes espaços - lugares para a troca, a oração e o governo - pode caracterizar fisicamente um espaço urbano. Mas é a presença de uma textura homogénea de casas altas e das ruas que elas constituem que contribui para dar, mesmo às pequenas aldeias, a peculiar atmosfera urbana que é um dos traços distintos dos povoados do Yemen.

4. Tipologias

As atitudes em relação a construir e habitar identificam-se com as principais regiões naturais Na Tihama, a definição de tipos principais - "casas em colmo", "casas em tijolo", e "casas do Mar Vermelho", depende tanto dos materiais como da organização funcional. Assim, quer as "casas em colmo" quer as "casas em tijolo" são organizadas como complexos de estruturas de um piso e um compartimento, num cercado e abrindo para um pátio. A organização funcional é semelhante e as diferenças assentam nas formas que resultam do material (p. ex. planta redonda em algumas casas em colmo) e do seu tratamento formal, com óbvios parentescos respectivamente com África e com a Índia. A terra pode entrar na construção das casas de colmo, quer como paredes inteiramente em terra, quer como revestimento interior, por vezes laboriosamente decorado.

Nas "casas em tijolo", que são sempre de planta rectangular, as paredes são raramente ornamentadas exteriormente e as ruas aparecem como canais entre texturas uniformes de tijolo, pontuadas aqui e ali pelo branco de embasamentos revestidos a cal ou pelas decorações das platibandas das casas. A decoração estende-se às aberturas e em especial às fachadas voltadas para o pátio, que podem ficar completamente cobertas de relevos geométricos, feitos com o próprio tijolo, ou arabescos talhados num espesso reboco de cal ou gesso. Os interiores são igualmente revestidos e enriquecidos com relevos cobrindo toda a superfície das paredes ou só ao longo dos tectos, aberturas e nichos. Os tectos de madeira são frequentemente pintados com padrões em cores vivas.O trabalho em relevo na madeira, sobretudo das portas de entrada, pode ser muito complexo.

As casas do Mar Vermelho, em pedra coral ou em tijolo, têm vários pisos e são parte de um grupo que existe em ambas as margens do Mar Vermelho, da Etiópia e Sudão ao Yemen e à Arábia Saudita. No Yemen elas estão principalmente nas cidades costeiras de Moca, Hodeida, e Al Luhayyia, mas a sua degradação hoje é quase completa. Estas casas representam um enclave distinto em povoados onde a habitação predominante era em colmo, reconhecendo-se a contribuição dos turcos até pela terminologia usada localmente (por exemplo, o *rhawshan*, a característica sacada em rotulado de madeira, é localmente conhecido como *taqa turki* - janela turca). A organização funcional é semelhante à que se encontra nas casas urbanas da montanha, com o piso térreo geralmente destinado a lojas e armazéns.

Nas montanhas a identificação de tipos de casas depende da sua complexidade estrutural e

consequente organização funcional, independentemente do material de construção. As formas mais primitivas são sempre em pedra; mas pode aparecer terra crua em camadas *(zabur)* ou em blocos, *(libn)*, tijolos cozidos *('ajur)* e pedra *(hajjar)*, em qualquer dos três tipos principais de casa. São estes: "um só piso", com habitação e instalações para animais, armazenagem e celeiro tudo ao mesmo nível; "dois pisos com escada exterior" em que a habitação fica por cima dos espaços ancilares; e "vários pisos", com uma escada interna em que os primeiros pisos são ocupados como espaços ancilares e o resto habitação. As últimas são conhecidas como "casas-torre" e estabelecem a imagem pública da"casa tradicional Yemenita". São a forma mais espalhada nas montanhas, dos núcleos mais pequenos às cidades mais importantes, com o espaço organizado hierarquicamente em níveis. Há uma variante deste tipo, com quartos à volta de um pátio de cobertura e poços de luz para os pisos abaixo, que pode bem ser o que resta de uma forma existente desde tempos pré-islâmicos e transmitida pelos judeus, cujas casas em Sana'a parecem versões reduzidas deste modelo.

5. Materiais e estilos

Também os materiais e técnicas tradicionais se relacionam intimamente com as regiões naturais. A pedra prevalece em todo o maciço central, alternando com o adobe , sempre que há terra disponível para construção e significativamente entre o Norte de Sana'a e o Sudeste do país. A terra crua em estratos afeitados à mão *(zabur)*, caracteriza o Norte e o Nordeste; os tijolos cozidos têm a melhor representação na Tihama e nas cidades maiores das montanhas: Sana'a, Dhamar e Rada'.

A afirmação de estilos regionais é feita pela escolha e acabamento do material das paredes, opções decorativas e tratamento de aberturas, embora o mesmo modelo se possa encontrar em lugares geograficamente muito distantes. A decoração mais representativa é a de paredes em pedra e em tijolo, consistindo em bandas ou painéis com motivos geométricos feitos com os mesmos blocos da alvenaria, como baixos relevos, mas tratados de maneira diferente nos dois materiais. A decoração exterior pintada só aparece em duas situações: numa, característica das montanhas Oeste, caiam-se, directamente sobre a parede de pedra, motivos geométricos do tipo dos baixos relevos; noutra, exclusiva das casas em *zabur* das encostas Leste, pintam-se faixas de ocre encarnado em torno das aberturas ou ao longo da parte inferior dos edifícios.

Os interiores podem ser embelezados com relevos no reboco de gesso das paredes, sobretudo à volta das janelas e das suas bandeiras cujo guarnecimento inicial em alabastro tem vindo a ser substituído por *takhrim* - os vitrais de vidro de cor com nervuramento de gesso que se divulgaram por todo o país.

6. Novos materiais e tipologias

A construção em betão armado e blocos de cimento, que entrou no Norte do Yemen com a Revolução Republicana de 1962, em pouco mais de 20 anos espalhou-se até aos mais recônditos lugares. A ela associou-se a introdução de duas novas tipologias: edifícios de apartamentos de três ou quatro pisos, com comércio no piso térreo, que surgiram primeiro nas cidades principais mas que em pouco tempo se multiplicaram, isolados ou em pequenos grupos, como parte da paisagem das novas estradas; e vivendas com um só piso, com logradouro murado a toda a volta *(villas)*, para os novos bairros ricos das cidades mas com versões empobrecidas nas novas e populosas franjas urbanas. Contudo, nestas, a escada para o terraço de cobertura potenciava uma expansão em altura que nos anos 1990 já era quase geral, tornando as *villas* que evoluíram dos primeiros exemplos semelhantes aos modelos suburbanos de "casa-torre" antes da revolução. Um fenómeno paralelo ocorreu nas regiões rurais, onde a proliferação de estruturas em pedra de um só piso se tem vindo a consolidar em imagens evocativas dos volumes que as precederam. Todavia é nas *villas* que se encontra o campo mais fértil para o desenvolvimento de plantas, volumes e tratamentos texturais exóticos.

A má qualidade da construção em betão do princípio dos anos 70, tornou-se preocupante quer para os governantes quer para os seus consultores estrangeiros e recomendou-se um retorno aos materiais e formas locais, exemplificada nos edifícios públicos então erigidos em

pedra. A escassez e o custo crescente da madeira, no entanto, justificaram a introdução generalizada do betão para lajes de piso e cobertura e mesmo para outros elementos, tais como vergas e palas de janelas, ocasionalmente tornando-se parte do idioma formal desenvolvido no último quarto do século XX.

Pode contudo acontecer que a aceitação da pedra por todo o país como material de construção, a tal ponto que novas imagens estão a ser formadas, se deva à sua identificação com permanência e estatuto mais do que à posição oficial. O "estilo internacional" estava, no fim do século XX, escassamente representado em edifícios institucionais - cedo se consolidou a tendência em seguir convenções mais ou menos ligadas à "tradição estabelecida" ou a modelos correntes no resto do Médio Oriente. Sente-se, por vezes, que por caminhos diferentes se pode ter chegado a expressões que caberiam dentro do receituário da chamada arquitectura "pós-moderna" no ocidente.

O mesmo se pode dizer dos novos edifícios religiosos, que por algum tempo reflectiram as convenções vigentes no país que subsidiava a sua construção. Assim, cúpulas de betão tornaram-se comuns nas mesquitas maiores mas, nos anos 90, paredes de pedra e, especialmente, minaretes de tijolo, estavam na linha das convenções formais do passado local, permitindo-se embora maiores variações texturais.

A construção em terra foi de muitas maneiras a que mais sofreu com o impacto das novas tecnologias e modas e a sua evolução é a de descrição mais simples. Os esforços feitos por técnicos estrangeiros para provar os méritos da arquitectura em terra não frutificaram, identificado que estava o material com pobreza e subdesenvolvimento na mentalidade dos governantes de então.

Assim, no início desta década, a construção em *zabur* mantinha-se nos seus lugares tradicionais, mas o resultado era frequentemente corrompido pela intrusão de betão e pedra, sendo o seu custo pelo menos tão alto como esta.

A construção em adobes *(libn)* reduziu-se às áreas mais remotas sendo nas outras substituída por pedra e tijolo cozido e, sobretudo, bloco de cimento. No último caso, as construções tomam frequentemente volumes e texturas próximos das construções feitas nos mateiriais que vieram substituir.

A produção de tijolo em fornos tradicionais tornou-se muito reduzida não chegando sequer para as tarefas de restauro. As cidades expandiram para as áreas onde a terra era recolhida e instalados os fornos e as zonas de secagem. Contudo houve algum recrudescimento, combinado às vezes com estrutura de betão ou pedra e associado a um certo gosto revivalista. A construção em tijolo maciço industrial começou no fim dos anos 1980.

Houve mudanças evidentes na proporção e ritmo das aberturas; as janelas tornaram-se maiores, mais uniformes e com uma disposição mais regular no alçado. Por outro lado, os alçados com uma variedade exagerada de janelas, envidraçados e vitrais, tornaram-se típicos da exuberância manifestada em algumas das novas casas. Mais recentemente, contudo, percebia-se o retorno a um tratamento mais sóbrio. As bandeiras em vidro de cor e nervuras de gesso - *takhrim* - acentuaram muito o papel das aberturas nos novos edifícios. A simplicidade da técnica, o custo e acessibilidade da matéria prima e as suas possibilidades de embelezamento fácil, fizeram do *takhrim* um negócio próspero que muitos viram como a adaptação exemplar de uma técnica tradicional. Criaram-se novas formas para novas necessidades, incluindo tentativas de representação naturalista que antes só se encontravam em ingénuas experiências de província. Assim mesmo, no final dos anos 80 e talvez pelo fascínio pelas novas tecnologias, o último grito neste tipo de ornamentação tinha as nervuras em alumínio anodizado.

A carpintaria tradicional de caixilharias que deixou alguns exemplos notáveis, estava em decadência bem antes da Revolução devido sobretudo à saída dos artesãos judeus para Israel em 1948. E assim, nos anos 1970, desenvolvia-se em todo o país a serralharia de portas de metal pintado que ofereceu um terreno fértil a criações individuais, enquanto a carpintaria mecânica se estreava com novos tipos de caixilharias de janelas. A partir da década de 1990 apareceram, como um novo sinal de prosperidade, portas maciças de madeira importada e criavam-se centros de carpintaria tradicional como parte do processo

de recuperação da Madina de Sana'a, ao mesmo tempo que se vulgarizavam as caixilharias de alumínio.

7. Sinais de distinção

A exploração de novos materiais e formas permitiu variar a maneira de personalizar um edifício. Talvez fosse a procura de originalidade o que levou em certa altura a concentrações texturais excessivas no mesmo edifício; depois, numa reacção comum, a distinção aparenta-se com a sobriedade evidente e a qualidade dá-se a conhecer pelas características que requerem um talento ou custo especial.

No campo, as contribuições caprichosas da intervenção pessoal ganham um destaque próprio. Introduzem-se muitas vezes marcas de distinção pela mão do mestre pedreiro ou do proprietário - as mais simples serão o nome e data de construção, mas também a imagética habitual que a Revolução introduziu (armas, aviões) e inscrições caligráficas simples.

A cor, que chegou com a tinta industrial, tornou-se normal na decoração dos edifícios oferecendo as paredes de cimento rebocado superfícies especialmente convidativas. Aparecem alguns estereótipos, com regras de desenho e execução bem definidas, mas em muitos casos a decoração resulta de tentativas personalizadas em torno de novas figurações. Assim, o novo cenário rural pontua-se de despretensiosos sinais de distinção, com os materiais e talentos que há à mão e sem cuidar de se sujeitar a convenções rigorosas.

8. Conclusão

A preservação da identidade do Yemen tal como se percebia no princípio deste processo e tal como se pressente ter-se mantido pelo último milénio, é uma questão de a história seguir o seu curso; e é tentador tirar já conclusões pelo curso que está a ser seguido. A conservação e a reutilização de estruturas antigas eram em 1990, parte do esforço oficial para reter o seu valor inspirador, ao mesmo tempo que o "turismo cultural" ganhava peso na economia do Yemen contribuindo assim para manter as aparências. Mas "conservação" e "recuperação" entendem-se como medidas necessariamente referidas a "áreas históricas" o que, no caso presente, tem os seus aspectos paradoxais: todo o país podia cair neste tipo de classificação chegando-se a situações absurdamente paralizantes.

Além disso, se a conservação e a recuperação existem por um lado com a intenção de fixar as populações e melhorar as suas condições de vida, também tem sido verdade que acabam por não ter outro remédio senão contribuir para o esforço financeiro que isto implica, com as correspondentes cedências. Têm-se aplicado a este tipo de situações palavras como "suqificação" (a partir de *suq*, mercado), o termo que apareceu no fim do século XX para designar a transformação dos pisos térreos da Madina de Sana'a em lojas dirigidas a consumidores estranhos a ela e naturalmente implicando a subversão das vivências e dos códigos tradicionais do bairro.

As novas atitudes ligadas à casa, revestem-na, por um lado, dos atributos do individualismo, facilitados pelos novos meios de criar marcas de distinção; mas por outro, também lá está a tendência para a uniformização, clara nos projectos privados ou estatais que tendem a agrupar os habitantes em tais categorias como custo do projecto e rendimento do utilizador.

A construção é cada vez mais confiada a intermediários que se multiplicam à medida que a questão de fazer a própria casa já não é a de lidar directamente com materiais e pessoas mas sim com a papelada de uma burocracia complexa.

As soluções estruturais tradicionais, cumuladas, como estão, de virtudes, não conseguem competir economicamente com a produção industrial e assim, já em 1990, a utilização de materiais tradicionais extremava-se entre as populações de ricos urbanos e as de remotos rústicos. No último quarto deste século, parece ter-se caminhado de um espaço construído que não evidenciava distinções de classe até à demonstração de estatuto através da arquitectura.

Desta forma, a arte de construir no Yemen pode já não ter o valor representativo global que tinha antes da revolução. Até lá, classificações como "popular" e "erudito", não se podiam aplicar facilmente já que, se para o observador próximo estas noções se podiam distinguir, era homogénea a imagem que identificava o país como um todo.

Apareceram os sinais de fragmentação desta imagem. Reconhece-se a continuidade da tradição em afectações formais, mas os diferentes tipos de iniciativa na construção - empresarial, de arquitecto ou popular - estão a desenhar identidades próprias; e só agora é que se pode falar do surgimento de uma arquitectura "popular", representada por manifestações à margem das principais correntes de produção.

Bibliografia

AL RADI, Selma (1994): "*Qudad* - The Traditional Yemeni Plaster", *Yemen Update*, Bulletin of the American Institute for Yemeni Studies, #34, Winter/ Spring, 6-13, Sana'a, Yemen Republic

BONNENFANT, Guillemette et Paul (1981): *Les vitraux de Sana'a*. CNRS, Paris, França

BONNENFANT, Guillemette et Paul (1987): *"L'Art du bois à Sana'a (Architecture Domestique)"*. Edisud, Aix-en-Provence, França

DAUM, Werner, ed (1988): *Yemen- 3000 Years of Art and Civilization in Arabia Felix*, Pinguin-Verlag, Frankfurt/Main, Alemanha

DOE, Brian (1971): *Southern Arabia..* McGraw-Hill, New York,. E.U.A.

HIRSHI, Suzanne et Max (1983): *L'Architecture au Yémen du Nord*. Architectures, Berger-Levreault, Paris, França

INGRAMS, Harold (1963): *The Yemen.* Jonh Murray, Londres, Inglaterra.

MATTHEWS, Derek H. "The Red Sea Style". *Kush*, Khartoum, 1954.

NIEBUHR, Carsten (1792): *Travels through Arabia*. Trans. Robert Heron. R. Morrison and Son, Edinburgh,. Escócia. Fac simile, Librairie du Liban, Beirut, 374 and 375.

NYROP, R.F. ,ed (1986): *The Yemens*, Country Studies, GPO for Foreign Area Studies, The American University, Washington DC,. E.U.A.

RATHJENS, Carl (1857): "Jewish Domestic Architecture in Sana'a, Yemen". *Oriental Notes and Studies,* The Israel Oriental Society, No.7, Jerusalem

SERJEANT, R.B. & LEWCOCK, Ronald, ed. (1983): *San'a', An Arabian Islamic City*, World of Islam Festival Trust, Londres, Inglaterra

VARANDA, Fernando (1981): *Art of Building in Yemen*, AARP /MIT Press, Londres, Inglaterrra

VARANDA, Fernando (1993): "O Yemen e a terra", comunicação para a *7ª Conferência Internacional Sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura de Terra - TERRA 93*, Silves, Portugal

Currículo

Fernando Varanda é arquitecto e urbanista e ensina na Universidade Lusófona em Lisboa. É autor dos livros **Art of Building in Yemen** e **Mértola no Alengarve**, além de artigos e apresentações audio-visuais resultantes de levantamentos feitos em vários países do mundo.

O ESPAÇO CONSTRUÍDO NO ALTO YEMEN
Fernando Varanda

Tema 2 – Conservação e Património

Figuras
(nota: As figuras referentes a este artigo vêm identificadas por Fig… -Yem)



Fig.1 – Vista de Sa'da



Fig.2 – Parede em Zabur, Sa'da. Note-se o avanço de cada estrato sobre o de baixo e os cantos levantados

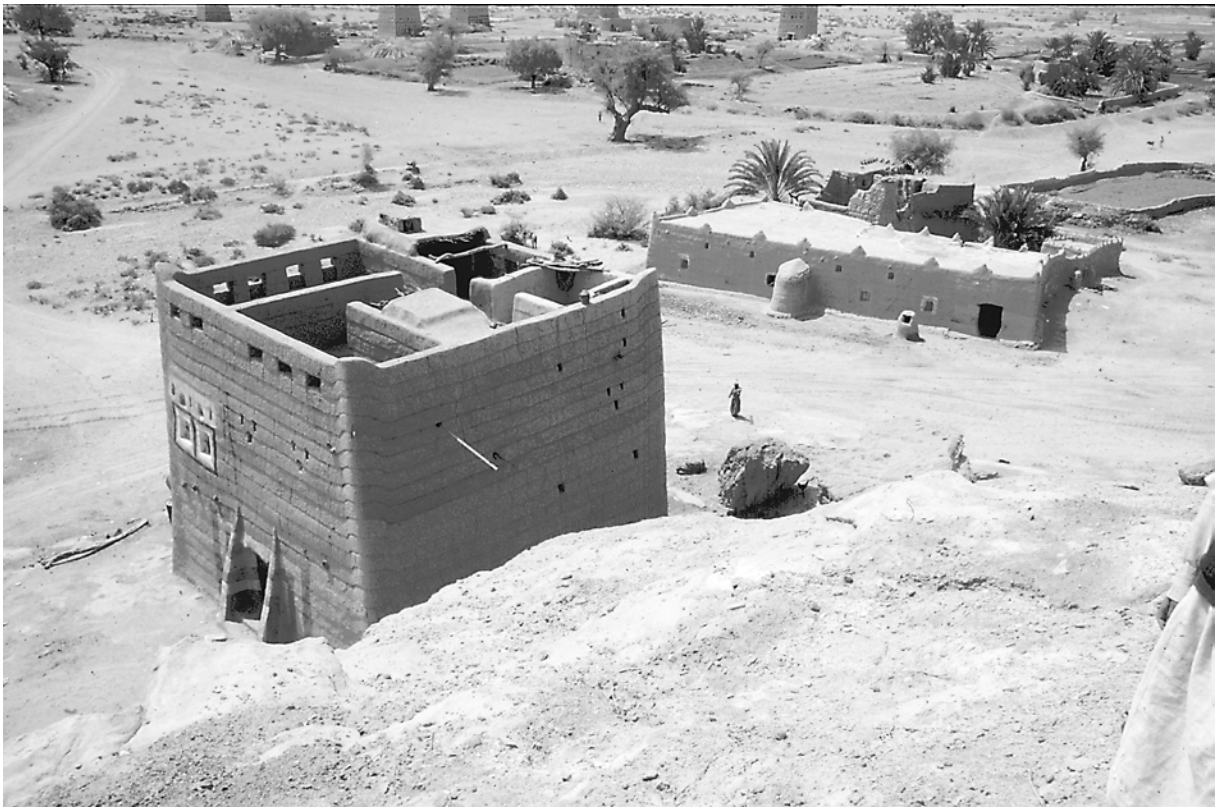


Fig. 3 – Casa rural em Khirab, Barat



Fig. 4 – Suq al ‘Ainan, Barat.

ARQUITECTURA EM TERRA – ICONOGRAFIA

Maria Fernandes
DGEMN/DREMC, Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Centro
Jardim da Manga, Apartado 6074, 3000-303 Coimbra, PORTUGAL, Tel. 351 239 854100
E-mail: mfernandes@dremc.dgemn.pt

Tema 2 – Conservação e Património
Palavras-chaves – Arquitectura, Imagem, representação

Resumo
A arquitectura de terra está presente em todos os continentes, desde a antiguidade aos nossos dias, numa diversidade tal que abrange desde a casa mais popular ao mais sofisticado palácio.

Para além dos vestígios dessas inúmeras construções que nos foram legados e das técnicas construtivas que chegaram até hoje, é porém desconhecido a forma como a arquitectura de terra era representada, tratada, vista e apresentada nesses contextos históricos.
Esta dificuldade é ainda mais clara, quando hoje por motivos vários, necessitamos de representar ou explicar de que forma eram esses edifícios construídos, que imagem tinham, como se organizavam os estaleiros de construção, como se produziam os materiais, enfim uma série de pressupostos que nem os filmes de Hollywood muitas vezes conseguiram expressar da maneira mais correcta ou próxima ao real de então. A investigação é ainda muito insipiente nesta matéria.

É objectivo desta comunicação apresentar de uma forma sucinta, um estudo relativo á iconografia sobre arquitectura de terra, desde a antiguidade até às mais recentes imagens publicitárias. A metodologia do estudo aborda de uma forma temática as diferentes representações das cidades, da arquitectura e da produção dos materiais, assim como das intenções dos seus autores nos mais diferentes contextos.
O estudo é uma síntese de um trabalho apresentado no âmbito dos seminários de doutoramento e mestrado em arquitectura território e memória, da Universidade de Coimbra em 2004.

1 – Terra, material dos Deuses

Ao longo dos tempos a terra, enquanto matéria-prima, tal como a pedra começou por ser um símbolo e uma dádiva dos Deuses. As primeiras representações que se conhecem da terra enquanto matéria prima, são ao mesmo tempo, a do seu transporte por escravos para estaleiros de construção e a de oferta às divindades por reis e importantes figuras do clero. No Egipto (1490-1469 AC), a terra era considerado um material dos Deuses pela directa relação com a natureza e porque o adobe era o material usado na construção dos templos, das mastabas funerárias e das pirâmides. Um relevo no túmulo da rainha Hatchépsout em Tebas, representa a própria rainha a moldar um adobe, enquanto numa escultura da Mesoptânia (1990 AC), um escravo transporta a terra para o estaleiro e noutra o Rei oferece a mesma terra aos Deuses.

Num fragmento arqueológico, parcialmente restaurado e do período da civilização Suméria (4000 AC), o rei dá orientações a Nannar Nin-Gal, para construir a cidade de Ziggurat d'Ur, entregando ao construtor os respectivos instrumentos para esse efeito. Essa entrega é aqui representada como a autorização e a ordem de execução, todo um ritual, próprio das civilizações da antiguidade, onde as cidades marcavam a diferença.

Entre a cidade dos Deuses e a cidade dos homens, construída pelos escravos, a terra é representada como uma dádiva divina, transportada por escravos, oferecida por Reis e escolhida por eles para a construção de cidades.

2 – A manufactura dos materiais e a construção

Na antiguidade, o processo de transformar a terra em material de construção era, como se pode apreciar no relevo do túmulo de Rekhmire, trabalho de escravos.
A manufactura e mesmo a construção é detalhadamente descrita nesta pintura. Observe-se como a cor dos diferentes operários, foi propositadamente marcada para definir quem e como trabalhava nestas obras. Se complementarmos estas informações com as referências literárias, facilmente se retiram conclusões. O antigo testamento refere como os Judeus eram prisioneiros dos Egípcios e como trabalhavam na elevação das suas pirâmides.
A recente publicidade da Benetton (United Colours), na América Latina e as fotografias de Sebastião Salgado no Paquistão, mostram como ainda hoje, o trabalho de manufactura de adobes e construção em terra é ainda um trabalho que resvala a escravatura: o trabalho infantil e feminino.

Na civilização do Islão (570-1699), os edifícios religiosos revestem-se de simbolismo religioso. Uma mesquita em construção, segundo os ensinamentos de Maomé, deverá estar orientada à Norte em direcção a Jerusalém e a Sul em direcção a Meca onde se deverá situar o altar, *Mirahb.* O espaço, aberto deverá conter palmeiras para abrigar os seus crentes enquanto poderosos altos muros em taipa, circunscrevem esse espaço sagrado. Na miniatura Turca, do século XVI, todos esses elementos estão presentes observando-se ainda, a preparação da terra para a construção e os blocos de taipa minuciosamente marcados nas paredes.

A China, é porventura o país que maior património em terra conhece. Espelho das diferentes civilizações que utilizaram este material a China é também um caso onde os manuscritos antigos dão conhecimento da sua utilização. Num texto de *Chou King*, o príncipe *Lou*, informa os seus soldados para prepararem as pranchas (taipais) porque ao décimo primeiro dia da jornada, eles irão elevar muralhas em terra.(séc. XI AC).
Uma possível referência á construção da Muralha da China, quase totalmente elevada em taipa, mas também às inúmeras construções em terra existentes na China.
No código *Song*, uma pequena ilustração relata a forma como era preparado um estaleiro para a construção em terra. Vêm-se todos os processos, desde a extracção da terra, marcação d construção e compactação.

Antes dos textos de Vitrúvio, as referências à construção em terra, são descritas ou desenhadas na forma de como se organizavam os estaleiros, quem construía e quais as diferentes fases e processos. Rara vez o processo de compactação dentro de taipais é desenhado ou referido, mas a preparação da terra, os muros no material e aspectos do uso da terra são vulgarmente representados.

3 – As cidades
Neste campo as representações são imensas e diversificadas. A descrição na literatura e a vista de uma cidade na iconografia, são na maioria das vezes ilusórias e pouco representativas do que realmente existia. Realidade e ficção misturavam-se, dependendo sempre do seu narrador e desenhador. As cidades eram representadas consoante o olhar e a forma como eram vistas ou como queriam que fossem vistas.

Das diferentes representações, as cenas de guerra são talvez aquelas em que as cidades ocupam especial destaque. Nos relevos da antiguidade, na civilização Assíria, os soldados e habitantes são os protagonistas enquanto as cidades e as suas enormes muralhas em terra, são de tal modo pequenas, que nem conseguem defender os seus habitantes. É absolutamente visível como as paredes, torres, portas, e paramentos em terra possivelmente rebocados são muito mais pequenos que os agressores e os habitantes. Nestes casos é notória a inferioridade da escala.
Outro exemplo, é a representação da *Mota* de Dinan e de Rennes, num tapete de 1066 em *Bayeux*. Estas fortificações em terra e com fosso, destinavam-se a defenderem em flancos avançados cidades muralhadas. Nas cenas de batalha e paz, a fortificação é

sempre remetida para segundo plano, em escala inferior e sem grande pormenor do seu sistema construtivo. Aqui os soldados são também mais pequenos, embora maiores que o fosso, enquanto os cavalos são os que realmente interessam ao desenhador.

No século XVI, o levantamento feito por Duarte Darmas é seguramente o melhor exemplo e o mais fiável da representação em planta e vista das cidades fortificadas de fronteira Portuguesas. Dado o contexto histórico, observa-se nalgumas das cidades representadas a Sul do Tejo, sobretudo em Mértola, e Juromenha, a marcação diferenciada pelo autor dos paramentos em taipa dos em alvenaria de pedra.
Após conquista os perímetros das cidades fortificadas foram reconstruídos e em boa verdade restaurados. Prática corrente era a construção de paramentos duplos em pedra remetendo a alvenaria em taipa militar para o interior da parede.
Nesta representação de cidades e ao contrário dos atrás descritos, as casas são detalhamente marcadas e desenhadas á escala e os materiais marcados.
Razões que possivelmente se pretendiam com a necessidade reformular as defesas Portuguesas e a fiabilidade desse levantamento levaram o autor a desenhar os materiais.

Desde a iconografia histórica até aos desenhos de François Cointeraux e Hassan Fathy, cujo objectivo era projectar e descrever técnicas construtivas, muito se evoluiu na forma e na maneira de representar a arquitectura em terra.
Hoje tal como ontem, o desenho é utilizado para de certa maneira iludir a realidade.

Bibliografia

ARMAS, Duarte – *Livro das Fortalezas*. Lisboa: Arquivo Nacional da Torre do Tombo, Inapa, *fac-simile* do Ms. 159 da Casa Forte do Arquivo Nacional da Torre do Tombo 1509. 1990.

BREWER, Douglas; TEETER, Emily – *Egypt and Egyptians.* Cambridge: Edição Press Syndicate of the University of Cambridge, 1999. ISBN 0-521-445183.

DOAT, Patrice [e al.] - *Construir con Tierra*. Bogotá: Edição Fondo Rotario Editorial, Enda America Latina, 1996. Vol. I.

FATHY, Hassan – *Construire avec le peuple.* Arles: Editions Actes du Sud/ Sindbad, 1996. ISBN 2-7427-0807-3.

FRANKFORT, Henri – *The Art and Architecture of the Ancient Orient.* London: Penguin Books, 1989. ISBN 0-14-056107-2.

GONZÁLEZ, José Avelino Gutiérez – *Fortificaciones y Feudalismo en el origen y formación del reino Leones (siglos IX – XIII).* Valladolid: Edição Universidad de Valladolid, Libreria General, 1995. ISBN 84-7762-462-3.

LAURIER, Philippe – *Les machines de construction de l'atiquité à nos jours*. Paris: Presses de l'école nationale des Ponts et chaussées, 1996. ISBN 2-85978-266-4.

STIERLIN, Henri – *L'architecture de L'Islam, au service de la foi et du pouvoir.* Paris: Gallimard, 2003. ISBN 2-07-042784-6

WOOLLEY, C. Leonard – *Les Sumériens.* Paris: Edition Payot, 1930.

Currículo

Arquitecta, Mestre em recuperação do património arquitectónico e paisagístico pela Universidade de Évora. Participou nos cursos ICCROM/ ARC 91; PAT 92 (ICCROM/CRATerre-EAG) e PAT 96 (idem/ GCI/ INCPeru). Membro do ICOMOS/ CNP, Proterra e Centro da Terra.

ARQUITECTURA EM TERRA – ICONOGRAFIA

Figura 1 – Egipto, Túmulo de Rekhmire em Tebas. A manufactura de adobes.



Figura 2 – Assíria, Mesoptânia, a cidade fortificada de Nimrud. Fragmento de relevo do Museu Britânico.



Figura 3 – A construção da mesquita de Medina, miniatura Turca do séc. XVI.

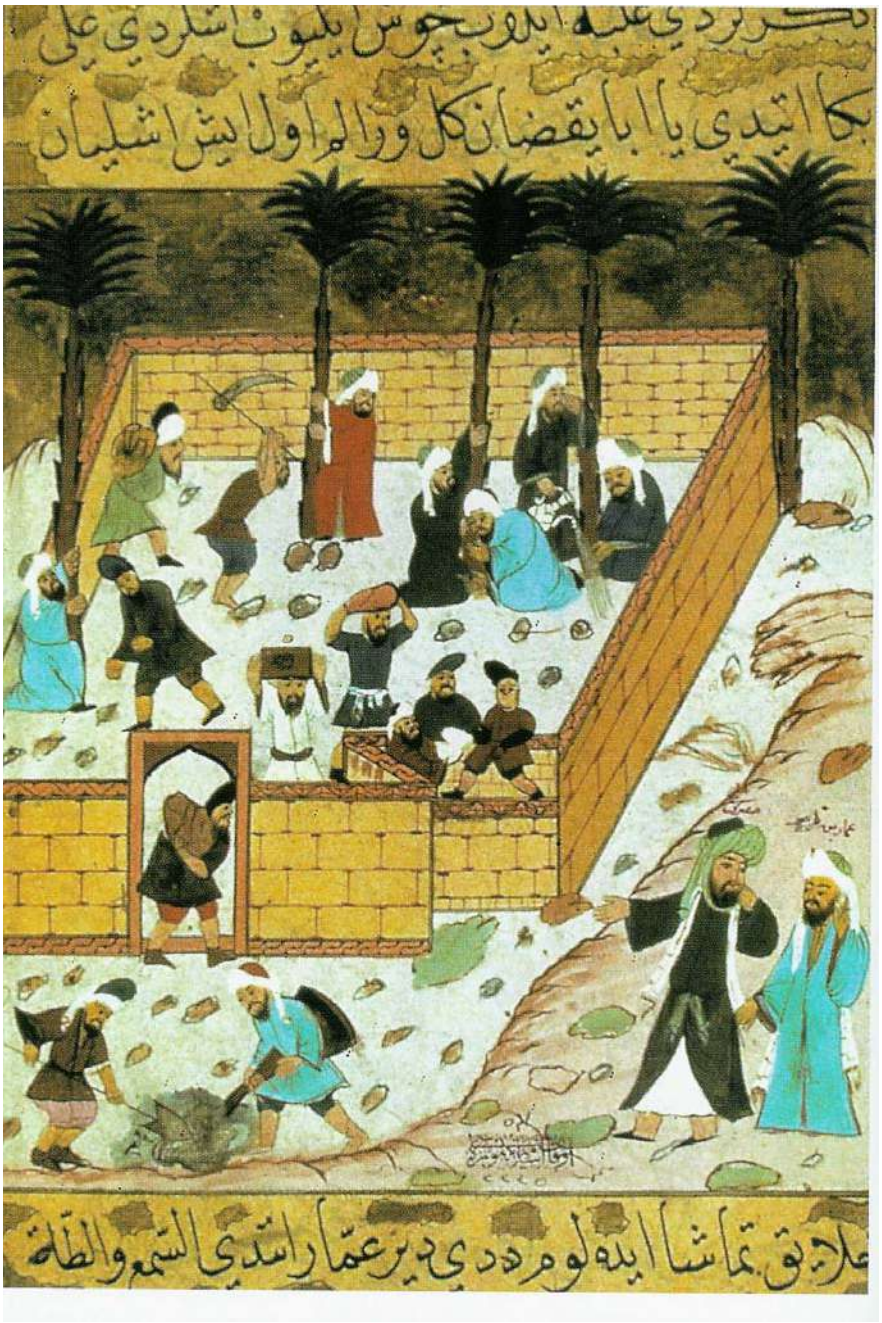
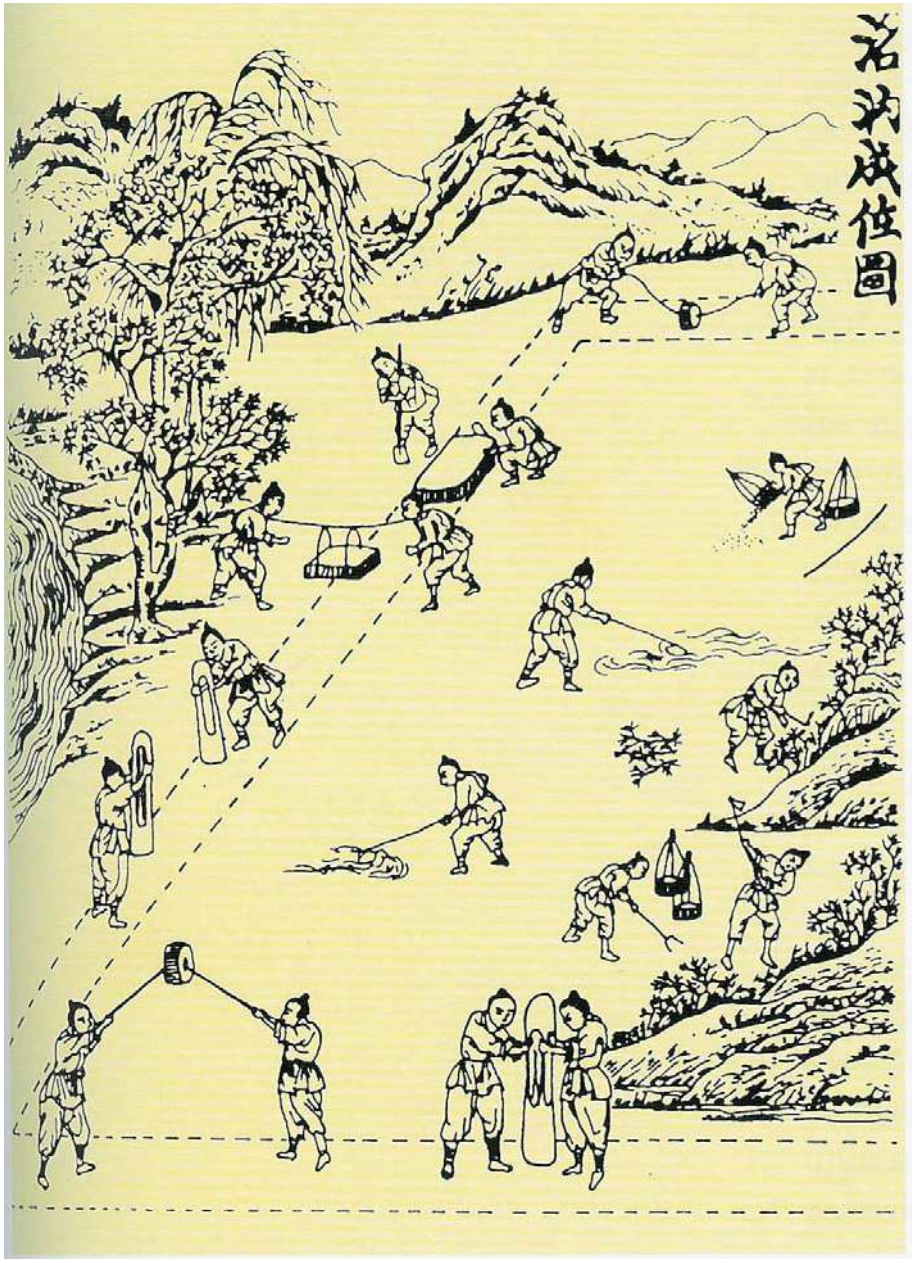


Figura 4 – A compactação e construção de uma casa em taipa. Estampa do Código Song, 1103.



TAIPA MILITAR EM PORTUGAL - FORTIFICAÇÕES DO PERÍODO DE DOMÍNIO MUÇULMANO

Patrícia Bruno
H Tecnic Construções Lda.
Av. Alm. Gago Coutinho, nº 133, 1700-029 Lisboa, PORTUGAL
Tel.: +351 218435460; Fax: +351 218435469; E-mail: patricia.bruno@htecnic.hci.pt

Tema 2: Conservação e Património
Palavras-chave: Castelos, Fortificações, Taipa militar

Resumo
O presente texto resulta de um trabalho de pesquisa bibliográfica, complementada por alguns levantamentos efectuados "in situ", e refere-se a cinco fortificações de taipa existentes no Sul do território português: Alcácer do Sal, Juromenha, Moura, Paderne e Silves.
As estruturas em causa datam do período de domínio muçulmano peninsular.
A escolha destes exemplos justifica-se pela conjugação de dois factores: pelo facto de os mesmos apresentarem, apesar das destruições que têm sofrido, vestígios consideravelmente extensos de taipa militar do Período Islâmico e, por outro lado, por esses mesmos vestígios terem já sido alvo de estudos específicos por especialistas de diferentes áreas.
Procurou-se, ainda que expeditamente, efectuar uma análise comparativa entre as tipologias, as métricas, os processos construtivos e os materiais utilizados na execução destas fortificações, tendo em conta as diferentes fases de construção.
Como seria de esperar, foram encontradas inúmeras características comuns a todas as estruturas, com paralelo no território espanhol, o que mais uma vez confirma que a taipa foi uma das tecnologias construtivas mais utilizadas a partir do Período Islâmico na Península Ibérica. O seu uso era corrente, uma vez que as regras se repetem por toda o território peninsular, quer na arquitectura civil, quer na construção de fortificações.
Os problemas de conservação revelaram-se também muito semelhantes, à excepção de algumas patologias originadas por condicionantes locais.

1 - Introdução

Durante o período de domínio muçulmano peninsular a taipa foi amplamente utilizada na construção de fortificações. O Séc. X é considerado pela maioria dos especialistas como a fase durante a qual começaram a surgir na Península Ibérica as fortificações construídas com recurso a esta técnica (1).
O que distingue a taipa militar da taipa civil? Sumariamente, podemos apontar dois aspectos essenciais: a composição das argamassas, salientando-se a maior resistência e dureza das de taipa militar, conseguida à custa da adição de cal e de materiais cerâmicos às misturas de terra; as métricas utilizadas, caracterizadas, na taipa militar, pela utilização do duplo côvado como medida padrão (2).

2 - Contexto histórico e tipologias

O Período Islâmico subdivide-se, no Garb-Al-Andaluz, da seguinte forma (3):
- Período 1 (711-828), de conquista e ocupação, durante o qual dominou a dinastia Omíada de Damasco, com o poder centrado no emirato de Córdova;
- Período 2 (828-929), de domínio califal, da dinastia Abássida de Bagdade;
- Período 3 (929-1086), durante o qual se desagregou o califado de Córdova e surgiram os primeiros reinos de taifas;
- Período 4 (1086-1250), de domínio Almorávida, das 2as taifas e de domínio Almóada, com o poder centrado no Norte de África.

No período 1 a opção pelo reforço e reaproveitamento de estruturas existentes terá sido a mais frequentemente tomada. Em todos os casos detectados e estudados, os vestígios arqueológicos das fortificações construídas durante esse período são sempre constituídos por estruturas de alvenaria de pedra.

Os vestígios das primeiras fortificações de taipa surgem na fase de domínio Califal. No entanto são escassos os exemplos que podemos apontar – praticamente todos os castelos terão sido reconstruídos no período 4, no contexto das lutas da 2ª fase de taifas e da conquista cristã, o que dificulta a detecção das fases de construção mais antigas e justifica a reduzida extensão das mesmas, quando identificadas.
O pano de muralha Norte do castelo de Juromenha será talvez o exemplo mais interessante para a observação de tipologias do Período 2: as suas torres possuem plantas quadrangulares e são pouco salientes da muralha; na construção do castelo foram integrados materiais romanos e visigóticos (4); a entrada principal da muralha islâmica era directa, flanqueada por 2 torres.
No período das 1as taifas muitas das fortificações existentes terão sido reforçadas (5), nomeadamente as de Moura e Silves. Generalizou-se o uso das portas em cotovelo, que vieram dificultar o acesso ao interior dos castelos.
A partir da fase 4, os sistemas de entradas em cotovelo tornaram-se mais complexos e generalizou-se o uso de torres albarrãs (torres desligadas das muralhas, unidas a estas por passadiços superiores).
A taipa passou a ser uma tecnologia construtiva de tradição autóctone, utilizada de forma sistemática na construção de fortificações no Sul da Península Ibérica.
No período Almóada as torres adquiriram formas mais elaboradas. Datam desta fase as torres plurifacetadas, na maior parte dos casos octogonais.
Como exemplos de fortificações de taipa reconstruídas durante este período podemos apontar Alcácer do Sal e Silves. O castelo de Paderne terá sido edificado de raiz, na fase Almóada.

3 - Métricas dos taipais

Segundo Torres Balbas e André Bazzana, as métricas utilizadas na construção das muralhas de taipa tinham como base o côvado *ma muni*, que media, nas fortalezas estudadas por estes autores, entre 42 e 46 cm (6).
As medidas obtidas nos castelos de Alcácer do Sal, Juromenha, Moura, Paderne e Silves (7), traduzem a utilização de côvados de 40 a 45 cm, em geral aplicados no taipal lateral com a relação de 2 para 4.
No entanto os comprimentos dos taipais apresentam muitas vezes ligeiras diferenças para uma mesma altura, no mesmo pano de muralha. Estas variações poderiam decorrer de acertos efectuados durante a execução (8).
No que se refere às espessuras das muralhas, nenhum dos casos referidos apresenta a relação de 2 côvados para o adarve e 1 para o parapeito, indicada por André Bazzana para os castelos da região valenciana (9).
Nos castelos de Alcácer do Sal e Moura (10) obtiveram-se espessuras de 2,10 metros - 1,50 m para o adarve e 0,60 m para o parapeito e 1,55 m para o adarve e 0,55 m de parapeito, respectivamente. Em Silves, a espessura da muralha na zona medida é de 2,20 m (1,60 para o adarve e 0,60 para o parapeito). Em Paderne a espessura total da muralha é de 1,98 m.
Nos quatro casos acima mencionados verifica-se a adição de 1/3 de côvado à espessura do parapeito e 1 ou 2 terços de côvado ao adarve. Tendo em conta que em Alcácer e Silves o côvado seria de 45 cm, em Moura de 42 e em Paderne de 42 a 43 cm, o acréscimo de 1/3 corresponderia a cerca de 14 e 15 cm, valor que poderá eventualmente traduzir a utilização do palmo curto (11).

4 – Materiais

De acordo com os estudos efectuados, genericamente, as argamassas de taipa militar eram compostas por cal e inertes com granulometrias variadas – pedra da região, fragmentos de materiais cerâmicos, areias, silte e argila. As composições das taipas apresentam no entanto diferenças, consoante os materiais disponíveis em cada local.

As granulometrias obtidas caracterizam-se pelas maiores percentagens de inertes finos e elementos de coesão (areias, siltes e argilas, com diâmetros de 0 a 2 mm) em relação aos inertes grossos: a taipa do castelo de Alcácer do Sal é a que detém a maior percentagem de elementos finos – cerca de 88,09 a 94,62% para 5,38 a 11,91% de inertes grossos; para a muralha Norte de Juromenha apurou-se uma percentagem de seixo de 26,6% (composta por fragmentos de materiais cerâmicos e pedra - xistos, seixos rolados e calcários), 59,4% de areia e 14% de silte e argila; a taipa de Paderne é constituída por cerca de 30 a 42% de agregado calcário e materiais finos compostos por 12 a 17% de elementos de coesão e 41 a 58% de areias; a taipa do castelo de Silves tem cerca de 40% de materiais grossos, constituídos na maioria por grés de Silves e fragmentos de materiais cerâmicos. Geralmente a fracção grossa é de 2 a 20 mm (seixo médio e fino).
Nos casos de Alcácer do Sal e de Juromenha verificou-se a presença de escorias e de materiais cerâmicos triturados, nas fracções de areia.
Na taipa de Alcácer do Sal foi ainda identificada a presença de pozolanas naturais (12).
No que se refere aos traços volumétricos, constatou-se, a partir do cruzamento dos resultados obtidos em Silves (1:2), Paderne (2:5 e 1:9) e Alcácer (1:4 a 1:5), com as respectivas análises granulométricas, que os traços com as maiores quantidades de cal correspondem às menores percentagens de agregados finos, silte e argila.
Em todos os casos, as muralhas assentam sobre fundações de alvenaria de pedra. Muitas vezes os cunhais e as engras das torres foram reforçados com silhares de pedra. Em Juromenha aplicaram-se camadas horizontais de pedras entre taipais.
As muralhas de taipa seriam, na maior parte dos casos, rebocas e pintadas. Vestígios de rebocos e de pinturas simulando silhares são visíveis em Moura, Silves e Paderne.

5 - Estado de conservação

De uma forma geral, verifica-se que todas as fortificações carecem de intervenções de consolidação e de restauro.
O mau estado de conservação destas estruturas resulta principalmente do abandono a que foram sujeitas, por vezes agravado pela destruição humana (13).
São frequentes as perdas de materiais provocadas pela acção erosiva dos agentes atmosféricos, preferencialmente nos topos, bases e ângulos das muralhas e das torres. As juntas dos taipais e os orifícios dos côvados constituem também pontos particularmente vulneráveis.
A erosão das bases pode derivar também da presença de humidade e de sais, proveniente de terrenos em contacto com as muralhas (14). Nesses casos a velocidade de degradação é geralmente muito maior do que a ocasionada somente pela acção dos ventos e das chuvas conduzindo, no limite, ao colapso das estruturas. Encontram-se nessa situação alguns panos de muralhas em Alcácer do Sal, Juromenha, Moura e Paderne.
A ocorrência de fenómenos de assentamento de fundações, que provocam rotação e fendilhação contínua vertical de muralhas constitui também um factor de decaimento, menos frequente.
De referir ainda a acção destrutiva dos agentes biológicos: as raízes das plantas, que retêm água e cujo crescimento provoca tensões internas, fendilhação e desprendimento de materiais; os animais que nidificam nas cavidades, contribuindo para o alargamento das mesmas.

6 – Considerações

As estruturas em causa apresentam alguns problemas estruturais graves. Na maior parte dos casos, verificam-se riscos de colapso eminente, em parte, ou na totalidade das estruturas.

Desta forma, consideram-se prioritárias as acções de consolidação, precedidas, em cada caso, da necessária identificação das zonas prioritárias de intervenção.
A definição dos métodos de trabalho a adoptar deverá ter como base a informação histórica e arqueológica, bem como o conhecimento das métricas e dos sistemas construtivos.
As acções a desenvolver deverão implicar a maior reversibilidade possível e um grau de destruição mínimo dos materiais originais, sem perda ou alteração dos valores de autenticidade histórica.

Notas

(1) Embora se verifique a existência de exemplos mais antigos, como a alcáçova de Badajoz, construída em 874-875 (CATARINO, 1992:16).
(2) Na taipa civil a medida padrão corresponde a 1 côvado. Na taipa militar utilizava-se geralmente a relação de 2 côvados por 4. No entanto, as medidas dos taipais variavam consoante a região da Península Ibérica (BAZZANA, 1980:357; TORRES BALBAS, 1985:560).
(3) TORRES/ MACIAS, 1993:417-437.
(4) CORREIA, 1994:32.
(5) CORREIA, 1998:196-197.
(6) Segundo André Bazzana, as alturas dos taipais utilizados nas regiões de Valência e Alicante seriam respectivamente de 0,92 m e 0,84 m, o que corresponde à utilização de côvados de 46 e de 42 cm (BAZZANA, 1993: 78). Por outro lado, Torres Balbas apresenta valores entre 0,82 a 0,85 m, resultantes da aplicação de um côvado com cerca de 42 cm: "Ibn Jaldun dice que el tamaño de los tableros era variable, pero que en general tenían cuatro codos por dos. Las tapias de la muralla de Sevilla tienem 2,25 por 0,84. En las fortalezas hispanomusulmanas las medidas corrientes son de 82 a 85 centímetros, un codo de unos 42 centímetros. Es decir, la tapia venía a tener 835 milímetros y 9 décimas, equivalente a una vara." (TORRES BALBAS, 1985:560).
(7) Anexo I: medições efectuadas pela autora na muralha Norte do castelo de Alcácer do Sal (2004), na muralha Norte de Juromenha (1999), no troço de muralha NW de Moura (2004), na muralha Norte da medina de Silves (2005); medições efectuadas por A. Trindade Chagas no castelo de Alcácer do Sal (CHAGAS, 1995:181), medições efectuadas por Fernando Branco Correia em Juromenha (CORREIA, 1994:38); medições de Paderne realizadas por Alexandre Bastos e Teresa Beirão (GORETI et al, 2002:193). Salientamos que, face ao estado de degradação em que se encontra a maioria destas estruturas, os valores referidos deverão ser considerados como medidas aproximadas.
(8) As condicionantes poderiam derivar da marcação prévia das torres em relação às muralhas associada às condições de implantação ou dos rendimentos em obra, dependentes das quantidades de mão-de-obra e materiais disponíveis diariamente, das condições atmosféricas, etc.
(9) BAZZANA, 1980:357.
(10) MACIAS, 1993:129.
(11) A mão travessa ou palmo curto seria a medida de uma mão braçal, com os dedos juntos. Esta unidade foi reduzida a 10 cm, no Séc XIX , para poder equivaler a 1 décimo do metro.
(12) CHAGAS, 1995:126.
(13) Exemplos de destruição provocada por acções de vandalismo: o castelo de Moura, cuja muralha Norte foi aproveitada, durante o Séc. XIX, como matéria-prima para uma fábrica de salitre; em Alcácer do Sal, a própria autarquia vendeu, no início do Séc. XX, taipa do castelo, a 30$00/$m^3$, para a construção de casas.
Um exemplo do "desprezo" a que eram votadas até há poucas décadas estas estruturas é dado pela Direcção Geral de Edifícios e Monumentos Nacionais: em 1950, a memória descritiva de uma intervenção nos baluartes de Juromenha, refere que "Da primitiva fortificação já pouco existe que valha a pena consolidar, pois a maior parte é quase só de taipa" (proc. S.07.01.02/007, Arquivo da DREMS).
(14) Esses terrenos poderão estar em contacto com as muralhas devido às condições de implantação do local (Alcácer do Sal) ou à execução de aterros posteriores (Juromenha e Paderne).

Bibliografia

- BAZZANA, A. (1980) – Élements d'archéologie musulmane dans Al-Andalus: caracteres spécifiques de l'architecture militaire árabe de la région valencienne, *Al-Qantara*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, I, p. 339-363;
- BAZZANA, A. (1993) – La construction en terre dans Al-Andalus: la tapya, *7ª Conferência internacional sobre o estudo e a conservação da arquitectura de terra – comunicações, Silves*. Lisboa: Direcção Geral de Edifícios e Monumentos Nacionais, p.76-82;
- CATARINO, H. (1992) - Fortificações do Período Almóada no Sul de Portugal, *Arquitecturas de terra – actas do seminário*. Conímbriga: Museu Monográfico de Conímbriga, p. 13-27;
- CHAGAS, A. T. (1996) – *O Castelo de Alcácer do Sal e a utilização da taipa militar durante o domínio almóada*, texto policopiado de dissertação de mestrado apresentada à Universidade de Évora;
- CHAGAS, A. T. (1993) – Fortificações de taipa em Portugal – aspectos construtivos, *7ª Conferência internacional sobre o estudo e a conservação da arquitectura de terra – comunicações, Silves*. Lisboa: Direcção Geral de Edifícios e Monumentos Nacionais, p.193-196;
- CORREIA, F. B. (1998) – As fortificações islâmicas do Gharb, *Portugal Islâmico – os últimos sinais do Mediterrâneo*. Lisboa: Museu Nacional de Arqueologia, p. 193-206;
- CORREIA, F. B. (1994) – O Castelo de Juromenha: influências islâmicas e cristãs, *Callipole – revista de cultura*. Vila Viçosa: Câmara Municipal de Vila Viçosa, II, p. 27-42;
- GORETI MARGALHA, M. et al (2002) – Castelo de Paderne: consolidação e recuperação, *Revestimentos de paredes em edifícios antigos*. Lisboa: LNEC, CAD 2, p.191-207;
- MACIAS, S. (1993) – Moura na Baixa Idade Média: elementos para um estudo histórico e arqueológico, *Arqueologia Medieval*. Porto: Edições Afrontamento, nº 2, p. 127-157;
- REI, A. (1993) – *Pesos e medidas de origem islâmica em Portugal – notas para o seu estudo*. Évora: Câmara Municipal de Évora;
- TORRES BALBAS, L. (1985) – *Ciudades hispanomusulmanas*. Madrid: Instituto Hispano-Arabe de Cultura, Tomo II (2ª edição);
- TORRES, C.; MACIAS, S. (1993) – O Garb Al-Andaluz, *História de Portugal* (dir. de José Mattoso). Lisboa: Editorial Presença, I, p. 361-437.

Currículo

Patrícia Bruno, arquitecta, Mestre em Recuperação do Património Arquitectónico e paisagístico pela Universidade de Évora.



Fig. 1 – Torre de taipa com silhares romanos, no troço Norte da muralha islâmica de Juromenha.



Fig. 2 – Torre albarrã do Castelo de Paderne.



Fig. 3 – Castelo de Alcácer do Sal: vestígios de uma torre octogonal.



Fig. 4 – Troço Norte da muralha da medina de Silves, pelo exterior: são visíveis vestígios de pinturas nas juntas dos taipais.

RESTAURACIÓN DE LA PANERA DEL OBISPO EN BOADA DE CAMPOS

Félix Jové* y José L. Sainz
Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad de Valladolid
Avenida de Salamanca, s/n. 47014 – Valladolid, ESPAÑA
Tel. y Fax.: +34 983 423 442; E-mail: fjove@arq.uva.es jlsainzg@ana.uva.es

Tema 2: Consevaçao e Património
Palabras clave: Construcción, Tierra, Rehabilitación

Resumen
La panera del Obispo en Boada de Campos es un edificio del siglo XVII construido mediante muros de tapial (tierra apisonada) de espesor 0,82 metros, confinados entre machones de fábrica de ladrillo situados en las esquinas y en tramos intermedios. Cada uno de los *"témpanos*" de tierra tiene una altura de 0,95 metros, con verdugadas horizontales de tres hiladas de ladrillo que enlazan con los machones de fábrica. El suelo de la panera se levanta del terreno mediante una serie de bóvedas de cañón que le asilan de la humedad. El muro arranca sobre fundación de piedra y se remata con cornisa de ladrillo bien trabajada. Se estudia el sistema constructivo, de gran interés y tecnología altamente elaborada, para proponer una restauración respetuosa con el edificio.
El proyecto se realiza por encargo del Centro de Estudios Ambientales Tierra de Campos de la Fundación Global Nature para ubicar el futuro "Centro de Interpretación de la Laguna de la Boada". La Restauración se efectúa desde criterios medioambientales y sostenibles de acuerdo a los objetivos de la Fundación.
Se prevé la consolidación de los muros de tapial, en las partes afectadas por perdida de material, mediante una imprimación previa de "lechada" de cal y la adición de tierra "micro-apisonada" en encofrados de madera. La construcción de un pequeño anexo para los baños y almacén se realizará mediante tapial nuevo en la parte baja con zócalo de piedra y adobe de tierra y paja mejorado al 6% de cal. Todos los sistemas constructivos utilizados serán tradicionales con ciertas mejoras tecnológicas.

1. Introducción

El Proyecto arquitectónico tiene por objeto definir las obras necesarias para la rehabilitación de un edificio tradicional del siglo XVII, la antigua "Panera del Obispo", para convertirlo en "Centro de Interpretación de la Laguna de Boada". Está situado en la calle del Corro del Sol del municipio de Boada de Campos, tiene una forma rectangular alargada dando frente a la calle del Corro del Sol y su fachada posterior a un patio, a su izquierda linda con la calle de la Plaza y a su derecha con una vivienda particular. El municipio se encuentra en las proximidades de la Laguna de Boada, un *humedal* de reconocido valor medioambiental para la conservación de las aves. La superficie que compone el cuerpo de agua principal de esta laguna esteparia, situada en el corazón de Tierra de Campos, alcanza las 53 ha después de un programa de recuperación llevado a cabo en los últimos años.
El edificio es propiedad de la "Fundación Global Nature", quien gestiona el mantenimiento de esta importante zona húmeda desde el año 1998. Junto a sus actividades de conservación del medio natural mediante modelos de desarrollo económico y social sostenibles, la Fundación también trabaja intensamente en el desarrollo de tecnologías limpias o en la adaptación de diferentes sectores productivos a los nuevos modelos de empresa sostenible. Entre sus objetivos se encuentra, desde hace tiempo, el de construir un "Centro de Interpretación" para dar servicio a los visitantes que acuden a la laguna. Este proyecto viene a revitalizar y dar un impulso importante al municipio al tiempo que ofrece un servicio totalmente necesario para la buena gestión de la Laguna.

2. Aproximación Geográfica e Histórica

El municipio de Boada de Campos se encuentra en las proximidades de la laguna que le da nombre. Se trata de un pequeño municipio -en la actualidad casi despoblado- con numerosas viviendas vacías o abandonadas. El estado de ruina de muchas de ellas atestigua una decadencia importante del núcleo urbano. El paisaje urbano de esta aldea está formado por tapias caídas y numerosos solares en los que crece la vegetación de forma incontrolada.
Se encuentra en la región conocida como Tierra de Campos, entre el río Valdeginate y el Canal de Castilla, también conocido como Canal de Campos (1). Es uno de los pueblos que se encuentra en los bordes de la Laguna de la Nava, junto con los de Fuentes de Nava, Paredes de Nava, y otros. La desecación de la Laguna en el siglo XIX dio lugar a un aumento de la tierra cultivable y de los pastos, modificando la configuración de este espacio natural. Hoy, en una economía urbana en la que la población se ha desplazado a las ciudades, especialmente a los centros comarcales y las capitales de provincia, se está intentando recuperar la extensión de la Laguna para dar cobijo a las grandes cantidades de aves que utilizan el humedal como área de descanso en sus viajes migratorios.
La planitud del suelo y la existencia de numerosas corrientes de agua hacen, aun hoy, que haya áreas húmedas que fueron utilizadas históricamente como pastos. La presencia de la Laguna de la Nava era también en la antigüedad una fuente de riqueza, a través de los pastos durante todo el año, pero también a causa de la caza y la pesca, que representaba una fuente de alimentación suplementaria en épocas en las que la alimentación escaseaba. Toda la zona del entorno de la Laguna de la Nava fue poblada en la primera mitad del siglo X y se continuó su repoblación durante los siglos XI y XII. Se trataba de pequeños núcleos que fueron fundados por grupos reducidos de pobladores. No obstante hay que señalar que ya en el siglo XIX era un pequeño núcleo, con una población de 234 habitantes (2).

3. Estructura del núcleo urbano

El núcleo urbano se encuentra en una zona llana en un extremo del cual se ubica, sobre un montículo, una ermita, llamada de Nuestra Señora del Castillo. A causa de ese nombre y a su posición sobre dicho montículo podemos suponer la existencia de una construcción defensiva, tal vez un castillo o torre. El interior del núcleo está organizado por tres calles, dos paralelas entre sí; calle del Sol y Cantarranas, y una perpendicular a las dos anteriores; calle de la Plaza. Las manzanas son sensiblemente regulares, con formas rectangulares o cuadradas. La parcelación es de gran tamaño como corresponde a los núcleos rurales, predominando las parcelas pasantes de una calle a otra, con gran superficie y llenas de diversas edificaciones que atestiguan su pasado agrícola (3). Entre los edificios singulares destaca la iglesia parroquial de San Pedro y el Ayuntamiento.
La inmensa mayoría de las edificaciones están realizadas en barro (adobe o tapial), con un pequeño zócalo de piedra mampuesta y algunas hiladas de ladrillo, haciendo de zuncho de unión en el borde. Las cubiertas se realizan con vigas de madera de pino o maderas más pobres, como el álamo o el chopo. Muchas de esas edificaciones están en ruina, especialmente las que fueron en un pasado no muy lejano edificaciones auxiliares a la labor agrícola, como almacenes, pajares, cobertizos y paneras. Hoy muchas de ellas muestran su ruina y su forma de ser construidas. Las viviendas, habitualmente de dos plantas, suelen ubicarse en la zona principal de la parcela, con buena comunicación con el espacio público.
En los alrededores del núcleo es de destacar la presencia de varios palomares, algunos en mal estado de conservación. Tienen forma circular preferentemente, y están realizados con adobes.

4. Descripción del proyecto

El proyecto contempla la transformación del edificio para el nuevo uso (Fig.1). La actuación es sencilla tratando de mantener su carácter actual. En cuanto al programa funcional responde a la siguiente distribución de espacios: un vestíbulo de acceso y una gran sala diáfana que acoge las actividades del Centro de Interpretación (Superficie construida158,05 m2). Anexo al edificio se proyectan los servicios, cuarto de caldera y almacén que completan el mínimo programa (Superficie construida 55,50 m2). La restauración se efectúa desde criterios de sostenibilidad, siguiendo los sistemas tradicionales de construcción, con la incorporación de ciertas mejoras tecnológicas.
El proyecto es una oportunidad excepcional para trabajar con sistemas constructivos tradicionales, cumpliéndose así uno de los objetivos fundamentales del Grupo-TIERRA de la Universidad de Valladolid, como es: la aplicación y difusión de la técnica y los sistemas constructivos asociados a la tierra y el barro, con el fin de intervenir satisfactoriamente en el patrimonio rural e histórico construido en tierra al tiempo que proponer apuestas de futuro capaces de revitalizar la tierra como material de construcción. El Centro se convierte así en un ejemplo vivo, donde el propio edificio es parte de lo que se quiere enseñar

5. Estado actual del edificio

El edificio está construido mediante muros de tapial (tierra apisonada) de espesor 82cm, confinados entre machones de fábrica de ladrillo manual situados en las esquinas y en tramos intermedios (Fig.2). Cada uno de los *"témpanos*" de tierra tiene una altura de 95cm con verdugadas horizontales de tres hiladas de ladrillo manual que enlazan con los machones de fábrica. El suelo de la panera se levanta del terreno mediante una serie de bóvedas de cañón que le asilan de la humedad. El muro arranca sobre fundación de piedra y se remata con cornisa de ladrillo bien trabajada.
Tiene un único acceso centrado en la fachada principal y presenta escasos huecos, únicamente seis pequeños ventanucos situados en la parte alta del muro que se encuentran ejecutados, precisamente, en el ancho de los machones de ladrillo que amplían su dimensión para poder albergarlos (Fig.3). Este aspecto determina una buena ejecución del hueco, perfilado de fábrica de ladrillo y con dintel a sardinel, y garantiza la durabilidad general de la fábrica al no afectar a los *tempanos* de tapial.
La cubierta es de madera con una estructura de par e hilera que conviene desmontar ya que se encuentra en muy mal estado de conservación y está produciendo empujes horizontales sobre la cabeza del muro como consecuencia del deslizamiento de los pares (Fig.4).
Actualmente el edificio se encuentra dividido en dos. Una de sus mitades ha sido utilizada como vivienda, de modo que presenta algunos huecos de nueva apertura en el muro que no se corresponden con el trazado primitivo. El proyecto restituye a su estado original el volumen y el aspecto de la Panera del siglo XVII.

6. Descripción de las obras a realizar

En primer lugar se restaurarán los muros del edifico existente. La consolidación del tapial en las partes afectadas por pérdida de material se efectuará siguiendo los siguientes pasos: limpieza de los paramentos mediante brocha de pelo blanda, imprimación previa de una lechada de cal y adición de tierra "micro-apisonada" en encofrados de madera.
En segundo lugar se realizará la construcción del anexo destinado a baños y almacén, el cual nos permitirá trabajar con "*tapiales"* nuevos de tierra en los muros bajos sobre zócalo de piedra y fábrica de *"adobes"* de barro y paja en los altos. También se prevén labores de *"barreado"* tanto de los paramentos así construidos como de los ya

existentes. La tierra que se utilizará en las mezclas será de *"las barreras"* del municipio y será analizada previamente en el Laboratorio de la Escuela de Arquitectura (3). Se efectuarán ensayos de caracterización del suelo obteniéndose su granulometría y sus valores de plasticidad (4).
La técnica del tapial se basa en la compactación de la tierra mediante su apisonado *in situ*. Para ello se utilizará un encofrado desmontable de madera *(cajón)* de dimensiones 150x90cm con un grueso de 60cm, compuesto por dos frentes *(puertas del tapial)*, dos tableros laterales *(costeros)* y cercos compuestos de piezas horizontales de madera pasantes en todo el grueso del tapial *(agujas)* y piezas verticales de acodalamiento (codales o costales) que se ajustan en la parte superior mediante uno o varios tensores *(garrotes)*. Su proceso de construcción incluye tres fases: montaje del cajón o encofrado, relleno y compactación del mismo y desmontaje o desencofrado (5). El proceso de compactado se realizará mediante compactador eléctrico con base metálica, de superficie15x22cm, acabada en punta de diamante.
Los adobes por el contrario, son piezas *prefabricadas* de tierra cruda con mezcla de paja que actúa de estabilizador de la masa aumentando su resistencia e impidiendo que se resquebrajen. Se formará los adobes -de dimensiones 29,5x14x9cm- mediante la *"adobera"*, vertiendo una mezcla de tierra mejorado al 6% de cal, bien repartida y compactándola con las manos lo mejor posible especialmente en las esquinas. El proceso de secado se realizará a la intemperie bajo un cobertizo. Tras uno o dos días de secado por su superficie plana, se alinearán verticalmente para que se oreen todas sus caras. Después de una semana se apilarán en un castillete dejando que circule el aire entre ellos. Su fabricación empezará en el mes de abril y, para su puesta en obra, deberán discurrir al menos tres meses. Los adobes se recibirán entre sí mediante mortero de barro.
El barreado o "*trullado"* es el revestimiento tradicional de los muros de tierra (6). Este revestimiento es fundamental para garantizar una buena protección superficial que los proteja de erosiones y humedades de filtración, se ejecutará mediante un mortero de barro con adición de cal (5% en peso de la mezcla).
Se mantiene el sistema estructural original del edificio de muros de carga perimetrales. La estructura de la cubierta será de madera tratada, compuesta por cerchas, pares y vigas principales. La formación de pendiente será la propia estructura y el aislamiento de corcho natural (7) se colocará entre rastreles sobre la tabla machihembrada, dejando cámara ventilada debajo de la teja. Se finalizara con teja árabe vieja resolviendo adecuadamente todos los encuentros especiales.
Una vez culminadas las obras de restauración se acondicionará el edificio para el uso planteado con criterios de utilidad y funcionalidad, incluyendo todos los acabados e instalaciones precisas y con la dotación de un sistema de calefacción por aire capaz de dar respuesta a las solicitaciones de ocupación discontinua que se prevén para el Centro. Todas las particiones interiores se realizarán en seco con sistemas de placa de yeso-laminado. En cuanto a los acabados interiores se cuidará que sean acordes con el edificio a rehabilitar. Los techos quedarán de madera vista barnizada haciéndose patente la estructura y manteniendo el aspecto tradicional del edificio.

7. Resultados y conclusiones

Como se ha comentado, este proyecto de restauración se efectúa siguiendo los sistemas tradicionales de construcción con tierra a los que se ha incorporado ciertos progresos técnicos, lo que nos permitirá avanzar en la obtención de resultados para la mejora de los sistemas y su mejor aplicación.
El proyecto es una oportunidad excepcional para poder trabajar con sistemas constructivos tradicionales, cumpliéndose así uno de los objetivos fundamentales del Grupo-TIERRA de la Universidad de Valladolid, como es: la aplicación y difusión de la técnica y los sistemas constructivos asociados a la tierra y el barro, con el fin de intervenir satisfactoriamente en el patrimonio rural e histórico construido en tierra al

tiempo que proponer apuestas de futuro capaces de revitalizar la tierra como material de construcción. Sabemos que sin el apoyo decidido de la “Fundación Global Nature” este proyecto, en los términos planteados, no hubiera sido posible, por lo que agradecemos desde aquí su apuesta de futuro (8), de manera que el Centro de Interpretación de la Laguna de la Boada se convertirá en un ejemplo vivo donde el propio edificio será parte de lo que se quiere mostrar.

Bibliografía y Notas:

(1) El Canal de Castilla era en el siglo XIX el lugar donde se ubicaba la primera industria de producción harinera.
(2) PASCUAL MADOZ. “Diccionario geográfico-estadístico de España. Palencia”. Pág. 59. Ed. Ambito.
(3) SAINZ, José Luis. “La génesis de la plaza en Castilla durante la edad media”
(3) El Laboratorio de la Escuela de Arquitectura desarrolla un trabajo de Investigación, dentro del plan de trabajo del GRUPO-TIERRA, en el que se ensayan diferentes mezclas de tierra, con o sin adiciones, para determinar sus características resistentes y de durabilidad, al tiempo que presta asesoramiento a iniciativas de construcción con tierra.
(4) JOVÉ, Félix. BASTERRA, Alfonso. “Construcción con Tierra”. En este artículo se explican los ensayos realizados en el asesoramiento y seguimiento de la construcción de 10 viviendas Bioclimáticas. Revista Construcción y Arquitectura.
(5) MALDONADO, Luis. VELA, Fernando. “Técnicas y sistemas tradicionales”.
(6) OLCESE, Mariano. “Arquitecturas de tierra: Tapial y Adobe”.
(7) Se utilizará como aislante la viruta de corcho natural aglomerada con mortero de cal. Esta solución ya ha sido probada en la rehabilitación de otros edificios con resultados altamente satisfactorios.
(8) Félix Jové, Dr. Arquitecto y José L. Sainz, Dr. Arquitecto son los directores del GRUPO-TIERRA-Uva. Este grupo de investigación trabaja en el estudio, difusión y recuperación de la Arquitectura de Tierra. Entre sus actividades se encuentran las de realizar proyectos y organizar jornadas y Congresos. Ambos son profesores de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valladolid.

RESTAURACIÓN DE LA PANERA DEL OBISPO EN BOADA DE CAMPOS

Félix Jové* y José L. Sainz

Fig.1 – Planta y alzados del proyecto de restauración



Fig.2 – Estado actual del edificio, fachada principal. Como consecuencia de la división del edificio en dos mitades se ha cegado la entrada original, situada en el centro del alzado, y se han abierto huecos nuevos; a la derecha para el uso de vivienda, a la izquierda para almacén. El Proyecto recuperará su estado original. (Fotografía de los autores)



Fig.3 - Detalle de un machón de ladrillo en el que podemos apreciar cómo se modifica su anchura en la parte alta para poder albergar el hueco de la ventana. (Fotografía de los autores)



Fig.4 – Detalle de la fachada. Se aprecia el estado de conservación de los tapiales y su enlace con los machones de ladrillo. Las fisuras del alero son producidas por el empuje horizontal de los pares de cubierta. (Fotografía de los autores)

INTERVENCION SISMORRESISTENTE DE ESTRUCTURAS HISTORICAS DE ADOBE. GETTY SEISMIC ADOBE PROJECT

Julio Vargas Neumann*
Pontificia Universidad Católica del Perú
Departamento de Ingeniería / Sección Ingeniería Civil
Av. Benavides 1480, Lima 18, PERÚ
Tel.: +511 445 1927; E-mail: jhvargas@pucp.edu.pe

Tema 2: Conservación y Patrimonio
Palabras clave: Adobe, Intervención, GSAP, Reforzamiento, California, Perú

Resumen
Se presenta los conceptos fundamentales de la investigación multidisciplinar que desarrolló Getty Conservation Institute: "Getty Seismic Adobe Project" (GSAP) en los 90s, para encontrar medidas efectivas de reforzamiento para monumentos históricos de adobe, que produzcan un mínimo impacto en su significado histórico.
Se expone resumidamente sus principales actividades: levantamientos de edificios históricos de adobe existentes en el área de California (para encontrar prototipos representativos), del tipo de reforzamiento tradicional, de daños sísmicos reportados y revisión de la bibliografía técnica.
Mientras se desarrollaba el proyecto ocurrió el sismo de Northridge 1994, que permitió revisar más de una docena de monumentos históricos afectados, reportándose sus daños que recogen los patrones típicos de las fisuras (Tolles et al,1996).
Adicionalmente se realizó un amplio programa experimental de modelos a escala reducida de edificaciones de adobe, consistente en 9 modelos (escala 1:5 ensayados en Stanford University) y dos modelos finales (escala 1:2 ensayados en el IZIIS de Skopje, Macedonia). Se evaluó la eficacia de refuerzos como los tirantes horizontales y verticales, barras verticales centrales, anclajes del techo y entrepiso a los muros, utilizando vigas collar.
Finalmente se desarrollo guías de intervención estructural para el reforzamiento de los monumentos históricos de adobe, que abarcan lineamientos para el diseño de ingeniería y planeamiento de la intervención, que fueron publicadas hace unos años.
Existe ya un buen número de iglesias o misiones de adobe en California que están siendo reconstruidas con los criterios de "Desempeño" en vez de los tradicionales de "Resistencia" que presenta el GSAP. En este trabajo se presenta un ejemplo de aplicación en Latino América: El proyecto de la iglesia San Cristóbal de Rapaz ubicada en el altiplano de Perú.

1. Antecedentes

El Getty Seismic Adobe Project, GSAP, fue un proyecto multidisciplinar para desarrollar soluciones de reforzamiento estructural para los monumentos históricos de adobe, teniendo simultáneamente presente la eficacia estructural y el carácter de mínima y reversible intervención respetando el valor patrimonial de la obra.

El proyecto se ejecutó en varias etapas, primero se realizó un levantamiento de las edificaciones históricas de adobe existentes en California, área de severa actividad sísmica, que sirvió para desarrollar prototipos de estudio y conocer las soluciones tradicionales de reforzamiento; también se hizo una revisión de la bibliografía técnica existente en el país y fuera de él; y adicionalmente una recolección de daños sísmicos reportados que resultó ser muy escasa. Finalmente se preparó unas guías de planeamiento e ingeniería para el reforzamiento de monumentos históricos de adobe, con la información extraída de un programa experimental de modelos a escala reducida sobre mesas vibradoras simuladoras de sismos. También se contó con el estudio de más de una docena de edificaciones históricas que fueron dañadas o deterioradas por el sismo de Northridge, 1994, que circunstancialmente ocurrió durante las tareas de recopilación de información sobre el comportamiento de ese tipo de monumentos. Se hicieron nueve ensayos con modelos a escala 1:5 en la mesa de la Universidad de Stanford y dos

ensayos comprobatorios con modelos a escala 1:2 en la mesa del IZIIS en Skopje, Macedonia.
Como miembro del Comité Asesor del **GSAP**, el autor se siente honrado de presentar la información de esta ponencia, que ha sido recogida de exposiciones y publicaciones del grupo de investigadores que lideró E. Leroy Tolles, y a través de ello, rendir el más sentido homenaje póstumo a la historiadora y restauradora Edna E. Kimbro, miembro esencial de dicho grupo.

2. Experiencias de investigación

El objetivo de programa de investigación fue determinar soluciones de reforzamiento sismorresistente para los monumentos históricos de adobe, cuidando de que la intervención tenga efectos mínimos y reversibles para respetar el valor patrimonial de las obras.
Las base teóricas del programa de investigación se reducen a dos puntos :

Criterios basados en la estabilidad: El desempeño sísmico de edificaciones de adobe simple (sin reforzar), puede mejorarse notablemente utilizando elementos que proporcionen mínimas restricciones y continuidad para controlar los desplazamientos de los segmentos de muros formados por las fisuras y previniendo los principales modos de falla.
Relación de esbeltez y grosor de los muros: La relación (altura – espesor) de esbeltez (S) es de importancia fundamental en la determinación del comportamiento de la mampostería sin reforzar en general y la de adobe en particular. La relación de esbeltez afecta la propensión de una edificación de adobe a dañarse y el tipo de reforzamiento apropiado.
Ambos puntos han sido analizados a través de los ensayos en mesa vibradora con especimenes a escala reducida, del estudio de los daños observado después del terremoto de Northridge y de la confirmación con ensayos de modelos de las edificaciones a mayor escala.

3. Criterios de Estabilidad vs. Resistencia

Los diseños basados en criterios de resistencia, que son los tradicionales, mejoran el comportamiento de las construcciones de adobe, incrementando la resistencia del material, perfeccionando las conexiones entre las paredes y cambiando la configuración estructural general, como por ejemplo añadiendo muros de corte. Se asume un comportamiento elástico de la estructura, recurriendo a métodos tradicionales para demorar la aparición de fisuras.
Los diseños basados en criterios de estabilidad o desempeño, se preocupa del comportamiento global de la obra, asegurando fundamentalmente la estabilidad estructural durante la fase inelástica y el comportamiento último sin colapsos súbitos o frágiles. Este criterio apunta a reducir el potencial de daño estructural severo y los colapsos, después de iniciada la fase inelástica o de fisuras.
Este último criterio de diseño, se maneja sobre bases realísticas de comportamiento inelástico no lineal, requiere de un conocimiento de las características dinámicas de las estructuras dañadas de adobe y la aplicación de técnicas que controlando el desplazamiento, evitan daños severos y colapsos. Estos conceptos consideran el desarrollo de daños severos con estabilidad de las paredes rajadas para evitar el colapso.
Ambos criterios no son incompatibles y pueden ser complementarios, dirigidos a dos etapas diferentes del comportamiento, la elástica y la inelástica. La primera no es suficiente para determinar el comportamiento de edificios de paredes gruesas. Solo es

válido si conoce con precisión la relación entre los niveles de inicio del agrietamiento y de colapso y se sabe que no es clara ni simple la relación entre estos dos eventos.
La figura 1, muestra un croquis generalizado con las diferencias de comportamiento respecto al daño sísmico, de una edificación de tierra diseñada con ambos criterios de estabilidad y resistencia. Mientras el de resistencia incursiona en zonas no reparables, el de estabilidad controla los desplazamientos y el daño en zonas reparables.

4. Evaluación de daños sísmicos en Monumentos Históricos de Adobe

El proyecto **GSAP** desarrolló una evaluación de daños en los edificios históricos de adobe afectados durante el terremoto de Northridge, 1994, estudiando y documentando el comportamiento real de más de una docena de monumentos. El conjunto global de daños fue tipificado para presentarlos como aquellos que le podrían ocurrir a un monumento histórico de adobe. Ellos se muestran en la figura 2.

5. Investigación de laboratorio

La investigación de laboratorio del **GSAP** incluyó sofisticados ensayos en mesas vibradoras simuladoras unidireccionales de terremotos en modelos a escalas reducidas y naturales. Las mesas fueron comandadas por señales grabadas de terremotos ocurridos en California.
Los primeros ensayos de escala reducida (1:5) fueron orientados al primer punto: Desarrollar y comprobar medidas de reforzamiento eficaces con criterios de estabilidad. Desde un inicio demostraron que es posible mejorar sustancialmente el desempeño de edificaciones de adobe, con reforzamientos mínimos basados en la estabilidad de los muros y del conjunto.
Ensayos posteriores se orientaron a analizar el segundo punto: la influencia de la esbeltez (S) de los muros. Los resultados indicaron que el grosor de los muros tiene un efecto positivo sobre el comportamiento sismorresistente, pero que este hecho es de una importancia secundaria frente a la mejora en el desempeño debida a las medidas de reforzamiento basado en la estabilidad. Se utilizó dos relaciones de esbeltez (S) 5 y 11, para estudiar la sensibilidad de esta variable.
También se ensayó modelos con tímpano en las paredes cortas y las medidas de refuerzo probadas, intentaban evaluar los problemas esperados en el comportamiento del espécimen y los que podrían presentarse en edificaciones más complejas. Se comparaban modelos sin reforzar y reforzados con criterios de estabilidad, al mismo tiempo que se estudiaban detalles de reforzamiento.
Las herramientas de reforzamiento más útiles fueron los tirantes horizontales (superiores o inferiores) y verticales, la viga collar superior y las barras verticales centrales. Estas últimas son las más sofisticadas pero son las más eficientes y por ello son recomendadas para edificaciones críticas, como por ejemplo las que tienen muros delgados o esbeltos.
La continuidad que otorga una buena conexión entre el techo y los muros es muy importante.
El reforzamiento del 7mo modelo fue muy interesante pues utilizó las medidas de refuerzo que habían tenido éxito en los ensayos precedentes. Se usó tirantes horizontales y verticales en los muros y diafragmas actuando en el entrepiso del ático y el techo. La importancia de su comportamiento se puede describir como sigue:

- Buen comportamiento global del modelo, tal como se esperaba por la experiencia con los anteriores ensayos, revelando un reforzamiento claramente exitoso.
- Aceptable predicción de los patrones de fisuras, salvo algunas sorpresas. La existencia de tirantes verticales y horizontales unidas a través del muro con sogas, se comportó adecuadamente aun cuando las fisuras ocurrían donde no eran esperadas.

- El diafragma del techo fue suficiente para evitar el colapso fuera del plano de las paredes altas que conforman los tímpanos. Grandes desplazamientos ocurrieron en la parte superior de los muros, debido a la relativa flexibilidad del sistema de diafragmas, pero estos proporcionaron la restricción suficiente para prevenir el colapso.
- La rigidez del diafragma horizontal a nivel del ático fue bastante mayor que la del techo. Las conexiones a través del muro funcionaron bien durante el ensayo. Aparecieron fisuras horizontales en los dos tímpanos debido al movimiento fuera del plano.
- Ocurrió desplazamientos permanentes considerables en las fisuras horizontales de los muros, pero se pudo evitar el colapso.
- Los tirantes horizontales inferiores fueron adecuados para prevenir el deterioro de los segmentos de muro bajo las ventanas y las fisuras diagonales que aparecen en sus esquinas.

Los siguientes modelos fueron variaciones de este 7mo. modelo, por ejemplo la esbeltez (S) fue de 7.5 o sea intermedia entre las anteriormente ensayadas.
Los modelos de mayor escala realizados en Skopje, fueron semejantes a los últimos modelos de escala reducida realizados en la Universidad de Stanford, California. Uno era sin refuerzo y el otro reforzado como el último de la serie de los de escala reducida.

6. Guías de Planeamiento y Diseño de Ingeniería

El producto final del proyecto **GSAP** fue la preparación y publicación de "Las Guías para la Intervención Sismorresistente de Estructuras Históricas de Adobe".
El proceso del diseño de reforzamiento requirió de una etapa previa de reflexión en la que se define la filosofía de diseño, los niveles de mínima intervención que garantice la vida de los ocupantes y otros objetivos de comportamiento estructural. En general el diseño debe dirigirse a evitar el colapso y así el riesgo de vida durante los movimientos sísmicos más fuertes, pero también debe orientarse a evitar o disminuir el daño durante movimientos leves y moderados.

Diseño global

El punto de partida en el proceso de diseño, es el entendimiento de los elementos básicos necesarios para un diseño global. Restringir los desplazamientos en la parte superior de los muros para evitar el colapso, es la primera consideración del diseño del reforzamiento.
Un diafragma flexible u otras medidas para prevenir la falla fuera del plano, como las vigas collar, pueden ser todo lo que se necesita para evitar el colapso en edificaciones de muros gruesos. Para edificaciones de paredes delgadas en cambio, será necesario elementos verticales en los muros para evitar el colapso. Los elementos verticales añaden ductilidad a todo tipo de muros (de cualquier espesor). Los elementos horizontales inferiores pueden mejorar la capacidad de tracción de un muro de adobe, para controlar las fallas progresivas. Las figuras 3a y 3b muestran croquis del sistema de reforzamiento.

Predicción de Fisuras

La realización de esquemas de predicción de ubicación de fisuras, considerando posibles variantes, puede ser muy útil para determinar las posibilidades de fallas locales, como el caso que se presenta en la figura 3c. El volteo de cada segmento de muro formado entre fisuras puede ser potencialmente peligroso para los ocupantes. Por ello, el diseño de reforzamiento debe estabilizar cada segmento de muro que prediga formarse.

Medidas específicas de reforzamiento

Las medidas específicas de reforzamiento podrían orientarse a varios puntos diferentes. Estos puntos incluyen el diseño fuera del plano de los muros, el diseño en el plano, el diseño del diafragma flexible y los detalles de conexión. Estos últimos son complicados por la debilidad del material que convierte a las conexiones en fuentes de grietas. Las conexiones debieran diseñarse de tal suerte que la falla local del adobe no ocasione un daño mayor. Debe intentarse convertir las tracciones en compresiones con dispositivos adecuados que atraviesen los muros y compriman el lado opuesto al ser jalados.

7. Aplicaciones en Latino América

Al igual que en el Estado de California, en Latino América se ha iniciado la ejecución de proyectos utilizando diseños con criterios de desempeño en vez de resistencia, como sugiere el **GSAP**. En el Perú se vienen ejecutando muchos proyectos, uno de los cuales presentaremos**:**

Iglesia de San Cristóbal de Rapaz. Intervención estructural

Datos generales

La Iglesia de de San Cristóbal de Rapaz, es uno de los más valiosos ejemplares de las 40 iglesias doctrinales de los andes occidentales peruanos, que figuran en la lista de World Monuments Fund de sitios históricos en peligro, ubicadas en la cuenca Oyón, a más de 4000m de altitud. Posee extraordinarias pinturas murales, así como imponentes y antiguos altares construidas en piezas de madera bañadas con pan de oro, y obras de arte moldeadas en yeso. Data del siglo XVI, época de la colonia y ha sido declarado patrimonio monumental del Perú. La cuenca de Oyón esta considerada como zona sísmica de alta peligrosidad. La figura 4 muestra una vista interior de la iglesia.

La iglesia es de una nave que culmina en el altar desde donde se proyecta la sacristía. Su planta es por tanto irregular y posee varios contrafuertes, construidos en distintas épocas y una escalera hacia el coro sobre la zona de la portada.

La estructura tiene una cimentación de piedra asentada con barro y la mampostería es mixta con franjas de adobe y piedra, lo que la convierte en una construcción vulnerable. El mortero de asiento es de tierra de baja resistencia. La torre del campanario es exenta. Los techos son de madera con tijerales de par y nudillo, en buen estado de conservación en general. Actualmente posee una cubierta metálica reciente.

Estado actual

Es posible observar un agrietamiento general en los muros de leve a moderado, cuyas fisuras se concentran mayormente en los encuentros de los muros, son verticales y de origen sísmico. Hay algunas grietas mayores, antiguas y probablemente crecientes con cada nuevo movimiento sísmico. Los contrafuertes de mampostería de adobe presentan menos fisuras que los de piedra, en las zonas de contacto con los muros largos de la nave. Hay también fisuras que se inician en las esquinas de las puertas o ventanas.

Existen tres fuentes de humedecimiento de los muros, cuya acumulación se produce en la parte inferior de los muros por efectos de capilaridad y que no están resueltos aún.

La condición de agrietamiento es moderada, como lo es también el estado de humedecimiento.

La esbeltez de los muros largos es de 4.5, es decir bastante baja y asociada a una buena estabilidad. En la zona de los tímpanos extremos alcanza una esbeltez de 7.0, que siendo alta no constituye un problema mayor de estabilidad. Los vanos más grandes son las puertas de acceso frontal y lateral.

El comportamiento dinámico de la mampostería habrá de ser muy deficiente debido no solo a la baja calidad de bloques y mortero, sino mayormente a la mezcla de materiales rígidos y blandos en los muros (piedras y tierra).

Propuesta de intervención estructural

Los objetivos de la intervención son:

- Mínimo intervención para respetar su valor patrimonial, especialmente en las paredes, que hacia el interior, conservan un valor pictórico excepcional.
- Soluciones de reforzamiento reversibles, sin efectos permanentes para el patrimonio.
- Reforzamiento que controle las fisuras finas asociadas a sismos leves y grietas mayores propias a sismos fuertes.

La selección de refuerzos está influida por la sismicidad moderada del área de Oyón, el grosor y baja esbeltez de los muros y la muy baja calidad de los materiales. De acuerdo a ello, se ha decidido las siguientes intervenciones:

- Colocación de viga collar de madera, semi rígida, en forma de escalerilla horizontal, bien conectada a la parte superior de los muros, concediéndoles continuidad y evitando su volteo.
- Cable superior de acero inoxidable (no galvanizado),para confinar los muros entre sí, controlar los desplazamientos de la fase inelástica o última, que permita una fuerte disipación de energía por fricción.
- Reparación de fisuras mayores.
- Reconstrucción de la caja de la escalera y los contrafuertes, con mampostería de piedra hasta la altura del primer cambio y a partir de ese nivel con mampostería de adobe de buena calidad.
- Reparación de las zonas afectadas en la estructura de techo de madera y reemplazo de la cobertura actual.

Las decisiones anteriores se enmarcan en un diseño basado en criterios de estabilidad, como los desarrollados en el **GSAP**.

Se evitó los refuerzos verticales para no afectar el valor cultural de la pintura mural. El sistema estructural intenta ser redundante.

8. CONCLUSIONES

El esfuerzo de investigación realizado por el proyecto **GSAP** constituye posiblemente el más importante de los realizados en el campo del comportamiento de monumentos históricos de adobe. El carácter multidisciplinar del proyecto, constituye un mérito único en el campo del reforzamiento de monumentos históricos de adobe.

Sin embargo, este trabajo podría no haberse configurado sin la existencia previa de importantes investigaciones como las realizadas en Perú, México y California.

Existen continuos esfuerzos para desarrollar el conocimiento de las estructuras de adobe y necesidad de mayor investigación para entender el comportamiento de las edificaciones de adobe y de mayor difusión para su empleo. Actualmente se está traduciendo al castellano la referencia bibliográfica # 4 para su difusión en Latino América.

La mayor urgencia para lograr el reforzamiento de construcciones de adobe, es el logro de la difusión de la información a través de sistemas masivos y universales.

Referencias bibliográficas

1. Casaverde L. y Vargas-Neumann Julio, 1980. Zonificación Sísmica del Perú, PUCP.

2. Vargas-Neumann J. et al. 1984. Resistencia Sísmica de la Mampostería de Adobe. USAID. DI-84. 01, PUCP.

3. Tolles E. Leroy et al. 2000. Seismic Stabilization of Historical Adobe Structures. Final Report of The Getty Seismic Adobe Project. GCI.

4. Tolles E. Leroy et al.2003. Planning and Engineering guidelines for the Seismic Retrofitting of Historical adobe Structures. GSAP. GCI.

5. Blondet M. y Vargas-Neumann J. 1978.Investigaciones sobre Vivienda Rural.PUCP.

6. Ginell W. and Tolles L.1999. Preserving Safety and History: The Getty Seismic Adobe Project at work.

7. Vargas-Neumann J. Earthquakes and Earthen Structures. Report. ICCROM. Rome.

Nota:

*__Julio Vargas Neumann__. Profesor Principal de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Consultor de intervención estructural de monumentos históricos. Cátedra de Cursos Internacionales sobre Conservación Patrimonial. Premio Nacional de Cultura, 1986.

INTERVENCION SISMORRESISTENTE DE ESTRUCTURAS HISTORICAS DE ADOBE. GETTY SEISMIC ADOBE PROJECT

Julio Vargas Neumann*

Figuras

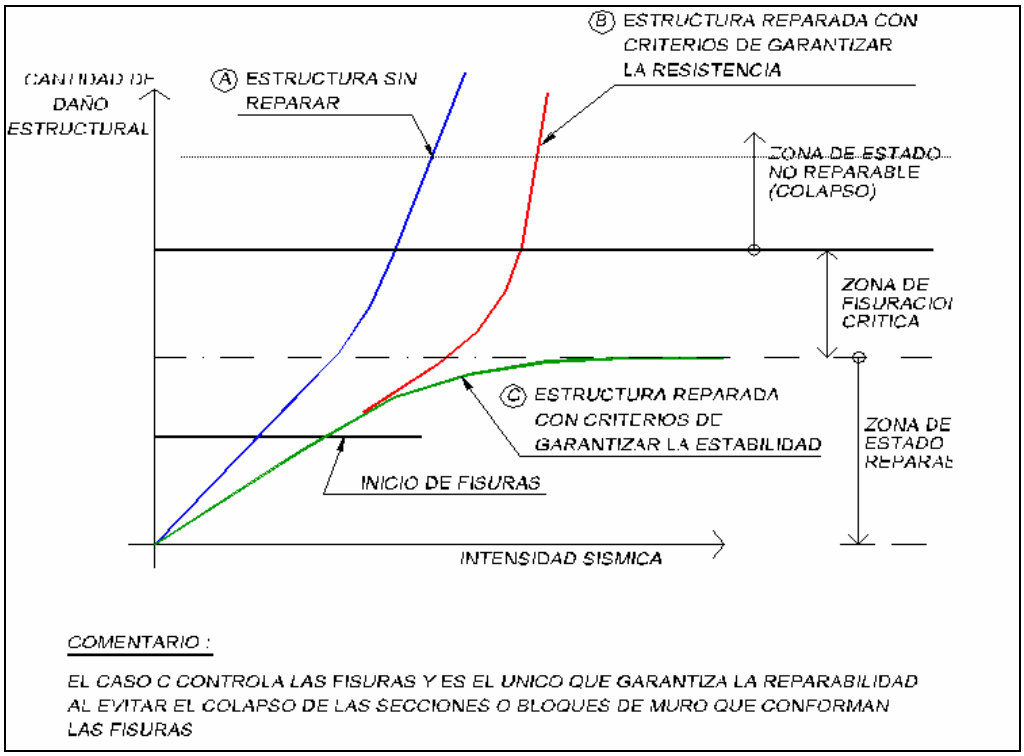


Fig. 1 - Croquis de índice de daño vs. severidad sísmica para estructuras sin refuerzo, diseñadas en base a resistencia y diseñadas en base a estabilidad.

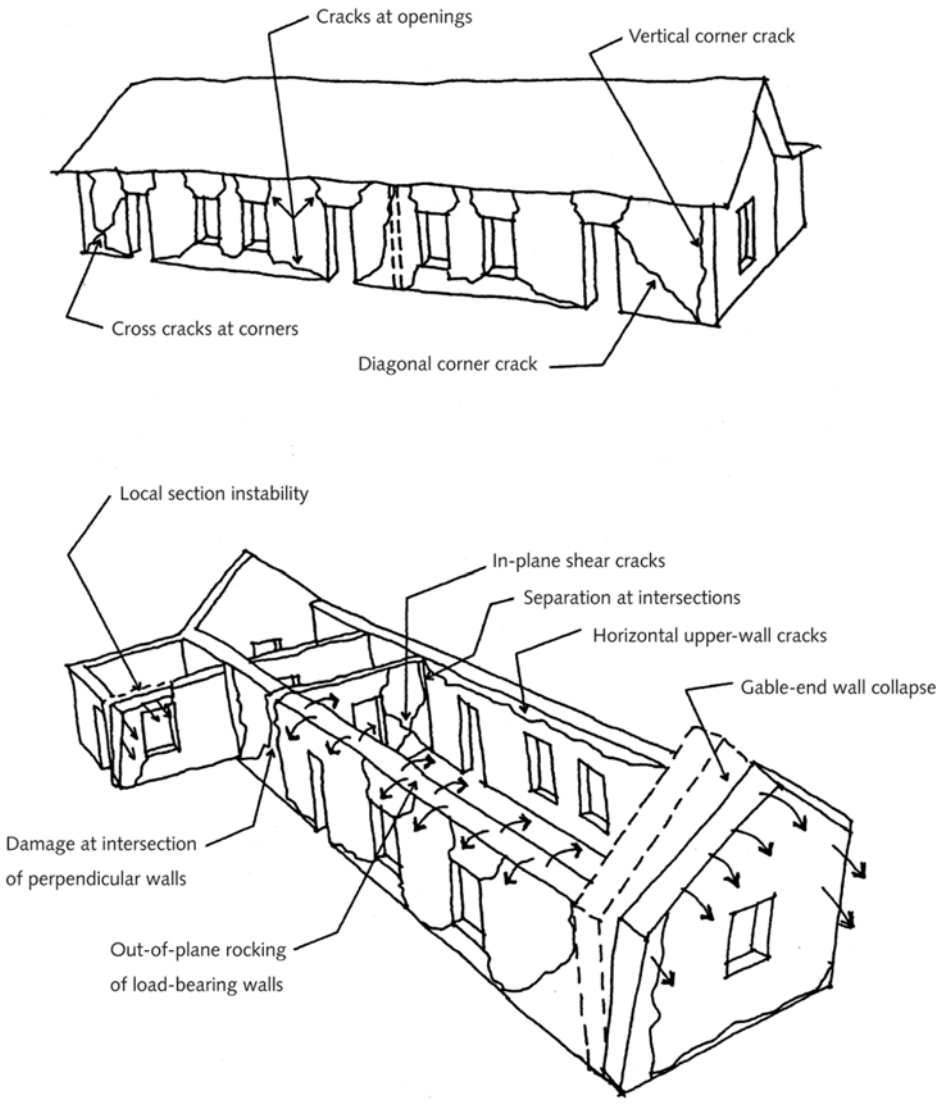


Fig. 2 – Patrones de daño típico observado en los monumentos históricos de adobe en el terremoto de Northridge en 1994.

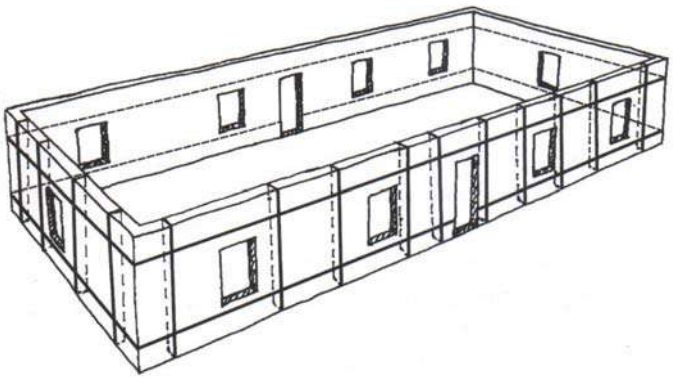


Fig. 3a – Esquema de refuerzos verticales y horizontales que controlarán los desplazamientos de los segmentos de muro entre fisuras.

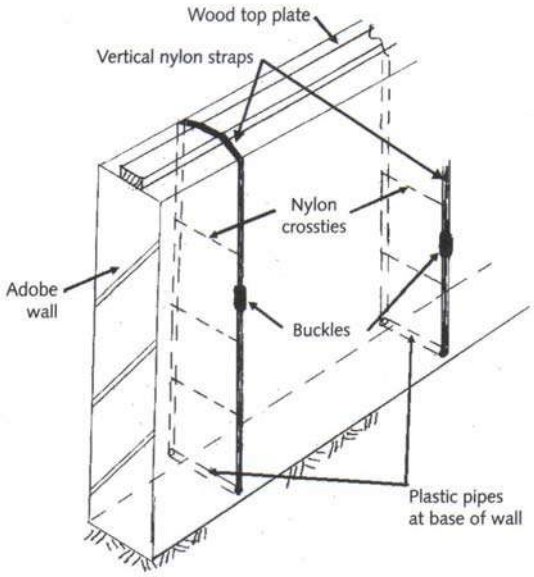


Fig. 3b – Detalle de la unión de los tirantes verticales con sogas de nylon.

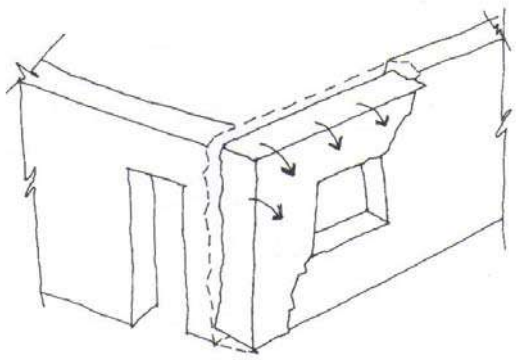


Fig. 3c – Ejemplo de inestabilidad local en un segmento de muro, entre fisuras.

Fig. 3 – Inestabilidad y reforzamiento para el control de desplazamientos.

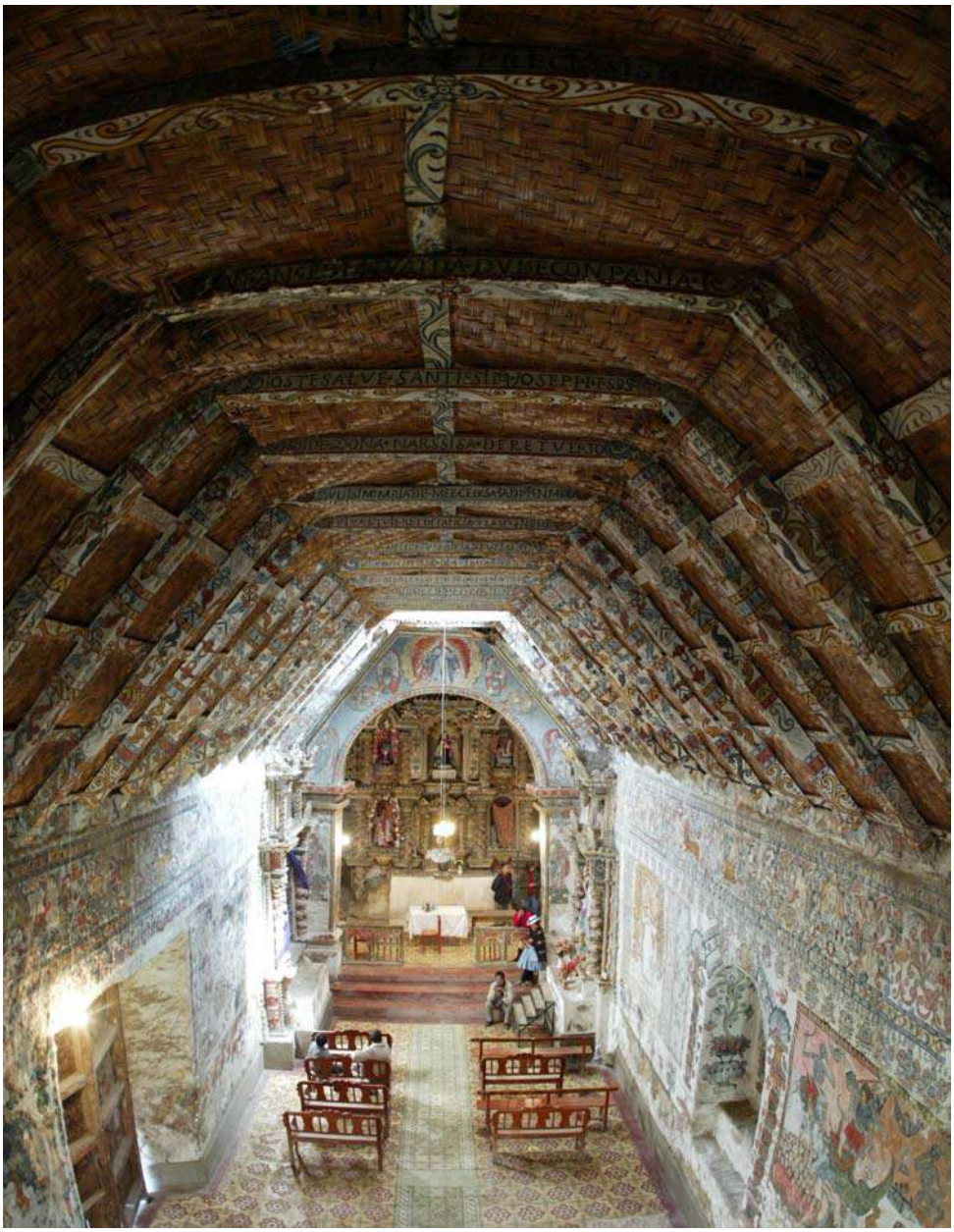


Fig. 4 – Vista interior de la Iglesia de San Cristóbal de Rapaz.

A ACÇÃO DA PRESERVAÇÃO DOS MONUMENTOS HISTÓRICOS NA RÚSSIA APÓS A QUEDA DA UNIÃO SOVIÉTICA

Maria José Gomes Feitosa
Universidade Federal do Rio de Janeiro/Faculdade de Arquitectura e Urbanismo

Av. Brigadeiro Trompowski, s/n.º, Prédio da Reitoria, 2° andar
Cidade Universitária. Rio de Janeiro/RJ - CEP 21941-590 – BRASIL

Tel.: +55 21 25981660; Fax: +55 21 25981634; E-mail: mj.feitosa@uol.com.br

Tema 2: Conservação e património
Palavras chave: Preservação, Monumentos, Rússia, Revitalização

Resumo

A liberdade de opinião foi adquirida novamente na Rússia após a queda do regime soviético. Conseqüências de diversas ordens como política, econômica, social, cultural ocorreram. Quanto a esta última, uma nova maneira de pensar tomou conta de seus governantes. Moscou não era mais uma cidade somente administrativa, porém a cultura milenar bizantina estava presente através da arquitetura religiosa. O país tinha que reconstruir uma nova imagem mundial. A partir dessa tomada de consciência, foi iniciado o resgate de sua identidade cultural, através de seu patrimônio arquitetônico.

A história foi reconsiderada primeiramente através, dos locais nos quais tinham sido construídos. O resgate partiu da permanência dos espaços. Aqueles que foram destruídos foram, como anteriormente, reconstruídos. Os materiais empregados, de preferência foram os mesmos, quando não eram possíveis houve o uso de novos como a estrutura metálica.
Nas antigas fazendas coletivas, estão sendo conservados seus estabelecimentos, como marcas da história de um período soviético.

A Rússia atual está se abrindo para as questões mundiais. No momento o seu Instituto de Arquitetos discute entre muitas problemáticas o papel de seu Patrimônio Arquitetônico frente ao país e ao turismo que se inicia, discutindo a permanência ou não de seu uso inicial dentre a inovadora visão econômica globalizada.

1. Introdução

A Rússia dos tzares até o início do século XX explicitava grandeza, riqueza nas construções palacianas e religiosas. Verdadeiras obras de arte foram os monumentos arquitetônicos erguidos, fazendo um grande contraste com as casinhas simples que o povo as habitava. Este panorama mudou após a Revolução de outubro de 1917. Os bolchevistas tomaram o poder e seus dirigentes direcionaram o governo segundo seus interesses para a estruturação e permanência de um regime, que lhes assegurasse seus objetivos e metas.

2. Antecedentes

A principal cidade do Império foi São Petersburgo, fundada pela vontade de Pedro I em 1703, na Ilha de Zayachiy às margens do Rio Neva. Ela se converteu em uma importante cidade européia e para lá foram convidados arquitetos franceses, italianos, alemães, entre os quais: Leblond, Michetti, Rastreli, Matarnovi e Schlüter.
Um dos grandes destaques na corte de Isabel Petrovna foi o arquiteto Rastrelli que esculpiu a fisionomia barroca de São Petersburgo. Já no reinado de Catarina II, a

Grande, ficou marcado pelo estilo classista e em meados do século XIX foi erguida por Montferrand o monumento de maior destaque na cidade, a catedral de Santo Issac.

3. Períodos Soviéticos

Durante o século XX a religião foi desmontada pelos soviéticos. O povo não poderia se apoiar em nenhuma, pois os governantes temiam que seus objetivos poderiam ser desvirtualizados. Segundo a "Gazeta dos Professores" da URSS em 1949 declarava: "que o professor soviético encarregado pelo partido da educação da juventude, não pode, nem deve ser neutro com relação à religião...É obrigado não só a ser descrente como também a ser propagandista ativo do ateísmo entre os outros, a ser um portador das idéias do ateísmo proletário militante". Decretos após a Revolução, confiscaram todas as propriedades da igreja, exceto os templos que foram usados pelo partido para reuniões políticas, concertos e conferências. Outros converteram-se em celeiros, escolas ou teatros. Os ataques a Igreja cresceram entre 1929 até o início da 2ª. Guerra Mundial, tendo sido os religiosos mandados para os campos de trabalho escravo.

Em 1937 havia sido fechadas 1.100 igrejas ortodoxas, 240 católicas, 61 protestantes e 110 maometanas. Após a 2ª. Guerra Mundial o governo decidiu usar a Igreja Ortodoxa em favor oficial.
Este panorama montado pelo governo russo soviético foi desmontado após a queda da URSS em 1989. Houve o reconhecimento que a linha dura de Stalin quanto a religião e todas as artes, como a linguagem escrita e falada, a teatral, a cinematográfica entre muitas, estavam controladas e se estagnando. O Presidente Puchkin começou a fazer uma avaliação da cultura russa, dos prédios, dos grandes monumentos arquitetônicos que se deterioraram ou foram destruídos para uso do partido comunista. Por exemplo: Stalin quis construir um enorme Palácio dos Sovietes, local de decisões tomadas no pequeno círculo de poder controlado por ele próprio. Seria um edifício de 400 metros de altura, às margens do rio Moscou, onde desde 1883 havia uma catedral ortodoxa. O local era privilegiado, próximo ao Kremlim e vizinho ao Museu Puchkin. Em 1934 foi derrubada a catedral e iniciaram os trabalhos para a construção deste Palácio. Os estudos de prospecção demonstraram que o tipo de solo era problemático para a carga que essa construção depositaria. Houve então a desistência desse local e na era de Khruschov construíram uma enorme piscina redonda com capacidade para lazer de 20.000 usuários. Após alguns anos o Museu Puchkin deu a alerta, aumentava a umidade e começava a atingir suas pinturas, pois a massa de água quente da piscina a céu aberto provocava uma nevoa e o atingia.
A piscina foi desativada e os ortodoxos começam à angariar fundos novamente para a reconstrução da Catedral de Cristo Salvador. O governo, a permitir e hoje ela já foi reerguida.

A democratização marcada nos anos 90 do século XX provocou uma série de mudanças originadas da abertura política do Gorbachev e de toda uma revisão ideológica. Moscovo passou então a rever o seu uso do solo, introduzindo equipamentos urbanos, culturais e de lazer que agradam ao turismo estrangeiro. A arquitetura monumental de destaque desta cidade foi explicitada na época stalinista. Grandes edifícios torres, para uso governamental foram erguidos, da mesma forma que espaços públicos com finalidade cívica.
A revitalização de monumentos arquitetônicos e a reurbanização de áreas degradadas do país como um todo, são pleno controle do Instituto de Arquitetos da Rússia que trabalham em conjunto com o governo.

A Moscovo actual começou a se urbanizar no final do século XIX e início do XX, quando as ruas de terra começaram a ser pavimentadas com pedras, iniciou a

iluminação (1860) inicialmente com lampadários de petróleo depois a gás, surgiu o tramway a cavalo (1872), depois sua primeira linha elétrica na Rua Tvérskaia (1872) e finalmente a instalação elétrica nesta mesma rua em 1896.

As casinhas rurais, erguidas com terra diminuíram em Moscou, com a elaboração de um plano urbano em 1925. A cidade passou a ser circundada por três círculos de cidades-satélites: o primeiro englobaria a vizinhança da capital; a segundo a partir de cidadezinhas situadas à uma distância de 40 à 80km e o terceiro entre 90 à 120km. As aglomerações foram interligadas por uma rede férrea que chegava ao centro.

A melhoria da urbanização fez com que as construções na cidade fossem sendo empregados novos materiais como, o tijolo e a pedra, em menor escala.
A arquitetura com terra ficou marcada a partir do 2º. Anel viário de Moscou, onde a zona rural com a agricultura já se iniciava.
No restante da então URSS as casinhas de terra estavam presentes em todas as fazendas coletivas governamentais.
Estas propriedades estatais fizeram parte dos planos dos soviéticos para aumentar o crescimento agrícola do país. Com a abdicação do tzan, os camponeses voltaram-se contra os grandes proprietário e estas terras inicialmente foram transformadas em pequenos lotes individuais. Posteriormente com uma guerra civil, houve o confisco.

Havia também o emprego de casinhas simples de palha e madeira. Estas últimas perduram até hoje onde seu emprego explicita domínio total sobre este material, haja visto as “datchas” casas de veraneio ao redor da cidade de Moscou.

4. Conclusões

A Rússia passou pelo fausto dos tzares, pela volta ao povo de uma condição de vida mínima mas digna, da monumentalidade exacerbada da época do Stalin, da reflexão sobre a desvirtualização das idéias de Lenine, da queda do poderio da URSS e passa para uma abertura política democrata.

Consequentemente já estão presentes na Rússia: democracia de um lado, a entrada do capital do outro, porém com a retenção para alguns poucos, a corrida pelo poder, a necessidade da vinda de estrangeiros para movimentar a economia do país, etc. a resposta popular virá lentamente, após uma longa conscientização, vivência do dia a
dia e reflexão do que foi, é e o que estará por vir.

Bibliografia

- ABREU, Marcelo. Em busca da Utopia Kitch. Rio de Janeiro: Record, 2001.
- ESTUDOS AVANÇADOS – USP. “Dossiê Rússia: Política e Poesia”. *Editora da Universidade de São Paulo*, volume 12, número 32 – janeiro/abril 1998, São Paulo.
- GORBACHEV. “Os grandes líderes”. São Paulo, *Nova Cultura*, 1987.
- GORBACHEV, Mikhail. ”Perestroika”. São Paulo, *Editora Best Seller*, 1987.
- HISTOIRE DE L’URSS. Moscou. *Editions du Progres*, 1977.
- HISTÓRIA ILUSTRADA DA GRANDE REVOLUÇÃO SOCIALISTA DE OUTUBRO. Moscovo, Lisboa, *Edições Progresso*, 1987.
- KETCHUM, Richard. (org). “Que é comunismo?” São Paulo, *Geração Editorial*, 1987.
- MORAES NETO, Geneton. “Dossiê Moscou”. São Paulo, *Geração Editorial*, 2004.

Currículo

Maria José G. Feitosa, arquitecta pesquisadora, Professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Doutoramento pela Universidade de São Paulo e Pós-Doutamento pela Universidade Nova de Lisboa (em término). Participa do Grupo de Pesquisa da ABC Terra.



Fig. 1 Igreja de São João Batista – Município de Porto Seguro / Bahia
Séc. XVIII (Fotografia da autora – 1985)



Fig. 2 Praça São João Paulista – Casario Trancoso – Município de
Porto Seguro / Bahia (Fotografia da autora – 1985)



Fig. 3 Casario Construção de adobe em Vale Verde – Município de Porto Seguro / Bahia (Fotografia da autora – 1985)

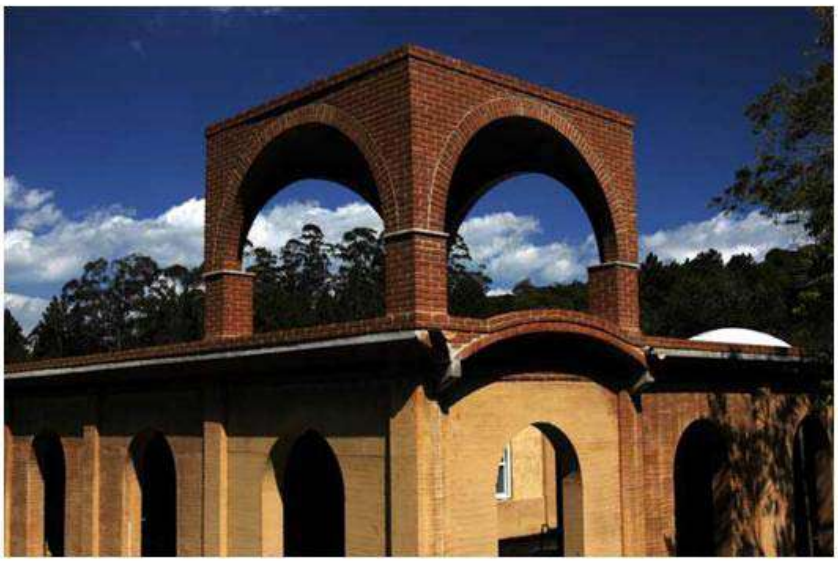


Fig. 4 Projeto Residência do Arquiteto Paulo Montoro – Município de Itapecerica da Serra – São Paulo (Foto do arquiteto) 2004

LAS CASAS Y LA CIUDAD DE ADOBE: CONSERVACIÓN, SIGNIFICADO Y DECORACIÓN URBANA
Un proyecto "Cultura 2000"

Maddalena Achenza y Marco Cadinu
Universidad de Cagliari – Facultad de Ingeniería
Departamento de Arquitectura
Piazza d'Armi 16, 09123 Cagliari, ITALIA
Tel.: +390706755807; Fax: +390706755816; E-mail: labterra@unica.it

Tema 2: Conservación y patrimonio.
Palabras-clave: Cooperación internacional, recuperación urbanística, técnicas de restauración, historia de la ciudad mediterránea.

Resumen

La Universidad de Cagliari (Italia), Universidad de Valencia (España) y la Escola Superior Gallaecia (Portugal) han solicitado y obtenido para este año una financiación europeo con el objetivo de llevar a cabo un proyecto de cooperación internacional con Terceros Países, valiéndose de fondos del programa europeo denominado CULTURA 2000 (1).

El presente proyecto está centrado en las casas, los lugares y las ciudades construidas en adobe, un patrimonio cultural compartido por todos los países europeos y formado por miles de arquitecturas domésticas y monumentales. La progresiva crisis de los sectores artesanales y técnicos tradicionales relacionados con este tipo de construcción está conduciendo, sobre todo en las regiones de la Europa meridional, a un empobrecimiento de la calidad de las intervenciones y poniendo en peligro la propia supervivencia de un importante patrimonio.

El elemento estratégico del proyecto lo constituye la localización de las actividades en Marrakech, Marruecos (de acuerdo con la universidad y las asociaciones empresariales locales), cuya "Medina" medieval (23.000 habitantes, patrimonio de la Humanidad) está enteramente edificada en adobe. Se trata de uno de los pocos lugares, en los confines de Europa, donde aún se conservan casi intactas las más antiguas y refinadas prácticas constructivas tradicionales, a las cuales se puede recurrir para renovar las disciplinas europeas. Un lugar adonde llevar las más avanzadas, además de compatibles, técnicas de organización y producción constructiva y de gestión de los espacios históricos.

1. El proyecto

El proyecto contempla una fase preliminar de intercambio cultural entre algunos organismos representativos de la cultura europea sobre el tema de las tecnologías de conservación y de la recuperación de las "buenas prácticas constructivas tradicionales" y sobre el estudio de la "formación y desarrollo de modelos de habitación".

Durante esa fase preliminar tendrán lugar cuatro sesiones organizadas en las respectivas sedes de los organizadores europeos, con conferencias de especialización y visitas técnicas a los sitios de mayor interés. Al final de la primera fase coordinada por el referente principal, se pondrá en marcha un programa de difusión de los datos basado en la redacción de un "Primer cuaderno de trabajo", editado en dos lenguas, y con difusión entre los organismos participantes, las asociaciones de formación artesanal y profesional, y los entes públicos de diversos países.

A la fase ejecutiva del proyecto corresponde la formación y las actividades prácticas, coordinadas por expertos universitarios de la disciplina. Un *workshop* en Marrakech permitirá una concreta experimentación e información sobre las técnicas constructivas tradicionales relacionadas con el adobe (muros, revocados**,** suelos). Además, se procederá a examinar la estructura de las construcciones históricas y el

funcionamiento urbanístico de una porción del ambiente urbano de la Medina. A los núcleos rurales se dedicará un *workshop* en el oasis de Figuig.

El programa se concluirá con la redacción y difusión del "Segundo cuaderno de trabajo" y la organización de una exposición en la sede del referente principal, Cagliari. En cada sesión están previstas demostraciones técnicas dirigidas a profesionales, funcionarios de la administración local y técnicos de las empresas de construcción, estudiantes y ciudadanos interesados.

2. Realización y objetivos del proyecto

El primer objetivo del proyecto es la ampliación de las relaciones entre organismos europeos y confrontación de sus respectivas técnicas de intervención en los espacios urbanos históricos del adobe. Su consecuencia directa y natural es la de promover la *partnership* y la colaboración para un desarrollo sostenible. Conseguir estos objetivos es posible a través de seminarios de formación y experimentación de las "buenas prácticas constructivas" en Marruecos y en las sedes europeas, así como la producción de materiales y modelos para la gestión de las obras, el intercambio cultural entre técnicos, albañiles y artesanos procedentes de Europa y África, con la meta última de una planificación participante.

Un segundo objetivo consiste en racionalizar el análisis de los modelos tradicionales de vivienda en los lugares de adobe, así como de la formación y evolución de los espacios urbanos y rurales históricos. Con esta finalidad se plantearán comparaciones específicas entre el patrimonio histórico europeo, la Medina de Marrakech y el Ksour de Figuig.

La difusión de experiencias y conocimientos ligados a las prácticas de conservación tradicionales estará garantizada por la edición impresa de 5.000 "cuadernos de trabajo", por la posibilidad de consultar algunos de sus contenidos en una página de internet y por la apertura de una ventanilla informática de comunicación entre los distintos organismos participantes, destinada a permanecer tras la conclusión del proyecto.

3. Expectativas a largo plazo

Las acciones mencionadas pretenden elevar la calidad técnica de las actuaciones sobre el patrimonio europeo del adobe, también mediante el contacto con las experiencias de los países limítrofes. De éstos se espera una contribución en términos de fuerza de trabajo especializada y de tradiciones técnicas. La definición de los modelos de gestión de los sitios históricos y, en general, la promoción de las "buenas prácticas tradicionales" tendrá efectos beneficiosos sobre sectores artesanales y económicos ocupados en la conservación del patrimonio histórico. Los resultados serán divulgados desde las sedes universitarias europeas hacia las administraciones locales y los entes de formación profesional, para abarcar más adelante el patrimonio edificado propiedad de los particulares. Cada participante traerá consigo experiencias diferentes derivadas de las técnicas típicas de sus áreas geográficas de procedencia y de sus intereses concretos de investigación.

4. Conclusiones

La unión en un proyecto innovador de algunos de los más activos organismos de investigación europeos sobre el tema de la vivienda tradicional y de las construcciones en adobe reforzará relaciones científicas ya existentes. La experimentación y la

investigación de niveles de excelencia en la aplicación de los sistemas constructivos tradicionales, favorecida por el contacto con la potencialidad técnica depositada en Marruecos, y la valoración popular positiva del "vivir en el adobe" contribuirán a suscitar el interés de los ciudadanos europeos por este tipo de lugares históricos. Al mismo tiempo, los efectos sobre el crecimiento económico del sector pueden estimular la demanda de profesionalidad y de calidad de las intervenciones sobre estas edificaciones, con beneficios sociales y consecuencias positivas sobre el valor cultural del paisaje construido en siglos de historia europea. La implicación de organismos de seis países participantes en "Cultura 2000", representantes de dieciséis instituciones con sede en naciones fronterizas, acrecentará su prestigio e intensificará la colaboración, estimulando a su vez ulteriores iniciativas.

Una característica de este proyecto es la intensa reciprocidad de intereses en la cooperación propuesta. Europa llevará a África su experiencia organizativa en las obras, una larga tradición científica en la lectura e interpretación de los lugares históricos, la experiencia en el uso de las más avanzadas tecnologías, compatibles con la edificación tradicional, y propuestas para introducir en el mercado redes productivas vinculadas a la restauración y recuperación sostenible, lo cual constituirá además una invitación al abandono de tecnologías obsoletas o seudo-innovadoras. Se definirán las disponibilidades científicas para la formación de técnicos y maestros, confirmando así el interés de la Unión Europea hacia las acciones empresariales privadas de calidad en el ámbito de la edificación histórica.

A su vez, África puede significar para Europa no sólo el lugar de abastecimiento de refinados materiales artesanales de valor o semielaborados para la recuperación de edificios, sino también erigirse en referencia para la búsqueda de artesanos especializados y oficios. La presencia de artesanos que conservan aún los medios tradicionales de construcción y guardan muchos "secretos" pasados de generación en generación representa asimismo un recurso para la formación de los trabajadores europeos y para su uso directo en las obras. A través de esa rica experiencia se pueden renovar tradiciones desde hace tiempo relegadas, cuando no perdidas, en las sociedades europeas. Las relaciones ya existentes entre las universidades europeas y marroquíes sólo pueden salir beneficiadas de este intercambio, reforzado mediante futuros ciclos científicos de formación y puesta al día.

Notas

(1) Participan dieciséis entes de seis naciones diferentes: **Università degli Studi di Cagliari, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di Architettura (Italia, referente principal);** Co-organizadores: Univesitat de Valencia-Estudi General, (**España**), ESG / Escola Superior Gallaecia - Ensino Universitario (**Portugal**); Associazione Nazionale Città della Terra Cruda (**Italia**); Provincia di Pescara (**Italia**); Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato all'Urbanistica, Servizio Centri Storici (**Italia**); ESIEA Ente Scuola Edile di Cagliari (**Italia**). Son *partner* del proyecto la Università di Kassel (**Germania**); LabHAUT, Ecole Nationale d'Architecture de Rabat (**Maroc**); Università Cadi Ayyad, Marrakech (**Maroc**); Fondation Moulay Slimane, Oujda (**Maroc**); Marrakech 3000, Société Immobiliere et de Service (**Maroc**); Craterre-EAG / Ecole d'Architecture de Grenoble (**France**); Soprintendenza Regionale della Sardegna (**Italia**); Centro Internazionale di Studi per la Storia della Città (**Italia**); Budapest University of Tecnology and Economics, Faculty of Civil Engeneering, Department of Building Construction (**Ungary**). El proyecto se desarrolla entre octubre de 2005 y julio de 2006.

LE CASE E LE CITTÀ DELLA TERRA CRUDA: CONSERVAZIONE, SIGNIFICATO E DECORO URBANO.
Un progetto "Cultura 2000".

Maddalena Achenza e Marco Cadinu
Università di Cagliari - Facoltà di Ingegneria
Dipartimento di Architettura
Piazza d'Armi 16, 09123 Cagliari, ITALIA
Tel.: +390706755807; Fax: +390706755816; E-mail: labterra@unica.it

Tema 2: Conservazione e patrimonio.
Palavras-chave: Cooperazione internazionale, recupero urbano, tecniche di restauro, storia della città mediterranea.

Resumo
Le Università di Cagliari (Italia), Valencia (Spagna) e la Escola Gallaecia (Portogallo) hanno quest'anno fatto richiesta e ottenuto un finanziamento per la realizzazione di un progetto di cooperazione internazionale in Paesi Terzi a valere sui fondi del programma Europeo denominato CULTURA 2000[1].
Al centro del presente progetto saranno le architetture, i siti e le città costruite con la terra cruda, un patrimonio culturale comune a tutti i paesi europei costituito da centinaia di migliaia di architetture abitative e monumentali. La progressiva crisi dei tradizionali settori artigianali e tecnici collegati a questo genere di costruzioni sta portando, particolarmente nelle regioni meridionali dell'Europa, ad un generale impoverimento della qualità degli interventi e sta mettendo a rischio la stessa sopravvivenza di un importante patrimonio.
L'elemento strategico del progetto è dato dalla localizzazione delle attività in Marocco, a Marrakech (in accordo con Università e associazioni imprenditoriali locali), la cui Medina medievale (230.000 abitanti, patrimonio UNESCO) è costruita interamente in terra cruda. E' uno dei luoghi, al confine con l'Europa, dove si conservano quasi intatte le più antiche e raffinate "buone pratiche costruttive tradizionali", cui attingere per rinnovare le discipline europee e dove portare le più avanzate e compatibili tecniche di organizzazione e produzione edilizia e di gestione dei siti storici.

---

[1] Partecipano 16 enti di 6 nazioni: **Università degli Studi di Cagliari, Facoltà di Ingegneria, Dipartimento di Architettura (Italia,** Capofila**);** Co-organizzatori: Univesitat de Valencia-Estudi General, (**España**), Escola de Ensino Universitario Gallaecia (**Portugal**); Associazione Nazionale Città della Terra Cruda (**Italia,**); Provincia di Pescara (**Italia**); Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato all'Urbanistica, Servizio Centri Storici (**Italia**); ESIEA Ente Scuola Edile di Cagliari (**Italia**). Sono Partner del progetto: Università di Kassel (**Germania**); LabHAUT, Ecole Nationale d'Architecture de Rabat (**Maroc**); Università Cadi Ayyad, Marrakech (**Maroc**); Fondation Moulay Slimane, Oujda (**Maroc**); Marrakech 3000, Société Immobiliere et de Service (**Maroc**) ; Craterre-EAG Ecole d'Architecture de Grenoble (**France**) ; Soprintendenza Regionale della Sardegna (**Italia**); Centro Internazionale di Studi per la Storia della Città (**Italia**); Budapest University of Tecnology and Economics, Faculty of Civil Engeneering, Department of Building Construction (**Ungary**). Il progetto si svolge tra l'ottobre 2005 ed il luglio 2006.

1. Il progetto

Il progetto prevede una fase preliminare di scambio culturale tra alcuni organismi rappresentativi della cultura europea sul tema delle tecnologie manutentive e del recupero delle “buone pratiche costruttive tradizionali” e sullo studio della “formazione e sviluppo dei modelli insediativi”.
La fase preliminare prevede quattro sessioni organizzate presso le sedi degli organizzatori europei con conferenze di aggiornamento e visite tecniche ai siti di maggiore interesse. Al temine della prima fase, coordinata dal Capofila, sarà avviato un programma di diffusione dei dati basato sulla redazione di un “Primo quaderno di lavoro”, edito in due lingue e diffuso presso gli organismi partecipanti, gli enti di formazione artigianale e professionale, gli enti pubblici dei diversi paesi.
La fase esecutiva del progetto riguarderà la formazione e le attività pratiche, coordinate da esperti universitari della disciplina. Un workshop a Marrakech, permetterà la concreta sperimentazione e informazione sulle tecniche costruttive tradizionali legate alle costruzioni in terra cruda (murature, intonaci, solai); sarnno inoltre esaminati l’impiantistica nelle costruzioni storiche e il funzionamento urbanistico di una porzione dell’ambiente urbano della Medina; all’insediamento rurale sarà dedicato un workshop nell'Oasi di Figuig.
La redazione e la diffusione del “Secondo quaderno di lavoro” concluderanno il programma, con una mostra dei risultati a Cagliari, nella sede del Capofila.
Sono previste in ogni sessione attività dimostrative delle tecniche, rivolte a professionisti, amministratori locali e tecnici di imprese di costruzioni, studenti e cittadini.

2. Obiettivi del progetto e sua realizzazione

Il primo obiettivo del progetto è rappresentato dall’ampliamento delle relazioni tra organismi europei e confronto sulle tecniche di intervento sui siti urbani storici della terra cruda. La promozione del parternariato per lo sviluppo sostenibile è la sua diretta e naturale conseguenza. Il raggiungimento di questi obiettivi è programmato attraverso seminari di formazione e sperimentazione di "buone pratiche costruttive " in Marocco e nelle sedi europee; la produzione di materiali e modelli di gestione dei cantieri; lo scambio culturale tra tecnici e maestranze di Europa e Africa, incentivo alla pianificazione partecipata. Un secondo obiettivo è quello di razionalizzare un’analisi dei modelli tradizionali dell'abitare nei siti della terra cruda, nonché della formazione ed evoluzione degli spazi urbani e rurali storici. A questo scopo verranno aperti specifici confronti tra il patrimonio storico europeo, la Medina di Marrakech e il Ksour di Figuig.
La diffusione di esperienze e saperi legati alle pratiche manutentive tradizionali verrà garantita dalla edizione a stampa di 5000 “Quaderni di lavoro”, dalla consultabilità di alcuni dei suoi contenuti in un apposito sito internet e dall’apertura di uno sportello informatico di relazione tra gli organismi partecipanti, destinato a sopraviver al progetto annuale.

3. Risultati attesi sul lungo termine

Le azioni mirano a elevare la qualità tecnica degli interventi sul patrimonio europeo in terra cruda, anche attraverso il contatto con le esperienze dei paesi

confinanti; da essi ci si attende un contributo in termini forza lavoro specializzata e di tradizioni tecniche. La definizione di modelli gestionali dei siti storici e il generale rilancio delle "buone pratiche tradizionali" avrà ricadute più ampie sui settori economici ed artigianali legati all'edilizia storica. I risultati, dalle sedi universitarie europee, saranno diffusi presso le amministrazioni locali e gli enti di formazione artigianale, per coinvolgere nel tempo il patrimonio edificato di proprietà dei cittadini. Ogni partecipante sarà portatore di differenti esperienze in relazione alle diversità tecniche tipiche dell'area geografica europea di appartenenza e dei suoi particolari interessi di ricerca.

4. Conclusioni

La riunione in un progetto innovativo di alcuni dei più attivi organismi di ricerca europea sul tema dell'insediamento tradizionale e delle costruzioni in terra cruda rafforzerà alcuni rapporti scientifici attivi da anni. La sperimentazione e la ricerca di livelli di eccellenza nell'applicazione dei sistemi costruttivi tradizionali, favorita dal contatto con le potenzialità tecniche depositate in Marocco, la valutazione in positivo del "vivere nella terra cruda", contribuiranno a rinnovare il gradimento dei cittadini europei verso i siti storici. Gli effetti di incremento anche economico del settore stimoleranno la richiesta di professionalità e di qualità negli interventi sui siti storici, con benefici sociali e ricadute positive sul valore culturale del paesaggio costruito nella storia europea. Il coinvolgimento di organismi di 6 paesi partecipanti a Cultura 2000 (rappresentanti di 16 istituzioni), impegnati in un paese frontaliero, rafforzerà il loro prestigio e la collaborazione, stimolando ulteriori iniziative.

Caratterizzano questo progetto le forti reciprocità di interessi sottesi alla cooperazione proposta. L'Europa porterà all'Africa la sua esperienza organizzativa e gestionale nei cantieri, la tradizione scientifica nella lettura e interpretazione degli insediamenti storici, l'esperienza sull'utilizzo delle migliori tecnologie innovative compatibili con il patrimonio costruito tradizionale, le proposte di introduzione nel mercato locale di filiere produttive legate al recupero sostenibile con il contemporaneo invito all'abbandono delle tecnologie obsolete o pseudo-innovative; saranno definite le disponibilità scientifiche per la formazione di tecnici e formazione di formatori, e confermati gli interessi alla cooperazione con la Comunità Europea verso le azioni imprenditoriali private di qualità sul settore dell'edilizia storica.

L'Africa potrà significare per l'Europa non solo il luogo di provenienza di raffinate forniture di materiali artigianali di pregio e semilavorati per il recupero dell'edilizia ma anche costituire un riferimento per la ricerca di artigiani specializzati e maestranze; la grande carenza di artigiani ancora in possesso dei tradizionali metodi operativi e di molti dei "segreti" legati alla pratica costruttiva antica rappresenta una risorsa anche per le attività di formazione delle maestranze europee e per l'impiego diretto nei cantieri. Attraverso la loro esperienza possono essere rinnovate le tradizioni artigianali un tempo molto radicate anche nella società europea. Le relazioni tra le università europee e marocchine, peraltro già avviate, saranno rafforzate da futuri cicli di aggiornamento e formazione scientifica.

O CASTELO DE PADERNE – ACÇÕES DE VALORIZAÇÃO

Teresa Beirão

1. Acções de valorização do Castelo de Paderne

O Castelo de Paderne foi classificado *imóvel de interesse público* em 1971. Em 1986 foram realizadas obras de consolidação pela Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, com a "reconstrução do arco que une a muralha à torre albarrã que se encontrava ruído, o enchimento de panos de muralha com alvenaria de taipa para tapamento de rombos e a consolidação e construção de alvenaria hidráulica em elevação nos cunhais."[i]

O Ministério da Cultura adquiriu o castelo de Paderne aos seus anteriores proprietários em 1997 e este passou em 1998 para a jurisdição do IPPAR.

2. O concurso

Em Janeiro de 1999, a Direcção Regional do IPPAR de Faro promoveu o "*Concurso limitado sem apresentação de candidaturas de elaboração do projecto de consolidação e recuperação do Castelo de Paderne*" e uma das propostas de trabalho de resposta a este convite foi realizada por uma equipe pluridisciplinar, cuja coordenação coube à especialidade de arquitectura.

Os objectivos do concurso eram "a consolidação, restauro e valorização do castelo incluindo muralhas, capela e cisterna, arranjo paisagístico, acessibilidade pedonal e viária, enquadramentos visuais e implementação de equipamentos de apoio ao bem estar dos utentes". Devia ser "proposto o restauro – restituição da apresentação da Capela", "arranjos exteriores dentro de muralhas", "respectivas drenagens", "valorização da cisterna existente" e "condições que possibilitem a utilização dos espaços com segurança para os visitantes". Era referido que o IPPAR forneceria a informação das principais condicionantes arqueológicas, tendo desde logo sido entregue o levantamento topográfico do local, o levantamento e análise do estado de conservação das muralhas realizado sob a orientação do Arqº José Alberto Alegria e um artigo da arqueóloga Drª Helena Catarino de 1995 intitulado *O Castelo de Paderne (Albufeira): Resultados da primeira intervenção arqueológica*.

A proposta apresentada a concurso explicitava a filosofia geral de intervenção, cujo principal objectivo era "por um lado evidenciar os vestígios, mesmo os que representam degradação e por outro, prolongar a sua existência."

Relativamente à preservação das muralhas de taipa, seu restauro e conservação referia-se: "É interessante verificar que os panos de muralha que perderam mais altura, para além de serem os mais expostos aos ventos tempestuosos, são perfurados pontual e ritmadamente por um sistema de drenagem das águas do interior do castelo para o exterior. Grandes lajes de pedra sustentam as paredes de taipa, e sob as lajes um orifício permitia a passagem da água. Existe uma camada de atulhamento que seria importante remover em futuras campanhas arqueológicas. Tais trabalhos contribuiriam para repor o funcionamento da drenagem, tão bem concebida pelos construtores deste monumento, e tão importante para a conservação da muralha."

Sem o conhecimento sobre o programa de campanhas arqueológicas previsto, desde logo este se considerou indispensável e indissociável do estudo de restauro do sistema amuralhado.

A proposta apresentada foi seleccionada e o contrato previa a realização do projecto em duas fases: estudo prévio e projecto de execução, cada uma com o prazo de execução de sessenta dias.

Face à exiguidade dos prazos era necessária a realização de uma reunião pois considerava-se imprescindível a clarificação de aspectos relacionados com a proposta apresentada e realização de levantamentos topográficos mais detalhados das ruínas da capela.

3. O Estudo Prévio

O contrato foi celebrado em fins de Setembro de 1999 não tendo sido realizada nenhuma reunião prévia, nem fornecidos os levantamentos referidos, e o Estudo Prévio realizou-se durante os meses de Outubro e Novembro de 1999. A sua aprovação foi notificada, "realçando o excelente trabalho apresentado", mas com algumas considerações a ter em conta no projecto de execução. Estas indicavam alterações à proposta inicial e novos equipamentos não previstos no programa de concurso.

Os estudos realizados tiveram como principal objectivo compreender com o maior detalhe possível o modo como foram construídas as muralhas de taipa do castelo.[ii]

> O domínio dos módulos dimensionais utilizados pelos antigos construtores é indispensável ao estudo da história da arte e da arqueologia. Sabemos que as medidas e a maneira de definir superfícies, os vários modos de determinar as espessuras das alvenarias e até as dimensões dos elementos construtivos variam pouco numa mesma época e região. Por isso, a sua análise pode revelar elementos capazes de situar cronologicamente uma edificação, ou pelo menos, definir a civilização a que pertence.[iii]

Analisadas as dimensões das muralhas e os vestígios do processo construtivo que continham, concluíram-se aspectos interessantes e bastante importantes para os métodos e processos a adoptar no seu restauro.

A métrica utilizada em medidas de largura e comprimento, dimensões definidoras do desenho da construção traçado no terreno, têm como base o côvado medieval, igual a 66 cm. Este côvado corresponde a 3 palmos (22 cm) e a dois pés (33cm)[iv].

A métrica utilizada na altura das cofragens ou taipais, entre 84 a 86 cm poderá corresponder (segundo H. Catarino e A. Bazzana) ao dobro da medida árabe, *côvado ma'muni*, equivalente á *meia vara castelhana* com 41,8 cm.[v]

Verificou-se que a largura da muralha corresponde a três côvados – 1,98m. Os orifícios de colocação das agulhas que sustentaram os taipais distam em média um côvado. Claro que existem locais em que esta distância não é exacta porque a colocação das agulhas era distribuída pelo comprimento da cofragem.[vi]

Pelas várias fissuras verticais existentes nas fiadas de taipa, deduziu-se que o comprimento de cada bloco de taipa era de 4 côvados (2,64m) o que, com uma folga necessária para ambos os lados, de cerca de uma mão travessa (11cm) ou de um palmo (22cm) os taipais teriam entre 2,86m a 3,08m.

De quatro côvados, é também a medida da largura do passadiço, que se adoça e se ajusta perfeitamente à posição de um taipal do troço da muralha nordeste. O

comprimento desta muralha corresponde exactamente a 16 taipais, ou seja 42,24m (no levantamento topográfico à esc. 1/200 esta medida corresponde a 42,20m).

O comprimento da muralha noroeste corresponde exactamente a 22 taipais somados ao topo do taipal da muralha nordeste, ou à espessura da mesma: 22 x 2,64 + 1,98 = 60,06m (no levantamento topográfico á esc. 1/200 esta medida corresponde a 60,00m).

A torre albarrã tem uma planta quadrangular cujo lado corresponde a 9 côvados, ou seja, a 5,94 metros.

São, portanto, inúmeras as relações de medidas de comprimento e de largura das muralhas com o côvado medieval, facto que não poderá ser ignorado.[vii]

Outra constatação, pela realização de perfis com o sentido noroeste-sudeste, foi a verificação de inclinações intencionais dos níveis de construção das fiadas de taipa

- Nos panos de muralha orientados a noroeste e a sudeste, os de maior comprimento e que apresentam orifícios de drenagem, o desnivelamento original das fiadas de taipa, de 1,2m a 1,6m, é descendente de nordeste para sudoeste, acompanhando a configuração do terreno.

- No alçado noroeste, os cinco orifícios foram todos executados na mesma fiada de taipa, concluindo-se que o nível do pavimento no interior do recinto era semelhante aos níveis de construção das fiadas de taipa e, consequentemente, à própria muralha.

- No alçado sudeste, os cinco orifícios foram colocados em fiadas de taipa sucessivas, o que demonstra que a inclinação do terreno no interior era maior do que o nível de construção das fiadas de taipa. O orifício de drenagem com cota mais baixa, no extremo da muralha sudeste, próximo da cisterna, corresponde à zona no interior do castelo com maiores níveis de aterro.[viii]

Estas constatações confirmaram que os levantamentos fornecidos pelo IPPAR, tinham sido realizados com o pressuposto de que as fiadas de taipa seriam horizontais e perfeitamente niveladas, o que não correspondia à realidade.

Apresentou-se no desenho nº6 - Planta dos Trabalhos Preliminares, os locais que deveriam ser desaterrados. Em certos locais havia a necessidade de desaterrar abaixo do nível considerado seguro, sem a intervenção da arqueologia que era necessária junto à capela, do lado norte e poente e nos locais por onde se ia solucionar a drenagem das águas pluviais, junto à muralha noroeste e sudeste.

Estes aspectos foram sempre criteriosamente assinalados e referidos, pois os estudos iam prosseguindo e as campanhas arqueológicas não se iniciavam.

Relativamente à capela, também se fizeram notar as diferenças de nível do terreno exterior, bem mais elevado, relativamente ao interior da nave. Tal facto provocaria a infiltração da água para o seu interior e por capilaridade para as paredes de alvenaria de pedra com argamassa de cal.

A proposta de valorização da capela previa a manutenção da sua imagem de ruína, mas com uma cobertura metálica forrada a cobre oxidado, que garantia o travamento das paredes de alvenaria de pedra com “gatos”. O tecto era móvel, permitindo a sua abertura em noites amenas e estreladas, proporcionando ambiências diferenciadas, consoante os eventos culturais que pudessem ter lugar naquele espaço. Tal solução, invocadas razões de manutenção e de pouca estanquicidade do

espaço, foi considerada inviável. Além do pedido de alteração desta solução, foi também solicitado o estudo de uma guarda de ferro para protecção dos visitantes relativamente ao buraco que se abria ao nível do solo para a cisterna (parcialmente atulhada e cuja configuração e dimensão interior não se conhecia), os projectos de uma guardaria/bilheteira no recinto do castelo e instalações sanitárias de apoio aos visitantes, junto à zona de estacionamento.

Após a entrega das alterações solicitadas, o IPPAR promoveu, a pedido da equipe, uma reunião com a presença da arqueóloga, Drª Helena Catarino e outros técnicos dos serviços de Lisboa. Nessa reunião ficou finalmente decidido realizar levantamentos fotogramétricos de todas as muralhas e das ruínas da capela. Estes elementos também tinham sido considerados indispensáveis por técnicos do IPPAR de Lisboa, antes da realização de quaisquer restauros.

As soluções propostas teriam novamente que ser revistas, pois não foi aceite o projecto de um edifício exterior ao castelo, e próximo da área de estacionamento, que albergasse uma sala de exposições, os equipamentos de apoio aos visitantes e a guardaria/bilheteira.

O IPPAR solicitou o projecto da guardaria-bilheteira no interior do recinto. Respeitando as orientações dadas, o referido projecto e demais alterações foram realizadas nos dois meses seguintes.

A bilheteira projectada foi concebida como uma estrutura em forma de cubo, simplesmente pousada num local com afloramentos rochosos que não interferiria com futuras campanhas arqueológicas. A sua localização não foi aceite pelo IPPAR que pretendia colocá-la junto à entrada.

4. Projecto de Execução

O levantamento fotogramétrico e análises de argamassas e alvenarias de taipa realizadas pelo LNEC ficaram concluídos passados onze meses, ou seja no fim de Junho de 2001.

Com base nos novos levantamentos, muito trabalho realizado na fase de Estudo Prévio teve que ser refeito, tanto no que respeitava às muralhas, como relativamente à capela.

Só foi possível retomar os estudos no início de Setembro, tendo o IPPAR sido informado desse facto. O projecto de execução encontrava-se praticamente concluído no fim de Novembro, ou seja passados três meses, mas era necessário acertar aspectos relativos à definição da obra para especificação do caderno de encargos e aos projectos de infraestruturas, nomeadamente electrificação que nunca tinha sido objecto de qualquer definição.

A Direcção Regional de Faro não proporcionou qualquer reunião e respondeu com uma carta a exigir a entrega do projecto até ao dia 12 de Dezembro, sob pena de rescindir contrato. Naquela data oi enviada uma colecção do projecto de arquitectura, do estudo das argamassas e alvenarias de taipa, projecto dos espaços exteriores e projecto de estruturas. Não foram entregues os projectos de drenagem e de electrificação por parte da engenharia e o caderno de encargos. No entanto, constavam do projecto de arquitectura pormenores da drenagem da torre e passadiço, dos drenos ao longo das muralhas e dos pontos de escoamento para o exterior do recinto.

A coordenação foi da responsabilidade de dois arquitectos, Teresa Beirão e Alexandre Bastos, e dois arquitectos colaboradores, Miguel Mendes durante o Estudo Prévio e Madalena Carmona durante o projecto de execução.

O estudo das argamassas de revestimento da capela e da taipa e as respectivas propostas de intervenção foram elaborados por uma engenheira civil, mestre em recuperação do património arquitectónico, Maria Goreti Margalha.

O projecto de arquitectura paisagista foi realizado pelo atelier Orla e coordenado pelo arquitecto paisagista Nuno Cruz de Carvalho.

Os projectos de estruturas foram realizados pela empresa Cenor e coordenados pelos engenheiros civis José Manuel Silva Graça e José Aarão Gomes Ferreira

O projecto de arquitectura era composto por trinta e cinco peças desenhadas e memória descritiva com todas as medições de trabalhos relativos ao restauro das muralhas, e à recuperação da capela.

Pelo exaustivo e detalhado trabalho apresentado, esperava-se um entendimento por parte daqueles serviços para a conclusão dos estudos. Mas tal não aconteceu. Depois de várias tentativas telefónicas e por escrito, por parte da coordenação da equipe para dar seguimento ao processo, a Direcção Regional do IPPAR de Faro, passado o tempo previsto no contrato após a entrega do Projecto de Execução incompleto, rescindiu o contrato no início de Março. Depois de uma última tentativa de entendimento, através de cartas endereçadas ao Ex.mo Sr. Presidente do IPPAR e ao Ex.mo Sr. Ministro da Cultura, a rescisão do contrato foi reiterada a meados de Maio. A coordenação da equipe solicitou a devolução do projecto de execução, sem o pagamento dos honorários correspondentes àquela fase, pois embora houvesse a consciência de um trabalho realizado com rigor e empenho, já não ia ser possível uma franca colaboração e concretização do projecto em obra.

5. Campanhas Arqueológicas

As campanhas arqueológicas iniciaram-se em 2002, estando ainda a decorrer.

Muitas das deduções apresentadas ainda em Estudo Prévio, relativas ao sistema de drenagem do castelo e aos níveis arqueológicos da sua ocupação foram confirmadas.

Mas outras surpresas foram trazidas à luz do dia, precisamente junto à ermida, na zona indicada, já na fase de estudo prévio, a ser desaterrada: uma segunda cisterna, em perfeito estado de conservação.

6. Restauro das Muralhas

Surpreendentemente, quando as obras de restauro das muralhas foram postas a concurso, uma das empresas concorrentes procurou junto da equipe de arquitectura colaboração para a apresentação da respectiva proposta.

O caderno de encargos que constava do concurso de obra era quase literalmente baseado nos estudos e projectos da fase de execução realizados no âmbito do concurso de *Elaboração do Projecto de Consolidação e Recuperação do Castelo de Paderne* .

A electrificação da muralha noroeste e da torre albarrã , no interior e no exterior do recinto, já está instalada. As escavações arqueológicas, em franco avanço, têm revelado aspectos muito enriquecedores para o estudo da história do Castelo de

Paderne e as muralhas sudoeste e sudeste estão a ser restauradas, mas desconhece-se o projecto completo de valorização do conjunto tal como foi desenvolvido no âmbito do concurso.

---

[i] www.monumentos.pt, Inventrário do Patrimônio Arquitectónico, Castelo de Paderne
[ii] Teresa BEIRÃO, Alexandre BASTOS, 1999, Memória Descritiva do Estudo Prévio do Projecto de Consolidação e Recuperação do Castelo de Paderne
[iii] CUNHA, Rui Maneira, 2003, *As medidas na arquitectura , séculos XIII – XVIII, o estudo de Monsaraz*, Casal de Cambra, Ed. Caleidoscópio,p. 21
[iv]idem, p. 49
[v]idem, op. cit. p. 43 A este côvado *geométrico* ou *comum*, apelida Ibn Luyun, de Alméria, côvado *ma'muni*, contrariamente a Ibn al-Yayyab que precisa que este côvado *ma'muni* ou *al-dira al sawda* (*côvado negro*) de 0,47m, que teve origem no século IX, pelo califa de Bagdad al Ma'mun, a partir da medida do antebraço de um escravo negro.
[vi] Teresa BEIRÃO, Alexandre BASTOS, 1999, Memória Descritiva do Estudo Prévio do Projecto de Consolidação e Recuperação do Castelo de Paderne
[vii] idem,ibidem
[viii] idem,ibidem

REPARAÇÃO DA MURALHA NO LARGO DE STA. MARIA DA GRAÇA . LAGOS

FREDERICO MENDES PAULA, ARQUITECTO

ELENA MORÁN, ARQUEÓLOGA

MARTA DÍAZ-GUARDAMINO, ARQUEÓLOGA

GABINETE DO CENTRO HISTORICO DA CÂMARA MUNICIPAL DE LAGOS

RUA DO CASTELO DOS GOVERNADORES 18 . 8600-653 LAGOS . tel 282770020 . fax 282770029

centro.historico@cm-lagos.pt

Tema 2 – Conservação e Património

RESUMO DA COMUNICAÇÃO

Realizou-se no passado mês de Julho de 2005 uma intervenção na muralha de Lagos, num troço situado no Largo de Santa Maria da Graça, resultado de uma parceria entre a Câmara Municipal de Lagos e a Direcção Regional dos Edifícios e Monumentos do Sul, obra a cargo da Firma A. Serra Construções.

Esta empreitada desenvolveu-se paralelamente às obras de requalificação urbana do núcleo primitivo da Cidade de Lagos, integradas no programa Polis.

Nesta intervenção estava prevista a reparação do pano da muralha e seu coroamento, com recurso à reposição de pedras nos rombos existentes, execução de encasque e reboco nas zonas onde este apresentava lacunas e reparação dos restantes rebocos.

Durante o decorrer dos trabalhos verificou-se que o coroamento de uma área de taipa se encontrava completamente degradado, tornando-se necessário proceder à sua demolição e consequente reconstrução.

Tomou-se então a decisão de utilizar a taipa como processo construtivo de reconstrução, garantindo desta forma a compatibilidade com os materiais existentes.

Esta intervenção tem pouco significado em termos de volume de obra, mas revelou-se como extremamente importante pelo facto de constituir a primeira do género na Cidade de Lagos, abrindo perspectivas para intervenções futuras, que pretendemos que se realizem neste princípio de rigor nos processos utilizados e de sensibilização da população para a reutilização das técnicas tradicionais de construção.

REPARAÇÃO DA MURALHA NO LARGO DE STA. MARIA DA GRAÇA . LAGOS

Realizou-se no passado mês de Julho de 2005 uma intervenção na muralha de Lagos, num troço situado no Largo de Santa Maria da Graça, resultado de uma parceria entre a Câmara Municipal de Lagos e a Direcção Regional dos Edifícios e Monumentos do Sul, obra a cargo da Firma A. Serra Construções.

Esta empreitada desenvolveu-se paralelamente às obras de requalificação urbana do núcleo primitivo da Cidade de Lagos, integradas no programa Polis.

A pesquisa histórica e o levantamento arqueológico, a que se procedeu previamente à intervenção, evidenciaram que o troço de muralha em causa foi construído nos séculos XVI-XVII e corresponde a uma rectificação do traçado da Cerca Medieval por forma a estabelecer a sua ligação com a Cerca Seiscentista.

A Cerca Seiscentista, de forma pentagonal, incorporou os panos Nascente e Sul da Cerca Medieval, tendo sido demolidos os seus panos Norte e Poente, mas foi necessário recuar um troço do pano Sul, para que este fosse ao encontro do recém projectado Baluarte de Santa Maria (ou da Porta da Vila).

Esta rectificação do traçado original da Cerca Medieval implantou a nova muralha sobre o Cemitério de Santa Maria, reduzindo a sua área, já que parte deste passou a situar-se extra-muros.

Para além disso, a construção processou-se com materiais recolhidos no local, observando-se a existência de fragmentos de ossos humanos e outros materiais orgânicos na sua constituição.

A altura média da muralha é de 7,50 metros, apresentando o pano três níveis distintos em termos construtivos, para além da fundação em pedra e do coroamento em argamassa com pendente — o nível inferior constituído por alvenaria ordinária de pedra argamassada com argila e areia, em camadas niveladas e regularizadas com pedras; o nível intermédio constituído por taipa; o nível superior, também em taipa, mas com uma constituição diferente, contendo grande quantidade de materiais orgânicos que lhe conferem uma coloração mais escura.

Na sua face exterior os panos de taipa são revestidos com alvenaria ordinária de pedra com uma espessura de cerca de 0,50 metros.

Todo o conjunto é rebocado.

Os rebocos encontravam-se em mau estado de conservação, e inclusivamente apresentavam lacunas apreciáveis, o que teve como resultado, nas zonas de alvenaria de pedra, a degradação do suporte, onde a queda de materiais provocou o aparecimento de rombos.

Nesta intervenção estava prevista a reparação do pano da muralha e seu coroamento, com recurso à reposição de pedras nos rombos existentes, execução de encasque e reboco nas zonas onde este apresentava lacunas e reparação dos restantes rebocos.

No encasque utilizou-se uma argamassa ao traço 2:5, composta por 1 balde de cal parda, 1 balde de cal hidrofugada, 3 baldes de areia crivada e 2 baldes de areia amarela.

No reboco utilizou-se uma argamassa ao traço 1:3, composta por 1 balde de cal parda, 1 balde de cal hidrofugada e 6 baldes de areia amarela.

Durante o decorrer dos trabalhos verificou-se que o coroamento de uma área de taipa se encontrava completamente degradado, tornando-se necessário proceder à sua demolição e consequente reconstrução.

Tomou-se então a decisão de utilizar a taipa como processo construtivo de reconstrução, garantindo desta forma a compatibilidade com os materiais existentes.

Foram utilizadas terras trazidas dos arredores da Cidade de Lagos, crivadas no local, que apresentavam um défice de ligante, optando-se por adicionar cal parda ao betão de terra numa proporção de 1:8.

Tendo em conta a largura da muralha, cerca de 2,00 metros, e a reduzida altura da área a intervencionar, cerca de 0,40 metros, optou-se por instalar um taipal fixo, no interior do qual se procedeu ao apiloamento do material, sobre argamassa de assentamento e regularização.

Terminado este processo foi executado um reboco de cal e areia ao traço 1:3, com pendente suficiente para garantir o escoamento das águas pluviais.

Esta intervenção tem pouco significado em termos de volume de obra, mas revelou-se como extremamente importante pelo facto de constituir a primeira do género na Cidade de Lagos, abrindo perspectivas para intervenções futuras, que pretendemos que se realizem neste princípio de rigor nos processos utilizados e de sensibilização da população para a reutilização das técnicas tradicionais de construção.

NOTA CURRICULAR DOS AUTORES

Frederico Pavão Mendes Paula [Lisboa, 1956]

Arquitecto. Pós-graduado pelo Institute for Housing Studies de Roterdão, Holanda. Colaborou nos ateliers dos arquitectos Rui Mendes Paula e Luís Bruno Soares, integrou os quadros da Câmara Municipal de Coruche, pertenceu ao Gabinete Técnico Local da Câmara Municipal de Lagos e desde 1998 que exerce o cargo de coordenador do Gabinete do Centro Histórico e Património da Câmara Municipal de Lagos.

Maria Elena Morán Hernández [Madrid, 1967]

Arqueóloga. Mestre em Pré-história e Arqueologia pela Universidade de Sevilha e actualmente doutoranda na mesma universidade. Trabalha desde 2002 no Gabinete do Centro Histórico de Lagos, implementando uma estratégia de intervenção no âmbito da arqueologia urbana, tendo sido responsável por diversas intervenções arqueológicas de salvamento.

Marta Díaz-Guardamino Uribe [Bilbau, 1972]

Arqueológa. Mestre em Pré-história e Arqueologia pela Universidade Complutense de Madrid e actualmente doutoranda na mesma universidade. Colaboradora do Gabinete do Centro Histórico de Lagos, co-responsável pela intervenção arqueológica de salvamento dos vestígios da antiga igreja paroquial de Santa Maria da Graça e respectivo cemitério.

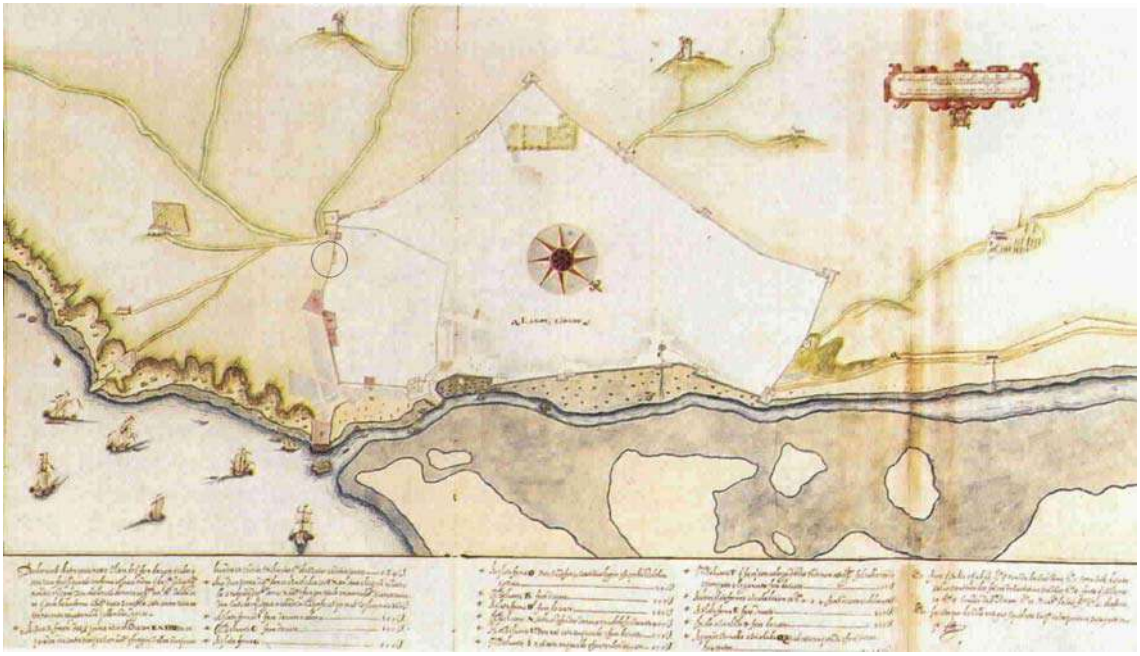


Fig 1



Fig 2

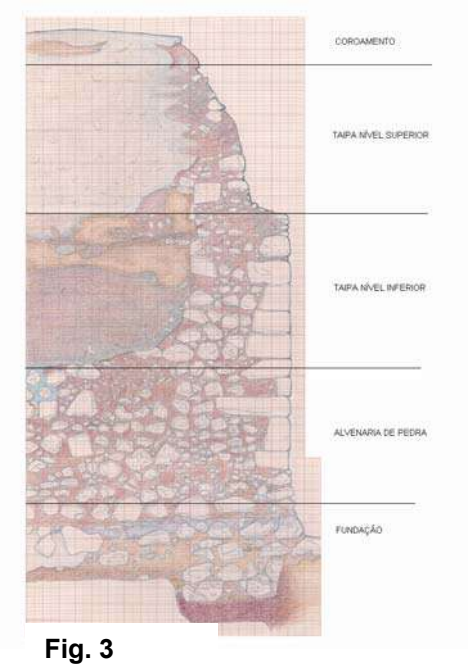


Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 7



Fig. 8

CHAN CHAN - A METRÓPOLE DA TERRA

Filipe Jorge
Editora Argumentum
E-mail: argumentum@ip.pt

Mariana Correia
ESG/Escola Superior Gallaecia
Largo das Oliveiras, 4920-275 Vila Nova de Cerveira, PORTUGAL
Tel.: +351 251 794054; Fax: +351 251 794055;
E-mail: marianacorreia@mail.telepac.pt

Maria Fernandes
DGEMN/DREMC, Direcção Regional de Edifícios e Monumentos do Centro
Jardim da Manga, Apartado 6074, 3000-303 Coimbra, PORTUGAL, Tel. 351 239 854100
E-mail: mfernandes@dremc.dgemn.pt

Tema 2 – Conservação e Património
Palavras-chaves – Arquitectura, história, arqueologia, conservação e gestão

Resumo
A presente comunicação, reune três textos que têm em comum o sítio arqueológico de Chan Chan no Peru. O primeiro, da autoria de Filipe Jorge, foca sobretudo o sítio arqueológico, a sua importância enquanto cidade – ruína e a dimensão da sua história. O segundo, cuja autora é Mariana Correia analisa do ponto de vista da conservação e gestão os processos em curso no sítio arqueológico e forma como esse património constitui um recurso no contexto Peruano. O terceiro e último texto, da autoria de Maria Fernandes, refere a experiência do curso PAT 96, primeiro que se realizou no sítio e que deu origem a todo o processo de conservação e gestão pioneiro nessa matéria ao nível mundial.

CHAN-CHAN – A Metrópole da Terra (por Filipe Jorge)

Esta apresentação sumária do sítio arqueológico de Chan-Chan vem na sequência da visita efectuada em Maio passado, aquando da nossa deslocação a Lima ao seminário SISMOADOBE 2005. Antes de entrar na sua descrição, gostaríamos de começar por uma breve contextualização do local no Peru, o terceiro maior país da América do Sul.
O Peru encontra-se entre a latitude 8º Sul e o Equador, a noroeste do continente Sul-Americano, com a sua costa banhada pelo Pacífico. O seu relevo, protagonista de uma contrastante diversidade, é dominado pelo atravessamento da cordilheira dos Andes que aqui tem a direcção SE-NW.
Esta situação geográfica aliada ao clima faz com que o território se apresente em 3 áreas distintas: a selva a oriente, a cordilheira andina no centro e a faixa desértica a ocidente. A estas características correspondem também, grosso modo, três diferentes tipos de construção onde a madeira, a pedra e a terra, respectivamente, são os materiais mais usados.
Chan-Chan situada numa faixa plana da Costa Norte do Peru, junto a foz do rio Moche, a escassos 5Km da cidade de Trujillo, está localizada numa zona árida interrompida por vales irrigados por antigas obras hidráulicas que trazem fertilidade ao cenário desértico.
Chan-Chan, capital do reino Chimú ou Chimor, foi conquistada pelos Incas em 1470 dC, após seis séculos de grande desenvolvimento e hegemonia político-económica na região norte do Peru, que se estendia desde o Equador até Lima. Quando em 1532 é tomada pelos conquistadores espanhóis, Pizarro encontra já uma cidade deprimida e com reduzida importância.
É considerada a maior cidade construída em terra em todo o continente americano e talvez a maior do mundo. Maior ou não, podemos referí-la como a Meca da taipa e do adobe, pela importância que o uso dessas tecnologias aqui revelou, pelo seu interesse urbanístico e arqueológico e pela riqueza e simbolismo que a iconografia Chimú apresenta, hoje a descoberto, na zona escavada e musealizada.
Quem já visitou Chan-Chan sabe, porque sentiu, toda uma magia que envolve este lugar e que nenhum texto, ou imagem, alguma vez retratará.
Desde logo o seu nome, com sua sonoridade enigmática, é objecto de várias leituras e interpretações: desde a cidade Chimor cidade da Lua ou das altas muralhas à cidade dos montes altos ou das serpentes, temas associados ao culto que aí se praticava. Credibiliza-se, no entanto, a aceitação etimológica de que o nome deriva da expressão “jan jan” que significa

sol sol ou cidade calorosa. Ou não fosse a terra o material omnipresente em expressão material, cromática e visual.
Hoje com um perímetro de 14km2, aceita-se que Chan-Chan e os seus arredores chegaram a ocupar cerca de 20Km2, considerando três tipos de áreas diferentes. Uma área nuclear constituída por cidadelas bem demarcadas, rodeadas de "Bairros marginais" e "Complexos arquitectónicos de elite". Estas três áreas correspondiam a uma organização planeada refletindo uma hierarquização social e de funcionalidades distintas.
Os "complexos arquitectónicos de elite", situados fora das cidadelas, como o nome indica acolhiam não só as habitações das elites sociais, mas também algumas funções administrativas de menor importância das que se realizavam no interior das cidadelas. Com uma localização na periferia Sul e Oeste da cidade, os "bairros marginais" seriam estruturas urbanas mais orgânicas onde a forte densidade e a precariedade construtiva, seriam as características mais notórias destas áreas habitacionais das classes mais pobres.

De acordo com a interpretação dos arqueológos esta cidade cresceu durante 6 séculos, aproximadamente de 850 a 1.450 dC, observando 3 etapas de desenvolvimento marcadas pela construção sequencial das dez cidadelas (Squier, Gran Chimú, Belandier, Uhle, Chaywuac, Tcshudi, Rivero, Laberinto, Tello e Velarde). Tendo áreas variáveis entre 9 a 22 ha, corresponderiam, cada uma, à iniciativa dos diferentes soberanos que governaram a cidade.
No entanto, todas as cidadelas, ou palácios como também são designados estes recintos, apresentam características conceptuais e estruturais muito semelhantes, evidenciando a progressiva consolidação da sua organização formal e funcional e um domínio exemplar da terra como material de construção privilegiado.
Cada cidadela corresponde a um recinto estruturado para acolher actividades produtivas, administrativas e cerimoniais, embora nela coabitem armazéns, reservatórios e habitações. Em todos se verifica um modelo urbanístico repetido e que se caracteriza por:
- Serem recintos rectangulares amuralhados, sempre orientados Norte-Sul, com o acesso situado a Norte e uma planificação onde se evidencia um zonamento funcional-tipo, ou seja, são divididos em três sectores dotados dos mesmos equipamentos.
A cidadela Tschudi é a única que está totalmente escavada e aberta ao público. Por dentro das suas altas e espessas muralhas, com 12m de altura e 1.500m de comprimento, é possível imaginar um espaço urbano que serviu de residência de um soberano e de mausoleu após a sua morte. Pelo seu interior estruturam-se praças, ruas, áreas residenciais, administrativas e comerciais, reservatórios de água e plataformas cerimoniais, articuladas por circulações labirínticas.
Podemos identificar sequencialmente as seguintes áreas ou sectores:
A grande Praça cerimonial, com 5.600 m2, um espaço com extraordinária sobriedade onde, apesar de sua escala social, se vive uma atmosfera intimista. Ao longo das suas paredes emerge um tratamento gráfico muito geometrizado e figurativo (peixes e aves) onde dominam representações ligadas à vida marítima.
Segue-se um percurso algo labiríntico no qual se sucedem pequenos espaços, a sala do Altar e a zona de Audiências, local de trabalho e mercado, que conduz à segunda praça cerimonial, de menores dimensões.
Um segundo sector é constituído pela Grande Cisterna (130 x 45 m) tendo por um lado uma área habitacional da guarnição militar do Palácio e de outro a área do presídio e dos armazéns.
O terceiro sector é dominado pela plataforma funerária e cemitério.
Em todos os espaços desta cidadela a construção é executada com terra (taipa e adobe) evidenciando-se a par de grande domínio tecnológico do material uma imensa diversidade de motivos decorativos, em baixos e altos relevos, com uma forte carga simbólica e um intenso sentido plástico.
Mais do que um sítio arqueológico Chan-Chan é um laboratório iconográfico e um hino ao uso pictórico da Terra.

CHAN CHAN (por Mariana Correia)

Trujillo é um local paradigmático e fascinante de visitar. Chan Chan, a nordoeste, estende-se numa malha urbana impressionante pela sua escala; paralelamente e a sul destacam-se na região, outros complexos arqueológicos bem mais restritos, mas sujeitos a uma densidade de investigação e dedicação para a sua protecção, que são de destacar. É o caso da *Huaca de La Luna*, que se diferencia a nível internacional pela constante actualização de conteúdos na área da conservação, o que tem decorrido nos últimos 14 anos.

No complexo arqueológico *Huacas del Sol y de La Luna* procura-se aplicar uma visão abrangente social, económica e ambiental, o que determina três componentes a ponderar no projecto: a investigação, a conservação e a valorização do sítio, ou seja o seu uso social actual. Deste modo, a **gestão sustentável** do projecto, só é possível pelo equilíbrio entre arqueologia, conservação e turismo cultural. Esta estratégia de protecção encontra-se amplamente desenvolvida no *"Plan Maestro para la Conservacion y Manejo del Complejo Arqueológico de Chan Chan"*, apresentado pelo Instituto Nacional de Cultura – La Libertad, em Agosto 1999 e aprovado pelo Presidente da República do Peru em 2000 (COLOSI, F; ORAZI, R. 2004).

A importância de um **plano de gestão** permite ajudar a relacionar equilibradamente a população local, ao seu património e paisagem; possibilitando não só o conhecimento científico do objecto, como também um desenvolvimento social e comunitário - mais integrado - da população. Por outro lado, compreendem-se melhor os critérios de impacto ambiental em determinado local, para além do impacto social do projecto e, consequentemente, do impacto do turismo - factor de desenvolvimento bastante agressivo. Um plano de gestão permite ainda desenvolver princípios e critérios, sustentados em estratégias e procedimentos aplicados à problemática em questão. Deste modo, a metodologia a aplicar no programa de conservação irá depender da investigação realizada sobre o objecto, procurando sempre a sua unidade e estabilidade, respeitando o seu ambiente ecológico e social.

Chan Chan foi declarado Património Mundial pela Unesco em 1986. Simultaneamente foi inscrito na lista de Património Mundial em Perigo, devido ao seu elevado **estado de deterioração**. A melhor compreensão dos factores ambientais – como sejam os sais, chuva e vento, choque térmico, humidade, El Niño, etc. – e dos factores humanos – agricultura, vandalismo, etc. – em cada sítio e objecto, poderá determinar no momento de intervenção, uma actuação mais adequada. De salientar, que há factores específicos a cada lugar, que podem contribuir para acelerar o processo de degradação. Por exemplo, tanto em Chan Chan como na Huaca de La Luna, o vento é um factor agressivo, mas enquanto no primeiro caso, o vento transporta cloretos (vindo a provocar salitres), o que afecta irremediavelmente os elementos em terra, no segundo caso, o vento é mais abrasivo, facto deveras perceptível no lado sul do complexo. O bom conhecimento dos factores que poderão acelerar a degradação do objecto, possibilita o desenvolvimento de medidas de anulação dos agentes de deterioração e naturalmente, de maior prevenção.

É difícil encontrar uma **solução ideal** a aplicar na conservação das estruturas em terra. Diversos produtos são constantemente experimentados, nomeadamente acetato de polivinilico, primal, emulsões acrílicas, produtos orgânicos, colímetros, goma de cacto, silicato etílico, resina acrílica, entre outros. Até a alfarroba é por vezes utilizada no México, devido às suas propriedades aglomerantes. Muitos dos produtos utilizados aparentam no início conferirem boa agregação, mas depois perdem a sua acção, acabando por resultar no destaque de parcelas dos elementos a consolidar. A protecção contra as forças agressivas da degradação que parece ter resultado melhor em Chan Chan, e em particular no Palácio Tschudi, foi bem simples: a realização de um revestimento de sacrifício, composto por uma argamassa resultante da mistura de gravilha, areia e argila, utilizada em grande parte da superfície superior das estruturas em terra como protecção superficial. Interessante de verificar, que neste caso o conhecimento tradicional foi aplicado em detrimento do conhecimento tecnológico.

Chan Chan ao assumir o valor histórico, cultural e arquitectónico que merece, torna-se objecto de visita por parte de turistas. O desenvolvimento da região passa deste modo pela **devolução de significado** ao sítio. Um plano de gestão a longo termo requer um maior envolvimento da população, o que possibilita assegurar o compromisso da comunidade na protecção do seu património. Permite também a sua reconciliação com o passado, logo maior responsabilidade social por um **desenvolvimento sustentável**, na gestão do sítio. Deste modo, a criação de emprego aliada ao turismo deveria implicar mais interesse da população local por Chan Chan, o que nem sempre acontece. A educação e a formação desempenham um importante papel no **planeamento estratégico**. A cooperação inter-institucional e inter-disciplinar também são essenciais para uma maior eficácia do plano de gestão. Cooperar com empresas ou instituições que se empenham solidariamente no estudo e conservação, como é o caso da

empresa de cervejas que apoia a investigação realizada na Huaca de la Luna, é uma alternativa viável. Consequentemente, a visão, empenho e dedicação de equipas profissionais inter-disciplinares possibilita uma gestão mais sustentável do sítio, o que contribui para a sobrevivência do projecto.

PAT 96 (por Maria Fernandes)

Entre 10 de Novembro e 13 de Dezembro de 1996, decorreu em Chan Chan o curso *"Panamericano sobre la Conservación y el Manejo del Património Arquitectónico Histórico-Arqueológico de Tierra – PAT 96".* A organização do mesmo coube ao Instituto Nacional de Cultura Peruano, através da Direcção Regional *La Libertad* em Trujillo, ao CRATerre, ao ICCROMe ao *Getty Conservation Institute*.
Participaram neste curso 24 técnicos, oriundos da Argentina, Bolívia, Colômbia, Cuba, Equador, Estados Unidos, Peru, Portugal, Uruguay, Paraguay, El Salvador e Venezuela. Na generalidade todos pertenciam ou estavam ligados a instituições públicas e privadas que de uma forma ou de outra, se encontravam conectadas às questões de conservação ou de nova construção em terra. A Direcção-Geral de Edifícios e Monumentos Nacionais, enquanto instituição colaboradora do evento e organizadora do último encontro internacional relativo ao tema, foi a única a participar no curso fora do âmbito americano.
Por esse motivo, cheguei a Trujillo.
Recordo ainda hoje a primeira imagem do sítio, foi o piloto do avião que generosamente nos ofereceu, a visão aérea e deslumbrante do lugar a partir da costa. Registei a imensidão do sítio entre o litoral e as montanhas no meio de uma paisagem plana, desértica, onde emergiam estruturas quase imperceptíveis. Do céu vi Chan Chan pela primeira vez, o sítio onde decorreu o curso.

PAT 96, foi um curso intensivo de 5 semanas, de formação profissional especializada em conservação e construção em terra, que decorreu *in situ*, no museu, em Chan Chan, na cidade de Trujillo e noutros sítios arqueológicos do Vale de Moche e Chicama, respectivamente as *Huacas del Sol, la Luna y el Brujo.*
Claro desde o início, foi o objectivo de delinear durante o curso um esboço do *Plan de manejo* para o sítio arqueológico de Chan Chan. Com a colaboração de todos os participantes foi estruturado e por fases o primeiro esboço do *mannagement plan* de Chan Chan durante os 4 módulos em que se estruturou o curso: metodologia (1ª semana), descrição (2ª semana), análise (3ª semana) e intervenção (4ª e 5ª semanas).

Os primeiros dias do curso PAT, decorreram em Tschudi (Chan Chan) e no Museu, entre exercícios e os primeiros contactos com a realidade do sítio.
Das aulas de teoria e história do restauro com Jeanne Marie Teutónico, recordo o exercício, no qual, em fase de proposta estudamos para épocas distintas, três cenários possíveis para a conservação de Chan Chan: em 1946, 1996 e 2046. Com Carolina Castellanos e Erica Avrami, identificámos o significado do lugar pelos seus diferentes valores, porque e tal como elas referiam insistentemente – *Conservación era una questión de valores.*
Conhecemos Trujillo com Alejandro Alva e Ana Maria Hoyle, onde deambulámos pelas ruas e casa coloniais em adobe. As superfícies arquitectónicas decoradas, foram-nos pela primeira vez apresentadas no museu, pela Clemência Vernaza e Leslie Rainer e finalmente no sítio sob intensa emoção pelo Ricardo Morales.

Chan Chan, dava-se a conhecer aos participantes do curso PAT nas suas mais diversificadas formas: em intensas aulas teóricas no museu e em visitas pelos mais diferentes e menos conhecidos locais do sítio arqueológico.
Esta semana mágica, como acabou por ser conhecida, porque todos nos apaixonámos por Chan Chan, só foi interrompida com a visita a Lambayeque, onde no meio de Tucumé e do Senhor de Cipán nos rendemos e por definitivo ao património em terra Peruano.

A segunda e terceira semanas, sobretudo técnicas, iniciaram-se com os novos registos computorizados de Robin Lettelier e as aulas práticas de caracterização de materiais no laboratório e nas Huacas del Sol e de la Luna, com Hubert Guillaud, Wilfredo Carazas e Ricardo Morales. Numa segunda etapa, já com o *plan de manejo* em processo de análise, as aulas de diagnóstico físico com Tony Crosby, Julio Vargas, e Giacomo Chiari são ainda hoje,

uma referência na maneira de abordar as questões de degradação/ conservação de estruturas em terra. Com Michael Taylor conhecemos outros sítios arqueológicos em terra e com Clemencia Vernaza, Werner Schmid e Ricardo Morales ensaiamos as técnicas de restauro e de construção e pintura dos relevos policromados em terra.

A última semana foi alucinante em termos de trabalho. Com enorme dedicação todos os grupos mergulharam na elaboração do *plan de manejo*, onde se conseguiu chegar até à fase de resposta – estratégias e responsabilidades, em diferentes versões, é claro. O plano definitivo só foi concluído anos mais tarde após o fenómeno *el niño* se ter manifestado em 1997 e depois da segunda versão do curso - PAT 99.
Do grupo com quem trabalhei, recordo o Alberto Calla e o Roberto López que sempre estiveram comigo desde o início. Recordo as discussões e as calorosas conversas com a ponderada e sempre sensata intermediação do Jesus Briceño. Recordo as cumplicidades com a Cecília Alderton, Ilena Torres e Lívia Vierno. Recordo-me de todos e desses enriquecedores dias.

A experiência humana e profissional que foi o curso PAT 96, tornou-se numa referência fundamental para a conservação e para o ensino da arquitectura em Terra.
Referencias sempre presentes e sem as quais a conservação e a gestão de sítios em terra nunca teriam sido possíveis.

Autores
Filipe Jorge. Arquitecto e fotógrafo de arquitectura. Pós-graduado em "Recuperação de Património Arquitectónico e Urbano", Universidade de Évora, 1983. Editor de temas de Arquitectura, Património e Fotografia Aérea.

Mariana Correia. Arquitecta. Mestre pela CRATerre-EAG, França, com a dissertação "Le pisé d'Alentejo". Doutoranda em Oxford Brookes University, Reino Unido. Docente e investigadora na Escola Superior Gallaecia, Portugal. Membro do Proterra e Presidente da Assembleia do Centro da Terra (este artigo foi desenvolvido com o apoio da Fundação para a Ciência e Tecnologia, no âmbito do Doutoramento em Conservação de Arquitectura de Terra).

Maria Fernandes. Arquitecta, Mestre em recuperação do património arquitectónico e paisagístico pela Universidade de Évora, 1998. Doutoranda em Arquitectura na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Frequentou os cursos ICCROM/Arc 91 e PAT 92 e 96. Membro do Proterra e Centro da Terra.

Bibliografia
• A. Pinillos R, CHAN-CHAN - TEN ANSWERS TO TEN QUESTIONS, Oro Chimú Collection, 1995, Trujillo, Peru
• Alfredo Rios Mercedes, TRUJILLO DE BARRO Y COLOR, 2005, Trujillo, Peru
• CAMPANA, Cristóbal (2000): *Tecnologias Constructivas de Tierra en la Costa Norte Prehispánica*, Instituto Nacional de Cultura – La Libertad, Trujillo, Peru.
• COLOSI, Francesca; ORAZI, Roberto (2004): *New Technologies for the conservation of the Archaeological Park of Chan Chan in* LEHM 2004, Weimar, Germany.
• CRATerre – *"Preservation des patrimoines archélogiques, historiques el architecturaux, Pérou, PAT 96: Cours panamérican sur la conservation et la gestion du patrimoine architectural, historique en terre".* Bulletin D' information, nº. 20 – 1 er trimestre 1997, p.5-8.
• Curso Panamericano sobre la Conservación y el Manejo del Património Arquitectónico Histórico-Arqueológico de Tierra, Proyeto Gaia-PAT 96, 10 de Noviembre al 13 Deciembre, Chan Chan, Peru. INC, CRATerre, ICCROM, IGC. Referencias.
• VALLE ALVAREZ, Luís (2004): *Aportes Para la Historia de Chan Chan*, Ediciones SIAN, Trujillo, Peru.
• INC (1999): *Plan Maestro para la Conservacion y Manejo del Complejo Arqueológico de Chan Chan*, Instituto Nacional de Cultura – La Libertad, Trujillo, Peru.
UCEDA,S.; MUJICA,E.; MORALES, R. (1995): investigaciones en la Huaca de la Luna 1995, Proyecto Arqueológico Huacas del Sol y de la Luna, Facultad de Ciencias Sociales - Universidad Nacional de La Libertad, Trujillo, Peru.

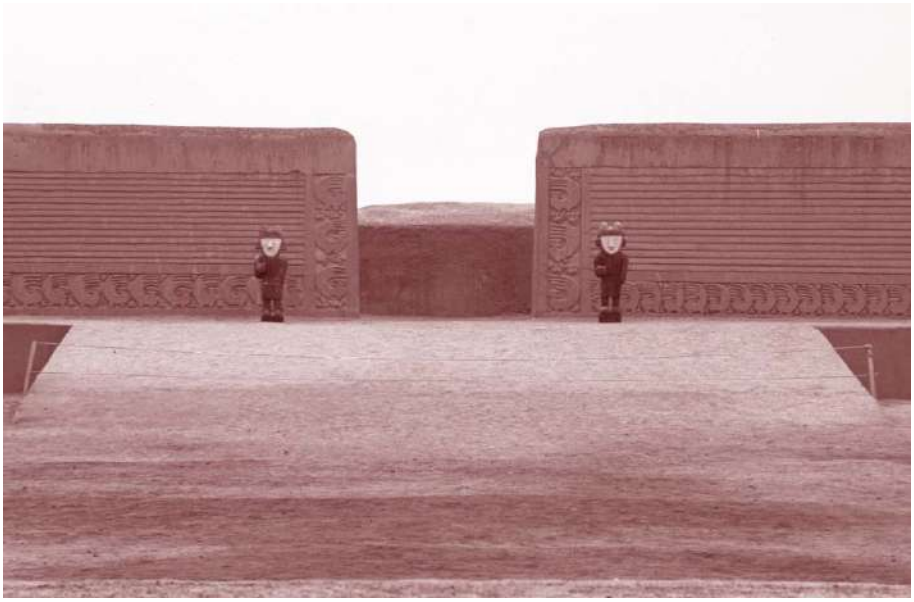


Palácio Tshudi



Palácio Tshudi





Palácio Tshudi



Palácio Tshudi



Foto aérea de Chan Chan







Produção industrial e construção com BTC em Portugal. Crédito: Célia Neves

Arquitectura na Contemporaneidade

ARQUITECTURA DE PAPEL: REALIDADE OU UTOPIA

Eduardo Carvalho*, Francisco Freire, Luís Gama e Joana Basto
Plano B Arquitectura
Rua Newton 1, 2º Direito, 1170-275 Lisboa, PORTUGAL
Internet: www.planob.com; E-mail: info@planob.com

Tema 3: Arquitectura na Contemporaneidade
Palavras-chave: Arquitectura (+) Terra (=) Utopia (?)

Resumo

There is a difference between a shaky or out-of-focus photograph and a snapshot of clouds and fog banks.

Erwin Schrödinger *The observer's paradox* 1935

O Plano B Arquitectura projecta edifícios com materiais naturais (terra, palha, madeira), utilizando a manipulação de imagens digitais para a representação das suas propostas, numa prática que é corrente nos gabinetes de arquitectura. O resultado gráfico, isto é, o projecto, não se afasta grandemente dos projectos de edifícios feitos com outros materiais.

Em algumas propostas a possibilidade de materialização dos edifícios não é sequer considerada realisticamente. Mas porque haveria de ser? O lugar da investigação arquitectónica é o escritório e não o laboratório científico. Talvez também por isso a prática da utopia seja rica entre os arquitectos.

Se a imagem, a representação, a tecnologia gráfica, permite criar edifícios que não têm que existir sob a gravidade, porque não legendar a imagem de um edifício com 1000 metros de altura como "Torre biónica em taipa geo-polímera de alta densidade"? Uma ajuda ao observador, portanto e não tanto uma mentira, quem sabe o que o futuro permitirá à construção com terra? Que diferença lhe faz se a imagem simula ferro, plástico ou outro material?

E para nós é tudo, é a possibilidade que se abre.

UTOPIA

Em 1935, Erwin Schrödinger, propôs uma ilustração do princípio da teoria quântica, conhecida como *O Gato de Schröedinger*[1], para demonstrar o aparente paradoxo entre o comportamento probabilístico da matéria ao nível microscópico defendido por essa teoria e aquilo que observamos como real no mundo macroscópico. Essa experiência imaginária não permite extrapolar que a observação influencia a realidade. Antes esclarece que num mundo de fenómenos probabilísticos, a observação *fixa* uma de entre várias probabilidades iniciais.

Se no mundo real a observação científica de um fenómeno cristaliza possibilidades independentemente do desejo do observador (o gato está morto ou vivo dependendo *apenas* do accionamento do mecanismo letal), a imaginação (entendida como uma espécie de mecanismo de observação, um *olho interno*), pode subverter as regras do jogo, adicionando *desejo* ao resultado obtido.
É fisicamente possível construir um mecanismo para simular em laboratório *O Gato de Schröedinger*, em que obteríamos, estatisticamente, 50% das vezes que a realizássemos, gatos mortos, ou podemos *apenas* imaginar a experiência sem com isso alterar a capacidade pedagógica da experiência. O interesse das utopias não é

necessariamente a sua realização (afinal qual poderia ser o interesse de ver 50% dos gatos mortos?[2]), mas é o facto de permitirem criar polémica, explorar alternativas e exercitar a mente.

O uso da imaginação permite-nos perscrutar todas as direcções, passado, presente e futuro. Usamos a imaginação numa espécie de ciclo cumulativo, que se alimenta dos utensílios e ideias que produz, para criar novos utensílios e ideias.
A imaginação é um processo mental *real*, resultado de acções eléctricas e químicas no cérebro. Num universo *fechado* – em que tudo, incluindo o pensamento, é parte dessa energia -, os limites da imaginação parecem ser os limites do próprio universo. Nesse sentido, tudo o que consigamos imaginar como inverosímil, vida eterna, teletransporte, viagens no tempo, telepatia, deveria estar inscrito nas regras deste universo, teoricamente passível de realização. Assim, a imaginação e a utopia ganham um carácter operacional e não apenas contemplativo.

Como será então o futuro? Estaremos condenados à lógica capitalista do consumo, às visões catastrofistas religiosas e ecologistas, ou aos cenários tecnológicos da ficção científica? Estes são cenários que imaginamos, provavelmente não serão os *reais*[3]. De qualquer forma o papel das utopias, já vimos, é mais o de questionar o presente do que desejar o futuro[4].

ARQUITECTURA

A utopia distingue-se da arquitectura pela abrangência com que pretende analisar uma determinada sociedade. A arquitectura pode ser parte integrante dos modelos de sociedade utópicos, mas não consegue descrever essa sociedade. Os modelos utópicos, na literatura, no cinema, na filosofia não são auto referenciais. Não há literatura utópica, ou cinema utópico, como não há arquitectura utópica. As utopias são construções mentais, que utilizam essas disciplinas (por vezes em simultâneo) para se representarem.

Tal como a utopia (enquanto simulação de uma realidade inexistente), a arquitectura, antes de ser construção, é a representação - o projecto - de algo que não existe. Pelo facto dessa representação ser autónoma (sujeita, por exemplo, às leis da propriedade intelectual), faz com que a arquitectura se situe numa condição ambígua: arquitectura é o objecto construído, a representação que lhe deu origem ou ainda a ideia anterior à representação?
Na nossa prática de projecto, que frequentemente não passa pelo teste da construção, confrontamo-nos com a mesma dúvida. Estaremos a fazer arquitectura quando imaginamos e representamos edifícios que não são construídos?

A realização de concursos de ideias, que representa uma parte importante da fonte de trabalho para os arquitectos, é também revelador da autonomia da representação e do conceito, na prática arquitectónica. Os parâmetros de escolha, por muito objectivos que sejam no caderno de concurso (tempos de execução, custos, exequibilidade técnica e funcional, etc.), remetem para aspectos como “qualidade arquitectónica” ou “adequação arquitectónica”. A apreciação das propostas é feita, fundamentalmente, pela qualidade e clareza com que a representação é elaborada, podendo ser preteridas soluções que, construídas, satisfizessem melhor os tais aspectos de adequação e qualidade. Assim, a melhor imagem e ideia arquitectónica são os objectos de avaliação no caso dos concursos de arquitectura.

De resto, existem na História da arquitectura marcos fundamentais, que abrem caminhos novos, mas que existem apenas no papel como ensaios de futuro ou de provocação e crítica do presente. Não é esse o papel das utopias? Serão por isso menos reais ou úteis?

TERRA

A utilização da terra como material de construção impõe algumas condicionantes técnicas. A susceptibilidade à acção da água ou a sua relativa fragilidade mecânica não lhe permitem competir, nesses parâmetros, com outros materiais. Por outro lado a associação a um contexto rural e tradicional, tornam-na num material pouco credível perante as imagens recorrentes de um futuro tecnológico[5] e urbanizado.

E no entanto, o crescente interesse pela construção em terra, utilizada sem que a necessidade económica a imponha, parece negar a eventual desadequação entre esse material e a actualidade. A procura de uma linguagem contemporânea para a construção em terra, é uma forma de torná-la num material entre outros, adequado para situações diferentes daquelas em que o léxico tradicional as utilizou.
Assim, da mesma forma que as utopias imaginam futuros para criticar e influenciar o presente, parece-nos de toda a pertinência uma prática idealizada para a construção em terra. Esta arquitectura de papel, se fútil na sua capacidade de construir a realidade, tem a capacidade de a influenciar, explorando os caminhos que podem viabilizar a construção em terra num contexto que não o tradicional.

O Plano B Arquitectura utiliza materiais naturais nas suas propostas, nomeadamente a terra. Temos reflectido sobre a viabilidade de utilização desse material num contexto contemporâneo industrializado. Utilizamos a manipulação de imagens digitais para a representação das nossas propostas, numa prática que é corrente nos gabinetes de arquitectura. O resultado gráfico, isto é, o projecto, não se afasta grandemente dos projectos de edifícios feitos com outros materiais.
Em algumas propostas a possibilidade de materialização dos edifícios não é sequer considerada realisticamente. Nesses projectos, o uso da terra pode ser entendido como uma espécie prospecção do futuro. Imaginamos técnicas de construção que não existem, utilizadores improváveis, orçamentos impossíveis.

Se a imagem, a representação, a tecnologia gráfica, permite criar edifícios que não têm que existir sob a gravidade, porque não legendar a imagem de um edifício com 1000 metros de altura como “Torre biónica em taipa geo-polímera de alta densidade”? Uma ajuda ao observador, portanto e não tanto uma mentira, quem sabe o que o futuro permitirá à construção com terra? Que diferença lhe faz se a imagem simula ferro, plástico ou outro material?

E para nós é tudo, é a possibilidade que se abre.

Bibliografia

- JAMESON, Fredric (1982) *Progress Versus Utopia; or, Can We Imagine the Future?* Science-Fiction Studies.
- GERALD COLLINS, Samuel (2005) *One way street in a Global City: Don DeLillo and the Lugubrious Boredom of the New Economy*, Reconstruction 5.1
- SCHRÖDINGER, Erwin (1935) *Die gegenwartige Situation in der Quantenmechanik* Naturwissenschaftern. Comentado em http://www.mtnmath.com/faq/meas-qm-3.html

---

Notas

1 O *Gato de Schröedinger* descreve uma situação em que numa caixa é colocado um gato vivo e um mecanismo que a ser accionado lhe provocaria a morte. O mecanismo letal tem um funcionamento autónomo e imprevisível. Assim, enquanto a caixa não é aberta existe a mesma probabilidade de o gato estar vivo ou morto. A abertura da caixa permite averiguar qual é a condição do gato, não sendo possível que esteja vivo e morto simultâneamente. Desta forma a observação do estado do gato anula uma das possibilidades, de que poderia resultar a ideia de que foi o observador que influenciou o resultado da experiência, quando na realidade, o gato já estaria morto ou vivo antes da abertura da caixa.

2 Esta é, de resto, o maior risco que as utopias transportam: o de serem realizadas independentemente dos resultados práticos da sua aplicação.

3 *What would real change be like? What would emerge from real emergence? It is comforting to consider that real change will be thoroughly unexpected, even incommensurable from the perspective of the present.* Collins (2005).

4 *Such is the function of utopias, this literary form akin to science fiction: their essential nature has never been to represent or imagine a real future but rather to denounce our inability to conceive one, the poverty of our imaginations, the structural impossibility of our being able to generate a concrete vision of a reality that is radically different from our current society*. Jameson (1982: 147-158)

5 Embora as imagens tecnológicas de futuro apresentadas na ficção científica, sejam frequentemente acompanhadas pelas ameaças da barbárie em seu redor.

Currículo

Registado como marca em 2002, Plano B Arquitectura significa uma alternativa ao plano inicial. Exige-se que actue quando da ineficácia deste. Três arquitectos que desenvolvem projectos e protótipos de edifícios utilizando materiais naturais.

ARQUITECTURA DE PAPEL: REALIDADE OU UTOPIA

Eduardo Carvalho*, Francisco Freire, Luís Gama e Joana Basto

Figura

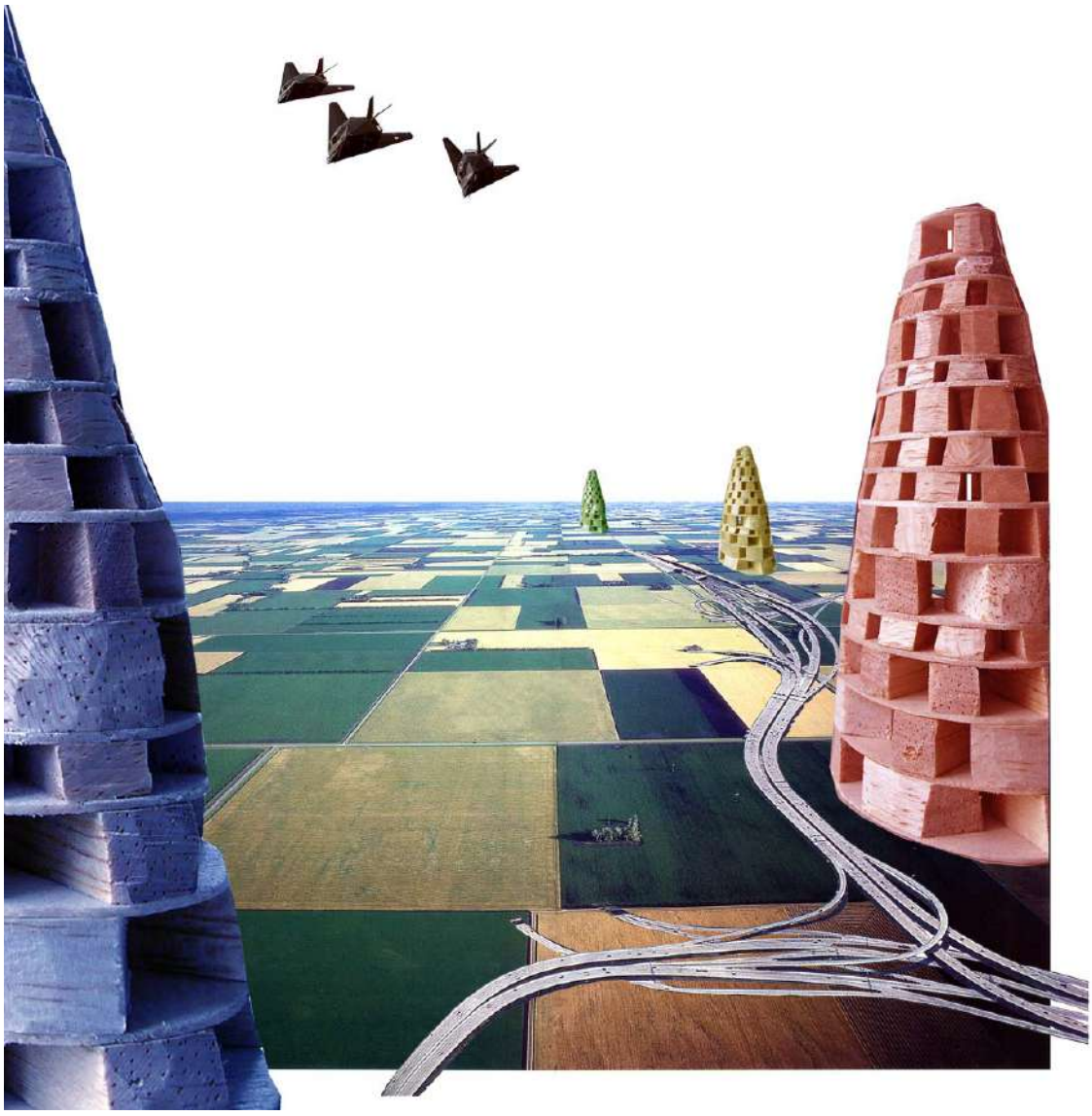


Fig.1 – Torre biónica em taipa geo-polímera de alta densidade. Projecto dos autores.

CONSTRUIR CON TIERRA ¡NO ES COSA DE NIÑOS!

Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez., M.E.S.*
Universidad Autónoma de Tamaulipas
Unidad Académica de Arquitectura, Diseño y Urbanismo
Centro Universitario, Tampico-Madero; Tampico, Tamaulipas. MÉXICO
Tel/Fax: 52 833 2 27 28 28 Ext. 25. E-mail: cfuentes@uat.edu.mx

Tema 3. Arquitectura na Contemporaneidade.
Palabras Clave: Arquitectura, Actividad, Sostenible, Tierra.

Resumen: Las opiniones de los niños son tan importantes como las acciones que junto a ellos, nosotros los responsables de la arquitectura debemos realizar en la construcción de un mundo mejor a la medida de los niños, que sea una arquitectura de tierra creíble y viable, ya que la tierra es un material natural disponible en abundancia.

La tierra, como magnífico elemento de construcción no tóxico y reciclable totalmente, es el mejor, y muchas veces el único material con que cuentan ciertos pueblos o grupos humanos para acceder a una vivienda. Hay que analizar cuantos recursos económicos pueden ahorrarse si los estados prestan debida atención a las formas tradicionales, lógicas y naturales con que se han movido los hombres a lo largo de los años para imponer su hábitat.

Esta viene a ser una tecnología alternativa de construcción que regresa con fuerza, por ello se pone en consideración una propuesta para quien desee construir una vivienda funcional y con estilo propio, donde la tierra es el centro de la arquitectura y los elementos tienen su propio mensaje. Con un diseño funcional y en armonía con la naturaleza, medioambientalmente sustentable, por ser lo más sano para los niños.

1. Introducción

Las opiniones de los niños son tan importantes como las acciones que junto a ellos, nosotros los responsables de la arquitectura debemos realizar en la construcción de un mundo mejor a la medida de los niños, y donde un medio ambiente saludable propicie una mejor calidad de vida, garantice el bienestar, el crecimiento óptimo y el desarrollo integral de todas las potencialidades de los niños.

Es por esto evidente que con el actual ritmo de crecimiento demográfico, a pesar de la disminución en los últimos años de la tasa de crecimiento, continuamos creciendo año tras año a una velocidad que puede llegar a duplicar la población humana mundial antes de mediados del presente siglo. La actual utilización de los recursos naturales y del medio ambiente supone una disminución del potencial de estos recursos para las generaciones futuras, y es ahí en donde los constructores de la arquitectura moderna o actual deben de pensar en las futuras generación del planeta tierra.

Lo que se entiende por modernidad en arquitectura, palabra que ha sido desafortunadamente mal interpretada por algunos arquitectos, porque la modernidad bien interpretada es el arte de la arquitectura, algunos de ellos desarrollados en concreto muy respetuosos del sitio, pero lo interesante surge cuando se funde lo bueno de la arquitectura vernácula y lo bueno de la arquitectura moderna, pues los resultados son

extraordinarios, lo bueno de la arquitectura vernácula son los materiales, la especialidad, espacios generosas, y cuando se mira lo bueno de la arquitectura moderna es lo función, y el equilibrio se logra cuando se saca lo bueno de una y de la otra y plasmarlo en un proyecto, en este momento es cuando empieza a volverse sensata la arquitectura.

De lo antedicho si tan sólo se recupera el punto de los materiales de construcción de la arquitectura vernácula, pensando a futuro, los testimonios existentes en todo el mundo suelen probar que la arquitectura de tierra es creíble y viable. Más aún, tiene propiedades relevantes para el porvenir. “Los progresos científicos y técnicos modernos han permitido implementar procedimientos eficaces de protección destinados sobre todo a utilizar una tierra estabilizada que mejora considerablemente la resistencia e impermeabilidad del material” (García 2003:87).

Por otra parte, existe maquinaria muy simple de tipo mecánica o hidráulica que permite producir pequeñas o grandes cantidades de ladrillos de tierra, mucho más sólidos que aquellos armados antiguamente a mano con un molde simple, permitiendo mejorar la higiene sanitaria, al eliminar los posibles refugios de insectos y microbios. De esta forma se tiende a asociar de la mejor forma las virtudes de los principios tradicionales y las técnicas modernas.

La construcción de tierra permite involucrar a las personas o grupos interesados, permite una producción directa y mucha mayor independencia respecto a los centralismos burocráticos e industriales. La tierra es un material natural disponible en abundancia. Como tal, casi nunca requiere compras, ni transportes caros, ni desperdicio o transformaciones de carácter industrial. Permite en consecuencia eludir los obstáculos de un mercado o de un monopolio comercial, sin eliminar por ello la posibilidad de una producción no contaminante en serie descentralizada. El uso de la tierra no recurre ni a una economía dominada ni a una economía dominante, su uso garantiza la conservación de los equilibrios ecológicos y el respeto por el medio ambiente.

2. La arquitectura moderna y sus impactos ambientales

La construcción en la actualidad comporta unos impactos ambientales que incluyen la utilización de materiales que provienen de recursos naturales, la utilización de grandes cantidades de energía tanto en lo que atiende a su construcción como a lo largo de su vida y el impacto ocasionado en el emplazamiento. El material fuertemente manipulado y que ha sufrido un proceso de fabricación utilizado en el campo de la construcción tiene unos efectos medioambientales muy importantes, con un contenido muy intensivo en energía.

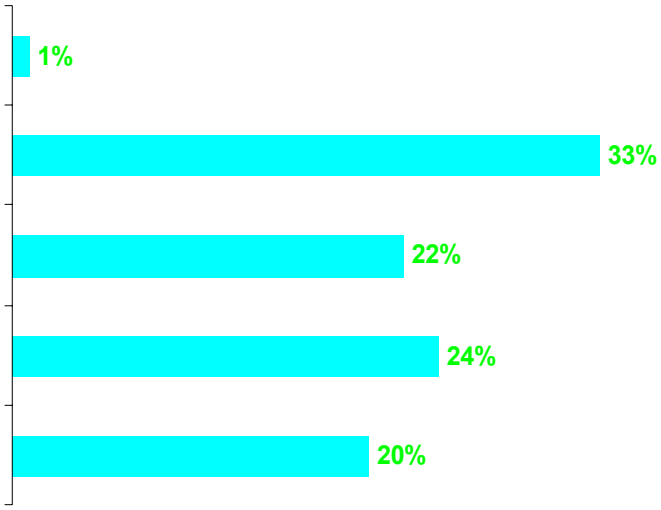
Por otro lado los fenómenos como pueden ser el cambio climático y la acentuación del deterioro de la capa de ozono, la aparición de la lluvia ácida, la deforestación o la pérdida de biodiversidad, están causados por las actividades económicas que tienen lugar actualmente.

3. La actividad de la arquitectura

Hoy en día no se pueden olvidar los costos ecológicos que suponen tanto la extracción de los recursos minerales, como las canteras y minas, entre otras, como la deposición de los residuos originados, que abarcan desde las emisiones tóxicas al envenenamiento de las aguas subterráneas por parte de los vertedores.

Los edificios consumen, entre el 20 y el 50% de los recursos físicos según su entorno, teniendo especial responsabilidad en el actual deterioro del medio ambiente por la ampliación del aspecto urbano construido.

Tabla 1
Fuentes de Emisión de CO_2 según áreas de uso y consumo



Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez., M.E.S.

Dentro de las actividades industriales, la actividad de la arquitectura es la mayor consumidora, junto con la industria asociada, de recursos naturales como pueden ser madera, minerales, agua y energía. Asimismo, los edificios, una vez construidos, continúan siendo una causa directa de contaminación por las emisiones que se producen en los mismos o el impacto sobre el territorio, creando un ambiente físico alienante, y una fuente indirecta por el consumo de energía y agua necesarias para su funcionamiento.

Toda edificación, a lo largo de su construcción, uso y demolición, ocasiona una gran cantidad de impactos ambientales que nacen de la actividad económica. Éstos ocasionan un gran impacto en el ambiente global a través de la energía utilizada para proveer a al edificio de los servicios necesarios y de la energía contenida en los materiales utilizados en la construcción. La vivienda es responsable de aproximadamente el 20% de energía utilizada y de las emisiones de CO_2 a la atmósfera, como se observa en la tabla 1.

La aplicación de los criterios de sostenibilidad y de utilización racional de los recursos naturales disponibles en la construcción requiere realizar cambios importantes en los valores que ésta tiene como cultura propia. Estos principios de sostenibilidad llevan hacia una conservación de los recursos naturales, una maximización en la reutilización de los recursos, una gestión del ciclo de vida, así como reducciones de la energía utilizada.

4. Arquitectura sostenible

Se pueden enumerar a grandes rasgos los requisitos que debe cumplir la arquitectura sostenible, como lo es el consumir una mínima cantidad de energía y agua a lo largo de su vida. Hacer un uso eficiente de las materias primas, materiales que no perjudican el medio ambiente, materiales renovables y caracterizados por su desmontabilidad.

Tabla 2
Emisiones mundiales de CO_2 en millones de toneladas por año, según diferentes usos de toda la energía producida y según diferentes áreas económicas.

MILLONES TONELADAS de CO_2	AÑO 1990	AÑO 2030	ÁREAS DE USOS DE LA ENERGÍA
4500		+150%	VIVIENDAS Y SERVICIOS
4250			
4000			
3750			
3500			
3250	100%		TRANSPORTES
3000			
2750			
2500			
2250			PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
2000			
1750			
1500			ENERGÍA INDUSTRIAL
1250			PRODUCCIÓN DE ENERGÍA
1000			
750			
500			
POBLACIÓN MUNDIAL EN MILLONES	4,500	9,000	

Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez., M.E.S.

También, la arquitectura sostenible debe de generar mínimas cantidades de residuos y contaminación a lo largo de su vida, con durabilidad y reciclabilidad, y adaptarse a las necesidades actuales y futuras de los usuarios, como lo es la flexibilidad, adaptabilidad y calidad del emplazamiento. Y por último el de crear un ambiente interior saludable.

La elección de los materiales que se deben utilizar en el momento de construir es un paso importante hacia una construcción sostenible. Por ello, es necesario realizar una buena elección y evaluar las ventajas e inconvenientes de cada material, ya sea en el proceso productivo, durante su uso, o en su fin. El proceso de selección de los materiales es una de las fases en que más sencillo resulta incidir, económica y técnicamente, en la reducción del impacto medioambiental.

Tabla 3.
Valores promedios de consumos de energía de los materiales en la construcción

Material de construcción	CO_2 producido (g/Kg)	Energía consumida (MJ/Kg)
Adobe	5	0,1
Aluminio	20,981	410
Armadura metálica estructural	768	13,0
Bloque	125	0,52
Cemento	181	1,4
Cobre	5,022	78
Fibra de Vidrio	2,130	42,7
Hormigón Armado	107,6	1,6
Ladrillo Cerámico Común	225	2,7
Mortero de Cemento	221	1,6
Piedra Partida	21	0,3
Placas de Roca de Yeso	410	5,3
P.V.C.	6,72	90
Revoques Interiores y Exteriores	195	1,5
Teja Cerámica	350	3,5
Tirantes de madera	281	4,7
Vidrio	1,152	26
Yeso	220	2,4

Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez., M.E.S.

"A diferencia de los sistemas de construcción empleados actualmente que generan gran consumo de energía y desperdicios, la construcción con tierra presenta una eficiencia energética y económica, dándole un mayor valor a la salud y al clima interior de las viviendas. Por otra parte las técnicas de construcción con tierra han demostrado su viabilidad para la autoconstrucción así como para la construcción industrializada, sin dejar de manifestar su característica ecológica de esta arquitectura" (Roux 2002: 3).

Tabla 4.
Perfil ecológico de la construcción

Característica	Adobe	Hormigón	Ladrillo	Madera	Acero	Vidrio	Cobre	PVC
Energía promedio consumida para su producción Kwh/Ton.	40	250-300	450	60	8,000	2,000	15,000	19,000
Tiempo de vida útil	LARGO	MEDIO/LARGO	LARGO	MEDIO/LARGO	MEDIO	LARGO	LARGO	CORTO
Producción								
Transporte								
Montaje								
Demolición								
Reutilización								
Eliminación Final								
NO PROBLEMÁTICO	6	2	3	6	3	3	3	2
INDEFINIDO	0	3	2	0	2	2	2	2
PROBLEMÁTICO	0	1	1	0	1	1	1	2

Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez., M.E.S.

5. Aportación de la arquitectura de tierra

Para finalizar se realiza la siguiente pregunta ¿porqué construir con tierra?

La tierra, un material con muchas técnicas, la tierra, es un material de construcción único que ofrece máxima calidad de habitabilidad. Ningún otro material de construcción reúne estas cualidades como el de ser:

Regulador de la humedad relativa ambiental, dentro de la vivienda, a un nivel permanente del 50 %. A través de su constitución ya que es un excelente purificador de aire.

Debido a la gran masa térmica de las construcciones, este material funciona como acumulador térmico en invierno. Dada a la constitución del material y debido al espesor de las paredes, este material es un gran aislante acústico y de muy baja transmisión del sonido.

No es tóxico y libre de emisiones. Es enteramente ecológico, como recurso renovable y totalmente reciclable.

Es un recurso disponible localmente, y requiere de pocos recursos adicionales, como la fabricación, el transporte, y demás, como se observa en la Tabla 4.

No es inflamable, es durable, provee una gran masa térmica, con excelentes propiedades de aislamiento, de bajo costo energético, con un clima interior balanceado, mantiene confortable la temperatura superficial de los materiales. Se logran con la tierra texturas y colores naturalmente cálidos, es de muy fácil mantenimiento, es un material agradable para trabajar, lo más importante es que puede ser construido personalmente por el usuario, y lo principal es su gran potencialidad para la creatividad personal.

Conclusiones

Son los niños los que más sufren los efectos de un medio ambiente hostil, su condición de vulnerabilidad no solo anatómica o fisiológica los hace más susceptibles a la contaminación del agua, aire y suelo. El hacer arquitectura de tierra, viene a ser una tecnología alternativa de construcción que regresa con fuerza, por ello se pone en consideración como propuesta para quien desee construir una vivienda funcional y con estilo propio, donde la tierra es el centro de la arquitectura y los elementos tienen su propio mensaje. Con un diseño funcional y en armonía con la naturaleza, sobre todo con sentido de sostenibilidad medioambiental.

Vivir en la megaciudades esta generando un serie de sucesos ambientales que de no ser atendidos pronta y seriamente pone más en riesgo a la población del futuro inmediato. La construcción permanente de un mundo mejor con arquitectura de tierra a la medida de los niños pasa por ponerlos como el interés superior de los gobiernos, las instituciones de la sociedad, las ONG´s, las universidades, los gobiernos municipales y mismos los padres.

Construir con tierra, no es cosa de niños, pero es lo más sano para ellos.

Bibliografía:

ALÍAS, Herminia M. (2000). “Ideas acerca de la Relación Eficiencia Energética - Impacto Ambiental Aplicadas a la Construcción en Madera en el NEA”. Monografía correspondiente al Módulo 8 de la Maestría en Gestión Ambiental: “Evaluación y Gestión Ambiental de Proyectos”, dictada en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo-UNNE. Resistencia, Argentina.

GARCÍA Casals, Xavier. (2003). “Análisis técnico-económico y de sostenibilidad (embodied energy) del BTC como solución bioconstructiva de Madrid”. Universidad Pontificia Comillas Madrid. Madrid, España.

HAUSER, Gerd (1998). “Energiebilanzierung von Gebaüden”. Wüstenrot Stiftung, Karl Krämer Verlag, Stuttgart, Alemania.

PEARCE, David (1999). “Das natürliche Haus”. (La casa natural). AT-Verlag. Aarau, Suiza.

ROUX Gutiérrez, Rubén Salvador. (2002). “Utilización de ladrillos de adobe estabilizados con cemento Pórtland tipo 1 al 6% y reforzados con fibra de coco para muros de carga en Tampico”. Universidad de Sevilla. Sevilla, España.

ZWIENER, Gerd (1997). “Handbuch Gebäude-Schadstoffe” (Manual de las substancias tóxicas en los edificios), Rudofl Müller Verlag, Köln, Alemania.

Fuentes anexas consultadas

Agencia Internacional de Energía, Departamento de Energía, Informes del Banco Mundial, Green Peace, Sociedad Americana de Energía Solar, Informes 1999, 2000 y 2001 del Medio Ambiente de la Naciones Unidas (USA).

Ministerio Federal de Economía y Energía, Ministerio Federal de Medio Ambiente (Alemania).

Comisión Europea de Energía (Bruselas).

Comisión Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo, (Suiza).

http://www.csostenible.net/castellano/mater.asp.htm (Agenda de la Construcción Sostenible).

ADOBE: CON LOS PIES EN LA TIERRA

Dulce María Guillén Valenzuela
Nicaragua
Telefax 505 2798847, e-mail: ramdul@ibw.com.ni dulceadobe@yahoo.com

TEMA 3: ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA
Palabras claves: Adobe, sistema, participación

RESUMEN
El adobe ha perdurado en Nicaragua desde hace 500 años y ocupa el 20% entre los materiales utilizados actualmente para las viviendas, siendo en algunas zonas mayoritario, como en la ciudad de Ocotal donde representa el 70%.
En 1998 el huracán Mitch azotó el país y en Ocotal perjudicó el 26% de las viviendas, todas de adobe. Comparando las que quedaron en buen estado y que eran de adobe, con las afectadas, se encontró que las primeras habían sido edificadas antes de los años 50 y tenían en común elementos del adobe antiguo; las dañadas presentaban cambios constructivos que las debilitaron. Se concluyó que el sistema de adobe se había degradado y que los daños se produjeron por fallas en el diseño y en la construcción.
Dada la tradición adobera de Ocotal, la urgencia de dar respuesta a los afectados y la escasez de recursos, por primera vez una Alcaldía decide construir un proyecto social de 300 viviendas de adobe. Esto imponía, sobre todo, el reto de recobrar la confianza hacia el adobe, puesto que en el imaginario de la población, éste había fallado.
Con la participación de los damnificados se diseñó la vivienda y se construyó un modelo para validarlo y para capacitar a los profesionales y obreros en las técnicas a aplicar y a su vez fue el laboratorio para la creación del adobe contemporáneo de Ocotal. Para obtenerlo retomamos del antiguo lo que lo hacía fuerte frente al tiempo y los elementos; incorporamos las normas del adobe mejorado y desarrollamos un sistema coherente con el entorno, haciendo posible construir casas dignas, bellas y duraderas que, en un proceso participativo, contribuyeron a rehacer la vida de los damnificados y motivaron el redescubrimiento del adobe en otras zonas del país como alternativa para una vivienda digna y accesible económicamente.

1. Antecedentes

El adobe ha sido durante, 500 años, parte del sistema socioeconómico desarrollado en Nicaragua desde la colonia española que, junto a su dominio militar, impuso su cultura y, con ella, sus formas de construcción, principalmente las de tierra. Por sus cualidades, el adobe se insertó con facilidad en la zona del Pacífico y en el Norte-Centro del país, donde integra el sistema social y económico, articulado en *"los procesos personales y grupales humanos...(dándole) unas características que no tendría si fuera independiente (de ellos)"*[1] y se ha adecuado al entorno natural con sus condiciones climáticas y geológicas.
Como evidencia de esto la mayoría de nuestro patrimonio arquitectónico colonial es de adobe. En Granada y León[2], principales centros históricos del país, entre un 48 y un 28 % de las edificaciones son de adobe y de taquezal y un 30.57 % más son construcciones mixtas (adobe o taquezal con anexos de otros materiales), igualmente quedan un número no identificado de estos edificios en las ciudades y comunidades más antiguas.
Esta articulación ha hecho que el adobe permanezca como un sistema constructivo contemporáneo, ocupando hoy el 20% en la lista de materiales utilizados[3] para las viviendas a nivel nacional y el 70% en las poblaciones de Nueva Segovia, Madríz, Estelí y Jinotega[4] situadas al Norte del país, donde incluso se dan iniciativas de organismos y gobiernos locales que han financiado mas de una docena de proyectos de viviendas de adobe, contribuyendo de esta manera a mantener su valor.

2. Desarrollo *vs* Adobe

Nicaragua es parte del sistema socioeconómico mundial que ofrece al 80 % de la humanidad un desarrollo excluyente y fragmentario. Así vemos junto a islas de brillante tecnología y riqueza, un océano de oscura pobreza en lucha por la sobrevivencia diaria. Mientras unas pocas personas se comunican desde cualquier punto mediante teléfonos satelitales, muchas comunidades están prácticamente incomunicadas porque no hay caminos, o no hay transporte, o ni siquiera un teléfono convencional en 20 kms. a la redonda; junto a mansiones de hasta 1,200 mts.^{2} con sistemas "inteligentes" y lujosos materiales, 420.000[5] familias están sin vivienda y viven hacinadas con otras.

Este desarrollo fragmentario crea la ilusión de progreso, desarticulando los distintos elementos y rompiendo los sistemas. En la vivienda, por ejemplo, el hierro y el cemento, por su modernidad, se perciben como mejores y más seguros (sobre todo en un país de alta sismicidad) pero por la pobreza se utilizan en proporciones no adecuadas, resultando en construcciones de alto riesgo.

En la zona Norte de Nicaragua, donde el adobe se ha mantenido como un elemento de su identidad cultural, evolucionó y sufrió cambios que fueron en detrimento de su calidad, el "desarrollo" empobreció a la mayoría y la incorporó al consumismo, de tal manera que el adobe cambió por la necesidad de hacerlo cada vez más asequible a estas desmejoradas economías y por la ilusión de utilizar los nuevos materiales que ha inducido a la idea de usarlo provisionalmente y a tratar de asemejarlo al bloque de concreto, degradándose, al entenderlo como un elemento de construcción y no como un sistema.

También han contribuido a la depreciación del adobe la exclusión de su estudio en los programas universitarios, provocando el desconocimiento y menosprecio por parte de los y las profesionales de la arquitectura y la ingeniería; las acciones de algunos gobiernos locales que prohíben construir con él en las áreas urbanas y el hecho de que se le ha quitado su valor como bien inmueble, ya que la banca no reconoce una casa de adobe como prenda para garantizar transacciones financieras o como un rubro a ser financiado.

3. El adobe Degradado

El adobe degradado presentó su factura en la ciudad de Ocotal en 1998, cuando las lluvias del huracán Mitch afectaron el 26% del total de viviendas existentes[6], lo que significaba 1,319, todas de adobe, de las cuales 344 fueron destruidas totalmente y 975 fueron destruidas parcialmente. En estas cifras no se registraron edificaciones con más de 50 años de existencia, construidas al modo colonial, las que no sufrieron ningún perjuicio. (Fig. 1)

El análisis que realizamos del sistema de adobe utilizado en las viviendas afectadas[6] refleja lo siguiente:

- No se aplican las normas de diseño arquitectónico del adobe colonial, se diseña como en el concreto, con plantas asimétricas y libres, con ventanas en esquinas, continuas o amplias, con vanos a 90º y "cantos vivos".
- La tierra y arena para los bloques, mortero y repello muchas veces no se seleccionan bien, no se limpian y no se les agrega fibra vegetal, ya que se desconocen las propiedades que deben tener y los métodos para probarlos.
- Se economizan recursos en los cimientos por el desconocimiento de sus funciones como soporte de las paredes y como aislante de los bloques de la humedad, reduciendo las medidas de desplante desde 1.50 mt del adobe colonial a un promedio de 0.30 mt, independientemente de la capacidad de soporte del suelo y no se eleva sobre el terreno natural y el mortero se hace de tierra.

- Se han estandarizado las medidas de los bloques de adobe, aplicando mecánicamente las dimensiones del bloque de concreto de 0.20 mt x 0.40 mt x 0.20 mt, pues se olvidó que en el adobe colonial se hace según la edificación a realizar y la relación entre el ancho y altura de las paredes, relegando el trabajo de las paredes como muros de carga y construyéndolas como paredes de cerramiento con apenas 0.20 mt. de espesor.
- La construcción de los vanos se ha descuidado reduciendo la longitud de los dinteles cuyo empotramiento en la pared es insuficiente, colocando vigas casi del tamaño de la abertura provocando grietas en las esquinas y dejando los antepechos de las ventanas solo con el adobe y por ende desprotegidas ante la lluvia.
- Se ha perdido la rigidez de los techos, eliminando la solera en forma de anillo y los tirantes para amarrarlo de la antigüedad, en la mayoría de los casos prevalecen los techos a dos aguas con vigas paralelas que empujan las paredes hacia fuera.
- Se han reducido los amplios aleros de hasta 1 mt a medidas mínimas y a veces se eliminan del todo, a fin de economizar materiales, dejando las paredes expuestas a la erosión por la lluvia y el sol.
- Los acabados de las paredes, el repello, fino y encalado se han abandonado, provocando la erosión de los bloques, en parte porque se desconocen algunos materiales para ello, como la tierra blanca[7], se olvidó su dosificación y sobre todo porque se ha perdido la confianza en éstos, difundiéndose la idea de que es mejor repellar con cemento, por lo que se "espera" a tener los recursos en un futuro, quedando la casa sin repellar y blanquear o repelladas con cemento que durará poco.

En consecuencia, los daños provocados en las viviendas por el huracán se debieron a la desarticulación del sistema por economía y por desconocimiento, y no por el hecho de que las mismas fueran de adobe. Todos esos cambios ocasionaron que los cimientos de piedra y tierra actuaran como una esponja que infiltró el agua hasta el bloque, sumándosele la caída incesante de lluvia sobre las paredes sin repello y casi sin aleros, de tal manera que la humedad tomó posesión de los muros, erosionándolos, agrietándolos y en algunos casos desplomándolos.

4. La creación participativa del sistema de adobe contemporáneo en Ocotal

La escasez de recursos económicos hizo que por primera vez una Alcaldía en el país tomara la decisión de construir 300 viviendas de adobe, motivada por la tradición adobera de Ocotal, por las conclusiones del análisis que confirmaban que el sistema de adobe bien construido era bueno, por la rapidez y sencillez de su ejecución y por el apoyo económico ofrecido por ONG´s y ayuntamientos solidarios que los llevó a llamar al proyecto "Pueblos Unidos".

Se trataba de hacer un barrio que fuera una comunidad buena y segura y que perteneciera a los damnificados, lo que sería posible si el proyecto surgía de ellos, de sus necesidades, de sus sueños y de sus posibilidades de aportación, lo que se hizo realidad con una metodología participativa que los incorporó en la búsqueda de la solución.

"Pueblos Unidos" imponía, sobre todo, el desafío de recobrar la confianza hacia el adobe, puesto que en el imaginario de la población, había fallado. Inicialmente no querían que las nuevas viviendas fueran de adobe, actitud que tuvo eco entre los funcionarios municipales y algunos donantes que querían construir con concreto.

Pero la desconfianza en el adobe fue cediendo una vez que las familias damnificadas y el equipo técnico reconocieron en los talleres de diseño participativo que las casas de adobe, que estaban en el centro de la ciudad, no se habían dañado con el huracán (incluso la casa de la Alcaldesa es de adobe); recordaron en colectivo cuántos años tenían esas casas, cómo eran de bonitas, cómo eran de fuertes, recordaron que el adobe

es mucho más barato que otros materiales y que es fácil de construir, todo lo cual les llevó a darle una segunda oportunidad.

Los sueños empezaron a materializarse con la casa diseñada en colectivo. Era una vivienda que al principio creían imposible obtener, pero que una vez que construimos un prototipo real comprobaron que era tal como la habían anhelado: cómoda, pues tenía 64.46 mt^2 con sala, comedor, dos habitaciones para que los niños durmieran aparte de los padres y una cocina separada para proteger el resto de la casa del humo; sólida por sus paredes anchas, firmes y bien cimentadas y bella ya que estaba totalmente repellada y blanqueada. Arquitectónicamente era una edificación simétrica, con paredes apoyadas ortogonalmente entre sí, con las habitaciones de formas regulares, las vanos centrados en las paredes y previendo la posibilidad de crecimiento. (Fig. 2)
Constructivamente el proceso participativo se dio primero a través de la realización del modelo para validarlo y capacitar a los y las profesionales y obreros en las técnicas a aplicar, también dio las pautas para la organización de la ejecución de las 300 viviendas y las obras urbanas y posteriormente a través de la participación en la fabricación de adobes, limpieza del terreno, traslado de materiales, excavación de letrinas y a veces incorporarse como albañiles o ayudantes de construcción si tenían los conocimientos para ello.
Este proceso llevó a crear el sistema de adobe contemporáneo en Ocotal, seguro y coherente con el entorno, el cual tenía las siguientes características:

- Los materiales, la tierra, la arena, la fibra vegetal y las mezclas a utilizar para los bloques, mortero y repello fueron seleccionadas a través de pruebas de campo como la sedimentación, los residuos de arcilla y la de plasticidad, que llevaron a conocer cuáles eran los mejores y la formula óptima.
- Los cimientos se hicieron ciclópeos de piedra bolón y mortero de concreto. Se aumentó el desplante a 0.45 mt. dados los resultados del estudio del suelo que presentaba una buena resistencia por debajo de esta profundidad y se levantó hasta 0.20 mt sobre el suelo natural.
- Las paredes se diseñaron como muros de carga, de 0.30 mt de espesor para tener una altura de hasta 3.00 mt, cumpliendo la relación de que el alto de la pared sea como máximo hasta 10 veces el espesor de estas, reforzándolas con contrafuertes, que por ser Ocotal una zona de bajo riesgo sísmico, se colocaron sólo en las paredes mas altas y en las mas largas.
- El bloque de adobe se dimensionó de acuerdo al diseño de la casa, haciendo un adobe cuadrado de 0.30 mt. por lado y una altura de 0.10 mt.
- Se buscó agilizar la construcción diversificando el diseño de la forma de los bloques superando el método de cortar con machete el bloque entero una vez colocado en la pared para completar las hiladas con medios adobes y hacer boquetes ochavados, produciendo para esto cuatro tipos: el adobe cuadrado y medio adobe cuadrado ya conocidos y el adobe ochavado y medio adobe ochavado para las puertas.
- Las vanos se construyeron con dinteles de concreto empotrados en dos bloques y como remate de las ventanas se hizo un alféizar o antepecho con una losa de concreto dotada de un cortagotas para que el agua no resbale por la pared.
- Se diseñó la estructura de techo a dos aguas por economía y para facilitar el crecimiento del edificio hacia atrás, pero para no empujar las paredes lateralmente se colocó un anillo cerrado formado por la solera de madera que sostiene la estructura, al que se colocaron dos tirantes a fin de darle rigidez.
- Para los acabados se usó un repello de tierra y arena de río agriada, garantizando que las esquinas tuvieran cantos muertos y se blanqueó con cal apagada, a la que se agregaba el día de la aplicación una pequeña porción de cemento.

Debemos decir que estos elementos que caracterizan al nuevo adobe de Ocotal surgieron de una propuesta participativa que tomó del adobe colonial las normas aplicadas en las edificaciones antiguas y los métodos constructivos que conocían los viejos albañiles, del adobe mejorado las técnicas que explicaron los arquitectos que habían viajado al Salvador y Perú a conocer de éste y las nuevas ideas de las familias damnificados que habían convivido con el adobe y que junto con los albañiles y profesionales de la construcción estábamos interesados en recuperarlo. (Fig.3)

5. Haciendo nuevos aprendizajes

Sin embargo, el adobe ha sido *arrollado* por el "desarrollo" en el Sur del país, donde ya no quedan más que algunas casas como reliquias arquitectónicas o como parte de las historias que cuentan los viejos, donde muy pocos recuerdan de qué se hace, cómo se hace, cuánto dura, cuánto vale, y donde hacer una casa de adobe hoy en día parece una extravagancia que realizan algunas personas con recursos.
Sin embargo experiencias como las de Pueblos Unidos[8], la de las Alcaldías de Jalapa, Quilalí y Wiwilí[9], la de Escuelas Radiofónicas[10] y algunas iniciativas privadas[11] tímidamente difundidas, han creado algún interés en que este sistema pueda contribuir a disminuir el déficit de viviendas y algunos arquitectos, arquitectas y universidades ya ven al adobe como un material alternativo y otros como un material exótico y barato, proporcionándole un espacio para evidenciar su contemporaneidad.
En este contexto, en la comunidad rural de Mirazul del Valle, en el Sur del país,[12] hemos continuado el redescubrimiento del adobe, probando con los materiales locales y enseñando las técnicas a un grupo de albañiles que por primera vez están viendo, junto con los asombrados campesinos, cómo se erige una casa bella y fuerte con tierra y agua, un material abundante y que desconocían ya como sistema constructivo.
Las soluciones técnicas fueron un reto, pues los materiales disponibles diferían de las características de la tierra, arena, piedra y fibra vegetal del Norte, con lo que se confirmó que el adobe es un sistema que se debe adaptar a cada realidad y no es un conjunto de recetas.
Aquí la tierra tiene un alto componente de arcilla que obligó a buscar tierra arenosa para lograr la mezcla óptima; la piedra bolón para los cimientos es muy escasa y en cambio abunda la cantera cortada rectangularmente que funciona como base, pero resulta muy permeable a la humedad, en cambio la disponibilidad de arenilla de lago y la tuna facilitó encontrar mejores soluciones para los acabados, implementando un fino de alta resistencia y belleza natural. Pudimos diversificar las fibras vegetales para dar resistencia al adobe y dada su finura también lo agregamos al repello que lo hizo mejor, ya que se dispone de grama urbana y de estiércol de las fincas ganaderas de la zona, que son de más rápida aplicación pues su tamaño natural no requiere corte, a como la hoja de pino del Norte que tiene unos 30 cms. de longitud.
Las propuestas de diseño incluyen la construcción de una vivienda que incorpora toda la infraestructura para proveer una mayor calidad de vida a sus habitantes, haciéndola atractiva para las mayorías de la ciudad y la construcción de un largo muro o barda de 2.40 mt de alto que requiere de mas soluciones estructurales, tales como la modulación de los contrafuertes, las juntas constructivas y tramos circulares, todo esto para dar estabilidad.
El aprendizaje de las técnicas constructivas fue alentador, llegando muy pronto cada albañil a sentirse capaz de hacerlo solo. Descubrieron que es más fácil que construir con concreto, que es muy barato al llevar cemento sólo en los cimientos y nada de hierro, y ahora piensan, incluso, que con el adobe pueden mejorar sus propias casas.
Los aportes actuales y los futuros que se obtengan en Mirazul contribuyen a mejorar el adobe y ya están siendo aplicados en el Centro Solar de Totogalpa, donde un grupo de

mujeres campesinas construirán 5 edificios de adobe y en las 46 viviendas de Sabana Grande que está realizando el INVUR[13].

6. Conclusiones

Con los pies en la tierra, debemos decir que ante el encarecimiento de las novedades tecnológicas en la construcción y el empobrecimiento creciente en nuestros países, el adobe, herencia y contemporaneidad, nos permite aprovechar el recurso tierra, posiblemente el más abundante sobre las áreas habitadas, para contribuir a la solución de la falta de vivienda con dignidad y seguridad.

Superar el desinterés en el adobe y su degradación demandan un esfuerzo que incluye el redescubrimiento de sus cualidades y posibilidades y por ende la capacitación de los y las profesionales de la construcción, de los albañiles y de todos aquellos que lo utilizan, para conocerlo y aplicarlo como un sistema, además de modificar las leyes que prohíben su uso y las normas bancarias para valorarlo.

También es necesario, sobre todo en el Sur del país, vencer el temor a las construcciones de adobe, por la sismicidad que caracteriza a la zona, ya que después del terremoto del 72 en Managua se estigmatizó, pero hay que reconocer que en este evento cayeron, tanto edificios de adobe, como de concreto y así mismo sobrevivieron muchos de estos materiales junto a los bien construidos de hierro y cemento, pero a los que se les aplicó la demolición, por si acaso.

Para lograr el éxito de los proyectos de viviendas o edificaciones de interés social a construirse con adobe es necesario[14] impulsar procesos participativos que permitan recuperar la confianza en el sistema y la apropiación del proyecto por parte de los futuros usuarios facilitando su intervención en todas las etapas de la ejecución y favoreciendo el trabajo de equipo de los albañiles, técnicos y promotores sociales.

Estos procedimientos participativos requieren que los y las ingenieras y arquitectas, los funcionarios públicos, las agencias de financiamiento y los y las facilitadoras sociales de los proyectos se apropien de la concepción de que las personas son protagonistas, que valoren el aporte de la gente basados en que cada una con su experiencia y vivencia conoce y ha recogido múltiples ideas para buscar la solución a sus problemas, aunque haya distintos niveles de compromiso y, por tanto, de participación.

Al personal técnico nos ayudará trabajar la participación de las personas que no tienen nuestra formación académica, con la filosofía y las técnicas de la Educación Popular que se caracteriza *"por preguntar adecuadamente...estar abiertos, considerar las nuevas ideas...(y) compensar el conocimiento teórico y abstracto con la experiencia"*[15], busquemos con estas cómo superar este obstáculo y veremos cómo los beneficiarios del proyecto, junto al equipo técnico podrán hacer sus Anteproyectos y Planes Maestros creativa y acertadamente, redescubriendo los conocimientos que tienen sobre el proyecto, sobre la construcción, sobre sus necesidades y sus capacidades de imaginarlo y finalmente de dibujarlo; y finalmente en la ejecución de las obras es necesaria la combinación de la mano de obra calificada con ellos, lo que dará como resultado una alta calidad de las edificaciones, en el aspecto técnico y en el cultural y contribuirá a mejorar sus conocimientos sobre como construir con adobe. (Fig.4)

Bibliografía

CRATerre MISEREOR y Hábitat Cuba, 1996. Construcción con Tierra para la vivienda en Cuba
*CRATerre, MISEREOR, EAG y UCA El S*alvador *"Intercambio de Experiencias para el empleo de las técnicas de construcción con tierra en el Salvador"*
Ministerio de la Construcción y Transporte de Nicaragua, UNI y APSO 1996. *Manual del Adobe*
Hasan Fathy, segunda edición 1982. Arquitectura de los Pobres
Fermín Font / Pere Hidalgo.1990. El Tapial. Una Técnica Milenaria
Patrick Bardou, Varoujan Arzoumanian, 1981. Arquitecturas de Adobe
Celia Guillén de Herrera. 1945. Nueva Segovia
Arq. Hermógenes García. Granada: Historia y Desarrollo Urbano

Currículum Vitae

Arquitecta. En Adobe: Diseño y construcción de 3 proyectos de viv. de interés social y viv. particulares; rehabilitación de edificios históricos; Ponencias: II Conf. Int. Ecomateriales Cuba y Feria de la Arq. Rural en Nic; publicaciones locales, investigadora y capacitadora.

Notas

[1] Ramón González Palencia, 2003. "Las Enseñanzas y los Aprendizajes con la Dra. Charlotte Blanche". Características de una concepción sistémica.

[2] Plan de Revitalización del Centro de Histórico de Granada y León. Alcaldías y AECI, 2000

[3] Encuesta de hogares realizada para el evaluación e impacto de los proyectos del FISE en el año 2004. Muestra en 3700 hogares a nivel nacional (incluye el Caribe donde no hay adobe).

[4] Censo Catastral de INIFOM y las Alcaldías Municipales, año 2000 y Plan de Ordenamiento y Desarrollo Urbano y Territorial de Ocotal, 2003. Coordinó Arq. Dulce M. Guillén

[5] Datos del Plan Nacional de Desarrollo, Gobierno Central. El déficit representa casi el 50% de la población sin viviendas pues se estiman 833 mil familias.

[6] Memoria del Proyecto de reubicación de los damnificados por el huracán Mitch en la ciudad de Ocotal, 1999 . Arq. Dulce María Guillén V.

[7] Tierra caliza que al ser mezclada con agua tiene una adherencia permanente sobre los bloques de tierra y se encuentra en el Norte del país, el acabado asemeja la pintura y todavía es utilizad en las zonas campesinas para decorar las viviendas de adobe.

[8] Barrio Pueblos Unidos, incluyó la creación de un barrio y la construcción de 300 viviendas de Adobe. Diseño y coordinación de la ejecución por un año Arq. Dulce María Guillén V. trabajando con el Ing. Hamilton Browne, Arq. Julio Aguilera y la promotoría social de Marta Julia

[9] En estos municipios la OEA ha financiado proyectos de viviendas de adobe, aunque en su ejecución prevalecen algunas fallas del adobe degradado, han contribuido a revalorizarlo.

[10] Las escuelas Radiofónicas son una ONG nacional que impulsa la construcción de viviendas populares, promoviendo en el Norte del país el uso del adobe mejorado.

[11] Arquitectos nicaragüense como Tom Báez, Pepe Tercero, Nelson Browne y otros realizan proyectos privados en Adobe.

[12] Ubicada a 3 kms. de la cabecera municipal de Jinotepe, departamento de Carazo

[13] El INVUR (Instituto Nacional de la Vivienda Rural y Urbana), del Gobierno Central, por primera vez utiliza el adobe para viviendas. Diseñadas por la Arq. Dulce María Guillén V.

[14] Los proyectos realizados con métodos participativos por parte de la autora han sido:

- Estudio de Factibilidad de la Construcción de 321 viviendas sociales para los obreros del Tabaco de Estelí , Condega y Jalapa. TAINSA
- Estudios Socioeconómicos y de Diseño del Mercado Municipal de Ocotal.
- Reubicación de los Damnificados del Huracán Mitch en la ciudad de Ocotal: diseño de la vivienda de adobe y construcción de un nuevo barrio.
- Fabrica de adobe Mejorado.
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Urbano y Territorial y Normas de Ocotal.
- Centro Solar de Totogalpa. Asociación de Mujeres Solares de Totogalpa y grupo FENIX

[15] Ferguson Marilyn. La Conspiración de Acuario. Argentina 1989

Figuras de la Ponencia:
ADOBE: CON LOS PIES EN LA TIERRA
Dulce María Guillén Valenzuela
Nicaragua
Telefax 505 2798847, e-mail: ramdul@ibw.com.ni dulceadobe@yahoo.com



Fig. 1 Vivienda en la ciudad de Ocotal que es ejemplo del adobe degradado, en el que se evidencia el abandono de la simetría, de los aleros amplios, de los acabados y del cimiento aislante. Fotografía de la autora



Fig. 2 Pueblos Unidos fue la materialización de los sueños de las familias damnificadas y de la recuperación del adobe como sistema contemporáneo para tener una vivienda digna y segura. Fotografía de Pascal Chaput

Construção com Terra em Cooperativas Habitacionais

Márcio Rosa D`Avila*
Universidade Kassel (UniK) – Alemanha
Milchlingstrasse 1 CEP: 34121 Kassel
Tel.:+49 561 701 3755 E-mail: davila@asl.uni-kassel.de

Tema 3: Arquitectura na Contemporaneidade
Palavras-chave: Adobe, Inclusão Social, Sustentabilidade

Resumo
O objetivo deste projeto é a construção de uma habitação de baixo custo visando a sustentabilidade, o resgate de tecnologias simples que minimizam os custos e proporcionam uma melhor qualidade na construção, conforto térmico, climatização passiva, produção própria de adobes pelos futuros moradores e a participação destes desde o planejamento até a construção da moradia.

Os grupos trabalhados são formados por pessoas com baixa renda em regiões urbanas no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Através da participação e integração dos participantes no planejamento e na construção da habitação objetivou-se estimular a produção própria de adobes e a construção de habitações gerando trabalho e renda. Os grupos foram facilitados através de oficinas de trabalho e palestras realizadas no próprio local da construção

Em 2005 foi construída uma habitação prototípica de 62 m² no valor de 4.140 € em trabalho conjunto com Estado, Movimentos Sociais e cooperativas habitacionais. A construção da habitação prototípica foi realizada com a participação dos associados da Cooperativa Habitacional Ltda (COOHAP), no município de São Leopoldo e com a Secretaria de Habitação do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

A participação dos futuros moradores durante todas as etapas do processo, desde o planejamento, elaboração, organização, produção de materiais até a construção da habitação, levou-os a refletir sobre as possibilidades e vantagens da utilização de técnicas e materiais não convencionais com menos impacto ambiental, proporcionando a estes uma habitação de melhor conforto térmico, espaço e saúde.

A partir das experiências vivenciadas em bioarquitetura, os cooperados puderam constatar uma melhor qualidade de vida que este tipo de construção traz em relação a construção convencional por um menor custo[1], conforto e qualidade. O projeto despertou o interesse tanto da comunidade em geral como do Estado, e neste momento, o Estado estuda a viabilização da implantação do mesmo em outras comunidades de baixa renda em cooperativas habitacionais.

1. Introdução

Este artigo faz parte da tese de doutorado do autor sobre o tema Sustentabilidade, Inclusão Social e Formação Cooperativista no Cooperativismo Habitacional no Estado do Rio Grande do Sul. Serão apresentados experiências e resultados de investigações realizadas durante a construção de uma habitação prototípica em terra em uma cooperativa de famílias de baixa renda no município de São Leopoldo - Brasil.

2. Apresentação

Atualmente o déficit habitacional no Estado do Rio Grande do Sul é em torno de 550 mil moradias[2], e dentro deste contexto, foram constituídas até o ano de 2002, um número superior a 200 Cooperativas Habitacionais cadastradas na Secretaria de Habitação do Estado do Rio Grande do Sul (SEHADUR). O número crescente de cooperativas habitacionais é uma resposta da população à política habitacional do Estado, a qual não está conseguindo combater o déficit habitacional. As habitações de interesse social financiadas por programas habitacionais apresentam uma qualidade baixa com custos altíssimos[3], com uma metragem pequena, entre 36 m² e 42 m², insuficiente para o número

de pessoas na família[4]. A solução do deficit habitacional não pode ser visto somente com a construção de quatro paredes, mas sim em um contexto geral, o qual ingloba inclusão social e uma vida digna.

3. Objetivo

O projeto visa o desenvolvimento regional, a sustentabilidade, a capacitação dos moradores e inclusão social. O projeto prioriza uma habitação de baixo custo, conforto térmico e saúde dentro do ambiente construído. Além disso, traz também, a questão da sustentabilidade, pois o objetivo é o menor impacto ambiental possível, devolvendo à natureza após o ciclo de vida da habitação, o máximo daquilo que sempre extraímos do meio ambiente. Dentro deste contexto, foram feitos levantamentos dos materiais mais apropriados, existentes no local, que possam ser aplicados na construção das habitações; a elaboração de um estudo das condições climáticas do local para a otimização do conforto térmico; levantamento de custos; levantamento de dados sócio-econômicos e sociais da comunidade pesquisada. Em 2005 foi construída uma habitação prototípica de 62 m² no valor de 4.140 € em trabalho conjunto com Estado, Movimentos Sociais e cooperativas habitacionais. A construção da habitação prototípica foi realizada com a participação dos associados da Cooperativa Habitacional Ltda (COOHAP), no município de São Leopoldo e com a Secretaria de Habitação do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. A metodologia de trabalho foi colocada em pratica durante todo o processo de construção desta habitação prototipica.

Outros aspectos sustentáveis como por exemplo a viabilidade de armazenamento de energia solar para o aquecimento da água e a construção de cisternas para a captação da água da chuva para a limpeza da moradia e/ ou para irrigação de hortaliças também foram trabalhados com a comunidade. Outra potencialidade do trabalho que foi desenvolvido e a produção de alimentos, através de hortas comunitárias ou paisagismo produtivo, reduzindo os custos mensal da alimentação destas famílias.

4. Habitação Prototípica em Cooperativa de Habitação

Os materiais utilizados para a construção do protótipo foram postes reciclados da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE)[7], barro, taquara, grama extraídos do próprio local e materiais de construção convencionais para a fundação. Com o objetivo de otimizar e aumentar a durabilidade da estrutura do telhado foram utilizados consoles metálicos. Nas aberturas foram adaptados sistemas para uma ventilação passiva noturna, aproveitando-se a diferenca da temperatura diurna e noturna. A cobertura do telhado é de vegetação com um forro de taquara. Foi realizado uma pesquisa de materiais segundo critérios econômicos apropriados para a proteção da estrutura do telhado contra a umidade, chuva e raízes das plantas. As paredes são duplas de adobes produzidos manualmente pelos associados.

5. Processo de Produção dos Materiais

Os associados foram capacitados através de oficinas de trabalho e palestras. A capacitação envolveu não somente a produção dos adobes mas também foram trabalhos diferentes aspectos sobre a sustentabilidade. Os adobes foram produzidos em um galpão de costaneira construído pela própria cooperativa. A produção dos adobes foi realizada por um grupo de pessoas da cooperativa. O grupo produziu em torno de 650 tijolos ao dia. A produção dependia diretamente do clima e espaço físico do galpão. O custo total do material para cada milheiro, sem mão de obra e custo da energia elétrica, foi de 55,04 reais[8] ficando em torno de 145% mais barato que o tijolo cozido vendido no mercado local, dependendo da qualidade do mesmo. O tempo de secagem dos adobes ficou entre três à cinco dias dependendo da umidade relativa do ar

6. Trabalho conjunto com Estado, Movimentos Sociais e Universidades

O projeot previu o envolvimento tanto da sociedade civil como do aparelho Estatal. Foram realizadas desde o início do projeto contatos com prefeituras, Governo do Estado, Movimentos Sociais e Universidades. A participação de técnicos do Estado e o envolvimento de vários atores sociais em todo o processo foi muito importante para a sensibilização tanto por parte da sociedade civil como do Estado, levando-os a refletir sobre outras possibilidades de construções não convencionais que possibilitam além de uma

habitação de baixo-custo e qualidade, a inclusão social de famílias através da geração de trabalho renda.

Conclusão

As experiências realizadas durante a construção da habitação prototípica demonstrou que a participação do Estado e a sociedade civil em todo o processo é de extrema importância para a aceitação de uma tecnologia não convencional. Outro aspecto ımportante foı o trabalho conjunto com a Fundação de Ciência e Tecnologıa do Estado do Rio Grande do Sul (CIENTEC), a qual realizou testes de resistêncıa dos tıjolos produzıdos pela cooperatıva. O trabalho conjunto com a CIENTEC possibilitou uma maior credibidade desta tecnologia dentro de orgãos federais que financiam programas habitacionaıs de interesse social, como por exemplo, Caixa Economica Federal. Os programas habitacionais de interesse social financiam somente habitações convencionais, apesar destas apresentarem uma qualidade baixa e custos altos. A produção desta habitação demonstrou que é possível construír-mos habitações mais dignas levando em consideração aspectos como a sustentabilidade e inclusão social. A participação dos moradores em todo o processo da construção do protótipo possibiltou de um lado a experiência destas pessoas com uma tecnologia não convencional, e por outro lado a identificação com a habitação que eles mesmos planejaram e construíram. O êxito deste projeto pode ser constatado através do interesse demonstrado pelo Estado e de vários grupos sociais, na continuação de implantação desta metodologia de trabalho.

Currículo

Márcio Rosa D`Avila nascido em 18 de outubro de 1969, brasileiro, arquiteto com especialização e mestrado na Univesidade de Kassel (UniK)/Alemanha. Desde 2002 doutorando na UniK na área de Habitação Social e Bioarquitetura.

---

[1] Habitações de interesse social ,sem acabamentos, com uma metragem de 42 m² financiadas por programas habitacionais do governo custam hoje em torno de 9.500 Reais.

[2] Fonte: Secretaria de Habitação do Estado do Rio Grande do Sul (SEHADUR) Departamento de Fomento ao Cooperativismo (DECOOP).

[3] O financiamento de uma habitação de 36 m² 2.600 €

[4] O número médio de membros nas famílias pesquisadas na COOHAP é de 5 pessoas.

[7] Hoje a CEEE tem 400.000 postes a disposição para a construção de habitações de interesse social no Estado.



Mesa de produção



Produção de adobes



Reunião com cooperado / discussão projecto e formação grupo de trabalho



Galpao de produção de adobes





Prateleira para secagem dos adobes



Protótipo



Protótipo

Projeto: Construção de Baixo Custo e Desenvolvimento Sustentável

Arquiteto: Márcio Rosa D`Avila
Contato: rosadavila@architektur.uni-kassel.de
Forschungslabor für Experimentelles Bauen (Feb)
(Laboratório de Construções Experimentais)
Universidade de Kassel/Alemanha (Uni K)
Financiamento do Protótipo: Deutsche Forschungsgemeinschaft (Dfg)

Objetivo

O objetivo deste projeto é a construção de habitações de baixo custo visando sustentabilidade, utilização de materiais de construção da própria região, a produção própria dos materiais de construção pelos futuros moradores e a participação dos futuros moradores desde o planejamento até a construção da moradia. Resgate de tecnologias simples que minimizam os custos e proporcionam uma melhor qualidade na construção, um conforto térmico e uma climatização passiva. Os grupos de trabalhados são formados por pessoas com baixa renda em regiões urbanas no Estado do Rio Grande do Sul/ Brasil. Através da participação e integração dos participantes no planejamento e construção de habitações objetiva-se estimular a produção de materiais de construção e a construção de habitações em forma de mutirão. Estes grupos foram facilitados através de oficinas de trabalho realizadas no próprio local da construção.


Mesa de produção de adobes


Pratilheiras para secagem


Produção do adobes

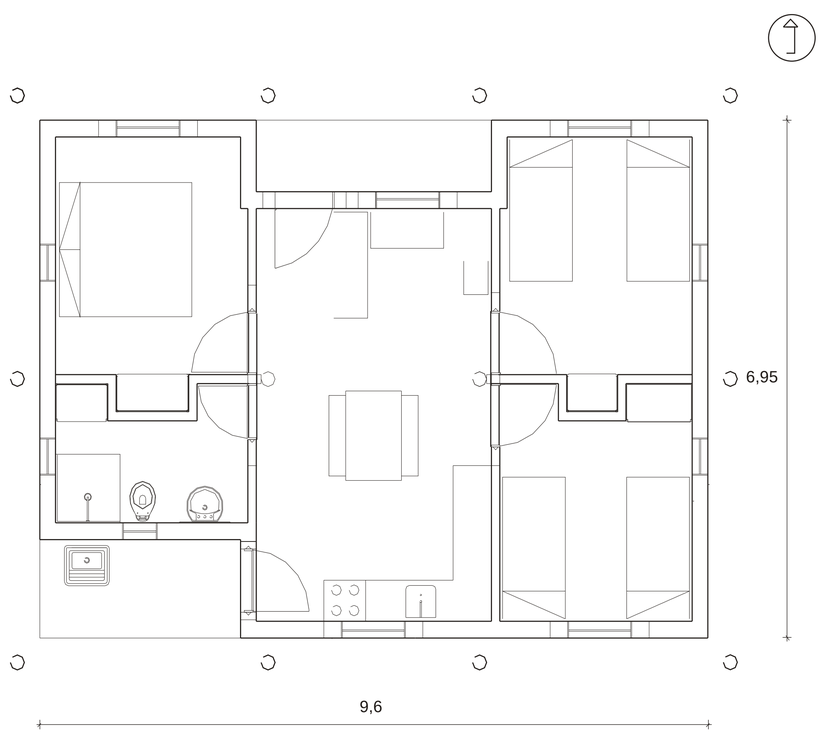
Resultados

Entre março e novembro de 2004 foram construídas em trabalho conjunto com organizações não governamentais, Estado e movimentos sociais duas casas protótipicas. A primeira casa protótipica foi construída em conjunto com o Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (MST). A segunda casa protótipica foi construída em conjunto com a Cooperativa Habitacional Ltda (COOHAP), no município de São Leopoldo com o apoio do Departamento de Fomento ao Cooperativismo (DECOOP) da Secretaria de Habitação do Estado do Rio Grande do Sul (SEHADUR).

A participação dos futuros moradores durante todas as etapas do processo, desde o planejamento, elaboração,organização, produção de materiais até a construção da habitação, levou-os a refletir sobre a importância da utilização de técnicas e materiais não convencionais, pela eficácia comprovada por estes, uma vez comparados às construções populares convencionais. A partir das experiências vivenciadas em bioarquitetura, puderam constatar uma melhor qualidade de vida que este tipo de construção traz, em relação a tradicional, por um menor custo. O projeto despertou o interesse do Governo do Estado que já inicia processo para aplicação de recursos na implantanção e ampliação do mesmo em outras comunidades de baixa renda.

Casa Protótipica em São Leopoldo

Planta baixa




Construção do telhado


Momtagem da estrutura do telhado


Pavilhão de produção dos adobes para casa prototípica e comercilização

Descrição

Fundação: pedra grês, concreto e ferragem
Contra-piso: brita, membrana de proteção contra a umidade
Paredes: Adobes produzidos manualmente não queimados, rejunte de barro sem adição de cimento e pintura com cal
Estrutura: estrutura com postes reciclados da CEEE/ Companhia Estadual de Energia Elétrica
Telhado: bambus, membrana de proteção, 10 cm de substrato e vegetação
Área construída: 62 m²


Contrução das paredes


Paredes externas de adobes e argamassa


Primeiros 50 cm das paredes são de tijolos queimados

Local

Cooperativa Habitacional COOHAP Ltda, localizada no município de São Leopoldo, Rio Grande do Sul

Cooperação

Sehadur/Decoop: Departamento de Fomento ao Cooperativismo Habitacional do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre
Unisinos: Universidade do Vale dos Sinos, São Leopoldo
Coohap: Cooperativa Habitacional Ltda, São Leopoldo
Cientec: Fundação de Ciência e Tecnologia

Conclusão

Janeiro de 2005

Custo

O custo total de materiais de construção para a execução da casa prototípica ficou em 10.000,00 Reais (R$) (sem considerar a mão de obra). O custo final do m² construído foi de R$ 161,00.


Colocação das leivas


Colação do substrato


Vista da entrada

ARQUITECTURA DE TIERRA, ALTERNATIVA DE EDIFICACIÓN SUSTENTABLE

Dr. Arq. Rubén Salvador Roux Gutiérrez*, Dr. Arq. José Adán Espuna Mújica y Arq. Yolanda Guadalupe Aranda Jiménez
Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica de arquitectura, Diseño y Urbanismo
Miembros del Cuerpo Académico de Vivienda y Modelos Constructivos
Centro Universitario Tampico-Madero, Tampico, Tamaulipas, México
Tel. 52 833 2 27 28 28 ext. 25, e-mail. rroux@uat.edu.mx

Tema 3: Arquitectura na Contemporaneidade.
Palavra-clave: edificación, Tierra y Sustentabilidad

RESUMEN: La arquitectura, invariablemente es un factor de intervención en el medio ambiente, ya que necesariamente modificamos un entorno al realizar nuestras construcciones, se hace necesaria la búsqueda de alternativas sustentables que permitan una arquitectura más respetuosa con el medio ambiente, por otra parte los consumos de energía para producir los componentes (materiales) con los que actualmente realizamos nuestra arquitectura es muy grande por lo cual también es necesario utilizar materiales que requieran menos consumo de energía para su elaboración.
Se presenta una alternativa sustentable de construcción como lo es la arquitectura de tierra en cualquiera de sus modalidades: Adobe, tapial, Bajareque o fajina, Terrón, BTC, etc., esta arquitectura a demostrado por siglos ser ecológica, económica y con una gran posibilidad de sustentabilidad. El presente trabajo plantea las posibilidades sustentables de esta arquitectura alternativa que la colocan como la mejor alternativa para edificación de nuestro hábitat futuro.

I. INTRODUCCIÓN.

La arquitectura es un proceso creador que invariablemente es un factor de intervención en el medio ambiente, lo que ha provocado en las últimas décadas una modificación importante al medio ambiente que la rodea, esta modificación no solo es debida a los procesos de diseño y construcción de los espacios arquitectónicos, sino de manera muy importante a la producción de los materiales, ya que para poder edificar los espacios arquitectónicos utilizamos grandes cantidades de materiales tales como: Acero, cemento, madera, materiales pétreos, que en su obtención deterioran zonas que generalmente no se recuperan ecológicamente. Así mismo en los últimos at10s sean estado utilizando una gran cantidad de materiales derivados de hidrocarburos, estos con un gran potencial de contaminación y difíciles de reciclar, si a esto le sumamos que se consume gran cantidad de energía para producir los materiales que actualmente usamos en nuestra arquitectura, podemos concluir que la arquitectura actual no es una arquitectura sustentable.

Sin embargo, las investigaciones tendientes a encontrar las respuestas a esta problemática son, en cierta manera, estudios particulares dirigidos básicamente a las viviendas, en donde los cambios sugeridos son siempre bajo un a perspectiva cuantitativa y financiera que cualitativa y holística. Empero, la demanda de atención inmediata, capaz de solventar el deterioro del medio ambiente requiere de un esfuerzo mayor, aprovechando el potencial de ciertos materiales, que por ser utilizados desde tiempos remotos, son considerados como obsoletos por las políticas modernizadoras que las soslayan por razones que no siempre son del todo claras. Estas condiciones no impiden que algunos investigadores aborden el tema que más adelante estaremos comentando.

Se tiene la idea generalizada que debemos tomar como sustentable a los conceptos relacionados con la edificación y la arquitectura que se integren con la naturaleza, con un mayor

aprovechamiento de la energía, resaltándose los estudios que incorporan a sus líneas de investigación las costumbres y tradiciones de las diferentes regiones que integran nuestro planeta. Humberto Eco considera a la arquitectura como cualquier tipo de diseño que produzca construcciones tridimensionales destinadas a permitir el cumplimiento de alguna función vinculada con la vida en sociedad. Con la tendencia, sin la intención de establecer una primera reflexión, a tomar solamente en consideración las exigencias fisiológicas del usuario, soslayando en la mayoría de los casos la utilización de los medios energéticos ambientales por la facilidad de conseguir los aparatos tecnológicos que nos brindan el confort ambiental.

Los intentos de modernizar la arquitectura, utilizando sistemas inteligentes para el ahorro de energía y agua, son buenos más sin embargo estos edificios siguen siendo grandes consumidores de energía en su proceso de construcción, lo .que los hacen una contradicción y además utilizan materiales altamente contaminantes, como se podrá ver en la siguiente tabla:

Tabla I. Materiales contaminantes *Agostini, Arelys. (2004)*

MATERIALE/SUSTANCIA	PROBLEMA
Aglomerado de madera, hardboard	Emanaciones de formaldehído de las resinas ureicas y fenólicas
Aislamiento de espuma plástica. (poliuretano o PVC)	Emanaciones de formaldehído de las resinas ureicas y fenólicas
Aislamiento de fibra de vidrio	El polvo de lana de vidrio es un carcinógeno, la resina plástica ligante contiene fenol formaldehído.
Alfombras sintéticas	Acumulan polvo, hongos y producen emanaciones de componentes volátiles. Los adhesivos aplicados también emiten gases nocivos. Se cargan fácilmente de estática.
Cañerías de cobre para agua (que requieran soldadura de plomo).	La soldadura de plomo (ya prohibida en muchos países) desprende partículas de este metal.
Cañerías de plástico (PVC) para agua	Los solventes de los plásticos y adhesivos e hidrocarburos clorados, se disuelven en el agua.
Cemento/hormigón	Las gravas graníticas empleadas como áridos suelen ser radiactivas.
Ladrillos refractarios	Contienen distintos porcentajes de aluminio tóxico.
Pinturas sintéticas de interior	Emanan componentes orgánicos volátiles y gases de mercurio
Pisos vinílicos o plastificados	Producen emanaciones tóxicas del material y de los adhesivos.
Sistemas de acondicionamiento de aire	Los filtros mal mantenidos desarrollan hongos, las parrillas de condensación albergan gérmenes aeropatógenos, el sistema

distribuye contaminantes.

Los estudios realizados con respecto a los consumos de energía en la producción de materiales para la construcción han arrojado los siguientes resultados:

Tabla 2. Energía incorporada en los materiales de un edificio. *Vázquez Espí, Mariano. 2004)*

Tipo de edificio	Energía (kW/h/m^2)
Doméstico	1. 000
Oficinas	5.000
Industrial	10.000

Tabla 3. Energía para la fabricación de materiales. *Vázquez Espí, Mariano. (2004)*

Material	Energía (kW/h/kg)
Arena, grava, tierra, piedra	0,01
Madera	0,1
Hormigón	0,2
Hormigón ligero	0,5
Yeso	1,0
Ladrillo	1,2
Cemento	2,2
Fibra mineral	3,9
Vidrio	6,0
Plásticos	10
Acero	10
Plomo	14
Cobre	16
Aluminio	56

Tabla 4. Energía mínima teórica en piezas comprimidas poco esbeltas. *Vázquez Espí, Mariano. (2004)*

Material	Coste estructural
Estructural de Acero	0,44
Hormigón en masa	0,16
Tierra (adobe, tapial)	0,09
Madera	0,01

Tabla 5. Contenido energético de lo materiales. *Evans Martin; Si/via de Schiller* (1994).

Material	Contenido Energético	
	Por peso Mj/kg	Por volumen Mj/m^3
Polietileno expandido	180	2.500
Aluminio	170	459.000
P.V.C.	90	11.000
Cobre	78	698.000
Vinílico	45	6.000
Hierro y acero	40	300.000
Lana de vidrio	38	2.000
Vidrio	26	67.000
Bloque de concreto	22	35.000

Ladrillo cerámico hueco	7,5	1.000
Yeso	2,4	1.700
Ladrillo común	1,8	3.000
Concreto armado	1,8	4.000
Concreto	1,8	2.600
Adobe	0,2	320

De acuerdo con lo datos antes citados podemos observar que una buena alternativa es el uso de materiales tradicionales específicamente nos referimos a los materiales de tierra, como es el caso del adobe o cualquiera de sus otras técnicas de uso.

2. ARQUITECTURA DE TIERRA

La construcción con tierra data de hace 9000 años, a la fecha exciten construcciones de en muchas partes del mundo. Una tercera parte de la población mundial vive en una construcción de tierra y en los países en vías de desarrollo esto representa más de la mitad de sus poblaciones, esto por ser el material natural más abundante en el planeta. (gráfico 1)

A diferencia de los sistemas de construcción empleados actualmente que generan gran consumo de energía y desperdicios, la construcción con tierra presenta una eficiencia energética y económica dándole un mayor valor a la salud y al clima interior de las viviendas. Por otra parte las técnicas de construcción con tierra han demostrado su viabilidad para la autoconstrucción así como para la construcción industrializada, sin dejar de manifestar su característica ecológica de esta arquitectura.

Las crisis, a las que por largo tiempo que se han estado presentando, que durante las últimas décadas han sido parte de la cotidiana vida de los países Latinoamericanos, han motivado a varios investigadores a revisar muchos de los sistemas constructivos tradicionales, con la intención de lograr un desarrollo auto sustentable que coadyuvara a superar las penurias económicas de estos pueblos. De hecho, se han llegado a plantear como premisas oficiales para mejorar la calidad de vida, que si bien se han llevado a los sitios de debate, se plantean nuevas interrogantes y discusiones, en donde las viejas cuestiones sobre estos métodos de edificación se han tratado de reinterpretar para adecuarlo a una sociedad que ha buscado la integración de la tecnología en sus cotidianas vivencias. Uno de los problemas que hoy en día están siendo ineludibles, tanto por su frecuencia en estos países como por la poca atención gubernamental que en ocasiones se le ha dado, es que en las ciudades y medios rurales han sido considerados como sitios homogéneos, es decir, como unidades de administración política, cuando por lo vasto de las regiones, éstas presentan variaciones bastante significativas, ya sea por su ámbito geográfico como por los naturales usos y costumbres de sus pobladores.

Preservar y rescatar la cultura de estos ámbitos, tomando en cuenta la identidad de los mismos, son temas de especial interés para algunas áreas de conocimiento, en síntesis, una de las principales tareas de los investigadores en la vivienda y materiales constructivos tiene que realizar será la adecuada evaluación de los nexos que los sistemas tradicionales de edificación con los contextos sociales existentes. Si bien en la mayoría de las propuestas, como el presente trabajo, son tendientes a buscar alternativas viables para la vivienda auto sustentable, o al menos, para la economización energética, se busca siempre la selección correcta de los materiales para la construcción de viviendas eficientes, económicas y respetuosas del medio ambiente, desde la óptica de impacto ambiental y sobre todo, bioclimáticas desde el punto de vista de la arquitectura. En la *Universidad Autónoma de Tamaulipas* se han concebido y desarrollado programas de investigación tendientes al estudio de materiales tradicionales, basados en los resultados obtenidos de plataformas experimentales, la medición y

procesamiento de información que de los elementos de tierra cruda o adobe se han elaborado con esta finalidad.

Para realizar el estudio sobre estos materiales, se han construido algunas modelos, sin embargo, debemos de partir de algunos conceptos que están implícitos en este proyecto. La tierra como material de construcción tiene las siguientes desventajas:

1. ***El barro no es un material de construcción estandarizado****.* Su composición depende del lugar de donde se extrae puede contener diferentes cantidades y tipos de arcilla, limo, arena y agregados.
2. ***El barro se contrae al secarse.*** A través de la evaporización del agua de amasado pueden aparecer fisuras.
3. ***El barro no es impermeable****.* El barro debe protegerse de la lluvia y las heladas especialmente en estado húmedo." *Minke Gernot (2001)*

La tierra tiene también muchas ventajas, que a continuación se mencionan:

1. ***El barro regula la humedad ambiental****.* El barro tiene la capacidad de absorber y desorber humedad más rápido y en mayor cantidad que los materiales de construcción. Por eso regula el clima interior.
2. ***El barro almacena calor****.* Al igual que otros materiales densos, el barro almacena calor
3. ***El barro ahorra energía y disminuye.*** *la contaminación ambiental.* El barro prácticamente no produce contaminación ambiental en relación a otros materiales de uso más frecuente, solo necesita el 1 % de la energía requerida para la preparación, transportación y elaboración del concreto armado o ladrillo cocido.
4. ***El barro es reutilizable****.* El barro crudo se pede volver a utilizar ilimitadamente. Solo necesita ser triturado y humedecido con agua para ser reutilizado.
5. ***El barro economiza materiales de construcción y costos de transporte****.* Generalmente el barro que se encuentra en la mayoría de las obras producto de la excavación de cimientos puede ser utilizado para la construcción.
6. ***El barro es apropiado para la autoconstrucción****.* Las técnicas de construcción con tierra pueden ser ejecutadas por personas no especializadas en construcción.
7. ***El barro preserva la madera y otros materiales****.* El barro mantiene secos los elementos de madera y los preserva cuando están en directo contacto con el.
8. ***El barro absorbe contaminantes****.* Se ha dicho muchas veces que el barro contribuye a purificar el aire de un ambiente interior pero hasta el momento esto no ha sido científicamente comprobado. Es Una realidad que el barro puede absorber contaminantes disueltos en agua. *Minke Gemot (2001)*

A la tierra que se utiliza como material de construcción se le ha dado muchos nombre, es así que cuando se refiere a ladrillos hechos a mano se les llama ladrillos de barro, ladrillo crudo o adobes, cuando se utiliza para su fabricación un sistema de prensado manual o mecánico se les llama BTC (Bloques de tierra comprimidos), cuando se utiliza una estructura de madera o ramas, recubierta con barro, se conoce como Bahareque, bajareque, quincha. Al sistema de comprimir tierra utilizando una cimbra se le denomina: tapial, taipa.

3. Energía incorporada en fábricas de tierra.

La importancia de la construcción con tierra reside en la naturaleza intrínseca del material de sus propiedades térmicas y mecánicas, y en la posibilidad de fabricación sin consumo de energía contaminante debido a. que en todas las fases de fabricación del adobe o tapial

tradicionales se utilizan fuentes limpias de energía, ya que no ser necesario en ninguna fase del proceso altas temperaturas ni requiere materiales de mayor pureza que 1a que se obtiene en los bancos de material. Es ésta la diferencia principal con el ladrillo cerámico común.

Los bloques de tierra comprimidos (BTC) compactados por medios mecánicos, estabilizado con porcentajes de cemento Pórtland, es una solución de viable entre las técnicas sustentables tradicionales y las contaminantes de material habituales. Al hacer uso de fuentes energéticas contaminantes. Los bloques de tierra comprimidos permite reducir los costos, a la vez que se mejoran las propiedades físicas del adobe y tapial tradicionales, con costos energéticos todavía menores por unidad de producto que otras técnicas habituales comparables.

A fin de estimar la energía incorporada en 'bloques de tierra se pueden considerados siguientes resultados:

"La energía incorporada por fa tierra puede *sobrestimarse* mediante:

0,82 kg/kg x 1,33 kg/kg x 0,04 kWh/kg = 43,62 Wh/kg
La energía incorporada por el cemento puede estimarse simplemente como: 0.14kg/kg x 2 kWh/kg = 280 Wh/kg.

El coste de fabricación del bloque se estimó en 10 Wh/kg.

Finalmente se añaden 44 Wh/kg como imputación del transporte del producto final hasta 100 km de distancia (aunque incluso para viviendas unifamiliares será menos costo el transporte de la propia compactadora que es perfectamente transportable al no superar los 1.500 kg).

El resultado final es una energía incorporada total de 0,4 kW/h/kg " *Vázquez Espí Mariano (2002).*

4. CONCLUSIONES

Las construcciones que realizamos actualmente consumen mucha energía en los procesos de fabricación de sus insumos, así mismo los materiales utilizados no son biodegradables y que son altamente- contaminantes, provocan, problemas de salud a los usuarios de las construcciones realizadas con ellos.

Por otra parte se puede demostrar científicamente que una buena opción es el uso de la tierra cruda en la construcción de una arquitectura sustentable, es un material que es fácilmente reciclado, que se reintegra fácilmente a la naturaleza sin alterarla y que no provoca daños a la salud, los más importante es hacer conciencia en las autoridades y promotores de vivienda para que sea, utilizado, quitando todos los temores y mitos que existen sobre este material, ya que hay mucha gente investigando y mejorando tanto sus características física, mecánicas como sus procesos de utilización tanto para zonas sísmicas como húmedas.

4. Bibliografia

1. AGOSTINI, ARELYS. *CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES y RIESGOS EN LA SALUD POR LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION EN LAS EDIFICACIONES* [En línea]: documentación de fuentes electrónicas en el Internet [fecha de consulta: 9 de enero de 2004]. Disponible en: http://www.monografias.com/trabajos 12/caracmed/caracmed. html
2. Avita G. Rodolfo C (1997). *SUELO CEMENTO, México: IMCYC.*
3. Bardou, Patrick, y Arzoumainían, Varoujan (1981). *TECNOLOGIA y ARQUITECTURA, ARQUITECTURA DE ADOBE.* Barcelona: Gustavo Gili. ISBN: 84-252-0924-2

4. Benito, F. (1998). *Arquitectura tradicional de Castilla y León*. Castilla y León: Junta de Castilla y León. Conserjería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Conserjería de educación y Cultura.
5. Boyle-Bodin, F., et. Al (1989). *Estudios de la influencia del género de las arcillas en la elaboración de productos de "barro" estabilizado por mortero hidráulico, Vol.I, ponencia 11* (pp 207-216) en: Tercer Simposium CIB/RILEM MÉXICO´89, sobre materiales y tecnología para la construcción de vivienda de bajo costo. México: INFONAVIT.
6. Centro de Investigación Navapalos (1998). *Arquitectura de tierra*, Serie Monografías. Madrid: Centro de Publicaciones, Secretaría General Técnica, Ministerio de Fomento.
7. Cochran William, G., y Cox, Gertrude M. (1999) . *Diseño Experimental*. México: Trillas.
9. Codepan (1982). *Plan de ordenación de la Zona Conurbada del Río Pánuco.82.Versión abreviada*. México: Codepan.
10. Conescal A.C (1982). *Tecnología de tierra y su aplicación en la construcción de espacios educativos*. México: Conescal.
11. Cyted – Habyted (1999). *Memoria del 1° Seminario y Taller Iberoamericano sobre Vivienda Rural y Calidad de Vida en los Asentamientos Rurales*. Cuernavaca: UAM.
12. De la Fuente Lavalle, Eduardo (1995). *Suelo Cemento, Usos, propiedades y aplicaciones*. México: IMCYC.
13. De la Fuente, Javier (1989). *Construcción de adobe con un criterio contemporáneo*. San Nicolás de los Garza: Facultad de Arquitectura de la U.A.N.L.
14. Dirección General para la Vivienda y la Arquitectura, MOPT. (1992). *Bases para el diseño y construcción con tapial*. Madrid: Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica Ministerios de Obras Públicas y Transporte.
15. Dirección de Ingeniería Sanitaria, S.S.A (1976). *Manual de saneamiento, vivienda, agua y deshechos*. México: Limusa,
16. Evans Martin, Silvia de Schiller (1994). *Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar.* Agentina: Secretaría de Extensión Universitaria y Bienestar Estudiantil FADU, UBA
17. Fernández Loaiza, Carlos (1982). *Mejoramiento y estabilización de suelos*. México: Limusa.
18. Minke Grnot (2001). *Manual de Construcción con Tierra*. Montevideo: Ediciones Nordan Comunidad
19. Roux Gutiérrez Rubén Salvador (1990). *Utilización del material adobe para la vivienda popular en la zona Conurbada de la Desembocadura del Río Pánuco*. Tampico: Facultad de Arquitectura de la U.A.T.
20. Roux Gutiérrez Rubén Salvador (1999). *Influencia del cemento Pórtland Tipo I en la fabricación de ladrillos de adobe tecnificado en Tampico, Tam*. Tampico: Universidad de Sevilla.



Figura 1. Vivienda en Zacatecas, realizada por Instituto Zacatecano de la vivienda.

PROYECTO DE DESARROLLO EN QOTOWINCHO

Raquel Barrionuevo de Machicao**
FAUA/Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes
UNI/Universidad Nacional de Ingeniería
Los Laureles N° 1203, Conjunto Residencial San Felipe. Lima, 11. PERU
Tel.: (51 1) 462 0357 ; Telefax: (51 1) 261 4132
E-mail: mach@infonegocio.net.pe

Tema 3: Arquitectura na Contemporaneidade
Palabras-clave: Construcción, Tierra, Quincha, Qotowincho, Perú

Resumen
Qotowincho es un pequeño centro poblado, ubicado en la única zona inhóspita del hermoso valle de Urubamba, en Cusco (Perú), donde empujados por la pobreza encontraron un lugar para vivir 500 familias de muy escasos recursos. Dadas sus características de extrema necesidad, el lugar fue elegido para realizar un proyecto de mejora en la calidad de vida, transfiriendo tecnologías ecológicas, accesibles a su economía, compatibles con su cultura y cuyo aprendizaje abra posibilidades de aprender un oficio o generar micro-empresas.

El Proyecto incluyó el diseño y la construcción de un centro de salud de 1000 m2. con tecnologías que utilizan recursos locales (tierra, piedra, madera, caña, cactus), respondiendo a su tradición cultural constructiva.

El diseño del Centro tuvo en cuenta la condición sísmica del lugar. Las estructuras consideraron las investigaciones realizadas en el Perú para mejorar las tecnologías, dándoles sismoresistencia, dentro de ciertas condiciones.

El primer piso tiene muros de adobe, un sobrecimiento alto de piedra, muy usado en el lugar; el segundo piso es de quincha (paneles de madera y caña); para la estructura de columnas, entrepisos, vigas, tijerales y techos se usó madera, tanto eucalipto (abundante en la zona) como águano (madera de la selva cusqueña).

La construcción fue demostrativa y didáctica con participación de un grupo de la comunidad. A los participantes, cada fin de semana, se sumó toda la comunidad, siguiendo la costumbre ancestral de las faenas comunales. La presencia de mujeres en la construcción fue relevante, mostrando su capacidad para asumir tareas que antes estaban reservadas sólo a los hombres y lo hicieron con interés, entusiasmo y afán perfeccionista.

El proyecto ha demostrado que es posible transferir la tecnología mejorada al pueblo, enseñándoles a utilizar refuerzos y arriostres estructurales para darle sismoresistencia a la construcción de adobe, dentro de ciertas condiciones; fabricar y construir con la quincha prefabricada y la madera, hacer instalaciones sanitarias sin dañar los muros de adobe y revestirlos usando jugo de cáctus para darle impermeabilidad; así como hacer cultivos hidropónicos, usar la energía solar y contar con un medio de comunicación con las comunidades alto andinas. La transferencia realizada no sólo *ha mejorado notablemente las capacidades de la gente, sino, lo que quizás es más importante, su propia autoestima*.

Un resultado adicional es la demostración de que es posible que profesionales de distintas instituciones pueden hacer un trabajo conjunto, unidos por el interés común de contribuir a mejorar la calidad de vida de las familias marginadas en el ámbito iberoamericano, cumpliendo así con los objetivos del Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED, al cual pertenecen.

1. Introducción

El presente artículo trata de describir la experiencia de un proyecto de desarrollo llevado a cabo en el centro poblado menor de Qotowincho, situado en el distrito de Urubamba del departamento del Cusco, en Perú; utilizando tecnologías locales mejoradas.

La coordinación estuvo bajo la responsabilidad de la autora de este artículo, por encargo especial del Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED. Forma parte de las actividades del Proyecto Iberoamericano Precompetitivo XIV.5 Con Techo del CYTED, en el que ella participa en representación del Perú y en su calidad de Coordinadora del Area de Tecnología y Construcción de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes, FAUA de la Universidad Nacional de Ingeniería, UNI.

2. Contexto del Proyecto

La población de Qotowincho, constituida por 500 familias, se encuentra en un sector de extrema pobreza y un alto procentaje está desempleada, razón por la cual se asentaron en la zona más inhóspita del hermoso Valle Sagrado de Urubamba, en el departamento del Cusco, con la esperanza de alcanzar progresivamente mejores condiciones de vida, confiados en su tradición autoconstructora y en su costumbre ancestral de la faena comunal.

Por esa razón se escogió Qotowincho, donde está todo por hacer, basándose en que la experiencia del proceso de producción del hábitat popular consiste siempre en sacar de las necesidades la capacidad individual y colectiva para construir no sólo un techo para vivir, sino también locales educativos y de salud, servicios, áreas recreativas, calles y la ciudad en toda su integridad.

3. El objetivo

Llevar a cabo un proyecto integral de desarrollo, que signifique una mejora en la calidad de vida de la población, accesible a su economía y compatible con su cultura; transfiriendo el uso de tecnologías locales mejoradas y ecológicas, cuyo aprendizaje les abra posibilidades de aprender un oficio o generar micro-empresas.

4. Las tecnologías seleccionadas

La población de Qotowincho tiene una vocación constructiva adobera, heredada de sus antepasados, que tuvieron un profundo conocimiento de sus características tecnológicas y supieron darle condiciones sismorresistentes. Sin embargo, ese conocimiento se fue perdiendo con el transcurso del tiempo y por la influencia de los conquistadores que venían de un país sin sismos; dando por resultado que ahora se construya con deficiencias técnicas, lo que tienen graves consecuencias materiales y pérdida de vidas en los desastres ocurridos.

En vista que las poblaciones adoberas son las más vulnerables y son también las de menores recursos económicos, en el Perú se han desarrollado importantes estudios de investigación orientados a las búsqueda de soluciones que mejoren la sismoresistencia de las edificaciones de adobe, entre ellas las realizadas por la Universidad Nacional de Ingeniería, UNI, el Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda, ININVI y la Pontificia Universidad Católica del Perú, PUCP. Sus resultados han permitido lograr una *tecnología mejorada del adobe* y dar la *Norma E-080 Adobe del Reglamento Nacional de Construcciones* y la *Norma Técnica Peruana de Fabricación del Adobe y del Adobe Estabilizado con Asfalto*.

Asimismo, el ININVI, en representación del Perú, participó en el *Estudio de la Madera Tropical en la Construcción* , realizado a nivel andino, con participación de cinco países. Sus resultados incorporaron cien especies de madera (veinte por país) a la actividad constructora, elaborar manuales de características y clasificación de las maderas estudiadas, diseño de edificaciones, preservado y secado de la madera; además de dar lugar a la dación de normas técnicas.

El ININVI desarrolló también la investigación del uso de la quincha prefabricada en edificaciones, utilizando madera, caña y revestimiento de barro u otros morteros, según las características del lugar donde se construya.

Por otro lado, el clima de Qotowincho tiene un alto porcentaje de horas de sol, lo que lo hace ideal para aplicar la energía solar.

El estudio de suelos realizado por el Centro de Investigación para la Mitigación de Desastres, CISMID de la UNI, encontró que en el lugar el subsuelo era rocoso, con gran predominio de yeso y cal, por lo cual no sólo no es recomendable el riego periódico sino que era indispensable evitar la humedad excesiva que puede producir hundimientos peligrosos.

Por lo expuesto y con el interés de dar una solución ecológica y económica, que fuera útil y sirviera de ejemplo a los beneficiarios para mejorar sus tecnologías, se decidió utilizar recursos locales (**tierra, piedra, madera, caña y cáctus**), que respondan a su tradición cultural constructiva; además, se aprovechó la **energía solar** para cocinar, hornear y calentar el agua y, para superar el problema del subsuelo existente, se decidió promover los **cultivos hidropónicos** en invernadero.

5. El Centro de Salud de Qotowincho

El Proyecto del Centro tiene 1800 m^2 de área techada. Comprende los siguientes ambientes en el primer piso: hall de ingreso, tópico, farmacia, un consultorio, sala de reposo, servicio de hidroterapia, sala de usos múltiples, servicios higiénicos y una vivienda para el médico; en el segundo piso: salas para atención del binomio madre-niño y cuatro consultorios de diferentes especialidades. La primera etapa de la construcción abarcó 1000 m^2.

La edificación del Centro se hizo por la modalidad de **aprender-construyendo**, transfiriendo los conocimientos de las tecnologías del adobe mejorado, de la quincha prefabricada y de la madera a un grupo de 30 personas de la comunidad, previamente seleccionadas.

A los participantes de los cursos de capacitación, cada fin de semana, se sumaron unas 300 personas (varones y mujeres) de la comunidad de Qotowincho, siguiendo la costumbre ancestral de las faenas comunales. Entre ellas estuvo un grupo de la vecina comunidad de Yllary, que quiso participar para recibir también las enseñanzas impartidas.

Las mujeres participaron en la construcción, al principio con algún temor porque eran tareas ajenas a su quehacer, pero muy rápidamente su actitud e interés de aprender les permitieron asimilar las enseñanzas con afán perfeccionistas.

Tecnología mejorada del adobe

En principio, los principales conocimientos que se deseaba transferir se resumen en:

* Tener en cuenta la resistencia del suelo.
* Seleccionar una adecuada cantera de tierra, teniendo en cuenta su composición.
* Darle un buen cimiento y sobrecimiento.
* Utilizar refuerzos y arriostres en los muros para mejorar su comportamiento ante sismos.
* Colocar una viga solera sobre todos los muros para repartir las cargas sobre éstos y contribuir a su estabilidad.
* Centrar los vanos y evitar los dinteles.
* Usar un techo liviano.

Los participantes mostraron las canteras de tierra que suelen utilizar y aprendieron las técnicas para evaluar si son buenas para fabricar los **adobes**, complementando así su conocimiento empírico.

Se les enseño las ventajas de dar a los adobes una forma modular (cuadrada) de 0,40 m x 0,40 m y 0,08 m de espesor y para un medio adobe de 0,40 m x 0,20 m x 0,08 m., que no sólo facilitan un buen aparejo sino que contribuyen a mejorar el comportamiento del muro ante los esfuerzos de tracción diagonal producidos por los sismos. Con esas medidas armaron los moldes o adoberas con dos pequeños elementos adicionales para tener dos perforaciones semicilíndricas para colocar el refuerzo vertical de caña, que trabaja muy bien a la tracción.

Aprendieron la importancia de preparar un buen tendal para el secado del adobe, con área suficiente, limpio, nivelado, y sin sales; la necesidad de techarlo o de cubrir los adobes durante el secado, para que el sol no los dañe; y, luego, como debe ser apilado hasta el momento de su colocación en el muro.

Asimismo, durante el proceso constructivo del Centro, se les explicó que los muros debían tener una cimentación adecuada a la resistencia del suelo, cuidando de tener un sobrecimiento que lo aisle del suelo para evitar la humedad, usándose para ello piedra del lugar; así como estar bien alineados y aplomados, tener juntas completamente llenas, con un máximo de 2 cm de espesor. Se usó un sobrecimiento alto de piedra.

Se tuvo especial cuidado en explicarles que el principal problema en los sismos es el vaciamiento de los muros, por su debilidad en las esquinas y encuentros, por lo que se debe reforzarlos, usando mochetas o con malla electrosoldada para tener un mejor comportamiento; además de colocar, en el interior de los muros, caña vertical y horizontal de 1” de diámetro aproximadamente. Adicionalmente, amarrar todos los muros con una doble viga solera de madera de 3” x 3” de sección.

Tecnología de la quincha prefabricada

La tecnología de la quincha prefabricada, utilizada en el segundo nivel, fue fácilmente asimilada por la comunidad, especialmente por las mujeres, que aprendieron a fabricar los paneles modulares de madera, de 1,20 m x 2,10 m, en sus diferentes tipos: panel muro, medio panel, panel puerta y panel ventana; además de tímpanos cuadrados y rectangulares, para el cerramiento entre ambientes y hacia el exterior.

Los paneles de eucalipto se fabricaron con bastidores de 3 x 1½” y travesaños y riostras de 1 ½” x 1”, rellenados con caña trenzada.

Los paneles se colocaron fijándolos sobre las vigas soleras que coronaban los muros de adobe del primer nivel. Llevaban columnas de eucalipto de 3” x 3” de sección, ubicadas cada tres paneles, en los encuentros de muros, en las esquinas y en los terminales. Todos los paneles se amarraron, en su parte superior, también con vigas soleras de 3” x 3”.

Tecnología de la madera

El diseño estructural del Centro consideró el uso de la madera e incluyó, además de la viga solera, columnas de doble altura, entrepisos y techos de madera, con tijerales y viguetas, colocándose encima de éstas la caña brava chancada, una cama de barro y teja cerámica.

Los participantes aprendieron a preservar la madera, habilitar las piezas o componentes de acuerdo al proyecto e instalarlos, formando las estructuras verticales y horizontales.

Protegieron las columnas con pintura asfáltica, en la parte que se introduce en la cimentación; y, se le colocaron sobre esa superficie clavos doblados en 45° para un mejor anclaje.

Para la estructura de columnas, entrepisos, vigas, tijerales y techos se usó la madera, además del eucalipto, el águano (madera de la selva cusqueña).

Además toda la carpintería de madera (puertas, ventanas, mamparas, frisos, barandas, escaleras, cerramientos y protectores de las esquinas de los muros de adobe y quincha) fue fabricada en obra, bajo la dirección de un maestro ebanista. Niños y mujeres aprendieron y trabajaron para preservar la madera y dar el mejor acabado.

Otras tecnologías complementarias

Una tarea muy fácilmente asimilable por los participantes fue el **revoque de los muros**; luego de colocar una malla gallinero para evitar las grietas se hizo el revestimiento con una primera capa de barro, dejando que se fisure al secar, lo que facilita la adherencia de la segunda capa.

Se ensayaron diferentes mezclas para la segunda capa y, finalmente, se seleccionó la mezcla de tierra, agua y jugo de gigantón (cactus), logrando formar una capa impermeable para proteger los muros.

Se utilizó también **malla electrosoldada** de ½" de cocada, para reforzar los muros de adobe que no tenían mochetas estructurales, así como para mejorar el amarre entre las vigas de madera y los muros. Aprendieron que de esta manera también podían reforzar sus viviendas construidas.

Para las **instalaciones sanitarias** se prepararon paneles de quincha especiales, revestidos con cerámica, a fin de no empotrarlas en los muros de adobe, cuidando así que no se reduzca la sismoresistencia de la edificación. Completando el sistema se instaló un tanque séptico y un pozo de percolación prefabricados para la evacuación final de los desagües.

Para los **cultivos hidropónicos** se construyó un invernadero con palos de eucalipto y cerramiento de plástico especial, se fabricaron "bandejas de cultivo" y se utilizó riego dosificado.

Para captar la **energía solar** se instalaron cocinas, hornos y calentadores solares de diseño simple, explicando su uso a la población.

Adicionalmente, en el tema de las **comunicaciones,** se instaló una estación de radio para comunicarse con cuatro comunidades alto andinas, que por su ubicación sólo podrían llegar al Centro haciendo una larga caminata. Se espera que ahora se pueda conocer sus necesidades de atención de salud. Además, se capacitó en el uso de computadoras, previendo que en un futuro no lejano, la comunicación pueda ser vía internet.

Actualmente se ha dado inicio, siempre con participación de la comunidad, a la obra de construcción del **sistema de abastecimiento de agua de consumo humano**, teniendo como fuente el río Pumahuanca, que conduce las aguas desde el nevado Chicón, a 200 m de altura respecto a Qotowincho. Se han sumado a este proyecto 13 comunidades, anexos y sectores vecinos que también se beneficiaran del sistema. Se ha concluido las obras de captación y está en construcción un reservorio de 250 m^3. Luego se instalarán las tuberías de aducción y conducción y, finalmente, las redes de distribución de Qotowincho.

6. Conclusiones

Los resultados alcanzados en Qotowincho se pueden apreciar en los 1000 m^2 de la edificación construida, en la satisfacción de la comunidad por todas las técnicas aprendidas y en su interés de formar micro-empresas para aplicar sus conocimientos en su comunidad y en otros centros poblados vecinos.

En la inauguración del Centro, presentaron una danza de su creación, teatralizando las actividades que desarrollaron en las obras y detallando los principales conceptos que ahora tienen para mejorar sus construcciones y su hábitat.

La construcción del Centro dio lugar a una emotiva comunicación del Doctor José Antonio Cordero, en su calidad de Secretario General del CYTED, dirigida a quienes tuvieron la responsabilidad de la transferencia tecnológica:

"En Qotowincho viví uno de esos momentos mágicos que nos permiten sentirnos como parte de un conjunto maravilloso que forma la gran familia iberoamericana. Ese momento fue posible gracias a vuestro esfuerzo de entrega personal en agotadoras jornadas de trabajo para cumplir con un calendario exigente.

Quiero haceros llegar el agradecimiento de todos los pueblos de iberoamérica, de los múltiples Qotowinchos que por doquier se encuentran, porque gracias a vuestro esfuerzo se demostró que es posible transferir la tecnología al pueblo y que esa transferencia mejora notablemente no sólo las capacidades de la gente, sino, lo que quizás es más importante, su propia autoestima.

En nombre del Programa CYTED y en el mío propio quiero haceros llegar también una efusiva felicitación por vuestro trabajo. Realmente fue impresionante lo conseguido.

En técnicas constructivas, realmente encantador el ballet de la comunidad en el que presumieron de todo lo que habían aprendido, impresionante la autosuficiencia con la que explicaban los detalles técnicos con la alegría brillándole en sus ojos, les habíais ayudado a ser otros y mejores.

Fue realmente grato el ver como el invernadero y las técnicas de cultivo que les habíais transferido no solo habían sido aprendidas sino cuidadosamente utilizadas, recordar cuánto presumían de haber vendido escarolas, el futuro se veía un poco más verde en aquel páramo desolado en donde se asienta Qotowincho.no solo por transferir conocimientos sino por ilusionar a la comunidad.

Llevarles el uso de las tecnologías solares para cocinar y hornear creo que, aunque haya más nubes de las convenientes, ha sido muy buena idea; la energía solar está distribuida y disponible para todos sin coste alguno, el sol sale para todos. Las truchas que teníais asadas en el horno tenían un aspecto realmente apetitoso.

En relación con los temas de comunicación, creo que les habéis abierto a esas comunidades un camino hacia el siglo XXI, de pronto las distancias han sido dominadas y el mundo resulta accesible. Importante la formación que se ha realizado en la que deberíamos proseguir hasta que cada comunidad tuviera sus comunicadores. Gracias por el papel de abrir las puertas del presente que hasta el día 29 era desconocido futuro".

Bibliografia

* Barrionuevo, Raquel
  La tierra armada. Artículo en el libro "Un techo para vivir". 2005. CYTED-HABYTED.
  El Domocaña. Artículo en la revista Waka de la FAUA-UNI.
* Benites Albornoz, Miriam. *Influencia del tipo de mortero en el comportamiento de muros de adobe bajo la acción de fuerzas horizontales.* PUCP
* Castro Vega, Adolfo. *Construcción de viviendas económicas de adobe*. Bolivia. Memorias del V Curso Internacional sobre edificaciones de bajo costo en zonas sísmicas.
* Chú Guiño, René. *Tecnología mejorada con adobe común y su importancia en la vivienda de interés social.*
* Cuadra Liñán, Carlos Humberto. *Uso de la quincha en la edificación de viviendas.* UNI.
* Díaz Gutiérrez, Anibal. *Quincha Prefabricada.* Manual Técnico. ININVI.
* INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y NORMALIZACION DE LA VIVIENDA, ININVI. *Mejores viviendas de adobe. Construcción con bloque estabilizado*
  Quincha prefabricada. *Fabricación y construcción*.
* López Gonzalez Arturo. *Mi casa de bajareque*
* Machicao, Leonidas. *Diseño y tecnología para un asentamiento rural en zonas desérticas de la costa peruana.* Memoria del Seminario Latinoamericano de Construcciones con tierra en áreas sísmicas. PUCP.
* Meli, Roberto. Vulnerability *of earthern construction in seismic areas.* México. International conference on natural hazards mitigation research and practice: small buildings and community development. Nueva Delhi.
* Maticen, Herberth; Schutz, Eike; Merschmeyer, Gerhard; Douline Alexandre; Waschl.
  Construir con tierra en el trabajo de desarrollo. Marcelo. Bischofliches Hilfswerk MISEREOR, Aachen, Alemania.
* Meli, Roberto
  Vulnerability *of earthern construction in seismic areas.* México. International conference on natural hazards mitigation research and practice: small buildings and community development. Nueva Delhi.
* Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Perú
  Norma Técnica de Edificaciones E-080 Adobe
* Ministerio de Vivienda y Construcción, Perú
  Recomendaciones técnicas: reparación de construcciones de adobe y quincha dañadas por movimientos sísmicos.
* Ministerio de Vivienda y Construcción, Perú. *El ADOBE Estabilizado*
* Morales M. Roberto; Sánchez Olano, Alejandro; Yamashiro K., Ricardo
  Proyecto de bloque estabilizado. Estructuras. UNI
* Tejada S., Urbano.
  Buena tierra. Apuntes para el diseño y construcción con adobe. CIDAP.
* Tejada, Marcelo; Piqué, Javier
  El estudio integral de la madera para la construcción del PADT-REFORT. Junta del Acuerdo de Cartagena. Coloquio internacional "La vivienda económica en los países en desarrollo: materiales, técnicas de construcción, componentes".
* Vargas Canduelas, Evelyin.
  Estudio de morteros para la albañilería de adobe estabilizado. UNI.
* L.W. Neubauer. *Métodos de construcción con adobe*
  Ingeniería Agrícola. Estación de Experimentación, Davis. Universidad de California.
* Servicio de asentamientos humanos en Bolivia – Servicio Danés Internacional de Asentamientos Humanos. *LAK'A UTA. Construcciones antisísmicas de tierra*

** ***Coordinadora del Proyecto***: **Raquel Barrionuevo de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Artes de la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú**

Diseño y Construcción: **Pedro Lorenzo de la ETSAV de la Universidad Politécnica de Cataluña, España; Leonidas Machicao, Isabel Moroni, Jaime Alca y Maruja Vega de la ONG KAUSAY; Raquel Barrionuevo, Christian Dongo y Sara Vásquez de la FAUA-UNI.**

Cultivos hidropónicos y energía solar : **Mirtha Quiroga , Ricardo Caso, Alberto Fernández de la Universidad de La Plata, Argentina y Pedro Sanabria de la Universidad San Antonio Abad del Cusco, Perú.**

Telecomunicaciones: **David Chavez y Jaime Vera de la Pontificia Universidad Católica del Perú**

Promotor: **Fundación PROMI. Juan Pérez Marín, Presidente.**

Promotor y Financiador: **Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED. José Antonio Cordero, Secretario General.**

VISTA GENERAL DEL CENTRO DE SALUD DE QOTOWINCHO



”.

Fig. 1: Centro virtual de salud de Qotowincho construido con las tecnologías mejoradas de adobe, quincha prefabricada y madera, por la modalidad de “aprender construyendo”

TECNOLOGÍA MEJORADA DEL ADOBE



Fig. 2: Preparación del mortero (barro con paja) y construcción de los muros reforzados con caña, con participación de la comundad

TECNOLOGÍA DE QUINCHA PREFABRICADA



Fig. 3 : Estructura del hall principal de madera con paneles de quincha prefabricada

REVESTIMIENTO DEL MURO



Fig. 4: Revestimiento del muro con barro y gigantón (cáctus)

OTRAS FIGURAS QUE PODRIAN ADICIONALMENTE SER TOMADAS EN CUENTA PARA LA PUBLICACION O SUSTITUIR A ALGUNA DE LAS PROPUESTAS, A CRITERIO DEL EDITOR

LA COOPERACIÓN Y PARTICIPACIÓN VECINAL



Fig. : Las faenas comunales contribuyeron al proceso de construcción del Centro de Salud de Qotowincho. Mujeres transportando tejas desde el camino hasta el techo de la edificación.



Fig. : Fachada del Centro de Salud sobre la calle lateral



Fig : Estructura de madera del techo del taller



Fig. : Vista interior del Centro de Salud

CENTRO VIRTUAL DE SALUD



Fig. Fachada sobre la calle lateral



Fig. Fachada en la esquina de la Plaza Mayor y la calle lateral



Fig. Fachada frente a la Plaza Mayor



Fig. Fachada vista desde la Plaza Mayor

TECNOLOGÍA DE QUINCHA PREFABRICADA



Fig. 3 Fabricación de un panel de quincha (trenzado de tiras de bambú en un bastidor de madera)

OTRAS TECNOLOGÍAS COMPLEMENTARIAS



Fig : Cultivos hidropónicos.



Fig. : Uso de energías renovables: calentadores, hornos y cocinas solares



Fig : Paneles sanitarios fabricados de quincha y revestidos de cerámica para no dañar el muro de adobe

ESTUDO DE EDIFICAÇÕES RURAIS EXECUTADAS COM ADOBE NA COMUNIDADE SÍTIO VELHO, ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL

WILZA GOMES REIS LOPES*; SANDRA SELMA SARAIVA DE ALEXANDRIA
(1) Universidade Federal do Piauí – UFPI. Rua Major Manoel Lopes, n.1714. Morada do Sol, Teresina, Piauí, Brasil. CEP: 64 056-570. Fone: 55 - 086 - 3233 1274. Fax: 55 –086 3215 5698. E-mail: izalopes@uol.com.br
(2) Instituto Camilo Filho – ICF. Rua Helvídio Aguiar, n. 1522. Morada do Sol, Teresina, Piauí, Brasil. CEP: 64056 – 510. Fone: 55 – 086 - 233 8065.
E-mail: mailto:s3arquitetura@yahoo.com.br

Tema 3: Arquitectura contemporánea
Palavras-chave: arquitetura de terra, construção sustentável, adobe

Resumo
No Brasil, as técnicas de construção com terra, que tiveram um uso intensivo, durante o período colonial, foram quase totalmente abandonadas, após a chegada dos novos materiais. Contudo, em alguns locais do país, como na região nordeste do Brasil, principalmente em áreas rurais, continua-se a construir com terra, demonstrando o potencial dessas técnicas construtivas. Os índios nativos do Brasil não usavam a terra crua em suas construções, tendo sido os portugueses que introduziram as técnicas de terra no país, destacando-se como as mais usadas a taipa de pilão, o adobe e a taipa de mão ou pau-a-pique. Com o processo de colonização, foi trazida mão-de-obra da África, para trabalhar em regime de escravidão, nos engenhos e fazendas. Boa parte dos escravos fugia ou ganhava a liberdade, tendo como única maneira de garantir a sobrevivência, refugiar-se, organizando-se em aglomerações isoladas, denominadas quilombos. Ainda hoje, é possível encontrar comunidades remanescentes de quilombos, denominadas quilombolas. Em levantamento recente foram identificados 1.110 territórios quilombolas no Brasil. A comunidade rural Sítio Velho, pertencente ao município de Assunção do Piauí, do estado do Piauí é uma destas comunidades. Situada a uma distância de 306 km de Teresina, capital do estado, apresenta todas as suas construções executadas em adobe. O presente trabalho trata do estudo e análise de três destas construções. Para tanto foi realizada visita e descrição do local, levantamento do perfil da comunidade, contato com os responsáveis pelas construções, identificação do processo construtivo e materiais utilizados, registro gráfico e fotográfico das edificações, identificando detalhes técnicos e visuais. Foi constatado que as construções de adobe do local, embora executadas de maneira simples, estão em bom estado de conservação, observando-se que tanto o material e o processo construtivo estão bem adaptados à região e devidamente apropriados pela comunidade.

1. Introdução

O presente trabalho apresenta a descrição e análise de edificações executadas em adobe, existentes na Comunidade Quilombola Sítio Velho, localizada no município de Assunção do Piauí, no estado do Piauí, Brasil. Esta comunidade está inserida no programa de regularização fundiária, incentivado pela Constituição Federal que prevê a regulamentação das terras pertencentes a comunidades quilombolas (1). Nesta ação conjunta estão envolvidos diversos órgãos, nos três níveis de governo, Federal, Estadual e Municipal (2), desenvolvendo trabalhos com o objetivo de verificar a situação habitacional e promover o desenvolvimento sustentável da Comunidade Sítio Velho (3).
Para a realização do trabalho foram executadas as atividades de coleta de dados sobre o município, visita e descrição do local, levantamento do perfil da comunidade, contato com os moradores para identificação de suas aspirações de moradia, entrevista com os responsáveis pelas construções, identificando o processo construtivo e materiais utilizados, registro gráfico e fotográfico das edificações, com a identificação de detalhes técnicos e visuais.

2. Construções de terra no Brasil

As técnicas de construção com terra, como o adobe, a taipa de pilão e o pau-a-pique, com certeza, foram introduzidas no Brasil pelos portugueses. Milanez (1958) afirmou que, no Brasil, antes da chegada dos portugueses, os índios construíam seus abrigos com madeira, paus roliços e vedações de palha e folhagens, não empregando a terra para construir. Além dos portugueses, os africanos, que foram trazidos ao país como escravos, também tinham conhecimento do uso da terra para construções.
Para Del Brenna (1982: 196), a terra crua adotada desde o início da colonização, em todo o território brasileiro, permaneceu e se desenvolveu quando e onde seu uso foi possível, pelas condições do solo e do clima, configurando "em soluções de grande singeleza, funcionalidade e perfeita adaptação ao meio". Segundo Souza (1996:103), nas localidades do Brasil onde a pedra era rara e de difícil extração, prevaleceu a arquitetura de terra crua sob diversas formas de construção.
A terra crua, muito utilizada durante o período colonial, foi quase que, totalmente, abandonada após a chegada de outros materiais. Isto ocorreu, segundo Bardou e Arzoumanian (1979:32), na Europa após a segunda guerra mundial, com o surgimento de novos materiais de construção, porém esta mudança não se deveu às razões de melhor qualidade dos novos materiais, e nem à falta de conforto na casa de terra, mas sim, devido às mudanças de atividades do homem e redução de seu tempo dedicado à construção, que o levou a dar preferência aos materiais industrializados. No Brasil, este abandono foi gradual, iniciando-se no início do século XX, principalmente nas grandes cidades e só depois atingindo à zona rural (Souza 1996: 110). Contudo, ainda hoje, em vários locais do país podem ser encontradas construções realizadas a partir de uma das técnicas construtivas de terra crua.

3. Arquitetura de terra no Piauí

As terras que hoje compõem o Estado do Piauí foram formadas a partir da expansão da pecuária extensiva, realizada por desbravadores, que tomaram posse das terras daquela região, implantando fazendas para a lavoura e para a criação de gado, em finais do século XVII (Silva 1991:25). Nas primeiras construções no interior do Piauí foram utilizadas as técnicas da taipa de mão, do adobe e da taipa de pilão, destacando-se a taipa de pilão para as casas de fazenda e de engenho. Segundo Silva (1991: 169 e 177), a casa rural piauiense possuía paredes com espessura, variando de 50 a 60 cm e, sob o ponto de vista plástico e funcional, fazia lembrar as moradias paulistas. Muitos dos primeiros desbravadores e colonizadores da região foram os bandeirantes paulistas, que trouxeram a sua maneira de construir, o que explicaria esta semelhança.
Na zona urbana, também foi utilizada a terra crua para construção, como registram algumas edificações históricas, do século XVIII, ainda existentes em várias cidades do Piauí. Neste sentido, podem ser citadas as Igrejas de Nossa Senhora do Rosário e de Nossa Senhora da Vitória, executadas com taipa de pilão e o antigo Círculo Militar, construído em adobe, na cidade de Oeiras. Enquanto que, na cidade de Amarante tem-se a casa de Odilon Araújo e o Hotel Pousada Velho Monge, executados em adobe. Além disso, em alguns municípios, continua-se a utilizar, em construções mais recentes, o adobe e a taipa de mão, destacando-se, por exemplo, as cidades de Uruçuí e de Assunção do Piauí, que possuem mais de 90% de suas construções executadas em adobe, todas de ótima qualidade (4).
Na cidade de Teresina, capital do Estado, são encontradas inúmeras edificações realizadas com taipa de mão, que produzidas com um objetivo temporário e realizadas sem seguir os procedimentos corretos, deixam a desejar no que se refere a acabamento, durabilidade e aparência, contribuindo para o fortalecimento da imagem da casa de terra associada à pobreza e às construções provisórias. Em contraponto, Lopes (1998: 129 e

130), apresenta exemplos de casas construídas em taipa de mão, em Teresina, que confirmam a versatilidade, a durabilidade e o potencial desta técnica construtiva. Percebe-se, então, que as técnicas de construção com terra fazem parte do conhecimento e da cultura da população piauiense.

4. As comunidades Quilombolas

O termo Quilombola refere-se às comunidades remanescentes de quilombos, encontradas em, praticamente, todos os Estados da Federação. Os quilombos surgiram, no Brasil colonial, como forma de organização dos negros que resistiam à condição de escravos, sendo o mais famoso o quilombo dos Palmares, no estado de Alagoas, liderado por Zumbi. Além das comunidades oriundas do período escravocrata, outras foram formadas após a abolição da escravatura, como única forma de sobrevivência para os negros. O Decreto Federal n^{o}. 4.887, de 20 de novembro de 2003, regulamenta o procedimento, para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes de quilombos (BRASIL, 2003). Atualmente, estão identificados 1.110 territórios quilombolas no Brasil, e destes, apenas 29 áreas estão regularizadas (ADITAL, 2004). No estado do Piauí, foram identificadas 73 comunidades quilombolas, entre elas a do Sítio Velho, em Assunção do Piauí. O Programa Brasil Quilombola, criado pelo Governo Federal, em março de 2004, abrange um conjunto de ações voltadas para a elevação da qualidade de vida dessas comunidades, tais como, alimentação, educação, saúde, infra-estrutura (saneamento básico, transporte, água, luz, telecomunicações) e moradia digna, respeitando suas especificidades e diferenças socioculturais (SEPPIR, 2004).
A comunidade Sítio Velho teve início, segundo informações de moradores locais, em torno em meados da década de 80, do século XIX, formando-se em torno do olho d'água existente no local, descoberto pelo negro Aniceto. Como na região é comum grandes períodos de estiagem, a existência da nascente, que possibilitava o constante fornecimento de água atraiu outros moradores, formando um núcleo habitacional.

3. Caracterização física e socio-econômica da área estudada

A comunidade Quilombola Sítio Velho está localizada no Município de Assunção do Piauí, faz parte da micro-região de Campo Maior, uma das 15 em que está dividido o estado do Piauí, no Nordeste do Brasil, ficando a uma distância de 306 km de Teresina, capital do Estado. Deste percurso, 90 Km é realizado por estrada de terra. Segundo dados do IBGE (2000), possui uma população de 6.933 habitantes, com 4.101 habitantes, vivendo na área rural. Da população total, 3.941 são homens e 3.442 são mulheres.
O local onde está implantada a comunidade é uma área de fundo de vale, de paisagem privilegiada, mas de difícil acesso, apenas alcançado por veículos de tração nas quatro rodas, dificultando a chegada, inclusive de materiais de construção convencionais.
Possui clima tropical semi-árido, com chuvas distribuídas durante o ano de forma irregular, com períodos secos em torno de sete a oito meses, apresentando pluviometria média de 120 mm, segundo dados da prefeitura de Assunção do Piauí.
A população pratica agricultura de subsistência, plantando feijão, mandioca, macaxeira e milho, tendo no cultivo do feijão sua principal atividade, porém prejudicada pela baixa incidência de chuvas.
A água para as atividades diárias é retirada de um poço, em frente à igreja, utilizando-se de bomba movida à energia solar. Além disso, a população ainda recorre ao olho d'água, principalmente para se abastecer de água potável. Não existe energia elétrica no local, nem serviços de telefonia.

Atualmente possui cerca de 80 habitações, uma escola, uma igreja e a casa paroquial, todas construídas em adobe. Em levantamento realizado por meio de questionário, aplicado à comunidade, no local, obteve-se como total da população residente, o número de 399 habitantes, sendo 118 homens; 113 mulheres e 168 crianças.

4. Descrição do processo construtivo

Como já dito anteriormente, em todas as edificações da comunidade é utilizado o adobe, técnica construtiva das mais antigas, que consiste em moldar a terra úmida em fôrmas de madeira, desenformar os tijolos e deixá-los a secar ao sol, sem a queima do material (Alvarenga, 1995: 109).
Segundo Faria (2002: 51), para a confecção do adobe é preferível que a terra seja pouco argilosa e muito arenosa, e a partir de confecção manual consegue-se a produção de 300 a 500 tijolos ao dia.
Para confecção dos adobes, foi utilizada a terra retirada do próprio local, usada sem aditivos, apenas com adição de água até a obtenção de uma mistura plástica. A mistura de terra foi deixada em descanso de um dia para o outro, quando, então, foi moldada em fôrmas de madeira, revestidas de laminado, nas dimensões de 26 x 13 x 6,5 cm. Os tijolos, ao serem desenformados, foram deixados secar ao sol para, então, serem utilizados, obtendo-se uma produção estimada, por homem, de 400 tijolos ao dia.
Para a execução das paredes de todas as construções é executada uma fundação de tijolos de adobe. Para isso é feito uma cava no chão, com cerca de 25,00 cm de profundidade e 30,00 cm de largura, onde são colocadas duas fiadas de tijolos de adobe, envolvidos com argamassa de terra.

5. Descrição das habitações

As habitações da comunidade Sítio Velho estão locadas aleatoriamente, de acordo com a necessidade e vontade dos moradores locais, não seguindo a um desenho determinado e nem obedecendo algum tipo de alinhamento.
As habitações, na maioria das vezes, são de pequenas dimensões, possuindo área construída em torno de 40 a 60,00 m^2. Seguem um traçado simples, de forma retangular, possuindo sala, copa, quarto e cozinha com fogão de lenha, sem muita variação na tipologia. As paredes de adobe, que são estruturais prosseguem duplas, com largura de 30,00 cm, até a altura de 2,60 m de altura. A cobertura, de uma ou duas águas, é executada em madeira roliça da região e telha cerâmica (Figura1). Segundo informações dos moradores, a telha cerâmica é de uso recente no local, em substituição à palha de carnaúba, originalmente utilizada.
Foi observado o uso de poucas aberturas nas habitações, devido ao baixo poder aquisitivo dos moradores, que não têm condições de adquirir as esquadrias. As portas e janelas existentes são feitas de madeira da região, de forma rústica, lavradas com machado e facão. Muitas habitações são construídas coladas na casa vizinha, o que faz com que as aberturas se restrinjam às portas da frente e do fundo, e às vezes, uma janela na frente.
A argamassa utilizada no assentamento dos tijolos e no reboco interno é a mesma mistura de terra utilizada na confecção do adobe, enquanto que, nas paredes externas é utilizado a argamassa com cimento. Porém, as habitações, em sua maioria, não possuem o reboco, deixando os tijolos à vista.
O piso na maioria das habitações é de terra batida, encontrando-se em algumas delas, o uso do cimento queimado no piso de determinadas áreas do interior da habitação, principalmente na sala.
Na comunidade foi encontrado um exemplo de habitação, construída em adobe, que foge ao padrão local, possuindo melhor acabamento e maiores dimensões. Trata-se de

edificação com 129,00 m^2 de área construída, possuindo varanda, depósito, duas salas, dois quartos, copa e ampla cozinha (Figura 2).
Construída em 2002, foi usado o piso de cimento em todas as áreas e paredes rebocadas interna e externamente com reboco de terra e cimento e acabamento final de pintura na cor amarela. Na cobertura de quatro águas, foi utilizada madeira serrada e telha cerâmica, apresentando as portas e janelas também de madeira.

6. A casa paroquial

A casa paroquial, totalmente executada em adobe, possui 170,00 m^2 de área construída, sendo composta por um grande salão, seguido de quatro pequenas salas, dois depósitos e dois banheiros (Figura 3). Foi construída em 1993, para servir de apoio às atividades ao padre e às ações promovidas pela Igreja, como a realização de cursos e palestras direcionados à comunidade e serviços de assistência aos habitantes do local.
O período de construção foi de seis meses de trabalho, desde a confecção dos adobes até a obra concluída, que foi executada em equipe, pelos pedreiros locais. As paredes também são dobradas, utilizando-se duas fiadas de tijolos, apresentando largura de 30,00 cm, e seguindo o mesmo processo construtivo das habitações. Possui a altura de 2,60 m na parte mais baixa, chegando a 3,20 m na altura da cumeeira.
Diferentemente da maioria das habitações, apresenta várias janelas, de chapas metálicas, que proporciona boa iluminação aos compartimentos. As portas externas são de chapa metálica, enquanto que as portas internas são de compensado liso de madeira. As paredes internas não chegam até o teto, ficando na altura de 2,60 m, o que proporciona uma melhor circulação da ventilação no interior da construção.
Percebeu-se um maior cuidado na execução desta edificação, com a aplicação da técnica de forma correta, utilizando-se baldrame em concreto e calçada de cimento em volta da construção, que proporciona uma melhor proteção contra a umidade. Além disso, são usados beirais mais largos e as paredes são rebocadas, tanto externa como internamente por meio de argamassa de cimento, finalizando-as com pintura na cor branca.
Para a cobertura em duas águas, foi empregada telha cerâmica, apoiada em tesouras, caibros e ripas de madeira serrada. Para o piso foi utilizado o cimento queimado, obtendo-se um revestimento de boa durabilidade e de menor custo.
Observa-se que após 13 anos de construída, a edificação está em excelente estado de conservação, não apresentando problemas de trincas ou fissuras e nem de descolamento do reboco.

7. A Igreja

A igreja, de 156,70 m^2 de área construída, possui além do salão do altar, uma pequena sacristia e um banheiro. Foi construída em 2002, após três meses de trabalho dos construtores locais, que utilizaram em torno de 10.000 tijolos de adobe produzidos no local.
Ao contrário das outras construções encontradas na comunidade, esta não é unicamente de adobe, a sua estrutura é toda de concreto aparente, possuindo uma cinta inferior de amarração, que funciona como baldrame, e pilares também de concreto. Neste caso, as pareces de adobe, que funcionam apenas como vedação são de uma única fiada com largura de 15,00 cm, subindo até a altura de 3,50m (Figura 4).
A argamassa utilizada no assentamento dos tijolos e no reboco interno é a mesma mistura de terra utilizada na confecção do adobe, da mesma forma que nas outras construções encontradas no local, à exceção do reboco externo onde é acrescentado um pouco de cimento.

Na fachada de frente encontra-se um pórtico, marcando a entrada, também em concreto aparente, antecedido por um adro com piso cimentado, e por uma escadaria, que proporciona o acesso à edificação.
Em todo o piso foi utilizado o cimento e a cobertura foi de estrutura de madeira serrada com telha cerâmica. Em substituição às janelas, foi utilizado cobogós cerâmicos, que permitem uma boa ventilação no interior da edificação

8. Considerações Finais

As construções da comunidade, embora executadas de maneira simples e com uso de material local, apresentam um bom estado de conservação, inclusive havendo registro de casas construídas no local há mais de 50 anos, o que comprova a durabilidade do material. Destaca-se, ainda, que tanto o material como o processo construtivo estão bem adaptados à região e devidamente apropriados pela comunidade.
Foi observado que a terra do local é propícia para a execução de adobe. Além disso, os aspectos inerentes ao clima local, apresentando poucas chuvas e baixa umidade, o que agiliza o tempo de cura dos adobes, são fatores favoráveis à construção com este tipo de material.
As habitações necessitam de melhoria, nos aspectos referentes ao projeto, tais como, acréscimo de mais aberturas para circulação do ar e arejamento interno, ampliação das áreas, para abrigar melhor as famílias, geralmente numerosas e, também, a colocação de piso impermeável, além da aplicação de reboco interno e externo, como garantia de proteção das edificações. Necessita-se ainda, a implantação de abastecimento d'água, a colocação de banheiros e de saneamento básico, totalmente inexistente.
Convém ressaltar a importância das técnicas construtivas de terra que, possibilitam, a comunidades isoladas e de difícil acesso, como, por exemplo a de Sítio Velho, a autonomia no modo de construir suas edificações, com a utilização de materiais locais, duráveis e de baixo impacto ambiental, reduzindo, dessa forma, a dependência para com os materiais industrializados.

Referências bibliográficas

- ADITAL (2004): *Campanha nacional pressionará a regularização de territórios quilombolas.*. Disponível em: <ttp://www.adital.com.br/site/noticia.asp?lang=PT&cod=13506&busca=quilombola>. Acesso em 12/02/2005.
- ALVARENGA, M. A. A. (1995): A arquitetura de terra como instrumento de desenvolvimento social. In: WORKSHOP - ARQUITETURA DE TERRA, São Paulo,. *Anais*... São Paulo: FAU/USP, 1995, p. 107-113.
- BARDOU, Patrick; ARZOUMANIAN, Varoujan (1979). *Arquitetecturas de adobe.* Editorial Gustavo Gili, Barcelona, Espanha.
- BRASIL, Presidência da República. (2003) *Decreto n. 4887, 20 de novembro de 2003*. Disponível em: <https://www.presidencia.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4887.htm>. Acesso em 25/02/2005.
- DEL BRENNA, Giovanna Rosso (1982): *Para Arquitetos e não*. Em CENTRE George Pompidou (1982) :Arquitetura de Terra ou futuro de uma tradição milenar. Avenir Editora Limitada, Rio de janeiro, Brasil.
- FARIA, O. B. (2002): *Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana – SP).* 2002, 200p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2002.
- IBGE –Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2000). *Censo Demográfico 2000*. Disponível em: < http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em: 23/02/05.

- LOPES, Wilza. Gomes Reis (1998). *Taipa de mão no Brasil: levantamento e análise de construções.*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, área de concentração Tecnologia do Ambiente Construído) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP. 232p.
- MILANEZ, A. (1958): *Casa de Terra* - As técnicas de estabilização do solo a serviço do homem do campo. 1 ed. Rio de Janeiro: Serviço Especial de Saúde Pública - SESP.
- SEPPIR – Secretaria Especial de Política de Promoção da Igualdade Racial (2004). *Programa Brasil Quilombola.* Brasília: SEPPIR.
- SILVA, Josias Clarence Carneiro da. (1991): *Abelheiras – O último reduto da torre no Piauí.* Gráfica e Editor Júnior Ltda. Teresina, Brasil.
- SOUZA, Renato César José de. (1996): Problemas de Conservação em Construções Típicas de Minas Gerais. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo.* Belo Horizonte, n.4, p. 103 -120, maio.

Notas

(1) A Constituição Brasileira de 1988, no artigo 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, consagra aos remanescentes das comunidades de quilombos o direito à propriedade de suas terras, alegando que: *"Aos remanescentes das comunidades dos quilombos que estejam ocupando suas terras é reconhecida a propriedade definitiva, devendo o Estado emitir-lhes os títulos respectivos.*

(2) A equipe interdisciplinar e interinstitucional é formada por técnicos da Caixa Econômica Federal - CEF, por meio da Secretaria de Assistência Social e Cidadania; o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA; o Programa de Mestrado em Desenvolvimento Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí – PRODEMA/UFPI; o Núcleo de Pesquisa sobre Africanidades e Afrodescendentes – IFARADÁ; a Secretaria de Ação Social e Comunitária - SASC, por meio da Coordenação de Pessoa Negra; a Coordenação Estadual das Comunidades Negras Rurais Quilombola; o Programa de Combate à Pobreza Rural – PCPR; a Prefeitura Municipal de Assunção do Piauí e a Associação dos Pequenos Produtores de Sítio Velho.

(3) O desenvolvimento sustentável da comunidade Sítio Velho inclui, além da regularização das terras, o incremento de projetos produtivos, melhoria da infra-estrutura, acesso a saneamento básico e promoção da auto-estima e resgate da cultura negra (CEF, 2005. Relatório Sítio Velho).

(4) Informações obtidas durante pesquisa de campo relacionada à dissertação de Mestrado "*A construção de terra no Piauí: investigação, caracterização e recomendações técnicas",* em desenvolvimento, pela autora Sandra Selma Saraiva de Alexandria, junto ao programa de Desenvolvimento e meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí – PRODEMA/UFPI.

Currículo Autoras:

WILZA GOMES REIS LOPES: Arquiteta, Mestre em Arquitetura, (dissertação sobre taipa de mão), Doutora em Engenharia Agrícola, (tese sobre solo-cimento), professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPI, orientadora do Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA / UFPI, membro do Proterra.

SANDRA SELMA SARAIVA DE ALEXANDRIA: Arquiteta, Especialista em Ciências Ambientais, professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Instituto Camilo Filho, mestranda do PRODEMA/UFPI, desenvolvendo projeto de dissertação sobre o uso de construções de terra no Piauí.

ESTUDO DE EDIFICAÇÕES RURAIS EXECUTADAS COM ADOBE NA COMUNIDADE SÍTIO VELHO, ESTADO DO PIAUÍ, BRASIL

WILZA GOMES REIS LOPES; SANDRA SELMA SARAIVA DE ALEXANDRIA

Tema: Tecnologia e construção
Palavras-chave: arquitetura de terra, construção sustentável, adobe

Figuras



Figura 1. Vista e croqui da planta baixa de uma habitação de adobe, sem reboco, localizada na Comunidade Sítio Velho, Piauí, Brasil. Fotografia e desenho de Sandra Selma de Alexandria (2005).



Figura 2. Vista e croqui da planta baixa de habitação de adobe, de melhor padrão, localizada na Comunidade Sítio Velho, Piauí, Brasil. Fotografia e desenho de Sandra de Alexandria (2005).

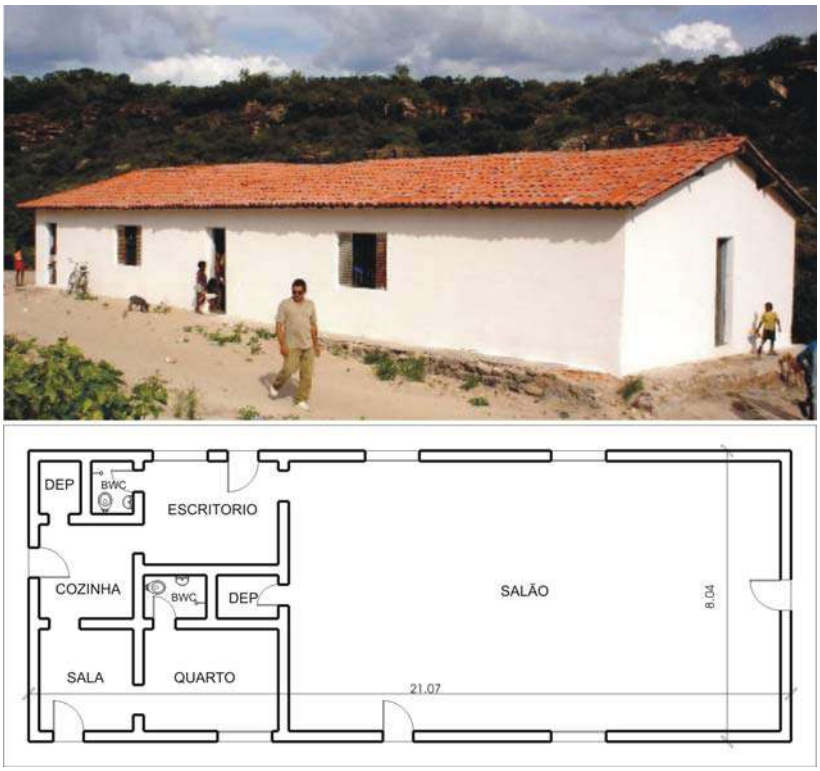


Figura 3. Vista e planta baixa da casa paroquial, executada em adobe e rebocada, localizada na Comunidade Sítio Velho, Piauí, Brasil. Fotografia de Wilza Lopes e desenho de Sandra de Alexandria.

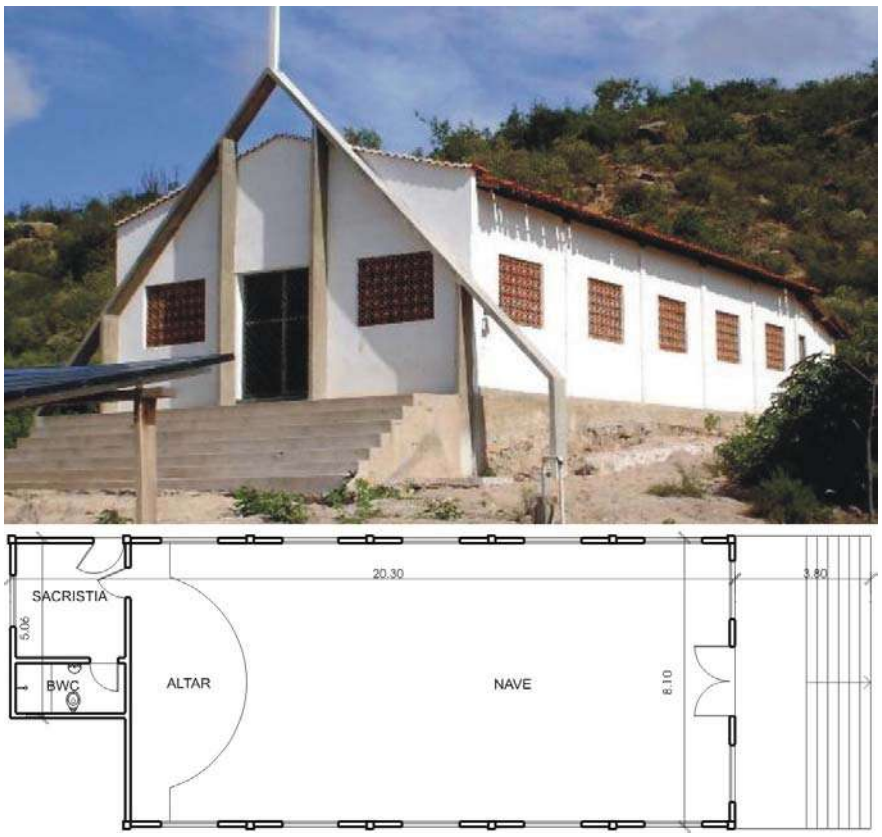


Figura 3. Vista e planta baixa da igreja, com estrutura aparente de concreto e paredes de adobe, localizada na Comunidade Sítio Velho, Piauí, Brasil. Fotografia de Wilza Lopes e desenho de Sandra de Alexandria

LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA EN LA ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA ESPAÑOLA. LA EXPERIENCIA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE REGIONES DEVASTADAS

Jaime de Hoz Onrubia, *Santos García Álvarez, Luis Maldonado Ramos, David Rivera Gámez, Fernando Vela Cossío

Centro de Investigación de Arquitectura Tradicional (CIAT)
Plaza de España núm. 10 Boceguillas (40560 Segovia)
Tel. 91 336 65 10 Fax. 91 336 65 72 E-Mail ciat@aq.upm.es

TEMA 3: **ARQUITECTURA CONTEMPORÁNEA**

TEMA: El uso de las técnicas tradicionales con tierra en la reconstrucción
PALABRAS CLAVE: *adobe, arquitectura tradicional, arquitectura popular, reconstrucción, regiones devastadas, tapial, tierra*

La construcción con tierra es una de las tradiciones más arraigadas en la arquitectura española. Los ejemplos de construcción con adobe y tapial abarcan desde los modelos de viviendas y edificios auxiliares rurales definidos a partir de la Edad Media hasta las murallas y palacios que utilizaban muros de tierra en el marco de la arquitectura histórica. El siglo XIX, sin embargo, vio el declive paulatino de estos sistemas constructivos conforme la construcción con ladrillo normalizado y los sistemas derivados de la industria se imponían en los entornos urbanos, los cuales comenzaban a absorber también a la población tradicional del campo. Sólo en el contexto de la vida rural se mantuvo la tradición de la construcción con tierra hasta mediados del siglo XX y, de hecho, ya antes de la Guerra Civil los nuevos códigos y materiales propios de la construcción moderna parecían ir a erradicar para siempre la edificación tradicional, muy especialmente la de tierra. Algunos estudiosos de la arquitectura "popular" como Fernando García Mercadal, Leopoldo Torres Balbás o Gustavo Fernández Balbuena comenzaron a analizar la construcción con tierra y a identificar sus modalidades regionales desde un punto de vista antropológico que tendía a considerarlas como un conjunto de prácticas culturales en gran medida periclitadas, aunque podían extraerse enseñanzas relevantes de ellas en lo referente a relación con el entorno, coherencia climática o sencillamente en el aspecto histórico. Los artículos sobre arquitectura popular española (incluyendo el adobe y tapial) que publicaron en la prestigiosa revista *Arquitectura* constituyen uno de los legados fundamentales del estudio de la arquitectura tradicional en el siglo XX.

Por otra parte, durante la Segunda República algunos arquitectos intentaban rehabilitar los sistemas antiguos para la construcción en áreas desfavorecidas. En un artículo sobre nueva construcción con tierra en 1933 (Temes/Barrios 1933: 297), publicado también en *Arquitectura,* se defiende la pertinencia de este material para los tiempos modernos, y la consciencia acerca de la importancia de los sistemas constructivos que utilizan la tierra con práctica exclusividad parece tan históricamente difusa como empíricamente patente:

> *Las "paredes de tierra" (...) usadas en la construcción tradicional en Caldea, Asiria, Egipto, etc., y en España por romanos y árabes, es hoy día característica de algunas regiones españolas.*

Lo cierto es que las tradiciones de la construcción tradicional se estaban perdiendo inexorablemente aunque aún subsistieran inalteradas en muchos enclaves rurales.

Fueron las consecuencias de la Guerra Civil española las que plantearon la necesidad de volver a recuperar los sistemas de construcción tradicional. Aunque el caso español es peculiar, como veremos a continuación, puede sin embargo encuadrarse en la línea de actuaciones similares que tuvieron lugar en otros países europeos después de la Primera Guerra Mundial. La escasez de materiales y la crisis económica, así como la necesidad masiva de nuevos hogares, impusieron la adopción de métodos de trabajo participativos y la búsqueda de soluciones baratas, lo que condujo de forma casi lógica al patrimonio del saber tradicional, que aún permanecía vivo en muchas localidades pequeñas.

Aparecieron entonces organismos especializados en la reconstrucción cuyos técnicos se preocuparon por la recopilación, puesta al día y difusión de los sistemas constructivos tradicionales, entre los que ocuparon un papel muy especial, por asequibles, los procedimientos de construcción con tierra, tanto en adobe como en tapial. El trabajo de la Dirección General de Regiones Devastadas (DGRD) y del Instituto Nacional de Colonización (INC), dos organismos creados *ad hoc* por el régimen del general Franco al término de la Guerra, abarca por su parte casi dos décadas de un periodo de nuestra historia marcado por la mayor austeridad económica y constructiva.

La penosa situación de posguerra había frenado la introducción de las ideas del Movimiento Moderno y, por otra parte, la orientación política del régimen de Franco reconducirá la arquitectura española hacia un periodo de exaltación de los estilos nacionales, en especial con una marcada nostalgia hacia el pasado imperial. La ya de por si incipiente estructura urbana e industrial española del primer tercio del siglo XX había quedado seriamente dañada tras el enfrentamiento bélico y surgirá entonces una necesidad imperiosa de “reconstrucción” del país. La precaria situación económica agravada por el aislamiento internacional que sufre España en los primeros años de la posguerra dará origen a una arquitectura muy particular basada desde el punto de vista morfológico en los estilos regionales y desde el punto de vista constructivo en aquellos sistemas de la tradición que ya para entonces habían empezado a ser suplantados por otros procedimientos más modernos. Hay que hacer notar que la fuerte irrupción de los nuevos materiales, principalmente el acero y el hormigón, en los años veinte y treinta se vería truncada de manera dramática por la repentina carestía postbélica que obligaba a la recuperación de sistemas de construcción tradicionales que no requerían del empleo sistemático del hierro o del cemento.

La obra de Regiones Devastadas y del Instituto Nacional de Colonización (INC) es digna de ser considerada con mucho respeto, no solo por su creatividad constructiva y su afán de búsqueda de soluciones válidas a su contexto temporal y socio-económico, sino también por su aportación a la creación temporal y coyuntural de una arquitectura post-racionalista que sucedería a los duros años de reconstrucción. La necesidad de reconstruir la España rural, motor de la economía del momento, con un claro condicionante de austeridad económica, lleva a los arquitectos a dar respuesta a unas necesidades reales y a desarrollar una notable capacidad creativa desde el punto de vista constructivo, basándose en la tecnología disponible y en su capacidad de adaptación y en la búsqueda de soluciones técnicamente viables, que son sin duda uno de los mayores aportes prácticos del período al mundo de la construcción.

Además, hay que tener en cuenta que el abandono generalizado de éstas técnicas y materiales desde mediados de siglo pasado ha conducido al desconocimiento más absoluto, por parte de los técnicos y operarios, de éstos procesos constructivos y de su puesta en obra, y los nuevos arquitectos de la reconstrucción deberán familiarizarse ahora necesariamente con ellos, buceando hacia el pasado de la construcción tradicional. Incluimos a continuación un extracto de un artículo (Cámara 1941) de la

importante revista *Reconstrucción,* que actuaba de órgano principal de difusión de la DGRD, en el cual se puede apreciar perfectamente la situación de redescubrimiento y familiarización con las técnicas tradicionales de construcción con tierra que estaban teniendo lugar a principios de los años 40. lo que incluye también una serie de dudas e incluso errores terminológicos ocasionales:

> *Como para conseguir una construcción definitiva empleando tierra apisonada es preciso asegurar con mejores materiales los elementos resistentes, es corriente tener que emplear el tapial en volúmenes muy pequeños y muy repartidos, con gran movimiento de encofrados, que encarecen la mano de obra, por lo que es preferible en estos casos moldear la tierra en adobes de dimensiones manejables, con lo que, además de conseguir mayor rapidez, se construye con menores espesores, pudiendo llegar a emplearlos en tabiques colocando los adobes a panderete.*

Como se ve, se trataba, en efecto, de aprender de nuevo el “abc” de la arquitectura española de siempre.

Uno de los elementos más interesantes en este proceso de recuperación es la existencia de unos invariantes constructivos comunes a todas éstas obras, los cuales aparecen como alternativas constructivas a la situación de restricciones propia de una economía de posguerra. En este sentido, cada comarca tiene sus tipos de vivienda adecuadas a su función, clima, materiales costumbres y salarios, la mayoría de las cuales se basa en la arquitectura tradicional de siempre, el empleo de los morteros de cal y yeso y la cubrición de vanos mediante soluciones abovedadas.

Los reglamentos para la ejecución de la ley de abril de 1939 de viviendas protegidas promulgados por el Instituto Nacional de la Vivienda (del cual dependen directamente la Dirección General de Regiones Devastadas y el Instituto Nacional de Colonización) van a tener una profunda repercusión en la construcción y racionalización de todos los proyectos ejecutados en los años sucesivos a posguerra española. La vivienda rural y la arquitectura vernácula van a constituir el modelo seguido por la arquitectura de la Autarquía de la España de los años 40. La autonomía constructiva que emplea mano de obra de los propios destinatarios de las viviendas y la austeridad de los medios va a marcar incluso desde el punto de vista formal los proyectos redactados por la DGRD y el INC Sus arquitectos adoptarán soluciones comunes desde el punto de vista formal y constructivo encaminadas a conseguir rentabilizar los pocos fondos disponibles para la reconstrucción del país.

Las soluciones de planta más habituales serán las de doble crujía paralela a la línea de fachada con tres muros de carga, dos de ellos a su vez conformarán el cerramiento de la vivienda, y el central interior a la misma servirá para dividir los usos de los espacios interiores. Otra solución podrá ser la de muros portantes perpendiculares a fachada, lo que supondrá una disminución de la luz de los elementos que forman los forzados y por consiguiente un ahorro de la sección de los muros de carga, quedando relegada la fachada a un cerramiento con aporte al sistema estructural por su condición de muro de arriostramiento, y por lo tanto con mayor posibilidad de libertad en el apertura de huecos y composición de fachada. Otro factor que prevalece en las composiciones de planta son el mantenimiento de las luces de crujías a fin de favorecer la industrialización de los elementos resistentes para así conseguir una cierta fabricación en serie de estos elementos. La alineación de las fachadas dentro de las manzanas permite a su vez la ejecución de una cubierta común a diferentes viviendas, lo que será otro factor de ahorro compositivo.

Por otra parte, surgen alternativas constructivas a la situación de restricciones propia de una economía de posguerra. Cada comarca tiene sus tipos de vivienda adecuadas a su función, clima, materiales costumbres y salarios. Esto generará en los arquitectos del momento una búsqueda de nuevas soluciones constructivas y elementos empleados en la construcción, llegándose a un cierto grado de "industrialización" con el objeto de racionalizar la actividad constructora. Se aprecian esfuerzos por conseguir iguales luces a fin de definir soluciones de forjados semejantes, reduciendo el número de vigas, con la intención de ahorrar en lo posible materiales por aquel entonces de difícil adquisición como el hierro, la madera o el cemento. Las fachadas sistematizan el uso de arcos de descarga y los cargaderos de medida estándar, regularizando el número de huecos. Con todo, existe fundamentalmente una revalorización del ladrillo, de fácil producción y del oficio de albañilería de amplia tradición en la arquitectura española, así como del tapial y el adobe.

En efecto: como materiales de fábrica se usaron abundantemente adobes, tapiales, ladrillos, y piedra, dependiendo de la abundancia y disponibilidad de los mismos en el entorno más cercano a la edificación.

Entre el adobe y el tapial, técnicas milenarias de nuestra tradición constructiva, era más habitual la primera debido a la mayor simplicidad de fabricación y ejecución que reducía al mínimo el empleo de medios auxiliares, y por consiguiente el uso de la escasa madera. La construcción con adobe, de fácil fabricación y ejecución permite reducir los espesores de los muros hasta la dimensión de un pié con el consiguiente ahorro de material frente a los muros de tapial de 40 cm. que es la dimensión mínima que permite la correcta ejecución del sistema constructivo. Además la disposición de los mismos "a panderete" resolverá la construcción de la tabiquería interior.

Otro de los materiales ampliamente utilizado fue el ladrillo cerámico normalmente cocido en la propia obra a bajas temperaturas, lo que no permitía la ejecución de fábricas vistas debido al alto coeficiente de absorción de las piezas. La técnica es idéntica a la de las fábricas de adobe, muros portantes de un pié y tabiquería "a panderete". Una variante introducida para abaratar costes de ejecución fue el muro "a la capuchina", muro de dos hojas "a panderete" enlazadas con tizones que dejan una cámara de aire en medio que puede ser rellenada de un material aislante, a veces lana de oveja o granalla de corcho, si bien es cierto que ya desde los primeros años cincuenta la fibra de vidrio se viene utilizando a tal efecto.

Y es que la piedra solo se usa en lugares donde se encuentra en abundancia en las proximidades de la obra. Su alto costo de extracción, transporte y manipulación, a parte de requerir una mano de obra especializada, la hacen muchas veces prohibitiva y su uso se limita, incluso en las zonas donde es abundante, a las partes del muro más solicitadas estructuralmente como esquinas, jambas o dinteles. Nos encontramos así con una solución de aparejos mixtos de piedra y generalmente tapial o adobe. Cuando esporádicamente encontramos muros de mampostería también pueden apreciarse soluciones "a la capuchina" con el objeto de regular el espesor de los muros que redunda en la reducción de los costos.

Es cierto, sin embargo, que en las zonas del norte de la península donde no existe abundancia de arcillas aparecen fábricas de bloques de hormigón aligerado (bloques porosos o bloques huecos) normalmente fabricados en el propio tajo con sencillas vibradoras. El costo de esta modesta tecnología era asumible por el aumento de rendimientos que derivaba, sobre todo si la cantidad de viviendas y la modulación de las mismas permitía la fabricación en cadena y escalonada de los elementos constructivos.

Otra utilización importante del adobe se dio en los interiores, pues el adobe dispuesto “a panderete” soluciona de manera eficaz la compartimentación interior de las viviendas. Aún así es posible encontrar elementos prefabricados de yeso, que levantados sobre dos hiladas de ladillo que los preserva de la humedad de las zonas bajas, solo necesitan de un enlucido y pintado posterior para su acabado final, lo que los hace enormemente competitivos en precio frente a los de albañilería tradicional.

Los muros exteriores, por su parte, necesitaban de un revestimiento a modo de capa de sacrificio para la protección de las fábricas, las cuales eran construidas en materiales altamente porosos que no aceptaban su exposición a la intemperie. El revestimiento universal de estos muros consiste en un revoco de cal y arena en proporciones cercanas al 1/3 ó 1/4. Si la disponibilidad del material era abundante también era frecuente el uso de morteros bastardos de cal y cemento añadiendo una parte de cemento por cada una de cal, lo que hacía “tirar” más rápidamente al mortero. Solamente las fábricas de mampostería o sillarejo, o con buen ladrillo cocido, podían prescindir de estos revocos, aunque el ahorro de su costo se compensaría con la más costosa ejecución de sus aparejos, pero las fábricas de tierra, en todo caso, no pueden permitírselo en modo alguno.

En general puede decirse que los proyectos del la RGRD y el INC tratan de sistematizar lo ya ensayado en la arquitectura popular, buscando una solución económica aplicable en serie, simplificando al máximo las soluciones constructivas, que permiten la ejecución con una mano de obra poco especializada que, a su vez, estaba integrada en un gran porcentaje por los futuros usuarios, incentivados por las ayudas que la Administración ponía a su disposición a cambio de su trabajo. La mayoría de las intervenciones se basan directamente en la arquitectura popular y en el empleo de soluciones sencillas de mínimo consumo tecnológico como alternativas a la escasez de materiales y a la desactivación de la industria de la construcción.

Estas experiencias permitieron afrontar, en un durísimo contexto de postguerra en España y de guerra en Europa, la reconstrucción y la colonización del país en los años cuarenta, y sirvieron a su vez como motor para la producción y la reactivación económica en aquella época de crisis. Una vez más, la economía y la sencillez de los materiales y de los sistemas tradicionales se vuelven a conjugar con su capacidad constructiva y su eficacia para resolver los problemas que se le plantean a la sociedad.

BIBLIOGRAFÍA

AA. VV. (1987): *Arquitectura en Regiones Devastadas,* Catálogo de la exposición, Madrid, MOPU

AGUILAR, Elena (2003): *Los inicios de la prefabricación en la década de 1950. Un siglo de vivienda social,* Ministerio de Fomento

CÁMARA NIÑO, Antonio (1941): "Construcción de la vivienda rural", *Reconstrucción*, Revista de la Dirección General de Regiones Devastadas, noviembre de 1941

CAMUÑAS, Antonio (1945): "Autarquía de los materiales de construcción", *Reconstrucción*, diciembre de 1945

DE HOZ ONRUBIA, J., MALDONADO RAMOS, L., y VELA COSSÍO, F.: *Diccionario tradicional de construcción con tierra,* Nerea, Madrid, 2003

Detalles Arquitectónicos, Dirección General de Regiones Devastadas, 1940

DOMENECH GIRBAU, Lluis (1978): *Arquitectura de siempre: los años 40 en España,* Barcelona, Tusquets, 1978

FERNÁNDEZ DEL AMO, José Luis (1955): "Nuevo pueblo Belvis del Jarama", Revista Nacional de Arquitectura, julio de 1955.

FORTE LUNA, Manuel, y LÓPEZ VERNAL, Vicente (1998): *Bóvedas extremeñas,* Badajoz, Colegio Oficial de Arquitectos de Extremadura, 1998

Instituto Nacional de Colonización (1965): *Memoria Octubre 1939-Diciembre 1965*, Ministerio de Agricultura

MALDONADO RAMOS, L. (1999): *Arquitectura construida con tierra en al Comunidad de Madrid,* Fundación Diego de Sagredo, Madrid

MALDONADO RAMOS, L., y VELA COSSÍO, F. (1999): *Curso de construcción con tierra (I). Técnicas y sistemas tradicionales,* Instituto Juan de Herrera, Madrid, 1999

MALDONADO RAMOS, L., y VELA COSSÍO, F. (1999): *Curso de construcción con tierra (II). Vocabulario tradicional de construcción con tierra,* Instituto Juan de Herrera, Madrid

MALDONADO RAMOS, L., VELA COSSÍO, F., y RIVERA GÁMEZ, D. (2001): *Curso de construcción con tierra (III). Nuevas aplicaciones de la tierra como material de construcción,* Instituto Juan de Herrera, Madrid

MOYA BLANCO, Luis (1997): *Bóvedas tabicadas,* Madrid, Ministerio de la Gobernación, Dirección General de Arquitectura, 1947

MUGURUZA OTAÑO, Pedro (1940): *Sistematización técnica en un Plan Nacional de Resurgimiento,* Instituto Técnico de la Construcción y Edificación nº 17, Madrid

TEMES, V., y BARRIOS, R. (1933): "La construcción del tapial en la provincia de Albacete", *Arquitectura,* año XV, num. 175, Colegio Oficial de Arquitectos, Madrid

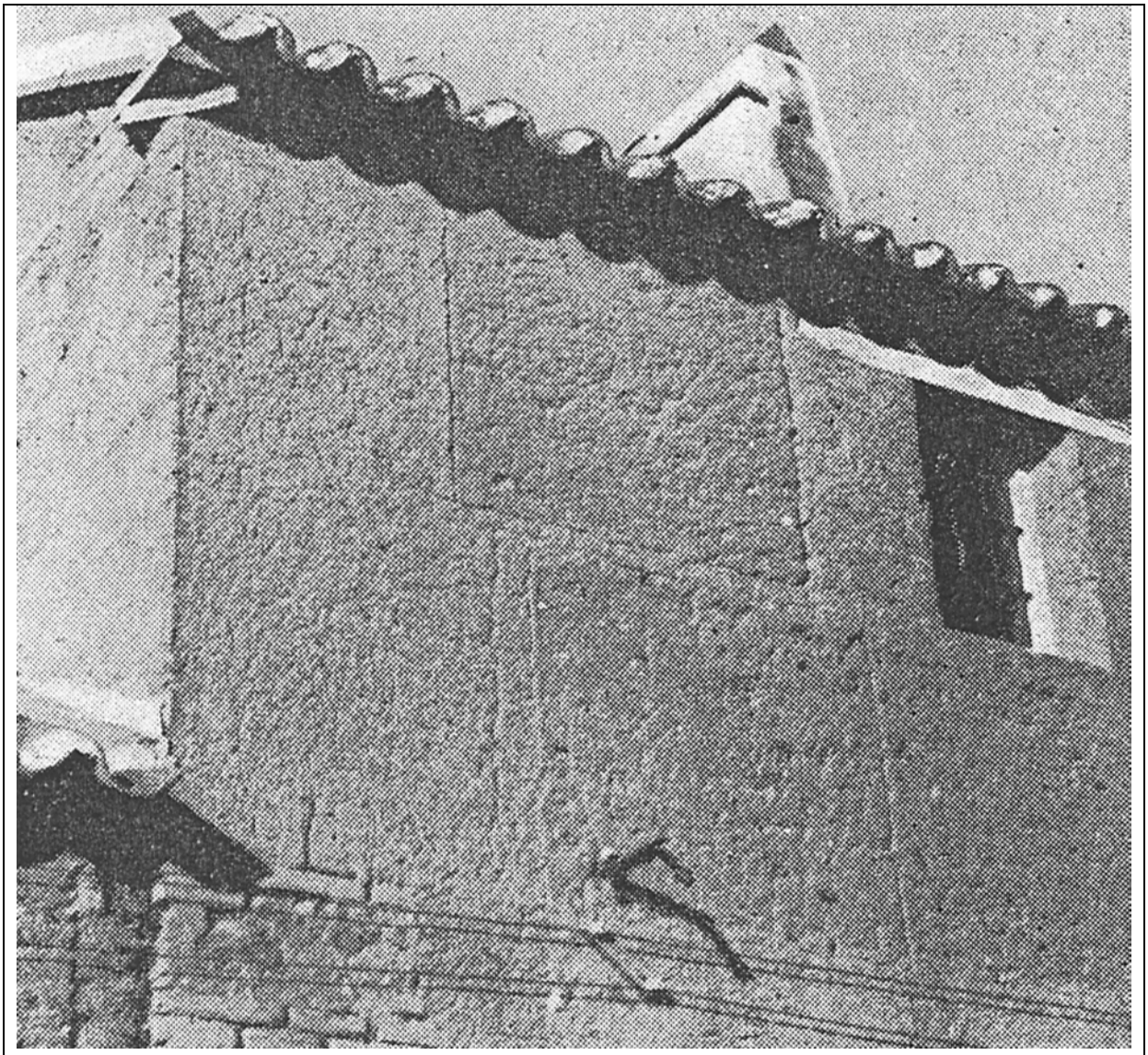


Fig. 1 Muros de tapial en Alcaudete de la jara (Cámara, 1941)



Fig. 2 Tapiales en Villanueva de la Cañada (Cámara, 1941)



Fig. 3 Fabricación de adobes en Brunete (Cámara, 1941)

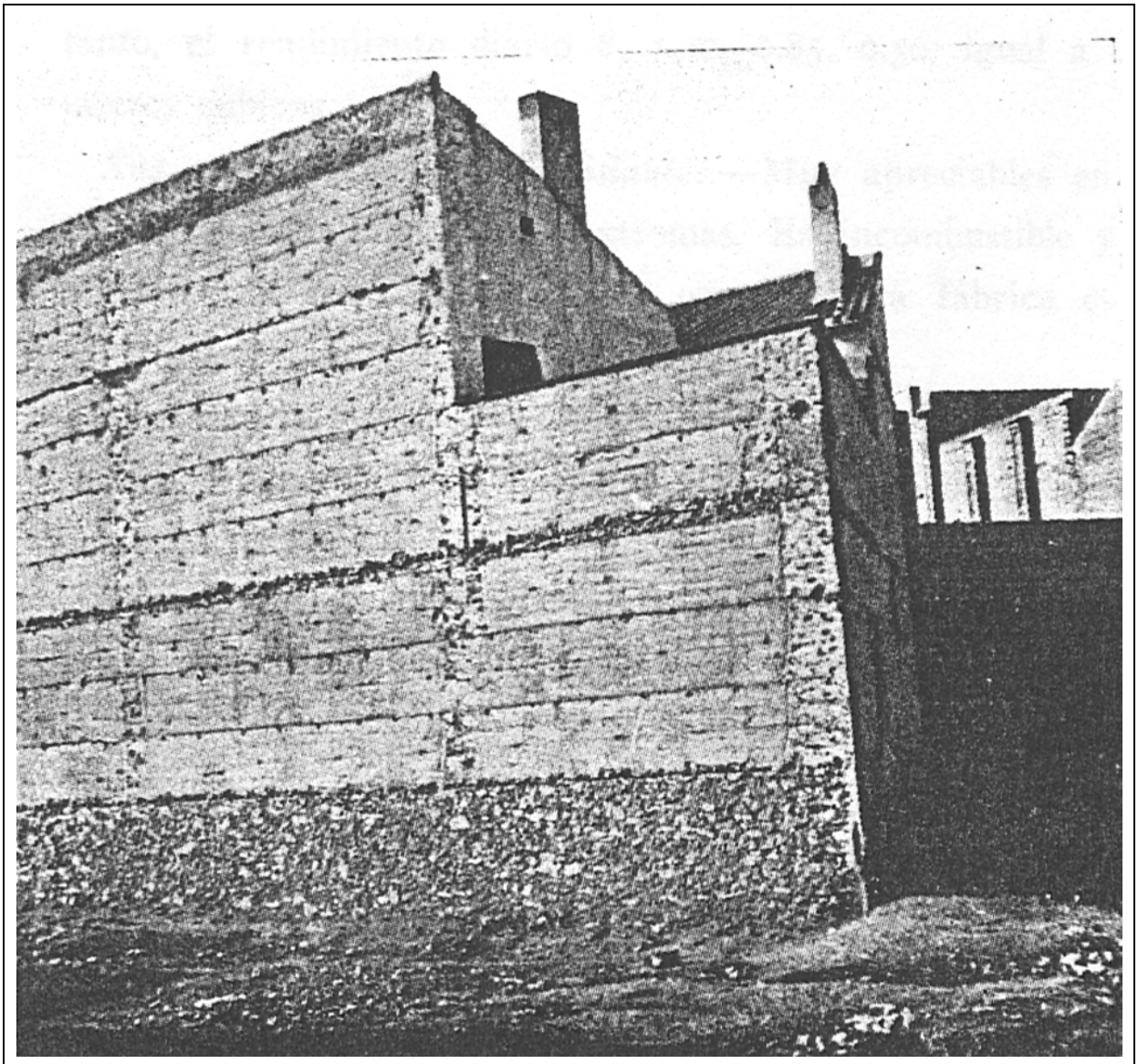


Fig. 4 Casa de tapial en Albacete (Temes y Barrios, 1933)

UMA ANÁLISE DOS RUMOS DA ARQUITETURA DE TERRA NO BRASIL

Maria José Gomes Feitosa
Universidade Federal do Rio de Janeir/Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Av. Brigadeiro Trompowski, s/nº, Prédio da Reitoria, 2° andar
Cidade Universitária. Rio de Janeiro/RJ - CEP 21941-590 - BRASIL
Tel.: +55 21 25981660; Fax: +55 21 25981634; E-mail: mj.feitosa@uol.com.br

Tema 3: Arquitectura e contemporaneidade
Palavras-chave: Taipa, Adobe, Terra, Atualização, Brasil

Resumo
Esta análise reflete como ocorreu empiricamente no passado o uso da terra para construções no território brasileiro e como está se dando essa retomada na atualidade.

Constatei em 1986 quando fazia levantamentos em monumentos antigos no interior da Bahia para nossa Dissertação de Mestrado intitulada “Novas Técnicas de Restauração de Adobe” em casas, sobrados e igrejas construídos com a terra, que os solos empiricamente estavam próximos da estabilização. Isto foi constatado através de Ensaios de caracterização de solos. Então refleti que se corrigíssemos o solo provocaríamos ainda mais uma estabilidade e aquelas construções dobrariam o tempo de vida. Muitas foram encontradas com cerca de 200 anos.

Ainda hoje a taipa de mão (pau-a-pique), taipa de pilão e adobe são empregados no Brasil, no interior ficou associada o uso da terra, para a maioria das pessoas como estando ligada a pobreza, a carência de recursos para o emprego de materiais industrializados.

O ressurgimento do emprego da terra no Brasil se deu nos últimos 20 anos. Inicialmente construindo protótipos de casas como se comprovando o uso do solo, que energicamente e economicamente era viável. Inúmeros exemplos poderão ser dados.

Posteriormente foram criados organismos, tanto público como o CEPED na Bahia quanto privado como a Associação de Construtores com Terra em São Paulo ambas fazem sistematicamente estudos e experimentos para melhoria ao uso e implantação efetiva do mesmo em construções de larga escala como a habitacional.
No campo do Ensino houve como maior destaque à implantação de uma Faculdade de Arquitetura (UNIMED) cujo ensino foi voltado para o emprego da terra e um curso em nível de Pós-Graduação na Universidade de São Paulo que analisa o emprego da terra, sua construção e valor (Prof. Dr. Sylvio Sawaya). Nesta disciplina os alunos fazem, por exemplo, projetos arquitetônicos para o uso de parques.

São estas algumas iniciativas de mão-de-obra específica.

O que se quer discutir são as maneiras que está se dando a efetivação do emprego da terra e quais as iniciativas que poderá haver.

1. Introdução

O Brasil se ergueu utilizando a terra como material construtivo em suas primeiras casas. Os índios as faziam, curvando galhos de árvores e recobrindo-as com a palha. O país passou do século XVI ao início do século XX persistindo com o emprego da terra através da taipa de mão ou pau-a-pique (entramado de madeira com preenchimento nos vazios de solo lançado com a mão) da taipa de pilão, (solo socado com um pilão com pouca água e algum estabilizante vegetal ou animal opcional) e do adobe.

2. Produção Colonial

Toda a produção arquitetônica colonial brasileira está galgada com o uso destas técnicas construtivas. Assim foram feitos os primeiros centros urbanos como: Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo e São Vicente.

São Paulo, por exemplo, deixa de ser de terra, acanhada e pequenina no início do século XX, quando o dito "progresso" chega impulsionado pela política urbana inovadora do prefeito do Rio, Pereira Passos. O centro de São Paulo é rasgado por avenidas, surgem edifícios de concreto armado e as casinhas ficam "vivas" apenas nos bairros mais afastados.

Da mesma forma que São Paulo foi, transformada em nome do progresso, as principais capitais brasileiras também o foram.
O progresso no Brasil ficou vinculado ao status social e consequentemente aos materiais de construção empregados.

3. Produção do Século XX

Ao longo de todo o século XX, foi crescendo a população brasileira, porém, concentrada nas principais capitais, detentora do país. E as outras cidades, as pequenas, como se conduziam? Seria uma indagação. Elas permaneceram simples com casinhas pequenas. A prática de construção com terra, empregando a taipa de mão, continua em todo o país, enquanto a taipa de pilão se fixou mais nos Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro em solares, casas de câmara e cadeia e igrejas.

Nos últimos 30 anos do século XX algumas "pessoas sensíveis" para a continuação do emprego da construção com terra começaram a estudá-la cientificamente. Elas buscavam a comprovação que com o solo, poderia ser duradoura e ter estabilidade. Visavam, por um lado, estas questões e por outro buscavam um custo menor da construção para moradias da população com menos recursos.

Por exemplo: o arquiteto Borsoi em Pernambuco pensou que a taipa de mão ou sopapo poderia ser feita em painéis que continham um entramado. Eles seriam colocados lado a lado e formariam as paredes. Posteriormente com as mãos lançariam o barro no entramado. Começava a ser pensada uma construção racionalizada de terra.

O CEPED – Centro de Pesquisa, em Camaçari – Bahia partiu para pesquisas onde a terra era misturada com vegetais e outros estabilizantes. Sua tentativa era de acertar uma mistura equilibrada. Na década de 70 o BNH – Banco Nacional de Habitação estudou as mais diferentes técnicas construtivas, que barateassem a habitação popular. Inúmeros protótipos de casas foram construídos num bairro experimental de Salvador denominado de Narandiba , porém não vingou a habitação com terra para as construções nas cidades. Este BNH foi fechado em meados da década de 80. Nesta mesma época houve experimentos em diversas Universidades. A Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, tentou na pessoa do Prof. Dr. Sylvio Barros Sawaya fazer edificações para melhorar a vida dos usuários da Favela San Remo, ao lado do Campus da Universidade de São Paulo. Foram erguidas uma creche e algumas casas, porém, não houve a implementação. O material "concreto" continuou marcando espaço preponderante no mercado.

Mais uma tentativa, na década de 90 foi feita na Universidade Metodista em Piracicaba - UNIMEP – São Paulo. Muitos de seus professores como, os Arquitetos Helio Dias e Maxim Bucarest que estagiaram e pesquisaram no Craterre em Grenoble, França, elaboraram um programa para a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo onde todos os projetos que os alunos desenvolviam eram com o uso da terra, sempre buscando a comprovação científica através de ensaios laboratoriais dos solos. Foi feita uma parceria entre essa Faculdade e o Craterre, e em todos os semestres professores/arquitetos franceses vem lecionar na UNIMEP.

Na última década do século XX diversos arquitetos de todo o Brasil partiram para projetos residenciais, individualizados, com o uso da terra. As técnicas taipa de mão, de pilão e adobe, muitas vezes foram empregadas simultaneamente.

Na década de 90 foi criada uma associação para estimular os construtores com terra (ABC Terra). Atualmente ela se reavalia e forma um grande Centro de Pesquisa dentro da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo.

Desde meados da década de 90 existe uma disciplina de pós-graduação (Mestrado e Doutorado da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo) ministrada pelos professores Doutores Sylvio Barros Sawaya , Paulo César Xavier e eu, chamada “Arquitetura com terra: projeto, construção e valor” que discute emprego o emprego da terra. Ela reflete os três momentos: uso no passado, no presente e discute o futuro. Vários foram os cursos de teorização, porém no momento ela está transformada em teoria e prática. Está sendo desenvolvida para essa última, projetos de equipamentos urbanos num parque na região metropolitana de São Paulo denominado de “Parque Estadual do Juquery”.

4. Conclusões

Por ocasião de pesquisa realizada para Dissertação de Mestrado (1986) na Universidade Federal da Bahia – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo intitulada “ Novas Técnicas de Restauração de Adobe” chegamos a algumas conclusões. Partimos da verificação de adobes extraídas de casas antigas dos primeiros séculos do Brasil (XVI ao início do XX) fizemos uma verificação sistemática de ensaios para caracterização dos solos.

Estes ensaios nos mostraram que os solos retirados das paredes destes monumentos estavam parcialmente estabilizados através da granulometro pelos parâmetros do DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagens. E concluímos que se os solos forem corrigidos pela mistura de outros, fornecerão uma resistência eficaz, atingindo a estabilização. Consequentemente poderemos refletir que, se solos forem sempre granulometricamente estabilizados, provocaremos que nossas construções tenham o dobro de sua vida útil.

Pensar em construir com terra, não é uma questão de saudosismo, de busca do passado, de resgate e sim de conscientização do que este material construtivo milenar pode contribuir, não importando se em construções grandiosas ou para atender aos países de Terceiro Mundo, um maior número de moradias.

No Brasil, particularmente está sendo feito um trabalho ainda incipiente, em ir mudando lentamente a mentalidade da população, desvinculando as construções com terra, da pobreza.

Terra é vida, terra é abrigo, terra é moradia. Terra é viver plenamente.
v

Maria José G. Feitosa arquiteta pesquisadora, Professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Doutoramento pela Universidade de São Paulo e Pós-Doutamento pela Universidade Nova de Lisboa (em término). Participa do Grupo de Pesquisa da ABC Terra.

Bibliografia

- 7ª. CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE O ESTUDO E CONSERVAÇÃO DA ARQUITETURA DE TERRA. AIP – Associação Industrial Portuguesa, *CTT - Correios de Portugal,* Lisboa, 1993.
- CHIARI, Giacomo. "Contributions to the study of the preservation of Mud-Brick Structures". *Giappichelli*, Torino, 1969.
- MIGNARD, R. "Traité Complet dês Connaissances Théorique". *Lévy*, Paris, s.d.
- GOMES FEITOSA, Maria José. "Novas Técnicas de Restauração de Adobe. *Dissertação de Mestrado apresentada na Universidade Federal da Bahia/Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.* Salvador, 1966.
- RAVINES, Rogger. "Tecnologia Andina. *Instituto de Estudos Peruanos*. Peru, 1983
- ROAD, RESEARCH LABORATORY DSIR SOIL MECANICS FOR ROOD ENGINEERS. *Her Majesty's Stationery Office*, London, 1952.



Fig. 1 Igreja de São João Batista – Município de Porto Seguro / Bahia
Séc. XVIII (Fotografia da autora – 1985)



Fig. 2 Praça São João Paulista – Casario Trancoso – Município de
Porto Seguro / Bahia (Fotografia da autora – 1985)



Fig. 3 Casario Construção de adobe em Vale Verde – Município de Porto Seguro / Bahia (Fotografia da autora – 1985)

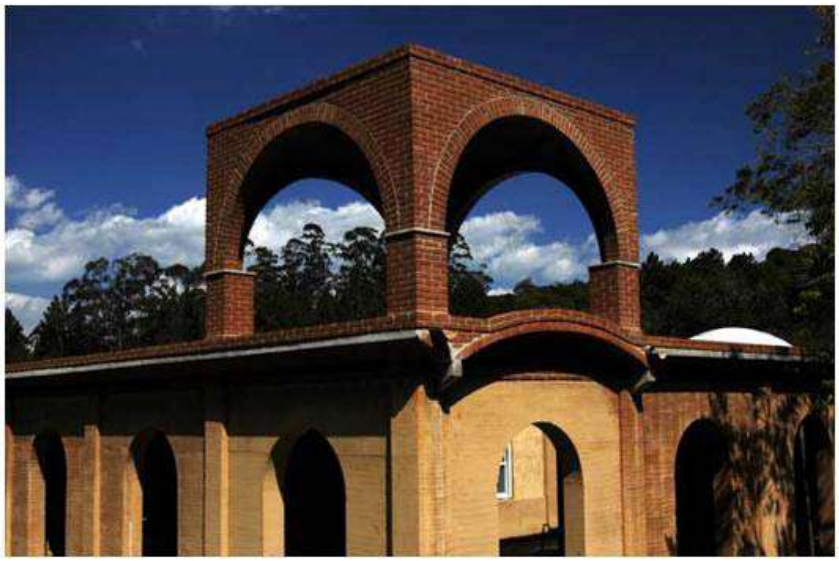


Fig. 4 Projeto Residência do Arquiteto Paulo Montoro – Município de Itapecerica da Serra – São Paulo (Foto do arquiteto) 2004

MORADIA PARA REMANESCENTES DE QUILOMBOS

Arquitetos: Paulo Montoro*, Denise Maria Corrêa, Ilma Nunes Chaves Pellizzer, Maria José Gomes Feitosa, Paulo Sérgio Ortiz, Sylvio Barros Sawaya, Wilma Abdala
Rua Conselheiro Zacarias, 418 Cep. 01429-000 São Paulo-SP, BRASIL
Tel. : 5511 38875692 – Fax: 5511 38879062; E-mail: paulomontoro@abcterra.com.br

Tema 3: Arquitectura na contemporaneidade

Palavras-chaves : Habitação /Construção /Comunidades/ Quilombolas

Resumo

QUILOMBO: "... Esconderijo, aldeia, cidade ou conjunto de povoações em que se abrigavam escravos fugidos... Constituído de negros fugidos, os quais,no séc.XVII, se estabeleceram no interior de ALAGOAS, formando um estado.(Tb. se diz apenas Palmares)" Dicionário Aurélio.

O projecto visa o fornecimento e doação de moradias para a comunidade Quilombola de Pilões, no município de Iporanga.
As técnicas escolhidas foram o adobe e taipa de pilão,
O projecto visa uma sustentabilidade ecológica, económica e cultural.
Considerou-se a possibilidade de ampliação das unidades; um desenho que valorize a implantação das habitações originais e ao mesmo tempo possibilite a constituição de diretrizes para núcleos dinâmicos, abertos a propostas contemporâneas;

1. Introdução

O trabalho ora apresentado refere-se a um programa de atendimento habitacional a comunidades quilombolas no Estado de São Paulo – Brasil, no qual foi proposta edificação com taipa de pilão, adobe e madeira.
Comunidades quilombolas são: "toda comunidade negra rural que agrupa descendentes de escravos vivendo da cultura de subsistência, onde as manifestações culturais têm forte vínculo com o passado".[1]
Às comunidades remanescentes de quilombos no Brasil, foi reconhecido o direito à regularização fundiária de suas ocupações , através do disposto no artigo 68, o Ato das Disposições Transitórias, da Constituição Federal de 1988.
No Estado de São Paulo, o poder público propõe então equacionar aos quilombolas as questões fundiárias, questão ambiental, situação sócio-económica e outros que integrarem com essas comunidades.

2. As Regiões e as ações Governamentais

As comunidades são carentes, pobres e enfrentam muitas dificuldades para garantir a existência de seus integrantes. Em São Paulo, muitas delas localizam-se em Área de Proteção Ambiental, dentro da Mata Atlântica. É bastante comum o sistema tradicional de cultivo (somente para subsistência) associado ao extrativismo. A sobrevivência deste setor da população paulista é proveniente da utilização das matas, através da caça, extração de madeira para lenha,de palmitos e também de plantas medicinais para comercialização em pequena escala, além da confecção de artesanatos.

As moradias encontradas nessas comunidades são edificadas com pau-a-pique (taipa de mão), sem qualquer intervenção hidráulica e elétrica. O material da cobertura é em sua maioria de sapé e o chão é de terra batida.
Diante dessa realidade,o Governo do Estado de São Paulo vem implementando estudos e ações que promovam o resgate dos valores históricos, o desenvolvimento da consciência cidadã, a valorização das manifestações culturais, a preservação de seus usos e costumes e a melhoria da qualidade de vida de sua população.
Já foram reconhecidos no estado, 25 comunidades quilombolas, com o universo de aproximadamente 850 famílias. Dessas,quatro já receberam titularidade de suas terras. Nas comunidades não existe o lote individual, o território é comum a todos.
O Programa de Moradias Quilombolas objetiva o desenvolvimento de ações direcionadas à melhoria da qualidade de vida e conforto da população quilombola,com a implantação de moradias em processo específico de construção, prevendo a edificação em taipa de pilão, adobe e madeira.
Em considerando o fato de que tais famílias não prevêem qualquer renda, essas moradias serão doadas pelo governo, Secretaria de Habitação do Estado de São Paulo (conforme explicado no item 7- Recursos Financeiros). Assim sendo, foi tratado o fornecimento de tais moradias primeiramente para os municípios paulistas de Eldorado e Iporanga.
Como exemplo de implantação foi adotada inicialmente a comunidade de Pilões, no município de Iporanga.

3. As Técnicas construtivas e o Projeto

Os técnicos defrontaram-se com um universo social proveniente de vários séculos e ainda atuante na procura de sua perpetuação e melhoria. Inovaram ao propor que os processos construtivos a serem empregados fossem oriundos dos utilizados tradicionalmente: pau-a-pique (taipa de mão). Porém, propostos numa perspectiva de futuro e adequados a uma qualidade ambiental desejada que também utilizassem a terra-crua.
Foram escolhidas as técnicas de taipa de pilão e o adobe
O volume de terra necessário para a construção de uma unidade é de 20 m3. Isso corresponde um volume igual a um trabalho de nivelamento do solo com20 cm de profundidade em uma área de 100 m2.
As formas de taipa de pilão podem ser reutilizadas mais de 50 vezes e a cura do bloco monolítico de taipa é feita sem a forma : ao ar livre.
As técnicas (adobe e taipa de pilão) são destinadas aos grandes edifícios que utilizam com exclusividade a terra e que possuem condições de estabilidade e perenidade invejáveis, além de serem estruturalmente mais resistente à compressão, permitem melhor conforto ambiental.
É o antigo "escravo" utilizando uma técnica de "Senhor".
A solicitação que permitiu chegar ao conhecimento da realidade Quilombola ultrapassou a premissa de um modelo-padrão de moradia, para um projeto que visa uma sustentabilidade ecológica, econômica e cultural.
No projeto foram acrescidas novas e mais amplas considerações:
1.A possibilidade de ampliação das unidades;
2.O desenho que valorize a implantação das habitações originais e ao mesmo tempo possibilite a constituição de diretrizes para núcleos dinâmicos, abertos a propostas contemporâneas;
3. A compreensão da relação com seu entorno territorial, tanto no que se refere à produção quanto na qualidade ambiental;
4.A articulação entre os vários núcleos a partir dos caminhos, trilhas locais e dos rios a um sistema hidroviário e viário apropriados às características geomorfológicas, que reforce a constelação dos núcleos existentes dentro da região e que permita a eleição de centralidades de serviços e convívios.
Este modelo pode ser empregado, com as adequações que se fizerem necessárias, em todos processos de implantações de comunidades rurais de base familiar e com proposições de resistência e identidades.
A arquitetura que reforça a viabilidade das paredes de taipa , junto com a carpintaria local prevista como auxiliar para a implantação das unidades e também como indutoras de serviços

de artesanato, e o apoio ao ecoturismo são fatos que geram estímulos para formação de uma autonomia da comunidade no seu contexto.
O projecto mostra uma elaboração construtiva, dentro de uma estética que permite incluir as questões da resistência no local, da identidade comunitária, da afirmação cultural dos Quilombolas e também de sua contemporaneidade.
Esta cultura Quilombola assim preservada fomentaria o tombamento pelo Património Histórico Nacional

4. Justificativa.

O projeto mostra uma elaboração construtiva acabada, ao mesmo tempo em que permite incluir as questões da resistência, da identidade comunitária, da afirmação cultural e da preservação pela contemporaneidade de uns dos seguimentos fundamentais da consciência do povo brasileiro.
Este desenvolvimento comunitário está intimamente relacionado com uma ocupação equitativa do território e permite agregar todas as assertivas para um convívio ambiental melhor do homem com a natureza. Isto por sua vez pode ser ampliado para toda a ampla faixa das comunidades de resistências que procuram se estabelecer na vida rural, associando-se ao acesso aos bens de serviço urbanos com todo seu desenvolvimento almejado.

5. Possibilidade de Mudança e Transferibilidade.

Os Quilombolas além a tradição cultural, detêm parcelas do território que estruturam suas vidas sociais, gerenciados por estatutos comunitários, forma um universo concreto. Isso possibilita uma diretriz de ocupação do território, que facilite um melhor convívio ambiental do homem com a natureza, ampliando às comunidades que procuram se estabelecer na vida rural e desta forma promove o acesso aos bens de serviço urbano.
O processo construtivo por mutirão, cuja matéria prima é a terra local, permite um salto quantitativo em comparação aos procedimentos normais de construção tradicional.
Essas directrizes de ocupação podem ser utilizadas continuamente no Brasil, com as adequações necessárias, por se tratar de uma utilização não predatória, mas recuperadora do território como um todo.

6. Recursos Financeiros.

Os recursos financeiros serão direcionados apenas para o material hidráulico, elétrico e cobertura.O material para a fundação,estrutura e vedação, é recolhido diretamente no local da construção. A capacitação das técnicas de terra e das instalações, dispensa contratação de mão de obra e promove a manutenção e autoconstrução em futuras construções ao longo de sua vida útil.

7. Considerações de Padrões Éticos e Equidade Social

O aprendizado de novas técnicas de construção com terra em processo de mutirão, a formação de pequenas carpintarias locais e a possibilidade de serviços de acolhida e informação a turistas, são características que induzem a estruturas comunitárias e culturais e que estabelecem um processo educacional, voltado para o conhecimento e sua qualificação.
Espera-se com esse tipo de promoção à implantação de uma estrutura espacial socializada, constituída por todas as faixas etárias, com a perspectiva de um desenvolvimento, crescimento e progresso, estabelecidas de forma equilibrada. Estrutura esta que visa os anseios, necessidades familiares, comunitários e sociais, em um ambiente sustentável e recuperado em suas qualidades. Legando-se aos pósteros algo maior e melhor do que foi recebido.

Bibliografia:

- ANDRADE, Antônio Luis Dias: Arquitetura Religiosa. São Paulo: s.c.p., 1996
- DETHIER, Jean. Arquitecturas de Terra . Lisboa: Litografia Tejo, 1993.224p.
- EASTON, David. Dwelling on Earth. A Manual for the Professional Application of Earthbuilding Techniques. United States of America: David Easton, s.d. 115p.
- MINKE, Gernot. Manual de Construccion em Tierra . Montevideo: Editorial Nordan – Comunidad, 1994.222p

.
- MISSÕES JESUITAS DOS GUARANI. Programa de capacitação para a Conservação, Gestão e Desenvolvimento Sustentável das Missões Jesuíticas dos Guarani. Brasília. Unesco, 2004. 48p.
- 7ª.CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE OESTUDO E CONSERVAÇÃO A ARQUITECTURA DE TERRA. Organizada por: Direção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais com a colaboração de:Câmara Municipal de Silves, Ed. Costa Valério, Ltda, Portugal, 1993.
- ARQUITETURA - EXPRESSÃO DE FATORES SOCIAIS" TIRAPELLI, Percival -Instituto de Estudos Vale Paraibanos - Ed. Comemorativa centro Objetivo - F. Nacional Tropeirismo.
- ARQUITETURA NO BRASIL: SISTEMAS CONSTRUTIVOS VASCONCELOS, Silvio de - 5a edição - UFMG - Belo Horizonte, 1979.
- THE NATURAL HOUSE, WRIGTH, Frank Lloyd - Horizon Press, 1954.
- TÉCNICAS CONSTRUTIVAS DA ARQUITETURA TRADICIONAL PAULISTA - SP, FAUUSP, Curso da Aperfeiçoamento, 1982.
- CONSTRUINDO COM O POVO, FATHY, Hassan - "Construindo com o Povo", RJ, editora Salamandra, USP, 1980.

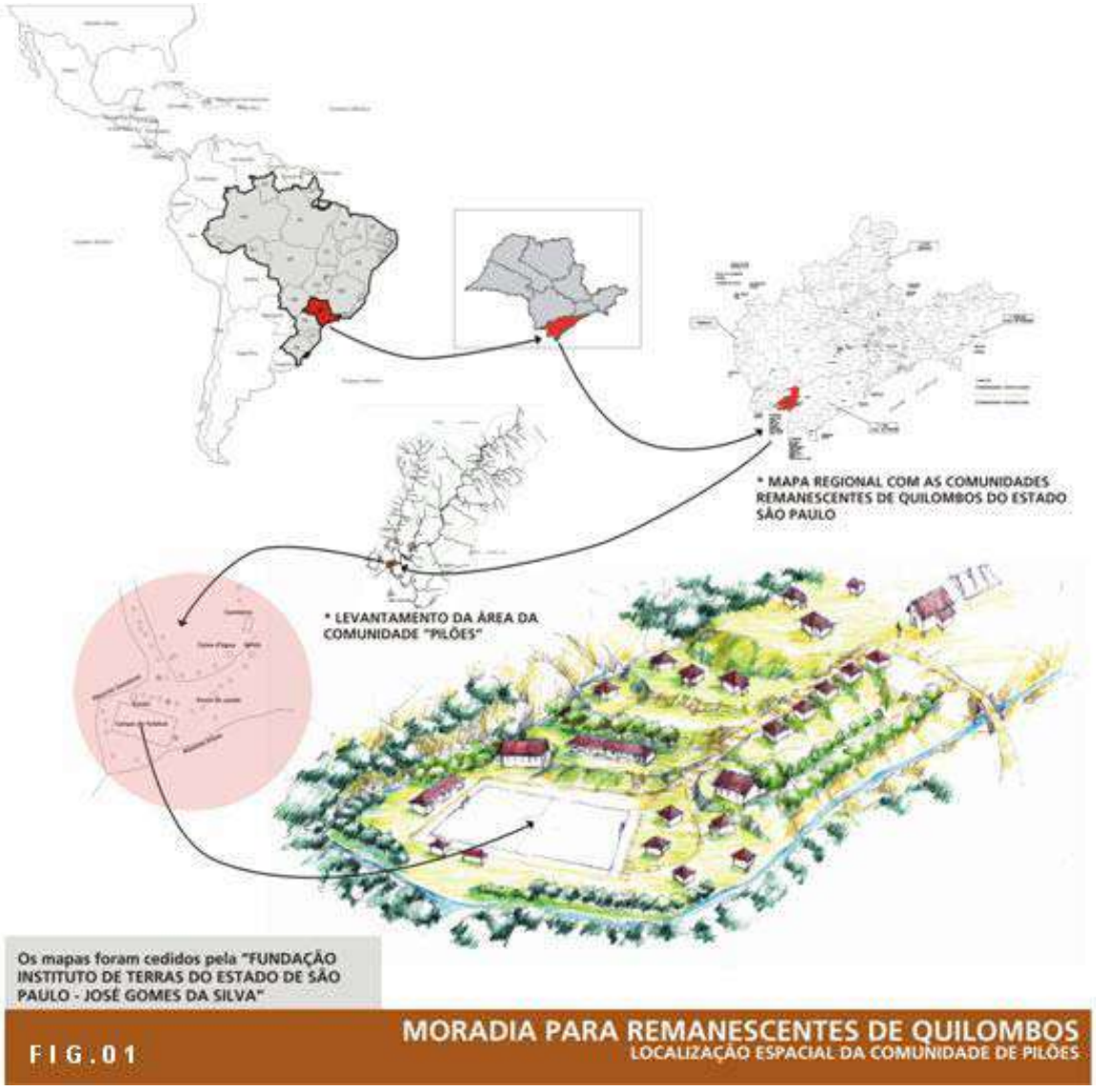
Nota. Os Arquitectos que assinam o projecto são actuantes na pesquisa específica da construção com terra crua, autores de projectos arquitectónicos e urbanos no Brasil.
Membros da Associação Brasileira de Construções com Terra – Sede São Paulo

MORADIA PARA REMANESCENTES DE QUILOMBOS

2005

Arquitetos: Paulo Montoro*, Denise Maria Corrêa, Ilma Nunes Chaves Pellizzer, Maria José Gomes Feitosa, Paulo Sérgio Ortiz, Sylvio Barros Sawaya, Wilma Abdala

Figuras

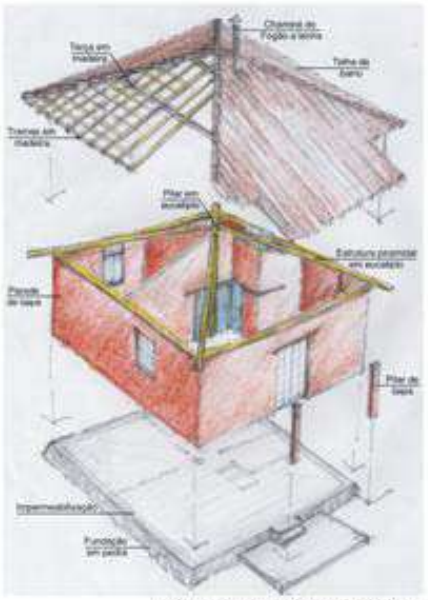




TIPOLOGIA 1



TIPOLOGIA GEMINADA 1



PERSPECTIVA EXPLODIDA COM AS 3 ETAPAS DE EXECUÇÃO

FIG.02

MORADIA PARA REMANESCENTES DE QUILOMBOS
TIPOLOGIAS E ETAPAS DE EXECUÇÃO



PROPOSTA



SITUAÇÃO ATUAL

FIG.03

MORADIA PARA REMANESCENTES DE QUILOMBOS
SITUAÇÃO ATUAL E PROPOSTA

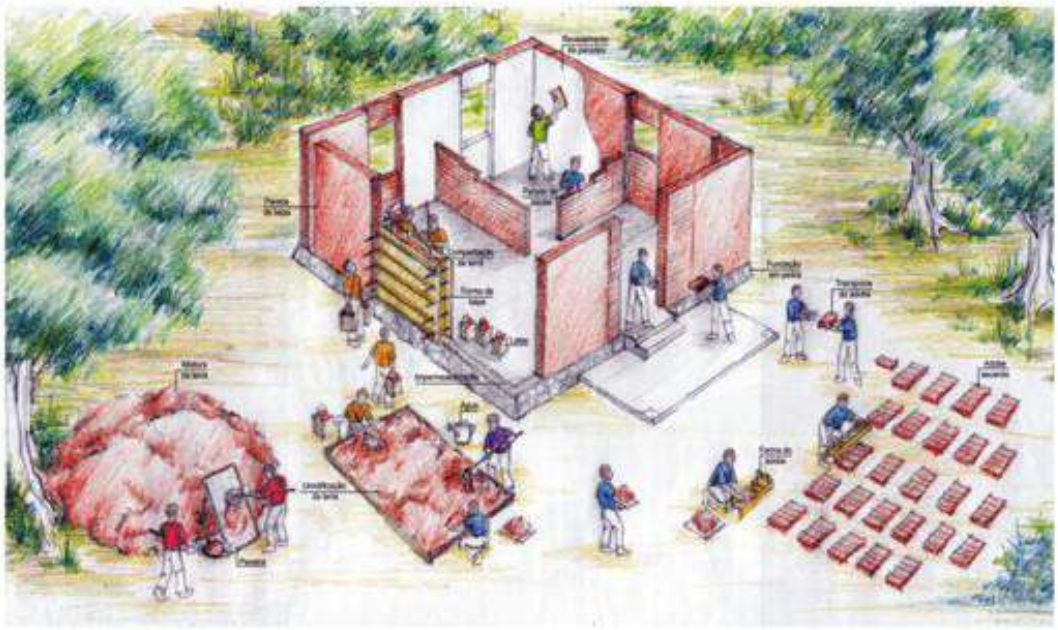


FIG.04 MORADIA PARA REMANESCENTES DE QUILOMBOS
MUTIRÃO

LA HUMEDAD EN LAS CONSTRUCCIONES CON TIERRA EN EL TROPICO. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Por: Arq. Angela M. Stassano R.*

" Stassano y Asociados S. De R.L."
Edificio Adobe 30, 2do. piso, local No.5
San Pedro Sula, Honduras.
Teléfono(504) 551-8629 (504)551-8630
Fax (504)551-8631
Email: adobe.y.viento@sigmanet.hn

Tema 3: Arquitectura na contemporaneidade
Palabras claves: Humedad, Tierra, Trópico, Diseño.

Resumen.

La presentación intenta listar los aspectos claves a tener en cuenta los diseñadores y constructores al edificar con tierra en Países Tropicales.
Las recomendaciones van desde tipos de techos, aleros, consideraciones de ventilaciones, estabilización de bloques, aislamientos, repelentes de agua, sellos de vapor, sugeridos a aplicar en las construcciones con tierra. Son referidas principalmente a las construcciones con BTC, Bloques de Tierra Comprimida, y enfocadas particularmente a los aspectos preventivos manejables en el diseño, que permiten tener la construcción de proyectos de mejor calidad de vida y durabilidad. Muchas de las recomendaciones son de aplicación sencilla y de baja tecnología, que no implican mayores costos de construcción pero sí del proceso de planificación.
A la vez, pueden ser consideraciones de apoyo general a cualquier tipo de construcción a realizarse en climas tropicales.
Hoy día muchos profesionales de la construcción, ingenieros y arquitectos, asumen que las construcciones de tierra pueden diseñarse y construirse de igual forma a otras de mampostería, ignorando que los problemas posteriores de tales construcciones no analizadas, eran fácilmente solucionables desde el escritorio en la etapa de diseño.
Se brinda un listado de medidas preventivas o vacunas, y de medidas atenuantes aplicables a proyectos ya existentes. Los comentarios, dibujos y fotografías a incluir están basados en la observación y experiencia directa de la autora, a través de los últimos 10 años de trabajar en diversos proyectos con tierra en Honduras.

Las zonas tropicales del mundo, comprenden una enorme franja de terreno y de agrupación de población humana, mucha de la cual vive en construcciones de tierra desde tiempos ancestrales, construcciones constantemente expuestas a humedad, temperaturas, flora y fauna particulares, aunadas a dificultades socioeconómicas, situaciones que de por sí afectan la calidad de vida ¨en y de¨ las construcciones de tierra mismas. Es mi pretensión, iniciar una discusión al respecto, para promover la investigación y el desarrollo de soluciones acordes a cada contexto particular.

La construcción con tierra en países Tropicales como Honduras, donde existe una elevada humedad ambiental, así como una fuerte exposición directa por lluvia durante períodos prolongados y reincidentes durante el año, deber contar con cuidados específicos.

(Insertar fotografías No.1 Flora, Moho y Grietas,
Fotografía No.2 Colapso por exceso de humedad).

Esta recomendación se vuelve particularmente importante desde el punto de vista de seguridad constructiva y personal, hasta el de salud, ya que el exceso de agua cambia totalmente las cualidades intrínsecas de los suelos, su capacidad de carga y resistencia, así como su cohesión y capacidad de compactación, pudiendo debilitar muros o secciones de muros desde erosionarlos en su condición mínima hasta llevarlos a su total colapso; creando, durante este proceso de humidificación excesiva, condiciones de deterioro visibles de la calidad constructiva como es el desprendimiento de pinturas y repellos o revoques; la pérdida de la calidad de vida en los ambientes afectados; hasta el crecimiento acelerado de hongos y mohos que pudieran deteriorar la salud de sus habitantes pudiendo llevarlos a desarrollar cuadros de enfermedades bronco-pulmonares y/o alérgicas.

Este breve y simplificado artículo intenta resumir un panorama particular de los aspectos que deben considerarse en climas tropicales, especialmente al intentar construir con tierra, asumiendo de inicio, que las construcciones están debidamente concebidas y ejecutadas. No se desea enfocar problemas de calidad constructiva, sino más bien, soluciones y vacunas preventivas, aplicables en la etapa de diseño y construcción, recomendaciones que también son herramienta útil para cualquier sistema de construcción en estos climas.

Veamos algunos de estos puntos principales:

1- Humedad relativa. Ventilación Cruzada. En ciudades de baja elevación como San Pedro Sula (150 mts. S.N.M.) al igual que otras ubicadas muy cerca de la costa marina y en especial de la Atlántica, donde los índices de humedad relativa oscilan durante casi todo el año, entre el 73% y el 92% (Oficina de Meteorología SPS), se generan condiciones ambientales particulares desde el ambiente de flora y fauna, que afectan los sistemas constructivos básicos.

Es necesidad básica provocar la ventilación cruzada en todos los ambientes, o en su defecto, la de contar con sistemas de ¨ secado ¨ o ¨ des-humidificación ¨ mecánicos como los son los aparatos de aire acondicionado y/o deshumidificadores portátiles, o como mínimo con abanicos eléctricos de techo, intentando evitar el crecimiento de hongos y moho desde paredes hasta en utensilios de uso cotidiano.

Por razones ambientales, de costo y de salud, sugerimos fuertemente el apoyar la ventilación cruzada, buscando la adecuada asesoría de un profesional de la Arquitectura, para optimizar la orientación y ventilación de todos los espacios de un edificio o residencia. Basta para ello intentar aplicar cualquiera de los esquemas básicos de diseño con ventilación cruzada. Adjuntamos algunos ejemplos de nuestros proyectos. (Insertar Figura 1, Ventilaciones cruzadas)

También los abanicos de techo, son un excelente medio suplementario para mover el aire interno, especialmente en ambientes centrales o no colindantes con el exterior. Su costo de operación es sumamente bajo, y la sensación de bienestar ambiental es muy elevada. Por supuesto, su altura, separación del cielo interior y su ubicación, deben ser bien consideradas, pues requieren espacio para ***¨ introducir y mover el aire ¨*** en el ambiente, a la vez que contar con fuentes de acceso del mismo, como ventanas y puertas colocadas preferiblemente en sentidos opuestos.

2- Humedad Directa. Aquí consideramos la recibida por el contacto con la lluvia o por exposición directa de las paredes al agua. En el clima tropical es imprescindible considerar la protección de las paredes de la lluvia, lo cual se puede lograr implementando cualquiera de los siguientes aspectos, o por una combinación de ellos:

a- Aleros. Deben construirse aleros de techos suficientemente amplios, (mínimo de 1,00 mt. de proyección en paredes no mayores de 3.50 mts. de altura) especialmente en fachadas Norte y Este de los edificios, por provenir de allí los vientos dominantes, o en las que por otras razones de ubicación particular, sean azotadas normalmente por la lluvia. Por error, al emular modas o estilos de arquitectura de otros climas y regiones, los aleros se han reducido o desaparecido totalmente, situación impráctica en el trópico, pues la lluvia azota las paredes e ingresa fácilmente por puertas y ventanas, causando los problemas del caso.

b- Repellos. Deben repellarse todas las superficies expuestas al exterior, con repellos de base cementosa, correctamente mezclados y aplicados, utilizando un enmallado galvanizado fijado a la pared a repellar, a la cual previamente se le ha abierto poro a fin de garantizar su adherencia. Los repellos con base única de tierra, o combinando tierra y cal, suelen requerir mantenimiento que de no ser aplicado, perjudica el desempeño y vida de la construcción. La condición de vida en los países centroamericanos, generalmente no permite o no siente atractivo por el constante mantenimiento de superficies más allá de las pinturas aplicadas, por lo que se prefieren los repellos cementosos, especialmente al utilizar B.T.C. (bloques de tierra comprimida) estabilizados con cemento. En casos aislados hemos observado la aplicación de selladores pintados que no permiten el respiro natural de la pared, lo cual genera cuadros peores de desempeño. Nuestra experiencia de varios años sugiere por ello utilizar obligatoriamente en paredes exteriores, repellos cementosos con pulidos de tierra y cal, condición obviable en paredes interiores o protegidas de la lluvia.

c- Estabilización. En proyectos construidos en zonas bajas, pobremente drenadas o de alta posibilidad a exposición ocasional de agua, se deben estabilizar los bloques de tierra, preferiblemente con cemento, según las proporciones base ya conocidas y requeridas. (Un promedio del 5 % al 6% por peso de Cemento Pórtland). Esta medida puede proteger inclusive construcciones que son sometidas a niveles temporales de inundación, si se cumple con las normas dadas para la prueba de esfuerzo húmedo o de resistencia mojada, según códigos con normas iguales o similares a las **ASTM D1633-00** referida en el código de Nuevo México, para dar un ejemplo.

d- Construcción o implementación de canales adecuados para drenajes de techos y drenajes superficiales de tierras. Los sistemas de captación y canalización de aguas lluvias deben calcularse con capacidad sobrada considerando las intensas temporadas de lluvias, así como la posible obstrucción de accesorios, drenajes y puntos de cambio de dirección de canales de techos ante la abundante vegetación y fauna tropical. Hojas y nidos de aves suelen depositarse fácilmente a lo largo de todo el año, volviendo el mantenimiento y limpieza periódica de los mismos, imprescindible.

Zonas de terrenos no auto-drenables o auto-absorbibles, ya sean por topografía o por tipo de suelos, deben contar con causes adecuados para evacuar las aguas lluvias del predio del terreno, especialmente durante las típicas tormentas tropicales, anticipando sistemas para prevenir la erosión del terreno mismo.

e- Detalles arquitectónicos y constructivos importantes.

(Insertar Figura 2, Humedad directa y por capilaridad).

e.1 Protuberancias. Es mejor evitar superficies sobresalientes sin protección de la lluvia pues tienden a ¨ orientar o canalizar ¨ el recorrido del agua, dañando pulidos y repellos, provocando grietas superficiales que se profundizan con el paso del tiempo hasta llegar al interior del muro de tierra.

e.2 Capotes de paredes. Deben protegerse todos los cantos de paredes y superficies horizontales, de la acción del azote de la lluvia y de la acumulación de agua, así como del escurrimiento gradual de la misma. Típicamente en los pueblos se utiliza la teja artesanal para cubrir tales muros o juntas de techos; también pueden utilizarse segmentos de cubierta o techo así como pequeñas fundiciones de concreto pobre, sobresalientes en ambas caras del muro con sus respectivos corta-lágrimas.

e.3 Corta-lágrimas. Todos los elementos protectores de muros y vigas, y capotes sobresalientes de la pared, que reciben agua de lluvia, deben contar por su cara inferior una sección de corte del curso o retorno de las gotas de agua escurridas, para alejarlas de la pared inferior, evitando erosiones, grietas y futuros puntos de fallas. Estos corta lágrimas son sencillos de implementar y de una utilidad enorme tanto por mantenimiento al evitar el feo desarrollo de rutas de hongos y mohos, como por durabilidad de repellos y de los muros mismos.

3- Humedad por Capilaridad. Esta es la que sube por cimientos y paredes; para prevenirla es necesario considerar crear barreras a su recorrido o a la migración del agua subterránea hacia la parte baja y media de las paredes. Existen diversas alternativas de solución a este problema:

a- Construir un drenaje francés subterráneo, junto o bajo cimientos. Cuando la zona es baja o tiene altas características de humedad en los suelos, puede hacerse un ¨ filtro de piedra, grava y arena, de diferentes tamaños, colocando un tubo perforado longitudinalmente por su sección media, en la parte inferior del drenaje mismo, para canalizar el agua subterránea hacia fuera, a un punto adecuado de desagüe. Implementar un filtro longitudinal de gravas envueltas en un manto geotextil, también ofrece excelentes resultados siempre y cuando las aguas recogidas se orienten a un punto específico de desagüe.

b- Prever la solera inferior y/o cimiento de concreto armado impermeabilizado, por medio de una capa de productos químicos al caso ya sea pintados en el concreto o incorporados en la mezcla como aditivo sellador de poro. Los costos son sumamente bajos, y su resultado muy importante, sobretodo ante la errónea y generalizada creencia de que el concreto por sí solo es un aislante total de la humedad. Una sencilla capa de plástico grueso, similar al usado como manteles, puede surtir el mismo efecto si es colocado sobre la cara superior de la solera inferior antes de colocar los bloques de pared.

c- Construir soleras inferiores o arranques de pared sobre-elevadas del nivel natural del terreno, al menos en 20 centímetros, de lo que podría ser el nivel del agua de lluvia acumulada en el terreno durante una fuerte tormenta. La intención principal es evitar el contacto de la humedad con las hiladas inferiores de bloques de tierra o la base

de la pared de bahareque o tapia. Actualmente en las viviendas de bahareque a nivel popular, se continúan utilizando sobre-elevaciones de piedras de río, similar a las utilizadas en tiempos precolombinos.

d- Construir una acera perimetral a las paredes exteriores, para prevenir el salpicado de la pared durante la lluvia o riego y facilitar el secado de la parte inferior de la pared. Estas pueden ser de tan solo 20 a 30 cms. de ancho y surtir un gran efecto, siempre que no sean cubiertas de material altamente absorbente de agua como las baldosas de barro artesanales o la madera. Se sugiere también, evitar sembrar junto a las paredes plantas que requieren de riego diario o abundante.

e- Colocar un sello de vapor en pisos. Esto puede ser un sencillo y grueso lienzo de plástico, tipo mantel, colocado debajo de lo que serán las fundiciones de firmes de concreto o la colocación de morteros para mosaicos y baldosas de piso. Es importante que el lienzo no esté roto, y que los bordes perimetrales suban por la pared al menos hasta la altura del zócalo interior o un mínimo de 10 cms. Los lienzos deben traslaparse mínimo 10 cms. en sentido vertical y 30 cms. en sentido longitudinal (ver figura 2), y en caso de romperse durante su colocación, podrán colocarse parches inferiores de igual traslape sobre el hueco.

Conclusiones.

El trópico, particularmente en zonas de alta incidencia de lluvias, como lo es la estrecha franja de tierra que constituye América Central, requiere de particular seguimiento a las medidas antes mencionadas, si se desea construir con tierra, a diferencia de quizás de otros sectores también tropicales.

Las temperaturas y la constante humedad tropical, favorece a su vez el desarrollo de una exuberante vegetación, con patrones de crecimiento y desarrollo mayores de los usuales en otras regiones, que suele abrirse paso hasta en los sitios más inesperados sin pedir permiso alguno; así como también cuenta con una biodiversidad increíblemente amplia, tanto en insectos como en otros animales, que gustan hacer de la tierra de paredes su hábitat protegido.

A la vez, sabemos que el aislar pretendiendo impermeabilizar o sellar completamente la vivienda no es una solución factible en nuestro clima, donde la ventilación natural es altamente deseada, y donde la renovación constante del ambiente interno es importante y deseado tanto por salud como por confort general. Mantener la característica básica de “pared que respira” en las construcciones de tierra, tiene de por sí un alto valor agregado que a la vez prolonga la vida de las construcciones mismas.

Cuando las consideraciones antes dadas se aplican desde la etapa del diseño, los costos de construcción y mantenimiento, así como la durabilidad misma de la vivienda o edificio son optimizados al máximo, garantizando al ocupante o propietario la posibilidad de disfrutar plenamente del ambiente, sabor y desempeño de cada vivienda de tierra.

El obviarlas se traduce en altos costos de mantenimiento y de implementación posterior, donde las soluciones no pueden ser integrales ni brindar las mismas posibilidades que si se realizan desde el inicio, en la etapa de diseño, situación que siempre tenderá a ir en contra de las bondades naturales de la construcción tierra y del beneficio de los

usuarios del ambiente, pudiendo afectar desde aspectos estéticos, estructurales hasta de salud.

Un buen diseño resuelve problemas antes de que ocurran, un buen constructor busca siempre anticiparse a los problemas, y un cliente, sencillamente no quiere problemas, ni quiere pagar por ellos, especialmente si contrata un profesional.

La humedad tropical y su efecto particular en las construcciones de tierra, con sus constantes ciclos de humidificación y secado, o de impregnación periódica, debe ser estudiada e investigada con profundidad, para beneficio de la enorme población mundial que habita en los trópicos, y que también vive en construcciones de tierra desde tiempos remotos hasta tiempos actuales.

El promover la investigación y el desarrollar sistemas de protección de baja tecnología, así como la difusión de normas de diseño y construcción acordes al clima tropical, representan una importante labor a realizar tanto por profesionales como por instituciones educativas interesadas en contribuir al mejoramiento, la durabilidad y la calidad de vida ¨**en y de**¨ las construcciones con tierra contemporáneas; tanto como lo es el estudio de las respuestas de tales construcciones a los impactos sísmicos.

La humedad puede ser un asesino lento, silencioso y constante, a diferencia de los impredecibles y ruidosos terremotos, que quizás a menor velocidad, pueda ser igual o mayormente mortal en su actuar. Dejo en nosotros esta inquietud.

Muchas gracias.

****

Currículo resumido de Angela M. Stassano R. Honduras.
Arquitecta Consultora, gerente-propietaria oficina de práctica privada, 15 años experiencia en Diseño y Supervisión en Proyectos de Arquitectura, Maestría en Administración de Negocios, Diplomado Diseño Bioclimático. Catedrática universitaria.

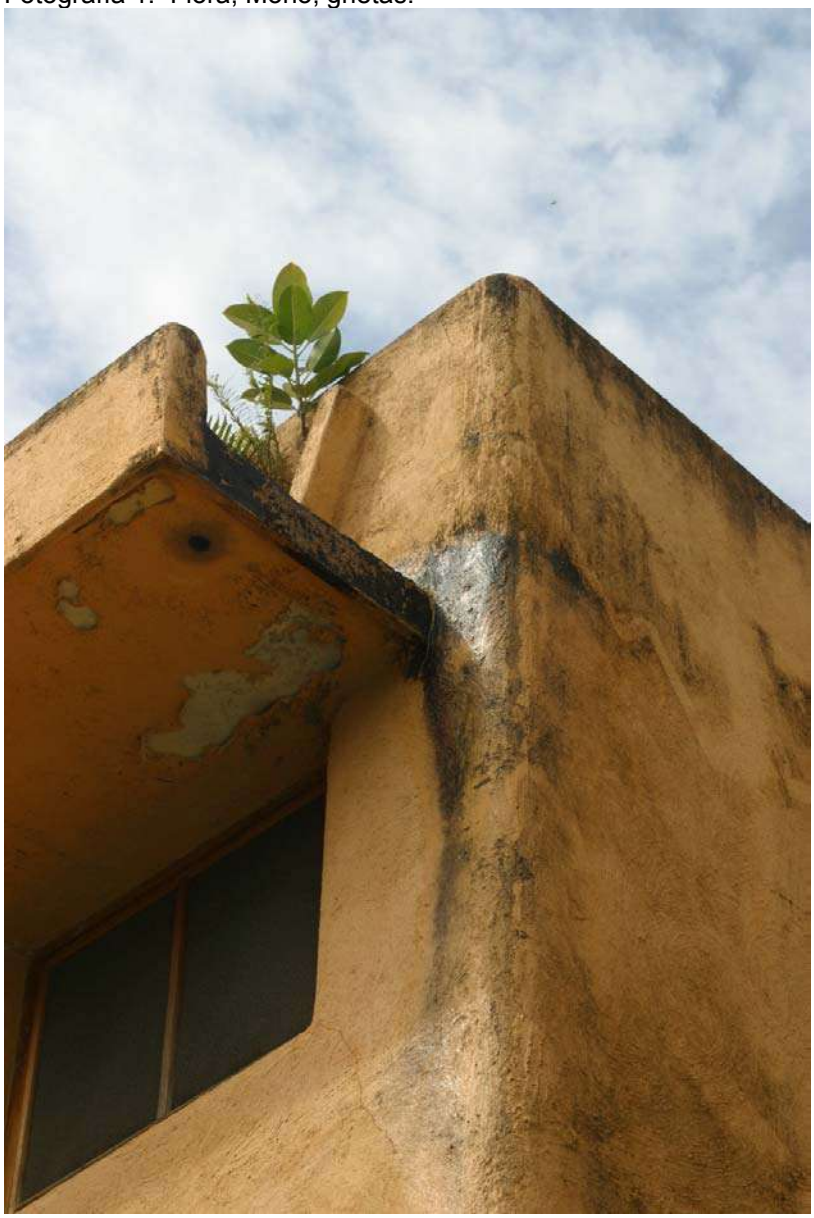
Fotografía No1. Flora, moho y grietas.
Fotografía No.2 Colapso por exceso de humedad.
Figura No.1 Ventilaciones cruzadas.
Figura No.2 Humedad directa y por capilaridad.

LA HUMEDAD EN LAS CONSTRUCCIONES CON TIERRA EN EL TROPICO. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

Por: Arq. Angela M. Stassano R.*

" Stassano y Asociados S. De R.L."
Edificio Adobe 30, 2do. piso, local No.5
San Pedro Sula, Honduras.
Teléfono(504) 551-8629 (504)551-8630
Fax (504)551-8631
Email: adobe.y.viento@sigmanet.hn

Fotografía 1. Flora, Moho, grietas.



Fotografía 2. Colapso por exceso de humedad.



Figura 1 Ventilaciones Cruzadas.

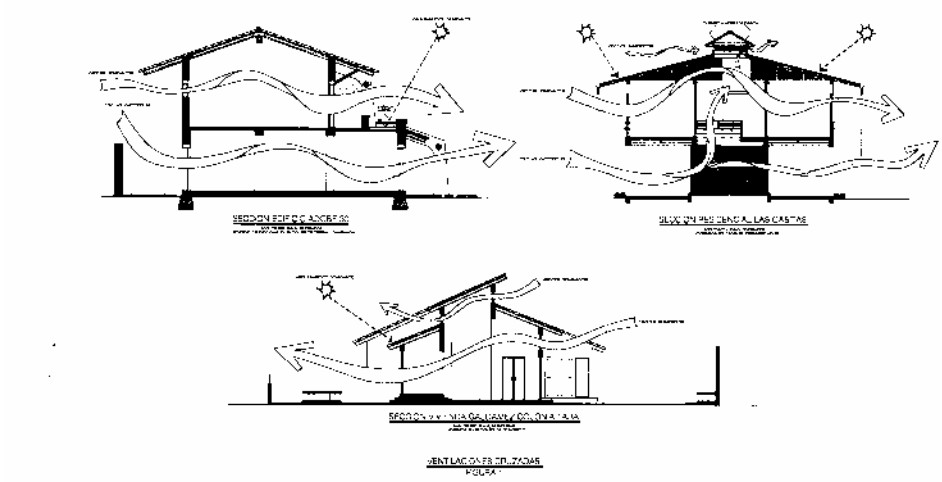
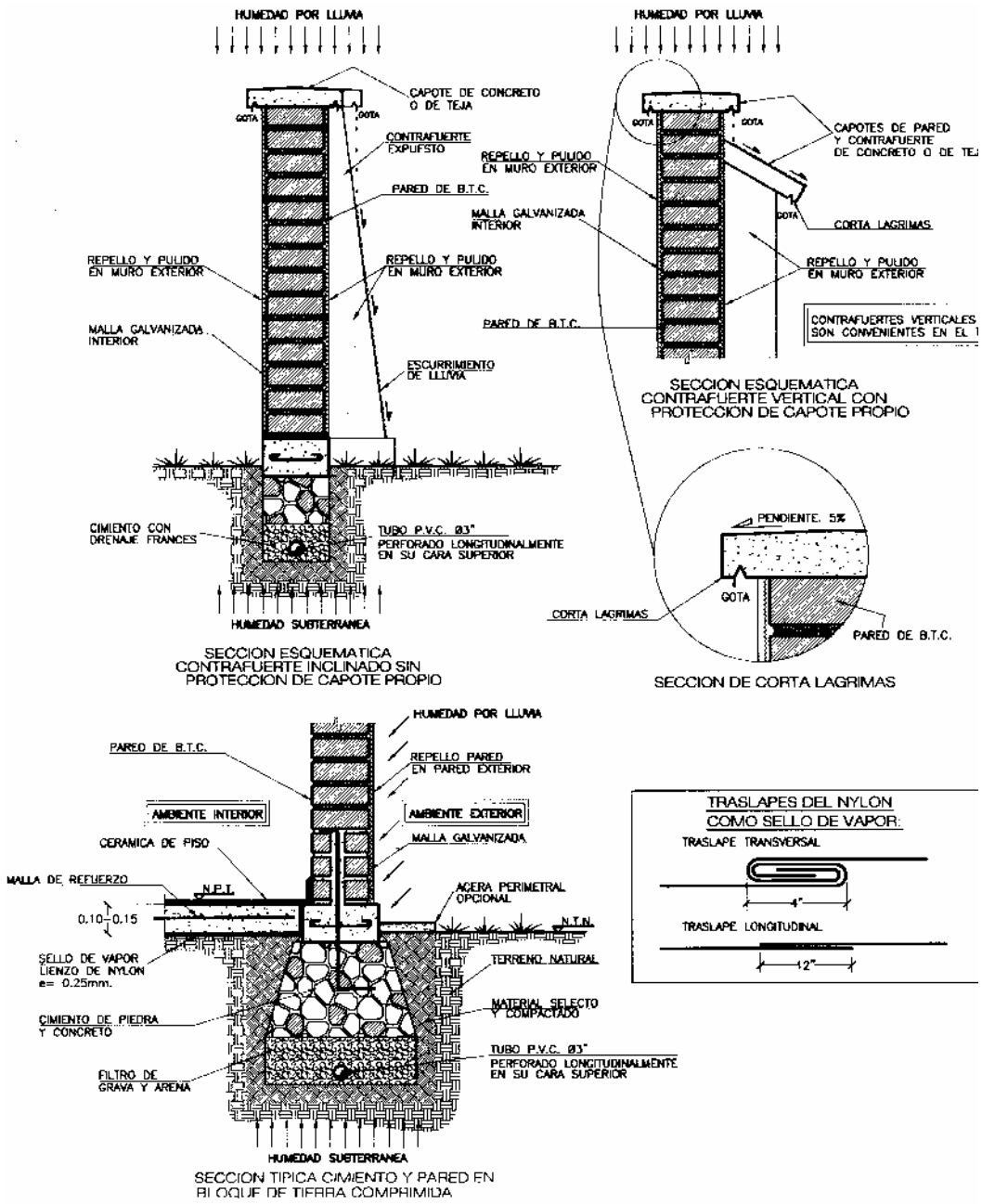


Figura 2. Humedad directa y por Capilaridad



HUMEDAD DIRECTA Y POR CAPILARIDAD

FIGURA 2

A CASA *BAIXINHA*: UMA QUESTÃO DE ALTURA SOCIAL

Elizabeth Ferreira Linhares[1]
Laboratório de Educação Patrimonial – Faculdade de Educação da Universidade Federal Fluminense
Rua Roquete Pinto, 88/SS 201 Urca – CEP 22.291-210. Rio de Janeiro, Brasil.
Tel. (21)2542.6787, 3905.6962, e 9893.8736. E-mail linharesbe@ig.com.br

Tema 4: Investigação, Ensino e Formação/capacitação/transferência
Palavras-chave: colonato, mudança social, casas de pau-a-pique

Resumo
Este artigo analisa a dimensão material e simbólica das antigas casas construídas pelo colonato da cafeicultura fluminense, tendo em vista as diferentes representações atualmente associadas a esse tipo de construção, que se baseava, na região estudada, na técnica do pau-a-pique barreado.
Ao longo do processo histórico de implantação do colonato em substituição à escravatura, a *casa de colono* ocupou um lugar central no estabelecimento e na manutenção das condições de sujeição impostas aos trabalhadores dentro desse sistema. Ex-escravos ou seus descendentes, imigrantes de origem européia, e pequenos sitiantes expropriados com a expansão da grande lavoura, compunham um grupo que, diferenciado em suas origens históricas e sociais, trazia em comum a condição de lavradores sem terra para lavrar, e o ingresso no colonato como única forma possível, naquele período, de acesso à terra, ao trabalho e portanto à sua sobrevivência e reprodução.
Dentro desse quadro, e do ponto de vista dos interesses da fazenda, a construção artesanal das casas em que morariam os colonos representava uma importante economia de ordem material, pois utilizava materiais quase exclusivamente extraídos da natureza, e a mão-de-obra dos próprios trabalhadores, que em sua maioria dominavam essas técnicas. Por outro lado, atribuía-se a essas casas uma suposta fragilidade e um caráter de certa forma provisório. Os colonos eram proibidos de construir em alvenaria, sendo esse tipo de construção associado, por fazendeiros e trabalhadores, a um maior grau de solidez e sobretudo de estabilidade, física e social, da moradia assim construída.
Considerando o processo de mudança desencadeado pela ruptura dessas relações, procura-se analisar o modo como esta se expressa nas novas casas construídas, em sua quase totalidade em alvenaria convencional, por um grupo de ex-colonos atualmente beneficiários de um assentamento rural na região. O artigo pretende trazer reflexões que possam contribuir para a desconstrução da armadilha simbólica produzida nesse processo, que tende a impedir que esses trabalhadores hoje percebam, nas técnicas de construção com terra utilizadas por eles próprios há várias gerações, o seu efetivo valor estético, econômico, social e político.

1. Introdução

A dimensão simbólica da *casa* e o caráter arbitrário da sua organização espacial já foram objeto de estudo por parte de diversos pesquisadores das ciências humanas, cujos trabalhos demonstram que o espaço construído, organizado, classificado e enfeitado pelo homem para a sua vida doméstica, traduz, materialmente, todo um conjunto de regras e valores que orientam não só a vida propriamente doméstica, mas também as suas relações com o mundo natural e social que lhe são exteriores.[2] O espaço doméstico materializa amplamente, nesse sentido, o nosso lugar e o nosso modo de estar no mundo: elemento fundamental da dialética social, a casa é, a um só tempo, produto das regras e valores que orientam a vida daqueles que a conceberam, e produtora, enquanto transmissora, de muitas das regras e valores que orientam a vida daqueles que nela vivem – e sobretudo daqueles que nela serão primariamente socializados, as crianças.

Partindo dessas considerações, este artigo tem por objetivo refletir sobre as condições de moradia no assentamento Santo Inácio, na área rural do Rio de Janeiro, considerando o processo de mudança social vivido pelos antigos colonos atualmente assentados, e o modo como esta se expressa nas diferentes casas construídas pelo grupo ao longo da sua história. Serão portanto analisadas as condições e as casas em que viviam, com suas famílias, no período do colonato, assim como as novas condições de vida e de moradia, instauradas a partir da reforma agrária e da criação do assentamento.[3]

2. Histórico do grupo

O assentamento Santo Inácio se localiza no município de Trajano de Moraes, região serrana do norte fluminense. É composto por duas glebas separadas, Barro Alto e Caixa D'Água, correspondentes a duas das seis fazendas que compunham anteriormente a chamada

Fazenda Santo Inácio. A desapropriação dessas áreas foi efetivada no âmbito do programa governamental de reforma agrária, em janeiro de 1987, após um longo e intenso período de conflitos entre os trabalhadores e o fazendeiro – processo que envolveu diferentes níveis de enfrentamento e através do qual se fez a organização do movimento sindical no município. A quase totalidade das famílias assentadas é composta por famílias oriundas do colonato dessa antiga região cafeicultora, particularmente do próprio município de Trajano. Entre estas, uma grande parte (66,9%) é composta por antigos colonos da fazenda, que, no processo de decadência do café e da progressiva ruptura com as condições impostas pelo colonato, permaneceram na terra, resistindo às diversas tentativas de expulsão promovidas pelo proprietário.[4]

A Santo Inácio foi uma das mais importantes fazendas cafeiculturas dessa região. Com mão de obra inicialmente escrava, a partir da abolição sua produção foi reorganizada com base no colonato, valendo-se sobretudo da vinda para o Brasil, nesse período, de grande número de trabalhadores imigrantes europeus, principalmente italianos. A passagem do trabalho escravo para o trabalho "livre" operou uma inversão central nas formas de dominação, exercidas a partir da abolição sobre bases familiares – nas quais a *casa de colono* constituiu o meio concreto fundamental pelo qual se instaurava a condição de sujeição dos trabalhadores e suas famílias com relação ao poder centralizado de um fazendeiro.[5] Assim, ex-escravos ou seus descendentes, imigrantes de origem européia, e pequenos sitiantes expropriados com a expansão da grande lavoura, compunham um grupo que, diferenciado em suas origens históricas e sociais, trazia em comum a condição de lavradores sem terra para lavrar, e o ingresso no colonato como única forma possível, naquele período, de acesso à terra, ao trabalho e portanto à sua sobrevivência e reprodução. Filhos de trabalhadores em idade, ou em vias de casar-se, eram os candidatos típicos a uma vaga de colono, que implicava, prioritariamente, no pedido de autorização para fazer a casa, via de regra em pau-a-pique e utilizando-se basicamente de material encontrado nas matas da própria fazenda. O casamento, e com ele a criação de uma nova unidade doméstica entre trabalhadores, cuja concretização se dava por meio da *morada* em terras de uma determinada fazenda, representavam o meio central de reprodução do colonato, estabelecendo as condições básicas em que viveriam, a partir de então, o trabalhador e sua família.[6]

O colonato na Santo Inácio era regido por uma série de regras, entre as quais destacam-se: (1) as lavouras de café, que representavam a principal fonte de rendimentos da fazenda, ficavam a cargo dos colonos pelo sistema de *meia*, ou seja, a colheita era dividida ao meio entre o colono responsável pelos trabalhos e o fazendeiro; (2) os colonos eram obrigados a prestar serviços não remunerados à fazenda por pelo menos dois dias por semana – os chamados *dias de turma*; (3) e a pagar a *renda*, que consistia em 20% da colheita das demais lavouras que praticassem, basicamente milho e feijão. É importante observar a inexistência de qualquer remuneração monetária direta pela prestação de *serviços* à fazenda. Todo o dinheiro recebido pelo colono nessa relação era resultante da meia do café, cuja pesagem, avaliação e comercialização ficavam inteiramente por conta da fazenda, via de regra sem qualquer controle do colono em nenhuma dessas etapas. O *direito* fundamental dos trabalhadores, ou a contrapartida para que estes se submetessem a tais condições, consistia, como referido, no acesso à terra, ou seja, consistia no *direito* de morar e plantar, em área previamente delimitada, em terras da fazenda.

A partir da decadência do café e da substituição das lavouras pela criação extensiva de gado, o fazendeiro passa a restringir cada vez mais as áreas disponíveis para os colonos plantarem, desencadeando uma série de conflitos que culminariam com a desapropriação de parte da fazenda e com a criação do assentamento. Os antigos colonos da Santo Inácio conquistam assim uma relativa autonomia, primeiro na condição de posseiros, quando rompem com as regras impostas pela fazenda, embora permaneçam em suas terras; e finalmente como assentados, quando a legitimidade de suas posses é definitivamente reconhecida.

Esse processo resultou em melhorias do ponto de vista produtivo, econômico e, portanto, nas suas condições gerais e materiais de vida. Mas a história vivida por essas famílias é de uma outra grandeza, possui uma abrangência que não se restringe à ordem econômica. A conquista da estabilidade definitiva sobre a terra em que moram e produzem – a *liberdade de trabalhar* – nas palavras de um antigo colono hoje assentado, deu a esses trabalhadores uma nova condição, uma nova posição nas negociações por eles travadas,

desde então, seja com relação à venda dos seus produtos ou à sua própria colocação no mercado de trabalho. Trata-se da instauração de um novo jogo, e de uma certa redistribuição de forças. Da dependência (ou melhor, interdependência) convergente em relação ao poder centralizado de um fazendeiro e aos demais poderes instituídos em torno da fazenda, esses trabalhadores passam, a partir da desapropriação da terra e da criação do assentamento, a depender de uma rede mais ampla (e mais distanciada) de relações, que inclui desde diferentes instâncias governamentais, das quais em certo nível passam a depender enquanto assentados, até relações de mercado mais distantes, que se tornam necessárias a partir dos novos produtos introduzidos, pois parte deles não tem aceitação no mercado local. Trata-se, nos termos de Elias (1969), de uma nova formação social, decorrente não só da ruptura das antigas relações de colonato ocorridas na região, mas das diversas mudanças operadas em âmbito mais amplo, nacional e internacional. A expansão e o crescimento social vivido por essas famílias nesse processo se materializa e se torna particularmente visível através das casas reformadas e construídas a partir do assentamento, em sua quase totalidade em alvenaria convencional. E as antigas casas de estuque, inversamente, passam a representar um passado que, embora faça parte de uma memória de alto valor afetivo, é inevitavelmente relacionado às difíceis condições materiais e sobretudo às injustiças e à submissão em que viviam os trabalhadores no período do colonato.[7]

3. Condições materiais de moradia

Na avaliação dos próprios assentados, a melhora nas suas condições de moradia a partir do assentamento é muito significativa: 61,9% dos responsáveis por lotes no assentamento consideram que, no que diz respeito à moradia, sua vida melhorou muito; 25,4% consideram que melhorou; e somente 12,7% consideram que piorou. Segundo depoimentos e a observação dos exemplares ainda existentes no assentamento, as casas construídas pelos trabalhadores no período do colonato eram casas muito simples, via de regra de *estuque* e cobertura de sapê, nos primeiros tempos do colonato; ou telha canal, genericamente utilizada pela geração hoje assentada. O revestimento interno (e algumas vezes externo) era feito com tabatinga;[8] o chão era de terra batida, por vezes também revestido de tabatinga; ou de assoalho de madeira, nos poucos casos de colonos que possuíam recursos para tal investimento. As casas não costumavam possuir banheiro e suas cozinhas eram por vezes abertas, sob a forma de uma varanda, utilizando-se fogão à lenha para o preparo dos alimentos e para o aquecimento da água do banho.

A construção da estrutura de madeira da casa ficava a cargo do chefe de família, que contava para isso com a ajuda de um ou dois parentes e/ou vizinhos e amigos, no caso de famílias com homens detentores de tais conhecimentos e habilidades; ou, no caso contrário, a cargo de um artesão – o *carapina* – contratado pelo futuro morador. Em ambos os casos, costumava-se utilizar madeira extraída das matas da própria fazenda, e não raro o fazendeiro colaborava com o empréstimo de um carro de bois para a descida das toras extraídas. Em seguida a casa era barreada por meio de um mutirão, do qual participavam os homens da vizinhança, que demarcavam com essa participação o acolhimento e a inclusão dessa nova casa em sua rede de próximos. Cabia às mulheres, nesse momento, preparar alguma merenda a ser oferecida aos homens; e, uma vez concluído e seco o barreado, eram elas que faziam o acabamento final, revestindo toda a casa com tabatinga.

As casas não eram abastecidas por energia elétrica, e não possuíam água encanada em seu interior. A iluminação se fazia por meio de pequenos lampiões de querosene, e a vida cotidiana das famílias buscava aproveitar ao máximo a iluminação natural. Para isso costumavam acordar pouco antes do nascer do sol, e dormir poucas horas após o anoitecer. O abastecimento de água se fazia através de uma *bica* externa, com água captada de nascente e canalizada até o *terreiro,* por meio de *canejas* feitas com troncos de imbaúba ou taquaruçu cortados no sentido longitudinal. O fluxo da água era contínuo, e o esgotamento era feito através de uma pequena vala direcionada ao córrego mais próximo. Isso fazia com que o sistema funcionasse de modo similar a um pequeno “desvio”; era como se a água, provisoriamente desviada, passasse pelo *terreiro* para em seguida retomar o seu curso natural. Nessas condições, não havia em princípio sentido, para o grupo, qualquer preocupação com o seu consumo, tanto com relação ao volume utilizado, como em relação à possível poluição dos córregos.[9]

Em torno da casa, nos limites do *terreiro*, ficavam a *bica* e um pequeno *jirau*, onde se lavava roupas e vasilhas; o galinheiro, a ceva e o curral de porcos, com as *criações*; e a horta, onde eram cultivadas diversas verduras e ervas medicinais. Os limites da casa e do terreiro constituíam um espaço marcadamente feminino, cabendo em princípio às mulheres cuidar não só dos serviços propriamente domésticos (cozinhar, lavar, passar, etc.), mas também das criações e da horta. As áreas utilizadas para plantio – com exceção justamente da horta e do *quintal* com as diversas fruteiras, em torno da casa – não eram necessariamente contíguas ao *terreiro*, o que gerou a necessidade de uma série de negociações por ocasião da criação do assentamento, na demarcação dos lotes, de modo a juntar em uma mesma área a moradia e o plantio das roças. Em oposição ao conjunto formado pelo terreiro e a casa, as *roças* faziam parte, em princípio, do universo masculino. E apesar da participação das mulheres na lavoura ser bastante freqüente, a participação das mulheres casadas e com filhos engendrava importantes alterações na dinâmica cotidiana da família.

A partir do assentamento e do acesso a créditos, foi visivelmente priorizada a melhoria nas condições materiais de habitação. As antigas casas de colono foram, com poucas exceções, derrubadas, e novas casas foram construídas. As que haviam sido construídas em período mais recente (mas anterior ao assentamento), foram ampliadas e melhoradas; mas, de um modo ou de outro, o estuque foi sendo substituído pela alvenaria na quase totalidade do assentamento. Construir em alvenaria representa, entre outras, uma condição de estabilidade sobre a terra em que se mora, e não por acaso essa substituição se deu de modo generalizado a partir da criação do assentamento: a grande maioria dos trabalhadores da fazenda não somente não dispunha de recursos, mas era além disso proibida de construir em alvenaria.

Vale observar que a introdução da alvenaria como técnica construtiva representou uma mudança fundamental nos modos de construir do grupo, na medida em que implica na mercantilização da construção, que passa a depender do acesso ao mercado, participando assim, por um lado, do processo de expansão social vivido pelo grupo, mas significando, por outro lado, um maior esforço de investimento monetário.[10] Para construir uma casa de estuque, não raramente os colonos dependiam de comprar somente os pregos utilizados para a fixação dos paus-a-pique; algumas vezes nem isso, quando a amarração da trama interna das paredes era feita com cipó e a cobertura da casa com sapê. Para construir em alvenaria, os assentados em princípio dependem de comprar todos os materiais utilizados na construção, o que nem sempre é possível de uma só vez, ficando as casas com freqüência por um longo período com seu acabamento incompleto.

Observa-se no assentamento um padrão geral predominante relativo aos materiais utilizados na construção e no acabamento. A grande maioria das atuais casas possui paredes de alvenaria (87,3%), e são rebocadas por dentro (87,3%) e por fora (74,6%); seu piso é de cimento fino (62,1%) ou cerâmica (37,7%); e seu telhado é de amianto (83,5%).[11] São casas pintadas por dentro (74,8%) e por fora (74,6%), e suas esquadrias são somente de madeira (61,9%) ou de madeira com vidro (38,1%). Em termos funcionais, observa-se também uma mudança de padrão. As novas casas são todas abastecidas por energia elétrica, objeto de um dos primeiros investimentos coletivos realizados logo após a criação do assentamento. Para cozinhar, embora quase todas as casas (96,2%) utilizem o gás de bujão, uma importante parcela (61,9%) mantém também o fogão a lenha, utilizado sobretudo nos preparos que exigem maior tempo de cozimento. Com relação ao sistema de água e esgoto, a grande maioria (87,3%) das casas é abastecida, como já referido, com água proveniente de nascente; e o esgoto, no período da pesquisa, era ainda em sua maior parte (87,3%) jogado direto nos rios do assentamento.

Do ponto de vista espacial observa-se, em primeiro lugar, um aumento significativo no número de casas por *sítio* (ou lote). A construção não depende mais de autorização, mas sim dos recursos materiais necessários. Portanto, à medida que cresceram as famílias, com os casamentos das novas gerações e as novas unidades domésticas assim criadas, novas casas foram sendo levantadas. Atualmente 42% dos lotes possuem duas casas; 29 % possuem quatro ou mais casas; e 29% permaneceram com somente uma casa. Em torno de cada uma, o seu universo próprio: o terreiro limpo, de terra batida, circunda a casa; à sua frente, plantas ornamentais (algumas possivelmente mágicas, visando a sua proteção), por vezes flores; na parte de trás, o paiol, o galinheiro, a ceva e o curral de porcos, em alguns casos um banheiro externo; a horta e as diversas fruteiras no quintal circundam o terreiro, completando o conjunto.

Em segundo lugar, observa-se que apesar das casas atuais variarem bastante em tamanho (em termos de área construída), elas são de um modo geral maiores que as antigas, sendo que em 58,1% dos casos o tamanho atual resulta de ampliação posterior à construção original. Uma grande parte (79,6%) dessas casas possui entre 65 e 100m2. No que se refere à altura há também uma diferença significativa com relação às casas de colono. Voltaremos a isso mais à frente, mas podemos já observar que a altura da maior parte (66,9%) dessas casas varia entre 2,20 e 2,50m; somente 7,7% têm menos de 2,00m (o que corresponde à altura de uma antiga casa de colono); 25,4% têm entre 2,80 e 3,00m; e nenhuma tem altura superior a 3,00m.

4. Aspectos simbólicos

A análise da dimensão simbólica requer uma observação aprofundada e qualitativa do objeto, o que nos levou a optar por um estudo de caso, escolhendo um determinado lote do assentamento para este estudo. O lote escolhido, além de ser paradigmático com relação à história e às condições vividas por grande parte das famílias assentadas, possui ainda dois exemplares de casas construídas no período do colonato, permitindo assim uma análise comparativa e a compreensão do processo de mudança social vivido pelo grupo. Trata-se de uma família de antigos colonos da fazenda, cujos descendentes permaneceram no assentamento, a maioria no próprio lote dos pais (fig. 1). É um lote de 8 ha de área, onde existem atualmente seis casas, das quais quatro serão aqui enfocadas: a antiga casa de estuque onde morava o casal titular com seus filhos, no período do colonato, hoje abandonada (casa 1); a casa de alvenaria onde mora atualmente o casal de titulares (casa 2); outra antiga casa de estuque que pertencera à mãe da titular, onde atualmente mora seu único filho homem, já casado (casa 3); e a nova casa desse filho, ainda em construção (casa 4).

A organização espacial das antigas casas de colono da fazenda (casas 1 e 3) expressa em grande parte as condições em que viviam e os valores que orientavam a vida dessas famílias no período do colonato. Em primeiro lugar, o grupo doméstico nesse período era composto de um modo geral por no máximo duas gerações: pai, mãe e filhos solteiros. O casamento, e com ele a perspectiva da vinda de uma terceira geração, implicava, como já referido, na obtenção de uma nova casa e na criação de um novo grupo doméstico – que nessas condições se colocava, assim como a geração anterior, submetido a uma fazenda (não necessariamente a mesma), reproduzindo o sistema.

A posição do homem, de chefe ou pai de família, implicava na responsabilidade primeira de prover à família dos bens necessários à sua sobrevivência – a começar pelo pedido e obtenção da própria casa –, assim como de responder pela família ou representá-la perante a sociedade exterior a ela. À mulher, embora de um modo geral ela também participasse dos trabalhos, inclusive na lavoura, não cabia responder pelos resultados nesse sentido obtidos. Sua responsabilidade maior era para com a casa e a criação dos filhos, considerando-se parte da casa o terreiro e tudo que nele se produzisse, como a horta, as fruteiras e as criações, via de regra sob os cuidados da mulher, com a *ajuda* dos filhos. Às crianças cabia ajudar, sendo assim socializados, nos diversos serviços cotidianos da lavoura e da casa, variando a sua participação de acordo com a idade, o sexo e as condições de vida específicas de cada família, incluindo-se aí o número de filhos, a composição da fratria, as condições de saúde da família e as condições gerais de produção (tamanho e qualidade da terra disponível para lavoura, entre outros). A posição, as atribuições e responsabilidades, e as decorrentes e respectivas autoridades de cada integrante do grupo doméstico, encontram-se expressos nas formas e nos usos dos diferentes espaços da casa.

Como podemos observar, essas casas possuem duas portas externas, uma na sala e outra na cozinha, sendo a da sala de um modo geral voltada em direção à estrada e ao acesso principal do sítio; e a da cozinha voltada para a parte dos fundos do terreiro, onde se localizavam em geral a bica d'água, a horta e as criações. Embora a casa em sua totalidade fosse, perante o mundo que lhe é exterior, o espaço por excelência da família e da mulher, no jogo das oposições internas que lhe constituíam, a sala representava o espaço da esfera pública e do homem; onde eram recebidas as visitas, pessoas que não faziam parte da rede de próximos, e que eram nessas condições recebidas pelo homem da casa. Em sua ausência, a porta da sala não seria sequer aberta ao visitante desconhecido.

Segundo diversos relatos, ao receber um visitante na sala o pai encontrava-se em geral sozinho, permanecendo a mulher e as crianças no "interior" da casa (*Vai lá pra dentro,*

menino!); e diante da eventual insistência curiosa das crianças, o pai lançava-lhes um olhar suficientemente intimidador para que estas se retirassem de imediato. *Antigamente não tinha esse negócio de criança ouvir conversa de adulto não...* Nessas condições a sala se posicionava como o espaço mais próximo da estrada e mantinha a sua porta fechada a maior parte do dia. Por outro lado, enquanto espaço destinado aos "distantes", ou seja, às visitas, a sala da casa de colono ocupava uma área relativamente restrita da casa, se compararmos com grande parte das salas atuais. Esse pouco espaço destinado aos "distantes" diz respeito ao tipo de formação social do período do colonato; às redes de relações nas quais se moviam e das quais dependiam essas famílias (cf. Elias, 1969), basicamente constituídas de próximos. Nessa época, era o pertencimento a uma rede de parentesco e/ou vizinhança que abria portas e dava acesso ao lugar e a uma casa de colono.

A cozinha, em contrapartida, era o espaço da porta permanentemente aberta, onde eram recebidas, pela família de um modo geral, as pessoas próximas, mais *chegadas* à casa e à família; era o espaço da vida privada familiar, onde a família se reunia não só para as refeições, mas também para um café e para estarem juntos, simplesmente conversando. Poderíamos dizer que a cozinha era (como ainda é) em certo sentido o "coração" da casa, o centro da vida doméstica, considerando-se a domesticidade como um conjunto de emoções relacionadas a esse convívio íntimo familiar e à dedicação feminina à casa, ao "lar" – sendo a casa percebida não só como um abrigo, mas como o espaço por excelência da família, onde esses sentimentos são incorporados (Rybczynski, 1996).[12]

A cozinha era, junto com o terreiro, o espaço mais feminino da casa, onde as mulheres passavam, quando liberadas dos serviços da lavoura, a maior parte do seu tempo, envolvidas nos diversos serviços domésticos. Esse era o modelo idealizado, que supunha determinadas condições e um núcleo familiar completo e com saúde, e do qual resultava a esfera de autoridade feminina, materna, relacionada a diversos aspectos da casa e, especialmente, da cozinha. Na prática, com freqüência, esses serviços eram realizados no todo ou em parte pelas filhas solteiras, desde cerca de sete anos de idade, enquanto a mãe trabalhava na lavoura, sozinha ou acompanhando os filhos maiores (quando viúva, separada ou com marido doente), ou acompanhando o próprio marido, quando a situação da família assim o exigia.

Esse padrão de oposição entre a cozinha, como centro da vida íntima doméstica e do universo feminino, e o caráter mais público e masculino do espaço da sala, é bastante presente e generalizado na cultura ocidental, podendo ser observado desde o seu modelo "ancestral", segundo Rybczynski as casas holandesas do século XVII, até diversos modelos de casas brasileiras, tanto em áreas urbanas (como mostram os exemplares reunidos em estudo de Reis Filho sobre arquitetura brasileira),[13] quanto em áreas rurais (entre estas as casas de pequenos produtores familiares, estudadas por Heredia [1979] e Garcia [1983] no nordeste brasileiro, e as casas de colonos do sudeste mineiro estudadas por Linhares [1998]). Nas casas de colono aqui estudadas a diferença entre a área ocupada pela cozinha e a área ocupada pela sala é relativamente pequena (em caso limite, não há diferença), mas com a tendência, via de regra, da cozinha ser um pouco maior que a sala, e dificilmente o contrário. Nas novas casas, como veremos mais à frente, essa tendência pode se inverter, ocupando com freqüência a sala um espaço maior que a cozinha.

Entre a sala e a cozinha encontra-se o corredor, pelo qual se tinha acesso a alguns dos quartos de dormir. O corredor representava um espaço de transição entre os diferentes espaços da casa e seu objetivo era justamente o de criar a necessária distância entre os dois espaços polares; era uma forma de se tentar garantir a privacidade do "interior" da casa, impedindo que da sala se tivesse acesso direto ou a visão do que se passava na parte mais íntima, sobretudo na cozinha. Os quartos de dormir encontram-se ao longo desse espaço, em certo sentido, intermediário, variando sua posição e respectiva utilização em função de uma maior ou menor proximidade com relação aos dois extremos da casa. Ou seja, seus respectivos usuários eram definidos de acordo com a posição de cada membro da família para com o todo. Assim, na casa 1, o quarto 1, com acesso direto à sala, era o quarto de dormir do pai; e os quartos 2 e 3, com acesso pelo corredor (e portas próximas à entrada da cozinha), eram respectivamente os quartos de dormir da mãe com as filhas moças, e do único filho homem, que dormia sozinho. Os filhos pequenos freqüentemente dormiam junto com a mãe, ou junto com a mãe e o pai, todos no mesmo quarto, até que a aproximação da puberdade criasse a necessidade de separação sexual dos quartos de dormir.

Por outro lado, a cozinha e os quartos de dormir constituíam em conjunto um núcleo central da casa – o *lá dentro* da casa – enquanto espaços das práticas naturais e fundamentais de reprodução do grupo: alimentação, sono e sexo; e se opunham nesse sentido ao corredor e à sala, espaços por excelência da ordem social, das relações construídas para fora, da casa para com o mundo social exterior a ela. A centralidade desse núcleo pode ser observada na sua priorização ao ser construído, em anexo à casa paterna/materna, nos casos em que o casamento de um filho ocorreu em meio a impossibilidades de serem obtidos recursos materiais ou autorização para a construção de uma unidade doméstica independente para o novo casal. Foi o caso da filha mais velha dessa família, que para se casar construiu esses dois cômodos junto à casa dos pais (parte cinza na planta baixa da casa 1).

A criação do assentamento trouxe aos antigos colonos não só o acesso a créditos e com isso a possibilidade de se investir na *melhoria* das condições de moradia, mas também (talvez sobretudo) o desejo ou a necessidade de fazê-lo. Quando o casal de titulares desse lote decidiu mais uma vez mudar de casa, não restava com eles mais nenhum filho. Não seria portanto a segurança, o conforto ou o espaço eventualmente exigido por vários filhos que justificariam a necessidade de uma nova ou de uma maior casa. Essa necessidade é explicada pela mulher, dona-de-casa e lavradora aposentada, como necessidade de *melhorar,* na qual se incluem condições gerais de vida e sobretudo de saúde e bem estar. Indagada sobre a razão que os havia levado a construir uma nova casa, ela nos explica:

> *"Me deu assim na idéia que eu não ficava bem por causa de eu estar naquela casa. Aí eu vim pr'aqui e eu falei: aqui eu vou melhorar, se Deus quiser. E graças a Deus, em vista do que eu era, eu melhorei, né?"*
>
> E a senhora acha que a casa tinha a ver com isso?
>
> *"Ah, lá não era bom não. Porque... água no terreiro; não tinha banheiro, né? Então a gente ficava naquela vida... Estava chovendo, tinha que ir debaixo de chuva pra bica, né? Estava de sol, a gente vai outra vez... Não dava certo. E aqui não. Aqui a gente, graças a Deus, tem a caixa d'água ali atrás, é só ligar a bomba e tem água dentro de casa. Tem o banheiro... não está muito bom mas tem, né?"*

A sua atual casa foi construída há aproximadamente cinco anos e é de fato muito diferente das casas anteriores (casa 2). É uma casa de alvenaria, rebocada com massa de cimento e praticamente toda pintada. O chão é de cimento liso, e a cobertura é de telhas de amianto. As esquadrias são de madeira, com exceção do pequeno basculante do banheiro, de ferro e vidro. Todo o material utilizado nessa construção foi comprado. Não houve reaproveitamento de nada da casa antiga, que não foi desmanchada (casa 1). O local escolhido para a construção foi junto à estrada, em um terreno mais alto que o da casa anterior. Para abrir esse terreno foi preciso utilizar uma retroescavadeira, em serviço contratado e pago especificamente com essa finalidade. O tamanho e o desenho da casa foram definidos pelo seu marido e o pedreiro contratado, que riscaram juntos, diretamente no local, a planta baixa da casa: sala, dois quartos, banheiro, cozinha e duas varandas, uma na frente e outra atrás da casa. A área total construída (95,7 m²) é maior que a da casa anterior (65,3 m²), assim como é bem maior a altura da atual (2,55 m), quando comparada à anterior (1,85 m).[14]

Em termos funcionais a nova casa traz também grandes diferenças: em primeiro lugar, como destaca seu depoimento, a água encanada dentro de casa, abastecendo o banheiro e a cozinha; a própria existência de um banheiro; e o uso exclusivo do fogão a gás na cozinha (embora seja mantido no terreiro um pequeno fogão de lenha para certos cozimentos prolongados). E finalmente o esgoto, que na antiga casa era jogado diretamente no córrego mais próximo, e aqui se faz pelo sistema de fossa séptica.

Do ponto de vista simbólico, essa nova casa nos sinaliza alguns aspectos importantes do processo de mudança vivido pela família. Entre estes, podemos destacar: em primeiro lugar, a construção de uma nova relação com a natureza; um processo de certa forma "civilizador" (Elias, 1939) de controle, afastamento e domesticação, no sentido literal, da natureza, com a inclusão do uso da água e especialmente das funções de um banheiro, que são trazidos para "dentro de casa", ou seja, para o domínio da cultura, do social, considerando-se o eixo de oposições que coloca a casa como um todo, enquanto espaço da família, socialmente organizada e instituída, em posição oposta ao mundo natural que a cerca.[15]

Em segundo lugar, a ampliação da área total da casa e a busca de um certo padrão de acabamento, tendo em vista uma valorização do espaço doméstico em seu conjunto, representando, do seu ponto de vista, a melhoria do ambiente e das condições de vida doméstica; terceiro, a criação de uma varanda na parte de trás da casa, incluindo sob a mesma cobertura o espaço destinado a certos serviços domésticos, especialmente o lavar roupas. Esse espaço se torna em certo sentido uma extensão da cozinha, tanto no que diz respeito ao seu pertencimento ao âmbito feminino, quanto à sua utilização, em certos casos, para o recebimento de visitas, por assim dizer, a meio caminho da intimidade familiar. Além disso, com significado semelhante à inclusão da água e do banheiro na casa, a inclusão desses serviços domésticos sob a mesma cobertura do restante da casa representa também um afastamento simbólico dessas práticas com relação à natureza, o que é ainda reforçado pela eventual presença das máquinas de lavar roupas (anteriormente as roupas eram lavadas na bica, no limite do terreiro, ou diretamente à beira de um córrego).

Em quarto lugar, a ampliação do espaço da sala, que nas novas casas ganha uma outra dimensão espacial e simbólica. Por um lado, a ampliação da sala enquanto espaço destinado a receber visitas, se relaciona às mudanças nas redes de relações das quais passam a depender essas famílias a partir do assentamento e dos demais fatores já mencionados; por outro lado, a sala já não se destina tão exclusivamente às visitas, sobretudo a partir da presença da televisão e dos estofados, que fizeram da sala também um espaço de estar da família. Nessa casa particularmente, podemos observar ainda que a cozinha se aproxima da sala, apesar da existência de um pequeno corredor. De todo modo, observa-se de modo generalizado nas novas casas o desejo de salas maiores e uma utilização que representa um certo abrandamento na antiga polarização entre a sala e a cozinha. Esse abrandamento tem a ver não só com esses novos usos da sala, como espaço agora também da convivência familiar, mas com a criação da varanda da frente, inexistente no período anterior.

A partir da existência de uma varanda na frente da casa, esta se torna o primeiro espaço onde são recebidas, em tom e caráter provisório, pessoas realmente desconhecidas, e a sua presença e valorização podem nos indicar, por um lado, a importância atribuída à construção de novas relações sociais por parte da família, e, por outro lado, a necessidade de "proteger" a "nova" sala, criando um espaço alternativo que funciona em certo sentido como uma "etapa" anterior no recebimento das pessoas: levar uma pessoa totalmente desconhecida direto para a sala, embora este não seja ainda o espaço maior da intimidade doméstica, representa algum nível de risco, na medida em que na sala, atualmente, encontram-se objetos que expõem de algum modo o padrão sócio-econômico alcançado pela família, tais como o modelo de televisão, de aparelho de som e as condições dos estofados. Poderíamos dizer nesse sentido que, a partir da existência de uma varanda na frente, a sala se torna um espaço intermediário, de grau médio de confiança e intimidade com as pessoas que ali serão recebidas; enquanto que a varanda passa a representar o que anteriormente cabia à sala, como espaço da maior distância social e extremo oposto à cozinha.

5. *Um lugar mais soalheiro*

A casa onde mora o filho mais velho pertenceu à sua avó materna e foi construída há cerca de cinqüenta anos (casa 3). Com exceção da retirada de uma parede interna e de uma varanda feita posteriormente, ela se encontra conservada em sua forma e acabamento originais. É uma casa de estuque, totalmente revestida, por dentro e por fora, com tabatinga. O *chão* é de terra batida, revestido também com tabatinga; o telhado é de telhas canais, e as portas e janelas são de madeira aparelhada (tábuas maciças). A divisão original do seu espaço interno era de uma sala, três quartos e uma cozinha de lenha. Mais tarde foi feita a referida varanda, junto à cozinha, e recentemente um quarto foi aberto e transformado em uma espécie de copa-cozinha, onde se encontram guardados um fogão a gás, ainda sem uso, uma geladeira, um pequeno armário e uma mesa com cadeiras, que foram comprados tendo em vista a nova casa do casal, ainda em construção. Do ponto de vista funcional, essa casa permaneceu até hoje uma representante fiel do passado. A cozinha é exclusivamente de lenha. Não tem nenhum banheiro, interno ou externo, e nem água encanada dentro de casa. Para cozinhar, lavar louça e lavar roupa, sua esposa utiliza a bica no terreiro; para tomar banho, sobretudo no inverno, usam uma bacia dentro de casa, com água aquecida no fogão; para as demais necessidades fisiológicas costumam ir ao mato; e a faxina, feita periodicamente,

consiste sobretudo na aplicação de novas camadas de tabatinga para manutenção do revestimento – tudo exatamente como no tempo da sua avó.

O casal mora a treze anos nessa casa, e embora ele não esconda a profunda ligação afetiva que o prende a este espaço, parte fundamental do seu mundo de infância, ele admite que *sempre teve plano de fazer uma nova casa*. Inicialmente pensou em construir a nova no mesmo terreno da antiga, depois, por razões que guardam uma discreta porém reveladora ambigüidade, acabou optando por construir em um lugar mais alto. Por um lado, o terreno da atual casa seria baixo e próximo de minas d'água. Por essa razão, além da excessiva umidade, apresentaria, segundo o pedreiro contratado para a construção, o risco de fragilizar as fundações da nova casa. Vale observar que a antiga casa de estuque existe há muitos anos nesse terreno sem ter sofrido qualquer tipo de abalo decorrente de possíveis infiltrações. De todo modo havia de fato a opção de construir a nova casa em um lugar *mais soalheiro*, ou seja, mais alto e mais aberto ao sol. Por outro lado, seria necessário um trator para acabar de acertar o terreno. Como não conseguiram o trator (que seria gratuito) e tiveram que contratar os serviços de uma retroescavadeira (que seriam pagos), e a retro seria também capaz de abrir e terraplanar um terreno mais acima, esta acabou por ser a sua escolha definitiva.

A obra iniciou há cerca de três anos, e ainda não foi concluída. Seu andamento vem sendo de acordo com os recursos financeiros disponíveis para o rapaz, que, não sendo titular do lote, não teve acesso a créditos. É uma construção em alvenaria, com telhado de amianto e esquadrias de madeira. A instalação hidráulica, elétrica e os revestimentos ainda estão por fazer. Em sua primeira etapa a nova casa terá uma sala, três quartos, um banheiro, uma cozinha a gás e uma varanda na frente; mas já estão planejados, para uma segunda etapa de construção, mais uma cozinha (a lenha), uma dispensa e uma varanda na parte lateral da casa (casa 4). Independente desse futuro complemento, a área total da nova casa (74m²) será maior do que da atual (55,3m²); assim como será maior a sua altura (2,33m), com relação à altura da atual (1,85/1,90m no corpo principal, e 1,67m na cozinha). O casal desejava que a nova casa fosse mais alta que a antiga, e definiu que ela teria *doze fiadas de tijolos*. Do ponto de vista funcional, eles não abrirão mão dos seus dois mundos. Seu plano é que a nova casa tenha todas as comodidades de um novo padrão de moradia, tais como banheiro, água encanada dentro de casa, cozinha com fogão a gás, geladeira e mesa para as refeições, mas que também tenha uma ampla varanda na parte "de trás" (simbolicamente, pois na prática será lateral) e, acima de tudo, um bom fogão a lenha.

Sem pretender esgotar, no âmbito deste artigo, os muitos aspectos simbólicos envolvidos na concepção espacial dessas casas, gostaríamos de registrar, finalmente, alguns aspectos fundamentais relacionados ao seu espaço vertical, que nos parecem traduzir, particularmente na comparação, o processo de mudança e crescimento social vivido pelo grupo, amplamente representado pelo caso dessa família.

Ao analisarmos a dimensão simbólica de espaços domésticos, tendemos a priorizar a dimensão horizontal desses espaços. A planta baixa das casas se torna assim o objeto central da análise, na medida em que materializa de fato, em grande parte, como vimos, os termos das relações intra e extra domésticas, não só daqueles que as conceberam, como também daqueles que nelas crescerão, considerando sua concepção espacial de modo naturalizado; acreditando que aquele é *o* espaço da vida em família, e não *um* espaço entre os muitos possíveis. Ao incluirmos na análise a observação do espaço vertical (e em certo sentido tridimensional) veremos que ele possui um significado próprio, contribuindo para uma apreensão de maior alcance do processo de mudança e dos aspectos simbólicos a ele relacionados.

As novas casas construídas a partir do assentamento, assim como o único caso encontrado de uma antiga casa de colono reformada, possuem um pé direito sempre superior ao pé direito das casas construídas no período do colonato (fig. 3).[16] No caso das casas novas, construídas em alvenaria, a maior altura já era previamente planejada e calculada de acordo com o número de tijolos que seriam necessários, o que traz implicações para o custo final da obra. Isso se verifica de modo generalizado, ou seja, não se refere somente às casas dessa família, aqui analisadas, mas em praticamente todas as casas construídas após o assentamento: simplesmente não é mais concebível morar-se em casas tão *baixinhas* quanto aquelas construídas no colonato, e só permaneceram morando nessas condições aqueles a quem faltou o mínimo de recursos necessários para a modificação.

A limitação do pé direito das casas de colono (cerca de 1,80 a 1,90m) se torna particularmente significativa quando consideramos que, ao contrário do que ocorre com a alvenaria, o material utilizado na construção das suas paredes era inteiramente retirado da natureza, com a devida autorização da fazenda, porém sem qualquer custo financeiro para o colono; o custo da construção era de outra ordem – era a submissão à fazenda – e esta independia de um ou dois palmos a mais ou a menos na altura de uma casa. Vale observar também, por outro lado, que a limitação da altura dessas casas, ao contrário do que pode parecer, não tinha qualquer relação com as características técnicas da construção em pau-a-pique, o que é largamente demonstrado não só pelas grandiosas sedes e igrejas construídas nesse período com essa técnica, mas também pelas casas (embora poucas) construídas recentemente no assentamento, nessa mesma técnica, cuja altura equivale a dos modelos construídos em alvenaria no mesmo período. O fato é que esse crescimento é irreversível, coletivo e produtor, nessas condições, por um lado, do desejo de acompanhá-lo, e por outro, da cobrança, por parte do grupo, sobre aqueles que aparentemente não estariam conseguindo acompanhar esse movimento. É importante que se compreenda a dimensão social desse desejo, e sobretudo o quanto a sua satisfação (ou não) pode participar do próprio sentido da vida (cf. Elias, 1991). Para entendermos o que nesse caso se exterioriza sob a forma de uma aparente ambigüidade, é preciso que possamos entender os seus desejos, assim como as pressões sociais a eles relacionadas. Indagado sobre a diferença de morar na nova casa em construção, o rapaz explica:

> *"...Então, sei lá, eu acho que isso tem uma diferença muito grande aí. Até pra nós aqui, eu morar nessa casa aqui, está sendo reparado. Muita gente fala, 'ah, se eu fosse você, já estava na casa nova há muito tempo.' Porque muita gente me aconselha pra mudar conforme está assim, entendeu?"*
>
> "Você acha então que a maioria das pessoas aqui de Caixa D'Água mesmo não aceita mais estar morando numa casa que não seja uma casa de tijolo..."
>
> *"É, quer casa boa, quer tudo ajeitadinho."*

A *diferença* é de fato *muito grande* e não se limita às técnicas e aos materiais construtivos utilizados. As antigas casas de colono – as casas *baixinhas*, como se diz no sudeste de Minas – têm sua altura definida em relação direta à estatura física do homem da casa, via de regra o responsável pela sua construção. As pequenas variações encontradas se justificam nesses termos, ou de acordo com o padrão adotado pelo carapina contratado, quando é este o caso.[17] De um modo ou de outro, é como se a altura dessas casas fosse da ordem da *natureza*, e não lhes fosse permitida qualquer altura *social.* Conversando no interior da sua nova casa em construção, o rapaz nos traduziu este aspecto, opondo a noção de tamanho do homem (parte da natureza), à noção de *medida* (parte do arbitrário social):

> "A outra casa é mais baixa, né? As medidas dessa aqui parecem realmente bem diferentes..."
>
> *"...Eu vou dizer uma coisa pra senhora, naquele tempo o pessoal não fazia casa com medida não. Desde que desse pra pessoa entrar debaixo, eles estavam fazendo."*

Em posição exatamente oposta, mas dentro da mesma lógica organizadora daquele mundo social, a altura das casas sedes de fazendas eram bem maiores, com cerca de 3,80 a 4,00m; ou seja, aproximadamente o dobro da altura das casas de colono, representando simbolicamente não só a altura social do fazendeiro e sua família, mas sobretudo a imensa distância que os separava dos colonos e suas famílias. Além disso, e talvez justamente por isso, as casas de colono se posicionavam com freqüência em terrenos também baixos e de certa forma "escondidos" com relação à estrada e ao caminho que lhes dava acesso (fig. 4). Com essa estatura, posicionando-se dessa forma e muitas vezes revestidas do barro sobre o qual eram erguidas, essas casas se tornavam, ou buscavam se tornar, no limite, quase imperceptíveis aos olhos do viajante, e em certo sentido, da sociedade; aproximavam-se assim do seu modelo "ancestral", os *mocambos*, que significam originalmente refúgio, esconderijo (Castro Faria, 1951). Seu pai, hoje com quase 80 anos, confirma a necessidade que o *povo da roça* tinha naquele tempo de se "esconder", e a explica em função do seu *acanhamento*:

"(...) Antigamente as casas eram mais escondidas porque tinha mata também. E antigamente o povo não era igual hoje não, era mais acanhado, mais coisa... Hoje a senhora vê, qualquer criancinha aí, já está aí conversando..."

Hoje, as novas casas construídas no assentamento são maiores, mais altas, se posicionam em lugares mais *soalheiros* e, de acordo com a topografia do lote, mais altos que as antigas casas de colono. Elas cresceram e buscaram a luz, a visibilidade; tornaram-se, em sua grande maioria, mais próximas e mais visíveis com relação à estrada que corta o assentamento, existente desde os antigos tempos da fazenda. É como se agora elas pudessem e quisessem aparecer, se mostrar a quem passa, existir para a sociedade exterior ao seu próprio grupo.

6. Conclusão

Essa análise nos permite concluir que a mesma centralidade que possuía a *casa* no mecanismo de reprodução da submissão em que se encontravam os trabalhadores no período do colonato, ela possui quando essas relações são rompidas e uma relativa autonomia é conquistada, com a posse da terra, tornando-se então a *casa*, nessa nova condição, símbolo maior do processo de mudança vivido por essas famílias. As casas de diferentes técnicas e alturas encontradas hoje no assentamento são portanto, muito além de uma variação histórica arquitetônica, formal, o testemunho material do crescimento social vivido pelo grupo nesse processo.

Por um lado, é possível (e gratificante) constatar que apesar de todas as dificuldades e incertezas ainda enfrentadas pelos assentados, sobretudo pelas novas gerações, que vivem na condição de não titularidade (e portanto sem acesso a créditos), as suas casas são testemunhos inquestionáveis desse crescimento e das melhorias obtidas a partir da conquista da liberdade e da estabilidade sobre a terra, isto é, a partir da criação do assentamento. Por outro lado, observa-se nesse processo a construção de uma armadilha simbólica que faz das antigas casas de estuque representantes de um tempo não somente de pobreza, no sentido econômico, material, mas principalmente de injustiça social, submissão e falta de liberdade, na vida e no trabalho: o colonato é percebido pelos assentados como continuidade direta da escravidão, e a reforma agrária como a sua efetiva libertação.

A visão crítica que os assentados apresentam hoje em relação às suas antigas casas de estuque, objetivada na falta de conforto e em certas características não necessariamente relacionadas às técnicas construtivas utilizadas (mas sim a uma determinada concepção doméstica produzida naquele período), expressa, antes, a necessidade imperiosa de romper, simbolicamente, com o mundo que elas representam e que se deseja, acima de tudo, superado. Será preciso um cuidadoso trabalho pedagógico, imaginativo, que possa demonstrar e transmitir a pluralidade arquitetônica, econômica, social e cultural dos resultados possíveis de serem obtidos através das técnicas de construção com terra, ajudando ao mesmo tempo a lembrar e resgatar, sempre que possível, a beleza e a poesia que permeava suas vidas naqueles tempos, apesar de toda a dureza cotidianamente enfrentada.

* * *

Referências bibliográficas

BOURDIEU, Pierre.

1970 – *La Maison Kabyle ou le Monde Renversé*. Em: Jean Pouillon et Pierre Maranda (org.), *Échanges et Communications*. Tome II. Paris, Mouton.

CASTRO, Hebe M. Mattos de.

1997 – Laços de Família e Direitos no final da Escravidão. Em Luiz Felipe de Alencastro (org.), História da Vida Privada no Brasil vol. 2. São Paulo, Companhia das Letras.

ELIAS, Norbert.

1987 [1969] – *A Sociedade de Corte*. Lisboa, Estampa.

1994 [1939a] – *O Processo Civilizador: uma História dos Costumes* (vol.1). Rio de Janeiro, Zahar.

1994 [1939b] – *A Sociedade dos Indivíduos*. Rio de Janeiro, Zahar.

1995 [1991] – *Mozart: Sociologia de um Gênio*. Rio de Janeiro, Zahar.

FARIA, Luiz de Castro.

1951 – *Origens Culturais da Habitação Popular no Brasil*. Em: *Boletim do Museu Nacional – Antropologia*. Nº 12. Rio de Janeiro, Museu Nacional.

FREYRE, Gilberto.

1954 [1933] – Casa-Grande & Senzala. Rio de Janeiro, José Olympio.

GARCIA JR., Afrânio Raul.

1983 – *Terra de Trabalho: Trabalho Familiar de Pequenos Produtores*. Rio de Janeiro, Paz e Terra.

GARCIA JR., Afrânio, MEDEIROS, Leonilde, GRYNSZPAN, Mário e LEITE, Sérgio (coord.).

2003 – *Assentamentos Rurais em Perspectiva Comparada: uma Análise das Dimensões Econômica, Social, Histórica e Ambiental.* Rio de Janeiro, CPDA-UFRRJ/ CPDOC-FGV/CRBC-EHESS/UFF (Relatório de pesquisa).

HEREDIA, Beatriz.

1979 – *A Morada da Vida: Trabalho Familiar de Pequenos Produtores no Nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro, Paz e Terra.

LINHARES, Elizabeth Ferreira

1998 – *Passos e Espaços: Casas e Universo Simbólico de Ex-colonos em Minas Gerais.* Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, EBA/UFRJ.

1999 – *Rio Preto: Lavando a Alma da Cidade*. Em: *Primeiros Escritos*, nº 5. Laboratório de História Oral e Iconografia, UFF.

2004 – *Entre Escravos e Anjos: Condições e Significados da Infância em um Assentamento Rural Fluminense*. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, PPGSA/IFCS - UFRJ.

MARCELIN, Louis Herns.

1996 – A Invenção da Família Afro-americana: Família, Parentesco e Domesticidade entre os Negros do Recôncavo da Bahia, Brasil. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro, PPGAS/Museu Nacional - UFRJ.

PALMEIRA, Moacir.

1977 – *Casa e Trabalho: Nota sobre as Relações Sociais na* Plantation *Tradicional*. Rio de Janeiro, Contraponto - Ano II, vol.2.

REIS FILHO, Nestor Goulart.

1978 [1970] – *Quadro da Arquitetura no Brasil*. Coleção Debates. São Paulo, Perspectiva.

RYBCZYNSKI, Witold.

1996 [1986] – *Casa: Pequena História de uma Idéia*. Rio de Janeiro, São Paulo, Record.

Notas

[1] Desenhista Industrial (PUC/Rio de Janeiro, 1976), Mestre em Antropologia da Arte (EBA/UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998), Doutora em Antropologia Social (PPGSA/ IFCS/UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004).

[2] Nesse sentido trabalharam, entre outros, Norbert Elias (1969), Pierre Bourdieu (1970), Witold Rybczynski (1986), assim como diversos pesquisadores brasileiros. A importância da "casa" como instituição fundamental na formação social brasileira foi demonstrada por autores como Gilberto Freyre (1954), Roberto DaMatta (1991) e Moacir Palmeira (1977), somando-se àqueles cujos estudos consideraram a especificidade da organização espacial e os respectivos significados dos espaços domésticos analisados: Afrânio Garcia Jr. (1983), Beatriz Heredia (1979), Louis Marcelin (1996) e Elizabeth Linhares (1998), entre outros.

[3] Os dados quantitativos utilizados na análise foram produzidos no âmbito da pesquisa *Assentamentos Rurais em Perspectiva Comparada*, da qual participei como pesquisadora responsável pelos trabalhos desenvolvidos em Santo Inácio (Garcia et alii, 2003); os dados qualitativos, sobretudo relacionados a aspectos simbólicos das casas analisadas, foram produzidos em minha pesquisa para o doutorado, sobre as condições e os significados da infância no assentamento (Linhares, 2004).

[4] Atualmente o assentamento reúne um total de 52 unidades domésticas titulares e, além destas, um número não contabilizado de unidades domésticas agregadas, basicamente constituídas pelos filhos que se casaram após à criação do assentamento e nele permaneceram, ocupando os mesmos lotes de seus pais.

[5] Referimo-nos à inversão no sentido em que na escravatura, uma das bases de sustentação do sistema encontrava-se muitas vezes na dificultação, pelas condições impostas pelo próprio sistema em determinados contextos, à estruturação familiar doméstica – incluindo-se aí as condições e o espaço disponível para moradia dos escravos na fazenda, via de regra as senzalas. Para a grande maioria dos escravos, em diferentes épocas da escravidão, não era aberta a possibilidade de construção de um espaço doméstico próprio, à parte dos espaços coletivos das senzalas (cf. Castro, 1997).

[6] Em condições semelhantes às da *morada* no nordeste brasileiro (cf. Palmeira, 1977).

[7] *Estuque* é a denominação localmente mais utilizada e significa o mesmo que pau-a-pique ou taipa de mão.

[8] Tabatinga vem do tupi (*tawa'tiga*) e significa *barro branco*. É uma argila muito branca, de granulação bem fina, encontrada no fundo de alguns brejos. Ela era (e em alguns casos ainda é) usada não só no revestimento final da casa, quando construída, mas também semanalmente repassada, em um procedimento com significado próximo ao de uma "faxina", de modo que a casa esteja sempre *bem clarinha*. Tanto na construção quanto nessa manutenção semanal, extrair e passar tabatinga são serviços exclusivamente femininos.

[9] Os córregos eram pensados como possuidores de uma capacidade inesgotável de renovação, do ponto de vista físico, e de purificação, do ponto de vista mágico. Em trabalho anterior em outra região cafeicultora fluminense e mineira, estudamos o significado e a importância de um rio (Rio Preto, divisa dos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais) para a população local, relacionados à crença no poder purificador de suas águas (Linhares, 1999).

[10] Considerar esta mudança como fundamental não significa atribuir-lhe qualquer valor, positivo ou negativo, relativo ao abandono das antigas técnicas artesanais de construção, embora sejam reconhecidas as diversas vantagens formais, ecológicas, econômicas e mesmo políticas destas últimas. O que importa aqui enfatizar é o fato do acesso ao mercado da construção civil participar de um processo mais abrangente de pertencimento social, assim como o acesso a diversos bens de consumo inacessíveis nos tempos do colonato, tais como alimentos industrializados, peças de vestuário, calçados, produtos de higiene e perfumaria, eletrodomésticos, etc. Por outro lado, o que não se pode deixar de lamentar é o fato desses antigos saberes, além de estarem sendo progressivamente desqualificados e desprestigiados, porque simbolicamente relacionados ao colonato, estarem sendo perdidos, na medida em que deixam de ser retransmitidos às novas gerações (a retransmissão originalmente se dava durante o próprio processo construtivo, quando as crianças ajudavam, ao mesmo tempo que aprendiam e eram socializados – meninos e meninas, nos seus respectivos papéis perante o seu grupo doméstico e a sua rede de próximos).

[11] Em praticamente todos os casos em que não foi possível reaproveitar as antigas telhas canais, de cerâmica, ou seja, sempre que a cobertura da casa dependera da compra de novas telhas, as utilizadas foram as de amianto, ainda comercializadas em Trajano apesar das contra-indicações.

[12] Rybczynski (1996) localiza na Holanda do século XVII o surgimento dessa noção de domesticidade, como um reflexo da importância que a sociedade holandesa começava a dar à família, fundamentalmente relacionada às mudanças ocorridas nas relações entre pais e filhos e à própria noção de família e de infância.

[13] Reis Filho, 1978.

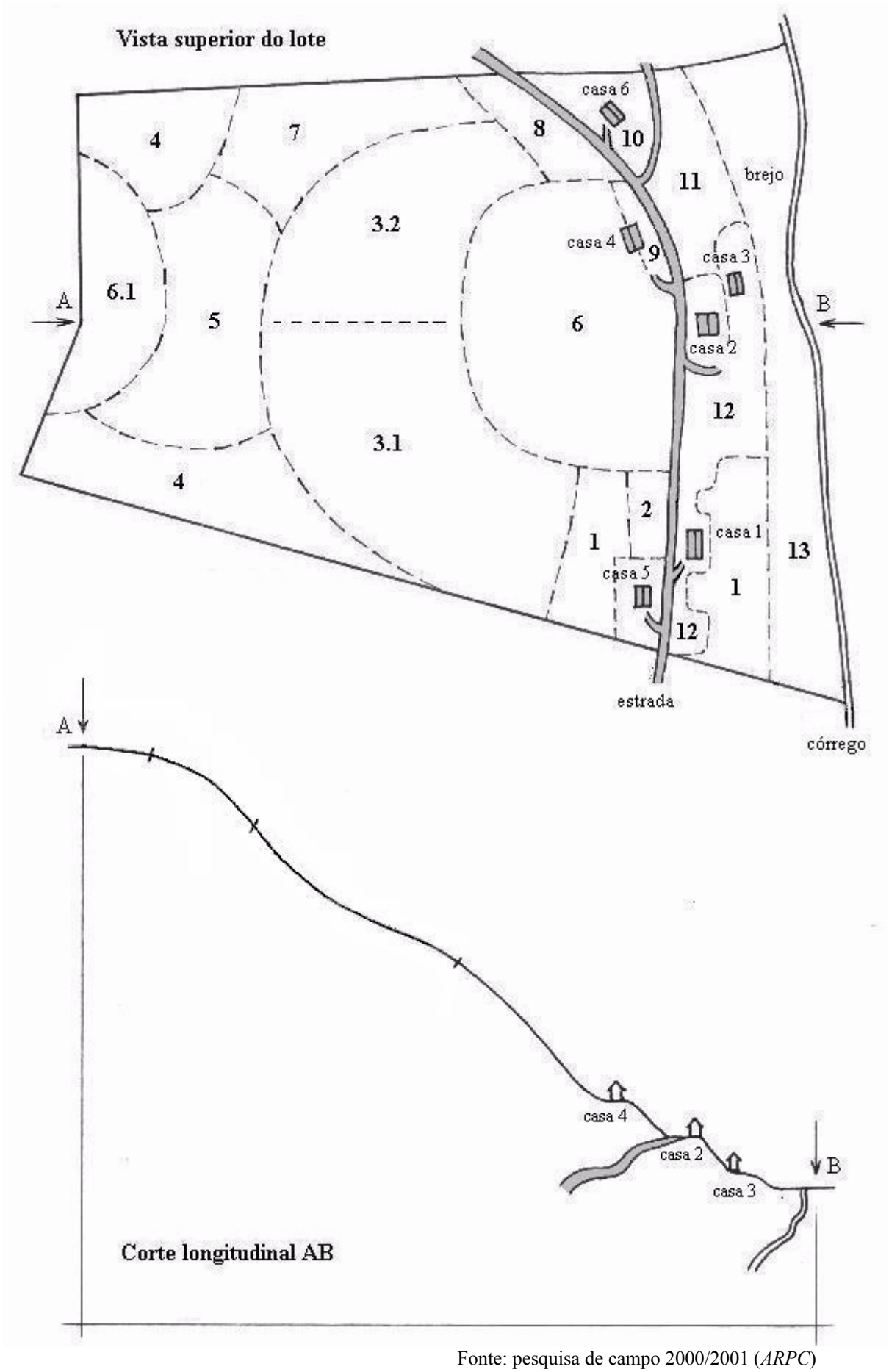
[14] A altura que está sendo considerada se refere às paredes laterais. Se medirmos a altura da casa em sua área central, abaixo da cumeeira, esta será bem maior do que os números aqui apresentados (em ambas as casas).

[15] No período anterior as casas de um modo geral não possuíam banheiro. Os banhos eram tomados nos córregos próximos ou no terreiro (homens e crianças), ou nos quartos (mulheres e meninas que se aproximavam da puberdade); e as necessidades fisiológicas eram feitas durante o dia diretamente no quintal ou na mata (à noite costumava-se usar um penico no quarto). Ainda que os espaços externos à casa, incluindo-se a mata, tivessem esses usos culturalmente demarcados, estes não podem ser comparados com os usos de um banheiro dentro de casa e o que eles representam como mudança na relação de grande proximidade (e intimidade) em que viviam os colonos, nesse sentido, com a natureza ao seu redor. Analisando o processo civilizador como um processo de crescente individualização, Elias considera as mudanças operadas, na história da cultura ocidental, no sentido de um progressivo controle e afastamento do homem, em sua relação com a natureza (na qual se inclui a própria corporalidade humana), na relação entre os homens, e finalmente na sua relação consigo mesmo. Para Elias, as dificuldades existenciais enfrentadas pelo homem ocidental, nas chamadas sociedades complexas – sobretudo os sentimentos de solidão e isolamento individual – são características de um estágio específico de individualização (Elias, 1939 a e b).

[16] As reformas se referem de um modo geral a casas construídas após o assentamento, que sofreram acréscimos posteriores de área e acabamento, mas que já haviam sido construídas originalmente com altura superior; as casas antigas foram em sua grande maioria *desmanchadas*, construindo-se em seu lugar uma casa inteiramente nova. O único caso encontrado de casa de colono reformada, aqui referido (que não significa que seja de fato o único em todo o assentamento, mas que é certamente raro), incluiu diversas modificações, como aumento de área e pé direito, e uma progressiva substituição das paredes de pau-a-pique por paredes de alvenaria. Como o revestimento externo das paredes modificadas ainda não foi feito, pode se ver com clareza a diferença entre a sua altura anterior e a atual.

[17] De acordo com o filho de um antigo carapina da fazenda, responsável pela construção de diversas casas de colono, os carapinas adotavam padrões próprios de construção, porém com poucas variações na altura e de um modo geral seguindo os mesmos padrões adotados pelos próprios moradores – aproximadamente entre 1,80 e 1,90 metros, ou seja, um tamanho que cobria, com uma pequena folga, a estatura física de um homem. Essa limitação na altura se “explicaria” ainda, segundo seu depoimento, pelo objetivo de proteger o telhado da ação dos ventos. A altura da casa a remetia (e restringia), nesse sentido, à sua condição de abrigo, dentro do qual o homem deveria caber e estar protegido com segurança contra as intempéries.

Figura 1: vista superior e corte longitudinal do lote



Fonte: pesquisa de campo 2000/2001 (*ARPC*)

Legenda das casas:

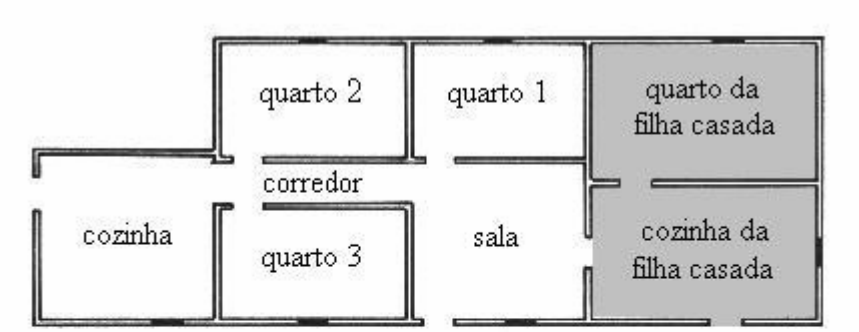
1. casa antiga do casal titular (atualmente fechada)
2. casa nova do casal titular (onde moram atualmente)
3. casa atual do filho casado (antiga casa da sua avó)
4. casa nova do filho casado (ainda em construção)
5. casa da filha mais velha
6. casa da filha caçula

Legenda das lavouras:

1. banana
2. laranja e tangerina poncã
3. eucalipto (3.1 de meia com o genro; 3.2 de meia com o filho)
4. mata
5. capim gordura e samambaia
6. banana e café (6.1 de meia com o filho)
7. eucalipto (poucos pés de plantio recente)
8. capoeira
9. mandioca
10. laranja e tangerina poncã
11. palmito
12. café e fruteiras diversas (ameixa, abacate, banana, laranja e tangerina)
13. pasto sujo, com alguns pés de laranja e abacate

Figura 2: casas analisadas

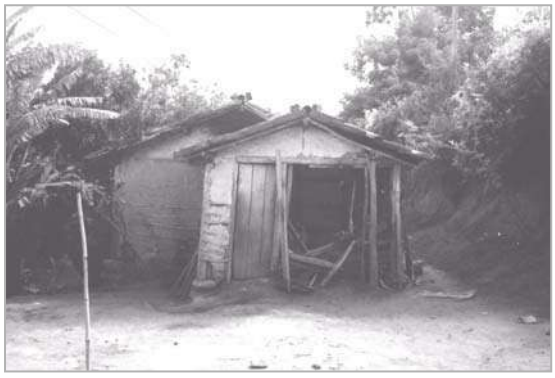
CASA 1



casa 1

área construída original: 44,4 m2
acréscimo feito para o casamento da filha: 20,9 m2
área total: 65,3 m2
altura das paredes: 1,85 m
altura das portas: 1,75 m

estrada

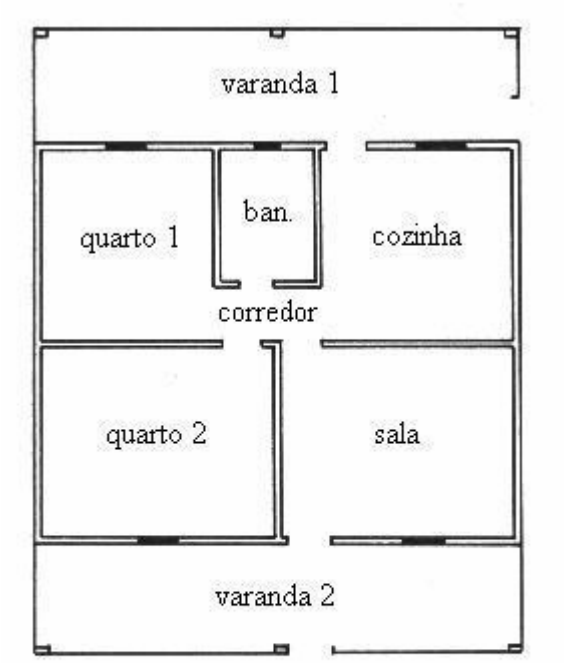


vista lateral esquerda (cozinha original)



vista lateral direita (cômodos da filha casada)

CASA 2



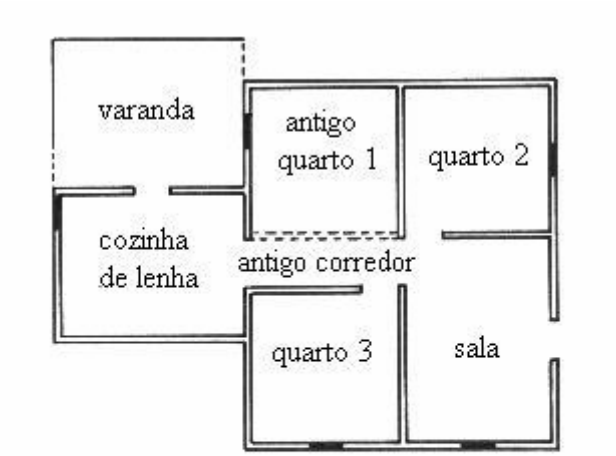


vista de frente



vista de fundos

CASA 3



casa 3

área construída: 55,3 m2
altura das paredes: 1,85/1,90 m
altura das portas: 1,75/1,80 m

estrada

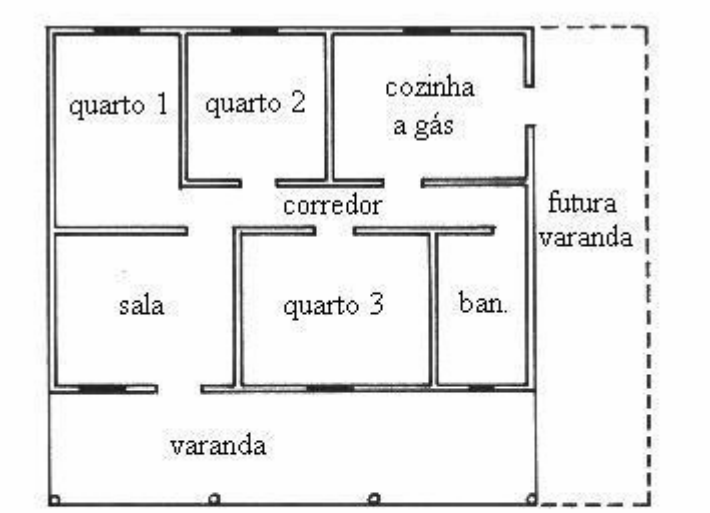


vista de frente (acesso à sala)



vista de fundos (acesso à cozinha)

CASA 4





vista de frente

Figura 3: antiga casa de colono ampliada



antiga casa de colono ampliada

Figura 4: posição relativa das casas



casa de colono (casa 1) em relação à estrada



casa nova de assentado (casa 5) em relação à estrada

IV SIACOT/SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE CONSTRUÇÃO COM TERRA e
III SEMINÁRIO DE ARQUITECTURA DE TERRA EM PORTUGAL

PROJECTAR E CONSTRUIR COM TERRA CRUA – ALGUMAS EXPERIÊNCIAS

Edeltraud Vera Schmidberger;*
Joana F. Mourão; Margarida V. Pereira; Micaela Sobral

SLA - Schmidberger&Lobo Antunes Arquitectos Associados Lda.

Rua Prof. Veiga Ferreira 4-A
1600-800 Lisboa
Tel./Fax 217575945
e-mail: sla@sapo.pt

T4 - Arquitectura contemporânea
Palavras-chave - Construção ecológica; Arquitectura sustentável; Terra crua

Resumo

Este artigo é uma breve reflexão sobre a utilização da terra crua na arquitectura contemporânea, apresentando alguns dos princípios da construção ecológica que se concretizam no uso deste material natural na edificação. São desenvolvidos quatro pontos que retratam a actividade recente e futura deste atelier:

- em primeiro lugar é abordado o tema da ecologia na arquitectura com (ou de) terra crua, relacionando os conceitos de sustentabilidade e de gestão racional dos recursos ambientais com a utilização deste material de construção natural;
- em segundo lugar é relatado o actual processo de construção de uma "*oficina da terra crua*" que se insere nas actividades do atelier SLA, com o intuito de aplicar diversos princípios da arquitectura e construção ecológicas, através da exploração do imenso potencial do material "terra crua";
- em terceiro lugar é apresentado o projecto de arquitectura para o Arquivo Municipal de Ferreira do Alentejo, um dos projectos recentes deste atelier que emprega terra crua para assegurar as condições de conforto e a qualidade do ambiente interior, usufruindo em simultâneo do valor estético deste material;
- por último, é introduzida a história de uma pequena experiência de construção em taipa, realizada em 2004, ilustrada neste seminário pelos dois posters em exposição intitulados "*o conto da terra*".

1. Ecologia na arquitectura com terra

A arquitectura determina por um longo período de tempo a relação entre o ambiente construído e natural. Esta influência ocorre tanto no momento de *construção* de um edifício, em que os recursos naturais são utilizados para a edificação, como no período da sua *ocupação,* durante o qual os recursos são utilizados para assegurar o conforto, ou como ainda no momento da *demolição,* quando alguns recursos e resíduos são devolvidos ao meio. Nestes três momentos distintos, uma arquitectura sustentável deve determinar opções correctas quanto à gestão dos principais recursos ambientais hoje em risco: a água, a energia, os materiais e o solo fértil[1].

Mas, para além de conservar ou consumir de forma eficiente estes recursos, privilegiando aqueles que são renováveis, a arquitectura tem também como responsabilidade satisfazer as necessidades de conforto, de funcionalidade e de identificação estética, visando a sua própria *durabilidade*. Para seguir este princípio de desenvolvimento sustentável é necessário planear o ambiente construído tendo em conta a preservação dos valores e recursos naturais a longo prazo.

O contributo da construção para o desenvolvimento sustentável pode ser muito significativo. Porém, responder aos objectivos da construção sustentável de integração de tecnologias de poupança energética e de uso de materiais naturais locais ou renováveis, exige uma mudança nas práticas de construção correntes e do seu planeamento em projecto, para a qual todos temos de contribuir pouco a pouco.

Para avaliar e comparar materiais de construção ecológicos, para além da capacidade de renovação, o conceito de energia incorporada é fundamental. Baixa energia incorporada significa que ao fabricar, transformar e transportar determinados materiais, não são necessárias grandes quantidades de energia não renovável proveniente de recursos minerais em extinção. Estes materiais são claramente os que devem ser privilegiados numa arquitectura e construção que pretendam ser mais sustentáveis. Nesta linha de pensamento, torna-se evidente, que um dos materiais de construção por excelência para a construção é a **terra crua**, não só pelas suas qualidades no que diz respeito ao controlo climático e higroscópico, mas também pelo seu custo energético primário nulo e seus custos de transporte e transformação mínimos.

A construção em terra crua, mesmo tendo de ser corrigida pontualmente na composição dos seus elementos, quando comparada com o somatório de custos externos, sobretudo energéticos, provenientes dos métodos de construção baseados na utilização do cimento, do ferro e do tijolo cozido, torna-se muito mais económica e eco-eficiente. Às vantagens ambientais de optimização do consumo de recursos naturais deste tipo de construção, acrescentam-se ainda vantagens humanas para os habitantes dos edifícios em terra crua. A terra, devido à sua elevada higroscopicidade e inércia térmica, proporciona níveis de conforto climático interior muito superiores aos da construção em alvenaria de tijolo corrente. O conforto climático atingido nas habitações em terra crua proporciona um ambiente interior saudável, pelo que este tipo de construção, quando associado a boas soluções de ventilação e aquecimento passivos, contribui para uma melhor saúde nos edifícios.

2. Uma *oficina da terra crua* em construção

O atelier SLA começou as suas investigações sobre a construção em terra crua há alguns anos, em parte devido à frequência do curso de Bio-Construção do IBN[2] e, mais recentemente, devido ao crescente entusiasmo com este tema que o próprio Centro da Terra impulsionou, através dos seus encontros, seminários e workshops. Para além disso, a elaboração do regulamento de construção ecológica para o empreendimento CostaTerra, onde se optou por apresentar as soluções em terra crua como preferenciais para construção de habitações, foi também um estímulo para o aprofundamento da investigação sobre este tema.

Pouco a pouco o atelier tem vindo a fazer projectos e experiências na sequência dos princípios da arquitectura ecológica, investigando sobre os temas da bioclimática, da Bio-Construção e da sustentabilidade. Os estudos de Feng Shui (a filosofia chinesa milenar de orientação das construções e espaços interiores) desenvolvidos no atelier contribuem também para esta investigação contínua, pois convergem com os temas da ecologia, bioclimática, saúde do habitat e utilização das energias renováveis.

Este atelier está actualmente a preparar a montagem de uma oficina experimental para testar a incorporação de diversos materiais na terra crua, visando a criação de materiais prontos a utilizar em “construção seca” e que cumpram as exigências do novo Regulamento das Características e Comportamento Térmico dos Edifícios

(RCCTE), a aprovar em breve. Não há dúvida que este caminho é oportuno em Portugal, país onde o clima exige soluções construtivas eficientes e onde é grande a disponibilidade do material natural *terra crua,* bem como de outros que o complementam.

Como se sabe, a construção em terra crua tem três vertentes principais já bastante conhecidas: a taipa (terra compactada em "taipal", formando paredes monolíticas em sistema de cofragem deslizante), o adobe (bloco de terra crua seca ao sol com dimensões semelhantes aos dos tijolos cozidos) e o BTC (bloco de terra compactada). Contudo, fala-se menos dos materiais que podem complementar estas opções e que, inclusive, podem diversificar os produtos obtidos, para além de melhorarem as características da construção.

As paredes de taipa, por exemplo, quando utilizadas como paredes exteriores de habitações podem ser complementadas com outros materiais isolantes, como o adobe aligeirado ou o painel de fibras de madeira. Estes materiais deverão apresentar baixa resistência à difusão do vapor de água para não bloquear a respiração da parede de forma a não contrariar o bom comportamento higroscópico da terra crua. A cortiça, a palha, os desperdícios do tijolo ou outras fibras vegetais como o cânhamo, são materiais cujo comportamento queremos explorar em conjugação com a terra crua para efectivamente inovar na construção. Existem ainda muitos outros materiais isolantes para a taipa que podem ser incorporados na sua constituição como a perlite ou a leca, e tenderão a aparecer outras soluções a que se deverá estar atento.

Para além da diversificação da composição dos materiais, outro tema associado à construção em terra crua, também ainda pouco explorado em Portugal, é o da diversificação da forma dos blocos, alvenarias e painéis utilizados. A pré-fabricação da taipa oferece inúmeras possibilidades a explorar, tanto na forma como no conteúdo, pois os produtos mistos podem melhorar desempenhos para espessuras menores[3] e oferecer texturas diversificadas.

Seguir estas evoluções da construção em terra é um dos objectivos da *oficina da terra crua,* actualmente em construção no atelier SLA. Este objectivo surge, aliás, não apenas pela curiosidade e vontade de inovação em Portugal, mas também devido à constatação de que as paredes exteriores, executadas apenas com terra crua, apresentam dificuldades em cumprir as exigências do novo RCCTE[4], a não ser com espessuras elevadas, o que dificulta a aceitação deste tipo de construção.

Estes são os principais temas de investigação aplicada à construção previstos para a *oficina da terra crua*, contudo, por enquanto tem sido através do projecto e da construção em pequena escala que temos experimentado o contacto com a terra crua nas suas formas tradicionais de aplicação, tal como será descrito nos próximos pontos.

3. O projecto de um arquivo[5]

Projectar um edifício para arquivo coloca aos arquitectos uma exigência específica: a necessidade de manter a temperatura e teores de humidade constantes sem pôr em risco a conservação dos documentos. Perante esta exigência, afigura-se pertinente recorrer a técnicas construtivas mistas e considerar diversos materiais naturais para assegurar a qualidade e regulação das condições de ambiente interior de forma ecológica.

Assim, perante o desafio de projectar o Arquivo Municipal de Ferreira do Alentejo (FIG. 1), pareceu-nos necessário e oportuno procurar soluções em que o equilíbrio térmico fosse garantido pelos próprios materiais e técnicas construtivas, minimizando assim o recurso à climatização artificial, o consumo de recursos, os encargos de manutenção e assegurando de forma passiva o equilíbrio da temperatura, humidade e circulação do ar.

Deste modo, optou-se pela utilização de adobes pelo interior dos paramentos verticais garantindo o controlo da humidade devido às características higroscópicas deste material. Nas paredes exteriores duplas (sem caixa de ar) optou-se por uma constituição com termotijolo de 24cm de espessura pelo exterior e, por adobe aligeirado com 11,5cm de espessura pelo interior. Foi previsto o isolamento da estrutura de betão para evitar todas as pontes térmicas. As paredes exteriores com esta constituição alcançaram, assim, o exemplar coeficiente de transmissão térmica de 0.75 W/m^2K.

Nos acabamentos finais seguiu-se o mesmo princípio de aplicação de materiais naturais, sendo estes executados com rebocos de cal aérea hidratada, no exterior, e com rebocos à base de argila, no interior, e pintados em ambos os casos com tintas minerais à base de silicatos.

Definiu-se que as divisórias interiores seriam executadas em adobes aligeirados com cortiça (com uma massa volúmica de cerca de 700kg/m3), com excepção das instalações sanitárias onde serão utilizadas divisórias leves com painéis de gesso cartonado, estrutura metálica e isolamento acústico em painéis de aglomerado negro de cortiça.

Na zona de exposições na zona administrativa inseriu-se uma parede em taipa construída no local e deixada à vista. Na zona de exposições, com acesso ao pátio interior, a taipa à vista poderá funcionar como pano de fundo das diversas exposições que aí terão lugar (FIG. 2). Na zona administrativa, o objectivo foi o de permitir que a taipa tenha intervenções em obra, por parte dos autores do projecto, de modo a criar zonas de destaque trabalhadas com pigmentos de cor ou outros elementos decorativos. Esta obra “artística” será concebida no próprio lugar, durante a execução da parede.

Foi ainda prevista a utilização de técnicas tradicionais em alguns tectos como, por exemplo, na antecâmara de acesso ao arquivo, onde o tecto será em abobadilha alentejana, construída em tijolo maciço de 3,5cm de espessura e executada ao baixo (FIG. 3).

Na globalidade do projecto, optou-se por utilizar uma linguagem arquitectónica adaptada às tipologias do núcleo antigo da cidade, com uma fachada principal ritmada e ordenada com elementos como as faixas, cantarias e platibanda com coroamento alusivo ao símbolo da cidade de Ferreira do Alentejo, propondo também uma reinterpretação de elementos arquitectónicos na busca de um diálogo entre “tempos distintos” (FIG. 4).

Para o pátio concebeu-se uma estrutura leve em madeira laminada que suporta quatro “painéis” em lona, criando assim privacidade entre o pátio e as janelas existentes na empena do edifício adjacente. O terraço é ajardinado e a terra assume aí também as funções de isolamento térmico. Previram-se áreas de pavimentação diferenciadas, em pedra de lioz, seixo rolado, gravilha e relva e a presença de elementos pré-moldados para circulação de água em circuito contínuo, contribuindo para a valorização da vivência do terraço.

Em termos de climatização, o aquecimento é garantido por uma caldeira a “pellets” e está em estudo a possibilidade de recorrer à energia geotérmica no local para a produção de calor e frio, através de um furo que atinge o subsolo.

Em conjunto com os materiais de construção propostos, que mantêm uma temperatura interior estável, propôs-se um sistema de ventilação transversal nocturna e o sombreamento pelo exterior das superfícies envidraçadas, com persianas fasquiadas em madeira. Neste edifício, as bandeiras dos vãos exteriores serão equipadas com dispositivos de abertura automática apoiados com extracção de ar forçado para aproveitar as temperaturas nocturnas exteriores mais baixas, garantindo assim a ventilação e o arrefecimento passivos.

3. O "conto da terra": a construção de um pequeno armazém

Falou-se até agora de conceitos, de investigação aplicada e de projectos para a utilização de terra crua na edificação. Faltaria agora falar da construção, fase em que surgem muitas ideias, mas também muitas dúvidas. Contudo, remetemos este tema para uma história ilustrada que deverá ser lida nos posters em exposição durante este seminário. Esta história começa assim:

"Para quem nunca construiu nada com terra, pode parecer que seja demasiado difícil aventurar-se para uma técnica que não domina.

Aventurar-se – porque como tudo, quando é feito pela primeira vez, tem um pouco do gosto a aventura. E como em todo lado, aprende-se com os erros.

Para quem nunca tenha experimentado e tenha ainda medo – segue-se um conto, baseado numa história verídica...."

Bibliografia

COFAIGH, Eoin – Climatic Dwelling: an introduction to climate-responsive residential architecture. Londres: James and James, 1996

DAHLAUS, Ulrich [Red.] – Lehmbau 2001, Aktuelles plannungshandbuch für den Lehmbau, Manudom Verlag, Aachen: 1997

DETHIER, Jean– Arquitecturas de Terra. Ou o futuro de uma tradição milenar. Europa. Terceiro Mundo. Estados Unidos. Lisboa: Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 1993.

EC, ACE, ERG, Softech e SAFA – A Green Vitruvius, Princípios e práticas de projecto para uma arquitectura sustentável. Lisboa: Ordem dos arquitectos, 2001

HOUBEN, Hugo et al – Construire en Terre, CRATerre

IBN – Institut für Baubiologie + Oekologie Neubeuern – Fernlehrgang Baubiologie

LLEDÓ, Camilo Rodrigues – Guía de Bioconstrucción, Ed. Mandala: Madrid, 1999

LNEC, Joana Mourão e João B. Pedro – Sustentabilidade ambiental da habitação e áreas residenciais, Ed. LNEC: Lisboa, 2005

MINKE, Gernot – Manual de construcción con tierra ,Editorial Nordan-Comunidad; Montevidéu, Uruguai, 2001

OLIVA, Jean-Pierre – L'isolantion écologique, Ed. Terre Vivante; Mens, França, 2001

VALE, Brenda – The New Autonomous House: Design and Planning for Sustainability. New York: Thames & Hudson, 2000

Nota final (curriculum vitae)

Edeltraud Vera Schmidberger, natural de Munique, Alemanha, arquitecta

1985 - Licenciatura em Arquitectura, Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa (FAUTL)

1985-1990 - Trabalhos de estágio com: Luís Dória, Paulo Gouveia e na SIEMENS

1990-2005 - Actividade profissional como profissional liberal

Sócio-Gerente da Sociedade SLA - Schmidberger & Lobo Antunes Arquitectos Associados

Referências

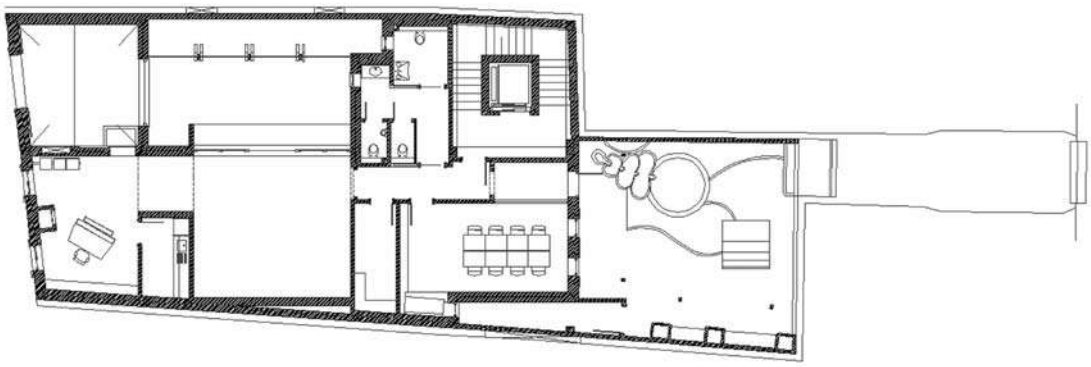
[1] Veja-se o estudo "Sustentabilidade da habitação e áreas residenciais" LNEC [João B. Pedro, Joana Mourão] 2005

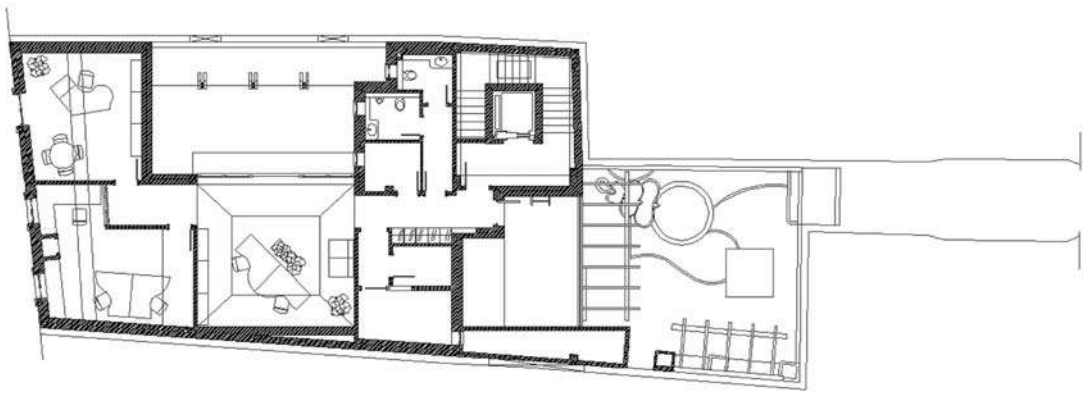
[2] IBN – Institut für Baubiologie + Oekologie Neubeuern – Fernlehrgang Baubiologie

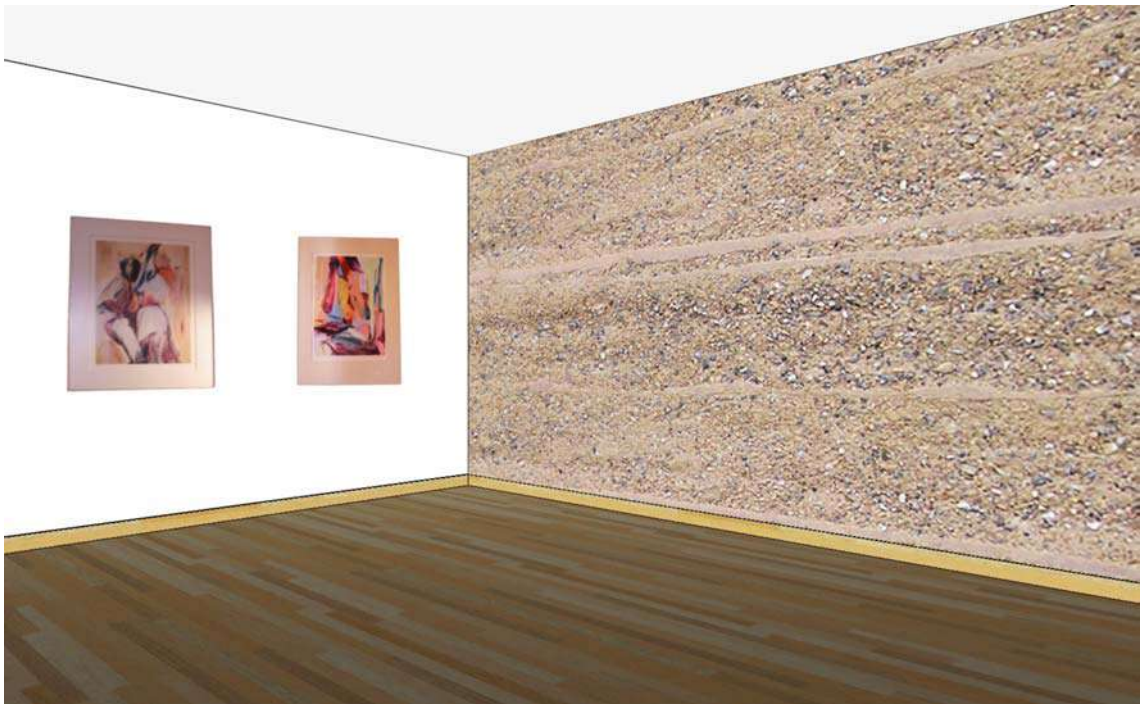
[3] Estes produtos mistos à base de terra crua podem também ter como função conferir inércia térmica às paredes e, nesse caso, não devem ser aligeirados.

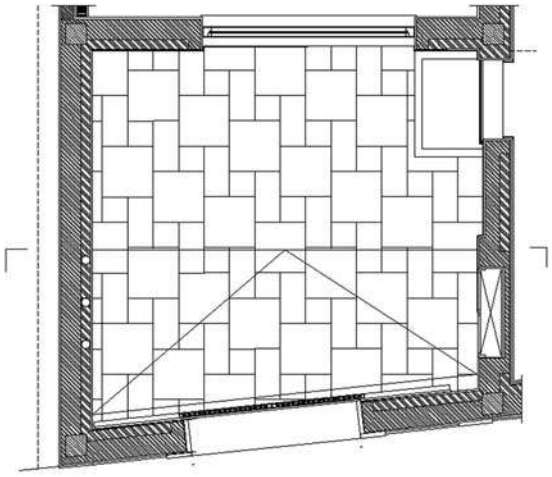
[4] Este regulamento será, em princípio, aprovado em 2006 e embora se possa discordar de alguns dos seus princípios ele constitui um requisito a cumprir para diminuir as necessidades energéticas dos edifícios, pelo que se deverá preparar formas de o cumprir sem comprometer a arquitectura.

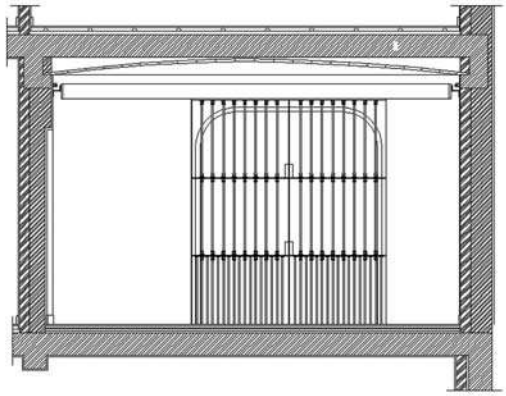
[5] Este projecto, desenvolvido pelo atelier SLA em 2004, é da autoria das Arquitectas Margarida Pereira e Vera Schmidberger.













A PAISAGEM CULTURAL ENQUANTO PATRIMÓNIO E A SUA ADEQUADA GESTÃO

Victor Mestre* e Sofia Aleixo
Victor Mestre | Sofia Aleixo, Arquitectos
Rua Gonçalo Nunes, 53 - 3D 1400-185 Lisboa
mailto:mestre.aleixo@mail.telepac.pt

Tema 3: Arquitectura e Contemporaneidade
Palavras-Chave: Património, Território, Paisagem Cultural, Intervenção

Resumo:

Apresentação do Projecto, em Fase de Estudo Prévio, para o Centro de Interpretação do Ambiente do Parque Ambiental na Herdade do Montinho, em Beja.

1. Introdução

O Património Natural e o Património Imaterial ganharam recentemente a maior atenção das instituições que há muito zelam pelo Património Arquitectónico e Cultural, de onde se destaca a UNESCO. Mas, acima de tudo, parece-nos que esta atenção é hoje um valor incontornável na preocupação das comunidades. Mais do que a importância de uma qualquer classificação de área protegida, que consideramos importante se não mesmo indispensável nalguns casos, o património natural ganhou a estima das populações e alcançou estatuto no campo da investigação científica com vista à sua conservação e fruição, e eventual exploração adequada.
O seu valor enquanto bem real que influi no destino e sustentabilidade de uma região, tem larga influência na qualidade de vida dos cidadãos, pelo que todas as acções de pequena, média ou grande escala devem ser equacionadas face às transformações que irão operar nesse território e consequentemente nos ecossistemas existentes.
O território para continuar a ser uma riqueza e um bem ambiental, não deverá ser tido apenas como uma fonte de riqueza inesgotável, pois esse princípio terá efeitos devastadores num futuro próximo.
Explorações intensivas e extensivas, no âmbito das minas, exploração de pedreiras, e inertes diversos, exploração hídrica ou a introdução de monoculturas têm aberto autênticas feridas no território comprometendo a sua reabilitação por séculos e penalizando o futuro de gerações de famílias que assim se vêm obrigadas a abandonar as suas origens, abrindo o caminho à desertificação dos campos.
Actualmente estas questões estão cada vez mais enquadradas por uma democracia abrangente e participativa, em que as acções estão naturalmente abertas à discussão pública pois são do interesse das comunidades. As instituições ligadas ao ensino e à investigação são hoje estruturas indispensáveis para a inventariação e caracterização das eventuais anomalias existentes, e consequentemente indispensáveis, para a sua adequada correcção bem como à execução de projectos de enquadramento e monitorização ambiental face às actividades a instalar numa determinada região.
A boa gestão de um determinado território e ou área específica onde se irá desenvolver uma actividade terá necessariamente de estabelecer um equilíbrio entre o homem e o ambiente através de modelos de sustentabilidade que concorram para a preservação ambiental em todas as suas vertentes desde a qualidade do ar, na salvaguardando dos recursos hídricos, passando pela conservação e ampliação da camada de solo fértil. Só assim a vida animal e vegetal se desenvolve adequadamente.

A nossa paisagem ambiental é hoje praticamente a mesma que designamos por paisagem cultural pois grande parte desta derivará da acção do homem. Nalgumas circunstâncias muito especiais, em que a geografia física se impõe à acção do homem, os valores naturais encontram aí abrigo tornando-se por isso autênticos santuários de plantas e animais da nossa floresta mediterrânica e atlântica. A sua preservação, a par de uma intransigente defesa da paisagem cultural, porquanto, constituem bens inalienáveis da nossa condição humana, passarão inevitavelmente pela educação ambiental. Só assim poderemos sonhar com um futuro radioso e pleno de bem-estar. Para tal devemos implementar medidas de gestão interdisciplinares envolvendo organismos públicos e privados bem como as populações directa e indirectamente interessadas na conservação desses territórios.
A gestão de actividades estabelecidas em áreas ambientais sensíveis ou de grande abrangência física terão obrigatoriamente em consideração os processos de transformação da paisagem e sobretudo a implementação dos meios necessários à minimização dos impactos negativos. E para assegurar laços de credibilidade junto das populações, nada melhor do que franquear as portas e expor, debatendo as actividades e procurando receber opiniões de todos os tipos, desde as técnico-científicas até às mais abstractas relacionadas com a sensibilidade e intuição de quem vive ou viveu junto desses valores, e tão bem conhece o terreno através do saber tradicional. Actualmente o equilíbrio das acções sobre o território e o bem-estar das comunidades decorrerá do estabelecimento de compromissos mútuos e não apenas de uma parte. As modernas e desenvolvidas sociedades derivarão das motivações conjuntas entre os modelos de desenvolvimento propostos políticamente e a sua discussão e ractificação pelas respectivas comunidades. A indiferença e a resignação das populações fortemente penalizadas por um tempo antigo onde eram frequentes os abusos de poder, em que tudo se decidia longe dos mais directamente afectados, esse tempo já não tem lugar. Hoje, vivemos uma nova era de respeito, partilha e participação recíproca, por isso, de esperança no futuro.

2. PARQUE AMBIENTAL

A realidade física do Parque Ambiental na Herdade do Montinho mostra-nos como o tempo mudou. Esta mega infra-estrutura intermunicipal instalou-se no terreno, após adequados estudos de impacto ambiental implementando um projecto estruturado apoiado por uma adequada gestão. Este parque opera diariamente segundo um plano director de resíduos sólidos abrangendo o distrito de Beja que agrega sete concelhos vizinhos. Gerido pela Amalga, estrutura associativa que representa oito municípios e que tem a sua actividade alicerçada no estudo e na implementação de vários projectos ambientais, de onde se destacam os tratamentos de vários tipos de resíduos, apostando na triagem dos resíduos sólidos urbanos com o objectivo de promover a sua reciclagem e proporcionando assim a sua revalorização económica.
Esta actividade tem ainda como suporte físico o aterro sanitário, estações de transferência, ecocentros, ecopontos, estação de triagem, parque de tratamento de sucata, reconversão de pneus usados, reconversão de entulhos e britas para a construção civil e unidade de valorização de matéria orgânica. Entretanto desenvolve estudos para a instalação de novas valências.
Este Parque Ambiental concorre para a despoluição de uma imensa área congregando actividades outrora dispersas ou inexistentes e potenciando uma nova forma de resolução de tão complexas questões. Para tal, estuda parcerias com outras entidades públicas e privadas para gerir plataformas de cooperação diversa contribuindo para a fixação de

postos de trabalho. Estes surgem integrados em novas empresas que se instalam no Parque Ambiental.

3. PARQUE ECOLÓGICO

O futuro Centro de Interpretação Ambiental encontra-se enquadrado por um imenso Parque ecológico com cerca de 143 hectares. Esta propriedade detém excelentes condições ambientais, apresentando um elevado coberto vegetal composto sobretudo por montado de azinheiras e de sobreiros. O olival também está presente e constitui uma mancha interessante. A diversidade de panorâmicas deve-se sobretudo ao ondulado do terreno constituindo uma expressiva marca verde recortada por uma enigmática linha de horizonte. Neste lugar apercebemo-nos da paisagem meridional fortemente influenciada por factores climatéricos, orográficos mas também resultantes da longa acção do Homem. A estrutura agrária encontra-se diluída pois não se desenvolvem actualmente culturas em extensão. No passado ocorreu alguma desarborização para as culturas de sequeiro, mas não se introduziram culturas em terraços. Mesmo as linhas de águas permaneceram estáveis favorecendo a flora e a fauna endémicas, junto do plano de água. Aliás, a "vida selvagem" encontra alimento e abrigo natural desenvolvendo-se espontaneamente. Os estratos vegetais desenvolvem-se segundo as condições climatéricas e orográficas, verificando-se que a constância de água na ribeira da Herdade contribuiu para a permanência todo o ano de diversas espécies, quer vegetais quer animais. Em algumas vertentes, mais densamente arborizadas, podemos apreciar a diversidade de plantas e insectos que poderão vir a ser estudados ou simplesmente apreciados. A complexa interacção do Homem e da Natureza tem neste lugar oportunidades sem limite. As caminhadas que por aqui poderão ocorrer potenciarão sobretudo o contacto com os valores da paisagem tradicional interagindo o visitante com costumes antigos e activos como a exploração da cortiça e apanha da bolota e da azeitona, a recolha do mel nos cortiços e ou em colmeias, bem como a observação da vida animal, destacando-se as aves e alguns mamíferos como a raposa e o javali. Também as plantas medicinais, de cheiro e de tempero estão presentes junto aos riachos e nas suas vertentes. Dada a extensão da propriedade é possível caracterizar zonas que poderão, sem prejuízo para o ambiente, receber desportos radicais não poluentes como as BTT, o rapel, paintball, bem como a visita em jeep e cavalos através de trilhos préviamente definidos.
A Paisagem Cultural é inerente à conservação e fruição das paisagens históricas e rurais. Estas revelam as acções das comunidades ao longo de séculos que souberam retirar-lhe sustento sem as comprometer na sua permanência. A acção de ambas é hoje, na maioria dos casos, um espaço de memória colectiva constituindo assim um elevado património cultural que importa compreender e divulgar para, em conjunto, preservarmos para as gerações futuras.

4. CENTRO DE INTERPRETAÇÃO DO AMBIENTE

Este futuro centro de Interpretação do Ambiente funcionará como pólo dinamizador de todo o Parque Ambiental. Terá por objectivo estruturante a ligação com as comunidades locais (e visitantes) de modo a envolvê-las e assim sensibilizá-las para a participação na resolução dos problemas ambientais. Mas, sobretudo, ao as introduzir nestas questões, despertá-las para o seu próprio comportamento cívico no seu dia a dia, face à conservação e fruição do ambiente. Para tal, serão desenvolvidas várias actividades pedagógicas que potenciarão um melhor entendimento de toda a cadeia de problemas e os ciclos a implementar para os minimizar e eliminar.
A constituição de um Centro de Documentação, com ligação via Internet com outros

centros nacionais e internacionais ligados em rede, proporcionará uma informação especializada de carácter científico permanentemente actualizada. Em consequência teremos aqui um pólo de conhecimento científico associado a uma realidade física activa, diariamente monitorizada fornecendo preciosa informação para o desenvolvimento da investigação científica nesta área, despertando assim o interesse de estudantes de diferentes níveis de ensino bem como dos Professores e Investigadores.
As salas de actividades proporcionarão um contacto directo com sistemas interactivos capazes de explicar os diferentes ciclos por que passam os resíduos sólidos até atingirem a fase da sua reciclagem ou constituírem matéria sólida ou líquida totalmente inofensiva para o ambiente. Estas salas proporcionarão às crianças do ensino básico, secundário e superior diferentes graus de observação e participação completando essa informação na visita às diversas instalações industriais, complemento importante para as questões abordadas nas salas de actividades, que também irão disponibilizar informação sobre o Parque Ambiental enquanto ecossistema existente.
Daí partirão em caminhadas lúdicas de observação dos valores da natureza. Irão ser estabelecidos circuitos pedonais nas zonas mais sensíveis e propõem-se outros circuitos motorizados e a cavalo que percorrerão distâncias maiores preferencialmente utilizando os antigos trilhos de cumeada para evitar a perturbação dos meios mais frágeis. Associado a estas actividades do Centro de Interpretação Ambiental estará também um pequeno núcleo museológico imprescindível na adequação do conhecimento à conservação e protecção dos valores ambientais e patrimoniais. Não se pretende instalar neste pequeno núcleo museológico algo de estático enquanto depósito de objectos sem vida e sem alma, mas antes estimular, interrogar e interagir com o visitante através de actividades associadas a objectos e costumes tradicionais da região bem como à sua validade enquanto agentes de conservação e dinamização ambiental em sintonia com as acções do Homem.

5. ALOJAMENTO

No sentido desta sensibilização da população estudantil, através do acolhimento de acções pedagógicas de divulgação e promoção dos valores ambientais, e ainda do incentivo à investigação, dotou-se este Centro de duas unidades de alojamento, uma de sete quartos duplos - numa zona de privilegiada relação com a linha de água - e outra de dois quartos colectivos com capacidade para 22 a 28 pessoas cada. Enquanto a primeira se destinará a investigadores, técnicos e professores, numa perspectiva de intercâmbio internacional, a segunda procura o acolhimento de grupos escolares, para cerca de duas turmas, onde a estadia poderá ser integrada com a oferta de outras actividades relacionadas com o ambiente e a natureza, nomeadamente tirando partido do plano de água do riacho, ou da arborização no território envolvente. Aliás a implantação destas unidades reaproveita uma construção existente e actualmente em ruínas, definindo uma zona contida entre unidades de uso e que fará a distribuição dos utentes.

6. FASEAMENTO E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS

Trata-se assim de uma intervenção que se propõe faseada, com uma primeira intervenção de 750m2 para a reabilitação de dois dos edifícios da estrutura arquitectónica existente para a implantação do Centro de Interpretação da Natureza, de onde se destaca o pequeno Auditório com capacidade para 66 pessoas, e a zona administrativa, para além das já mencionadas salas de actividades e núcleo de documentação temática (natureza).
Numa segunda fase será reabilitado o edifício a Norte onde serão instalados o Núcleo Museológico, uma Cafetaria e um Restaurante/Refeitório, com capacidade de 72 lugares

sentados, e espaços anexos que permitem uma autonomia de funcionamento. Este Núcleo deverá reflectir a "imagem do Parque", através de um Projecto de Comunicação global que unifique as diversas valências deste Parque Ambiental.
Com esta área de cerca de 370m2, a área de intervenção, ou seja, de reabilitação do edificado existente, alcança assim os 1.100m2.
A terceira fase incluirá as unidades de alojamento, de cerca de 350 m2/cada, com a reabilitação de um dos edifícios existentes e a construção de um novo corpo que confinará a intervenção global.
Por fim, e embora acompanhe as fases anteriores, o tratamento da envolvente, através da sua naturalização com o uso de materiais locais, terminaria a fase de construção após a reabilitação de uma antiga malhada para aí se instalar os equipamentos de apoio às caminhadas.
A reabilitação do existente e a construção nova respeitará os materiais e as técnicas registadas nas estruturas arquitectónicas pré-existentes. A taipa é deste modo o sistema construtivo mais utilizado a par do tijolo lambaz e da baldosa para a construção de abóbadas nos quartos individuais.
A fase complementar, e transversal a todo este processo, será a de implementação de circuitos pedonais de acesso a valores ambientais, a de promoção e divulgação deste Parque Ambiental, em Portugal e no estrangeiro, através de uma imagem própria, dinâmica e apelativa, potenciando a troca de saberes e a evolução do conhecimento nestas áreas.

in Memória Descritiva da Fase de Estudo Prévio, Dez.2004

Breve Curriculum
Victor Mestre [Lisboa, 1957]. Sofia Aleixo [Lisboa, 1967]. Trabalham em colaboração desde 1991, tendo constituído a Victor Mestre | Sofia Aleixo Arquitectos em 1997.
A sua experiência profissional tem sido complementada com a realização de estudos e consultas, participação em projectos e fiscalização de obras, predominantemente na área do Património onde uma permanente investigação, nas áreas da arquitectura tradicional, do património arquitectónico, e da paisagem, a par de um atento olhar para com as expressões da cultura universal, tem contribuído de forma decisiva para a identidade do seu trabalho.
Têm projectos e obras divulgados em diversas publicações da especialidade, em Portugal e no estrangeiro, bem como têm participado em diversas conferências e exposições.



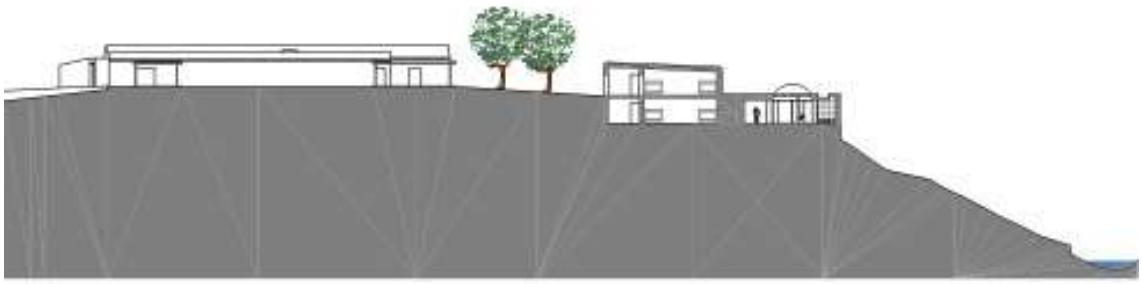


VICTOR MESTRE / SOFIA ALEIXO, ARQUITECTOS LDA

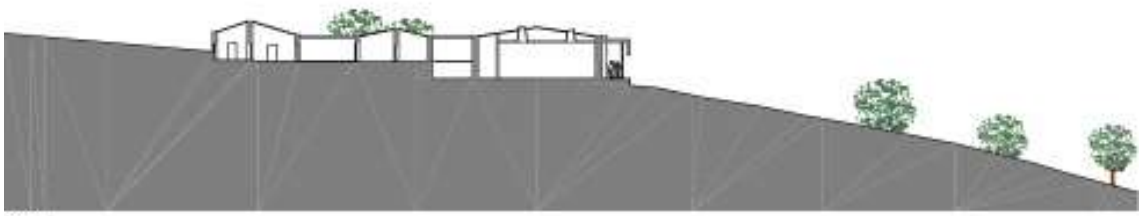
CENTRO DE INTERPRETAÇÃO AMBIENTAL
REABILITAÇÃO E AMPLIAÇÃO DO MONTE DA HERDADE DO MONTINHO | BEJA



1. SALA DE ACTIVIDADES PERMANENTES
2. SALA DE ACTIVIDADES PERMANENTES
3. PEQUENO AUDITÓRIO (66 lug.)
4. NÚCLEO DE DOCUMENTAÇÃO TEMÁTICA LIGADO À NATUREZA
5. GABINETE DO DIRECTOR
6. APOIO DE SECRETARIADO
7. CIRCULAÇÃO
8. ARRUMO
9. ÁTRIO
10. PÁTIO EXTERIOR
11. ÁTRIO/RECEPÇÃO
12. ZONA DE ESTAR
13. ANTECÂMERA
14. VESTIÁRIOS (H)
15. VESTIÁRIOS (S)
16. CASA DO FORNO PARA VISITA
17. INSTALAÇÃO SANITÁRIA (H)
18. INSTALAÇÃO SANITÁRIA (S)
19. INSTALAÇÃO SANITÁRIA (DEF.)
20. ZONA TÉCNICA
21. PÁTIO EXTERIOR
22. ÁTRIO
23. BAR
24. COZINHA
25. ECONOMATO GERAL
26. DESPENSA DO DIA
27. INSTALAÇÃO SANITÁRIA (H)
28. INSTALAÇÃO SANITÁRIA (S)
29. REFEITÓRIO (72 LUG)
30. APOIO AO NÚCLEO MUSEOLÓGICO
31. NÚCLEO MUSEOLÓGICO DO MONTINHO
32. CAMARATA (S)
33. INSTALAÇÃO SANITÁRIA (S)
34. CAMARATA (H)
35. INSTALAÇÃO SANITÁRIA (H)
36. QUARTO-TIPO
37. QUARTO PARA DEFICIENTE



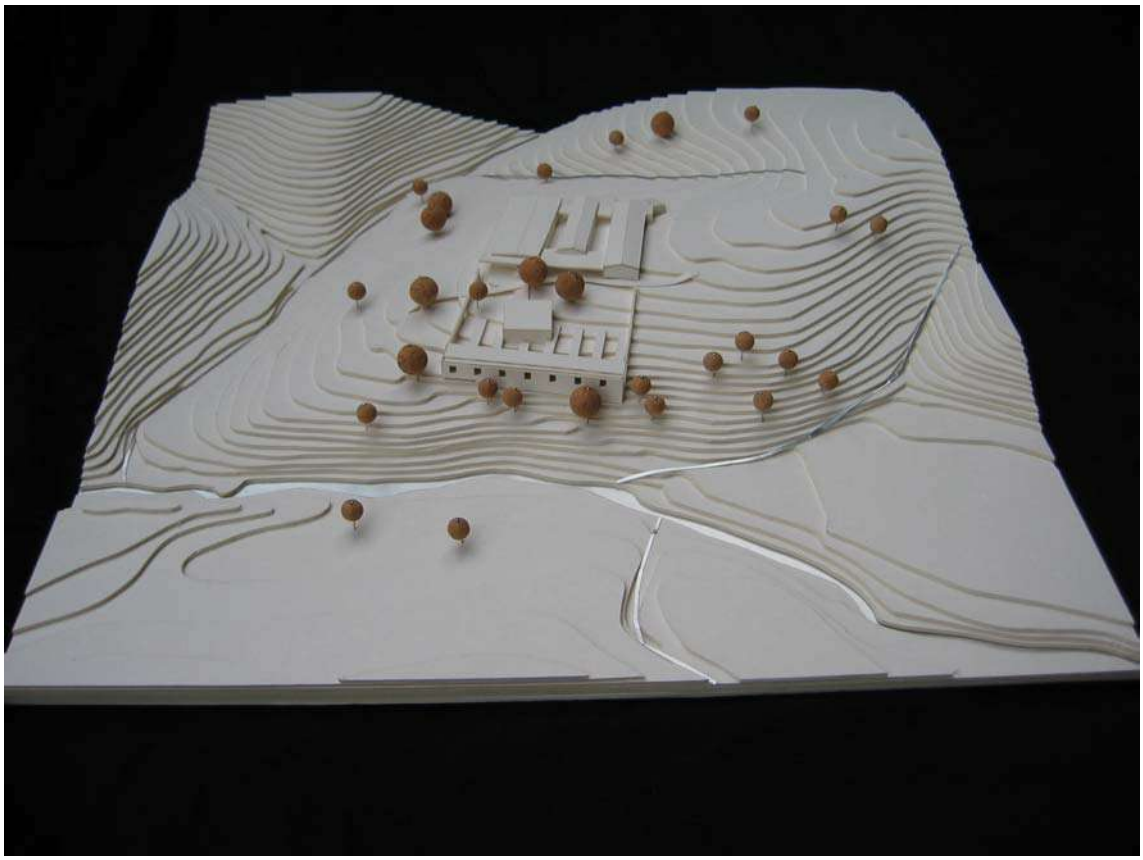
CORTE A



CORTE B

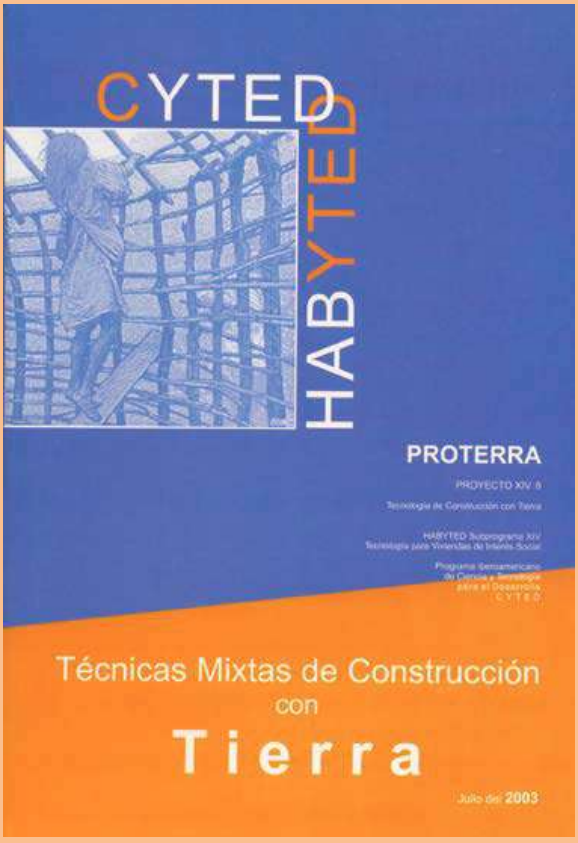


Rua Gonçalo Mendes 53 - 3D 1400-185 Lisboa Tel/Fax: 213 017 849 e-mail: mestre.aleixo@mail.telepac.pt





Parque de muretes da EPDRS, na Herdade da Bemposta, em Serpa. Crédito: Miguel Rocha e Paulina Faria



Publicação Proterra

Investigação, Ensino e Formação

A ASSOCIAÇÃO CENTRO DA TERRA EM PORTUGAL

Catarina Pereira, Miguel Rocha, Luis Gama e Eduardo Carvalho
Associação Centro da Terra, info@centrodaterra.org, www.centrodaterra.org

Tema 4: Investigação, Ensino e Formação/capacitação/transferência.
Palavras-chave: Divulgação, Formação Profissional, Arquitecturas de Terra em Portugal.

Resumo
A associação Centro da Terra tem como objectivos difundir e promover a construção em terra em Portugal. O Centro da Terra combina a preocupação pela conservação e salvaguarda do património existente com o interesse pela efectiva produção arquitectónica contemporânea, seja estimulando projectos de pesquisa e experimentação, seja organizando eventos práticos e encontros entre especialistas e interessados na matéria. Acreditando nas potencialidades que a terra oferece como material construtivo estamos convictos de que, aliando saberes tradicionais e tecnologias contemporâneas, se pode construir de uma forma mais amiga do ambiente.
Esta associação, Centro da Terra, constituída em Novembro de 2002, conta presentemente com cerca de 50 associados.

1 - Breve histórico sobre Arquitectura e Construção com Terra em Portugal

Em Portugal, a arquitectura de terra traduz-se em construções erguidas segundo técnicas ancestrais como a taipa e o adobe, com uma especial predominância a sul do Rio Tejo, embora esteja presente em todo o país. Pela sua abundância e qualidade no sul do territorio, a terra foi o material eleito para edificar diversas estruturas, que vão desde singulares habitações a imponentes fortificações. As variadas tecnologias de terra utilizadas, das quais sobressaem a taipa, o adobe e o pau-a-pique, revelam diferentes influências cujas origens devem ser estudadas com maior rigor. Urge redescobrir e compreender os múltiplos testemunhos deste património arquitectónico até há bem pouco tempo desconhecido, assim como racionalizar e promover novas utilizações deste modo de construir.
A construção em terra encontra-se de novo em franca ascensão, um pouco por todo o mundo, integrando-se na crescente discussão técnica e política assente sobre o paradigma do "desenvolvimento sustentável". Há mais de uma década que, em Portugal, o renascimento das técnicas de construção em terra crua mobiliza e entusiasma arquitectos, engenheiros e vários outros profissionais. Diversas iniciativas foram assinalando a emergência de um novo campo de estudo e produção das milenares formas de arquitectura em terra, atento às exigências contemporâneas. Contudo, este campo, apesar da sua vivacidade, não possuía até recentemente um espaço de contacto, um ponto que ligasse e pusesse em comunicação os vários protagonistas, permitindo agregar interesses comuns e tornar visível, para o exterior, as potencialidades da arquitectura em terra.
A associação Centro da Terra (CdT) – associação científica, cultural e profissional, formada em 2002 – constitui hoje esse lugar de encontro.
Enquanto campo de estudos, a arquitectura em terra em Portugal move já algumas equipas no Algarve e no Alentejo. Estas equipas centram as suas pesquisas nos sistemas de construção tradicionais em taipa e adobe, técnicas estas que revelam uma excepcional adequação ecológica às potencialidades naturais destas regiões. O Alentejo, em particular, reúne características especiais para a concretização deste modelo de arquitectura. Condições naturais apropriadas (disponibilidade, em quantidade e qualidade, de material terra) e profundas raízes na tradição cultural e tecnológica da construção habitacional permitem gerar fortes expectativas quanto ao

valor da contribuição da edificação em terra para a promoção de um desenvolvimento local sustentado e para o incremento da qualidade de vida das populações.

2 - Associação Centro da Terra

Com o objectivo de estudar, documentar e difundir a construção com terra crua, o CdT surge, assim, da partilha da convicção de que a arquitectura e construção com terra pode ser uma alternativa viável aos modos construtivos convencionais apresentando igualmente atributos próprios para se afirmarem como discurso autónomo na arquitectura contemporânea.
Face também à sua importância patrimonial, a aposta neste modo de construir ganha especial significado, com maior incidência na região sul de Portugal, onde o património arquitectónico em terra distingue as tradições vernaculares e assume-se como uma herança cultural, que urge preservar para as gerações vindouras.
Através das suas actividades, o Centro da Terra visa criar melhores condições para a valorização e o desenvolvimento da arquitectura e construção com terra. Para atingir este propósito, há que enfrentar vários problemas, quer ao nível da intervenção no património, quer ao nível da concepção e da construção de novas edificações. A promoção da formação média e superior, a melhoria da regulamentação, a sensibilização das autarquias, das empresas construtoras, assim como das instituições bancárias, estão entre os desafios que se colocam actualmente.
Durante o seu primeiro ano de actividade, o CdT cativou um número crescente de profissionais e, através dos eventos em que esteve envolvido, foi capaz de lançar no espaço público a temática das arquitecturas de terra. Dos trabalhos desenvolvidos no ano de arranque destacam-se: a legalização e a estruturação da Associação; a criação e manutenção de um site na Internet; bem como a construção de uma rede de contactos com instituições nacionais e internacionais.
Desde a sua constituição que o CdT estabelece uma privilegiada colaboração com a Escola Superior de Gallaecia e a Fundação Convento da Orada, nomeadamente na co-organização do seminário anual “Arquitecturas de Terra em Portugal” (ATP) que, em 2005, tem a particularidade de decorrer em simultâneo com o IV SIACOT. Nas duas sessões antecedentes do ATP tem-se procurado divulgar trabalhos contemporâneos tanto de carácter académico como construtivo, debater questões de regulamentação e segurança dos edifícios, bem como discutir formas de promover a construção em terra crua em Portugal através da formação.
A associação tem igualmente trabalhado com outras instituições e individualidades, com destaque para Câmaras Municipais do sul do país e a Ordem de Arquitectos. Têm, neste quadro, sido realizadas várias actividades de promoção da construção em terra crua dirigidas a um público mais alargado. Exposições temáticas foram organizadas e percorreram várias localidades do país, enquanto a divulgação do CdT foi decorrendo em paralelo através da apresentação de comunicações em conferências e da publicação de artigos na imprensa.

Em Abril deste ano, solicitados pela associação GAIA, o CdT produziu pela primeira vez um género de evento que acredita ser bastante eficiente na transmissão de conhecimentos: a “Oficina da Primavera”: uma oficina teórico-prática de formação, que se realizou na Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa e que obteve grande adesão dos participantes.

O sucesso alcançado com esta oficina mostrou que, entre suas diversas ações, a “Oficina de Outono”, presente nesta edição do SIACOT com um evento similar, o CdT deve prosseguir, no futuro, com a sua realização.
Por outro lado, como resposta à necessidade de chegar a um público mais lato e, ao mesmo tempo, atender à falta de publicações em Portugal sobre o tema, o CdT

participa presentemente como organizador da obra *Arquitecturas de Terra em Portugal*, a publicar este ano pela Editora Argumentum. Esta publicação reúne um conjunto de artigos redigidos por especialistas e instituições, nacionais e internacionais, interessados em revitalizar a Arquitectura e Construção em terra.

3 - Considerações finais

Divulgando e promovendo assim, este modo alternativo de fazer arquitectura e construção, o Centro da Terra espera vir a abrir caminho para novos e mais ambiciosos projectos nas áreas da investigação e do ensino.
Estamos conscientes de que há muito a fazer no nosso país para lançar e consolidar a Arquitectura e Construção com Terra. Para tal, é necessário o apoio de todos. O CdT encontra-se aberto aos interessados, sejam eles particulares ou instituições, esperando ver, entre os seus associados, representantes das mais diversas áreas, regiões do país e nacionalidades.

Notas

Catarina Saraiva Pereira é arquitecta desde 1998 pela Faculdade de Arquitectura de Lisboa. Mestranda do *DSA-Terre* no CRATerre-EAG, França. É co-fundadora e membro da direcção do Centro da Terra. Presentemente colabora no Shelter Centre, agência de ajuda humanitária associada à Universidade de Cambridge, Inglaterra.

Luis Gama é licenciado em arquitectura pela Faculdade de Arquitectura de Lisboa, 2000. Curso Teórico e Prático de Recuperação de Técnicas Construtivas Tradicionais com Terra e Alvenaria, Navapalos, Espanha. Co-fundador e membro da direcção do Centro da Terra. Arquitecto no gabinete Plano B, arquitectura alternativa.

Miguel Rocha é licenciado em arquitectura pela Escola Superior Artística do Porto. Profissionalizado no Ensino, tem larga experiência como professor no ensino básico e profissional. Ultimamente em Espanha tem desenvolvido diversos projectos na área da recuperação de património construido com terra. Presidente do Centro da Terra.

Eduardo Carvalho é arquitecto desde 1998 com ensino na pa área de formação complementar na área das construções com terra. Arquitecto no gabinete Plano B, arquitectura alternativa. Co-fundador e membro da direcção do Centro da Terra.Externamente, o Proterra

A ASSOCIAÇÃO CENTRO DA TERRA EM PORTUGAL



Figura 1. Exposição A terra na arquitectura, Moura



Figura 2. Oficina da Primavera 2005, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Monte da Caparica

LA CONSTRUCCIÓN CON ADOBE EN EL SALVADOR
LECCIONES APRENDIDAS A RAIZ DE LOS SISMOS DEL 2001

Ismael Castro Velásquez, Delmy Núñez de Hércules*
Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima, FUNDASAL,
El Salvador, E-mail: uprode@fundasal.org.sv

Tema 4: Investigación y Formación/capacitación/transferencia
Palabras clave:Reconstrucción, Vulnerabilidad, Transferencia

Resumen
Debido a los sismos registrados en El Salvador en el año 2001, se vieron afectados seriamente muchos pueblos y ciudades caracterizados por una herencia colonial, con edificaciones hechas en su mayoría de adobe y bahareque, con anchas paredes, altos frontales y pesados techos.
Muchas viviendas colapsaron, causando pérdidas humanas y generando con ello un anatema sobre la construcción con tierra, especialmente con adobe. Sin embargo, el adobe sigue utilizándose por ser el único recurso con el que las familias pueden contar, sobre todo en las zonas rurales, que fueron las mas afectadas.
En este marco de controversias y con el objetivo de apoyar a las familias en la reconstrucción, FUNDASAL promueve un proceso de recuperación de viviendas, reconstrucción y capacitación que permita introducir una nueva cultura para la construcción de casas de tierra, especialmente de adobe, que sean resistentes a los sismos.
Este trabajo muestra la experiencia desarrollada en El Salvador y las lecciones aprendidas a raíz de los sismos del 2001, las nuevas acciones y las proyecciones para el futuro sobre la construcción con tierra.

1. Introducción

Los terremotos de enero y febrero del 2001 dejaron muchas lecciones en El Salvador, descubriendo nuevamente que es un país de alta vulnerabilidad ambiental, social é institucional, causada por la condición de alta intensidad sísmica, por los altos índices de Pobreza y concentración de la riqueza y el poder, por la deficiencia institucional para prevenir desastres y por la precariedad de las construcciones, sobre todo en aquellas auto construidas, sin los requisitos mínimos para una vivienda segura.
Desastres tales como huracanes, inundaciones y terremotos golpean siempre a los más vulnerables, a los pobres que viven en pequeñas **casas de tierra** o de lámina, en terrenos prestados como colonos, en mesones deteriorados e insalubres y en zonas marginales o como inquilinos.

2. Estrategias para la Reconstrucción

Ante el desastre de la vulnerabilidad y siendo la población rural la más afectada, en su mayoría las casas de adobe y bahareque, el déficit de vivienda posterior a la emergencia causada por los terremotos del año 2001 alcanzó cifras incontrolables y sin posibilidades de solventar el problema con los programas de fondos nacionales y de cooperación internacional.
A partir de las lecciones aprendidas, sobre todo por la vulnerabilidad en la vivienda de los sectores de escasos recursos, FUNDASAL con el apoyo financiero de la Agencia MISEREOR de Alemania, consideró apropiado desarrollar un Programa de Transferencia de Tecnología que comprende la capacitación, asesoría y asistencia técnica a nivel nacional para que las familias reconstruyan sus viviendas bajo el sistema de ayuda mutua, utilizando la TIERRA como principal recurso material, y con técnicas de construcción sismo resistentes.

3. Objetivos

El objetivos planteado en este Programa de Transferencia Tecnológica para la Vivienda Rural en El Salvador fue: Desarrollar capacidades en las familias afectadas por los terremotos para que reconstruyan sus viviendas utilizando técnicas de construcción sismo resistentes con empleo de materiales locales, principalmente adobe, y en auto ayuda solidaria en 60 asentamientos de El Salvador.

4. El Proyecto de Transferencia Tecnológica

La Transferencia de Tecnológica se ha desarrollado en las 3 regiones geográficas del país (Oriental, Central y Occidental), en un promedio de 60 asentamientos en 10 de los 14 departamentos que conforman El Salvador.
Los principales actores que han formado parte de esta experiencia en distintos roles son:
Población beneficiaria: 450 familias de la zona rural afectadas por los terremotos de enero de 2001, que forman parte de la Plataforma de agricultura sostenible financiado por la Agencia Misereor.
Las Instituciones Contrapartes: Son las Instituciones que aglutinan a los grupos de agricultores y son co-ejecutores del proyecto de reconstrucción de viviendas.
FUNDASAL: Que ha llevado a cabo el proceso de transferencia de tecnología en los aspectos socio educativos, organizativos, técnicos y constructivos.
La Agencia MISEREOR de Alemania, que ha financiado tanto la transferencia de tecnología como los recursos para la reconstrucción de las viviendas.

4.1 Propuesta de tecnologías constructivas

Tradicionalmente en El Salvador se ha construido con tierra utilizando diferentes sistemas principalmente el adobe y bahareque, sin embargo, luego de analizar las consecuencias de los daños causados por los recientes terremotos, en los que la mayoría se han dado en la vivienda construida con tierra especialmente de adobe, se ha llegado a la conclusión, aún con la discrepancia de muchos sectores, que la mala práctica de construcción ha sido la principal causa de los daños y no el sistema de construcción o el recurso tierra como muchos pretenden afirmar.
En este sentido, este proyecto de transferencia de tecnología, además de los objetivos que ya se han mencionado pretende revalorizar el uso de la tierra como material de construcción, recuperar la confianza de la población afectada y sobre todo rescatar la experiencia de la población que por tradición sabe construir con tierra.
Bajo las condiciones mencionadas se propuso el uso de 3 técnicas de construcción que tiene como principal fuente de recursos materiales la tierra y especies forestales como Vara de Castilla, Vara Brasil y madera local. Estas técnicas son:

4.3.1 Sistema de adobe sismo resistente

Las viviendas de adobe tradicionales sucumbieron por muchas fallas técnicas, falta de mantenimiento y por la precariedad de las construcciones. Para responder a esta situación, era necesario adoptar una nueva práctica de construcción.
Debido a la falta de estudios técnicos propios, se tomó como base los estudios realizados en Perú sobre la construcción con adobe sismo resistente.
Se recibió también el apoyo del Centro CRATerre, de la Escuela de Arquitectura de Grenoble, de Francia, quienes capacitaron a FUNDASAL para la conducción de esta experiencia de Transferencia de Tecnología hacia las comunidades.
Se promovió el uso del sistema de adobe con las características necesarias para dar seguridad a la vivienda.

Figura 1.

4.3.2 Sistema de bahareque tipo Cerén

Sistema de construcción constituido por un entramado o tejido de Vara de Castilla, Vara Brasil o similar, apoyado por refuerzos laterales o columnas de la misma vara que hacen de la vivienda una unidad estructural; en donde el tejido de Vara de Castilla se convierte en el esqueleto de la vivienda y posteriormente se rellena con tierra.

Figura 2.

4.3.3 Sistema de bahareque mejorado

Consiste en formar un esqueleto principal de columnas y vigas de madera, un armazón secundaria de parales que pueden ser de madera aserrada, Vara de Tarro, Vara Brasil, etc., y forro de Vara de Castilla o Bambú a media caña sobre la estructura secundaria. Este esqueleto se rellena de barro y finalmente se da un acabado o repello para protección de superficies

Figura 3

4.4 La solución habitacional

Se propuso un diseño de VIVIENDA SEMILLA basado en un modelo arquitectónico simétrico y distribuido en 4 espacios con un total de 42 m2 de área cerrada, mas un espacio techado como corredor o galería de 14 m2, siendo el área total de la vivienda de 56 m2.

En la figura 4 se muestra la distribución de la vivienda semilla progresiva, en la cual una primera etapa de construcción ha sido uno o dos módulos básicos, de acuerdo a los recursos locales con que cuentan los beneficiarios.

5.0 Proceso de Transferencia de Tecnología

5.1 Niveles de intervención

La Transferencia de Tecnología se desarrolló a diferentes niveles en lo que se refiere a los distintos actores participantes en el proyecto. Estos niveles son:

A nivel de Instituciones:

Se desarrolló un proceso de sensibilización y de difusión de las tecnologías propuestas con la presencia de Directores y Responsables de las Instituciones involucradas en el Proyecto (Contrapartes), Instituciones Estatales, Organizaciones No Gubernamentales y Universidades, con el objetivo de crear un ambiente de confianza en los materiales a base de tierra, ya que debido a los efectos causados en la vivienda por los terremotos, existe mucha oposición al uso de la tierra como material de construcción.

A nivel de técnicos responsables de proyectos y líderes comunales:

Se desarrolló un proceso de capacitación teórico práctico en aspectos técnicos y organizativos a nivel de responsables de proyectos, con el objetivo de que posteriormente puedan dirigir y orientar los diferentes procesos en sus comunidades.

A nivel de la población beneficiaria en general:

Se brindaron las herramientas necesarias a la población para desarrollar sus capacidades en la utilización de técnicas de construcción sismo resistentes con el empleo de materiales locales para reconstruir sus viviendas. Se fomentó el proceso de auto ayuda solidaria para la construcción basado en la participación comunitaria.

5.2 Maleta pedagógica:

Para cada una de las Técnicas Constructivas propuestas, se desarrolló un paquete pedagógico que contiene todas las herramientas básicas para el proceso de

transferencia de cada tecnología, tanto en aspectos técnicos como organizativos. El contenido general de cada paquete pedagógico es el siguiente:

- Video sobre proceso de producción de componentes y procesos constructivos
- Fotolibro sobre la sistematización del proceso de construcción de viviendas
- Manual técnico "Construyendo Viviendas de Adobe Seguras", en cuatro módulos:
  - Módulo I: Fabricación de Adobes
  - Módulo II: Criterios Básicos de Diseño
  - Módulo III: Construcción de la Vivienda
  - Módulo IV: Reparación de Daños
- Rotafolio de procesos de producción y construcción
- Maqueta pedagógica de adobes a escala natural
- Diseños de vivienda semilla progresiva
- Presupuestos

Todas las herramientas diseñadas facilitaron el proceso de transferencia adecuándose a las diferentes niveles de participación.

5.3 Modelo de participación

El modelo se basó en la participación comunitaria, bajo el sistema de auto ayuda solidaria para lo cual se desarrolló un proceso de capacitación a nivel socio organizativo, ya que la población meta agrupada dentro del programa de agricultura sostenible, tiene un método de trabajo a nivel individual "de campesino a campesino", por tanto se debió cambiar esta metodología a un trabajo colectivo, participativo y solidario.

Se promovió la formación de líderes comunales y se dieron todos los criterios necesarios para la formación de grupos de trabajo y organización del proceso de construcción.

5.4 Capacitación técnica:

La capacitación técnica para los diferentes niveles de intervención se desarrolló en tres momentos:

5.4.1 Identificación de recursos locales

Se hizo un estudio y verificación de los recursos existentes en las diferentes comunidades y las posibles fuentes de explotación, así como un muestreo de los sistemas de construcción utilizados tradicionalmente en cada una de ellas, con el objetivo de rescatar los conocimientos constructivos de la población y dar las herramientas necesarias para mejorar esta técnica.

5.4.2 Producción de materiales o componentes

Luego de la evaluación de los recursos locales y definida la técnica constructiva a utilizar, en cada una de las comunidades se capacitó en la producción del material en los siguientes aspectos:

- Pruebas de campo para selección de tierras adecuadas
- Dosificaciones a utilizar para producción de materiales
- Proceso de producción de los materiales

5.4.3 Construcción de viviendas modelo

Es la fase de la capacitación donde se pretende reforzar, consolidar y aplicar los conocimientos adquiridos en la fase teórica, siendo el objetivo capacitar a líderes, jefes de grupo de autoayuda y población beneficiaria en el proceso constructivo de las técnicas de construcción sismo resistente para que puedan aplicarlo posteriormente en sus comunidades.

5.4.4 Acompañamiento y asesoría técnica en la auto construcción

Luego de finalizado el proceso de capacitación y con la finalidad de garantizar los estándares de calidad de las construcciones, se inició la fase de acompañamiento y asesoría técnica en las diferentes comunidades, para lo cual se asignó personal técnico profesional y de campo en cada una de las regiones.
Este personal se encargó de supervisar los procesos de aplicación de capacidades desarrolladas por la población en la construcción de sus viviendas, bajo el sistema de auto ayuda solidaria.

6. Impactos

Dentro de la población atendida se pueden observar las siguientes transformaciones:

- Revalorización de la cultura local en cuanto al uso del recurso TIERRA y otros materiales locales para la reconstrucción de sus viviendas
- La buena aplicación que ha hecho la población de las capacidades desarrolladas en el proceso de transferencia de tecnología es un indicativo de la apropiación que han tenido de las técnicas constructivas.
- Concientización sobre el correcto uso y mantenimiento de las viviendas por las familias beneficiadas
- El proceso de capacitación ha generado en la población un aumento de su auto estima, ya que al dominar la técnica constructiva sienten mayores posibilidades de obtener un empleo.
- La participación de la mujer en todos los procesos, incluso a nivel de liderezas, aseguran en gran medida las sostenibilidad del proyecto ya que dominan la técnica constructiva y mantienen la organización en las comunidades.
- A nivel de las Instituciones Intermediarias, han logrado integrase al proceso desarrollado y podrían en un futuro emprender nuevos proyectos.

7. Conclusiones Finales

El proceso de transferencia de tecnología contempló la construcción de 12 viviendas modelo y estas se han replicado a la fecha en 450 viviendas construidas por las familias capacitadas, según modelo que se muestra en la Figura 4.
Las tecnologías transferidas a las comunidades han sido totalmente apropiadas al contexto en relación con los recursos materiales y la zonificación sísmica del país, y son también apropiables para la población beneficiaria.
En términos de la participación comunitaria, el programa ha sido exitoso ya que se logró cambiar el esquema de trabajo individual por un trabajo colectivo y solidario, fortaleciendo la capacidad organizativa de las comunidades y por consiguiente todo el tejido social que se genera a partir de la solidaridad.

Figura 4: vivienda terminada en proceso de capacitación

Currículo

Rosa Delmy Núñez de Hércules, es Ingeniera Civil, Investigadora de la Fundación Salvadoreña de Desarrollo y Vivienda Mínima, FUNDASAL, en el Centro de Investigación, Capacitación y Producción de materiales. Miembro del Proyecto PROTERRA del CYTED.

Fichero 2: La Construcción con Adobe en El Salvador



Figura 1:
Modelo de Adobe Sismo resistente



Figura 2:
Modelo Bahareque Cerén



Figura 3:
Modelo Bahareque mejorado



Figura 4:
Vivienda Terminada Sistema Bahareque mejorado

MONTAJE DE PROTOTIPOS DE VIVIENDA A TRAVÉS DE LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN TIERRA: ADOBE, FAJINA Y BTC

Arq. Rosario Etchebarne(1)
Universidad de la República - Rivera y Misiones – Salto – Uruguay
00598 73 29149 – e mail: ruetche@yahoo.com

Tema 4: Investigación, Enseñanza y Formación/Capacitación/Transferencia
Palabras clave: Adobe, Fajina, BTC

Resumen
Exponemos la investigación que desarrollamos desde la Universidad de la República (Pública) del Uruguay, Ciudad de Salto. Refiere al diseño y montaje actual de tres casas experimentales y las respectivas instancias de capacitación y transferencia de innovación tecnológica a partir de la tierra como material contemporáneo de construcción. Como cierre exponemos la última obra construida entre enero y junio de 2005 utilizando técnica de adobe.
Esta investigación consolida un hito de la arquitectura de tierra en el Uruguay, ya que el resultado de la misma formará parte de nuevas políticas sociales del nuevo Gobierno del Uruguay, en referencia al acceso al hábitat. A su vez consolida la recuperación de culturas constructivas olvidadas, iniciando el proceso de radicación (2) del patrimonio intangible del saber hacer del hombre rural.

1. La Municipalidad de Montevideo aprobó la casa experimental a construirse en fajina, con la expectativa de evaluar la experiencia en agosto de 2005 y aplicarla a la solución de viviendas para sectores de bajos recursos económicos, en la modalidad de cooperativa de ayuda mutua.
2. La Municipalidad de Artigas (600 kilómetros al norte de Montevideo), aprobó la casa experimental a construirse en BTC.
3. La Facultad de Agronomía aprobó la casa experimental a construirse en adobe en su Estación Experimental, en San Antonio a 20 km de Salto.
4. El Proyecto Demostrativo GUYUNUSA de PROTERRA, se está construyendo formalmente con los permisos correspondientes y financiación del Ministerio de Vivienda.
5. La casa de chacra en Paysandú, cumple con las normativas exigidas y se construyó a través de la modalidad de contrato de un equipo de mano de obra.

Queremos expresar nuestro empeño en formalizar y gerenciar múltiples trámites hacia la propuesta de la tierra como un material más en el mercado de la construcción.

1 - Montaje de Tres Prototipos

El PDT 16/15 (Proyecto Desarrollo Tecnológico) aprobado por el Ministerio de Educación y Cultura del Uruguay se ha iniciado en marzo de 2004 y tiene fecha de finalización en abril de 2006. A través del mismo, dirijo el diseño y montaje de tres casas experimentales, utilizando técnicas de tierra, en tres lugares diferentes del territorio uruguayo:

- Casa de adobe en Salto.
- Casa de fajina en Montevideo.
- Casa de BTC (bloque de tierra comprimida) en Artigas.

Los 3 proyectos ejecutivos son el resultado de la investigación del equipo *PROYECTO TERRA URUGUAY*(3).
Nos interesó utilizar el **ADOBE** como elemento base de todo el prototipo bioclimático de vivienda rural. Partimos de disparadores geométricos en el replanteo, una modulación y el concepto de autoconstrucción. Los cerramientos laterales tienen un espesor de 40 cm (adobe de 40 cm x 17 cm x 10 cm). El cerramiento superior es una bóveda núbica. La segunda propuesta en adobe son las 10 casas Guyunusas (figura 1). Dos pisos, exteriores de adobe e interiores de fajina. Ensayos realizados: adobe a compresión debe ser superior a 20 kgf/cm^2.
En el caso de la **FAJINA** (figura 2), el desafío está en el armado de los paneles a pie de obra, dentro del Taller y luego el montaje de los mismos sobre el sobrecimiento. Es necesario

controlar el replanteo a los efectos de facilitar la colocación de paneles de fajina. Luego de terminado el techo, se coloca el panel exterior, se embarra a la vez por dentro y fuera y a posteriori se coloca el panel interior. Este se embarra solo por dentro, quedando una pequeña cámara de aire. El cerramiento lateral exterior es de 20 cm.
Costo de los materiales para 55m^2 (incluídos muros) = 4 mil dólares.
Esta investigación tiene como finalidad cumplir el siguiente objetivo general:
Comprobar la eficiencia de los paneles de fajina como sistema constructivo prefabricado de bajo costo, desde el punto de vista del montaje, de la durabilidad, la □islamiento térmica y acústica, para poder ser utilizados como tecnología base de un sistema racionalizado en viviendas.
Fajina: técnica constructiva artesanal basada en la utilización de materiales naturales, conocida con nombres varios: encañizado, quincha o bahareque.
Panel de fajina: consiste en una estructura independiente de madera que recibe una trama de cañas o listones, a la cual se aplica un relleno de barro estabilizado en estado plástico.
En Latinoamérica se ha utilizado desde tiempos precolombinos (600 D.C.), en construcciones rurales y urbanas (por ejemplo en la ciudad de Trujillo), incorporando luego algunas técnicas traídas por los conquistadores; y se sigue empleando hoy día como un sistema constructivo que resuelve técnicamente la necesidad de vivienda tanto de sectores de bajos ingresos económicos que autoconstruyen sus viviendas sin asesoramiento técnico, como sectores de clase media y alta, asistidos técnicamente por profesionales especializados en el tema.
La Estructura: Conformada por una estructura principal independiente cuyos componentes son piezas de madera natural (rolos o varejones) o aserradas (escuadrías), verticales y horizontales. Se habla de estructura independiente porque se construyen paneles individuales que unidos a otros iguales conforman una habitación.
La Trama: Enrejado o trama de cañas, listones o ramas, atadas o clavadas, dispuestas generalmente en dos sentidos: "horizontal y vertical" o "diagonal y diagonal". Esta trama también puede estar constituida por mallas metálicas del tipo usado para gallinero o de descarte de tapas de botellas.
El Relleno: Los espacios de la trama se rellenan con una mezcla de tierra trabajada en estado plástico, con adición de estabilizantes, recubriendo en sucesivas capas la trama por una o ambas caras.
Tiempo de armado de paneles: 4 módulos se construyen en 3 horas de trabajo de una persona, lo que da un tiempo aproximado de 45 minutos por módulo (70 cm x 170 cm).
Ensayos realizados: estanqueidad y cuerpo blando.
Ensayo de estanqueidad al agua: método de ensayo del Instituto de Pesquisas Tecnológicas Nº 15, San Pablo, Brasil: "Determinación de estanqueidad al agua de paredes externas".
Se proyecta un caudal de agua indicado, sobre la cara que estará expuesta al exterior. El objetivo consiste en constatar al cabo de 7 horas si se produce pasaje de agua hacia la cara interior y de ser así, que porcentaje de la superficie del muro es afectada.
Dispositivo de ensayo: Batería de rociadores.
3 líneas: 1 línea superior con rociadores de proyección plana horizontal.
1 línea intermedia con rociadores de proyección cónica + 1 línea baja idem
A través de una bomba que suministra un caudal continuo de 2L/min/m^2. Esto significa para la duración total del ensayo un gasto de unos 3500 L. Es deseable que el agua proyectada pueda recogerse en un tanque y rebombearse. Para realizar este ensayo se organiza una batería de rociadores que colocados a 20 cm del panel deben cubrir la superficie de estos, (paneles terminados, pintados, con todas sus capas aplicadas y secas).
Ensayo de penetración de agua de lluvia: método de ensayo del Laboratorio de Ensayo de Aberturas y Cerramientos Nº 01.
Una vez sometido el panel al ensayo de estanqueidad (figura 3) y no habiéndose producido pasaje de agua a la cara interior del mismo, este segundo ensayo tiene como objetivo medir la profundidad a que pudo haber penetrado el agua. El ensayo se realiza midiendo con un higrómetro digital el porcentaje de humedad relativa existente en la superficie del panel y en sucesivas perforaciones de profundidades a elegir en función de los materiales componentes.

Ambos ensayos persiguen el objetivo de ver el comportamiento del panel frente al agua. Al ser ensayos destructivos nos permiten sacar conclusiones sobre el diseño de la trama y las capas de embarrado. Al ser un tabique heterogéneo, las profundidades de medición con el higrómetro indicadas en el ensayo teórico, nos permiten tomar decisiones de diseño.

Ensayo de choque por cuerpo blando y pesado: método de ensayo de ISO 7892 – "Vertical building elements – Impact resistence test – Impact bodies and general test procedures". Anexo 1: Desempenho Estrutural Relatorio Técnico Nº 33.800 – "Impactos de corpo mole del IPT".

El objetivo de este ensayo (figura 4) consiste en observar el comportamiento de los paneles frente al impacto, característica que interesa analizar al momento de evaluar el sistema constructivo propuesto. Para ello se deja caer un peso desde diferentes alturas que impacta sobre la superficie externa del panel.

Aspectos térmicos – Cámara de aire: la solución del panel con cámara de aire es más eficiente térmicamente que el panel macizo. La resistencia de la cámara es superior al equivalente espesor de barro macizo. No es significativo el cambio que se produce si se varía el espesor de la cámara entre 5 cm y 10 cm, siempre y cuando este espesor no sea inferior a 5 cm ni superior a 10 cm, donde la convección del aire le quita eficiencia a la cámara. Los paramentos que conforman la cámara deben ser lisos. Esto plantea un punto crítico en el procedimiento constructivo. Es importante definir la uniformidad de la cámara que depende de la terminación de la superficie interior, lo que sería sencillo lograrlo con la colocación de una malla más cerrada que la trama junto a ésta antes de embarrar. Como alternativa de diseño bioclimático se puede aumentar aún más la eficiencia de aislamiento llenando la cámara con materiales aislantes naturales como pueden ser la cáscara de arroz o la viruta de madera.

Como todo cerramiento, estos paneles tienen que cumplir con dos propiedades importantes desde el punto de vista térmico: resistencia e inercia térmica. Lo óptimo desde el punto de vista térmico es diseñar una capa aislante (resistencia) del lado exterior y una capa maciza de mayor espesor (inercia) del lado interior. Esta propuesta incluye el uso de pinturas claras como terminación exterior, con ellas se aumenta la reflexión de la radiación solar.

Para el caso de un tabique macizo de barro:

Capas del cerramiento	Espesor e (m)	Densidad ρ (kg/m^3)	Masa e x ρ (kg/m^2)	Conductividad λ (W/m K)	Resistencia Térmica e / λ (m^2 K/W)
Rsi					0,13
Barro	0,20	1600	320	0,45	0,44
Revoque exterior	0,02	2100	42	1,40	0,014
Rse					0,04
TOTAL	**0,22**		**362**		**Rt = 0,62**
Transmitancia U = 1/Rt	U =1,6 W/m^{2}K				
Transmitancia recomendada	U = 1,6 W/m^{2}K *				

e = espesor del cerramiento

ρ = densidad del material que compone el cerramiento

Masa = nos indica cuánto pesa 1 m^2 de ese cerramiento

λ = conductividad térmica. Propiedad de conducir el calor inherente a cada material.

Rsi = Resistencia térmica superficial interior

Rse = Resistencia térmica superficial exterior

Los valores de Rsi y Rse nos indican la resistencia térmica que ofrece la capa de aire de 1 cm de espesor que se encuentra contra la superficie del cerramiento. Son valores aportados por las Normas ISO ya que son determinados en laboratorio.

* El Banco Hipotecario del Uruguay recomienda el valor de transmitancia de 0,85 W/m^2.K, al otorgar préstamo hipotecario.

Aspectos acústicos – El elevado peso de los muros exteriores (debido a la densidad del barro: 1600 kg/m^3) los hace particularmente buenos aislantes a los ruidos aéreos, cualidad mejorada por el uso de aberturas de dimensiones reducidas.
La opción por el **BTC**, se debió al tipo de tierra arcillosa colorada encontrada en el lugar. En este caso la máquina bloquera queda a disposición de la comunidad y ellos se apropian de la técnica. La tipología es igual al prototipo en fajina. A posteriori compararemos los resultados, ventajas y desventajas entre la fajina y el BTC.
Ensayos realizados: BTC a compresión debe ser superior a 20 kgf/cm^2.

2 – Proyecto Demostrativo de Proterra

Previo a la construcción de los prototipos, se realizan jornadas de capacitación y transferencia de las tecnologías, en el Proyecto Demostrativo de Proterra de Cyted: la Cooperativa de viviendas Guyunusa (figura 1).

- Inicio de la obra en diciembre de 2003: se implementan las primeras jornadas.
- Abril 2005: capacitamos en el montaje de paneles de fajina y en la confección y colocación de adobes. En junio de 2005 la obra está avanzada (4 casas techadas).

3 – Casa en Paysandú

Por último la presentación de una casa unifamiliar en zona de chacras de Paysandú y el avance del catálogo de casas de tierra en el Uruguay. Con 200 metros cuadrados de techo y 90 m^2 de área habitable, esta casa de adobe da costos muy razonables (material y mano de obra total = 32 mil dólares).

4 – Consideraciones finales

Este grupo de investigación tiene un principio: la digna equidad del hábitat.
Es necesario articular escenarios que permitan crear las estrategias planificadas para la construcción del hábitat:

1- **Invertir en investigación** desde las políticas públicas. Tanto en el dominio de la investigación científica como en la aplicación de la técnica.
2- **Participar desde el sector privado**. Con altísima calidad de diseño y desempeño profesional. Es necesario el aporte de diseñadores, de proyectistas.
3- **Formar a nivel de posgrado regional**. La voluntad de ampliar la capacitación académica y profesional a través de cursos especializados nos ha llevado a trabajar en conjunto con Facultades de la Región (Santa Fé, Tucumán). Tenemos por delante el desafío de consolidar esta propuesta de formación.

La profundización en el dominio de las culturas constructivas, contribuirá en el desarrollo sostenible de las comunidades.

BIBLIOGRAFÍA

MATERIAL RECOMENDADO DISPONIBLE EN SALTO – PROYECTO TERRA URUGUAY

- PFENNIGER y SOLUGEREN. CETAL (1987). “Autoconstrucción con madera y barro”.
- DOAT, HAYS, HOUBEN, MATUK, VOTOUX. CRATERRE. “Construir con Tierra. Tomo I“. Francia.
- DOAT, HAYS, HOUBEN, MATUK, VOTOUX. CRATERRE. “Construir con Tierra. Tomo II“. Francia.
- HOUBEN y GUILLAUD. “Traite de Construction en Terre“. Francia.
- MINKE, Gernot (1994). “Manual de Construcción en Tierra”. Alemania.
- INSTITUTO EDUARDO TORROJA. “Bases para el Diseño Solar Pasivo“. España.

Notas

(1) Arq. Rosario Etchebarne es investigadora de la Universidad de la República del Uruguay y coordina un equipo especializado en tareas de capacitación y transferencia de tecnologías de tierra. Es miembro de Proterra – Cyted. Construye casas de tierra en varias ciudades del País, desde el año 1994, utilizando adobe, fajina y BTC.

(2)Nos referimos a radicación porque en el Uruguay el único programa referido a la vivienda rural se llama MEVIR y significa movimiento de erradicación de la vivienda insalubre rural. Se ha culpado injustamente a la casa de tierra (adobe, terrón, fajina) de la insalubridad del hábitat y hasta la fecha no se han creado planes nacionales de capacitación en la bioarquitectura.

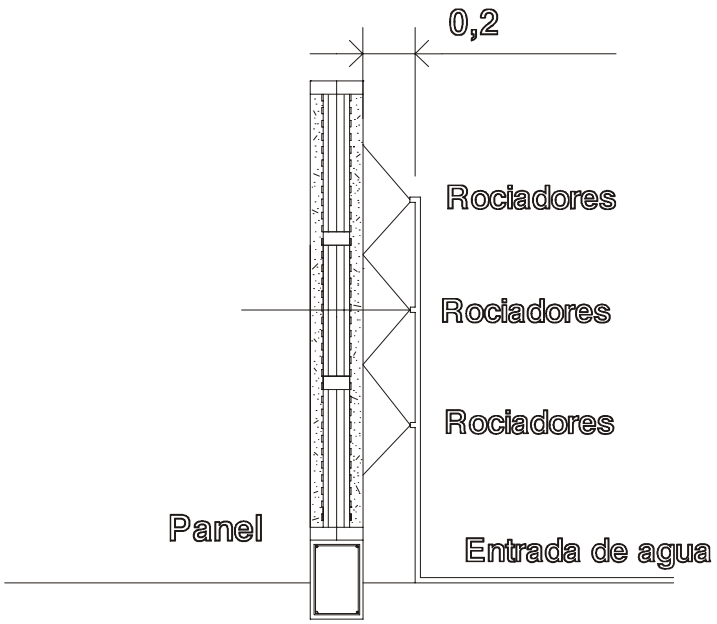
(3) PROYECTO TERRA URUGUAY: responsable científico: arq. Rosario Etchebarne; investigadora: arq. Gabriela Piñeiro; ensayos estructurales: arq. Domingo Robinson; estudios higrotérmicos: arq. Juan Carlos Silva; apoyo en diseño y catálogo: arqts: L. Vlaeminck, A. Machado, E. Rodríguez.

Foto 1 - TÉCNICA ADOBE – CANELONES – COOPERATIVA DE VIVIENDAS GUYUNUSA



Foto 2 -TÉCNICA FAJINA – MONTEVIDEO – COOPERATIVA DE VIVIENDAS VAIMACA





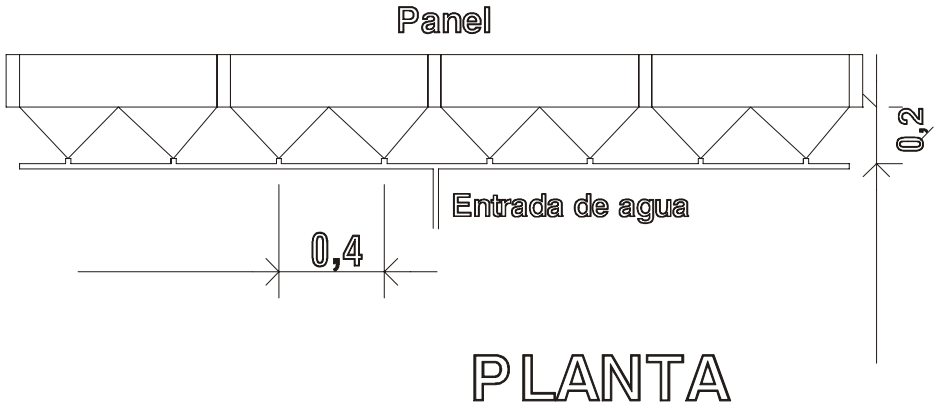


Foto 3 – ALZADO Y PLANTA DE PANELES EN ENSAYO ESTANQUEIDAD

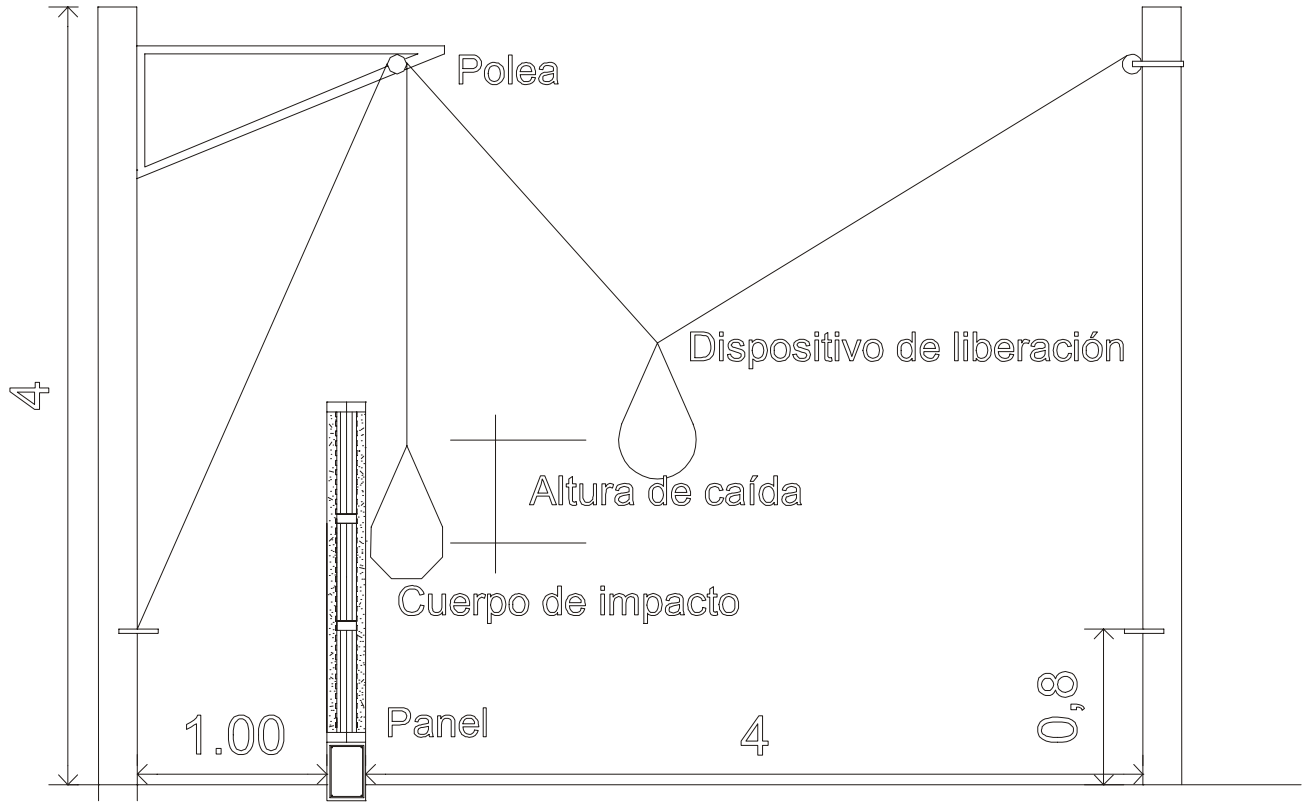


Foto 4 – PANELES EN ENSAYO CUERPO BLANDO

“ANGOLA...Construir la vida”
(la tierra en la memoria del pueblo)

Mauricio Ganduglia, arq.*, consultor
Institución: Salesianos de Dom Bosco – Angola
Sdb.ang@ebonet.net , Rua Cristovao Falcao 36, Luanda

Tema 4: Investigación/Enseño y Formación/Capacitación/Transferencia
Palabras claves: posguerra, reconstrucción, educación, patrimonio en la diáspora

Resumen
A 3 años del fin del conflicto armado y concluida la “ayuda humanitaria de emergencia”, Angola enfrenta el mayor de los desafíos, reconquistar los valores y la auto-confianza de su pueblo. No es un proceso que pueda ser evaluado rápidamente, se conforma de objetivos y proyectos a mediano y largo plazo que visan fortalecer las generaciones presentes y futuras.
Después de casi 3 décadas de guerra civil, la sensación mas deteriorada es la condición de tiempo
La guerra y las condiciones de supervivencia que ella creó, cambiaron la vida de las personas y entre ellos la cultura constructiva.
EL “saber hacer” que es la fuente del conocimiento y la forma de comunicarse de generación en generación pierde su continuidad.
Angola reúne valores culturales inmensos de la construcción en tierra. Se mezclan la cultura portuguesa de casi 400 años y la tradición de las culturas locales. La tipología constructiva se basa especialmente en la técnica del adobe y en algunos lugares la técnica del Bahareque
Hoy la construcción en tierra no es una técnica con calidad sino una técnica para resolver el problema temporario de residencia. El resultado alcanza tanto a la calidad de la construcción cuanto a la calidad de vida.
Es preciso entender la tierra y todos los elementos que forman parte de la construcción
El gran desafío es “Educar para la vida”. Aprovechar la tierra como recurso para valorizar la cultura en su elemento fundamental: EL HOMBRE.
La propuesta es consolidar la red del ciclo de construcción en materiales locales por medio de la optimización de recursos y de personal. La consolidación se consigue con un desarrollo equilibrado de todos los actores que intervienen en el proceso: familias, técnicos, profesionales.

1- Contexto General: “La tierra, la guerra, la gente… 30 años después”

- 1 guerra, primero por la independencia y luego civil, durante casi 30 años
- 14 millones de habitantes.
- 42 años, la expectativa de vida al nacer
- Se estima alrededor de 1 mina/hab.
- 1 millón de personas murieron durante el conflicto
- 4 millones de personas son desplazadas.
- 80 % de la economía es informal.
- 50% de la población tiene menos de 15 años.
- 55% de analfabetismo.
- 25% de los niños mueren antes de cumplir los 5 años.
- Luanda, la capital, que durante la década de 1970 contaba con menos de 1 millón de habitantes, hoy alberga alrededor de 4 millones, con mínimas variaciones en las infraestructuras.

La sensación mas deteriorada es la condición de tiempo. La cronología, el mañana, adquieren una connotación tan precaria que dificulta la manifestación plena de la existencia humana. El soñar, planificar no constituyen parte de esta forma de vida. Podemos denominarla sobrevivencia? El “mañana” adquiere un valor tan inestable que se transfiere a la incapacidad de planificar la educación, la construcción, el trabajo…la vida.
El tiempo para planificar la familia…
El tiempo para la formación y educación de alumnos, y profesores
El tiempo de reconstrucción de las infraestructuras, y la cultura.

"La guerra y los desplazamientos internos trastornan las estructuras sociales, y los niños son quienes mas sufren. Por esta razón ellos constituyen una gran preocupación para las instituciones humanitarias que trabajan en situaciones de emergencia. Cerca de la mitad de los refugiados y de personas socorridas, en estos 50 años de historia, tienen menos de 18 años… Más de la mitad de desplazados internos del mundo se encuentran en África. El régimen jurídico institucional de protección de refugiados no tiene en cuenta los desplazados internos… y esto constituye un problema para la comunidad internacional, ya que ese numero de personas queda sin una protección y asistencia efectivas…" (HCR)

2- Aspecto Político-Social: "La guerra no es un acontecimiento, se transformó en una cultura que cambió todos los valores"

"La vida de esos niños es evidentemente perturbada en un momento crucial de su desarrollo psíquico… Algunos asumen responsabilidades familiares en época muy temprana y deben ganar dinero para ayudar a los adultos discapacitados o sus hermanos menores… Ese es el momento en que ellos precisarían de formar su identidad, y de crear su bagaje cultural, en tanto son "extirpados" de su comunidad y cultura de origen…" (HCR)
Las nuevas condiciones redefinen el perfil social del individuo: la edad y el sentido de apropiación de la tierra. La mitad de la población tiene menos de 15 años y gran parte de la tierra productiva esta minada. Esta combinación crea una relación muy frágil entre el individuo y su contexto, entre él y su grupo.

2.1- La Tierra
La guerra y las condiciones de supervivencia que ella creó cambiaron la vida de las personas y entre ellos la cultura constructiva. La inestabilidad y el carácter temporario de la vida quitaron el sentido de pertenencia a la tierra y la posibilidad de apropiarse de ella. Las regiones que ofrecen condiciones naturales y recursos para vivir, lógicamente también se transforman en una fuente de recursos para los grupos beligerantes, y la tornan peligrosa. Esta situación debilita "la calidad constructiva", ya que no es posible seleccionar el mejor material, sino el que ofrece menor riesgo.
El carácter de refugiados o desplazados internos enfrenta a las familias a una nueva situación: vivir en una tierra con diferentes costumbres, donde las propiedades de la tierra naturalmente son otras, y la oferta de materiales es diversa.
Grandes barrios de la ciudad de Benguela, son construidos en adobe por refugiados internos que migraron desde el interior de esa provincia y de Huambo. Las condiciones y características de la tierra son muy diferentes y desfavorables. Un gran numero de residencias se "deshacen" cada año durante el periodo de lluvias. Probablemente se necesita recuperar "la forma de entender" la tierra para poder adaptar la técnica con la misma eficiencia.
Los desplazados hacia la capital no se apropian de la nueva tierra. La "gran" ciudad ofrece seguridad a cambio de medidas mínimas que no permiten recrear la relación que se tenía con el contexto y la tierra.
En la memoria de quienes habitan la periferia de Luanda, se mantiene el sentido de pueblo-aldea del interior y a pesar de residir después de 10 o 15 años, reconocen aun el nuevo lugar como transitorio.

2.2- La Comunicación
EL "saber hacer" que es la fuente del conocimiento y la forma de comunicarse de generación en generación pierde así su continuidad y se deteriora "la técnica constructiva". La pérdida de familiares, especialmente de los hombres en el combate, es la principal causa. El resultado es una familia joven que no encuentra respuestas en sus tradiciones pero que si las encuentra, aunque menos adecuadas, en la nueva economía y productos que el mercado ofrece.
Para la comunicación es importante recuperar la confianza en el otro. Durante los tiempos de conflicto los grupos sociales se reducen al mínimo número de personas e incluso adoptan nuevos códigos de lenguaje para reconocerse y garantizar la sobre vivencia. En el ámbito educativo, la experiencia de aula y clases puede no constituir un problema, pero cuando la experiencia es taller-escuela, las relaciones necesitan del tiempo para madurar hasta abordar el tema en clima de confianza.

3- Aspecto Técnico-Constructivo

3.1- La cultura constructiva

Angola reúne valores culturales inmensos de la construcción en tierra. Se mezclan la cultura portuguesa de casi 400 años y la tradición de las culturas locales. Ciudades como Benguela y Dondo (Kwanza Norte) presentan grandes testimonios arquitectónicos de adobe.
La tipología constructiva local se basa especialmente en la técnica del adobe y en algunos lugares la técnica del "Bahareque".

3.2- El presente

Hasta hoy, y durante este periodo de guerra, la construcción en tierra no es una técnica con calidad sino una técnica para resolver el problema temporal de residencia.
Es muy difícil encontrar rehabilitaciones o mantenimiento de construcciones en adobe que verdaderamente finalicen con la patología. Quien interviene sobre una construcción con materiales locales, generalmente responde con los materiales "modernos" que ofrece el mercado.
Dos situaciones sobre el "carácter de propiedad" atentan contra la calidad y el carácter temporal de la construcción: en el interior debido a las tierras inseguras y el comienzo de grandes "latifundios", y en la capital, producto de la ocupación ilegal y la falta de títulos de propiedad. La ley de tierras comienza a discutirse, y debiera considerar las simples situaciones de un gran pueblo. El resultado alcanza tanto a la calidad de la construcción cuanto a la calidad de vida.

3.3- La experiencia

Diferentes organizaciones desarrollan proyectos de construcción con materiales locales. Desde 1997 a la actualidad, atravesando tiempos de guerra. Caritas - Kwanza Sul llego a realizar mas de 50 escuelas y centros de salud, y Development Workshop - Huambo alrededor de 100 escuelas, ambos con la participación de la comunidad. Los Salesianos de Don Bosco, a partir de 2002, comenzaran la construcción de residencia-seminario, escuelas y centros de salud en las provincias. Todos estos proyectos tienen un fuerte componente social - cultural, cuando realizan ese acercamiento a los materiales locales. No son los únicos que se desarrollan, pero si los más representativos del tema que nos ocupa.
Al referirse a valores netamente económicos, la técnica de construcción en tierra favorece al sector de trabajadores. El sector de la producción emplea mayor mano de obra y el de la construcción en tierra destina el 30% del presupuesto de ese rubro a la mano de obra, a diferencia de la construcción en bloque de cemento que destina el 15% al mismo sector.
La posibilidad de producir los bloques de tierra y construir dentro del mismo terreno, permite comprender la técnica y da mayor confianza en ambos sectores: producción y construcción.
En el plano económico y social, se observa un desarrollo diferente de las familias que se involucran en este proceso.

3.4- La propuesta

Es preciso entender la tierra y todos los elementos que forman parte de la construcción. En la iniciativa de estas organizaciones, se desarrollan diferentes técnicas con materiales locales que buscan entre otros objetivos la modernización de la utilización del adobe.

4- Aspecto Pedagógico-Educativo: "La formación – educación en materiales locales ayudaría a recuperar los valores culturales"

"…Los estudios de niños y adolescentes son interrumpidos por el éxodo y su desplazamiento… La educación y la formación profesional son por tanto indispensables a niños y adolescentes porque les brindan las herramientas y el "saber hacer" necesarios para llevar una vida independiente y productiva. Esto constituye un medio importante de protección contra diferentes formas de explotación…" (HCR)

4.1- La Metodología

La experiencia de obra-escuela es la más efectiva. La experiencia es sensorial, preponderantemente táctil y visual. Esta metodología es útil cuando el nivel educativo es heterogéneo y permite con la práctica, adquirir experiencia y potenciar las cualidades de cada uno de los trabajadores.
El método educativo empleado es el "sistema preventivo"(1) y se basa principalmente en la presencia permanente de un asistente para evitar cometer faltas. Los trabajos a realizar se explican de forma muy simple y tantas veces como sea necesario. Se utilizan esquemas y gráficos de fácil distribución (2) y se evitan textos que puedan sensibilizar a quienes no saben leer. Un panel con los planos y fotografías de los avances de la obra constituyen el método visual de interpretación de los trabajos sobre el terreno. La lectura de planos se torna una herramienta de uso diario y coloca al trabajador dentro de la dinámica de la construcción civil.

4.2- entender la transmisión del saber:
Para realizar la metodología de enseñanza correcta, es preciso entender como la tradición y la cultura se transmite de generación en generación. La Cultura Bantu de la que proceden la mayoría de los grupos étnicos de Angola no posee en sus orígenes un lenguaje escrito, por lo que el saber y la cultura se transmiten en forma oral.

4.3- Practica del concepto de unidad de medida:
Entender el concepto de medidas es difícil para quien no esta habituado a trabajar en ello, en realidad se acerca más al concepto de unidad. En el mercado informal, los productos no tienen como unidad de medida el kilo o el metro, casi todo se expone y vende a la unidad: un saco una lata, un paño que se fracciona según el modulo y el modo de vestir local.
Por ello es difícil diferenciar entre centímetro y metro. La lectura de la cinta métrica es algo compleja para varios, aunque estos realicen trabajos de definición con muy buena calidad. Según el tiempo disponible de obra, es importante considerar la formación en este aspecto. Para los que resulta mas difícil, es posible explicar otro método de lectura de planos en le cual el sistema de medida se traduce en el modulo de bloque empleado (3).

4.4- Alfabetización:
Otra experiencia positiva que integra todo el proceso educativo es complementar el trabajo en la construcción, con las clases de alfabetización (4) cuando finaliza la jornada. Con la misma metodología educativa (sistema preventivo) y una didáctica apropiada (carteles, gráficos e referencias prácticas) el trabajador puede integrarse al esquema educativo formal.

4.5- Experiencia didáctica
"el laberinto de los sentidos" (5) es una experiencia realizada en el marco de los talleres de sensibilización de la construcción en tierra. Se busca despertar los sentidos hacia los materiales de construcción, la forma de emplearlos (técnicas constructivas), y la posibilidad que estos brindan de recrear diferentes ambientes y espacios adaptados a diferentes contextos. La instalación es una experiencia pedagógica que puede adaptarse a diferentes destinatarios y cumplir diferentes objetivos durante el proceso de realización – utilización. En este sentido deben realizarse actividades específicas para abordar las situaciones y problemáticas locales.

4.6- Los objetivos
La propuesta es consolidar la red del ciclo de construcción en materiales locales por medio de la optimización de recursos y de personal. La consolidación se consigue con un desarrollo equilibrado de todos los actores que intervienen en el proceso: familias, técnicos, profesionales. Algunos de los objetivos que se plantean son los siguientes:

- Sensibilización a la población sobre el uso de materiales locales, observando especialmente las técnicas de rehabilitación.
- Desarrollo de cursos de formación profesional.
- Integrar el tema de materiales locales a los programas pedagógicos de las escuelas técnicas
- Integrar el tema de materiales locales en el tercer ciclo, para poder responder al problema constructivo de una forma interdisciplinar como respuesta al contexto cultural.
- Revalorización del Patrimonio Cultural.
- Normalización de la construcción en tierra.

4.7- Los grandes desafíos:

“Educar para la vida”. Implementar un programa de formación que centre su atención en el tema constructivo pero que tenga como objetivo la formación integral del niño-joven-adulto. El proceso educativo necesita de la capacitación pedagógica de educadores y una gran comprensión del educando para recuperar el orgullo, la fidelidad y estima de sus raíces culturales

Aprovechar los materiales locales como recurso para valorizar la cultura en su elemento fundamental: EL HOMBRE. Una vez que las personas recuperan la confianza en si y en su entorno, los objetivos de “Revalorizar y preservar las construcciones” y “Recuperar el valor de los recursos naturales y del ambiente” se tornan metas concensuadas de vida.

Bibliografía:

- Haut Commisariat des Nations Unies pour les Réfugiés (HCR) “Les réfugiés dans le monde, 50 ans d´action humanitaire” Ed. Autrement, 1999 (HCR)
- Salesianos de Don Bosco**, “**Constituciones de la Sociedad de San Francisco de Sales y Reglamentos Generales (Primera Parte, II- servicio educativo pastoral)”
- Adaptación para Angola por el Rvdo. Geraldo Lopes, “Método de Alfabetización Don Bosco » para la lengua portuguesa”, Editorial Salesiana, 1995
- CRATerre-EAG -- MISEREOR “Fichas Técnicas para la Enseñanza de la Construcción en clima tropical, Vol.1: La Producción y Vol.2:La Albañilería - Nivel Básico”

Notas :

(1) **El Sistema Preventivo** es una metodología pedagógica caracterizada por:
La voluntad de estar entre los jóvenes compartiendo su vida, mirando con simpatía su mundo, atentos a sus verdaderas exigencias y valores;
La acogida incondicionada, que se convierte en fuerza promocional y capacidad incansable de diálogo;
El criterio preventivo, que cree en la fuerza del bien que hay en todo joven y trata de desarrollarla mediante experiencias positivas de bien;
La centralidad de la razón, que hace razonables las exigencias y las normas; que es flexibilidad y persuasión en las propuestas; de la religión, entendida como desarrollo del sentido de Dios innato en cada persona; del amor, que se expresa como un amor educativo que hace crecer y crea correspondencia;
Un ambiente positivo tejido de relaciones personales, vivificado por la presencia amorosa y solidaria, animadora y promotora de actividades de los educadores y del protagonismo de los mismos jóvenes; con un estilo de animación, que cree en los recursos positivos del joven.

(2) **Las fichas técnicas** para el enseño de la construcción constituyen parte del material de la maleta pedagógica que permite adaptarse a los diferentes contextos y culturas. Para las experiencias y sensaciones, este conjunto de materiales técnicos está directamente relacionado al método enunciado anteriormente, “el sistema preventivo”

(3) **La ficha técnica 06.02** trata específicamente sobre la forma alternativa de trabajar las dimensiones en un plano de diseño (plantas, cortes, vistas). Metodológicamente consiste en conocer el módulo base del material de construcción (por ejemplo el adobe y sus medidas o estereotomía) el cual se transforma en la unidad de medida y de lectura sobre el plano. La cinta métrica deja su lugar para un material de medición preparado a tales efectos.

(4) **El método de alfabetización Don Bosco**, original de Brasil, se adapta al enseño de jóvenes y adultos a través de Palabras y Silabas Llave que abordan temas de la vida cotidiana como metodología. En la búsqueda de adaptarlo a diferentes culturas, las “palabras llave” cambian según el contexto. En 4 meses se alcanza el nivel de conocimiento general posibilitando la lectura y luego se complementa con el curso de matemática, ciencias y literatura. En Angola fue reconocido entre 2001 y 2004 como el método más efectivo de alfabetización.

(5) La instalación-experiencia **“el laberinto de los sentidos”** es un proyecto realizado por Constante Cornu, Christelle Poysegur y Mauricio Ganduglia como metodología de sensibilización a las diferentes técnicas de construcción y a la utilización de materiales locales de construcción, en el marco de una actividad para alumnos de escuelas primarias, secundarias, y publico en general. El aspecto mas importante a tener en cuenta es la apertura para encontrar un método que permita el contacto directo con el material de estudio.

MAURICIO GANDUGLIA, arq.
e-mail: m_ganduglia@hotmail.com
Dirección: 43, Cour Berriat (app. 203)
(38000) Grenoble
TEL: 0033 6 98 75 23 91

CV:

1995-2000:	Proyecto y dirección de obras civiles.
	Sub-Director de Planeamiento Urbano. Municipio Villarino-Buenos.Aires- Argentina
2001-2004:	Voluntario Misionero en Angola.
	Proyectos Arquitectónicos en Tierra y Materiales Tradicionales.
	Cursos de Planificación Educativa y Formación Profesional
2005:	Curso DSA “Arquitectura en Tierra” EAG-Grenoble. Francia







La familia tiene

respuestas a sus necesidades

Poblacion

Sensibilisazion - Formacion

•Las ventajas de los materiales locales
• la tradicion
•Herramientas y conocimientos para la autoconstruccion

Hay un plan para resolver la vivienda



Profesionales

Formacion de Grado

•Elaboracion de Objectivos y Proposicion de Programas Integrados
• Formar profesionales capaces de comprender los materiales locales y sus potencialidades
•Tener recursos profesionales locales

Tecnicos

Formacion Profesional

Programa de formacion
de albaniles y ayudantes
Dar las herramientas basicas para trabajar rapidamente
(programa de meses)

Mano de obra calificada y trabajos planificados

Angola Nossa Terra Nossa Patria





UNA EXPERIENCIA DE EDUCACIÓN INFORMAL EN ARQUITECTURA CON TIERRA – TRANSFERENCIA Y SENSIBILIZACION/COLOMBIA

Arq. Lucia Esperanza Garzón Castañeda*(1)
FEDEVIVIENDA/ONG Av. 39 # 14-75 / B. Teusaquillo / Calle 39 No 80-55, Modelia, Bogota, Colombia
(57-1) 338 12 77 y (57-1) 263 53 42 luciagarzon@yahoo.com, luciagarzon@gmail.com

Tema 4: Investigación/Enseño y Formación/Capacitación/Transferencia
Palabras Clave: Educación Informal, Transferencia, Ecosostenibilidad

Resumen
En Colombia, el tema de la arquitectura con tierra viene despertando el interés al mundo científico desde hace varios años. Hay experiencias realizadas puntualmente por profesionales e instituciones sobre el tema de tecnologías alternativas, pero debemos reconocer que no se ha colectivizado, existen muchos errores y carencias en este recorrido y falta aun "camino", se precisa tener conciencia del impacto ambiental de la construcción y comprender que los sistemas de tierra manejados tecnológicamente son acordes al medio cultural del presente siglo y ecológicos.
Han transcurrido varios años desde que se trata el tema de desarrollo sostenible y medio ambiente en el planeta. En Colombia, el avance en legislación sobre la protección a la biodiversidad y a los recursos no renovables ha sido extenso, sin embargo en la practica estamos muy atrasados; por ello se hace necesario reflexionar y explorar nuevas formas de realizar una real participación de la ciudadanía y de difusión tecnológica, que aporte a mejorar el medio ambiente y la equidad en la calidad de vida de los habitantes.
La vitalidad y presencia de la TIERRA como material esta aun latente en diversas culturas de esta región y se conservan muchos saberes subvalorados, por ello no existe personal capacitado para investigar, asesorar y proyectar profesionalmente sobre el tema.
En agosto del 2004 surgió la necesidad de crear un curso de educación informal titulado DIPLOMADO sobre ECOSOSTENIBILIDAD Y TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA, que permita acceder a cualquier persona o profesional interesado para realizar una formación integral con enfoque holistico, en temas sobre: sostenibilidad planetaria, ecología y técnicas de arquitectura con tierra. Para estas primeras experiencias se planifico la realización de un proyecto concreto y demostrativo: UN PARQUE INFANTIL; en el se busca aplica los conocimientos que ilustren las posibilidades técnicas, sensibilice a la sociedad, recupere la memoria y brinde presencia y vitalidad al material con la estructura de la concepción ecosostenible.

1- Generalidades

En Colombia, el tema de la arquitectura con tierra aun tiene vigencia como **tradición y cultura** constructiva, aunque ha perdido en los últimos años esa cadena del "traspaso del saber", pero ha tenido renacimiento y nuevo uso por parte de las clases mas pudientes económicamente, despertando poco a poco interés en el mundo universitario, científico, técnico y ahora en el nuevo siglo, ha recobrado un valor agregado por su aporte ecológico.
Aunque han transcurrido varios años de diversas investigaciones, entre ellas las del Centro de Investigación de Vivienda de la Universidad Nacional (creadores de la CINVA RAM en los años 50s) emisor de tecnología, hoy nos enfrentamos a un estancamiento en la difusión de los conocimientos y a una carencia total en la formación de los profesionales y técnicos sobre el tema; hecho, que no es una problemática exclusiva de Colombia sino de la región. Esto nos ha llevado a reflexionar y a buscar soluciones a temas como el hambre de vivienda, la desequidad de este continente, buscando alternativas para un **desarrollo sostenible** que incorpore los **recursos locales,** brinde **oportunidades de crecimiento descentralizado** y **minimice el impacto ambiental**, y por ello el lugar tecnológico que ofrecen las técnicas alternativas entre ellas las de arquitectura y construcción con tierra, son importantes en esta búsqueda de posibles soluciones.
La TIERRA como material natural, accesible, vital, brinda nuevos valores y tiene una presencia cultural que esta latente en esta región, como tecnologías blandas se conservan

muchos saberes en los ciudadanos emigrantes del campo y los campesinos del sector rural, con los ”neo rurales” recobra otra forma de aplicación con los nuevos paradigmas de desarrollo, al incorporar el sector agrario; sin embargo poco se valora este conocimiento y tampoco es avalado por el mundo universitario y científico; es así, como existe un abismo entre un conocimiento científico, sistémico y la tradición, seguido por la **ausencia de personal profesional y técnico capacitado**. Además de la ausencia de Normatividad y control por parte de los entes responsables.

2 - Educación informal, difusión y transferencia de tecnologías

La educación informal se posiciona en estos tiempos como una alternativa de equilibrar el planeta y es un recurso para salir del lugar donde nos encontramos en América Latina; con la desequidad también el analfabetismo y la falta de conciencia planetaria aumentan; por esta razón, cada día la educación debe procurar nichos mas flexibles, mas colectivos y mas accesibles que faciliten un cambio a la sociedad; por otro lado el conocimiento de la arquitectura con tierra no se ha desarrollado, ni ha estado presente en el mundo universitario, su lugar ha sido en la periferia, en la provincia, en el campo, marginal y es otra razón por la que el conocimiento debe de impartirse desde otro lugar. Pensando en esta situación con una geografía y panorama como el de Colombia, con los problemas sociales, de seguridad y riesgos de movilidad, hemos optado por realizar un sistema de enseñanza aprendizaje semi-presencial y mixto, que aproveche los medios informáticos para la formación teórica y con el componente de la vivencia (el 50% del tiempo) que se realiza a través de practicas temáticas concentradas que permiten de forma pedagógica, traspasar la experiencia y el conocimiento indispensable en este tipo de aprendizaje sobre tecnologías y realizando una sistematización a través de la educación virtual, aprovechando las redes de informática como recurso aplicado a la educación.
Las redes cambiaran el carácter de la educación en todos los niveles. En el nivel económico harán contrapeso a los monopolios y ayudaran a la gente a acceder a los servicios educativos que se acomoden mejor a sus necesidades. A aquellas localidades que no se pueden permitir instaurar programas educativos especiales para ciertas clases de alumnos les será mas barato comprar estos servicios en la red.
Ya no existe el aislamiento geográfico ni los monopolios geográficos a nivel universitario. A medida que este libro se esta escribiendo, Internet se ha estado expandiendo y ha ido proporcionando a las organizaciones afiliadas la oportunidad de intercambiar información. Las bases de datos accesibles mediante la red esta poniéndose a disposición de los usuarios sin la aprobación previa de las cuentas de los proveedores locales....
La enseñanza será uno de los principales factores de exportación entre países.
Las redes de aprendizaje están transformando las relaciones entre la enseñanza, el aprendizaje, las oportunidades y los resultados. Las estructuras educativas tradicionales están siendo alteradas dramáticamente por las nuevas tecnologías de la comunicación y la información. Tal como lo ha señalado Brand (1987),- *los medios de comunicaciones son tan fundamentales en un sociedad que cuando cambia su estructura, todo queda afectado*. El trabajo en red, la convergencia y la madurez de las telecomunicaciones y la informática, se han convertido en las armas de una nueva forma de educación y han creado un cambio de paradigma: el cambio a un modelo nuevo y a una serie de normas y expectativas sobre como trabajar con eficacia en un nuevo entorno de aprendizaje (Harasim at al, 2000).
La posibilidad de recoger las tradiciones constructivas con tierra, técnicas vetustas y vernáculas y traspasarlas a los medios virtuales, procesando y sistematizando el conocimiento acumulado del globo y de todos los lugares del planeta, referenciados a las culturas locales; nos proyecta con otra forma de colectivizar un saber de todos, una educación que conceptualiza y practica desde otra óptica este conocimiento en el siglo XXI , de paso participa en una economía cognitiva para el desarrollo social y económico.
El concepto de educación y participación activa esta vinculado al contexto del estudiante, donde los facilitadores o profesores guían a los alumnos para investigar su realidad, buscar solución a problemas locales y les posibilita organizar la información; son recursos que la

educación tradicional no permite y que en este contexto educativo le permite “construir conocimientos”, e iniciar una nueva forma de educación donde cada uno, de acuerdo a su ritmo y tiempo “estudia y aprende”. El sistema planteado semi-presencial permite reforzar las dudas y acercarse de forma mas humana a los participantes. Las practicas y la experiencia de “aprender haciendo” enseñan desde otra instancia: la corporal y refuerzan el aprendizaje virtual – teórico. Esta propuesta es una forma de democratizar el acceso de información a temas tecnológicos apropiados a nuestra realidad.

3- Ecosostenibilidad

En Estocolmo (1972) con la conferencia del Medio Ambiente Humano se sentaron las bases para el desarrollo de una política ambiental internacional, que resulto en el establecimiento del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y en la creación de agencias nacionales de protección ambiental en los países desarrollados, pero el papel de la pobreza en la degradación de los recursos naturales y la necesidad de reconocer y construir sobre intereses comunes en el informe de la Comisión Brundtland, *Nuestro Futuro Común* se acepta que los recursos de la tierra son suficientes para abastecer las necesidades humanas y que el tema esta en debatir la distribución y el uso de estos recursos. Posterior a esta publicación surgió a la luz publica documentos tales como: ***Cuidar la tierra, una estrategia para vivir de manera sostenible,*** producido por la UICN de las Naciones Unidas, en el cual se reafirma que la humanidad debe vivir dentro de los limites de capacidad de carga de la tierra y la ***Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo,*** que proclamo dentro de sus principios el derecho que tienen los seres humanos a una vida saludable en armonía con la naturaleza y la necesidad de implementar un desarrollo económico compatible con la conservación de los recursos naturales. En esta declaración se introduce la necesidad de realizar evaluaciones de impacto ambiental en cualquier actividad que pueda tener efectos negativos sobre el ecosistema. En la cumbre de Río, además se firmo un acuerdo sobre diversidad y la necesidad de proteger esta biodiversidad. También se llego a la formulación de la Agenda 21, la cual propone acciones prioritarias en torno a grandes temas sociales y ambientales. Finalmente en los últimos años, se ratifico la Convención del Cambio Climático (CCC) a través del Protocolo de Kioto (1992 y 1997) con el consenso de 150 estados donde se acordaron responsabilidades jurídicamente vinculantes en cuanto a la limitación y reducción de las emisiones de gases de invernadero por parte de los países desarrollados (Fundación, 2001).

Han pasado varias décadas y la problemática ambiental no disminuye, al contrario cada día de hace insostenible el crecimiento económico y los profesionales del área de la construcción desconocen o no dimensionan su participación en el tema, siendo en este caso la ***construcción*** uno de los sectores de la economía que mas afectan el Medio Ambiente.

La construcción Civil juega un papel central en la provisión de infraestructura física para el transporte, vivienda, saneamiento, energía e irrigación. El crecimiento del sector construcción es un indicador muy importante en la economía de un país. Tiene un efecto multiplicador en otras muchas actividades de la producción, además de ser una fuente de empleo. Sin embargo por sus características naturales la construcción civil es una de las actividades con mayor impacto en el ambiente (consume la mayor cantidad y variedad de recursos naturales: el 40% de arena y piedras, el 25% de la madera virgen, el 16% del agua y el 40% de la energía (Roodman 95) y genera impactos ambientales en las fases de explotación y uso de los recursos renovables y no renovables).

Además el incremento de la actividad de la construcción en los últimos años y la demolición de edificaciones e infraestructura ya existentes, han traído como consecuencia un significativo aumento de la generación de residuos.

Ante esta problemática, se hace necesaria una **Política de Gestión Ambiental** que armonice los intereses económicos de las empresas del sector de la construcción con los intereses de la sociedad donde participen todos los sectores sociales, profesionales y gobiernos locales y nacionales (Valdivia, 2002)

En Colombia a partir de la Ley 99 de 1993 se promovió la creación de organizaciones ambientales que trabajen en pro de la definición de una agenda ambiental que garantice el desarrollo sostenible y sustentable para el país. En el año 1997 se promulgo la ley 388 sobre ordenamiento territorial donde se promueve el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural y la ejecución de acciones urbanísticas eficientes y uno de los aspectos mas relevantes contemplado en la ley de medio ambiente es el de la participación ciudadana en la esfera institucional, en las instancias gubernamentales y en la toma de decisiones en asuntos ambientales, sin embargo en Colombia existe una brecha muy grande entre la normatividad y la aplicación de la misma. En el tema especifico de acciones relacionadas en la producción de materiales de construcción y en la intervención urbana, no se ha dado un real avance; pues en un país con múltiples conflictos, las prioridades están centradas en la "subsistencia", en la intervención militar y la guerra, en la generación de empleo y en la producción; somos un país con mucha riqueza pero con constantes crisis económicas, desempleo del 25% de la población y niveles de pobreza sobre la cuarta parte de la población, que no da espacio para pensar y reflexionar sobre el costo de la construcción y su efecto en el medio ambiente. Sin embargo la gran mayoría de las universidades y las instituciones educativas no se involucran en esta situación, los estudiantes desconocen las leyes y normas, la incoherencia entre las políticas y las acciones esta llevando poco a poco a la sociedad a una crisis de valores que es la que mas afecta el presente.

En los países de la región, la situación se hace más compleja; por las condiciones socio económicas y culturales del pueblo, la mayoría de la población desconoce sus derechos, no sabe de las riqueza con que cuenta en la biodiversidad y sobretodo no es conciente de la existencia y límites de esa abundancia de recursos renovables y no renovables. Es desde este contexto donde el diplomado se proyecta como un curso que de formación a las personas involucradas con el hábitat de forma directa y a través de ello, cubrir temáticas que se articulen de forma coherente con la situación y realidad social, con las tecnologías alternativas y el recurso de la tierra como material constructivo.

Por estas razones el Curso de "Ecosostenibilidad y Técnicas de Construcción con tierra" tiene como uno de sus ejes y objetivo central la formación de los participantes en aspectos Ecológicos y sostenibles, con una conciencia, ética y criterio frente a los aspectos de Gestión Ambiental esperando que sean multiplicadores de estos temas en sus intervenciones en el medio ambiente, ya sea urbano o rural, sembrando un cambio de actitud frente al rol profesional, dimensionando desde otros tópicos la actividad profesional del constructor, arquitecto o ingeniero.

4 - El puente (Curso)

Por la experiencia de profesionales y del intercambio entre redes, instituciones productoras de conocimientos y de conocer parte de los materiales elaborados alrededor del mundo en el tema, se sabe que existen procesos sistematizados y multiples investigaciones que permiten asesorar y ejercer profesionalmente con un bagaje científico; pero no existe el **puente de traspaso** de esta información para que se colectivice el conocimiento acumulado y se apropie por parte de los directos beneficiarios: las comunidades, usuarias de este material. Por eso **FEDEVIVIENDA** (ONG), con la experiencia que tiene en la interacción con las comunidades, creo dentro de su **Instituto de Formación Urbana y Comunitaria** el programa flexible de educación informal: DIPLOMADO sobre **ECOSOSTENIBILIDAD Y TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA**, donde realiza una formación integral con enfoque holistico. Ello esta dirigido a cualquier persona motivada por las tecnologías alternativas y el objetivo principal es brindar una formación integral a profesionales, personas interesadas y gestores municipales que puedan: diseñar, proyectar y ejecutar obras con conocimientos generales y específicos en relación a las calidades, seguridad y garantía constructiva, con énfasis en la conciencia de su gestión e impacto ambiental. Por ello en el curso se abordan temas sobre: **desarrollo, territorio, sostenibilidad planetaria, ecología, energías renovables, cadenas**

productivas, sismisidad, legislación, patrimonio, conservación y técnicas de arquitectra y construcción con tierra con el acento en el bajo impacto ambiental.
El curso, que se realiza desde el año 2004, es ya un producto concreto de capacitación intensiva que tiene una duración de un semestre (50% virtual y 50% practico), en el aprendizaje la vivencia y experiencia corporal con los sentidos, las manos. El trabajo y el cuerpo involucrado hacen otro eje fundamental para el conocimiento, pues este tipo de técnicas requiere un **conocimiento sensible** desde donde puede construirse una tecnología sostenible; la filosofía es **aprender haciendo** con una **obra de equipamiento comunitario**: en el primero y segundo curso se construyo un PARQUE INFANTIL en tierra; que muestra las posibilidades técnicas, sensibiliza a la sociedad, colectiviza la tecnología a receptores, recupera la memoria y brinda presencia del material; la idea es formar profesionales, técnicos interesados que aborden el tema de forma ecosostenible, sean actores aptos con una visón integral de lo que esta tecnología permite, con sus fortalezas y debilidades y generen un mercado de trabajo con ética ambiental, responsabilidad y garantía para los beneficiarios (clientes).
El primer curso fue una experiencia muy valiosa tanto para los asistentes como para los promotores, a partir de las inquietudes y propuestas de los participantes se dio un énfasis mayor al diplomado en los temas ambientales, para el segundo curso se amplio la intensidad horaria y se aumentaron varios tópicos como fueron: bio-arquitectura y bio-climática, energías alternativas, cadenas productivas, madera, bambú y materiales vegetales, transferencia tecnológica, patrimonio e intervención de construcciones de conservación histórica entre otros; con la evaluación vemos el interés que despierta en los asistentes una serie de problemáticas que al estar articuladas desde el tema de la tierra dan como resultado esta propuesta que la veremos evaluada el próximo año. En este momento se esta realizando el segundo curso y se espera que siga como un sistema educativo flexible que se adapte a cada circunstancia y lugar.
El objetivo final de estos cursos es **colectivizar la información**, promover la construcción de tecnologías locales y actualizar los grupos y profesionales que participan, generando equipos técnicos especializados con nuevos valores y que multipliquen el efecto en el país y en la región. Este curso demuestra **una forma de proyectar, difundir y transferir tecnológica** en nuestro contexto con soluciones concretas y aprovechando las herramientas de la educación virtual. De los ex-alumnos que son personas mayores, reflexivas y capacitadas, ya se están viendo efectos multiplicadores en algunas regiones; están generando nuevos espacios laborales (generación de empleo). Algunos están construyendo sus viviendas con estos sistemas, algunos profesionales están investigando en sus localidades, otros están realizando obras con tierra y están realizando programas de mejoramiento de vivienda en sectores carentes.
A **futuro,** en un mediano plazo se esta proyectando tener múltiples equipos de personas cualificadas en el tema que a través de estos cursos se capaciten en los lugares mas alejados del país, donde es difícil y costoso el acceso de materiales y sistemas constructivos convencionales, realizando **obras demostrativas** en cada lugar con la participación de los interesados e incorporando a los **maestros de obra y los gestores municipales**, para desarrollar una conciencia local (dentro de lo global) y creando un potencial humano para aprovechar los recursos locales, que involucre las cadenas productivas con recursos naturales renovables, desarrollo y seguridad para todos, con equidad.
A mediano plazo se espera poder crear una red de capacitadores, difusores y profesionales formados en este tema para el continente, con una solidez que posibilite realizar investigaciones entre países, que produzca tecnología y se puedan realizar intervenciones en las políticas publicas de vivienda social que aporten en la normatividad de cada país y sean parte del sistema para promover y controlar la calidad la producción de soluciones al hábitat construido con técnicas de tierra, acordes a la cultura y a las determinantes de cada lugar y de Latinoamérica.
Para transmitir la información y lograr los objetivos formativos de este curso hemos detectado varios aspectos anexos a la tarea de la educación no formal, pues también se necesita tener una **nueva actitud**; hemos aprendido que los mecanismos pedagógicos no

son suficientes al utilizar medios informáticos, transmitir teorías y demostrar las pruebas científicas; en el trabajo pedagógico, es fundamental la interacción y un requisito esencial es hacer sentir y evidente la experiencia practica dentro de un marco amable y de intercambio humano: demostrar a través de los proyectos demostrativos las posibilidades de habitabilidad y se requiere de parte de los facilitadores una entrega y convivencia con los actores involucrados para producir y transferir tecnología. Es urgente explorar otras formas para difundir los estudios realizados ya que los plazos en el proceso de deterioro medio ambiental, de degradación social y falta de credibilidad estatal, son muy veloces y cada vez hay menos tiempo.

Es urgente estimular la cadena cultural donde el conocimiento acumulado por milenios se traduzca en una **ética ambiental**, se colectivice y sea avalado por la ciencia para mejorar la calidad de vida, estos recursos son parte de una realidad posible, pero requiere de muchos factores y actores que participen en el mejoramiento e intervención del hábitat y esta debe ser una tarea prioritaria de todos los latinoamericanos, en especial de los "ciudadanos del planeta" que esperamos una vida mejor para LA TIERRA, para todos los habitantes del globo y en especial para las generaciones futuras!

Bibliografia

- FUNDACIÓN Foro Nacional por Colombia (2001): *Gestión Urbana y Medio Ambiente*, Serie: "Cartillas para el manejo ambiental municipal con participación ciudadana", Colombia
- HARASIM, Linda; STARR HILTZ, Roxanne; TUROFF, Murria; TELES, Lucio (2000): Redes de Aprendizaje. Guía para la enseñanza y el aprendizaje en red, Editorial Gedisa, Biblioteca de Educación, Nuevas tecnologías, Barcelona, España
- VALDIVIA Mercado, Sonia (2002): *Instrumentos de Gestión Ambiental para la Construcción*, Pontificia Universidad Católica de Lima, Perú

Notas

(1) Arquitecta egresada de la Universidad Piloto de Colombia, desde hace quince años, diseña, construye y realiza obras en arquitectura de tierra en Colombia y Chile, es representante de **Proterra** en Colombia, actualmente dirige el diplomado de **Ecosostenibilidad y técnicas de Construcción con tierra** en su país.









A SUSTENTABILIDADE DA FORMA NA CONSTRUÇÃO EM TERRA CRUA

Filipe González*[(1)]; Manuel Couceiro[(2)]
[(1)] Faculdade de Arquitectura e Artes da Universidade Lusíada de Lisboa
Rua Joaquim Pedro Assunção Rasteiro – 37 – 2925 535 Azeitão | tel: 21 080 64 54 | fax: 21 218 02 14
Email: filipe.gonzalez@netvisao.pt | filipe.gonzalez@lis.ulusiada.pt
[(2)] Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa
Rua Augusto Costa (costinha) – 25 – R/C B – 1500 064 Lisboa | Tel: 21 760 84 77 | Fax: 21 762 20 25
Email: arquetipo@ip.pt

Tema 4: Investigação, ensino e formação/capacitação/transferência.
Palavras Chave: Geometria; Forma; Estrutura

Resumo
A construção em terra é um processo milenar, e a sua transmissão enquanto tal tem sido feita entre gerações, de pais para filhos, e quase sempre de forma operativa.
A utilização da terra pauta-se por uma qualidade que consiste na sua reciclabilidade. Esta característica assume especial importância quando se aborda cada vez mais a sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável.
A reciclabilidade da terra como material construtivo, enquanto processo natural ou artificial, dificulta o seu estudo uma vez que os testemunhos mais antigos não podem ser avaliados devido à sua perda total.
Apresenta-se com este trabalho uma ferramenta aglutinadora de processos construtivos, classificação da terra enquanto material de construção e por último, ferramenta analítica das geometrias utilizáveis na construção com este material, atendendo às suas propriedades.
Trata-se de uma análise comparativa dos processos construtivos em terra crua, suas geometrias e estereotomias, dentro do conceito de obra global, analisando-a no todo e na parte. Este trabalho redefine o processo de classificação das técnicas construtivas em terra crua em função dos processos auxiliares de construção, e não pelo estado físico do material utilizado ou mesmo pela família de sistema construtivo.
Trata-se de uma investigação que infere no conceito de fronteira, analisando as interdependências e participação entre material/vão/forma num quadro geral de classificação de estrutura, organizada pela família de técnica construtiva condicionada por um reposicionamento da referidas técnicas num grupo/sistema de famílias estruturais tipo.
A reclassificação das técnicas construtivas em terra crua permite entender a participação da geometria no processo conceptual da construção em terra crua, acelerando um processo de decisão, bem como estabelece um panorama de limitações formais à construção com o referido material.

1 - Introdução

A Ecologia e, mais especificamente, a Ecologia Humana, estão na ordem do dia. Entenda-se essa Ecologia como a adaptação dos seres vivos, em âmbito mais restrito dos animais, ao seu meio ambiente, num sentido de satisfação das suas necessidades, mas num espirito de respeito para com os valores desse meio ambiente.
Para o ser humano as suas necessidades básicas referem-se à alimentação, ao vestuário e ao abrigo, necessidades cuja arte de concretização pode, por si só, caracterizar civilizações – essa arte é o Design (aqui entendido em sentido lato ou seja, no sentido de actividade criadora e projectual, de intervenção planeada e normalmente com uma forte matriz visual).
Será pois o Design uma das facetas que distingue os Homens dos outros animais, mas pertinente é constatar que esse Design tem, como referência predominante através dos séculos, a Natureza e a sua intrínseca beleza. Há pois que conseguir captá-la e, para o Homem, conseguir, num mundo de aparente desordem e de infinita variedade, criar meios de ordenar e de estruturar os aspectos profundos e/ou fugazes dessa realidade natural.
Arte e Ciência reflectem, de modo distinto, sobre aspectos diversos e complementares da experiência humana, recorrendo o Design a estes dois caminhos, a partir dos quais gerou modelos de pensamento, **paradigmas**, que expressam aspectos aparentemente contraditórios mas coexistentes na Natureza e que, curiosamente, possuem, em todas as situações, **matrizes geométricas** que se detectam na Gastronomia, na Moda e na Arquitectura.
Interessa-nos aqui sobretudo a Arquitectura e, no seu contexto e para melhor a compreendermos, salientar que um dos seus princípios, o mais subtil e eventualmente mais poderoso e importante, é o acordo entre forma e material, evidenciando a noção de estrutura como a mais importante qualidade do Design.

Para alcançarmos aquela simbiose, **forma/material**, que se pretende o mais íntima possível, a associação das **matrizes geométricas**, intervindo quer como geradoras das formas, quer como instrumentos de análise ou criando novas ordens, zonas fractais, de relação entre o caos incontrolado e a ordem excessiva, com o **conhecimento e organização das características dos materiais**, torna-se essencial e **concretizará a sustentabilidade da construção** – em simultâneo afirma-se o desempenho da **Geometria como paradigma da Ecologia Humana**.
É neste entendimento geral que surge o presente estudo, que se aplica a um material concreto, a **Terra Crua**, também ele reforçado, pelas suas capacidades de reciclagem, o sentido último de intervenções construtivas adaptadas ao meio ambiente.

2 - A FORMA E O MÉTODO

2.1 - A inevitabilidade da geometria
O homem, através de um processo natural de evolução, desenvolveu a capacidade de manipular o meio que o rodeia. Essa capacidade surge como resposta a uma necessidade intrínseca da sua condição que foi, numa primeira fase, a criação de habitat.
Muitos seres vivos desenvolveram também essa capacidade. Sejam as aves com os seus ninhos, sejam os mamíferos como caso dos castores com os diques em troncos de árvore, ou mesmo insectos como as abelhas com as colmeias, etc. Contudo, as construções desenvolvidas pelo homem rapidamente se diferenciaram das construções de todos os outros animais, quer pela geometria utilizada, quer pela dimensão, mas acima de tudo através da atribuição de significado às próprias construções.
A casa, como resolução de um problema quotidiano, que funciona de abrigo, desenvolveu-se através dos tempos desde a caverna, passando pela cabana, até à casa propriamente dita. A par desta necessidade, desenvolveu também capacidade de criar fortalezas, templos, e construções de carácter simbólico, e nestas é que se encontra uma verdadeira forma de diferenciação em relação às outras espécies.
A necessidade que o homem tem em intervir no meio que o rodeia, bem como a tentativa de compreender o universo no qual se insere, expressa-se através de uma manipulação do mundo real, conferindo-lhe imagens daquilo que considera ser uma interpretação do inatingível.
Apesar disso, no desenrolar da história sempre existiram momentos específicos, que registaram a existência de culturas, e que tiveram diferentes formas de expressão, seja pela arte ou pela arquitectura.
A arquitectura, apesar de ter sempre um carácter próprio neste contexto, esteve e continua a estar dependente do factor tecnológico. A escala da obra arquitectónica é diferente da escala da escultura, da pintura ou de qualquer outra forma de expressão artística.
Assim, associando a evolução do conhecimento, à manipulação dos materiais de construção disponíveis e às condicionantes físicas da envolvente, respondendo à própria necessidade construtiva do homem, permitiu a este desenvolver geometrias diversas que foram aplicadas às obras de arquitectura, e à forma como este organizava a ocupação do seu território.
À medida que a sociedade se foi hierarquizando, desde a estrutura da família, às ligações entre famílias, às populações, etc., maior se tornou também a estratificação da construção, procurando responder a uma hierarquização formal da construção em si, e de aspectos de organização urbanística como de localização, orientação, etc.
A todas estas escalas de análise da intervenção edificativa do homem perante o território, houve aplicação de geometrias. A capacidade de exteriorizar a intervenção no meio em que se insere, proporciona ao homem o sentimento de domínio sobre um meio natural do qual faz parte, mas que na realidade não consegue dominar. Assim, através da antítese às formas orgânicas o homem interveio no território deixando uma marca através das suas geometrias construtivas.

3 - Da geometria da terra
Após análise das diferentes formas de expressão construtiva com o material terra crua, identificaram-se algumas geometrias aplicadas, que se verificou que se organizavam dentro de parâmetros geométricos formalmente diferentes, mas conceptualmente semelhantes.
Da relação entre as características físicas do material em análise, e da sua aplicação segundo um determinado propósito construtivo, nasceu a respectiva estereotomia. Esta traduz-se no fundo na eficácia formal conferida à terra crua de tal modo a que possa cumprir um propósito construtivo.

A terra, devido às suas propriedades físicas circunscreveu-se num grupo de materiais, cuja aplicação mais favorável seria de acordo com o esforço da compressão. A terra pode ser comprimida e aquando dessa acção comporta-se com alguma eficácia, sendo a acção inversa, a tracção, um esforço dificilmente comportável.
Ora, os materiais que se incluem no grupo de compressíveis, traduzem-se na construção sob a expressão de paredes, pilares, e arcos, como família de grupo estrutural. Essa propriedade mantém-se independentemente da forma como é utilizado observando as diversas técnicas construtivas que existem para o material.
Mesmo existindo diferenças tecnológicas na forma como se constrói com o material em análise, verificou-se também que nem todas as formas geométricas de base analisadas se inseriam integralmente nos processos construtivos. Isto deve-se principalmente a razões como: as características próprias da terra crua em si condicionam à partida a técnica construtiva a utilizar; a técnica construtiva condiciona por outro lado a escala da construção; e a escala da construção associada à técnica construtiva condiciona a capacidade de utilizar um maior ou menor leque de geometrias.

4 - Interacção das formas da terra crua (anexo I)
Das geometrias analisadas, constatou-se a existência de condicionantes técnicas à aplicação da terra crua como material construtivo. Os parâmetros utilizados, a análise planimétrica e a análise tridimensional, permitiram verificar a potencialidade construtiva de cada método e os procedimentos utilizados para a resolução da construção como um todo.

4.1 Vencimento de vãos com terra crua
Da análise anteriormente citada verificou-se que quanto maior a capacidade de vencer vãos através de abóbadas e cúpulas, menor o grau de liberdade na execução de paredes. Isto deve-se essencialmente ao facto de as técnicas construtivas utilizadas para o vencimento de vãos serem extremamente restritas e condicionadas a uma geometria de base para um arco, abóbada, ou cúpula. A planta nestes casos está dependente do vencimento do vão, ou seja, não só tem de existir a capacidade de um vão em ser vencido, como as paredes têm que ser capazes de vencer a impulsão criada pela decomposição das cargas aplicadas ao arco em componente vertical e horizontal.
Para os árabes "*o arco não dorme*"[1], quer isto dizer que as forças opostas estão sempre em acção e a componente horizontal nunca perde a oportunidade de se fazer sentir, nas fendas que provoca, de maior ou menor expressão, consoante a capacidade que a parede tem de se opor.
Assim dos grupos analisados os que têm maior expressão na construção de arcos, abóbadas e cúpulas são: terra por subtracção e terra geometrizada sob a forma de blocos.
Os dois primeiros processos referidos assumem esta característica devido a factores distintos.
No primeiro processo deve-se ao facto de o terreno ser escavado, e a compactação natural do terreno favorece a estabilidade da construção. Por outro lado, como a terra é escavada a componente horizontal das forças dos vãos é anulada pela componente vertical (compressão), não existe cedência nos apoios.
No segundo processo, em que a terra é aplicada sob a forma de blocos, trata-se de um procedimento evolutivo da construção, em que facilmente se controla a geometria dos mesmos, e que consoante a construção vai evoluindo podem ser executadas correcções e ajustes à construção. Por outro lado, a manipulação de elementos de pequeno peso e porte (os blocos) facilita o manuseamento em obra, bem como o estado físico em que o material é aplicado, o estado sólido, faz com que o material esteja próximo da sua máxima resistência. Esta técnica construtiva é das que necessita menor número de executantes na fase do empilhamento.
A terra modelada manualmente apesar de ser utilizada no vencimento de vãos, está condicionada por factores como a fonte de matéria-prima, uma vez que a obra nasce directamente do solo, e por outro lado a dificuldade de manusear secções de grande dimensão faz com que a escala da construção seja pequena, associando-se esta técnica à olaria sem recurso à roda.

4.2 Aplicação da terra empilhada
Da construção com terra crua, sem que exista grande eficácia no vencimento de vãos, salientam-se os processos de empilhamento de terra com ou sem recurso a molde. Em ambos os casos, o vencimento de vãos é feito com recurso a outros sistemas construtivos, nomeadamente a

utilização da madeira como estrutura de suporte de uma cobertura. Deve-se este facto a dois factores distintos:
No processo de terra simplesmente empilhada, o material é aplicado no estado húmido, com alguma plasticidade. Este facto leva a que a secagem do material seja feita in loco depois de aplicado. Ora, no vencimento do vão o material deve estar dotado de boas características na capacidade de resistência à compressão, o que levaria a períodos de construção muito longos – tempo de aplicação associado ao tempo de cura do material. Por outro lado, esta característica faz com que esta técnica construtiva seja adoptada em zonas onde é possível a utilização de outros materiais de construção, como a anteriormente referida madeira.
Na utilização da terra empilhada com recurso a molde, o vencimento de vãos está dependente da capacidade de executar o molde. Perante este cenário, a construção de abóbadas e cúpulas fica remetida para segundo plano, assumindo maior importância a construção de paredes, por ser um processo mais rápido e de maior qualidade final. Assume-se que é possível vencer vãos com este processo, muito embora seja mais simples transformar o molde em estrutura de cobertura (cofragem perdida).

4.3 Terra como material de acabamento
Este grupo deve ser entendido como mais uma potencialidade da utilização da terra como material de construção, e não tanto como um subgrupo de produção de geometrias distintas na construção. Trata-se de uma metodologia em que a terra crua não assume o principal destaque, mas que participa na sua construção.
Assim, o material aqui analisado inscreve-se num cenário de material de acabamento como reboco, um material de isolamento devido às suas boas características térmicas, acústicas, higrométricas e mesmo de isolamento de radiações electromagnéticas de alta-frequência.

5. A perenidade da compressão versus a efemeridade da tracção
«Tous les éléments vivant sont éphémères»[2]
Este fenómeno é frequente constatar especialmente na arqueologia. Trata-se de um conceito simples de entendimento da duração dos esforços, e a forma como se relacionam com a vida. Esta comparação, entre a perenidade da compressão e a efemeridade da tracção prende-se essencialmente com as características dos materiais que cumprem cada um dos grupos. Geralmente os materiais que resistem à compressão não têm origem animal, mas sim mineral, ao passo que para os materiais traccionáveis é mais frequente encontrar-se resposta no reino animal. Uma construção com sistemas mistos, por exemplo paredes em pedra e cobertura em vigamentos de madeira, serve como ilustração do conceito exposto, em que a perenidade das paredes contrasta com a efemeridade dos vigamentos (mineral vs. orgânico).
Um ser vivo pode ser entendido como uma estrutura, os músculos têm função essencialmente traccionável e os ossos a função de resistência à compressão. Os músculos decompõem-se e os ossos não.
Assim, numa construção quanto maior o recurso a elementos estruturais compressíveis maior a sua durabilidade, uma vez que estes não se decompõem com facilidade.
Esta característica assume especial importância no entendimento das escalas das construções, em que no caso em análise se identificam escalas de grande dimensão como as técnicas construtivas de terra escavada e terra sob a forma de blocos, até às construções de menor escala, como a terra de acabamento. Confrontando com os conceitos de efemeridade e perenidade verifica-se que quanto maior o grau de perenidade, menor o recurso a elementos estruturais auxiliares, e que as dimensões dessas construções são também maiores por natureza.
Assim, pode-se assumir que as técnicas construtivas que utilizam a terra como único material estrutural, em cujos casos as geometrias utilizadas são encontradas de forma a dotar a construção de uma maior eficácia formal, são também as construções que apresentam a maior perenidade.

6. Da terra ao betão
A terra é um betão magro e numa análise comparativa das tecnologias de construção com terra crua, e da utilização do betão como material construtivo tem-se um conjunto de pontos de contacto no que respeita aos princípios tecnológicos de base, existindo no entanto um ponto de divergência que sobressai em relação aos restantes.

Com o betão é possível construir na forma moldada, empilhada sem recurso a molde, empilhada com recurso a molde, sobre a forma de blocos de betão e como material de acabamento.
Em todas as metodologias apresentadas existe afinidade com o que foi exposto para o material terra crua.
No entanto, existe um ponto no qual se considera o betão como sendo capaz de cumprir esse propósito, mas que não é utilizado. Trata-se da construção de arcos, abóbadas e cúpulas no sistema de betão geometrizado sob a forma de blocos. Se em vez de se utilizar o betão na forma líquida ou plástica se se utilizar sob a forma de blocos secos, o processo formal e conceptual de construção é possível e aparentemente viável.
Apesar disso salienta-se um aspecto que se considera importante, que se prende com a questão económica dos dois processos de construção. Na construção com terra crua o material de construção é gratuito ou muito barato e no caso do betão acontece o inverso, o material é caro. Assim na análise do ratio entre custo do material e a mão-de-obra entende-se que para se obter um custo final igual entre o betão e a terra crua, no primeiro tem que se gastar menos na mão-de-obra, podendo no segundo aumentar o número de trabalhadores.
Nesta visão entende-se que a não execução de construções em betão recorrendo aos métodos descritos para o vencimento de arcos, abóbadas e cúpulas se deve a uma visão economicista, encarando o betão como um material de construção rápido e com baixos recursos de mão-de-obra.
É aqui, na relação entre custo de material e custo de mão-de-obra que reside a principal razão pela qual se considera que a construção em terra crua é um processo viável de construção, e tão mais viável é quanto maior for a oferta de mão-de-obra.
Veja-se nos países subdesenvolvidos, que sistematicamente se endividam adquirindo matérias-primas para a construção como por exemplo o cimento, quando têm mão-de-obra excedentária.
Nesses países, existe a tradição da construção em terra crua, existe o conhecimento da técnica, e, geralmente, de forma enraizada na sua história, mas essa não é a imagem de modernidade que pretendem alcançar.
A modernidade em arquitectura, especialmente desenvolvida com o surgimento do betão armado, alterou profundamente a estética das edificações.
A grande passagem para esta "nova" técnica originou novas formas e sentenciou as antigas. O arco, a abóbada e a cúpula passaram a ser vistas como referências formais do passado, cuja necessidade desaparece com o surgimento do betão. Este altera a família estrutural tipo do grupo da compressão, introduzindo a flexão, originando a viga e substituindo o arco, retrocedendo à estrutura do tipo trílito.
Esta transformação, que motivou a maior revolução na construção e na arquitectura, originado movimentos como o modernismo e o estilo internacional, entre outros, arrastou um conjunto de civilizações para uma imagem nova, diferente, mas não comprovada.
Cabe assim, aos países desenvolvidos assumirem a imagem de credibilidade que os processos de construção em terra têm no panorama construtivo contemporâneo e de promoverem a investigação e o desenvolvimento destas técnicas de forma que se possa contribuir para um mundo melhor, menos poluído, com um desenvolvimento mais sustentável, numa nova era da sociedade em que os valores passam a ser o homem, o ambiente e a cultura que une os dois.

> *" A arte moderna ensinou-nos a deixar a tradição; isto deve ensinar-nos a romper com a tradição da arte moderna."*
> Dieter Kopp[3]

Bibliografia

- **ALEGRIA**, José; *DA PAIXÃO... DA TERRA... DA ARQUITECTURA... = De la passion... de la terre... de l'architecture... .* – [Albufeira]: DARQUITERRA, D.L. 2000.
- *ARQUITECTURA POPULAR EM PORTUGAL*. – Lisboa: Associação dos Arquitectos Portugueses, 1980.
- **ALSINA**, Claudi; **TRILLAS**, Enric; *LECCIONES DE ÁLGEBRA Y GEOMETRIA: CURSO PARA ESTUDIANTES DE ARQUITECTURA*. 2ª Ed. – Barcelona: Gustavo Gili, 1984.
- *EARTH BUILDING RESEARCH FORUM* [em linha]. – Sydney: University of Technology Sydney, 2004. [referência de 20 Junho de 2003]. Disponível na Internet em http://www.dab.uts.edu.au
- **FATHY**, Hassan ; *CONSTRUIRE AVEC LE PEUPLE : histoire d'un village d'Egypte, Gourna ... .* – [Paris]: Sindbad, 1996

- **FORJAZ,** José; *ENTRE O ADOBE E O AÇO INOX: IDEIAS E PROJECTOS = BETWEEN ADOBE AND STAINLESS STEEL.* – Lisboa: Caminho, 1999.
- **GAUTHIER**, Jean-L. ;STÉRÉOTOMIE, ÉTUDE DES ARCS, VOÛTES, ESCALIERS, 3e édition. – Paris : Ecole Nationale Supérieure des Beaux-Arts, , 1989.
- **GRILLO**, Paul Jacques; *FORM, FUNCTION AND DESIGN*, New York, Dover Publications Inc., 1960
- **MAÏNI,** Satprem; AUROVILLE EARTH INSTITUTE [em linha]. – Auroshilpam: Auroville Earth Institute, 2004 [referência de 1 de Setembro de 2004]. Disponível na Internet em: http://www.earth-auroville.com
- **MONDUIT**, Louis; *TRAITÉ THÉORIQUE ET PRATIQUE DE STÉRÉOTOMIE*. – Dourdan : H. Vial, 2002
- **MOUTINHO,** Mário Canova**;** *A ARQUITECTURA POPULAR PORTUGUESA*. 2ª ed . – Lisboa: Estampa, 1979 [D.L. 1985]
- **MORAIS**, António José; *A MORFOLOGIA DAS ESTRUTURAS NA CONCEPÇÃO ARQUITECTÓNICA*. – [Lisboa], Ecosoluções, 1997.
- **MOISSET**, Inés; *FRACTALES Y FORMAS ARQUITECTÓNICAS*, Córdoba (Argentina), i+p division editorial, 2003.
- **OLIVEIRA**, Ernesto Veiga de**; GALHANO**, Fernando; **PEREIRA**, Benjamim; *CONSTRUÇÕES PRIMITIVAS EM PORTUGAL* . 2ª ed . – Lisboa : D. Quixote, 1988.
- **PILLET**, Jules
- TRAITÉ DE STÉRÉOTOMIE. – Paris : Librairie Scientifique Albert Blanchard, 1923.
- **PINHEIRO**, Nuno Santos**;** *TERRA - MATERIAL MILENÁRIO DE CONSTRUÇÃO = Earth - a millenarian building material*. – Lisboa: N.S.Pinheiro, (Tip. Correia), 1993.
- **PINHEIRO**, Nuno Santos; *UMA REFLEXÃO SOBRE A ARQUITECTURA EM TERRA CRUA*. – Lisboa: N. S. Pinheiro, 1991.
- **PINHEIRO**, Nuno Santos; COBERTURAS AJARDINADAS NA ILHA DO PORTO SANTO MADEIRA. – Lisboa: Faculdade de Arquitectura, 1998.
- **PINHEIRO**, Nuno Santos
- *A ARQUITECTURA REGIONAL E AS TÉCNICAS TRADICIONAIS DA CONSTRUÇÃO EM TERRA AO SUL DO TEJO.* – Lisboa: N. S. Pinheiro, 1991.
- **PINHEIRO**, Nuno Santos; *A ARQUITECTURA EM TERRA CRUA*. In: LUSÍADA: Revista Ciência e Cultura/ Série de Arquitectura, N.º 1, Lisboa: U.L., 1992.
- **PINTO**, Alberto Cruz Reaes; *A SITUAÇÃO ACTUAL E OS CAMINHOS FUTUROS NUMA ÓPTICA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL*, in LUSIADA: revista de ciência e cultura: série de arquitectura n.º1. – Lisboa: Lusíada Editora, 2001.
- **SANTOS**, João Pereira, [et al.]; *CASA TRADICIONAL ALENTEJANA*. – Serpa: Escola Profissional de Desenvolvimento Rural de Serpa, 2001.
- **SAMYN**, Philippe; PRINCIPES DE CONSTRUCTION – EBAUCHE. – Bruxelles : Institut supérieur d'Architecture Saint-Luc Bruxelles, Références XVI, 1993
- **SCHMITT**, Heinrich; **HEENE**, Andreas; TRATADO DE CONSTRUCTIÓN, 7.ª Edición. – Barcelona: Ediciones Gustavo Gili, 1998.
- **STEDMAN**, Myrtle; **STEDMAN**, Wilfred; ADOBE ARCHITECTURE, 3rd Edition. – Santa Fe, New Mexico: Sunstone Press, 1989.
- **TEIXEIRA**, Gabriela de Barbosa; **BELÉM**, Margarida da Cunha; *DIÁLOGOS DE EDIFICAÇÃO: TÉCNICAS TRADICIONAIS DE CONSTRUÇÃO*. – [Lisboa], [ed.] CRAT Centro Regional de Artes Tradicionais. CRAT, D.L. 1998.

Notas

[1] **CASQUILHO**, Manuel da Rocha. *MANUAL DE EDIFICAÇÕES*, 3.ª Edição. - Lisboa: Livraria Bertrand, 1974. p.56

[2] **SAMYN**, Philippe, *Principes de Construction*, Bruxelles : EBAUCHE, Institut Supérieur d'Architecture Saint-Luc Bruxelles, 1993. p.35

[3] **PORTOGHESI**, Paolo, *DEPOIS DA ARQUITECTURA MODERNA,* [Lisboa]: Edições 70, 1985, p. 155

Curriculos

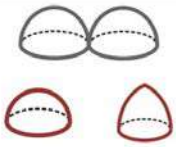
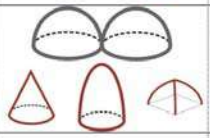
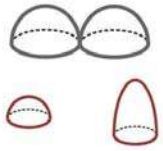
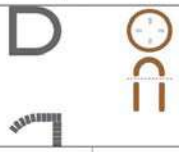
Mestre Arquitecto Filipe Duarte González

Licenciado em Arquitectura pela Universidade Lusíada de Lisboa em 1995, Mestre em Ecologia Humana pela Universidade de Évora em 2005. Docente da Cadeira de Geometria Descritiva na licenciatura de Arquitectura da Universidade Lusíada.

Professor Doutor Arquitecto Manuel Couceiro da Costa

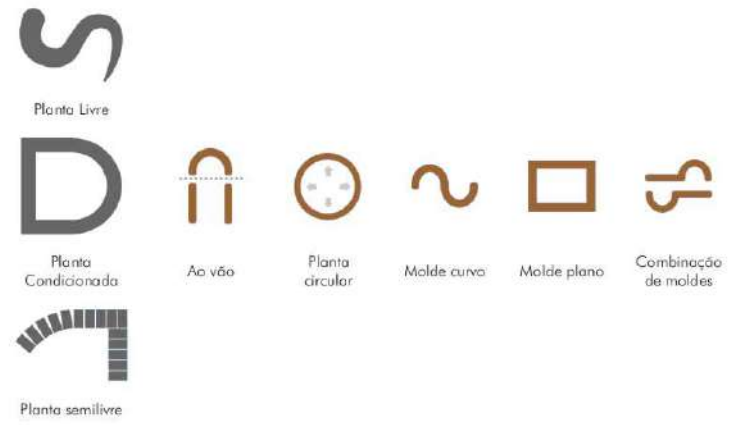
Licenciado em Arquitectura pela ESBAL em 1977, Doutorado pela Faculdade De Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa em 1993. Coordenador da Secção de Desenho, Geometria e Cad do Departamento de Arquitectura da Faculdade de Arquitectura da Universidade Técnica de Lisboa.

ANEXO I

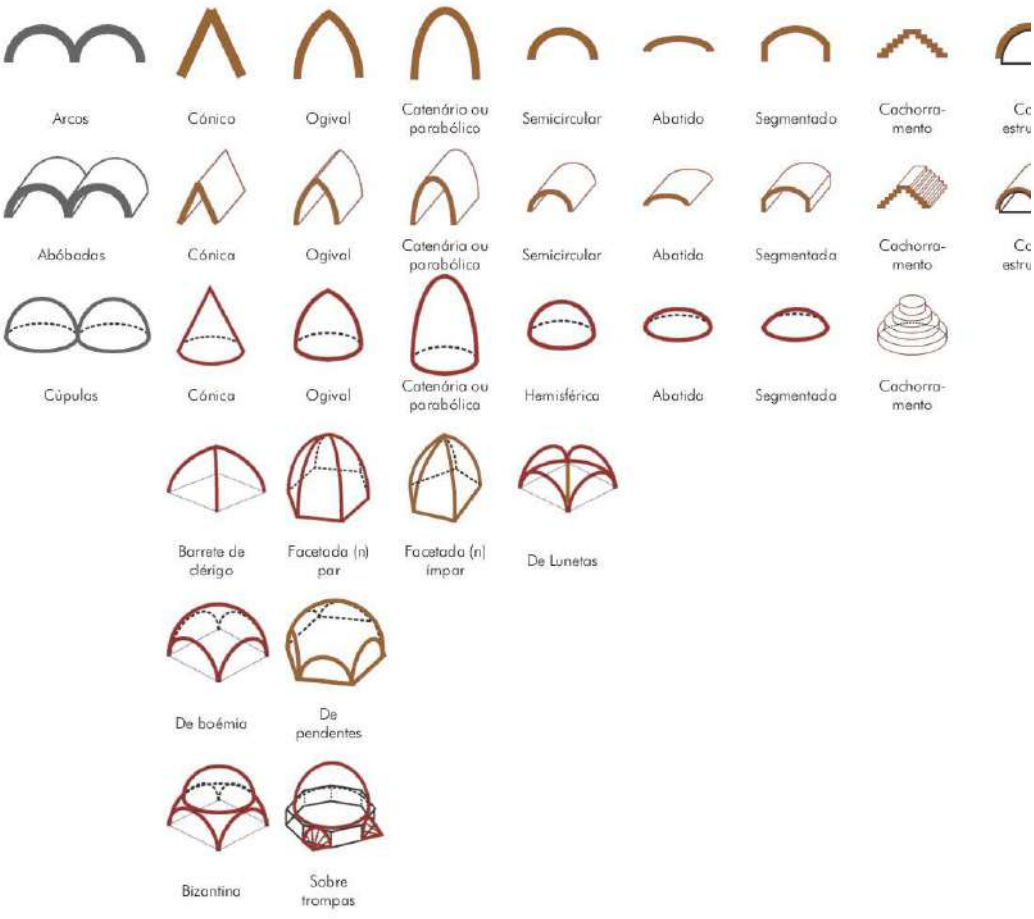
Técnica Construtiva	Análise Planimétrica	Análise Tridimensional: Arcos	Análise Tridimensional: Abóbadas	Análise Tridimensional: Cúpulas	Observações
Terra por subtracção		 Todos os tipos excepto cónico e por cachorramento	 Todos os tipos excepto cónica e por cachorramento	 Todos os tipos excepto cónico e por cachorramento	
Terra trabalhada manualmente		Não se verifica	Não se verifica		
Terra simplesmente empilhada			Não se verifica		Os arcos e as cúpulas têm grande verticalidade devido ao estado físico do material.
Terra empilhada com recurso a molde laminar		 Condicionados a um molde/negativo na cofragem	Não se verifica	Não se verifica	(1) apenas para Terra de Enchimento (2) excepto para Terra de enchimento (3) para Terra de enchimento e Terra Palha
Terra empilhada com recurso a molde de tubos e sacos de terra			Não se verifica		(1) apenas para Terra de Enchimento (2) excepto para Terra de enchimento (3) para Terra de enchimento e Terra Palha
Terra geometrizada em blocos					(1) apenas na forma de adobe.
Terra como material de acabamento				 Condicionada a uma estrutura.	(1) apenas para recobrimento (2) apenas para cobertura

Legenda Anexo I

Análise Planimétrica



Análise Tridimensional



PROPUESTA INTEGRAL PARA CONSOLIDAR LA POBLACIÓN RURAL

***Ing. Ariel A. González[i]; Arq. Roberto Mattone[ii]; Arq. Gloria Pasero[iii]; Geólogo Jorge Casarotto[iv]; Arq. Ma. Carolina Rodriguez [v]; Francesca Blanc[vi]**

CECOVI- Centro de Investigación y Desarrollo de la Construcción y la Vivienda.
Facultad Regional Santa Fe. Universidad Tecnológica Nacional. Lavaise 610. Ciudad de Santa Fe. Argentina. Tel: 54-0342-4697728 e-mail: cecovi@frsf.utn.edu.ar
Departamento de Ciencias y Técnicas para los Procesos de Asentamiento.
Facultad de Arquitectura 2. Politécnico de Turín Viale Mattioli, 39 (10125) – Ciudad de Torino - Italy Tel: +39 011 5644373 Fax: +39 011 5644374

Tema 4: Investigación, Enseñanza y Formación/Capacitación/Transferencia.
Palabras claves: Población rural; Tecnología autosustentable; Investigación acción.

Resumen
Latinoamérica posee elevados índices de éxodo rural, Argentina no escapa a esta realidad. Por ello la ONG FUNDARE ha decidido fomentar la consolidación de asentamientos en torno a las escuelas rurales, nucleando en estas no solo la educación, sino también vivienda, atención de la salud, y las comunicaciones de manera tal que permita el desarrollo de una economía autosustentable, motivando el arraigo de las familias a "su lugar" y acrecentando los lazos de identidad entre ellas y su hábitat.
A este proyecto se fueron sumando diferentes instituciones: Fundaciones, Asociaciones y/o particulares que aportan fondos; la Universidad, como colaboradora desde el saber tecnológico; otras ONG con objetivos similares y por último el Estado apoyando a partir de los ministerios de educación y vivienda. Se está realizando la primer experiencia piloto de "Aldeas Rurales Escolares" en un terreno adquirido por Fundare, loteado y transferido a 35 familias seleccionadas, que cuenta en la actualidad con dos viviendas construidas y otras tres en ejecución.
Desde lo tecnológico se consensuó la utilización de tierra debido a la gran disponibilidad del material en la región sumado a la poca accesibilidad a las escuelas rurales (caminos de tierra, anegamientos por lluvia, imposibilidad de distribución de materiales de manera comercial convencional, etc), pero fundamentalmente por una visión integral ambientalista que contempla: la tradición cultural, la utilización de recurso local y la adecuación bioclimática.
En una primera instancia se está construyendo con bloques de tierra comprimida, estando en estos momentos ingresando a una etapa de investigación y desarrollo en conjunto con la Facultad de Arquitectura del Politécnico de Turín, con el que se están realizando proyectos conjuntos. Con la ayuda de voluntarios de la cooperación internacional se construirá un Centro Experimental empleando estabilizantes no convencionales de menor impacto ambiental y económico (proteínas vegetales, yeso) y rescatando la tapia como técnica constructiva.

1.- Introducción

El trabajo que aquí se expone esta siendo llevado a cabo en conjunto por un equipo de investigación argentino y un equipo de investigación italiano que se vinculan desde el año 1996 a través del convenio marco entre la Universidad Tecnológica Nacional y el Politécnico de Torino que permitió efectuar proyectos conjuntos, y mas concretamente el proyecto denominado "Vivienda de bajo costo con amplia utilización de recursos y materiales locales de bajo impacto ambiental y alta reciclabilidad" que cuenta con el apoyo del Programa de cooperación Científico-Tecnológico Argentino-Italiano.
Por otra parte la Fundación Aldeas Rurales Escolares (FUNDARE) viene trabajando desde hace algunos años con el apoyo técnico del CECOVI, permitiendo de esta manera que los conocimientos y acciones de la universidad lleguen al sector de la sociedad que mas los necesita.

2.- La Situación Habitacional en el Campo Argentino

Argentina es uno de los países latinoamericanos con menor proporción de población rural. Diversos son los motivos que conforman esta situación, por una parte, la inmigración europea de fines del XIX y principios del XX se asentó tanto en el campo como en la ciudad y desde ese momento se produjeron migraciones internas campo-ciudad por diversos motivos, entre los que se pueden mencionar: la industrialización de después de la 2º guerra por sustitución de importaciones que demandó mano de obra en los cordones industriales de las ciudades y mas recientemente la industrialización y mecanización de las tareas agropecuaria que hace que el campo requiera menor cantidad de mano de obra.
La crisis económica consolidada por el esquema neoliberal y la globalización impide la generación estable de puestos de trabajo que permita que el nuevo morador de la ciudad puede habitar la ciudad legal, pasando a engrosar la población de villas de emergencia.
Por otra parte cabe destacar la importancia que tanto a nivel geográfico como institucional representan las escuelas rurales para los campesinos y pequeños productores. Su distribución y los servicios con los que normalmente cuenta las hace un referente obligado ante cualquier requerimiento o urgencia; asimismo la importante tradición como difusora de conocimientos posiciona a la institución como un concentrador de intereses y voluntades.
La vivienda típica del sector rural es el “rancho” construcción de una o dos habitaciones y eventualmente galería; con muros construidos con la técnica del ”palo a pique” o adobes y techo de paja (inclinado) en la zona litoraleña y de torta (plano) en la zona mediterránea. Estas construcciones requieren de un mantenimiento que no siempre es el adecuado, originando deteriores que además de acortar su vida útil posibilita la aparición de vinchucas con el consiguiente riesgo para la salud (Mal de Chagas).
En los últimos tiempos se ha producido un proceso de transculturización que hace que se utilicen materiales de deshecho de la industria o de las ciudades para la ampliación de estos ranchos (chapas de cartón, films de polietileno, chapas metálicas de descarte, etc). La precariedad habitacional producto de la falta de trabajo estable lleva incluso a situaciones extremas de familias marginadas habitando bajo un árbol o con una mínima cobertura de restos de folios plásticos usados para el ensilaje y enfardado de pastura.

3.- La Propuesta Global

FUNDARE se ha planteado como misión promover el arraigo de pobladores dispersos en zonas rurales, deteniendo el éxodo hacia los centros urbanos y, a mediano plazo, alentar el retorno de habitantes radicados en villas de emergencia a sus ámbitos campesinos, posibilitando una vida digna; en otras palabras: ocupar el país promoviendo la marcha hacia adentro, fortificando las pequeñas localidades y las escuelas de campo, integrándolas racionalmente a un mundo globalizado.
FUNDARE ha propuesto la idea de las Aldeas Rurales Escolares, basado en los principios de la autosubsistencia y la unión comunitaria. Ha considerado que las Escuela Rurales, brindan un espacio apto para el desarrollo de esas Aldeas. El Estado dispone de un recurso formidable, ya que las instalaciones y los maestros están disponibles y paradójicamente, en algunos casos se deben cerrar por falta de alumnos.
La mayor parte de las familias pobres de las zonas rurales se encuentran desprotegidas, sin la posesión de tierras y sin posibilidades de mejorar; su alternativa es la emigración a centros urbanos (donde generalmente ya habita un conocido o un familiar). Por otra parte los que trabajan en las tareas agroganaderas, reciben salarios escasos y habitan en viviendas deplorables. Además sus hijos deben recorrer mucha distancia para asistir a la Escuela. La posibilidad que la familia viva alrededor de la escuela, no solo, permitirá a los niños concurran normalmente, sino que además el resto de la familia podrá utilizar el tiempo ocioso de manera productiva que asegure la provisión de los alimentos. Es importante destacar que buena parte del tiempo el peón rural no trabaja, y al no ser dueño de la tierra que habita no tiene estímulos para intentar las tareas de laboreo ni siquiera de forestación.
En el paraje de El Nochero, ubicado en las cercanías del triple límite entre las provincias de Santa Fe, Santiago del Estero y Chaco, se constituyó la primera Aldea Rural Escolar, “Ing. Luis Moisés Trod”, que será el modelo para otras Aldeas. Un modelo que incluye:

a) la construcción de la vivienda con tecnologías de bajo costo y con materiales disponibles;

b) la utilización de las fuentes de energía alternativas: biodigestores, solar y eólica, que permitirán, además de la ventaja económica, generar la conciencia de la Ecoaldea;

c) la captación y almacenamiento del agua de lluvia, permitirá el mantenimiento de las huertas familiares, que luego de un período de aprendizaje, serán la base para futuras explotaciones, cuyos excedentes podrán ser comercializados a través de la Cooperadora de la Escuela.

El tema de la pobreza que provoca marginalidad y exclusión entre otras características generales no solo deviene de la carencia de bienes y servicios sino de causas estructurales las que a veces según el grupo social viene de varias generaciones. Estas condiciones, generan estrategias familiares de vida acordes a esa situación. Esto implica el reconocimiento de actividades sociales de subsistencia que en el momento de participación de dichos actores deben ser consideradas potencialmente. Esto se basa en intentar acortar las características del saber científico al saber y hacer de los sectores populares.

El hábitat comprende el espacio territorial ocupado por una persona o un grupo de personas, que realizan en él las actividades esenciales para la vida (Ander-Egg, 1996).

El hábitat popular exige, además, de un abordaje interdisciplinario que compete a los profesionales de los distintos ámbitos, ya que una única disciplina no puede dar respuesta a todos los aspectos de la realidad (Ander-Egg, 1996).

La universidad, la formación, la investigación

La Universidad tiene entre sus premisas la construcción y el desarrollo de conocimientos que vinculen el saber y hacer popular como proceso de extensión en el área de la materialización del hábitat humano.

La relación que se busca entre el conocimiento científico y el conocimiento popular supone el desarrollo de nuevas concepciones de modos de producción y construcción del conocimiento.

La construcción de herramientas y técnicas posibilitantes sobre la inserción social en la formulación de los mismos deviene en un proceso de *investigación-acción* para la formulación de este proyecto.

Entre las consideraciones a tener en cuenta merecen destacarse:

- Permitir la reformulación de paradigmas tradicionales con la participación de los actores involucrados.
- Acrecentar el conocimiento a partir de la conformación de grupos de trabajo interdisciplinario.

Se espera como resultado el desarrollo de herramientas de participación social en el tema del hábitat popular, cuyo énfasis en el proceso investigativo esta centrado en la creatividad, en el ingenio y en la racionalidad que se pueda aportar a un proceso de trabajo de tales características intentado fijar una concepción de que el saber técnico y el saber popular son realmente complementarios para el logro de objetivos sociales.

"... definir si la Universidad se pone en actitud de volcar su sabiduría sobre los sectores que carecen de ella, o si se pone en actitud de enriquecer su bagaje de sabiduría en el acto de reconocer conjuntamente con esos sectores sus problemas y desarrollar las soluciones adecuadas" (Pelli, 2001).

4.- La Propuesta Técnica

La vivienda, como producto del hombre, no podemos considerarla simple objeto material. Ya que los elementos que la constituyen, propios del ambiente en que se erige, son la respuesta a determinados factores físicos y climáticos y son producto de una selección hecha a lo largo de generaciones. El espacio de la vivienda, (especialmente en los ámbitos rurales) tanto interior como exterior, es una continuación del hombre, algo que este construye permanentemente.

Se parte de la base de que el hábitat construido es un "hecho cultural total", toda vez que integra no solo obras constructivas sino también una compleja relación de cargas culturales, éticas y estéticas que no se pueden deslindar.

Resulta de primera necesidad la aproximación al sitio en un intento de realizar una lectura de la realidad social a la que debemos dar respuesta y como esta se inserta en el medio físico en el que se llevan a cabo los vínculos y relaciones sociales.
Debemos tener en cuenta que en el ámbito rural estas interacciones entre el hombre y el medio generan lazos más estrechos que las que se verifican en ámbitos urbanos.
Por ello el diseño de la vivienda debe responder a pautas de uso y ocupación (análisis previo) que profundiza el estilo de vida de la familia campesina y utilizar un lenguaje tradicional que respete los códigos habituales que se observan en el ámbito rural considerado, en este casa la comunidad de El Nochero.
El uso de la tierra cruda y madera como material de construcción es la manera como históricamente se construyeron las viviendas de los moradores de la región. La ausencia de otros materiales llevó a soluciones como muros de palo a pique, adobes y techos de torta de tierra y paja, reservándose el ladrillo cocida para unas pocas construcciones de mejor nivel.
Las malas condiciones de accesibilidad debido a la intransitabilidad de los caminos en tiempo de lluvia, hace que sea poco el material que llega desde los centros poblados, debiendo solucionarse su escasez con los propios del lugar.
Esta situación lleva a elegir la tecnología de la tierra cruda como la mas adecuada para el proyecto, no solo por condiciones de disponibilidad y economía sino también por responder muy bien a los condicionamientos para generar un hábitat lo mas energética y ambientalmente sustentable.
Del relevamiento preliminar se observó que debido al escaso mantenimiento (reposición de revoques) uno de los principales inconvenientes es el deterioro luego del periodo de lluvias; debiendo por lo tanto mejorarse la estabilización de la tierra ante la agresión del agua.
Dentro de las tecnologías disponibles se optó, en primera instancia, por utilizar Bloques de Suelo Cemento Comprimido (BTC) con una prensa manual Cinva-Ram.
También en primera instancia se decidió ajustar las dosificaciones utilizando como aglomerantes cemento y cal.

5.- Algunos Avances y Resultados

Se enumeran a continuación las principales actividades técnicas realizadas:
El diseño de la vivienda se hizo participativamente con los aldeanos, consensuándose una tipología sobre la base de un diseño realizado por Fundare-Cecovi-Politécnico. En el mismo se priorizan los espacios amplios ya que todas las familias son numerosas (promedio de 5 a 6 hijos), se contemplan las buenas ventilaciones y los espacios semicubiertos; también se puso especial cuidado en el manejo de las aguas, tanto la de consumo como la servida.
En primera instancia se hicieron ensayos de los suelos del lugar. En este punto se encontraron dificultades ya que los mismos tienen un alto índice de salinidad y un gran porcentaje de finos. Finalmente se encontró un yacimiento en las cercanías con suelo apto para la producción de bloques.
Luego de la capacitación en el uso de la bloquera a los aldeanos se realizaron (paralelamente en campo y en laboratorio) probetas con diferentes dosificaciones de cemento y cal para luego someterlas a ensayos de compresión, flexión y chorro de agua (Figs. 1 y 2).
Una vez definida la dosificación (7% cemento + 3% de cal) se comenzó la producción en serie realizándose controles periódicos. Cabe destacar que se realizaron ajustes y correcciones a las bloqueras para lograr una homogeneidad del producto.
Una vez en marcha la producción de bloques y con la obtención de un adecuado stock, se comenzó con la construcción de la primer vivienda en la que intervinieron solo los aldeanos y prácticos del lugar; en ella se verificaron algunas deficiencias propias de la inexperiencia en el uso de este tipo de elementos. Se realizaron las sugerencias para su mejoramiento y con la indicación de los detalles constructivos adecuados se inició la segunda vivienda en la que se contó con un parcial seguimiento de la misma. También se realizaron sugerencias para el mejor funcionamiento bioclimático luego de evaluar las formas de uso del espacio (Fig. 3).
Actualmente se encuentra en ejecución la tercer vivienda, manteniéndose el ritmo de producción de bloques para la cuarta unidad.

Se ha avanzado asimismo en la construcción de un biodigestor, que utiliza los residuos del comedor de la Escuela (al que asisten 200 niños), con el objeto de promover la capacitación de los aldeanos para el futuro uso de los biodigestores en cada casa.

6.- El Estado Actual de da Investigación y Desarrollo

Utilizando la metodología de investigación-acción-participativa se está trabajando en dos temas:

A) El reemplazo de los estabilizantes usuales (cal y cemento) por otros que tengan menores costos, no solo económicos sino también energéticos y ambientales. Se están investigando diferentes dosificaciones de tierra con yeso y proteínas naturales (se optó por gluten luego de probar algunos derivados de soja y arroz), comparando las ventajas y desventajas que presentan con los otros estabilizantes.
B) El reemplazo de la técnica constructiva de bloques de tierra comprimida por la tapia; adecuando a las condiciones actuales y también a los estabilizantes propuestos esta antigua técnica constructiva que tiene raíces dentro de la cultura constructiva campesina. Para ello se han desarrollado moldes y pisones adecuados así como también un exhaustivo estudio de los detalles constructivos propios del sistema.

Si bien se realizan ensayos en los laboratorios de la universidad Italiana y la Argentina (se realizan probetas para compresión, flexión y chorro de agua), uno de los principales avances se da en el campo en donde todos los actores intervinientes (investigadores, aldeanos, personal de la escuela, vecinos, colaboradores) intercambian opiniones y evalúan experiencias “in situ”. Es así como se realizaron ensayos de cimientos con tierra apisonada protegidos con polietileno, tramos de muros con bloques experimentales, tramos comparativos de tapia con yeso y tapia con cemento, etc. (Fig 4).

Estas pruebas a escala natural se llevarán a cabo en el Centro experimental (edificio propiedad de Fundare que se utilizará con múltiples fines), en donde se podrá tener una especie de muestrario de distintas técnicas constructivas, para poder así evaluar cual es la mas adecuada para la zona teniendo en cuenta la diversidad de aspectos intervinientes (climáticos, suelo disponible, culturales, constructivos etc.)

7.- Conclusiones y Proyecciones

Actualmente se continua con la construcción de las viviendas iniciándose a la brevedad el Centro Experimental, en donde se verificarán y comprobarán las hipótesis de trabajo asumidas para el mejoramiento de los materiales y técnicas constructivas en este sector rural. Para ello se cuenta con la ayuda de un grupo de voluntarios pertenecientes al cuerpo de bomberos de la ciudad de Torino que realizarán un intercambio cultural consistente en brindar colaboración a los aldeanos y a Fundare; para ello, previamente se han capacitado a través de cursos dictados por el Politécnico, arribando a El Nochero con un bagaje de conocimientos teóricos para ponerlos en práctica en el propio lugar en donde se necesitan y con la posibilidad de interactuar con los interesados para mejorar el producto en el proceso del hacer.

Esto permitirá ir avanzando tanto en lo organizativo como en lo técnico para generar un modelo replicable que pueda ser transferido a otras escuelas de la región, para mas adelante poder ofrecerlo en zonas con otras características a medida que se vaya afiatando el paradigma.

No obstante entendemos que para que un proyecto de radicación de familias (urbanas o rurales) se consolide es necesaria la decisión del Estado, ya que es la única manera para que se destinen los recursos económicos y humanos necesarios para lograr un cambio a una escala que no sea micro.

Bibliografia

- ANDER-EGG, Ezequiel (1996): “Diccionario del Trabajo social”. Ed. Lumen.
- CYTED/PROTERRA (2003): Alternativas a la ocupación: Arquitecturas en Tierra.
- EDICIONES CETAL: “Ejemplos de producción de Ladrillos - Construyendo con materiales de bajo costo”.
- INFORME TECNICO UTN (1994): “Optimización de sistemas de construcción de ladrillones de suelo cemento y bóvedas de ladrillo”.
- MEMORIAS Iº SIACOT (2002). Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra. Tucumán.
- MINKE, Gernot (2001): “Manual de construcción en tierra. La tierra como material de construcción y sus aplicaciones en la arquitectura actual”. Ed. Nordan comunidad.
- OPS –Organización Panamericana de salud (1987): “Manual de Construcción y mejoramiento de viviendas de Bahareque para el control de la enfermedad de Chagas”.
- PELLI, Victor (2001): “Notas sobre el alcance del compromiso de la Universidad con la situación de los sectores sociales en situación de pobreza”. Ponencia al VII Encuentro de ULACAV. Chaco-Argentina.
- POLITÉCNICO DE TURIN (1994): “La tipología de la casa en Tierra como elemento de la calidad ambiental”.
- POLITÉCNICO DE TURIN (1995): “Construcción con tierra cruda: manualística y experiencia didáctica”.
- PROTERRA (2003): “Técnicas Mixtas de construcción con Tierra”.
- REVISTA VIVIENDA (1985): “Energia solar + Adobe estabilizado/Tecnología del adobe estabilizado/ A propósito del adobe”.
- ROSETO, Omar (1994): “Construcción con Suelo cemento”.
- UNESCO (1992): “Un modernisimo material de construcción: el barro”.

[i] Ingeniero en Construcciones, Magister Scientiae en Metodología de la Investigación. Docente-Investigador del CECOVI. Integrante de equipos interdisciplinarios en ONGs que abordan el tema del hábitat urbano y rural. Con actividades en investigación, desarrollo y transferencias de tecnologías para viviendas de bajo costo.
e-mail: aagonzal@frsf.utn.edu.ar T.E.: 54 342 4697728 / 4981283

[ii] Profesor Arquitecto. Asociado en “Tecnología de la Arquitectura” y “Producción edilicia y tecnologías para los países en vías de desarrollo”. Departamento de Ciencias y Técnicas para los Procesos de Asentamiento. Politécnico de Turín. Investigador en materiales para edificación a bajo costo. Ha desarrollado actividades de cooperación con países en vías de desarrollo tanto en calidad de experto del Ministerio de Relaciones Exteriores como en el ámbito de proyectos de Investigación.
e-mail: roberto.mattone@polito.it

[iii] Diplomada en Arquitectura (Politécnico de Turín). Investigador titular de la cátedra “Laboratorio de construcción de la arquitectura I”. Forma parte del Departamento desde su instauración (1982- 83).

[iv] Geólogo. Docente Titular en la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe de las cátedras “Geología Aplicada” y “Gestión e impacto ambiental”. Integra el directorio de Fundare.

[v] Arquitecta. Egresada Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional del Litoral. Integrante del CECOVI. Con capacidad para participar de grupos interdisciplinarios para investigaciones socio-habitacionales.
e-mail:mcarodri@frsf.utn.edu.ar

[vi] Tesista de grado de la Facultad de Arquitectura del Politécnico de Turín.



Fig. 1: Ensayo de chorro de agua



Fig. 2: Ensayo de flexión (Instrumental para ser utilizado en campo)



Fig. 3: La segunda vivienda construida



Fig. 4: La construcción colectiva en el sitio de un prototipo experimental

BITACORA DE CONSTRUCCIÓN CON EL GEOMATERIAL SUELOCEMENTO-SISAL: Un instrumento para evitar patologías y mitigar el riesgo sísmico

Glenda López Zerpa (1)
Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA). Decanato de Ingeniería Civil (DIC). Prolongación Avenida La Salle entre Avenida Las Industrias y Avenida Antonio Benítez. Código postal 3001. Barquisimeto – Lara – Venezuela. Fax: ++582512592104 y ++582512592112.
E-mail: lopezg@ucla.edu.ve

Tema 4: Investigación/Enseño y Formación/Capacitación/Transferencia
Palabras claves: transferencia y apropiación tecnológica, producción social de viviendas, patologías en construcciones con tierra.

Resumen
Desde 1990, el DIC-UCLA promueve líneas de docencia-investigación-extensión vinculadas a la Producción Social Organizada para el Desarrollo Sustentable del Hábitat en comunidades del Estado Lara, Venezuela, zona de riesgo sísmico. La vivienda es considerada como elemento clave del desarrollo, contenedor y generador de productos y energías. La tecnología, puesta al servicio de la sociedad mediante instrumentos de transferencia y apropiación, considera procesos de empoderamiento. La tecnología apropiada y apropiable permite rescatar valores históricos e identidad cultural, valoriza recursos tanto humanos como materiales, abre posibilidades racionales de innovación y de productividad y puede ser adaptada socialmente (López, G.,1994). Un antecedente es la experiencia del Barrio "La Lucha", Barquisimeto, donde se transfirió tecnología producto de investigaciones del DIC (Sistema Constructivo de Muros Portantes de Suelocemento-Sisal (2)). La extrapolación al Barrio 19 de Abril implicó trabajos desarrollados metodológicamente mediante investigación-acción, financiados por CDCHT(3) -UCLA, DEU(4) -UCLA y CONAVI(5). Se promovieron proactividad, valores, tradiciones e innovación en 91 familias involucradas. Se ejecutaron programas de: a)Transferencia y Apropiación Tecnológica, donde participaron 08 constructores, 20 técnicos populares y estudiantes; b)Creación e Implementación de una Unidad Comunitaria de Construcción y de una Unidad de Producción de Adobes; c)Erradicación de Viviendas Precarias -82 viviendas construidas-, transformando la estructura organizativa socio-productiva. Los procesos técnicos en dichas experiencias han sido sistematizados, identificando errores constructivos u omisiones y aplicando el análisis post-ocupación de tipo descriptivo, con enfoque cualitativo. Como técnicas para la recolección de datos se han empleado la observación directa, entrevistas, memoranda, fotografías, filmaciones. Está en producción un manual (Bitácora), diseñado como un instrumento sencillo, cuyos resultados parciales (cuadernillos) han permitido adelantar procesos de transferencia intra-UCLA: Centro Demostrativo de Agro tecnologías (CENECOAGRO) del Decanato de Agronomía, Escuela Comunitaria de Vivienda, así como del grupo de apoyo (investigación-extensión) Hábitat Sustentable –ambos últimos del DIC-; y procesos extra-UCLA en varias comunidades del Estado.

1.- Introducción

En Venezuela como en el resto de los países latinoamericanos, la creciente crisis económica, la falta de una planificación integral y el incremento no controlado de la población urbana han generado alteraciones ambientales, déficit de viviendas y de servicios públicos así como la necesidad de cambios profundos en las organizaciones sociales y en las relaciones entre producción, comercio y cultura como resultado de la interacción entre la sociedad con el medio en el que habita.
De acuerdo con la UNESCO–FLACAM (este ultimo: Foro Latinoamericana de Ciencias Ambientales) la metodología empleada en la resolución de problemas como los mencionados anteriormente debe involucrar procesos participativos, tales que permitan que la comunidad y los entes gubernamentales y no gubernamentales (incluso las

universidades) actúen en forma equilibrada y solidaria, y que profesionales y técnicos de diferentes disciplinas -incluso estudiantes universitarios- asistan procesos hacia el cambio ambiental positivo para una mejor calidad de vida. Esta metodología implica también el trabajo sobre la base de: "Pensar globalmente y actuar localmente" (Pesci, 1995). Esto significa que los procesos de desarrollo local deben preceder a procesos de desarrollo regional y nacional. Por lo tanto, los resultados positivos en escala local pueden extrapolarse para ser adaptados a escalas mayores, en forma progresiva; considerando la transferencia y apropiación tecnológica y la participación activa de los actores sociales, como elemento activador de procesos de desarrollo. De allí que se adopte, en concordancia con Enet, M.(s/f) -presentado por Kruk W. (2001)-, la definición de "La Tecnología del Hábitat Popular" como "El conjunto de conocimientos y procedimientos articulados sinérgicamente, aplicados con una lógica incremental y adaptados a contextos particulares para el desarrollo de objetos u procesos físicos, sociales, económicos y culturales que permitan el mejoramiento de vida del ser humano". De la misma manera, se comparte el concepto del mismo autor, quien afirma que "La tecnología de procesos sociales es, tanto como la tecnología de la construcción, parte insoslayable de la tecnología del hábitat popular".

También es necesario reconsiderar el aspecto ético, el cual es fundamental si se considera la estrategia del desarrollo sustentable y en lo que concierne a la tecnología, cabe destacar el necesario respeto por la cultura constructiva de las diferentes regiones. Sin embargo, se ha hablado mucho sobre el "atraso tecnológico" que para muchos representa el uso de la tierra como material de construcción. En muchos países existe aún dicha cultura constructiva, de hecho aproximadamente el 30% de la población mundial vive en construcciones de tierra. Al menos el 50% de la población de los países en desarrollo – incluyendo la población rural y aproximadamente el 20% de la población urbana-, viven en casas de tierra (Houben y Guillard, 1994). En Latinoamérica, este modo constructivo está presente en la cultura de cada país. Para dar un ejemplo, en el Perú el 60% de las casas son construidas con adobe o con tapial. En India, de acuerdo al Censo de 1971, 73% de todas las edificaciones fueron hechas de tierra -67 millones de casas habitadas por 374 millones de personas-. En Venezuela, para 1990 de acuerdo a la OCEI (Oficina Central de Estadísticas e Información), el 11.68% de la totalidad de viviendas eran de tierra y fibras.

El DIC-UCLA promueve desde 1990, líneas vinculadas a docencia-investigación-extensión con el Sistema de Producción Social Organizada para el Desarrollo Sustentable del Hábitat. La vivienda es considerada como elemento clave del desarrollo, contenedor y generador de productos y energías. La tecnología, puesta al servicio de la sociedad mediante procesos de transferencia y apropiación –como parte del empoderamiento extrínseco-, es instrumento fundamental para el mejoramiento del hábitat. La tecnología apropiada asociada a estos procesos permite rescatar valores históricos y culturales, valoriza recursos humanos y materiales, abre posibilidades racionales de innovación y de productividad y puede ser apropiada socialmente (López, G.,1994).

La línea de docencia-investigación-extensión se inició con el trabajo "Evaluación de Sistemas Constructivos Populares con materiales autóctonos de la zona árida del Estado Lara" (López, G. 1992) en el cual se obtuvo como resultado el uso mayoritario del sistema constructivo de adobe portante. Sin embargo, las construcciones carecían de elementos fundamentales como son fundaciones, enlaces adecuados entre muros, vigas de corona, entre otros. Ello determinó el objetivo de investigar para el mejoramiento del comportamiento de dicho sistema, sobre todo considerando la existencia del riesgo sísmico.

Se han desarrollado desde entonces múltiples trabajos de investigación sobre este objetivo -bajo procesos realizados en forma compartida y participativa con constructores

populares-, así como varias experiencias de aplicación de los resultados, empleando como instrumento de transferencia trípticos con material técnico, fundamentalmente gráfico. Cabe destacar: La experiencia del Barrio "La Lucha", Barquisimeto-Venezuela, reportada en el proyecto: "Desarrollo local con Tecnología Apropiada y Participación Comunitaria" (López, G-1995), en la cual se transfirió la tecnología del Sistema Constructivo de Adobe Portante, producto de investigaciones del DIC y propiciando la organización comunitaria productiva en torno a esa tecnología. Además, la extrapolación de tecnología al Barrio 19 de Abril, asentamiento informal de la misma ciudad, implicó trabajos desarrollados mediante metodología de investigación-acción: "Autogestión Productiva y Participación Diferenciada para el Desarrollo Progresivo del hábitat" (López, G. 1998) y "Tecnologías Apropiadas y Participación Diferenciada para el Desarrollo Sustentable Local" (López, G. y Contreras, L-1998). También el proyecto "La vivienda y la sostenibilidad de asentamientos productivos. Microempresas comunitarias y del hogar" (López, G-2003) financiados por Centro de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la UCLA, el Consejo Nacional de la Vivienda (CONAVI) con el apoyo de la Dirección de Extensión Universitaria (DEU) de la UCLA. Tales investigaciones generaron: a) Estrategias particulares para promover proactividad en las familias involucradas y diversos actores sociales, rescate de valores y tradiciones, apertura a la innovación técnica y la ejecución de programas en forma efectiva y solidaria. b) Procesos de Transferencia y Apropiación Tecnológica, formando constructores, técnicos y estudiantes de pre y posgrado. c) Instrumentos para la transferencia y apropiación tecnológica (Inicialmente trípticos y luego Cuadernillos Didácticos. d) Organización social productiva en torno a la técnica, con la creación e implementación de una UCC (Unidad Comunitaria de Construcción), transformando la estructura organizativa socio-productiva. e) Erradicación de Viviendas Precarias (82 viviendas construidas).

Otras actividades inherentes a este trabajo son: asesoría de procesos de transferencia tecnológica en Los Arangues, El Rosario, El Pampero, El Manzano, Agua Viva, Tarabana entre otras comunidades del estado Lara, con alianzas estratégicas de grupos organizados y asociaciones civiles de la UCLA. Mediante el uso de los cuadernos didácticos se ha brindado apoyo en programas de transferencia donde han participado unidades y grupos de la UCLA: el Centro Demostrativo de Agro tecnologías (CENECOAGRO) del Decanato de Agronomía, así como el grupo de investigación-extensión Hábitat Sustentable del DIC. De la misma forma, se adelantaron procesos con la colaboración de la Escuela Comunitaria de Vivienda, también del DIC.

Asimismo, se observaron edificaciones y procesos realizados en forma espontánea por constructores populares.

A través de todos estos procesos se identificó la necesidad de actualizar la información de apoyo existente, dando lugar al objetivo del presente trabajo, el cual es: Generar un instrumento de apoyo a procesos integrados de transferencia y apropiación tecnológica (TAT) con la tecnología apropiada del Sistema Constructivo de Muros Portantes de Suelocemento-Sisal destinado a usuarios y productores de vivienda, como herramienta para propiciar la calidad constructiva, la disminución del riesgo sísmico y de patologías constructivas, así como para la capacitación y el empoderamiento.

2.- Metodología

La metodología aplicada es el análisis descriptivo con enfoque cualitativo, el cual permite observar fenómenos en forma directa y participante para luego describir la realidad de los hechos, en este caso en torno a construcciones elaboradas con el sistema constructivo objeto de estudio, sistematizando, además, los procesos productivos adecuados. Se parte

de las experiencias vinculadas a proyectos de investigación y extensión desarrolladas con participación del Decanato de ingeniería Civil de la UCLA.
Como técnicas para la recolección de datos se han empleado la observación directa, entrevistas, memoranda, fotografías, filmaciones.
El proyecto se viene desarrollando de acuerdo a las siguientes fases:

FASE A:

- Recopilación, organización y sistematización de información técnico-constructiva existente como producto de investigaciones y experiencias anteriores.
- Identificación de prácticas y detalles constructivos no adecuados.
- Actualización y corrección de información existente y creación de nueva información.

FASE B:

- Producción de la Bitácora. Esta fase se está realizando actualmente, mediante la creación de "Cuadernos Didácticos" producidos gradualmente, como partes de dicha Bitácora.

FASE C:

- Aplicación. Esta fase se ejecuta en forma paralela a la anterior y de acuerdo a la producción progresiva de la Bitácora, implementando pruebas antes de la edición final.

Se espera continuar el proyecto aplicando la información gradualmente, de forma tal que permita re-elaborar procesos y la información misma, para lo cual se plantea producir ediciones en forma sucesiva.

3.- Resultados

En la Fase A: se logró detectar fallas constructivas en las viviendas, así como se detectaron errores u omisiones en procedimientos constructivos, sobre la base de las experiencias. Es de hacer notar que estas observaciones fueron hechas considerando los componentes constructivos: fundación, sobrecimiento, bloques de suelocemento (adobes) y muros. Se excluyeron las cubiertas de techo debido a que en los casos estudiados se utilizaron techos livianos y no se observaron fallas generadas por este componente.
La información obtenida sobre principales fallas y errores u omisiones en procedimientos constructivos se presentan a continuación:

1. **Componente Constructivo / Descripción:**
   Fundación longitudinal de concreto ciclópeo

Fallas constructivas/ error de procedimiento

- Uso de mezclas de pega no apropiadas (relación a/c).
- Se dejan vacíos entre piedras.
- No se realiza vibrado manual durante el vaciado
- Vaciado realizado en forma no continua (fig. 1)
- No se dejan recubrimientos en los aceros de refuerzo.
-

2. **Componente Constructivo / Descripción:**
   Sobrecimiento de bloques de concreto rellenos de concreto

Fallas constructivas/ error de procedimiento

- Discontinuidad entre fundación y sobrecimiento. (Construcción de losa de piso sobre fundación - fig. 2)
- Uso de mezclas de relleno no apropiadas (relación a/c)
- Se dejan vacíos en el vaciado
- No se realiza vibrado manual en el vaciado

- Mezcla de friso no compatible (poca adherencia).

3. Componente Constructivo / Descripción

Muros de bloques de suelocemento-sisal

Fallas constructivas/ error de procedimiento

- Posición inadecuada del acero de refuerzo vertical. (Discontinuidad con aceros colocados en la fundación).
- Armado no adecuado de las juntas de bloques en contrafuertes (esquina, vanos, cruces - fig. 3)
- Inadecuada disposición de los bloques para el armado de las trabas del muro y entre sobrecimiento/muro.
- Armado deficiente en la viga de corona
- Aceros sin recubrimiento parcialmente expuestos.
- Ausencia de ligaduras de acero o inadecuada disposición de ellas
- Ausencia de contrafuertes verticales en algunos vanos.
- Discontinuidad en la construcción de los contrafuertes. (fig. 4)
- Mezclas de friso de poca adherencia.
- Ausencia de protección de las esquinas.
- Poca previsión de colocación de tuberías sanitarias y eléctricas

En la Fase B: Se están elaborando cuadernos didácticos (Cuadernillos) diseñados en forma progresiva atendiendo tanto al proceso constructivo como al proceso metodológico. Se representa dicho proceso constructivos paso a paso, mediante el uso de caricaturas para facilitar la transferencia, considerando que está dirigido a constructores populares. Hasta el momento se han elaborado 06 cuadernos los cuales están en procesos de edición. A modo ilustrativo, extractos de ellos se representan en la Tabla Nº 1.

4.- Conclusiones

El respeto por la cultura constructiva conlleva a realizar intercambios de información técnico-constructiva entre constructores populares, capacitadores e instituciones que transfieren tecnologías.

El instrumento, aplicado con procesos adecuados de capacitación permitiría la Transferencia y Apropiación Tecnológica del sistema constructivo para los sectores mas desposeídos, colaborando en la resolución de los problemas de la vivienda en cuanto permite mejorar la calidad constructiva y disminuir el riesgo sísmico.

En los procesos de transferencia se debe evitar distorsiones o pérdidas de información que impliquen proliferación de fallas que repercutan en la calidad constructiva, rendimientos bajos, aumento de los costos y en general, desaprovechamiento de los recursos.

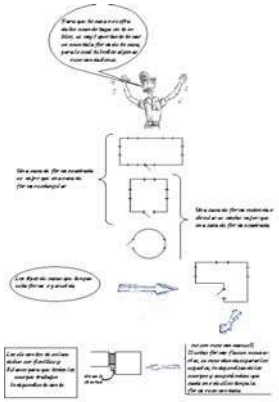
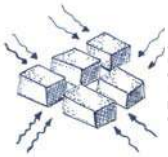
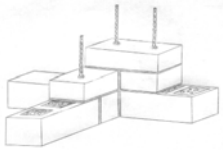
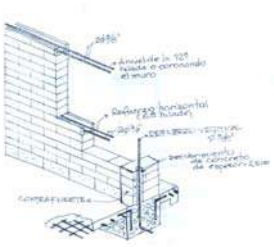
En los procesos donde interactúen diferentes promotores técnicos se debe trabajar sobre criterios comunes, evitando disgregar esfuerzos y solapamiento de información que puede generar confusión o aplicación indebida propiciando errores constructivos, discontinuidad en los procesos y dificultades de trabajo en equipo.

Las universidades e instituciones vinculadas a la producción tecnológica deben abordar metodologías que permitan evaluar los productos y los procesos de transferencia, así como crear mecanismos de retroalimentación. Los programas diseñados para este fin deben permitir el enlace de las funciones docencia, investigación y extensión.

El objetivo fundamental de los procesos de difusión, capacitación, transferencia y apropiación debe ser promover la calidad del hábitat.

Tabla Nº 1

EXTRACTOS DE LA "BITÁCORA DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA"

CUADERNO DIDÁCTICO	FIGURAS	
PREVENCIÓN DE RIESGOS		
ELABORACIÓN DE BLOQUES DE SUELO CEMENTO – SISAL	*Bitácora de la Construcción con Tierra* Proceso de Secado  Una vez moldeados los adobes son llevados a una zona de secado, que esté limpia y seca. Al colocarlos deben estar separados para que se sequen completamente. Curado  A fin de evitar agrietamiento en el adobe durante la etapa de secado se rocía con agua después de cuatro horas de exposición usando el rociador.	*Elaboración del BSCS*  Se compacta la mezcla en la prensa dando aproximadamente 7 golpes, compactando bien los extremos. Se tapa la prensa y se baja la palanca con fuerza.
SOBRECIMIENTO Y MUROS	**Colocación de la hilada de Bloque Relleno con Cemento:** 1. Humedecer la superficie de la fundación. Previamente se hicieron unas ranuras en la superficie de la fundación para lograr una adecuada unión de la hilada de bloques y la fundación.  Nota: Se deben colocar los refuerzos verticales Colocar refuerzos verticales anclados (30cm.) y levantar la cabilla hasta una altura de 1.20 m. El solape de las cabillas debe ser de 30 cm. 2. Humedecer los bloques de adobe y colocarlos de tal forma que queden trabados sobre la hilada de bloque relleno 	4. Colocación d la viga de corona se debe utilizar bloque tipo U de concreto, colocar tambien refuerzo vertical y horizontal.  NOTA: Todos los contrafuertes deben tener la misma altura del muro, para prevenir daños en el mismo.

Fuente: Propia

Bibliografía

- Kruk W.2000. “Transferencia Tecnológica y Hábitat Popular ”.En: Red Iberoamericana CYTED XIV.C “Capacitación y Transferencia”.Universidad Autónoma del Estado de Morelos III Seminario Iberoamericano “ Capacitación y transferencia”. Cuernavaca, México
- López, G. 1992. “Evaluación de Viviendas Populares con materiales constructivos autóctonos”. Trabajo de Investigación. UCLA. Barquisimeto, Venezuela
- López, G. 1994. “La Organización Social en Unidades Comunitarias de Construcción con Tecnologías Apropiadas como Instrumento para el Desarrollo Local. Caso Barrio La Lucha”. FLACAM. Barquisimeto, Venezuela
- López, G. 1995.“Desarrollo local con Tecnología Apropiada y Participación Comunitaria”. En: UCLA. II Congreso de Tecnología Popular. Memorias. Barquisimeto. Fondo Editorial UCLA. Págs. 127 a 133. Año 1995 Barquisimeto, Venezuela.
- López, G. 1998. “Producción Social de Viviendas a través de Unidades Comunitarias de Construcción. Caso Barrio 19 de Abril” (1er lugar de Investigación). En: UNET. Congreso Binacional de Vivienda (Venezuela-Colombia). Memorias.. Págs. 31 a 37. Año 1998. San Cristóbal, Venezuela.
- López, G.1998. “Autogestión Productiva y Participación Diferenciada para el Desarrollo Progresivo del hábitat”. En: UCLA. Jornadas de Reflexión sobre Extensión Universitaria. Memorias. Barquisimeto. Fondo Editorial. Págs. 37 a 51. Año 1998.
- Pesci, R. 1995. “El Nuevo Humanismo y la Proyectación Ambiental”. En: Proyectación Ambiental. Documentos Ambiente. Número 2. Serie Desarrollo Sustentable. Publicación Periódica de la División de Ciencias Ecológicas de la UNESCO y la Fundación CEPA. La Plata, Argentina.

Notas:

(1) Arquitecto. Maestría en Formación Ambiental FLACAM (Cátedra UNESCO para el Desarrollo Sustentable). Docente-Asociado, Tutor de trabajos de Pre y Posgrado (UCLA-ULA1) Investigador–Extensionista, Coordinadora de líneas de investigación1. Coordinadora Grupo HABITAT SUSTENTABLE. 1º Lugar Premio Binacional de Investigación en Vivienda ALEMO1 2000. Mención Honorífica Mejor Práctica Constructiva CONAVI1 2001.

(2) Suelo-cemento-Sisal: tierra + cemento + sisal (fibra vegetal)

(3) CDCHT-UCLA: Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico.

(4) DEU-UCLA: Dirección de Extensión Universitaria

(5) CONAVI: Consejo Nacional de la Vivienda de Venezuela.



Fig. Nº 1 Vaciado realizado en forma no continua



Fig. Nº 2 Construcción de losa de piso sobre fundación



Fig. Nº 3 Armado no adecuado de las juntas de bloques en contrafuertes



Fig. Nº 4 Descontinuidad de los contrafores

TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA: CONCEITOS, PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS ADOTADOS POR PROTERRA

Célia Neves
CEPED/Centro de Pesquisas e Desenvolvimento
Universidade do Estado da Bahia
Coordenadora do Projeto PROTERRA/CYTED
Al. Praia de São Vicente, 40, Vilas do Atlântico, 42700-000 Lauro de Freitas, BA, BRASIL
Tel.: +55 71 3379 3506; E-mail: cneves@superig.com.br

Tema 4: Investigação, Ensino e Formação/capacitação/transferência
Palavras-chave: Transferência de Tecnologia, Arquitetura e Construção com Terra, Habitação Popular

Resumo
O objetivo é apresentar o modelo do processo de transferência da Arquitetura e Construção com Terra adotada por PROTERRA, desenvolvido a partir do levantamento dos variados procedimentos realizados pelos mais diversos agentes de transferência. Comenta a importância das atividades de transferência no processo de desenvolvimento da tecnologia e adota conceitos relativos a técnica e tecnologia. O modelo propõe o agrupamento dos profissionais e instituições que praticam a transferência e recebem a tecnologia, classificando-os em produtores e usuários da tecnologia, e caracteriza a natureza da transferência em atividades de divulgação e aplicação. Identifica os instrumentos adequados para a transferência em função da natureza, classe e formação dos absorvedores da tecnologia. Relata, sumariamente, as atividades do PROTERRA neste tema, apresentado os instrumentos empregados para cada finalidade. Cita também as atividades desenvolvidas internamente entre os membros do PROTERRA cuja finalidade é criar uma base de conhecimento apropriada para divulgar e aplicar a tecnologia.
Comenta sobre os aspectos específicos da transferência de tecnologia para a classe de usuários, notadamente a postura do agente de transferência, e sobre a eficiência do Projeto Demonstrativo em relação aos outros instrumentos de transferência. Conclui ressaltando a contribuição do PROTERRA na revitalização da Arquitetura e Construção com Terra e a importância do uso da terra como material de construção para os países latino-americanos.

1. Introdução

O uso da terra (1) como material de construção tem mostrado sua versatilidade através dos séculos. Em todos os recantos do mundo, as técnicas construtivas surgiram em quase todas as civilizações do passado e expandiram-se através das invasões e colonizações, comuns na história da Humanidade. As técnicas nativas uniram-se às técnicas trazidas pelos estrangeiros e, com variadas combinações entre elas, passaram pelas devidas adaptações técnicas e culturais para atender às necessidades do Homem e de seu Ambiente Construído. Os antigos souberam como explorar as boas propriedades da terra e utilizá-la em belíssimas construções, muitas das quais sobreviveram até a atualidade, desafiando sismos e séculos da ação abrasiva de ventos e chuvas.
Font (2003:101-104) relata que existem documentos datados desde 1090 A.C., provenientes da China, de 300 A.C., da Índia, e mais recente, no século XVI, da Europa, que descrevem técnicas de construção com terra. No entanto, as primeiras notícias sobre tentativas de formulação de uma tecnologia de construção com terra ocorreram no final do século XIX, quando também se iniciaram programas de investigação científica sobre o assunto. Já no século XX, a partir dos promissores resultados obtidos do comportamento de misturas compactadas de terra e cimento, desenvolveram-se também investigações sobre o uso da terra estabilizada com aglomerantes químicos

para fabricação de tijolos e blocos, prensados ou compactados, e para a execução de paredes monolíticas (taipa, taipa de pilão, *tapia, tapial*) (Neves 2004b: CD ROM).
As contribuições para o desenvolvimento da tecnologia Arquitetura e Construção com Terra são inúmeras, vêm de todas as regiões do mundo e de profissionais de diversas áreas, estimulados, criativos e extremamente dedicados. Nos países ibero-americanos, existe um intenso e árduo trabalho desses especialistas na busca de aperfeiçoar e incentivar o uso da terra como material de construção.
O processo de desenvolvimento da tecnologia, no entanto, não ocorre apenas com as contribuições ao acervo técnico e científico. Ele acontece em ciclos que envolvem atividades de criação ou aperfeiçoamento do conhecimento, transferência a avaliação. Esta última promove, a cada ciclo, a alimentação do processo e, conseqüentemente, o avanço tecnológico.
Um dos grandes entraves que se verifica nesse processo é a difusão e aplicação dos conhecimentos gerados, ou seja, a transferência da tecnologia. Por um lado, poucas são as instituições com a finalidade específica de difusão e aplicação de tecnologia, esta tarefa é geralmente realizada pela própria equipe geradora de tecnologia, que nem sempre está preparada para atender à complexidade das atividades de transferência, que envolve tanto a comunidade técnica quanto a população em geral. Com o objetivo de promover uma reflexão sobre o tema, este artigo apresenta conceitos, um modelo sistematizado do mecanismo para a transferência de tecnologia, seus procedimentos e instrumentos usualmente empregados para sua efetivação, e relata as atividades de transferência adotadas por PROTERRA (2), durante seus quatros anos de atuação.

2. Processo de Transferência de Tecnologia adotado por PROTERRA

O termos técnica e tecnologia têm, algumas vezes, enfoques não muito precisos de seu significados: usa-se o termo tecnologia referindo-se a máquinas e equipamentos, ou para procedimentos de produção, por exemplo.
O PROTERRA adota os seguintes significados ao definir estes termos:

- técnica – o “saber” fazer – os processos de produção desenvolvidos e usados pelo homem;
- tecnologia – o “conhecer” – a cientificidade da técnica; o conhecimento e o desenvolvimento teórico.

Enquanto que o avanço da tecnologia depende da capacitação científica de uma Sociedade, o desenvolvimento de técnicas é estimulado pelas necessidades prementes do ser humano e resulta da criatividade de cada população e dos recursos disponíveis.
Com base nestes conceitos, a tecnologia Arquitetura e Construção com Terra engloba fundamentos teóricos, métodos de ensaios, pesquisas, recomendações e normas, técnicas construtivas, entre outros aspectos.
No intuito de sistematizar o processo de transferência de tecnologia, o PROTERRA adota o agrupamento das instituições e profissionais em duas classes específicas – os produtores de tecnologia e os consumidores, ou usuários – com as seguintes características (Neves 2004a: 437-449):

- produtores de tecnologia são todos os profissionais e instituições que atuam na área de pesquisa e ensino, cujo interesse maior é conhecer os objetivos, metodologias adotadas e resultados das pesquisas realizadas, ou seja, a Ciência;
- usuários de tecnologia correspondem aos setores públicos, privados e outros usuários de maneira geral cujo interesse é utilizar os produtos desenvolvidos em beneficio próprio ou da comunidade, ou sejam, as técnicas.

Em cada classes e entre as classes, a transferência de tecnologia ocorre através de ações que são caracterizadas como atividades de difusão e de aplicação, tanto das técnicas construtivas como do conhecimento científico, conforme apresenta a tabela 1.

Tabela 1 – Atividades de transferência de tecnologia

Natureza da transferência	Classe	
	Produtores	Usuários
Difusão	divulgação de resultados científicos	divulgação de técnicas e de empreendimentos realizados
Aplicação	elaboração de normas e recomendações técnicas	capacitação para o uso de técnicas

Os instrumentos de transferência são diversos, com conteúdo e formatação variados. Estes devem apresentar o objeto de transferência de forma acessível ao público que quer atingir, independente da classe. No meio técnico-científico, os documentos produzidos e as conferências, entre outros, são os instrumentos normalmente empregados para a transferência para qualquer tecnologia. Para a classe de usuários, entretanto, é necessário identificar os instrumentos mais eficazes, pois estes devem considerar, notadamente, o grau de formação do usuário e a amplitude de atuação de cada instrumento. A tabela 2 relaciona os instrumentos mais utilizados para a transferência, tanto para a classe de produtores como para a de usuários da tecnologia.

Tabela 2 – Instrumentos de transferência de tecnologia (Neves 1987: 573-580)

Natureza da transferência	Classe	
	Produtores	Usuários
Difusão	**Publicações:** ▪ Livros ▪ Revistas especializadas ▪ Boletins Técnicos **Internet** **Exposições:** ▪ Encontros técnicos ▪ Apresentação de projetos de pesquisa	**Publicações:** ▪ Cartilhas ▪ Folhetos **Internet** **Exposições:** ▪ Palestras ▪ Vídeos ▪ Cartazes
Aplicação	**Recomendações técnicas** **Normas técnicas**	**Cursos** **Assessoria e Assistência Técnica para**: ▪ Setor público ▪ Setor privado ▪ Comunidades ▪ Usuários

3. Atividades de Transferência da Arquitetura e Construção com Terra Realizadas por PROTERRA

Atualmente o PROTERRA conta com a participação de mais de 80 membros provenientes de 18 países ibero-americanos, dedicados a conservação e restauro do patrimônio e a programas de construção de vivendas de interesse social, e tem o seguinte perfil: 42% desenvolvem sua principal atividade profissional em universidades; 16% em instituições de pesquisas e extensão; e 42% em escritórios de arquitetura e outras empresas públicas ou privadas, inclusive ONGs,.

Este grupo diversificado de profissionais formado por acadêmicos e pesquisadores, que dominam o conhecimento, e por outros profissionais, que dominam a técnica, compõe um ambiente extremamente favorável ao intercâmbio de informações e experiências

que, seguramente, proporciona a divulgação, a transferência, o desenvolvimento e a aplicação da tecnologia de Arquitetura e Construção com Terra.

O resgate, a revitalização e o avanço tecnológico são preocupações constantes do PROTERRA desde seu início. Para alcançar estas metas, entre outras ações, foram criados grupos de trabalho, ou comissões, que se dedicam à uniformização de linguagem entre os profissionais de diferentes formações e de vários países, e à elaboração da base tecnológica necessária para a normalização e para a definição de especificações técnicas. Desde ano passado, o PROTERRA, contanto com o trabalho voluntário de seus integrantes, está desenvolvendo internamente as seguintes atividades:

- definição da terminologia específica da arquitetura e construção com terra, com base em glossários publicados e em termos regionais ainda não registrados;
- levantamento de referências bibliográficas;
- identificação de normas e elaboração de recomendações técnicas, especialmente em sistemas estruturais apropriadas para regiões sujeitas a abalos sísmicos, conforto ambiental e controle tecnológico;
- desenvolvimento e recomendação de métodos de ensaios de laboratório e testes de campo.

Os resultados preliminares dessas atividades serão divulgados ainda este ano. Um documento PROTERRA sobre as práticas em campo para seleção da terra foi concluído recentemente e será inicialmente divulgado através da sua página WEB (www.PROTERRA.info).

As atividades de transferência de tecnologia são dirigidas à capacitação de profissionais e técnicos, ao desenvolvimento do suporte tecnológico, principalmente no que se refere às normas e procedimentos de execução e a divulgação em eventos (figura 1).

Desde sua criação até o momento, o PROTERRA promove e participa de diversos eventos tais como seminários e oficinas de terra (*taller*) (3), em que constam conteúdos teórico e prático. Outra atividade de divulgação é a Exposição Construção com Terra. Inicialmente apresentada em Salvador, Brasil, na época do I SIACOT – Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra, foi posteriormente mostrada em San Miguel de Tucumán, Argentina, em Montreal, Canadá, em João Pessoa, Recife e outras cidades brasileiras, em Assunção, Paraguai, em Lima, Peru, e em diversas cidades de Portugal, Uruguai e Equador.

Ao preparar a Exposição, a intenção era utilizar mais um instrumento de transferência de tecnologia para facilitar a divulgação do grande conhecimento em construção com terra disponível nas diversas regiões dos países ibero-americanos. Foi surpreendente comprovar como a diversidade e riqueza das técnicas construtivas, assim como as experiências e as investigações realizadas, puderam ser tão bem representadas em cartazes de fácil impressão e translado.

Em dezembro de 2003, o PROTERRA publicou *Técnicas Mixtas en Construcción con Tierra* (PROTERRA 2003b: 350 p.), um livro composto de artigos de diversos especialistas, e gravou o primeiro CD da Biblioteca Eletrônica PROTERRA (2003a: CD-ROM) com a editoração digitalizada de *Técnicas Mixtas en Construcción con Tierra*, o Catálogo da Exposição Construção com Terra, os anais do I SIACOT, além das publicações HABITERRA (4) e a edição revisada em versão digital, inédita, de *Arquitectura de Tierra em Iberoamérica*, entre outras. Estas publicações visam, além da difusão da tecnologia, fornecer fundamentos para elaboração de normas técnicas nos diversos países de modo a proporcionar a aplicação das técnicas de construção com terra (figura 2).

Além de participar das jornadas de transferência tecnológica e capacitação, o PROTERRA já promoveu cinco Projetos Demonstrativos (5) com os objetivos de difundir, capacitar e transferir as técnicas de construção com terra (figura 3).

4. Comentários sobre Particularidades da Transferência de Tecnologia para a Classe de Usuários

É necessário considerar, além do procedimento adotado, alguns aspectos relativos a postura do pesquisador/transferidor possibilitam êxito na transferência de tecnologias. Entre estes, citam-se os seguintes:

- ter a devida sensibilidade para absorver as informações dos hábitos culturais do cliente;
- saber explorar a criatividade considerando como ponto de partida os recursos naturais e habilidades da mão-de-obra local;
- procurar sempre obter um resultado agradável ao cliente e não ao pesquisador/transferidor;
- utilizar a linguagem adequada ao tipo do cliente.

Os instrumentos empregados são eficientes e, com algumas alterações, semelhantes em todos os países ibero-americanos. Observa-se que as publicações e cursos são eficazes na difusão tecnológica enquanto que os projetos de treinamento de mão-de-obra e assistência técnica são eficazes na aplicação de técnicas. Mas, acredita-se que é com a procura espontânea do usuário que mais facilmente se alcança o resultado desejado: levar os produtos desenvolvidos à população a que foram destinados.

A capacitação em Projetos Demonstrativos é realizada em diferentes modalidades: capacitação em apenas uma técnica construtiva, com um ou mais instrutores; capacitação em várias técnicas com apenas um instrutor; ou capacitação em várias técnicas construtivas com um ou mais instrutores para cada técnica. O tempo do evento também varia, de um a cinco dias.

Em geral, o PROTERRA adota a seguinte prática em capacitação: faz uma apresentação teórica sobre a técnica, ou técnicas construtivas; distribui um manual prático para os assistentes; e faz a prática em campo. Para isso, agrupa os participantes em equipes que são capacitados em uma determinada técnica construtiva durante um período; a cada determinado período, a equipe passa para outro instrutor e outra técnica; ao final, reúne todos os assistentes, discutem-se as dúvidas, complementam-se as informações iniciais, se necessário, e avalia o benefício do evento. O manual prático é preparado para divulgação em publicação, impressa ou digitalizada (PROTERA 2004a: CD-ROM; PROTERA 2004b: CD-ROM).

É difícil estabelecer a melhor prática de Projeto Demonstrativo, pois é imprescindível considerar as necessidades da região, o público, a infra-estrutura e outros recursos disponíveis. Em geral, os instrutores, em função das variadas condições, definem o melhor procedimento a adotar.

O Projeto Demonstrativo, em geral, tem resultado pontual, para um público restrito (os assistentes), ao contrário de publicações – manuais e cartilhas, entre outros – que são instrumentos de difusão mas atingem um público maior, ultrapassando fronteiras. No entanto, o Projeto Demonstrativo, assim com a Oficina de Terra, produz resultados gratificantes. Supõe-se que a intimidade desenvolvida espontaneamente entre o agente de transferência (instrutor) e o usuário (assistente) gera um compromisso pessoal que facilita a implantação futura e segura da tecnologia, muitas vezes com assistência técnica em caráter informal através de consultas e intercâmbio de informações.

5. Comentários Finais

A importância do uso da terra como material para a produção de habitações de interesse social é grande, pois, no modelo econômico existente na maioria dos países latino-americanos, parte significativa da população não dispõe de recursos para adquirir

sua habitação no setor produtivo formal, necessitando de intervenções que permitam o acesso dessas populações à moradia. Sob esta ótica, a tecnologia Arquitetura e Construção com Terra enquadra-se perfeitamente como apoio técnico (6), principalmente porque tem baixo custo de capital, usa material abundante e disponível na natureza, emprega força de trabalho e habilidades locais, é de fácil entendimento e execução, e não exige patentes ou outra forma de pagamento. Além disso, implica a maximização de recursos renováveis, o respeito ao meio ambiente e a identificação com os aspectos sócio-culturais das populações.

Duas importantes observações podem ser creditadas à atuação do Projeto PROTERRA:

1) A integração de profissionais dedicados à Arquitetura e Construção com Terra que atuam isolados do sistema de ciência e tecnologia ao PROTERRA, traz novo ânimo à sua conduta, pois eles se encontram amparados por parceiros que contribuem significativamente com o seu trabalho.

2) Atuando como organismo de transferência em quase todos os países ibero-americanos e respaldado por especialistas nas diversas atividades relativas a tecnologia de construção com terra, o Projeto PROTERRA apresenta as devidas credenciais para difundir e estimular o uso da terra como material de construção, principalmente aplicadas a programas de vivendas de interesse social.

E mais, as atividades do Projeto PROTERRA respondem ao crescente interesse de toda Sociedade pela utilização de tecnologias de baixo impacto, tendo em vista o esgotamento de algumas matérias-primas e a preocupação com os danos ambientais gerados em suas extrações. A Arquitetura e Construção com Terra corresponde, na atualidade, a uma excelente possibilidade de aliar o manejo apropriado e sustentável do ambiente natural, com o conforto e baixo custo do Ambiente Construído.

C.V.

Engenheira Civil, pesquisadora, responsável pelo Laboratório de Engenharia Civil do CEPED, coordenadora internacional do Projeto PROTERRA do CYTED – Programa de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento.

Bibliografia

- FONT ARELLANO, Juana (2003): “La tierra en los tratados y escritos sobre arquitectura”**.** In: *II Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra*, Libro de Resúmenes. Mairea Libros, Madrid, Espanha.
- NEVES, Célia Mª Martins (1987): “Metodologias aplicadas para transferência das tecnologias de construções habitacionais desenvolvidas pelo CEPED. In: *Simpósio sobre produção e transferência de tecnologia em habitação: da pesquisa à prática*, Anais. v.2. IPT, São Paulo, Brasil.
- NEVES, Célia Mª Martins (2004a): "Mecanismos para transferência de tecnologia para habitação e a experiência do projeto PROTERRA”. In: *Seminario iberoamericano de construcción con tierra. La tierra cruda en la construcción del hábitat.* 3. Memória. PROTERRA/CRIATiC, San Miguel de Tucuman, Argentina.
- NEVES, Célia Mª Martins (2004b). “Resgate e atualização do construir com terra: o projeto PROTERRA”. In: *Conferência latino-americana de construção sustentável, 1, Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído*, 10. Anais, São Paulo, Brasil, 1 CD Rom.
- PROTERRA (2003a): “Técnicas de construcción con tierra”. CYTED/HABYTED, Brasil. 1 CD-ROM.
- PROTERRA (2003b): “Técnicas mixtas de construcción con tierra”. CYTED/HABYTED, Brasil.
- PROTERRA (2004a): “Sem Taller Guyunusa”. In.: *3er Seminário Iberoamericano de Cosntrucción con Tierra*. *La tierra Cruda en la construcción del Hábitat*. PROTERRA/CRIATIC, San Miguel de Tucumán, Argentina. 1 CD-ROM
- PROTERRA (2004b): “Sem Taller Santa Fe”. In.: *3er Seminário Iberoamericano de Cosntrucción con Tierra*. *La tierra Cruda en la construcción del Hábitat*. PROTERRA/CRIATIC, San Miguel de Tucumán, Argentina. 1 CD-ROM

Notas

(1) Na Arquitetura e Construção com Terra – denominação dada a toda produção arquitetônica que emprega o solo como o principal material de construção – o solo recebe denominações diversas tais como terra crua, terra sem cozer, terra para construir, porém o usual e adotado neste trabalho é o termo **terra**, que corresponde ao solo apropriado para construção. O termo solo é usado principalmente quando envolve classificações e caracterizações, que também são adotadas em outros campos da Engenharia, assim como são os termos como solo-cimento, solo-cal e solo estabilizado, entre outros.

(2) O PROTERRA é um Projeto de Investigação do CYTED – Programa Ibero-Americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento, criado em 2001, com os objetivos de divulgar o conhecimento disponível sobre a Arquitetura e Construção com Terra e estimular o uso da terra como material de construção, principalmente para execução de edificações de interesse social.

(3) Oficina de Terra é a denominação dada a eventos cuja atividade principal é a prática de construção com terra. Os assistentes executam protótipos utilizando técnicas construtivas e aprendem a reconhecer e selecionar terras para construir.

(4) HABITERRA corresponde a Rede Temática do CYTED que antecedeu ao PROTERRA.

(5) Projeto Demonstrativo corresponde a atividade do PROTERRA que envolve assistência técnica e capacitação dirigida à Sociedade, em que as instituições organizadoras são comprometidas com programas de vivendas de interesse social e têm grande interesse em capacitar profissionais para aplicação do conhecimento e das técnicas de construção.

(6) A questão do déficit habitacional passa, invariavelmente, por aspectos político, tecnológico, econômico e social. Embora sem o poder de decisão, a variável tecnológica possibilita, através do uso racional de espaços e de materiais e técnicas, produzir habitações mais dignas e de custo menos elevados.

TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA: CONCEITOS, PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS ADOTADOS POR PROTERRA

Célia Neves

(Artigo e Imagens publicadas no IV SIACOT, Monsaraz, Outubro 2005)

Observação: Deverão ser enviadas no máximo 4 imagens inseridas em ficheiro com respectiva figura e quando enviadas por e-mail ou CD deverão ser anexas individualmente com o título da figura a que se referem (Fig.1, Fig.2, etc.) e com uma resolução de 300 dpi por cada imagem, assim como dimensão mínima de 8cm de comprimento.

Figuras



Figura 1 – Instrumentos de Transferência de Tecnologia (Fotografia de Mariana Correia)



Figura 2 – Capacitação em Projetos Demonstrativos (Fotografias da autora)



Figura 3 – Publicações PROTERRA

ESCUELA TALLER DE LIMA: APRENDER HACIENDO…

Violeta Paliza y Sandra Salles *
Escuela Taller de Lima
Programa de Cooperación de la Agencia Española de Cooperación Internacional
Jr.Inambari Nº 790 – Lima 1, Perú
Telefax: (511)4275669 – E-mail: etlima_ca@yahoo.com, saivs@sapo.pt

Tema 4: Investigación, Enseñanza y Formación/ capacitación / transferencia
Palabras- Clave: Escuela, transferencia, Perú

Resumen

La presentación consiste en la descripción de las experiencias de la Escuela Taller de Lima, con respecto a la Transferencia de Tecnología Tradicional en el ámbito del centro Histórico de Lima.
La Escuela Taller de Lima es un programa de la Agencia Española de Cooperación Internacional, en convenio con Instituciones Peruanas, como el Instituto Nacional de Cultura y la Municipalidad Metropolitana de Lima, que capacita jóvenes de escasos recursos económicos, formándolos como Técnicos en Restauración de Monumentos Históricos. La capacitación responde a la necesidad actual del Centro Histórico de Lima de contar con mano de obra calificada para intervenir y participar en el proceso de recuperación de su patrimonio.
Los objetivos principales de la Escuela, son la revalorización de Técnicas TRADICIONALES de Construcción (como el Adobe y la Quincha), vinculadas a las tareas de conservación del patrimonio cultural inmueble del centro Histórico y la incorporación al programa de capacitación a jóvenes que viven dentro de ese espacio, por pertenecer a la población que le da vida.
La Formación que brinda considera tres aspectos: cursos de teoría, prácticas en taller y prácticas en obra
En base a la experiencia acumulada y al balance de los logros y desaciertos, se pretende presentar un posible esquema de funcionamiento que sirva para mejorar el proceso de capacitación y transferencia de Tecnología Tradicional para ser utilizada en la Conservación y Rescate del Patrimonio Arquitectónico.

1. Introducción

La elaboración de esta presentación, tiene como base las experiencias, que a lo largo de 13 años, tiene la Escuela Taller de Lima, en la formación de jóvenes en oficios Tradicionales, algunos de ellos en vías de desaparaciciòn, vinculados a las tareas de conservación del Patrimonio edificado en los centros históricos.
El artículo se desarrollara en base al siguiente esquema:

- Presentación y caracterización del Centro Histórico de Lima, como el espacio en el que se desenvuelve la Escuela Taller de Lima.
- Reseña Histórica de la Escuela Taller de Lima (ETL)
- Enseñanza y Transferencia de Tecnología.

2. Presentación y Caracterización del Centro Histórico de Lima, como el espacio en el que se desenvuelve la Escuela Taller

El departamento de Lima, se encuentra ubicado a orillas del Océano Pacifico, en la Costa Central del Perú. Su superficie es de 34,803 km^2, latitud de 12º02´36”S y Longitud de 77º 01´41”O; a 154 msnm, su clima es Templado y Húmedo, y tiene una temperatura promedio de 22ºC.
Lima ostenta la geografía más andina de la Costa, con un desnivel violento entre sus playas y sus más altas cumbres; mientras otros departamentos costeños están

formados por planicies, o por una serie de altas mesetas escalonadas, en Lima los Andes llegan hasta la orilla del mar, formando grandes acantilados.
La Ciudad de Lima, ubicada en los márgenes del Río Rimac, es capital de la Republica Peruana y también del Departamento, en ella se encuentra el Centro Histórico.
Fue fundada el 18 de enero de 1535, como capital del Virreinato del Perú, sobre un asentamiento preinca.
Por su importancia económica y geográfica, en la Ciudad se levantaron numerosos conventos, hermosas iglesias y majestuosas casonas de típicos balcones, que aun se conservan y constituyen una obra de origen mestizo de valor monumental.
En 1991, por gestión del Patronato de Lima, la UNESCO declaro a la capital del Perú "Patrimonio Cultural de la Humanidad", titulo que implica el compromiso de la permanente revalorizacion de espacios y ambientes monumentales, así como de inmuebles de carácter religioso, institucional o civil, sobre todo en el denominado "Centro Histórico", cuyos limites están marcadas por la Avenida Abancay al este, Colmena o Nicolás de Pierola al Sur y Tacna al Oeste, y por el Río Rimac al Norte.
Sobre el rol de la Ciudad Capital en sus primeros años, el arquitecto peruano José Garcia Bryce señala: "Lugar de residencia de la corte y autoridades virreinales y eclesiásticas, encomenderos y propietarios de minas y obrajes, sede de una universidad desde mediados del siglo XVI y del tribunal del Santo Oficio desde fines de este siglo, Lima poseyó también una extraordinaria importancia comercial efectivamente, por la Ciudad de los Reyes, provista de uno de los mejores puertos naturales de la Costa Peruana: El Callao, ingresaban y salían la mayor parte de los productos y manufacturas que el Perú colonial importaba y exportaba. Y continua: "La casa, de un lado, y del otro, la Iglesia y el convento, he aquí los tipos arquitectónicos fundamentales de la colonia".

3- Reseña de la Escuela Taller de Lima

La Escuela taller de Lima fue creada en Noviembre de 1992, en virtud a un Convenio firmado entre la Agencia Española de Cooperación Internacional y el Instituto Nacional de Cultura.
La ETL es un proyecto de cooperación al desarrollo cuyo objetivo es la formación de jóvenes; mujeres y hombres, entre los 16 y 25 años de edad, en oficios tradicionales relacionados con la conservación, restauración y rehabilitación del patrimonio cultural, mueble e inmueble. Se contribuye así, a la recuperación de la Ciudad de Lima, como instrumento generador de desarrollo social, enmarcado en el objetivo central de la lucha contra la pobreza.
La capacitación que reciben los alumnos- trabajadores, responde a la necesidad de la Ciudad de contar con mano de obra calificada, que participe en el proceso de recuperación de su patrimonio, mejore sus condiciones de vida, y pueda insertarse al mercado laboral mediante la creación de alternativas empresariales, individuales y/o asociativas.
Uno de los principales atractivos para los alumnos es la percepción, desde el primer día de pertenencia a la escuela, de una beca, seguro de accidentes alimentación y movilidad.
Otro de los atractivos de la Formación es la proporción de maestros de oficio por alumno (cada maestro o monitor no tiene mas de diez alumnos a su cargo), lo que hace la formación mas individualizada. La formación pretende ser multidisciplinar.
La Escuela Taller de Lima en estos 13 años de funcionamiento ha formado cuatro promociones de alumnos y se encuentra actualmente en su quinta promoción. Las promociones egresadas están integradas por 246 jóvenes, un 78% son hombres y el 22% mujeres distribuidos en las siguientes especialidades:

Construcción	70 egresados
Carpintería	83 egresados
Electricidad	52 egresados

Pintura Mural 41 egresados

De los alumnos egresados un porcentaje significativo, el 65% ejerce la especialidad aprendida, participando en proyectos de intervención, talleres de Producción.

La ETL, desde su creación ha participado en la recuperación de los siguientes monumentos y edificios históricos:

- Restauración de la Casa Aspillaga y Adecuación a uso cultural – Convenio con Ministerio de Asuntos Exteriores de Perú.
- Restauración Integral del Cuartel de Santa Catalina y adecuación a sede institucional de la ETL- En ejecución al 18%.
- Restauración de la Casa de las Trece Puertas – Convenio Municipalidad de Lima
- Restauración de la Casa Bodega y Cuadra – Convenio Municipalidad de Lima
- Restauración de la Casa de las Concepcionistas – Convenio Municipalidad de Lima
- Participación en la Restauración de la Casona de San Marcos y adecuación a centro Cultural.
- Restauración de dos Balcones Republicanos, para la Embajada de España y Fundación Telefónica, a través del Programa "Adopte un Balcón" de PROLIMA.
- Restauración de la segunda etapa de la Quinta Presa, anterior cede de la ETL.
- Participación de la Restauración de la Sacristía de San Francisco – Ejecutado por el Programa de Patrimonio Cultural – Restauraciones Lima.
- Intervenciones parciales en la casa de Pilatos, actual sede del Tribunal Constitucional.
- Participación en la Restauración del Retablo Mayor de la Iglesia de San Sebastián – Ejecutado por el Programa de Patrimonio Cultural – Restauraciones Lima.
- Calas Estratigráficas de color en el centro Histórico de Lima
- Restauración del Archivo de la Catedral de Lima.

4. Enseñanza y Transferencia de Tecnología

Para comprender lo que es una Escuela Taller, es necesario conocer el significado de ambos términos.

Escuela es el "establecimiento donde se da la primera enseñanza" y Taller es el "lugar en el que se hace un trabajo manual". De lo que se deduce que se refiere a un establecimiento donde se enseña hacer un trabajo manual o aprender un oficio.

Partiendo de nuestra experiencia en la Escuela Taller de Lima (ETL), clarifica y profundiza esta interpretación semántica la definición que da el "Programa de Escuela Taller en Iberoamerica". El se refiere a un Programa de Empleo – Formación que busca cualificar a desempleados en una alternativa de trabajo. Lo que quiere decir calificar mano de Obra no Calificada. La misma que esta orientada a la Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural de la Lima Monumental. Debiendo reflejar lo esencial del Programa La Recuperación de los Oficios Artesanales en trance de desaparición.

Por empleo Formación entendemos que frente a un determinado Tipo de empleo le corresponde un determinado Tipo de Mano de Obra, la misma que será producto de un proceso de Formación o de Calificación. Es decir esta formación no será posible sino a través de la enseñanza, en su contenido teórico y en su actividad practica, al que será objeto de certificación después de tres años de estudio – trabajo en una institución educativa superior.

Debiendo la Escuela Taller de Lima, adecuarse a la normas estipuladas por el Ministerio de Educación para garantizar la promoción de Mano de Obra Calificada, correspondiente a la categoría ocupacional de Técnicos en la realidad Peruana. Cabe

destacara que la Escuela Taller de Lima esta en tramites para lograr que la Escuela emita Títulos a nombre de la Nación.
La enseñanza que se imparte en la Escuela, esta vinculado fundamentalmente al Taller, en cuanto a conocimiento Tecnológico y entrenamiento practico, que tiene como eje el proceso constructivo de una obra nueva en lo referente al lado laboral, se desarrolla en el Proceso de Intervención de una obra de restauración, que tiene como eje el trabajo en el monumento.
Para ello durante la etapa formativa, los alumnos reciben la capacitación Académica (teoría, técnicas y procedimientos metodológicos en Restauración, Arquitectura, Historia del Perú e Historia del Arte, Materiales Tradicionales, etc.). Con el objeto de conocer y valorar los bienes culturales del país y formar conciencia de nuestra Historia y Nacionalidad. Al tiempo que simultáneamente se desarrollen sentimientos de amor, respeto y defensa de nuestro Patrimonio Cultural.
En la medida que se logren ambos (Conciencia y sentimiento), se podrá garantizar una conducta personal y laboral conciente y deseable para el trabajo en restauración y su respectiva valoración.
La misma (Capacitación Académica), que se completa con la preparación Técnica en el taller, que persigue desarrollar Habilidades y destrezas manuales, adquirir conocimientos prácticos de materiales y herramientas, de tecnología artesanal y de procesos constructivos. Como de manejar criterios laborales de calidad y Rendimiento, disciplina y seguridad; de manera que se garantice un trabajo especializado.
Esta capacitación Académica y Preparación Técnica constituyen la unidad teórica práctica de la formación de los Técnicos especialistas en restauración que forma la ETL.

5. Testimonios

“La experiencia vivida en esta cuarta fase, ha sido muy provechosa. He aprendido cosas nuevas, las cuales me están siendo muy provechosas, y también lo serán en el futuro todos los conocimientos, que estoy tratando de asimilarlos lo mejor posible.
Esta fase, como de costumbre en mi, he tenido altas y bajas, los cuales han entorpecido mi formación; pero soy conciente que si me esfuerzo podré salir adelante porque yo se que puedo.
Con respecto a la Escuela, le doy gracias a todos por estas cosas que me están dando, porque así como esta la vida, no sabría donde estuviera.
En esta fase me ha tocado trabajar con barro, “material noble”, en la Quinta Presa, como en la Casona de San Marcos, bajo el mando del monitor LLamojha.”
(Martín Ulises Moras Villegas – Taller de Construcción – 13/06/94)
"Mis experiencias vividas dentro de la ETL en la cuarta fase, es la que me da entender muchas realidades, que en las demás fases no he tenido por falta de seriedad.
Acá describo las actividades que realizo en la ETL:
Clases Teóricas; Lo que mas me ha llamado la atención es el Curso de Arquitectura Peruana, por los temas de la realidad de la crisis Peruana; Restauración, creo que esto nos da un poco de preocupación en la investigación; Materiales y Sistemas Constructivos, por las exposiciones de nuestros amigos del ININVI; es en Dibujo donde he flojeado en algunos trabajos.
Taller; Interesante con las practicas que hemos estado llevando, que son: preparación de adobe para los muros y luego realizar un arco de ½ punto, revestimiento de estos arcos. Ahora nos hallamos realizando la quincha.
Obra; Es importante resaltar los sucesos que se originaron en el picado del revestimiento que realizamos
Los de mi taller en la Pajarera (Quinta Presa), que nos enseña a tener grandes experiencias, para que después no cometamos errores.
(Lenin Abel Lozano Correa – Taller de Construcción – 13/06/94)

“En esta Cuarta Fase puede reafirmar mi estadía y la seguridad de finalizar mi instrucción en la Escuela Taller de Lima.
Es muy grato ver como se avanzan algunas obras como por ejemplo el Lagar – Mirador, la Pajarera, la Coronación, la Iluminación de estos elementos y sobretodo, fue realmente satisfactorio ver la inauguración de la Sala General de la Casona de San Marcos, en donde todos los talleres ayudaron para su culminación.
Yo tuve la oportunidad de ser testigo de la inauguración de dicha sala; me sentí satisfecho al ver que todos aquellos invitados a la inauguración la apreciaban , cada detalle, cada balaustre, el acabado, la iluminación, etc; esto fue un punto importante para seguir adelante, y así poder rescatar nuestro pasado, nuestra cultura. Antes de ingresar a la Escuela, no le daba importancia a estos detalles, pero luego fui aprendiendo lo importante de todo esto”.
(Tito Velardo Vargas Ccapcha – Taller de Electricidad – 13/06/94)

Bibliografía

- Plan Operativo 2005 – Escuela Taller de Lima – Programa de Patrimonio Cultural de la Cooperación Española en el Perú.
- ESCALANTE Rojas, Martin- Apuntes sobre experiencias en la Escuela Taller de Lima (Lima – Perú – 2001).
- Escuelas Taller en Iberoamerica – Programa de Patrimonio Cultural de la Cooperación Española.
- La Cooperación Española en el Perú 1999 – 2001 – Agencia Española de Cooperación Internacional.
- Reglamento del Centro Historico de Lima – Municipalidad de Lima Metropolitana , Instituto Nacional de Cultura, Patronato de Lima.
- UGARTE Elespuru José Manuel - Lima y lo Limeño.

- GARCIA Bryce,Jose, Historia del Perú – Tomo IX.

Nota Final

Arquitecta Violeta Paliza, egresada de la UNSAAC (Cusco), Master en Restauración de Monumentos Arquitectónicos .UNI (Lima), Asistente de coordinación Académica de la ETL y profesora de los Cursos de Teoría de la restauración.

Bachiller en Arquitectura y Urbanismo Sandra Salles, egresada de la UNFV (Lima), Asistente de Coordinación Académica de la ETL.

ESCUELA TALLER DE LIMA : APRENDER HACIENDO

Violeta Paliza, Sandra Salles * y Jorge Larrea

Figura 1. Aprendiendo a trabajar con la Tierra – Proceso de Elaboración del Adobe (Área de Taller) – Sede de la ETL – Cuartel de Santa Catalina – Lima



Figura 2. Construcción de Modulo de Adobe (Area de Taller) – Sede de la ETL – Cuartel de Santa Catalina - Lima



Figura 3. Elaboración de Modulo de Quincha - Adobe (Área de Taller) – Sede de la ETL – Cuartel de Santa Catalina - Lima



Figura 4. Participación de los alumnos de la ETL en la Restauración de Casa Aspillaga – (Área de Obra)- Centro Histórico de Lima.



CONSTRUÇÃO CIVIL TRADICIONAL - FORMAR COM A TERRA

João Pereira Santos
Escola Profissional de Desenvolvimento Rural de Serpa
Herdade da Bemposta, apartado 26, 7830 Serpa
Tel: + 351 284 540 440 / Fax: 351 284 540 449 / joaopsantos@epdrs.pt / www.epdrs.pt

Tema 4: Investigação, Ensino e Formação/capacitação/transferência
Palavras-chave: Escola, Formação, Terra

Resumo
O curso de Mestre de Construção Civil Tradicional da Escola Profissional de Desenvolvimento Rural de Serpa iniciou a sua actividade em 1993, com um programa pedagógico concebido pelo CRATerre[1] e pelo ICCROM[2], e com o apoio da DGEMN[3].
Um dos únicos no mundo de nível escolar, faz da construção em terra o seu principal objecto de estudo. Intimamente ligado a práticas ancestrais de construção, a taipa, o adobe, a alvenaria em pedra e tijolo maciço ou as abóbadas, que quase desapareceram, integram os conteúdos programáticos, juntamente com inovações de carácter tecnológico e cientifico como os BTC[4] ou a utilização de um calcador mecânico a ar comprimido para bater taipa.
A valorização do saber fazer e da "inteligência das mãos", através da convivência com os materiais, as máquinas e ferramentas, é uma constante no curso. Nas disciplinas técnicas são abordados os fundamentos, o conhecimento específico de base, os trabalhos de laboratório e os ensaios tecnológicos, sendo o aluno colocado num contexto real de obra, executando com as suas próprias mãos, desde um simples murete de taipa, até um pequeno edifício, onde várias técnicas se conjugam.
Entre os vários trabalhos realizados, cite-se um apiário, um canil e um ovil em taipa; um edifício também em taipa, loja de produtos da escola; a entrada da escola em BTC; várias construções em alvenaria de tijolo maciço, com arcos e abóbadas.
O curso tem uma duração de 3600 horas durante 3 anos, das quais mais de 1/3 correspondem à aprendizagem das técnicas de construção. Proporciona aos seus formados equivalência ao 12º ano de escolaridade, e um diploma profissional de nível III da União Europeia. Terminaram a sua formação mais de 100 alunos, apresentando o curso uma elevada taxa de empregabilidade, com muitos a trabalhar nesta área de actividade.

1. Introdução

Este texto pretende apresentar o curso de Mestre de Construção Civil Tradicional da Escola Profissional de Desenvolvimento Rural de Serpa, traçando o essencial do seu percurso desde que iniciou actividades, no ano lectivo de 1993/94, até hoje.
São referidos aspectos técnico pedagógicos, no sentido de poder ser entendido o seu enquadramento geral, o seu desenvolvimento no terreno, e os seus resultados.

2. Enquadramento geral

O projecto de leccionar um curso de construção em terra, em Serpa, iniciou-se em 1993, quando foi criada a Escola de Artes e Ofícios Tradicionais de Serpa, actual Escola Profissional de Desenvolvimento Rural de Serpa.
O nome então dado ao curso, Mestre de Construção Civil Tradicional, reflecte a preocupação de o enquadrar na antiga arte tradicional de construir e no status profissional dos seus antigos executantes. O curso tem ao longo destes anos desenvolvido um importante papel, não só no ensino, mas também no estudo, divulgação, e dignificação da construção civil tradicional, mais especificamente da construção em terra.
Da mesma forma, tem constituído uma mais valia na região e no país, representando para as dezenas de alunos que o têm frequentado uma alternativa escolar, e ao mesmo tempo uma preparação sólida para a inserção no mercado de trabalho, numa

profissão aliciante, economicamente rentável, e que apresenta um elevado potencial de crescimento. Com uma duração de 3600 horas, das quais mais de 1/3 correspondem à aprendizagem das técnicas de construção, divididas por 3 anos lectivos, ao concluírem o curso os alunos adquirem uma habilitação académica equivalente ao 12º ano de escolaridade, e um diploma profissional de nível III da União Europeia, que lhes permite o acesso qualificado ao mercado de trabalho, ou o prosseguimento de estudos. Até 2005 terminaram a sua formação 8 turmas deste curso, num total de mais de 100 alunos.

3. Abordagem técnico – pedagógica: da originalidade da formação, ao programa pedagógico, e ao desenvolvimento das actividades

Este curso está intimamente ligado a práticas ancestrais de construção, que, nas últimas décadas, têm caído em desuso e mesmo desaparecido. Actualmente, porque aparentemente se valoriza de novo o que tem raízes, história, e é autêntico, a construção em terra recomeça a adquirir o protagonismo de outrora, ao estabelecer a relação com o bem-estar e a nobreza do habitar que quase se perderam. Os sistemas construtivos de terra, não agressivos do ambiente e pouco consumidores de energia, apresentam ainda a vantagem de serem adequados às preocupações ambientais actuais.

Um longo, difícil, mas interessante caminho de pesquisa e experimentação, que continua até hoje, tem vindo a ser percorrido. Dada a originalidade desta formação num campo tão sensível como este, houve que avançar com todo o cuidado, adaptando o sistema de ensino das Escolas Profissionais aos condicionalismos experimentados no terreno.

Foi muito claro desde o início que se estava a desbravar território muito pouco conhecido, tratando-se de um conhecimento antigo, de raízes empíricas, transmitido de geração em geração, como herança cultural viva que se interrompeu algures, levando ao desaparecimento de grande parte desse mesmo conhecimento, a que havia que dar contemporaneidade, e torná-lo viável nos dias de hoje.

Ainda hoje, é este é o principal desafio com que o curso e a escola se confrontam: aprender com o passado. Saber ler os sinais, observar, juntar informação, experimentar, e passo a passo, criar uma prática actual, baseada em conhecimentos científicos e tecnológicos, capaz de viabilizar hoje uma profissão que já foi de outrora.

Assumindo desde logo a irreversibilidade do facto de grande parte do conhecimento neste campo ter desaparecido, a escola celebrou um acordo de colaboração com a DGEMN, instituição que se empenhou no projecto, ao disponibilizar técnicos do seu quadro de pessoal para o acompanhamento das actividades lectivas, e patrocinar a concepção de um programa pedagógico para as áreas tecnológica e prática do curso.

Este programa pedagógico, elaborado pelo CRATerre-EAG em colaboração com o ICCROM, juntamente com os técnicos da DGEMN, com os seus conhecimentos e experiência, deram um contributo decisivo ao curso, fornecendo um suporte científico e tecnológico de base ao desenvolvimento das suas actividades lectivas.

Determinante foi também a decisão enviar dois técnicos ao já citado CRATerre, para um curso intensivo de formação prática nas tecnologias de construção em terra, e de trazer para a escola um velho pedreiro especialista, já retirado de actividade. Este Mestre, António Mestrinho de seu nome, trabalhou na escola durante vários anos, constituindo um par pedagógico com um arquitecto e um engenheiro, capaz de confrontar e aproximar dois mundos: o da experiência profissional, do saber de experiência feito, e o do conhecimento cientifico, por vezes teórico, e do domínio das novas técnicas de construir.

Esta experiência, riquíssima a todos os níveis, constituiu um verdadeiro interface de gerações e de abordagens, e deu uma contribuição inestimável para a aproximação, que urge fazer, entre estes dois mundos complementares, tendo sido um verdadeiro privilégio trabalhar com alguém que passou grande parte da sua vida a construir

abóbadas e paredes de taipa, e que, no final da sua vida activa, deixou na instituição, e em todos os que com ele aprenderam, uma marca indelével.
A taipa, o adobe, a alvenaria em pedra e tijolo maciço ou as abóbadas que quase desapareceram com a morte dos velhos mestres, e que se entendiam como conhecimentos indispensáveis à formação, apareciam agora em grande destaque integrando conteúdos programáticos, juntamente com inovações de carácter tecnológico e cientifico como os BTC ou a utilização de um calcador mecânico a ar comprimido para bater taipa.
A valorização do saber fazer e da "inteligência das mãos", através da convivência com os materiais, as máquinas e ferramentas, é uma constante no curso. Nas disciplinas de Tecnologias, Equipamentos e Matérias-primas, e Oficina Tecnológica, são abordados, na primeira, os fundamentos, o conhecimento específico de base, os trabalhos de laboratório e os ensaios tecnológicos. Na segunda, o aluno é colocado num contexto real de obra, executando com as suas próprias mãos, desde um simples murete de taipa, até um pequeno edifício, onde várias técnicas se conjugam.

4. Os resultados e a situação actual

As obras resultantes de estágios e das PAP's[5] dos alunos são testemunho, não só em Serpa mas também noutros locais próximos, da qualidade do trabalho desenvolvido. Entre outras cite-se a cúpula em tijolo à vista da Residência de Estudantes de Serpa e a construção de 4 abóbadas no Conservatório Regional de Música do Baixo Alentejo; a execução de várias obras em Serpa e em localidades próximas, como sejam o Monumento ao Mestre Construtor Civil Tradicional, vários abrigos para passageiros de transportes públicos, em tijolo maciço e taipa; um espaço de convívio para idosos; dois quiosques; e vários trabalhos na Herdade da Bemposta, sede da escola, como sejam, um apiário, um canil e um ovil em taipa; um edifício também em taipa, loja de produtos da escola; a entrada da escola em BTC; várias construções em alvenaria de tijolo maciço, com arcos e abóbadas.
São exemplos que mostram o potencial do curso, dos seus alunos e da construção tradicional, resultado de situações de aprendizagem, exploradas para fomentar o interesse pelas técnicas e conhecimentos tecnológicos, de modo globalizante e inovador, que apostam na introdução de novas tecnologias de construção, na síntese de técnicas e linguagens.
Hoje, a escola possui grande parte do equipamento técnico e específico necessário: um calcador para taipa com compressor; prensa para manufactura de BTC, misturador e desagregador de terra; equipamento básico para um pequeno laboratório de análise de terra; e um pavilhão, recentemente inaugurado, que vem responder a uma necessidade antiga de um espaço coberto e próprio para aulas práticas e ensaios.
A equipa técnica responsável pela formação do curso, no início baseada em quadros técnicos da DGEMN, veio progressivamente a autonomizar-se, no sentido de garantir à escola um quadro de pessoal disponível capaz de responder às necessidades da formação. Com várias renovações ao longo destes 12 anos, cada novo elemento tem encontrado uma estrutura para o receber e integrar, e assim poder beneficiar da prática e da experiência dos que o precederam, e trazer, por sua parte, algo de novo para um processo dinâmico e em evolução. Se é verdade que cada professor que saiu deixou uma marca inestimável, quem o substituiu, em todas as situações, trouxe consigo novas abordagens e uma mais valia que obrigou o curso a um salto qualitativo e a atingir mais altos patamares de competência. Hoje, a escola conta com um pequeno, mas sólido e dedicado corpo técnico, capaz de desenvolver o curso de modo a optimizar a formação em construção em terra.
O Curso de Mestre de Construção Civil Tradicional apresenta uma elevada taxa de empregabilidade, com muitos dos alunos a trabalharem na sua área de actividade. Recentemente, dois alunos diplomados, mesmo sem qualquer apoio das autoridades

competentes, formaram uma pequena empresa, alcançando assim um objectivo desejado e à muito perseguido pela Escola.

5. O futuro: notas finais

Presentemente o curso apresenta-se em remodelação, num amplo movimento coordenado pela DGFV – ME[6], que envolve de forma progressiva todas as escolas profissionais do país. A partir do próximo ano lectivo, a construção em terra passará a integrar a variante de "Construção Tradicional Ecoambiental" do curso de "Técnico de Construção Civil – Condução de Obra", oferecendo o CAP[7] aos seus diplomados, prevendo-se assim que mais escolas possam optar por esta formação, e dando aos seus diplomados um certificado de extrema importância para exercer a sua actividade.
Actualmente a escola enfrenta talvez o seu maior problema, desde que iniciou actividades: a escassez de alunos. À semelhança do que acontece noutros países e em Portugal, também a escola de Serpa se tem ressentido do facto de os jovens preferirem as profissões de "gabinete" às de "trabalho no terreno", ditas "profissões de mãos sujas", e cada vez mais optarem por outro tipo de formações. Isto apesar do já referido bom nível de empregabilidade do sector, e da situação salarial satisfatória para quem nele trabalha.
É um facto que a construção em terra chegou às elites, e é hoje reconhecida como um factor essencial ao desenvolvimento, nomeadamente das zonas rurais. Acontece que as escolas profissionais não são frequentadas pelos filhos das elites, que optam por prosseguir estudos de nível superior, e naturalmente fogem de formações mais vocacionadas para uma rápida inserção no mercado de trabalho, como é aquela que as escolas profissionais fornecem.
Será este talvez o maior desafio da formação e do ensino da construção em terra. A sua democratização. É importante que a construção em terra ultrapasse a esfera das elites, dos arquitectos, engenheiros e professores, e seja capaz de alcançar um público mais vasto, muitas vezes de um nível sócio cultural baixo, que passe a ter orgulho nas suas velhas habitações em taipa, e não as queira trocar por um apartamento na periferia; que veja na sua casa, que recebeu dos pais e avós uma herança cultural e um testemunho de um modo de vida, e não o sinónimo da pobreza de que todos, legitimamente, querem fugir.
Nesse dia, não faltarão alunos para qualquer curso de construção em terra.
Apesar dos constrangimentos, que certamente serão ultrapassados, hoje como ontem, este curso e a construção em terra são uma aposta da EPDRS. Porque acreditamos no desenvolvimento sustentado do mundo rural, na autenticidade da nossa cultura e na manutenção da nossa qualidade de vida.

Bibliografia

- SANTOS, João Pereira: “Construção civil tradicional: aprender com a experiência, Memória Alentejana nº9, CEDA, 2003
- SANTOS, João Pereira: “Construção civil tradicional: uma experiência de formação”, Mãos nº14, CRAT / CEARTE / PPART, 2001

Nota final

Professor de Educação Visual. Foi Director do Curso e Director Pedagógico da escola, e é actualmente Adjunto da Direcção. Responsável pela implementação do curso e pela organização e desenvolvimento pedagógico do mesmo.

Notas:

[1] CRATerre – EAG: Centre Internationale de la Construction en Terre – École d’Architecture de Grenoble

[2] ICCROM: International Centre for the Study of the Preservation and the Restoration of Cultural Property

[3] DGEMN: Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais

[4] BTC: Bloco de Terra Comprimida

[5] PAP: Prova de Aptidão Profissional. Trabalho transversal, de carácter eminentemente prático, que os alunos das escolas profissionais têm que realizar no último ano do curso que frequentam, e que de uma forma global deverá espelhar as suas aprendizagens ao longo do curso, e a sua preparação para ingressar na vida activa.

[6] DGFV – ME: Direcção Geral de Formação Vocacional – Ministério da Educação

[7] CAP – Certificado de Aptidão Profissional, no caso concreto em Construção Civil - Condução de Obra

CONSTRUÇÃO CIVIL TRADICIONAL - FORMAR COM A TERRA

João Pereira Santos
Escola Profissional de Desenvolvimento Rural de Serpa
Herdade da Bemposta, apartado 26, 7830 Serpa
Tel: + 351 284 540 440 / Fax: 351 284 540 449 / joaopsantos@epdrs.pt / www.epdrs.pt

FIGURAS E LEGENDAS



Figura 1 – Aulas práticas: fechamento de uma abóbada por uma aluna



Figura 2 – Aulas práticas: manufactura de BTC's



Figura 3 – PAP: construção de um edifício em taipa



Figura 4 – PAP: entrada da escola em BTC

EXPERIENCIA DE FUNDACIÓN TIERRA VIVA COMO PROCESO PARA LA ACEPTACIÓN DE LA TAPIA PISADA EN COLOMBIA

José Raúl Moreno, Jesús Antonio Moreno y Santiago Rivero
Fundación Tierra Viva
Dirección: Carrera 8 No 5- 85, Barichara – Colombia
Teléfono: (57) + 77.26.75.44 / (57) + 77.26.70.68
Mail: info@fundaciontierraviva.com / tierraviva@telecom.com.co

Tema 4. Investigación, enseñanza y formación, capacitación y transferencia
Palabras clave: Proceso/aceptación/Arquitectura de Tierra

Resumen
Preservación del Patrimonio, Innovación y Desarrollo de la Arquitectura en Tierra son los ejes conductores Fundación Tierra Viva (FTV) desde 1998. El artículo expone cómo la acción conjunta e integral de tres estrategias: (1) Sensibilización y Formación, (2) Investigación y (3) Aplicación han permitido el desarrollo de un proceso sólido que ha posicionado a Fundación Tierra Viva como la entidad más reconocida y de mayor proyección en Colombia en lo que a Arquitectura en Tierra se refiere. La independencia económica e ideológica de la entidad ha facilitado la conformación de un grupo de trabajo comprometido que ha salido a la defensa de la Arquitectura en Tierra en los medios académico, social, político, económico y cultural, más como una visión progresista y evolutiva que conservacionista. Promover y difundir el uso democrático de la tierra como material de construcción con una visión contemporánea y arraigada a la identidad cultural colombiana es la misión de Fundación Tierra Viva.

1. Antecedentes

Obstáculos como la desvaloración de las técnicas ancestrales a causa de la llegada masiva del cemento y su utilización irreflexiva, la formación de los profesionales de arquitectura e ingeniería tendiente a la continua evocación de soluciones provenientes de los países industrializados y a la negación de nuestras posibilidades locales, los vacíos en el comportamiento estructural de la tierra como material y la marginalidad de sus sistemas constructivos asociados (bahareque, tapia y adobe) hicieron que la Arquitectura de Tierra estuviera marginada de los medios académico y social quedando restringida a unos cuantos románticos con experiencias aisladas y a campesinos que con vergüenza recurrían a ella para proveerse de un techo.
Desde 1991 cuando se redactó la Carta Constitucional vigente en Colombia, cada gobierno ha estado obligado a crear los mecanismos para dar cumplimiento al mandato constitucional que consagra la vivienda digna como un derecho fundamental. Pese a ello, de las 6.205.555 viviendas construidas, 2.000.000 se consideran como no dignas y existe un déficit de habitacional que llega a 1.500.000 unidades, según lo afirma el Departamento Nacional de Estadística-DANE. Esto quiere decir un déficit total 3.500.000 unidades que corresponden al 54% del total de viviendas existentes en Colombia. Sin embargo, y debido la experiencia histórica, se sabe que no es a través de la solución en “numero de viviendas” de cualquier tipo, sino mediante la reflexión alrededor de la “vivienda digna”.

2. Marco ideológico

Como consecuencia del reconocimiento de los materiales – específicamente la tierra cruda - y de los oficios locales como alternativas ante la problemática habitacional y como propuesta para el surgimiento de un lenguaje arquitectónico contemporáneo consecuente con el contexto cultural, ambiental y social colombianos, capaz de generar hábitat sostenible con identidad cultural, un grupo de profesionales conforma en 1998 la Fundación Tierra Viva. Esta sitúa su sede en el municipio de Barichara –

Santander del sur – Monumento Nacional, en donde la tradición constructiva de la tapia pisada se mantuvo viva y asume en el desarrollo de proyectos arquitectónicos privados la manera de poner en marcha sus estrategias sin depender de apoyos institucionales y financieros provenientes del Estado, o de la cooperación internacional.

Fundación Tierra Viva reconoce en la tierra como material de construcción y en sus técnicas asociadas (tapia pisada, adobe, bahareque) opciones constructivas vigentes y con una gran proyección. Su capacidad como la de ningún otro material o sistema constructivo, responde a múltiples variables fundamentales en la sociedad actual (medio ambiente, cultura, tejido social, economía, estética, durabilidad, seguridad, confort). Es por esto que la visión de Fundación Tierra Viva se encuentra en un campo más amplio que el de la mera conservación y restauración del patrimonio construido. La Preservación, la Innovación y el Desarrollo de la Arquitectura en Tierra son los parámetros rectores de todas sus acciones que se desarrollan a través de tres estrategias: (1) Sensibilización y Formación, (2) Investigación y (3) Aplicación.

3. Estructura interna

Las estrategias de Sensibilización y formación, de investigación y de Aplicación para la preservación, la innovación y el desarrollo de la Arquitectura en Tierra se ejecutan a través dos organismos de dirección y gestión, uno de generación de conocimiento y otro de difusión así:

3.1 Consejo de Fundadores y Junta Directiva

Organismos de dirección y gestión. Desde ellos se trazan las directrices que rigen el curso de la Fundación y se gestionan los recursos para el desarrollo de las acciones

3.2 Centro de la Tierra

Organismo responsable de la generación y promoción de dinámicas de conocimiento. Tiene a su cargo tres grupos de trabajo: (1) Hábitat; (2) Materiales, Sistemas y Estructuras; y (3) Patrimonio. En cada uno de los tres grupos de trabajo se desarrollan las estrategias de Investigación y Aplicación:

Hábitat
Investigación:

- Socio-económica
- Asentamiento Humano
- Espacial y funcional
- Medio ambiental
- Entorno y paisaje
- Cultural

Aplicación: Proyectos de vivienda en tierra con clara apropiación del recurso local que involucren comunidades organizadas y que contemplen los componentes de sostenibilidad económica, social, cultural y medio ambiental

Materiales, Sistemas y Estructuras
Investigación:

- Mejoramiento en la calidad del material tierra
- Comportamiento estructural
- Optimización de los procesos constructivos,
- Exploraciones estéticas que se apoyen en el conocimiento del material

Aplicación: Aplicación de las exploraciones en proyectos concretos y realizables

Patrimonio
El grupo Patrimonio trabaja por el reconocimiento y valoración de la arquitectura en tierra no solo como patrimonio inmueble sino también como patrimonio inmaterial, partiendo del principio de que la innovación y el desarrollo sólo se dan cuando hay una apropiación valorada del oficio como intangible.
Investigación:

- Histórica a nivel de tradición constructiva
- Valoración del patrimonio material e inmaterial

Aplicación:
Proyectos de conservación y rehabilitación con propuestas novedosas que partan del conocimiento del material
Proyectos de valoración patrimonial.

3.3 Centro de Formación
Organismo responsable de las acciones de difusión y formación
Se trata de formación no solo en sus aspectos técnicos y profesionales, sino también en lo reflexivo, para sustentar la pertinencia y proyección de la arquitectura en tierra como factor dinamizador de la sociedad e integrador cultural. Los programas desde el Centro de Formación van desde la sensibilización de la comunidad a diferentes niveles hasta la formación de técnicos y profesionales pues reconoce la necesidad de tocar de manera sensata, con criterio y con la debida proporción a los medios académicos, sociales, económicos, políticos y científicos

4. Acciones
4.1 Formación

A profesionales

- Cátedra UNESCO de Arquitectura en Tierra.

Fundación Tierra Viva actúa como ente cohesionador y dinamizador entre diferentes entidades educativas y estatales para instaurar la Cátedra UNESCO de Arquitectura en Tierra en Colombia.

- Talleres de Arquitectura en Tierra.

Jornadas de cuatro días de trabajo en los que profesionales e interesados de diferentes lugares tienen un acercamiento básico hacia la arquitectura en tierra y su implicación socio-cultural

- Campos de trabajo.

Jornadas de trabajo de más de una semana en las que los participantes tienen un acercamiento más fuerte con los procesos constructivos y la obra pues se realizan en alguno de los proyectos de la Fundación o en alguno de los desarrollados por las empresas anexas.

- Pasantías y prácticas.

Integración del pasante o del practicante a un proyecto constructivo específico durante gran parte de su ejecución en donde se adquiere gran experiencia desde la vivencia de un proyecto real.

A técnicos

- Especialidad en técnicas de construcción con tierra en la Escuela de Artes y Oficios de Barichara.

Programa de formación técnica no formal para capacitar a los jóvenes en los oficios de la construcción con tierra.

- Especialidad en técnicas de construcción con tierra dentro del programa de formación del bachillerato rural SAT.

Este programa de educación media aplicado en el sector rural procura que el estudiante se especialice en un área que le dé herramientas para mejorar su calidad de vida y sus ingresos. La construcción con tierra reúne estos dos elementos.

- Talleres de mejoramiento de competencias para mano de obra técnica.

Talleres libres en los que se convocan a artesanos y técnicos con experiencia en arquitectura en tierra con el fin de mejorar, capacitar o socializar algún detalle pertinente al oficio.

- Programa de aprendices

Procesos de formación desde una obra real. Integración del aprendiz a una obra perteneciente a la Fundación o alguna de sus empresas adjuntas.

A la comunidad

- Talleres lúdicos para niños y jóvenes

Jornadas de medio día en los que niños y jóvenes estudiantes reconocen desde la lúdica a la tierra como un material de construcción con enorme arraigo cultural y proyección.

4.2 Investigación

Recaudo de información y difusión de la Arquitectura en Tierra como patrimonio material e inmaterial

- Documentación del Patrimonio Arquitectónico construido en tierra
- Documentación del oficio de la construcción con tierra. Recopilación del saber.
- Publicación de la nueva Arquitectura en Tierra en Colombia
- Investigación aplicada al estudio de los procesos constructivos y de los oficios tradicionales y relacionados con la Arquitectura en Tierra

Investigación en Materiales, Sistemas y estructuras

- Caracterización y mejoramiento en la calidad del material tierra
- Optimización de procesos constructivos
- Mejoramiento de la respuesta estructural de las construcciones en tierra
- Aplicación de herramientas de informática en el análisis estructural de construcciones con tierra
- Procedimientos de calidad en obra
- Técnicas de mantenimiento
- Productos para la construcción elaborados a base de tierra.

Investigación ambiental

- Consumo de energía y contaminación durante el proceso constructivo
- Confort térmico, acústico y lumínico

Investigación arquitectónica y estética

- Nuevos espacios funcionales
- Alternativas en el diseño acordes a la diversidad ambiental de Colombia
- Nuevos acabados y detalles constructivos

4.3 Aplicación

4.3.1 Vivienda de Interés Cultural – VIC

Vivienda de Interés Cultural – VIC- es aquella vivienda cuyos componentes fundamentales de concepción son la cultura y la tradición sustentadas en la viabilidad técnica y económica. La Vivienda Cultural reivindica el oficio local, la apropiación sensata de los recursos del entorno, estimula la participación comunitaria elevando el auto-estima y genera identidad cultural. Esta logra a su vez, solucionar de igual

manera el problema de la vivienda para el más pobre y crear vivienda con los más altos estándares de calidad y confort para clientes con mayores recursos.

1.3.2 Fomento a la creación de empresas y cooperativas

Como estrategia para la incursión de la Arquitectura en Tierra en el sector formal de la construcción, esta acción unida a las de formación de profesionales y técnicos garantiza la transmisión del conocimiento, el posicionamiento y el impacto social generando una dinámica de oferta para un mercado ya existente.

Fomento a la creación de cooperativas de trabajo asociado que reúnan la mano de obra técnica.

- Pre-coarterra: Pre-cooperativa de trabajo asociado que reúne a los artesanos de los oficios relacionados con la arquitectura en Tierra y que presta sus servicios a las empresas del grupo Tierra Viva

Fomento a la creación de empresas consultoras y contratistas

- Arquitectura Natural: Empresa de diseño arquitectónico y construcción de proyectos con materiales naturales
- Bogó: Empresa de diseño y producción de objetos decorativos y funcionales con materiales naturales
- Terracruda: Empresa de diseño y construcción de muros en tierra con especificaciones especiales
- Citerra: Empresa de consultoría para el análisis y diseño estructural y de vulnerabilidad de construcciones en tierra patrimoniales y nuevas

Fomento a la creación de empresas que produzcan insumos

- Terracruda: Empresa que diseña, produce y distribuye insumos y materiales asociados a la arquitectura en tierra

5. Indicadores

520 Profesionales de diversas áreas sensibilizados en Arquitectura en Tierra
100 Jóvenes de Barichara sensibilizados en la valoración del patrimonio
37 Técnicos capacitados en técnicas de construcción con tierra
9 Proyectos constructivos desarrollados por el equipo de Fundación Tierra Viva
5 Empresas privadas creadas que conforman el grupo Tierra Viva
25 Proyectos constructivos desarrollados por participantes en los talleres
6 Universidades con trabajo en conjunto
8 Municipios de Colombia donde se han desarrollado acciones
4 Departamentos de Colombia donde Fundación Tierra Viva ha desarrollado algún proyecto

6. Proyectos en curso

- Cátedra UNESCO de Arquitectura en Tierra. En proceso de consolidación
- Escuela de Oficios en Barichara. En proceso de consolidación
- Vivienda de Interés Cultural. Prototipos en proceso de construcción en cuatro municipios de Colombia
- Régimen de excepción para la tierra como material. Gestión en curso.
- 2º Encuentro Internacional de Arquitectura en Tierra.

Enero de 2006. Tiene por tema “Innovación y Desarrollo”. En el Encuentro se mostrarán algunos de los proyectos individuales e institucionales más relevantes en el mundo que hacen uso de la tierra como un material contemporáneo.

- Premio Fundación Tierra Viva para la “Innovación y el Desarrollo de la Arquitectura en Tierra”.

Con una convocatoria bienal, este premio quiere promover y estimular los procesos de investigación, los proyectos y productos más innovadores aplicables a la Arquitectura en Tierra en el mundo.

7. Conclusiones

- Adelantar procesos de formación y de investigación aprovechando los proyectos constructivos en una acción conjunta e integradora ha permitido una visión amplia y coherente del tema de la Arquitectura en Tierra que ha facilitado la sensatez de las propuestas de la Fundación.
- La independencia económica durante esta fase de trabajo decantó en la consolidación de un grupo de trabajo sólido y comprometido que como institución asume posturas claras sustentadas en experiencia y trabajo.

8. Recomendaciones

Para asumir la tierra como material de construcción y sus sistemas constructivos como alternativas válidas y con proyección, es imperativa la incursión de ellos en los mercados formales de la construcción. Para que esto se de es necesario:

- Valorar y re-apropiar los oficios constructivos tradicionales
- Formación de profesionales
- Formación de técnicos
- Creación de empresas
- Proyectos de buena factura técnica y estética en todo contexto y para cualquier presupuesto económico.
- Creación de un discurso vanguardista sustentado en experiencias e investigación en donde se exponga a la tierra no como el material de las edificaciones de antaño dignas de ser conservadas sino más bien como un material con múltiples posibilidades contemporáneas.

Currículos:

José Raúl Moreno Cárdenas.

Maestro en Bellas Artes de Ecole D'Arts Decoratifs de Strasbourg – France (1989) con especialización en Cerámica de Escuela de Artes Decorativas de Limoges- Francia (1991), estudios de construcción con tierra y bloques de tierra estabilizada en CRAterre - Francia (1994) y Master en Gestión Cultural de la Universitat de Girona Girona – España 2004 - 2005. Actualmente, Presidente de la Fundación

Jesús Antonio Moreno Cárdenas

Universidad Gran Colombia 1985 Bogotá. Profesor Universitario, Arquitecto Investigador Arquitectura en Tierra. Socio Fundador y Vicepresidente Fundación Tierra Viva.

Santiago Rivero Bolaños

Ingeniero civil egresado de la Universidad Industrial de Santander (Bucaramanga – Colombia) en 1999. Msc. Arquitectura de Tierra de L'Ecole d'Architecture de Grenoble – CRATerre, Francia. Actualmente, Director Ejecutivo de la Fundación y responsable del grupo de Materiales, Sistemas y Estructuras del Centro de la Tierra.

EXPERIENCIA DE FUNDACIÓN TIERRA VIVA COMO PROCESO PARA LA ACEPTACIÓN DE LA TAPIA PISADA EN COLOMBIA



Figura 1. Casa Pinto. Barichara. 2001



Figura 2. Talleres de formación



Figura 3. Prototipo de Vivienda de Interés Cultural – VIC - . Barichara 2005



Figura 4. Restaurante UNAC. Medellín. 2005

A FORMAÇÃO DE MÃO DE OBRA E O ENSINO DA ARQUITETURA DE TERRA NO BRASIL, OPORTUNIDADES E DIFICULDADES

*** Prof. Dr. Marco Antonio Penido de Rezende**
Escola de Arquitetura – Universidade Federal de Minas Gerais
Membro do Projeto de Investigação XIV.6 – PROTERRA
Rua Paraíba, 697 – Funcionários – Belo Horizonte – MG – Brasil - Telefone: 55 31 32691823
Fax: 55 31 3269 1822 - mapere.arq@ufmg.gov.br

*** Arquiteto, Conservador, M.Sc. Raymundo Rodrigues Fº**
Oikos Arquitetura – Ecologia do Habitat
Colaborador do Terra Project
Membro do Projeto de Investigação XIV.6 – PROTERRA
Rua do Rosário, 642 – Resende – RJ – Brasil – 27511- 292 - Telefax: 55 24 33547470
oikosarquitetura@globo.com - http://groups.msn.com/OIKOSEcoArquitetura

Tema 4: Investigação, Ensino e Formação/capacitação/transferência
Palavras-Chave: Tradição, Universidades e Arquitetura Terra, Ensino Arquitetura Terra, Ameaças, Formação.

Resumo
A maioria das edificações históricas existentes no Brasil construídas entre os séculos XVII e XIX é em arquitetura de terra, onde predominam o pau-a-pique, adobe e taipa de pilão. Não obstante a riqueza desse patrimônio, construções espontâneas localizadas na periferia das cidades, e na zona rural, também são utilizadas as mesmas técnicas.
Se por um lado, na maioria das ações de conservação e restauro essa tradição é desconsiderada, por outro, nas novas construções o uso de materiais convencionais e de altos impactos predominam. Assim, as técnicas em terra crua são substituídas por "novos materiais", desconsiderando as recomendações expressas nas Cartas Patrimoniais, e as arquiteturas espontâneas, urbanas e rurais, que, apesar da simplicidade, mantém todas as características térmicas e ambientais da terra crua é estigmatizada como "arquitetura de pobre" pelo fato de não ser construída com modernos materiais.
No nosso entendimento, tais atitudes contaminaram a sociedade contra a valorização e o uso da arquitetura de terra, gerando a perda gradativa desse conhecimento milenar, em detrimento de preconceito, gerado direta e indiretamente pelos monopólios de determinados materiais usados na construção.
Na tentativa de reverter esse quadro, temos desenvolvido formas de sensibilizar usuários e capacitar, pedreiros, arquitetos, engenheiros e principalmente estudantes. São oferecidos cursos, em vários níveis, onde os interessados têm a oportunidade de conhecer as técnicas e procedimentos de identificação e utilização do solo, visando ações de conservação, restauro e novas construções.
A Escola de Arquitetura da UFMG tem sido um dos palcos dessas atividades, incorporando nos currículos dos cursos oferecidos em nível de graduação e pós-graduação esse conhecimento. Também solicitamos a inclusão dessa instituição no Consórcio Terra, na perspectiva da obtenção de apoio técnico cientifico, na formação de consciência critica no manejo das técnicas em arquitetura de terra. Este trabalho apresenta e faz um balanço crítico dessas propostas.

1. Introdução

As idéias expressas nos documentos internacionais a respeito da manutenção da herança deixada pelas gerações anteriores, tem sido de extrema importância. A atualidade das Cartas Patrimoniais reside no fato de servirem de referencia para ações de instituições e profissionais, que devem resultar em intervenções apropriadas no imenso acervo do patrimônio cultural a nível mundial.
No Brasil, nos cursos de formação de especialistas em conservação e restauro os temas da conservação preventiva e da mínima intervenção estão presentes. Percebe-

se um desejo de algumas instituições de ensino em formarem profissionais capacitados para exercerem suas atividades, levando em conta o imenso arcabouço conceitual disponível. Paradoxalmente, os cursos de formação profissional não contemplam o conhecimento especifico, e na profundidade necessária, das técnicas em terra crua, como o pau-a-pique, o adobe e a taipa de pilão, predominantes no Brasil, na arquitetura colonial, barroca e em boa parte da neoclássica.

Por outro lado, as instituições de preservação do patrimônio cultural, em todas as esferas de poder, estão distantes dessa formulação fundamental. O resultado do descompasso frente à realidade do patrimônio cultural é imensurável, passa pela ausência de políticas adequadas no tratamento conceitual, bem como na indefinição de diretrizes relacionadas às intervenções em estruturas históricas. O que se observa são tentativas isoladas de técnicos dessas instituições, que tentam romper essas barreiras através de formulações e esforços pessoais, que infelizmente não tem a ressonância necessária para reverter o processo de perdas, gerado, em grande parte, pelo abandono e intervenções equivocadas.

O uso de materiais e tecnologias modernas, apesar de aceitáveis, devem ter suas eficácias exaustivamente testadas e comprovadas. Segundo Santos (2001), “a humanidade se apropriou de sistemas e técnicas necessárias à sua reprodução e para a garantia de uma vida digna, porém o capitalismo, ao fomentar produções em grande escala, pulverizando as soluções originais, adota modelos únicos, impondo um mesmo padrão técnico e tecnológico para toda a população do planeta, sem considerar as diversidades sociais, culturais e climáticas”. Assim, conceitos como o conhecimento do objeto, na perspectiva do respeito de sua história e dos materiais originais são fundamentais, bem como a defesa da prática da conservação preventiva e da mínima intervenção.

No caso da arquitetura de terra, a manutenção do uso dos materiais originais tem sido comprometida pelo abandono generalizado do manejo destas técnicas. Assim temos presenciado de forma sistemática em intervenções de restauro a substituição de estruturas em terra crua por materiais convencionais, levando-nos a questionar a validade dessas intervenções, que não consideram as recomendações expressas nas cartas internacionais. Sabemos que para a transformação dessa realidade serão necessárias ações em vários campos: as publicações têm o papel de sensibilizar a massa critica, que por sua vez poderá vir exercer alguma influência na formulação de ações adequadas por parte das instituições de preservação. Outra maneira é a iniciativa de formar profissionais na área de conservação e restauro, dando ênfase à arquitetura de terra, que é o foco dessa comunicação, fruto da fusão de interesses profissional e institucional em difundir esse conhecimento milenar.

2. Oportunidades, Dificuldades e Resultados

É imenso o patrimônio arquitetônico existente no Brasil, são monumentos civis e religiosos datados desde o final do século XVI, com exceção do litoral onde predomina o uso da pedra, grande parte das construções são em terra crua predominando as técnicas do pau-a-pique, do adobe e da taipa de pilão. O estado de Minas Gerais abriga um dos maiores e mais importantes acervos do país, tendo três cidades inscritas na Lista do Patrimônio Mundial da UNESCO: Congonhas, Diamantina e Ouro Preto, cidades ricas em bens integrados (móveis) bem como considerável acervo arquitetônico. Em algumas dessas cidades foram inventariados os centros históricos, evidenciando que o estado de conservação de suas construções e monumentos exigem cuidados especiais, em função da fragilidade original das construções em terra, mas principalmente pela ausência de ações de conservação, sobretudo de caráter preventivo. Esse é parte do dilema que diz respeito à proteção do patrimônio cultural em nosso país, onde a ausência de profissionais especializados em número suficiente para atender a demanda, aliado à falta de formação específica no manejo das técnicas em terra crua criou uma situação crítica.

A leitura dessa situação levou a estruturação de cursos rápidos, onde os profissionais pudessem obter conhecimentos gerais a respeito das técnicas mais usadas no Brasil, bem como alguns aspectos de seu manejo. Na verdade a criação de oficinas práticas em arquitetura de terra não constitui novidade, e já existe um bom número de oficinas realizadas. Além de uma sistematização e leitura deste conhecimento, a novidade das oficinas propostas constituía no enfoque específico na restauração e a sua institucionalização em uma das mais tradicionais escolas de arquitetura do país: a Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais – EA-UFMG, localizada em Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil. Por meio do Departamento de Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo, e sensibilizada com a condição do patrimônio cultural no estado de Minas Gerais no geral, e com o específico abandono das construções em terra crua, a EA_UFMG decide apoiar e fomentar a partir do ano de 2004 cursos de formação com ênfase em conservação e restauro no manejo das técnicas em arquitetura de terra. A perspectiva da direção da EA-UFMG extrapola o fato de oferecer cursos nesta área, o desejo é que essa instituição possa, com apoio de outros programas, ser um centro de referencia no Brasil que forme pesquisadores e profissionais interessados no tema da arquitetura de terra.

O primeiro curso ocorreu no ano de 2004, reunindo estudantes de arquitetura, profissionais e professores num total de 36 participantes, sendo que a maioria com pouca ou nenhuma experiência no manejo da arquitetura de terra. Por se tratar de atividades essencialmente práticas, trabalharam-se os temas de identificação e análise dos solos, e as técnicas mais recorrentes, levantamento de paredes e argamassas. Tendo em vista que intervenções de conservação e restauro, na maioria dos casos, exigem intervenções interdisciplinares, as atividades práticas e os exercícios eram executados em grupos, sempre acompanhados de demonstrações e avaliações das tarefas.

A atividade de 2005 teve características de um curso avançado, foi feita divulgação a nível nacional, tendo participação de profissionais de vários outros estados, sendo a maioria deles envolvidos com ações de conservação e restauro, em empresas particulares, escolas de arquitetura e em instituições responsáveis pela proteção do patrimônio cultural. Foi dada ênfase a questões conceituais como discussões em torno dos documentos internacionais, análises de valores, de condições e contexto, patologias, respostas e metodologia baseada na árvore de problemas-soluções. Além da carga teórico-conceitual foram ministradas aulas práticas relacionadas com o manejo das técnicas e aula demonstrativa tratando do tema da universalidade da arquitetura de terra.

A base conceitual das oficinas que associam a teoria ao fazer, permite um aprendizado rápido e efetivo. Ao final dos cursos foram preenchidos fichas de avaliação que demonstraram grande satisfação dos alunos com o resultado das oficinas. Esta metodologia do “aprender fazendo” teve, portanto o seu resultado mais uma vez referendado.

Embora não tenha sido questionado pelos alunos, um desafio que tem se colocado para a equipe do ponto de vista da diminuição de custos e operacionalização dos cursos é a divisão dos cursos em duas etapas devido à necessidade do adobe e das paredes de pau-a-pique secarem. Uma solução seria - sem desconsiderar a importância dos alunos utilizarem o adobe que eles mesmos produziram - a possibilidade de oficinas seqüenciais onde cada turma produziria adobes e paredes de pau a pique para as turmas subseqüentes.

Por outro lado, é importante ressaltar, que a introdução das Oficinas em Arquitetura de Terra na EA-UFMG não significou somente um momento de aprendizagem quando da realização das mesmas. A permanência das paredes executadas nas oficinas na Escola marcou para todos que transitavam no pátio a existência de um novo tempo e um novo ensino. A existência da parede demonstrando as técnicas mais tradicionais de arquitetura de terra no país, quais sejam, taipa de pilão, adobe e pau a pique, permitiram uma mudança didática nas disciplinas que tratam da restauração e

conservação das construções. Também na disciplina de Técnicas e Materiais Construtivos a parede foi utilizada como exemplo. Os alunos passaram a ter um modelo real exemplificando as diversas técnicas construtivas tradicionais. Desta forma o ensino se tornou muito mais real e dinâmico. Ao mesmo tempo alguns dos alunos que freqüentaram as oficinas atuaram como verdadeiros multiplicadores ajudando a divulgar as possibilidades da construção em arquitetura de terra. Docentes que participaram das oficinas também começaram a exercer o mesmo papel.

Conclusões

Na década de 80, era chamada a atenção para as perdas do patrimônio edificado em terra crua a nível mundial, reflexo do descaso institucional e da ausência de especialistas capacitados em número suficiente para atender a enorme demanda. Também era preocupante a escalada do uso de materiais convencionais, sobretudo aqueles que causam alto impacto na extração de suas matérias primas degradando o meio ambiente, comprometendo a perspectiva de sustentabilidade. De maneira geral podemos afirmar que esse quadro está em processo de reversão.
O surgimento do Proyecto Arquitectura de Tierra – PAT, criado pelo CRATERRE, Getty Institute e ICCROM, que hoje se denomina Consorcio Terra vem formando especialistas de vários paises, no manejo de sítios históricos, arqueológicos e monumentos construídos em arquitetura de terra, e ao mesmo tempo inspirando e apoiando instituições de ensino e pesquisa a reproduzirem ações semelhantes em vários níveis.
O PROTERRA em quatro anos de existência passou a ser uma referência internacional no que diz respeito a pesquisas, e, sobretudo na transferência de tecnologia relacionada à produção da arquitetura de terra nos países ibero-americanos, também tem apoiado e promovido seminários, “talleres”, e editado publicações que tem servido de difusão e apoio aos profissionais interessados nesse tema.
A proposição de cursos regulares no Brasil sob o tema da arquitetura de terra é uma questão de tempo, ao menos podemos ter a certeza da impossibilidade de reverter os espaços já conquistados, em função do esforço institucional no sentido de formar profissionais e a ressonância gerada por essas experiências.
Pensando em estruturas futuras visando à formação profissional, imaginamos que as mesmas deverão abordar aspectos teóricos e práticos, na perspectiva da integração das disciplinas da conservação e da arquitetura de terra, e com o objetivo de promover:

- enfoque cientifico, metodológico e interdisciplinar para o estudo, a conservação e o manejo do patrimônio histórico construído com terra;
- sensibilização profissional e institucional sobre o estudo, a conservação e o manejo do patrimônio histórico construído com terra;
- formação de capacitadores;
- desenvolvimento de ações continuas na conservação e no manejo do patrimônio histórico de terra na região;

A formação de profissionais qualificados é um dos aspectos fundamentais para a manutenção do acervo histórico e cultural existente, juntamente com a adoção de critérios baseados nas recomendações internacionais, visando regulamentar e orientar futuras intervenções.
Dessa maneira, a médio e longo prazo, tais ações estarão contribuindo para a implementação de políticas públicas apropriadas voltadas a conservação do patrimônio arquitetônico edificado em terra crua.
De modo mais específico às oficinas de arquitetura de terra se revelaram um instrumento de grande valor para aprendizagem das técnicas de construção e restauração em arquitetura de terra.

A inserção institucional das oficinas significou uma grande melhoria na qualidade do Curso de Arquitetura e Urbanismo em geral e em particular nas áreas de construções sustentáveis e edificações históricas. Portanto uma das conclusões de impacto deste trabalho é a recomendação de que a prática das oficinas em arquitetura de terra seja incorporada em todos os currículos de graduação das escolas de arquitetura e urbanismo. Esta inclusão pode se dar inicialmente de maneira informal com participação de professores convidados. Entretanto o ideal é que o ensino de arquitetura de terra se incorpore de maneira usual e corrente dentro do conteúdo curricular das diversas disciplinas. Para que isso ocorra é necessária não só a sensibilização, como a formação do corpo docente.

De acordo com a experiência desenvolvida na EA-UFMG foi elaborada uma metodologia que começa com a sensibilização dos dirigentes e corpo docente e vai até a introdução da arquitetura de terra no currículo formal das Universidades. Evidentemente trata-se de uma primeira idéia a ser melhorada com a prática e introdução em uma quantidade de cursos que se espera seja cada vez maior. A seguir são apresentadas as suas principais etapas.

As principais etapas para uma “metodologia para introdução do conhecimento em arquitetura de terra em cursos de graduação em arquitetura e urbanismo” seriam:

1) Visitas e demonstração aos dirigentes e professores das escolas de arquitetura da importância e ganho de qualidade para os alunos com a introdução das oficinas em arquitetura de terra
2) Realização de oficinas extracurriculares onde se busca a participação também do corpo docente
3) Incorporação das oficinas na estrutura curricular das escolas (em disciplinas optativas ou nas disciplinas de técnicas construtivas e restauração) com participação de professores convidados
4) Realização do ensino de arquitetura de terra nas disciplinas de técnicas e materiais de construção e restauração pelo corpo docente local que adquiriu ao longo das oficinas anteriores o conhecimento necessário para tal.

Referências Bibliográficas

- AVRAMI, Erica. & R.Mason – "Binder" do II Curso Pan-Americano sobre a Conservação e o Manejo do Patrimônio Arquitetônico, Histórico Arqueológico de Terra PAT99.
- SANTOS, Milton. Silveira, Maria L. O Brasil, Território e sociedade no inicio do século XXI. 1ª edição São Paulo/Rio de Janeiro: Editora Record, 2001.
- UNESCO. Proteção do Patrimônio Cultural da Humanidade: Sítios e Monumentos. Paris. 1970.

Notas:

Marco Antonio Penido de Rezende, Doutor (USP), professor de Técnicas Retrospectivas, Chefe Dept. Tecnologia da Escola de Arquitetura da UFMG, Brasil. Pesquisador em Conservação Restauro em Arquitetura de Terra (artigos publicados e financiamentos de órgãos fomento 'a pesquisa brasileiros)

Raymundo Rodrigues Fº, Consultor de instituições, governos e empresas há mais de 15 anos trabalhando em ações de conservação restauro, e capacitação de mão de obra nas técnicas em terra crua. Autor de diversos artigos sobre o tema da arquitetura de terra. Coordenador Técnico de Oikos Arquitetura – Ecologia do Habitat.









ARQUITECTURA DE TERRA NO PERÍODO DOS DESCOBRIMENTOS: AS CONSTRUÇÕES MILITARES

Goreti Sousa
ESG/Escola Superior Gallaecia
CICRA/Centro de Investigação de Construção Rural e Ambiente
Largo das Oliveiras, 4920-275 Vila Nova de Cerveira, Portugal
Tel.: +351 251 794054; Fax: +351 251 794055; E-mail: goreti.sousa@sapo.pt

Tema 4

Palavras-chave: Património; Terra; História; Descobrimentos

Resumo

Quando os portugueses iniciaram a construção do seu Império levaram consigo para os outros continentes muito traços da cultura europeia. Na ânsia de proteger os territórios sobre os quais estendiam a sua soberania, os portugueses necessitaram de construir de forma quase imediata fortificações. Enquadrada num contexto cultural, político e mesmo geográfico marcado pela diversidade, estas construções apresentam-se, também elas distintas consoante as regiões onde foram construídas. Em comum parece haver sempre duas exigências: rapidez de construções e solidez.
Através da análise das fontes documentais surge, de forma clara, a evidência de que a utilização da terra como material de construção nas edificações de cariz militar foi um prática corrente neste período. Os indícios apontam também para uma utilização disseminada deste material, desde o Norte de África ao Extremo Oriente.
Podemos ainda encontrar nas mesmas fontes referências à utilização de distintas técnicas de construção com terra que eram aplicadas durante o período em análise.
O objectivo deste artigo é o de fazer um balanço das ideias chave acerca da utilização da terra na construção militar do período dos descobrimentos e, ao mesmo tempo, reavivar algumas questões ainda em aberto e que poderão vir a constituir interessantes linhas de pesquisa no domínio da investigação da evolução da Arquitectura de Terra.
Mas, antes de mais, este artigo constitui uma oportunidade de relembrar a riqueza de um património que tem sido sistematicamente esquecido, quer no âmbito da investigação, quer da conservação e divulgação.

> "O Império português beneficiava de múltiplas experiências e de desafios diversos onde surge com clareza a capacidade lusíada de receber influências, ganhar experiências, reter e aplicar as soluções mais engenhosas nas diferentes latitudes e entre povos de vários graus de civilização."(1)

1. Introdução

O tema que serve de objecto a esta reflexão - construção com terra no período dos Descobrimentos - encontra-se ainda numa fase incipiente dos trabalhos. As raras referências encontradas, ao longo da pesquisa bibliográfica que serviu de base a este texto, surgem considerações dispersas acerca de construções erigidas pelos portugueses, numa alusão genérica à *"utilização de materiais pobres*".

Por estas mesmas razões se considera ser de extrema utilidade alertar para a necessidade de abrir uma nova linha de pesquisa que tenha como objecto central as construções em terra erigidas pelos portugueses ao longo da etapa dos Descobrimentos. Este texto pretende, colocar na balança os dados reunidos até ao momento e tentar perceber quais as questões que, a partir deles, se pode vir a tentar aprofundar. Os dados disponíveis permitem algumas reflexões que se espera possam vir a contribuir de alguma forma para instigar o interesse por esta temática.

As construções militares constituem um ponto de partida lógico, já que as primeiras edificações erigidas pelos portugueses em todos os locais em que a sua presença se fez sentir foram sempre de natureza defensiva. Quando em inícios do século XV os portugueses dão inicio à sua política de expansão ultramarina, estão na realidade, no que toca às construções militares, a dar continuidade a uma tradição construtiva, a qual tentam adaptar a novos objectivos.

2. A construção militar no espaço ultramarino

Na hora de analisar as construções militares levantadas pelos portugueses no seu espaço ultramarino, convém sublinhar o carácter diversificado da presença portuguesa, em que a ocupação de determinado território obedecia a estratégias distintas consoante o contexto encontrado pelos portugueses e principalmente os objectivos que estes procuravam atingir com essa ocupação. Estas duas condicionantes foram decisivas na escolha dos materiais e das técnicas construtivas.

Apesar de constituir o ponto de partida da expansão territorial, a importância da presença portuguesa em África tem sido subestimada em face da extrema importância da presença na Ásia e aos imensos proventos comerciais que a coroa portuguesa conseguiu com o domínio das rotas do Oriente.

Investigações recentes têm ajudado a avaliar de forma clara a importância da presença em África, ao longo da fase inicial do expansionismo português, sobretudo ao longo dos séculos XV e XVI. Neste período a África teve um papel decisivo, não apenas como base de apoio para o avanço para oriente, mas enquanto território atractivo pelas possibilidades económicas intrínsecas, em especial o controle das rotas comerciais do Norte de África, até então dominadas pelos Muçulmanos e das fontes do ouro africano. A presença em Moçambique foi, deste ponto de vista, de extrema importância uma vez que aí se estabeleceu uma base a partir da qual controlam a rota do ouro que ligava a região aurífera do actual Zimbabwe, a Sofala e Quiloa, ao mesmo tempo que serve como ponto de apoio para a navegação no Indico.

Com o desenvolvimento da rota das especiarias, as atenções dos portugueses voltaram-se rapidamente da África para a Ásia, mantendo, no entanto, o interesse no comércio do ouro na costa oriental africana e no comércio de escravos que entretanto se desenvolvia na costa ocidental.

O principal objectivo da presença portuguesa na Ásia era estabelecer um rápido e eficaz controlo das rotas comerciais. Começaram por se apoderar de algumas praças de comércio que lhe garantiam o controle das principais rotas comercias, garantiu o controle da navegação no Índico. Assim, neste continente, a presença portuguesa não implicava um controle territorial efectivo, pelo que uma vez controlados esses pontos estratégicos, os portugueses enveredam por uma política de alianças com os chefes locais, muito mais favorável as seus interesses comerciais.

Pelo contrário, no Brasil a política de ocupação do território implicou uma ocupação intensiva dos territórios e uma presença mais forte, dando origem a uma política de conquista e à formação de um império territorial, situação que como já atrás foi descrita não ocorreu, nem em África, nem na Ásia, pelo menos nesta fase inicial.

Em todas estas regiões, independentemente da estratégia de ocupação adoptada e dos objectivos que através dela se pretendiam atingir, os portugueses não dispensaram a construção de fortalezas.

No Norte de África, a presença portuguesa traduziu-se na construção de enormes fortalezas, a partir das quais os portugueses asseguravam a navegação, da qual dependia todo o abastecimento das guarnições e a chegada de reforços em caso de perigo, como sendo o Castelo de Santa Cruz em Agadir (1505) ou o Castelo Real em Mogador (1506).

Também ao longo da costa, de forma a assegurar o controle das rotas comerciais, os portugueses empreenderam uma intensa actividade construtiva, espalhando uma quantidade significativa de fortes costeiros, a partir de onde defendiam os seus entrepostos comerciais, como por exemplo: Forte de Arguim (1445); Forte de São Jorge da Mina (1482); Forte de Axim (1503). No entanto, com excepção da construção do Forte de São Jorge da Mina, a construção de grandes estruturas defensivas na costa Ocidental de África foi bastante tardia. Predominaram aqui os pequenos fortes que serviram, mais tarde de modelo às feitorias fortificadas erguidas na América e sobretudo na Ásia.

Na Costa Oriental, constroem-se, na sequência da descoberta do Caminho Marítimo para a Índia, algumas fortalezas, das quais se podem destacar as de: Quiloa e Sofala ambas construídas por volta de 1505; Socotorá e Moçambique (1507); Mombaça (1509).

Quando os portugueses chegam ao seu tão ansiado objectivo - a Índia, não encontram aí nenhuma tradição de construção de fortificações defensivas. Por outro lado a Índia tinha já uma tradição milenar de construção em Terra (2). Mas o reforço dos interesses portugueses não podia dispensar essas construções, até porque aí foram encontrar uma forte resistência por parte dos Muçulmanos, que dominavam as rotas de comércio das especiarias.

A construção de fortalezas constituiu também um factor decisivo no domínio dos mares (3), ao mesmo tempo, estas fortalezas constituíam a principal infra-estrutura administrativa através da qual os portugueses se faziam representar. *"Cochim e Cananor eram as testas de ponte de um império virtual, mesmo que fosse apenas constituído por um fortim de madeira e alguns entrepostos de palhotas edificadas mas orlas marítimas…*" (4).

A par das obras que se revestem de interesse estratégico no controle das rotas comerciais, eram construídas outras em que o interesse era simplesmente de carácter político, relacionando-se com o controle de povoações menos importantes. O exemplo do forte de Cochim de Cima, é paradigmático, visto tratar-se de um pequeno baluarte estratégico para defesa dos portugueses, construído por Duarte Pacheco Pereira após uma vitória militar que logo deu lugar a uma fortaleza que foi mantida, mesmo após o seu interesse estratégico estar totalmente dissipado, uma vez que correspondia a um símbolo do poderio português.

Apesar de terem acrescentado uma nova função a estes locais, a de entreposto comercial, estas edificações apresentam ainda traços medievais bem marcados. No que concerne aos materiais usados na construção das edificações militares, observa-se, mais uma vez a significativa diversidade de situações, dependendo quer do contexto político ou geográfico em que se procedia à construção e dos objectivos que se pretendiam atingir.

O Norte de África, apresenta, no panorama da construção de fortificações, um aspecto verdadeiramente privilegiado. Ao contrário do que acontecia noutras posições portuguesas, eram trazidos arquitectos especializados e artífices experimentados para garantir a estabilidade das construções. No entanto, estes testemunhos que se recolhem no Norte de África, são certamente excepções, uma vez que na maior parte dos casos, a distancia dificultava a presença de arquitectos ou engenheiros especializados. Teriam que ser os próprios militares a projectar as fortificações, e muitas vezes a proceder à sua construção. Na carta de mercê a Diogo de Azambuja, alcaide da Vila de Monsaraz, refere-se explicitamente os feitos prestados por este *"…assi nas guerras passadas como no fazimento do catello nosso de Sam Jorge que he nas partes de guinee."* (5)

Não será, pois, de estranhar que estas construções sejam sempre inspiradas nas fortificações com que estes militares estavam familiarizados em Portugal. Na descrição dos fortins de Cananor e Cochim, refere-se explicitamente que foram construídos "*… segundo os modelos dos castelos das ordens militares de Portugal"* (6)*,* podemos encontrar nesta constatação um indicio da

utilização da terra nas construções militares, uma vez que, no Sul do País, onde foi mais intensa a presença das ordens militares, as construções militares eram, pelo menos desde o período de dominação Almoada, total ou parcialmente construídas em terra.

Estes empregavam *"...uma tecnologia bastante simples, com a utilização de dois elementos pré-fabricados em madeira – taipais ou enxaiméis..."* (7) que serviam de cofragem para a construção de fortalezas em Taipa Militar. Este modelo, surge neste contexto, como um recurso sistemático, uma vez que *"este sistema construtivo apresentava vantagens consideráveis em relação ao processo de utilização de alvenarias de pedra tradicional, pois era mais rápido, com o recurso a escassos meios técnicos e materiais, apresentando, no entanto, maior resistência defensiva."* (8)

Tal como sublinha André Bazzana, seria comum na Peninsula Ibérica, durante a dominação islâmica, *"…l`emploi d`un coffrage réutilisable, que l`on déplace, banchée après banchée pour édifier le mur, implique par sa réutilisation permanente – pour la même construction, mais aussi pour des constructions voisines – une assez grande régularité des épaisseurs, des longueurs de caissons et des hauteurs des banchées."* (9)

António Dias Farinha (10) encontra referências à prática de utilização no Norte de África, de peças pré-fabricadas, sendo necessário apenas montá-las no respectivo lugar. Segundo o mesmo autor, na região de Aguz mantém-se viva a lenda de que os portugueses teriam construído numa só noite uma pequena fortaleza (Soeira Quedima). Relato coerente com a construção em Taipa Militar acima descrita.

Na Índia a utilização da terra como material aplicável às construções militares parece ter sido igualmente uma realidade. Sabemos, por exemplo, que *"... a cidadela de Sant`Ângelo de Cananor foi edificada em poucos dias e a de Cochim reconstruída, ambas de laterite e basalto"* (11). Surge, assim, mais uma vez, a terra como material de construção, no entanto difere do exemplo citado anteriormente uma vez que aqui se utiliza a laterite e não a taipa militar.

Segundo Sumita Sinha, a laterite fazia parte da construção tradicional na India, onde *"The lack of building stone has meant using laterite in places where conventionally stone would have been used."* (12) O mesmo autor explica as características deste material e processo construtivo daí inerente. *"Laterite is soft when newly quarried and so it can be fashioned into blocks.(…) As these blocks are exposed to the air, They harden into a stone-like hardness, forming iron oxide and turning into its characteristic rust colour."* (13)

3. Conclusões

A presença dos portugueses em diferentes latitudes do seu Império Marítimo, com de distintas estratégias de exploração e de consolidação do seu domínio, traduziu-se numa prática arquitectónica rica e diversificada, no que respeita a formas, técnicas e materiais, que contribuiu de forma decisiva para as características das construções militares deste período.

Os objectivos de tais construções variavam também de forma significativa, como já foi visto anteriormente, podendo ir desde a defesa efectiva de determinada posição, à função de entreposto comercial, até uma função meramente simbólica. Facto que teve certamente reflexos nos materiais e nas técnicas utilizadas na sua construção.

São frequentes as notícias de construção de pequenas estruturas defensivas, com uma urgência que não permitia a espera por materiais ou por mão-de-obra especializada. Logo seria de esperar que, em alternativa lançassem mão dos materiais disponíveis na região. Infelizmente não se chega muitas vezes a conseguir determinar que materiais seriam esses. A madeira estava presente de forma sistemática, mas existem também notícias da utilização da terra.

Estas construções iniciais, com materiais considerados pobres, não garantiam a defesa dos interesses portugueses, pelo que muitas vezes estas fortificações primitivas foram sendo substituídas por construções em materiais considerados mais resistentes. Acrescentando mais uma dificuldade ao estudo da construção militar com terra na época dos descobrimentos.

Da análise das fontes disponíveis a utilização da terra como material de construção parece facto assente, seria porém uma imprudência, num estádio tão precoce das investigações tentar avaliar a verdadeira importância deste material de construção, uma vez que esta questão, embora possa parecer simples, se reveste de sérias dificuldades.

No entanto, no que concerne às razões que impuseram a utilização da terra, num período em que em Portugal essa prática estaria a ser substituída por novas tipologias de construção militar, podem-se formular várias hipóteses que poderiam justificar esta escolha:

- A urgência e logo, a necessidade de rapidez na construção. Factores que se prevê terem estado também na origem da utilização da Taipa Militar no Sul de Portugal, durante o domínio Almoada.
- Em muitas das regiões onde os portugueses construíram as suas fortificações a pedra era um material escasso. Pelo que a dificuldade em a conseguir poderia levar à utilização de materiais disponíveis localmente.
- Nestas mesmas regiões a mão-de-obra local não estaria apta a auxiliar na construção de edificações em pedra, das quais não conheciam as técnicas. Pelo que a necessidade de mão-de-obra pode também ter, eventualmente, determinado a escolha de técnicas e materiais familiares na região.
- Existem indícios que, devido precisamente à falta de mão-de-obra especializada eram, na maior parte dos casos, os próprios militares a erguer as construções defensivas. Seria então, necessário utilizar um processo construtivo que dispensasse a presença dessa mão-de-obra especializada. Desta forma a utilização da taipa seria certamente um recurso generalizado, uma vez que, como nos explica André Bazzana a taipa militar não exige a presença de mão-de-obra especializada, dispensando mesmo a presença de mão-de-obra semi-especializada. (14)
- A diversidade de objectivos que estiveram na origem das construções em causa pode também ter determinado a escolha de materiais. Em casos em que a construção obedecia a um interesse estratégico a longo prazo, seria certamente mais forte a tentação de construção de grandes estruturas em pedra, do que em casos em que os objectivos estratégicos eram de segunda ordem, ou conjunturais. Podendo neste caso optar-se por construções com materiais tidos como mais pobres.

Ora parece-nos ser esta a linha de investigação que a médio prazo poderá revelar-se mais produtiva. É seguramente nestas pequenas edificações que se pode aspirar a encontrar os melhores indícios de construção em terra levada a cabo pelos portugueses no período dos descobrimentos, uma vez que a rápida dissolução dos interesses estratégicos a que obedeciam não deixou muitas vezes tempo para que essas fortificações fossem substituídas por outras em pedra.

Todas as hipóteses atrás referidas nos parecem de momento válidas; como válidas serão muitas outras que se possam levantar à luz do avanço das pesquisas sobre esta temática. Por outro lado, a validade de uma destas explicações não tem necessariamente que excluir as outras, muito pelo contrário, será mesmo de prever que a explicação esteja na conjugação de várias destas hipóteses.

Por fim resta apenas sublinhar uma ideia que parece ressaltar de forma inequívoca destas reflexões, a diversidade de conjunturas, geográficas, políticas e económicas que caracterizam o império ultramarino português, impede a adopção de uma explicação genérica e global, pelo que um estudo integrado das técnicas de construção em terra utilizadas pelos portugueses no período dos Descobrimentos terá necessariamente de passar por um projecto que englobe estudos de carácter regional sem os quais não se pode traçar uma imagem global desta temática.

Não era evidentemente esse o objectivo deste trabalho, até porque um projecto tão ambicioso só poderá ser levado a bom porto com a criação de um grupo de trabalho internacional. O trabalho que agora se apresenta pretende apenas divulgar reflexões, que se espera possam transformar-se num ponto de partida para futuros estudos, lançando algumas pistas que se esperam possam vir a ser de utilidade para o desenvolvimento de um tema de investigação onde muito está ainda por fazer.

Bibliografia

- ALBUQUERQUE, Luís; SANTOS, Maria Emília Madeira [1993]: "Portugalliae Monumenta Africana", Vol.I, INCM, [Lisboa], Portugal.
- ARNOLD, David (1994): "A época dos Descobrimentos", 2.ª Edição, Gradiva, Lisboa, Portugal.
- BASU, Subhas Chandra (1993): "Traditional mud construction in India ; A historical Perpspective", em *7.ª Conferência Internacional sobe o estudo e Conservação da Arquitectura de Terra*, DGEMN, Lisboa, Portugal.
- BAZZANA, André (1993): "La construction en terre dans Al-Andalus : Le Tabiya", em *7.ª Conferência Internacional sobe o estudo e Conservação da Arquitectura de Terra*, DGEMN, Lisboa, Portugal,
- BOUCHON, Geneviève (1998): "Vasco da Gama" em Col. *Da História,* n.º 3, Ed. Terramar, Lisboa, Portugal.
- CATARINO, Helena (1997): "Castelos Muçulmanos do Algarve", em *Noventa séculos entre a serra e o mar,* IPPAR, Lisboa, Portugal.
- CHAGAS, José António Amaral Trindade (1995): "O Castelo de Alcácer do Sal e a utilização da Taipa Militar durante o domínio Almóada", *Dissertação de Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico*, Universidade de Évora, Évora, Portugal.
- CORREIA, José Manuel [s.d.]: "Os portugueses no Malabar, 1498-1580", C.N.C.D.P. / I.N.C.M., Lisboa, Portugal,
- FARINHA, António Dias (1989): "Características da presença portuguesa em Marrocos", em *Portugal no Mundo,* Vol. I, Publicações Alfa, Lisboa, Portugal.
- FLEXOR, Maria Helena Ochi (1995): "Núcleos urbanos planeados do século XVIII e a estratégia de civilização dos índios do Brasil", em *Cultura Portuguesa na Terra de Santa Cruz,* Colecção *Histórias de Portugal*, n.º 14, Editorial Estampa, Lisboa, Portugal.
- MONTEIRO, João Gouveia (1999): "Os Castelos portugueses dos finais da Idade Média: presença, perfil, conservação, vigilância e comando", Edições Colibri /FLL, Lisboa, Portugal.
- NUNES, António Lopes Pires (1988): "O Castelo Estratégico Português e a Estratégia do Castelo em Portugal", Lisboa, Portugal.
- SINHA, Sumita (1993): "Lessons from History – Study of the use of earth in houses and Temples of Bishnupur", em *7.ª Conferência Internacional sobe o estudo e Conservação da Arquitectura de Terra,* DGEMN, Lisboa, Portugal.

Notas

(1) *In* FARINHA (1989), p. 118.

(2) *In* BASU (1993), p.171-173.

(3) Fortaleza de Cochim (1503); Cananor (1505-1508); Calecut (c. 1513).

(4) *In* BOUCHON (1998), p. 238.

(5) Citado a partir de ALBUQUERQUE; SANTOS [1993], p.341.

(6) *In* BOUCHON (1998), p.242.

(7) *In* CHAGAS (1995), p.134.

(8) *In* CHAGAS (1995), p.71.

(9) *In* BAZZANA (1993), p.79-80.

(10) *In* FARINHA, António Dias: *Características da presença portuguesa em Marrocos*, p.118.

(11) *In* BOUCHON (1998), p.242.

(12) *In* SINHA (1993), p. 84-85.

(13) SINHA, Sumita (1993), p. 85.

(14) *In* BAZZANA (1993), p.80.

Autora

Licenciada em História pela FLUP, encontra-se a realizar Doutoramento no Departamento de História I da Universidade de Santiago de Compostela. Desde 1998 trabalha na ESG/ Escola Superior Gallaecia e a desde 2003 integra o *Centro de Investigacíon Arqueoloxia e Ecoloxia do Fenómeno Megalítico Galego*, como Colaboradora.

PROPOSTA DE PADRONIZAÇÃO DE ENSAIOS PARA AVALIAÇÃO DE SOLOS UTILIZADOS EM CONSTRUÇÕES

Enga Civil Lia Lorena Pimentel*, Enga Civil Miriam Zatta

Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Pontifícia Universidade Católica – Campinas lialp@puc-campinas.edu.br, (55xx19) 34339377
Professora – Faculdade de Engenharia Civil - Pontifícia Universidade Católica – Campinas
zatta@puc-campinas.edu.br

Tema 4: Investigação, ensino, capacitação e transferência de tecnologia.
Palavras-chave: Normatização, Caracterização do solo, Ensaios.

Resumo
A falta de normatização para avaliação do solo como matéria-prima para construção, dificulta a comunicação e comparação de resultados obtidos entre pesquisadores e construtores com terra em diversos paises. É de fundamental importância buscar a padronização de alguns métodos de ensaio de avaliação deste material visando à transferência de tecnologia e capacitação de corpo técnico.
Este comunicado tem por objetivo propor a padronização de alguns ensaios de identificação visual e tátil do solo para avaliação deste material quando da sua utilização em edificações com técnicas construtivas utilizando terra.
Os ensaios de campo, para identificação visual e táctil do solo, proporcionam informações valiosas. Sabendo-se avaliar os resultados destes ensaios, conhecendo-se a técnica construtiva a ser utilizada e a jazida que fornecerá o solo para a empreitada, pode-se definir a necessidade ou não de ensaios de laboratório mais específicos e precisos.
Foram analisados os procedimentos de identificação visual e tátil do solo executados em diversas faculdades e institutos, destes foram escolhidos os que apresentaram maior facilidade de execução no campo e visualização da característica do solo. Os procedimentos de ensaio escolhidos são apresentados detalhadamente de forma didática.

1. Introdução

Antigamente o solo formava a base da engenharia prática e era tecnicamente segura. Atualmente é considerado um material de construção alternativo, restrito à construções de baixo custo e lembrado pela sua qualidade ambiental.
Verifica-se hoje em dia um impulso do desenvolvimento das pesquisas científicas em diferentes centros ligados a este material, que buscam o aperfeiçoamento e a difusão do conhecimento construtivo contemporâneo com o material terra.
Diversas são as instituições de ensino (IEs) que promovem a difusão de algumas técnicas construtivas com terra, principalmente as faculdades de Arquitetura. Este processo de divulgação das técnicas construtivas, inicia-se com a avaliação do solo. Esta análise, das propriedades de cada matéria prima usada é essencial para a segurança total da construção.
Os métodos de construção com terra são numerosos e tem uma infinidade de variantes conforme a cultura dos lugares onde foram desenvolvidos, que podem ser classificados em três sistemas construtivos principais:
Alvenaria: Adobe, Blocos de terra comprimida;
Monolítico: Terra empilhada, taipa de pilão, modelado direto;
Estrutura preenchida: terra-palha, pau-a-pique.
As técnicas construtivas também são freqüentemente classificadas pelo estado hídrico do solo utilizado: estado sólido (blocos cortados), estado líquido (adobe, terra-palha), estado plástico (adobe, moldagem direta, estruturas preenchidas), estado seco (taipa de pilão, blocos comprimidos).
Considerando-se esta forma de classificação, pode-se observar que para os métodos que utilizam solo no estado liquido e no estado plástico a característica de plasticidade

é mais importante que para os métodos que utilizam solo no estado seco onde a umidade ótima, que permitirá o melhor adensamento, é a característica mais importante.
O solo é composto basicamente por dois tipos de material, o orgânico e o mineral. O material orgânico é formado por microorganismos que atuam na decomposição de plantas e organismos, e confere ao solo uma cor escura e um odor característico. Os minerais se dividem em dois grupos, os inertes como pedras, areia e silte e os ativos como a argila. As argilas são assim denominadas porque suas propriedades físico-químicas são alteradas quando em contato com a água. Tem diâmetro inferior a 0,002 mm e são responsáveis pelas principais reações dos solos, como a característica de coesão, além da baixa permeabilidade.
A identificação de um solo, através de testes rápidos e sem a utilização de equipamentos, é de grande importância, pois poderá ser realizada no campo e sem a necessidade das instalações de um laboratório.
Os ensaios de campo permitem uma análise previa do solo, para verificar a presença de argila, que com a prática é possível estimar sua quantidade no solo em questão.

2. Metodologia

Para avaliar a forma de classificação de cada ensaio trabalhou-se com três solos previamente classificados segundo metodologia padrão para sondagens e granulometria:
SOLO 1 – areia fina e média argilosa
SOLO 2 – silte argilo arenoso
SOLO 3 – argila arenosa pouco siltosa
Todos os solos foram secos e previamente destorroados.
Foram comparados os ensaios de identificação do solo em campo (e a forma de classificação proposta) utilizados em três IEs, além dos ensaios propostos no “Manual on Basic Principles of Earth Aplications”.

A tabela 1 apresenta os ensaios propostos em cada IE, os nomes dados a cada ensaio e sua forma de classificação.

A seguir são detalhados os métodos de execução de cada ensaio.
Teste do Odor: deve ser realizado no momento da extração do solo, para detectar a presença de matéria orgânica. Analisar o cheiro de mofo do solo em estado natural (ou seco). Depois umedecer ou aquecer o mesmo, com a finalidade de ampliar o odor.
Classificação Táctil e visual: Analisar a cor do material, presença de matéria estranha (raízes, conchas e matéria orgânica) e, se visível, sua composição mineralógica. Separar uma pequena quantidade do solo seco, destorroar e esmagar entre os dedos. Classificar quanto a sua textura como: áspero, pouco áspero ou farinha. Acrescentar água ao solo, até torná-lo uma pasta. Classificar a sensação de esfregá-lo entre os dedos como: escorregadia ou não escorregadia.
Teste do Brilho: Misturar uma quantidade de solo destorroado, com água e trabalhar por 2 minutos a massa para ativar as propriedades expansivas das argilas. Moldar uma bolinha de aproximadamente 2 cm de diâmetro, e cortar em duas partes com a faca. Observar o brilho na superfície do corte e classificar como: brilhante ou porosa.
Teste da Impregnação: Esfregar uma pasta de solo e água na palma da mão, e colocar sob água corrente. O material mais fino, como a argila impregna os poros da pele, dificultando sua remoção. Observar se o solo é facilmente retirado da mão. Classificar a facilidade com que o solo se desprende como: fácil, média ou difícil.

Tabela 1. Ensaios propostos.

Ensaio	IE 1	IE 2	IE 3	Manual
Odor/cor	NF	Indicação de M.O.cheiro ativo e cor escura	NF	Indicação de M.O.cheiro ativo
Tato (seco)	Areia – áspero Silte – leve/te áspero Argila – farinha	Areia – áspero Silte – leve/te áspero Argila - farinha	Areia – áspero Argila - pó	Areia – áspero Silte – leve/te áspero Argia – c/ torrões resistentes ao esmagamento
Tato (úmido)	Argila-escorregadio	Argila– escorregadio	Argila–escorregadio	Areia – s/ coesão Silte – coesão média Argila – plática, grudenta
“Lustre Test”	NF	NF	NF	Silte – opaco Argila- brilhante
“Impregnação”, “Lavar as mãos”	Areia – lava-se facilmente Silte – leve fricção Argila – fricção vigorosa	Areia – lava-se facilmente Silte – leve fricção Argila – fricção vigorosa	Solo fino – não é removido facilmente	Areia – lava-se facilmente Silte – leve fricção Argila – fricção vigorosa
“Dilatância”, “Retensão de água”, “Mobilidade intersticial da água”	Absorção de água rápida – solo grosso Lenta – argila	Solo forma fissura e camada de água é absorvida rapidamente–areia Reação lenta – solo fino	Areia fina – reação rápida Silte – reação lenta Argila s/ reação	Areia fina – reação rápida Silte – reação lenta Argila s/ reação
“Dispersão em água”, “Sedimentação simplificada”	Areia 0 a 15 seg Silte 15 a 60 seg Argila > 1 min	Areia 0 a 15 seg Silte 15 a 60 seg Argila > 1 min	Areia deposita rápida/te Argila turva a água e demora p/ sedimentar	Após 45 min, observa-se 3 camadas distintas, areia, silte e argila. Pode-se estimar a qtdade de cada parcela do solo.
Resistência do solo seco	Areia – baixa resistência Silte – média resistência Argila – alta resistência	Areia – baixa resistência Silte – média resistência Argila – alta resistência	Argila – resistente Silte e areia – não resistente	Areia – baixa resistência Silte – média resistência Argila – alta resistência
Desagregação do solo submerso	Silte – rápida Argila – lenta	Areia, silte – rápida Argila – lenta	NF*	NF
“Retração linear” “Shirink”	Alta retração – argila	NF	NF	Alta retração - argila
Plasticidade	NF	Plástica – argila Não plástica - areia	Moldável – argila Não moldável - areia	Fio rígido – alto teor argila Mediana/te rígido – baixo teor argila Fio frágil – alto teor areia ou silte

*NF – Não faz

Teste da Mobilidade da Água Intersticial: Faz-se uma mistura de solo e água, até obter a consistência de pasta. Colocar o material em forma de uma placa na palma da mão com dimensões aproximadas de 5 cm de largura e 1 cm de altura. Com a outra mão, provocar vibrações golpeando a mão que contem a amostra posicionada na forma de concha. Observar a capacidade de movimentação da água. Classificar a reação de aparecimento de uma superfície brilhante como: rápida, média ou lenta. A seguir, abre-se a mão para provocar o aparecimento de fissuras e analisar a absorção da água como: rápida, média ou lenta.

Dispersão em Água: Colocar em um frasco de vidro aproximadamente 1/3 de solo destorroado. Acrescentar 2/3 de água e agitar energicamente o frasco por 1 minuto, para homogeneização do material. Deixar em repouso o frasco em uma superfície plana e cronometrar 15 segundos. O material que se sedimenta neste período de tempo é areia. De 15 segundos a 1 minuto o material que se sedimenta é silte. Após este período se a água estiver turva, o material em suspensão é argila. Após 8 horas medir cada camada e estimar a porcentagem de cada componente do solo.
Resistência do Solo Seco: Preparar uma massa de solo e água bem plástica. Moldar 2 pastilhas de solo com o auxílio de um molde de anel de pvc de dimensões 50 mm de diâmetro e 10 mm de altura, conforme pode-se observar na Figura 1. Retirar o molde e deixar a amostra secar à sombra. Depois e totalmente seca, quebrar a pastilha e classificar sua resistência como: muito alta, alta, média ou baixa.
Desagregação do Solo Submerso: Preparar uma massa de solo e água bem plástica. Moldar 2 pastilhas de solo com o auxílio de um molde de anel de pvc de dimensões 50mm de diâmetro e 10 mm de altura. Retirar o molde e deixar a amostra secar à sombra. Colocar a amostra de solo em um recipiente com uma pequena quantidade de água, marcar o tempo de desagregação dos grãos e classificar como: rápida, média ou lenta.
Plasticidade: Preparar uma massa de solo e água. Moldar uma bolinha de solo de aproximadamente 3 cm ou um charuto de aproximadamente 1 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento para análise da trabalhabilidade. Na bolinha achatar com a palma da mão e observar as fissuras na borda. No charuto unir as duas pontas lentamente e determinar o momento de surgimento da fissura. Classificar a plasticidade como: plástica ou não plástica.
Ensaio de Retração Linear: Preparar uma forma de madeira de dimensões 60 cm de comprimento, 4 cm de largura e 1 cm de altura, e uma massa de solo com a quantidade de água suficiente para dar maior plasticidade. Preencher a forma com a massa de solo e alisar a superfície com uma colher de pedreiro ou espátula. Deixar o material em repouso à sombra, até secar totalmente. Medir com a régua as dimensões de retração obtidas.

3. Resultados

Teste de Odor
Nesse ensaio, nenhuma das amostras apresentou odor de mofo, concluindo portanto a inexistência de matéria orgânica, ou quantidade mínima da mesma.
Classificação Táctil e Visual
Solo 1 – cor marrom claro, áspero e escorregadio
Solo 2 – cor rosada, pouco áspero e escorregadio
Solo 3 – cor vermelha, pouco áspero e escorregadio
Teste de Brilho
Conforme pode-se observar na Figura 2, o solo 1 e o solo 2 apresentam superfície porosa enquanto o solo 3 apresenta superfície brilhante
Teste de Impregnação
Solo 1 – sai facilmente da mão
Solo 2 – média dificuldade de lavagem da mão (mais fácil que o solo 1)
Solo 3 – difícil de desprender da mão (alto grau de impregnação), como pode ser observado na Figura 3.
Teste da Mobilidade da Água Intersticial
Solo 1 – surgimento da superfície brilhante rápida, e absorção rápida
Solo 2 – surgimento da superfície brilhante média (pouco brilhante) e absorção lenta
Solo 3 – surgimento da superfície brilhante rápida e absorção lenta
Dispersão em Água
São medidas as camadas de granulometria diferente observadas a olho nu. A Figura 4 apresenta o resultado deste ensaio para os três solos.

Solo 1 – em 60 seg a maior parte já decantou. Formaram-se 2 camadas:
camada 1 - 3,8 cm Areia (64%)
camada 2 - 1,2 cm Silte e argila (36%)
Solo 2 – Formaram 3 camadas:
camada 1 – 1,8 cm Areia (40%)
camada 2 – 1,2 cm Silte (27%)
camada 3 – 1,5 cm Argila (33%)
Solo 3 – Formaram-se 2 camadas;
camada 1 – 4,0 cm Areia (89%)
camada 2 – 0,5 cm Silte e argila (11%)

Resistência do Solo Seco

Solo 1 – média resistência
Solo 2 – baixa resistência
Solo 3 – alta resistência

Desagregação do Solo Submerso

Solo 1 – rápido, pois os grãos se soltam imediatamente
Solo 2 – média, pois demora alguns minutos para total desagregação
Solo 3 – lenta, pois demora mais de 15 minutos para total desagregação

Plasticidade

Solo 1 – não plástico, difícil de moldar uma bolinha. No charuto, as fissuras surgem rapidamente
Solo 2 - plástico, fácil de moldar uma bolinha. No charuto, as fissuras demoram mais a aparecer
Solo 3- plástico, fácil de moldar a bolinha. No charuto, as fissuras aparecem rápido, porém demoram um pouco mais que o solo 2

Ensaio de Retração Linear

Solo 1 – menor retração, 1,8 cm
Solo 2 – maior retração, 2,5 cm
Solo 3 – maior retração, 2,8 cm

4. Conclusões

Os ensaios realizados em diferentes IES foram comparados após a padronização da metodologia de alguns ensaios.
Procurou-se então, selecionar os métodos mais eficientes entre as IES, para cada ensaio proposto, e analisar se existe compatibilidade com as classificações previamente definidas.
Esses ensaios realizados são aperfeiçoados com a experiência, e não devem ser realizados individualmente para classificar um solo. Muitas vezes um método pode mascarar o verdadeiro resultado. Portanto, todos os testes devem ser realizados como uma confirmação dos anteriores.
Também, deve-se considerar que dependendo da forma ou pessoa que realiza os testes, pode-se obter classificações errôneas do solo em questão.
Um exemplo é o ensaio da resistência ao solo seco para o qual é imprescindível a padronização das pastilhas.
Com os métodos escolhidos, foi possível definir a presença do tipo de solo mais marcante, e principalmente permitiu concluir que o teor de argila é o item de maior influencia nos resultados.
Uma pequena quantidade de argila é capaz de oferecer uma boa plasticidade ao solo, ou uma boa resistência ou um a lenta desagregação do solo submerso.

Referências Bibliográficas

- PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS, Testes para Identificação Visual e Táctil do Solo – Campinas, SP: Apostilas de Mecânica dos Solos, Faculdade de Engenharia Civil, Professor Maurício Pereira, 5p.
- ISBN 92 – I – 131031-8, Manual on Basic Principles of Earth Aplications – Nairobi, Quênia: Writed Nations Centro for Human Settelementes (Habitat), 1986
- CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLOGICAS DA TERRA E DO MAR (CTTMar) – Identificação Táctil e Visual dos Solos – Vale do Itajai, SC: Apostilas da Univali, Faculdade de Engenharia Civil, 2p.
- MONIZ, Antônio C. - coordenador, Elementos de Pedologia – São Paulo, SP: Ed. da Universidade de São Paulo, 1972 - 459p.
- CLÉMENT, Pierre - Construire em Terre – Paris, France: Centre de Recherche et D'Application – Terre, 1979 – 264p.
- Universidade Metodista de Piracicaba, Testes para Identificação Visual e Táctil do Solo – Notas Aula da disciplina Sistemas Construtivos III, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Professor Eduardo Salmar.



Figura 1. Moldagem das pastilhas para os ensaios de resistência do solo seco e Desagregação do Solo Submerso



Figura 2. Resultado do ensaio “Teste do brilho”. Para os solos 1, 2 e 3, respectivamente.



Figura 3. Resultado do ensaio “Impregnação” para o solo 3.



Figura 4. Resultado do ensaio de Dispersão dos solos 1, 2 e 3 respectivamente.

CONTRIBUIÇÃO PARA A CARACTERIZAÇÃO DE PAREDES DE TERRA CRUA

Carlos Miguel Rocha[1]**; Paulina Faria Rodrigues**[2]

[1] Rua dos Fidalgos, nº20 - 7830-350 Serpa – Portugal
Tel.: [pt] 00 351 919238787 ; [es] 00 34 635677469; e-mail: arqmiguelrocha@hotmail.com
[2] Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa 2829-516 Caparica
Tel.00 351 212948580; fax.00 351 212948398; e-mail: mpr@fct.unl.pt

Tema 4: Investigação, ensino e formação/capacitação/transferência
Palavras-chave: taipa, murete, acompanhamento, comparabilidade

Resumo
Descreve-se a execução um parque de muretes de taipa construídos nas instalações da Escola de Artes e Ofícios Tradicionais de Serpa (EAOTS) e as vicissitudes que conduziram ao seu abandono. Apresentam-se as conclusões que foram retiradas desta experiência, em termos de custos, rendimentos e taipas resultantes (em função dos tipos de terras utilizadas e das compactações realizadas) e do acompanhamento visual do parque durante os seus anos de vida. Descreve-se a execução de um segundo parque de muretes de taipa construídos nas instalações da Escola Profissional de Desenvolvimento Rural de Serpa (EPDRS) em colaboração com a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL). Acompanha-se por avaliação visual o seu processo de envelhecimento ao longo de seis anos em exposição natural. Descreve-se a realização de provetes de taipa (que se pretendeu semelhante à dos muretes) e refere-se a futura caracterização em laboratório das terras e dos provetes com elas realizados. Referem-se as etapas seguintes a desenvolver sobre o parque de muretes, nomeadamente ao nível de ensaios não destrutivos de caracterização dos muretes in situ e da avaliação do desempenho de sistemas de reboco.

1. Introdução

Este artigo pretende salientar a importância que a diversos níveis pode ser desempenhada pela execução de um parque de diversos muretes de taipa numa Escola Profissional, com o Curso de Mestre de Construção Civil Tradicional. Desde logo, o estudo e sistematização necessários à preparação da execução dos muretes por parte dos executantes; de seguida, a experiência prática adquirida por estes ao longo do desenvolvimento da obra, permitindo aferir *in loco* distinções em termos das diferentes terras utilizadas e de diferentes métodos de compactação; posteriormente, a possibilidade de se acompanhar o "envelhecimento" das paredes, em termos visuais ou monitorizando determinadas características específicas que se pretendam determinar. Este tipo de execução facilita ainda uma caracterização das terras utilizadas e de eventuais provetes que possam ser executados em paralelo com os muretes propriamente ditos. Por fim, cria os suportes necessários para que sobre eles possam vir a ser aplicadas argamassas de revestimento das paredes e aferido o comportamento de sistemas de reboco específicos para paredes de taipa. No caso em questão, estes campos experimentais serviram de apoio às aulas de Oficina Tecnológica e de Tecnologias, Equipamentos e Matérias-primas, do curso de Mestre de Construção Civil Tradicional, regidas à data pelo Arq. Miguel Rocha e pela Arq. Maria Fernandes.

2. Parque de muretes da EAOTS, na Horta do Chó, em Serpa

A execução deste parque de muretes foi realizada no âmbito de uma Prova de Aptidão Profissional de um grupo de três alunos do curso anteriormente referido, sob a orientação do arq. Miguel Rocha (figura 1)[1].

Numa área rectangular e com afastamento de um metro de distância realizaram-se doze muretes de taipa, segundo três alinhamentos. A orientação solar dos muretes foi feita de modo que fosse igual para todos e que cada um ficasse com as duas faces maiores expostas, respectivamente, a Norte e a Sul e as duas faces mais pequenas por sua vez expostas a Nascente e a Poente. Os muretes possuem fundações em betão ciclópico, com 0,40 m de profundidade e um embasamento com altura de 0,30 m de alvenaria de pedra.
Foi dada particular atenção ao grau de humidade da terra que, depois de preparada, foi vertida para dentro das cofragens, em camadas não superiores a 0,10 m e aí devidamente compactada. Para que a terra não ficasse em contacto directo com o betão, imediatamente por cima deste foi colocada uma fiada periférica de tijolos maciços tradicionais (3,5 cm x 11 cm x 22 cm), servindo de assentamento à taipa. Cada murete foi constituído por dois blocos de taipa separados por uma nova fiada periférica de tijolos maciços tradicionais, resultando em painéis de 0,50 m de espessura, 1,00 m de altura e 1,00 m de comprimento. Os muretes foram cobertos com duas vertentes de telha de canudo tradicional, para protecção das águas pluviais, reproduzindo o sistema tradicional de cobertura das construções de taipa.

2.1 Realização dos muretes

A realização destes muretes decorreu durante os meses Junho e Julho de 1999 (figura 2), de forma tradicional. Para a realização dos blocos de taipa utilizaram-se dois taipais (pranchas) em madeira de pinho, que assentam sobre três agulhas, colocadas no meio e em cada extremo. Estas são constituídas por uma barra de aço de secção quadrada, formando um "T" e perfuradas a várias distâncias (conforme a espessura requerida para a parede, do lado oposto do "T") onde são colocadas as chavetas (fechos) ou por roscas. Lateralmente os taipais são amparados pelos costeiros, que fazem forquilha nas agulhas, num total de seis (três pares). Nas partes superiores de cada par de costeiros é passada uma corda apertando o taipal. Fazendo barreira à terra que é vertida na direcção longitudinal existe o frontal ou comporta, em madeira de pinho. Para manter as equidistâncias dos taipais são colocadas, superiormente às agulhas, umas pequenas ripas de madeira designadas por côvados, com a espessura da taipa requerida. As agulhas para a constituição do taipal superior serão colocadas nos espaços deixados nos lugares dos côvados do taipal inferior.
Foram utilizados três tipos diferentes de terras, procedentes de distintas zonas do concelho de Serpa (**terras A**, **B** e **C**), designadas por terra cinzenta, terra castanha e terra amarela, tendo com cada uma delas sido executados quatro muretes (**muretes 1**, **2**, **3** e **4**).
Nos **muretes 4**, a terra foi utilizada sem adição de qualquer material estabilizante; nos **muretes 3** foram utilizados 15% de cal hidráulica como estabilizante e nos **muretes 2** recorreu-se a uma estabilização de 8% de cimento. Todos estes muretes foram compactados manualmente com malho (maço ou pilão).
Os **muretes 1** foram realizados também com cada uma das três terras, sem material estabilizante, mas foram compactados com calcador de ar comprimido (martelo pneumático).

2.2 Caracterização das terras utilizadas nos muretes

As diferentes terras (**A**, **B** e **C**) utilizadas nos muretes, já visualmente identificadas como terras cinzenta, castanha e amarela, foram sujeitas a ensaios de identificação laboratorial, nomeadamente análise granulométrica e limites de consistência – liquidez e plasticidade.

2.3 Rendimento do trabalho, compactação do material e evolução ao longo do tempo

A diferenciação preconizada entre os muretes permitiu comparar o rendimento do trabalho e o rendimento do material entre as diferentes terras e métodos de compactação, e também o comportamento dos diferentes muretes perante a acção dos agentes atmosféricos.
Relativamente à execução dos muretes verificou-se que quando a compactação era manual, a terra amarela (designada por **C**) possibilitava a compactação de maior quantidade de material num menor período de tempo, comparativamente às outras terras e independentemente de existir ou não estabilização por introdução de ligantes. Quanto à diferenciação do tipo de compactação entre muretes de terra sem estabilização, verificou-se que a compactação mecânica conduziu à introdução de muito mais material num muito mais curto período de tempo, resultando uma taipa muito compacta.
Todos os muretes têm exposição semelhante, embora os da fila intermédia se encontrem ligeiramente mais protegidos que os das filas exteriores e os situados nos topos das filas.
Como o espaço da Horta do Chó deixou de poder ser utilizado pela Escola de Artes e Ofícios Tradicionais de Serpa, pelo facto de esta ter mudado de instalações, como resultado da sua fusão com a Escola Profissional de Agricultura de Serpa, este parque de muretes perdeu parte das finalidades para que foi construído, embora, a nível particular, se tenha continuado a fazer o seu acompanhamento.
Em termos de avaliação das alterações das características dos muretes ao longo do tempo verificou-se, por simples observação visual, que passados seis anos de exposição aos agentes atmosféricos, os diferentes muretes apresentam níveis desiguais de degradação da superfície. O aspecto mais evidente é que os muretes em que a terra foi estabilizada com cal hidráulica são os que apresentam menor grau de degradação da superfície, isto para os três tipos de terra. Também os muretes em que a terra foi compactada com meios mecânicos apresentam um bom estado de conservação.

3. Parque de muretes na EPDRS, na Herdade da Bemposta, em Serpa

Resultando de uma colaboração entre a EPDRS e a FCT/UNL procedeu-se à execução de outro parque de muretes, a fim de, numa primeira fase, se poder vir a acompanhar o seu envelhecimento ao longo do tempo (figura 3)[2].
Numa segunda fase, pretende-se vir a proceder à caracterização das terras utilizadas, de provetes semelhantes aos muretes e dos próprios muretes. Posteriormente pretende-se proceder à aplicação e monitorização de diferentes sistemas de reboco e respectivos acabamentos sobre os paramentos dos muretes, e à análise do seu comportamento e compatibilidade com o suporte.
O trabalho de execução dos muretes foi integrado no desenvolvimento das aulas práticas da disciplina de Oficina Tecnológica.
Numa área rectangular preconizou-se a realização dos muretes de terra crua, segundo dois eixos com afastamento de um metro de distância entre eles. Todos eles têm a orientação Norte/Sul, com as duas faces maiores expostas uma a Nascente e a outra a Poente. Apesar de terem exposição semelhante, os muretes situados nos topos das filas encontram-se ligeiramente mais expostos.
Tal como no caso anterior, todos os muretes têm protecções na base e no seu topo. Na base existe um pequeno soco em betão ciclópico, com altura de cerca de 0,25 m, para que a terra não fique em contacto directo com o solo. A protecção superior foi conseguida por um capeamento em tijoleira, à feição dos antigos muros das hortas e dos quintais da zona de Serpa. Cada murete é constituído por dois blocos de taipa sobrepostos, executados da forma tradicional, tal como no parque de muretes da Horta do Chó, anteriormente descrito.

3.1 Realização dos muretes

Como o anterior, este parque é igualmente constituído por doze muretes, tendo sido realizados os seis primeiros na Primavera de 2000 e os restantes seis concluídos em Maio de 2001 (figura 4). Contam actualmente com 5 e 4 anos, respectivamente, de exposição natural.

Foram utilizadas quatro terras diferentes da zona de Serpa, designadas por **terra A** (proveniente do limite urbano a Poente da cidade - **muretes 1** a **4**), **terra B** (da zona das Barreiras Brancas, em Pias - **murete 5**), **terra C** (da Herdade da Bemposta, em Serpa, ou seja, do próprio local - **muretes 10** a **12**) e **terra D** (da zona do Forte, também em Serpa - **muretes 7** a **9**).

Nos **muretes 8** e **12** as terras foram estabilizadas com introdução de uma parte de cal hidráulica para cada sete partes de terra (12% de cal hidráulica). As terras dos **muretes 9** e **10** foram joeiradas (crivadas) por peneiro com malha de 1 cm, isto com a finalidade de lhes separar e retirar o cascalho. Todas as taipas foram compactadas manualmente, excepto a do **murete 11** que foi compactada mecanicamente.

3.2 Comparação entre muretes durante a execução

A diferenciação preconizada entre os muretes permitiu aferir a diferenciação do trabalho de execução das taipas com as diferentes terras (sem ou com estabilização por cal hidráulica; sujeita ou não a crivagem prévia da terra; com compactação manual ou mecânica) e o comportamento dos diferentes muretes perante a acção dos agentes atmosféricos ao longo do tempo.

Relativamente à execução dos muretes não se verificaram diferenças assinaláveis em relação ao parque antes descrito.

Quanto à diferenciação de modos de compactação entre muretes de uma das terras sem estabilização, verificou-se que a compactação mecânica conduziu à introdução de muito mais material num muito mais curto período de tempo mas, por outro lado, "sacrificando" bastante mais as cofragens e exigindo um grande controlo da pressão debitada pelo compressor, para não danificar as madeiras.

Nos muretes em que a terra tinha sido crivada (**muretes 9** e **10**) verificou-se que a compactação foi mais "pesada ou dura" e mais demorada, e também que o tempo de secagem foi bastante maior.

3.3 Caracterização das terras utilizadas nos muretes

As terras que constituíram a matéria prima para a execução dos muretes irão ser caracterizadas em termos mais expeditos (ensaios de campo - identificação visual e táctil) e em laboratório. Os ensaios de campo que podem ser realizados no local, por não necessitarem de equipamento "pesado", permitem tem uma primeira apreciação do tipo de solo e avaliar a necessidade ou não de recorrer a ensaios de laboratório mais específicos e precisos. Entre estes últimos, as terras utilizadas serão objecto das análise de identificação a que tinham sido sujeitas as terras do parque de muretes da EAOTS – granulometria (e sedimentação) e limites de consistência (liquidez, plasticidade, retracção) -, mas ainda a ensaio de compactação Proctor (para avaliar a sensibilidade à compactação de cada terra e o grau de humidade mais indicado para a atingir) e resistência à compressão (vide 3.4)[3]. Pretende-se classificar as diferentes terras utilizadas e comparar as características apresentadas. Simultaneamente pretende-se também aproveitar o exercício para optimizar procedimentos de ensaio e equipamentos a utilizar, e definir uma seriação de quais os ensaios considerados mais importantes, a realizar sistematicamente, função do equipamento disponível.

Pretende-se poder vir a comparar os resultados obtidos com as observações realizadas sobre os muretes e com parâmetros definidos na bibliografia.

3.4 Realização de provetes de taipa *in situ* para caracterização em laboratório

Com a finalidade de proceder a ensaios laboratoriais de caracterização física e mecânica, foram produzidos uma série de provetes com as distintas terras. Para tal, foram realizados vários blocos cúbicos com 14 cm de lado, compactados numa máquina TERSTARAM de produção de BTC. A opção de produzir os provetes por este sistema, tentando de algum modo reproduzir a taipa executada nos muretes, foi condicionada pela forma que estes deveriam apresentar para que tivessem a configuração adequada aos equipamentos de laboratório e às normas e especificações estabelecidas para os ensaios.

Os provetes 1 a 8 foram feitos com terra **A**, do limite urbano de Serpa; 9 a 14, com terra **B** de Pias (granítica); 15 e 16 com a mesma terra **B** mas estabilizada com 10% de cal hidráulica; 17 e 18 com a mesma terra **B**, mas estabilizada com 10% de cimento; 19 e 20 com terra **D** da zona do Forte de Serpa, estabilizada com 5% de cal hidráulica e 5% de cimento; 21 a 24 com terra **A** joeirada por malha de 1 cm; 25 e 26 com terra **C** estabilizada com 10% de cal hidráulica; 27 e 28 com terra **D** estabilizada com 10% de cal hidráulica.

Estes provetes foram realizados em 2001 e desde então têm permanecido em cura numa sala condicionada em termos de temperatura e humidade relativa da FCT/UNL, no Campus da Caparica. Pretender-se submeter todos estes provetes cúbicos de taipa a ensaio de compressão em prensa. Através da análise dos resultados pretende vir a aferir-se a resistência à compressão obtida com diferentes terras (**A** e **B** sem estabilização; **B**, **C** e **D** com respectiva estabilização com 10% de cal hidráulica), com a mesma terra, precedida ou não de peneiração (terra **A**), e a influência do tipo de ligante utilizado como estabilizante (terra **B** com 10% de cal hidráulica ou cimento; terra **D** com 10% de cal hidráulica ou com 5% de cal hidráulica e 5% de cimento).

Paralelamente, pretende-se proceder à realização de provetes cilíndricos (recorrendo ao molde do ensaio Proctor) para execução de ensaios de compressão não confinada e análise comparativa de resultados entre provetes cilíndricos das diferentes terras mas também entre os dois tipos de ensaios de compressão.

3.5 Caracterização *in situ* dos muretes

Após a conclusão dos muretes de taipa (2001), estes foram sujeitos a ensaios não destrutivos de caracterização *in situ* , por esclerómetro e ultra-sons. Pretende-se vir a repetir essa avaliação após ter decorrido algum tempo e complementá-la com a avaliação da resistência à compressão através de equipamento designado por "macacos planos". De novo procurar-se-á comparar os resultados obtidos entre os diferentes muretes e relacioná-los com a restante caracterização a efectuar e com a avaliação visual do envelhecimento que tem vindo a ocorrer.

3.6 Estudo sobre os sistemas de reboco a aplicar sobre os muretes

Os paramentos dos muretes constituirão uma base excelente para a aplicação de sistemas de revestimento. Paramentos de muretes realizados do mesmo modo, com a mesma terra, idêntica estabilização e compactação, e sujeitos à mesma exposição, apresentam uma área suficientemente grande para que diferentes soluções possam vir a ser avaliadas. Há possibilidade de analisar e comparar diferentes situações: a superfície que é deixada sem qualquer tratamento; a eventual aplicação de caiação directa sobre a superfície de taipa; a existência ou não de preparação do suporte com água de cal prévia à aplicação de um reboco, a aplicação de sistema de reboco com argamassas de cal aérea ou com argamassas de cal aérea e componente pozolânico, e eventuais alterações relativas a traços, à amassadura, ao modo de aplicação, número de camadas e tipo de cura; a aplicação de caiação ou de pintura com tinta de silicatos.

O acompanhamento dos sistemas de revestimento ao longo do tempo permitirão avaliar a influência de distintos factores que possam ser fundamentais para o seu bom comportamento e aferir quais as melhores soluções [4].

4. Discussão dos resultados e conclusões

Tal como referido anteriormente, este artigo pretende salientar a importância que a diversos níveis pode ser desempenhada pela execução de um parque de diversos muretes de taipa numa Escola Profissional, o treino que implica, as comparações que possibilita entre as diferentes alternativas, as questões que deixa em aberto e as análises e respostas que podem ser obtidas da realização de um trabalho como este.

Algumas das questões que mais frequentemente se colocam quando se pretende implementar um projecto de uma edificação com taipa são questões como: *"Que empresa a pode construir?"*... ou... *"Onde se encontra a mão-de-obra especializada*?*"* E as respostas não abundam. Daí que seja fundamental a formação que nesta área possa ser ministrada a futuros técnicos – no caso em questão, mestres de construção civil tradicional, com equivalência ao 12º ano do ensino secundário – que possam vir a estar habilitados para actuarem em património construído em terra crua e em obra nova que recorra a estas técnicas. Um dos aspectos mais importantes que ressaltam da realização destes dois parques de muretes é, sem dúvida, a sua componente formativa. A este nível podemos assegurar, sem qualquer reserva, que o seu objectivo se cumpriu: foi formada mão-de-obra especializada.

Com a associação à investigação, foi possível alargar o âmbito estrito de formação de mão-de-obra à análise do comportamento a mais longo prazo dos objectos executados. Tornou-se possível a recolha de dados que complementam os conhecimentos, nomeadamente ao nível dos rendimentos, possibilidades de estabilização e de compactação. Esta associação de esforços entre formação/execução/investigação permitirá ainda a possibilidade de comparar o aspecto visual resultante (e respectivo envelhecimento) com as características inerentes às próprias terras utilizadas e aos processos construtivos implementados. Simultaneamente, os muretes permitem a avaliação *in situ* e em condições idênticas, de determinadas características que se pretendem avaliar relativas à resistência das paredes e ainda ao comportamento de sistemas de rebocos que se considerem à partida adequados para suportes de taipa. Várias destas áreas serão, sem dúvida, boas oportunidades de investigação.

Por último, mas não menos importante, a importância da cooperação entre duas instituições de ensino de diferentes níveis, aproveitando, rentabilizando e pondo em comum os recursos materiais e os potenciais humanos de cada uma.

Reproduzindo e comentando as palavras do arquitecto Fernando Pinto *"um dos maiores valores deste parque de muretes* [da Horta do Chó] *é que é um trabalho não terminado"*, querendo-se com isto dizer que a sua importância reside no facto de ter que ser acompanhado ao longo dos anos e a sua finalidade não ser concluída no momento em que termina a sua execução.

A realização e o acompanhamento destes dois parques de muretes ao longo dos últimos anos, para além dos dados concretos que nos vêm fornecendo, permitem-nos também aferir e redefinir objectivos, métodos e linhas de investigação mais concisas para novos e mais ambiciosos projectos que neste momento se estão a preparar, na área da construção com taipa.

Bibliografia

[1] OLIVEIRA, Arcângela; LIMA, Helder; RODRIGUES JÚNIOR, João (1999): “Modelos de Taipa”, em Prova de Aptidão Profissional do Curso de Mestre de Construção Civil Tradicional da Escola de Artes e Ofícios Tradicionais de Serpa, Serpa, Portugal.

[2] ROCHA, Carlos Miguel (2000) “Muretes em terra crua. Memória Descritiva”, EPDRS, Serpa, Portugal.

[3] SANTANA, Teresa; FARIA RODRIGUES, Paulina (2005): “Ensaios de caracterização de solos com vista à sua utilização em arquitectura de terra crua”, comunicação ao IV SIACOT.

[4] FARIA RODRIGUES, Paulina (2004): “Argamassas de revestimento para alvenarias antigas. Contribuição para o estudo da influência dos ligantes”. Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil na especialidade de Reabilitação do Património Edificado pela Universidade Nova de Lisboa.

Nota Final

Carlos Miguel Rocha é arquitecto e foi Professor e Coordenador do Curso de Mestre de Construção Civil Tradicional da EAOTS e da EPDRS (1997 a 2002), Chefe de Obra em empresas espanholas de restauro do património (2002 a 2004) e Professor em Cursos de Verão de Construção com Terra. Actualmente desempenha as funções de Arquitecto (Técnico de Património) na UPD do Grupo de Ciudades Patrimonio de la Humanidad en España. É presidente da direcção da Associação Centro da Terra.

Paulina Faria Rodrigues é Mestre em Construção pelo IST/UTL, doutorada em Engenharia Civil na especialidade de Reabilitação do Património Edificado pela FCT/UNL, onde lecciona Materiais, Física, Tecnologias e Patologias da Construção. É membro fundador da Associação Centro da Terra.

Legendas das Figuras

Figura 1 - Foto do parque de muretes da EAOTS, na Horta do Chó, em Serpa
Figura 2 - Configuração, implantação e orientação do parque de muretes da Horta do Chó
Figura 3 - Foto do parque de muretes da EPDRS, na Herdade da Bemposta, em Serpa
Figura 4 - Configuração, implantação e orientação do parque de muretes da Herdade da Bemposta

CONTRIBUIÇÃO PARA A CARACTERIZAÇÃO DE PAREDES DE TERRA CRUA

Carlos Miguel Rocha e **Paulina Faria Rodrigues**

Tema 4: Investigação, ensino e formação/capacitação/transferência

Figuras com Legendas



Figura 1 - Parque de muretes da EAOTS, na Horta do Chó, em Serpa.

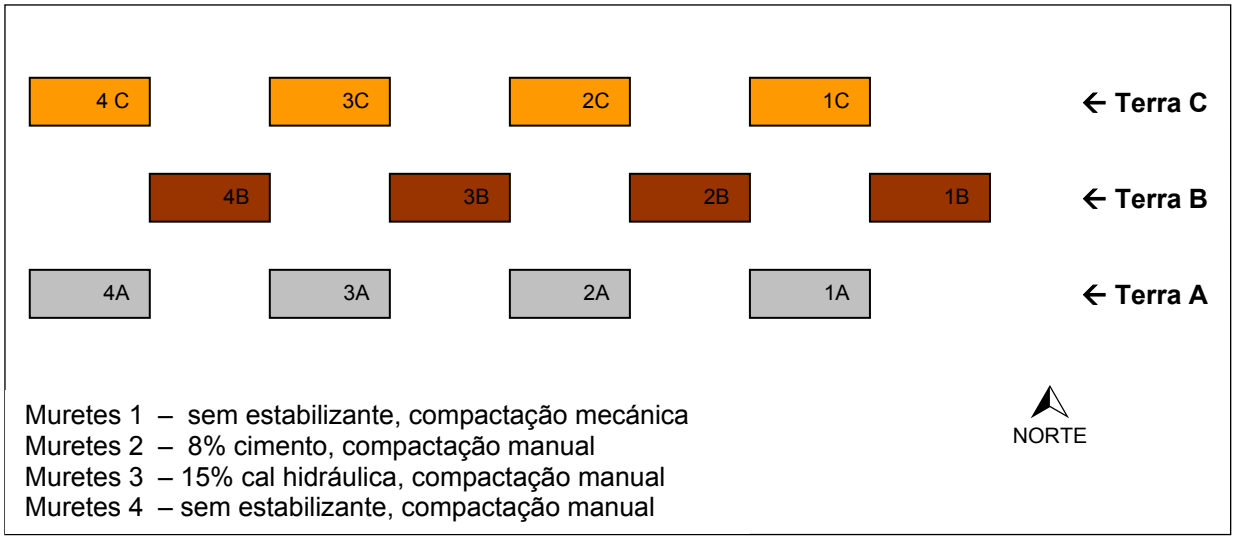
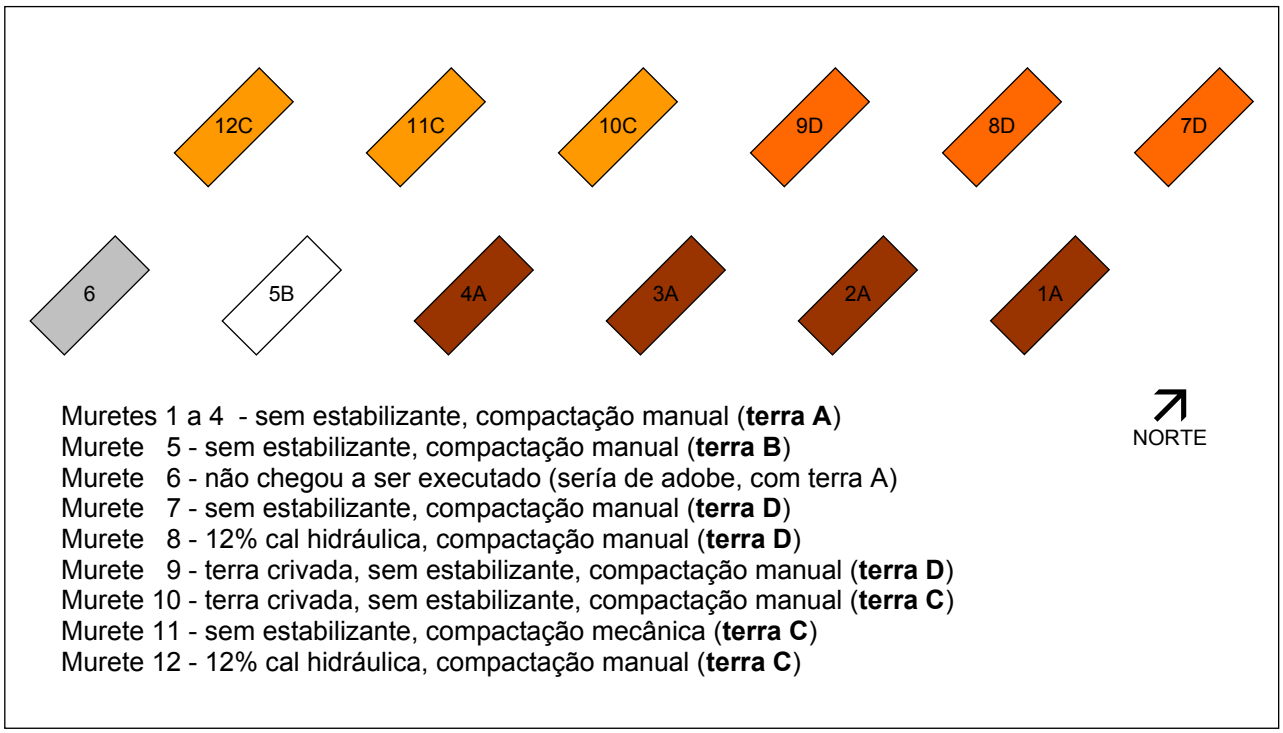


Figura 2 - Configuração, implantação e orientação do parque de muretes da Horta do Chó.



Figura 3 - Parque de muretes da EPDRS, na Herdade da Bemposta, em Serpa.



Muretes 1 a 4 - sem estabilizante, compactação manual (**terra A**)
Murete 5 - sem estabilizante, compactação manual (**terra B**)
Murete 6 - não chegou a ser executado (sería de adobe, com terra A)
Murete 7 - sem estabilizante, compactação manual (**terra D**)
Murete 8 - 12% cal hidráulica, compactação manual (**terra D**)
Murete 9 - terra crivada, sem estabilizante, compactação manual (**terra D**)
Murete 10 - terra crivada, sem estabilizante, compactação manual (**terra C**)
Murete 11 - sem estabilizante, compactação mecânica (**terra C**)
Murete 12 - 12% cal hidráulica, compactação manual (**terra C**)

Figura 4 - Configuração, implantação e orientação do parque de muretes da Herdade da Bemposta.

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO LABORATORIAL DE SOLOS COM VISTA À SUA UTILIZAÇÃO EM ARQUITECTURA DE TERRA CRUA

Teresa Santana e Paulina Faria Rodrigues
Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade Nova de Lisboa
2829-516 Caparica
Tel.00351212948580, Fax.00351212948398
e-mail: mtgs@fct.unl.pt, mpr@fct.unl.pt

Tema 4: Investigação, ensino e formação/capacitação/transferência
Palavras-chave: solos, ensaios, caracterização

Resumo
Tendo em vista um maior conhecimento, a uniformização de procedimentos e a possibilidade de comparação de resultados da caracterização laboratorial efectuada em solos utilizados em arquitectura de terra crua, procedeu-se a uma compilação e à descrição dos ensaios de laboratório que se consideram mais significativos para a aplicação em causa.
São disso exemplo os ensaios de identificação de solos - análise granulométrica e por sedimentação, limites de consistência, propriedades básicas de apoio - teor em água, peso volúmico das partículas sólidas - ensaio de compactação Proctor e resistência à compressão simples, não confinada.

1. Introdução

As propriedades dos solos que mais condicionam o comportamento das estruturas de terra crua são as relacionadas com a sua própria constituição, nomeadamente no que se refere à fracção argilosa e à sua interferência no comportamento à água e na resisitência à compressão.
Indo ao encontro do interesse demonstrado na caracterização de solos utilizados em arquitectura de terra crua, este artigo pretende indicar, de um modo genérico, os procedimentos a utilizar nos ensaios laboratoriais mais significativos, à luz dos métodos utilizados em Mecânica dos Solos e correspondentes normas e especificações. Trata-se de ensaios de simples realização, mas com procedimentos e cálculos que devem ser efectuados com rigor. Estes ensaios são realizados no Laboratório de Mecânica dos Solos do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências da Universidade Nova de Lisboa (FCT/UNL) ao nível da formação de licenciados em engenharia civil e em engenharia geológica [1], no apoio a investigação de pós-graduação e a investigação corrente. Neste sentido, são apresentados os ensaios de identificação de solos, análise granulométrica e limites de consistência, focando as técnicas de amostragem. Em seguida são referidas as propriedades básicas, determinação do teor em água e do peso volúmico das partículas sólidas. Finalmente a caracterização mecânica é traduzida pelos ensaios de compactação e de resistência à compressão simples não confinada.
Uma vez que se trata de ensaios correntes e genericamente aceites pela comunidade internacional, far-se-á referência às especificações e normas dos diferentes ensaios, procurando incidir a atenção para a técnica de realização específica de cada ensaio e para as grandezas a medir, apresentando (vidé links em CD) os correspondentes boletins de ensaio.

2. Identificação de solos

A identificação de uma amostra de solos engloba a análise granulométrica, conduzida segundo a Especificação E 196 – 1966 do LNEC [2], e a determinação dos limites de consistência, ensaio realizado segundo a NP – 143 [3] (norma portuguesa definitiva).

2.1 Amostragem

A recolha de amostras de solo está descrita na Especificação E 218 do LNEC [4], "Prospecção Geotécnica de Terrenos. Colheita de amostras". A recolha de amostras remexidas de solo para ensaios de identificação é feita com pás, picaretas, enxadas, etc. e, mais em profundidade, com trados, manuais ou mecânicos. Na especificação referida são indicadas as quantidades de solo a recolher para a realização dos ensaios de laboratório, sendo essa quantidade função do tipo de solo e do ensaio a que se destina. As amostras recolhidas devem ser devidamente identificadas, de acordo com a sua natureza e respectivo local de colheita, e transportadas evitando perder qualquer material, especialmente finos [5].

Para garantir a representatividade das amostras, deve usar-se um repartidor, ou seja, as amostras, nas quantidades estritamente necessárias para os ensaios a realizar, devem manter as características do conjunto de onde foram retiradas.

A técnica de preparação das amostras para os ensaios de identificação, tal como são recebidas do campo, é descrita na Especificação E 195 do LNEC [6].

2.2 Análise granulométrica

A análise granulométrica serve para definir a composição granulométrica de um solo, ou seja, determinar a distribuição, em percentagem, do peso total das partículas de uma amostra de um solo, de acordo com as suas dimensões.

Após a preparação da amostra, faz-se passar uma porção de solo, de peso conhecido, por uma série normalizada de peneiros de malha (quadrada) de dimensões crescentes. O material retido num determinado peneiro representa a fracção do solo com dimensão superior à da malha desse peneiro, mas inferior à do peneiro precedente. Esse material é pesado para averiguar que percentagem representa do peso total da amostra, ou seja, as fracções retidas nos diversos peneiros são referidas ao peso total inicial. Em solos arenosos a peneiração é geralmente efectuada com o solo seco, enquanto em solos com maior fracção argilosa é realizada por via húmida. Esta análise pode ser efectuada com a mostra de solo no estado seco ou húmido. As análises granulométricas da fracção retida no peneiro de 2,00 mm (nº 10) e da fracção passada no mesmo peneiro, são efectuadas separadamente: para as partículas de maiores dimensões, maiores que 0,06 mm e menores que 2,00 mm, o método que se usa para a determinação da composição granulométrica é ainda o da peneiração; para as partículas de dimensões muito reduzidas, passadas no peneiro de 0,074 mm (nº 200), a análise granulométrica é, em regra, realizada por sedimentação.

O processo de sedimentação consiste em misturar o solo com água destilada e, segundo a especificação LNEC E 196-1966 anteriormente referida, o ensaio é feito medindo a densidade do líquido em certos intervalos de tempo, segundo a lei de Stokes. A diferença de densidades medirá a quantidade de partículas que sedimentaram ao fim de um certo tempo t. Este método implica uma calibração prévia do densímetro com a proveta que irá ser utilizada.

É ainda necessário que o solo esteja convenientemente desfloculado, isto é, que as partículas estejam separadas umas das outras, de forma a que possam cair livremente e individualmente. Caso tal não aconteça, os flocos sedimentarão muito mais depressa, falseando a distribuição granulométrica. A desfloculação ou dispersão consiste em remover os materiais de agregação (*cimentos*), o que é conseguido adicionando à mistura solo-água determinados produtos químicos designados por antifloculantes (solução de hexametafosfato de sódio). O principal *cimento* a remover nos solos das

regiões temperadas é a matéria orgânica. Quando haja carbonatos nos solos, estes actuam também como *cimentos*.
Por outro lado, a lei de Stokes aplica-se a partículas esféricas. No entanto, muitas das partículas mais pequenas - precisamente aquelas cujas dimensões são determinadas usando o processo de sedimentação - têm uma forma muito diferente da esférica. Assim, o que acaba por ser determinado pelo processo da sedimentação não é verdadeiramente o diâmetro da partícula mas o diâmetro equivalente, ou seja, o diâmetro de uma esfera do mesmo material que a partícula e que sedimenta com a mesma velocidade desta.
A análise granulométrica da fracção fina do solo pelo método de sedimentação, além de ser susceptível de erros mais ou menos apreciáveis, é muito pouco cómoda e extremamente morosa. É pois de saudar a divulgação recente de aparelhos (granulómetros) que por meio de técnicas usando raios laser, fornecem a composição granulométrica da fracção fina de forma muitíssimo mais rápida.
Os resultados da análise granulométrica são registados no boletim de ensaio elaborado para o efeito, apresentando-se na fig. 1 exemplos de curvas granulométricas cumulativas, em que as dimensões das partículas (em mm) são representadas em abcissas, em escala logarítmica, enquanto as percentagens (em peso) de material com partículas inferiores a uma determinada dimensão surgem em ordenadas. Assim, um determinado valor da curva obtém-se da soma de todos os outros valores que lhe são inferiores.

Fig. 1 – Curvas granulométricas de solos

As curvas granulométricas permitem aferir a distribuição granulométrica das partículas constituintes do solo e se existe (ou não) predominância e homogeneidade entre elas. Por comparação com curvas granulométricas que limitem determinadas gamas, permitem avaliar a adequabilidade de determinado solo a um tipo de aplicação em construção em terra.

2.3 Limites de consistência
A determinação destes limites é somente aplicável a solos com cerca de 30% ou mais, em peso, de partículas inferiores a 0,05 mm, excluindo-se, portanto, os solos predominantemente arenosos. Para a execução dos ensaios empregam-se pastas constituídas unicamente com a fracção que passa no peneiro nº 40 (0,42 mm)
Uma porção de pasta de solo húmida é colocada na concha de Casagrande e é traçado um sulco com o riscador normalizado. Por meio de uma manivela, a concha sobe a uma altura de 1 cm e cai depois livremente sobre um bloco rígido. O solo encontra-se no limite de liquidez, quando são necessárias vinte e cinco pancadas para fechar o sulco. É porém difícil ajustar a quantidade de água de amassadura, para que o sulco do riscador feche na extensão de 1 cm, precisamente ao fim de 25 pancadas.
Por isso amassam-se quatro porções de solo com diferentes quantidades de água e determina-se na concha de Casagrande, o número de pancadas para as quais, em cada ensaio, os bordos se unem na extensão de 1 cm. De cada ensaio retira-se uma porção de solo, da região em que os bordos se uniram, determinando-se os respectivos teores em água, como indicado em 3.1.
Estes resultados são registados no boletim de ensaio realizado para o efeito, dispondo-se, os pontos correspondentes aos ensaios efectuados, segundo uma recta, numa representação semi-logarítmica: em ordenadas os teores em água e em abcissas os logaritmos dos números de pancadas. A ordenada correspondente a 25 pancadas indica o teor em água que define o limite de liquidez (fig. 2).

Fig. 2– Determinação do limite de liquidez

O limite de plasticidade é o menor teor em água com que ainda é possível moldar um cilindro de solo de 3 mm de diâmetro, por rolagem entre a palma da mão e uma placa de vidro. Com uma pasta de solo húmido procura-se obter um filamento que rompa ao atingir 3 mm de diâmetro rolando entre a palma da mão e uma placa de vidro.
Se não parte, faz-se uma pequena bola e repete-se o ensaio (a pasta vai entretanto secando) tantas vezes quantas as necessárias para que a rotura se verifique ao atingir-se o diâmetro especificado. Realiza-se o ensaio em mais três provetes, sendo o limite de plasticidade a média dos quatro teores em água assim determinados. Estes valores são registados no mesmo boletim de ensaio.

3. Propriedades básicas

3.1 Teor em água

Em Mecânica dos Solos, o teor em água dos solos (anteriormente referido) é definido como a relação, expressa em percentagem, entre o peso de água que se evapora do provete por secagem à temperatura de 105±3^{o}C, e o peso do provete, depois de seco. Este ensaio é conduzido segundo a NP-84 [7] e aplica-se a todos os tipos de solos. Os valores obtidos são registados no boletim de ensaio elaborado para o efeito. Deve, no entanto, ter-se em atenção que no caso de solos contendo matéria orgânica não se deve exceder uma temperatura de 60^{o}C, visto que aquela pode ser calcinada, diminuindo assim o peso real de solo seco. Por outro lado, nos solos contendo gesso, as temperaturas elevadas podem contribuir para evaporar água de constituição deste material [5].

3.2 Peso volúmico das partículas sólidas

O peso volúmico das partículas sólidas de um solo é o peso das partículas que ocupariam a unidade de volume, depois de excluídos os vazios. Este ensaio é realizado segundo a NP-83 [8]. A técnica de ensaio implica a utilização de um picnómetro e aplica-se apenas à determinação do peso volúmico das partículas sólidas de um solo com dimensões inferiores a 4,76 mm. Para o efeito, a norma contempla 2 métodos: com secagem prévia do provete e sem secagem prévia do provete, sendo este último o mais utilizado. Os valores obtidos são registados no boletim de ensaio respectivo.

4. Compactação Proctor

Este ensaio é conduzido segundo a especificação do LNEC E 197 [9]. Consoante a energia de compactação, assim se definem dois tipos de ensaio: Proctor normal e Proctor modificado. O tamanho do molde é função da granulometria do material a ensaiar: o molde pequeno é utilizado quando a percentagem de material retido no peneiro nº 4 não é superior a 20%. O molde grande aplica-se em todos os casos, excepto se a percentagem retida no peneiro de 19 mm for superior a 20%. Neste caso, a especificação considera que o ensaio de compactação não tem significado.
O ensaio consiste basicamente em compactar uma amostra de solo, num molde cilíndrico, em 3 ou 5 camadas, consoante o tamanho do molde. Cada camada é compactada com 25 ou 55 pancadas, com o pilão de compactação, de peso normalizado, leve (2,5 kg) ou pesado (4,5 kg), consoante o tipo de compactação utilizada. A amostra de solo é assim compactada utilizando uma energia de compactação normalizada. O peso do solo contido no molde é calculado, determinando-se o seu teor em água, podendo então deduzir-se o seu peso volúmico seco. O ensaio

é repetido várias vezes (normalmente cinco), aumentando-se gradualmente o teor em água da amostra até se obter uma gama de teores em água que inclua o óptimo. É traçada a curva de compactação, colocando em abcissas os teores em água e em ordenadas os correspondentes pesos volúmicos secos. Os dados obtidos são registados no boletim de ensaio específico.
Na fig. 3 estão representados o molde pequeno, a respectiva alonga e o pilão de compactação leve, bem como uma fase da compactação executada manualmente. Quer seja manual ou mecânica (compactador automático), deve garantir-se uma base rígida e uniforme para o molde, por exemplo um paralelipípedo de betão.

Fig. 3 – Molde pequeno e pilão leve (ensaio Proctor)

5. Resistência à compressão simples, não confinada

Não existe nenhuma norma ou especificação portuguesa para a realização deste ensaio. De acordo com a norma ASTM D 2166 [10], a resistência à compresão simples não confinada é definida como a tensão de compressão para a qual um provete cilíndrico de solo, não confinado lateralmente, rompe num ensaio de compressão simples. As dimensões do provete devem ter uma relação altura (L_o)/diâmetro (d) de 2 a 2,5 [11]. Estas dimensões devem ser aferidas em 3 pontos distintos, separados de 120º, registando-se os valores médios. Eventualmente pode haver necessidade de rectificar as faces inferior e superior do provete para melhorar o contacto com os pratos da prensa. Devem ser ainda registados o peso do provete e a deformação, ΔL, correspondente a 15% de extensão, ε, sendo:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o}$$

De acordo com a mesma norma, este ensaio só é aplicável a solos coesivos ou estabilizados com cimento, não sujeitos a exsudação (expelição de água devido a deformação ou compactação), excluindo-se assim solos muito secos, fissurados, siltes e areias. Para a realização do ensaio, o provete é colocado na prensa, centrado (fig. 4), ajusta-se a placa de topo e colocam-se os deflectómetros a zero. Aplica-se a carga, a deformação constante (ε=0,005 a 0,02/min) e registam-se as leituras dos deflectómetros a cada 20 ou 50 divisões do deflectómetro de deformação.

Fig. 4 - Ensaio de compressão

O ensaio termina quando i) a carga aplicada diminui significativamente; ii) a carga se mantém constante pelo menos durante quatro leituras ou iii) a deformação ultrapassa significativamente o valor correspondente a 15% de extensão calculada anteriormente.
Recolhe-se uma amostra de solo para determinação do teor em água. Os dados obtidos para cada escalão são registados no boletim de ensaio respectivo.
Os diferentes valores da tensão, para cada escalão de carga, são calculados com uma área A' corrigida para a deformação do provete, partindo do princípio que o volume se mantém constante, ou seja:

$$A' = \frac{A_0}{1-\varepsilon}$$

A tensão q_u é a tensão de pico (ou a que corresponde a 15% de ε) obtida num gráfico tensão (ordenadas) - extensão (abcissas) elaborado com os valores do ensaio. A coesão não drenada é, como já foi referido, $q_u/2$.

A resistência à compressão simples pode ainda ser avaliada através de compressão diametral efectuada sobre o mesmo tipo de provetes cilíndricos ou obtida através de ensaio à compressão de provetes cúbicos (como os realizados no caso do betão).

6. Considerações finais

Com a compilação aqui apresentada pretendeu-se fornecer um guia de apoio a alunos e investigadores de áreas diversas que, no âmbito da caracterização de solos para aplicações em arquitectura de terra crua, utilizem os laboratórios do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa no Campus da Caparica ou outros, e cuja formação de base possa apresentar lacunas relativamente a estas matérias.
Tratam-se de ensaios geralmente normalizados ou sujeitos a especificações genericamente aceites, que permitem aumentar o conhecimento sobre os solos, de modo a melhor fundamentar a possibilidade da sua utilização em construção. No entanto, através de uma descrição dos procedimentos de ensaio, pretendeu-se, na medida do possível, contribuir para a uniformização destes procedimentos laboratoriais, com vista a possibilitar a comparação de resultados de ensaios realizados sobre diferentes amostras de solos por diferentes pessoas num mesmo laboratório e/ou em laboratórios diferentes.

Bibliografia

[1] SANTANA, Teresa (1995): “Mecânica dos Solos - Aulas de laboratório”, Dep. Engenharia Civil, FCT/UNL, Lisboa.
[2] LNEC (1966): “Especificação E 196-1966, Solos - Análise granulométrica”, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
[3] NP (1969): “Norma portuguesa NP – 143, Solos – Determinação dos limites de consistencia”, Lisboa.
[4] LNEC (1968): “Especificação E 218-1968, Prospecção geotécnica de terrenos-Colheita de amostras”, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
[5] CORREIA, António (1980): “Ensaios para Controlo de Terraplenagens”, LNEC, Lisboa.
[6] LNEC (1966): “Especificação E 195-1966, Solos - Preparação por via seca de amostras para ensaios de identificação”, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
[7] NP (1965): “Norma portuguesa NP – 84, Solos - Determinação do teor em água”, Lisboa.
[8] NP (1965): “Norma portuguesa NP – 83, Solos - Determinação do peso específico das partículas sólidas”, Lisboa.
[9] LNEC (1966): “Especificação E 197-1966, Solos – Ensaio de compactação”, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
[10] ASTM (2000): “ASTM D 2166-00 - Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil”, ASTM Standards, American Society for Testing and Materials, Volume 04.08, Philadelphia.
[11] KRISHNA, R. Reddy (2002): “Engineering Properties of Soils based on Laboratory Testing”. UIC, Chicago.

Curriculum das autoras

Teresa Santana é engenheira civil e Mestre em Mecânica de Solos, doutorada em Geotecnia pela FCT/UNL, onde é responsável pelas instalações laboratoriais e lecciona nas áreas da Mecânica de Solos e Engenharia Sísmica às licenciaturas de engenharias geológica e civil.
Paulina Faria Rodrigues é engenheira civil e Mestre em Construção pelo IST/UTL, doutorada em Reabilitação do Património Edificado pela FCT/UNL, onde lecciona Materiais, Física, Tecnologias e Patologias da Construção. É membro fundador da Associação Centro da Terra.

ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO LABORATORIAL DE SOLOS COM VISTA À SUA UTILIZAÇÃO EM ARQUITECTURA DE TERRA CRUA

Teresa Santana e Paulina Faria Rodrigues
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade Nova de Lisboa
2829-516 Caparica
Tel.00351212948580, Fax.00351212948398
e-mail: mtgs@fct.unl.pt, mpr@fct.unl.pt

Tema 4: Investigação, ensino e formação/capacitação/transferência

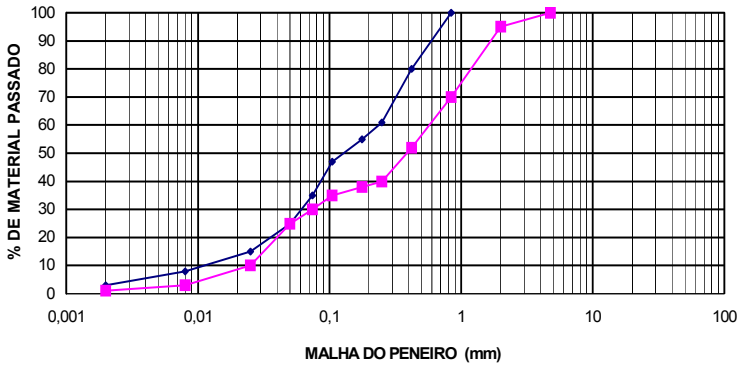


Fig. 1 – Curvas granulométricas de solos

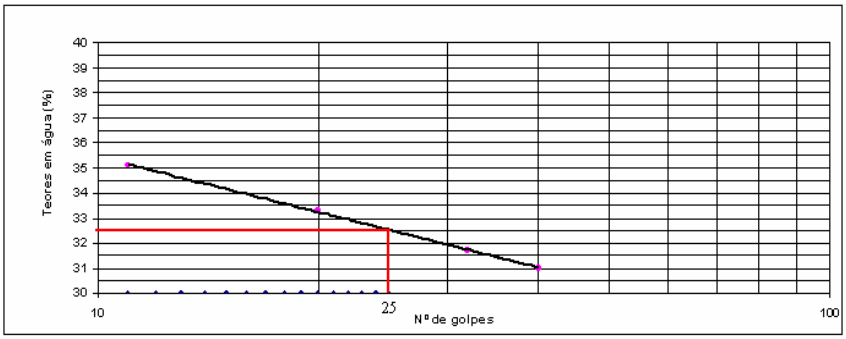


Fig. 2 – Determinação do limite de liquidez





Fig.3 – Molde pequeno e pilão leve (ensaio Proctor)



Fig. 4 - Ensaio de compressão

UN PUEBLO TOBA SUSTENTABLE EN MARCOS PAZ

Liliana Alvarez, Karin Rheingans, Nora Wildermam y Richard Siren
Asociación Proteger, Argentina
Universidad de Karlsruhe, Alemania
Universidad de Helsinki, Finlandia
Santa María de Oro Nº3555 dto. 4 Olivos provincia de Buenos Aires, ARGENTINA
Tel.: 011 4799 2828; Fax: 011 4793 4902;
E-mail: liliannalvarez@yahoo.com.ar aproteger@latinmail.com

Tema 4: Formación, Capacitación y Transferencia
Palabras-clave: Indígenas, mitigación, viviendas

Resumen
La comunidad Indígena Toba, del Chaco, Argentina, fue trasladada a la ciudad de Dock Sud (considerada la zona mas contaminada de Argentina), de Buenos Aires, a viviendas en condiciones sociales y ambientales de alta vulnerabilidad.
Ante la adjudicación de tierras en Marcos Paz, Buenos Aires, la comunidad junto a la Asociación Proteger encara el diseño de un pueblo para 40 familias cumpliendo con la recuperación de la cultura Toba en todos sus aspectos, contemplando las mejores condiciones ambientales y mostrando sensibilidad por el uso y manejo responsable de los recursos naturales.
El proyecto se sustenta en los 4 parámetros: el social, el ambiental, el cultural y el económico, base fundamental de la Asociación Proteger en todos sus proyectos.
La Asociación Proteger, como Miembro Observador de la Convención sobre Cambio Climático de Naciones Unidas, promueve la reducción de la vulnerabilidad, la implementación del Protocolo de Kioto, a través de la mitigación, la adaptación y de todas las acciones que tengan un enfoque integrado, que respondan a criterios de sustentabilidad, incluyendo por su puesto el proteger la diversidad biológica.
Este proyecto ha sido consensuado en todas sus etapas por la comunidad Toba, adecuando todas las definiciones y respetando su cultura, promoviendo la recuperación de costumbres perdidas.
Los autores del proyecto esta constituido por la comunidad, la Asociación Proteger y un grupo de arquitectos y estudiantes de arquitectura de diversos países, médicos, biólogos, ingenieros, paisajistas, agrónomos, artistas plásticos y otros.
Se construirán 40 viviendas con diseño Bioambiental, agrupadas por cinco, con espacio comunitario central donde se alojara un horno comunitario de alta eficiencia de temperatura con mínimo combustible, cocinas solares, infraestructura sanitaria, huertas, árboles frutales, árboles de sombra y plantas aromáticas, cisternas de recolección de agua de lluvia, red de recuperación de aguas grises y negras, paneles solares, calefones solares, aerogeneradores (fig. 1).
Se construirá un centro cultural de interpretación de la cultura Toba, abierto a la comunidad (para difusión y venta de sus artesanías y desarrollo de cursos de autoconstrucción bioambiental, danzas, cerámica, cestería, etc.) (fig. 2).
Se aplicarán diversas técnicas constructivas, con bloqueras de tierra comprimida, tipo Cimva-Ram, tapial, adobe, Cob, caña, según sea necesario.
Serán construidas con sistema de autoconstrucción, diseño bioambiental, para lo cual esta contemplado un curso de capacitación, dictado por profesionales e investigadores en el tema de construcción con tierra cruda, recuperación de otros materiales de construcción, materiales regionales de bajo costo, de excelente comportamiento térmico, beneficiando el medio ambiente (fig. 3).

1. Posibilidades de cambio y transferencias

La recuperación y mejoramiento de antiguas artes constructivas y actuales, cuenta nuevos criterios de diseño y construcción, valorando las técnicas, el valor estético, bioclimatico, económico y cultural
Los materiales se eligen con concepto medioambiental y de mitigación y adaptación al cambio climático que afectan el planeta.
Es transferible a cualquier comunidad indígena vulnerable del país.

2. Estándares éticos y de equidad social

El cliente es una comunidad altamente vulnerable, a sufrido por siglos todo tipo de discriminaciones y de Desigualdad.
Este proyecto respeta ante todo su cultura, recupera su integración social, con el resto de la comunidad, mejora su calidad de vida, trabajo y fomenta sus capacidades intelectuales, favoreciendo su inclusión social.
Altamente ético, justo y equitativo.
Todas las decisiones son tomadas en consenso y son respetadas.

3. Calidad Ecológica y conservación de energía

Debido a que la Asociación Proteger es Miembro Observador en la Convención de Cambio Climático en las Naciones Unidas, es que los parámetros de calidad ecológica y conservación de energía son altamente considerados. Se contempla la utilización de diversos elementos de diseño bioambiental, eficiencia en el uso del suelo, recuperación de aguas negras y grises, utilización de cocinas solares o de baja consumo, no utilización de materiales de construcción que sean tóxicos en toda su vida, diseño de energías limpias, calefones solares, energía solar, energía eólica, huertas-jardines, plantación de frutales y árboles, hierbas medicinales, barreras de árboles cortavientos.
Todo lo que contribuya con la mitigación, adaptación y la diversidad biológica son considerados centrales en este proyecto (fig. 4).

4. Valor económico y compatibilidad

Las construcciones en tierra, el ahorro energético, la utilización de recursos sustentables y la capacitación son de alto rendimiento económico, ya que son amortizables en poco tiempo.
La implementación de este proyecto, necesita el apoyo económico externo, a través de donaciones o subsidios, dada la alta vulnerabilidad de la comunidad. La misma aportará la mano de obra y 5 hectáreas de tierra.

5. Impacto estético

El respeto al entorno y su mejoramiento se contemplan a un nivel estético cuidado.
Las maestrías de la comunidad toba con la cerámica vuelca, con sus manos, en la construcción de casas de tierra cruda, cierta calidad estética arquitectónica.
El diseño de su entorno con características de colores, aromas y luces, producen un mejoramiento del entorno.

Autores
Arq. Liliana Alvarez, directora de proyectos de la Asociación Proteger, Nora Wildermann y Katrin Rheingans, estudiantes de Arquitectura Karlsruhe, Germany; Ruben Sarmiento, cacique de la comunidad toba 19 de abril, Ricard Siren estudiante de Arquitectura de

Helsinki, Finlandia y Gustav Fredrik Pedersen, estudiante de arquitectura de Oslo Noruega

Asesoría técnica - docente:
Arq. Rotondaro Rodolfo, Conicet /FADU-UBA, CRIATIC, Tucumán

Bibliografía:

- Capacitación y gestión participativa para fabricar bloques de tierra comprimida, Bancalari, Buenos Aires, Rodolfo Rotondaro, Carlos Otegui, Julio Clavijo, Oscar Serrano 3º Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra, Tucumán 2004

NÚCLEO DE PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E CULTURAL DA UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Drª Arqª Maria Dolores Alves Cocco*
Universidade de Taubaté
Rua Quatro de março, 432 – Centro – Taubaté/SP – 12020-270 – Brasil
Tel: (55 12)3625 4100 Fax: (55 12)3632 7660 E-mail: www.cocco@unitau.br

Tema 4: Investigação, Ensino e Formação/capacitação/transferência
Palavras-chave: Universidade de Taubaté – Vale do Paraíba - Arquitetura de Terra – Projeto de Extensão – Núcleo de Preservação – Patrimônio Cultural

Resumo
A Universidade de Taubaté reconhecendo a importância de uma política de preservação e restauração do patrimônio histórico e cultural do Vale do Paraíba criou em 1995 o Núcleo de Preservação do Patrimônio Histórico e Cultural – NPPC vinculado a Pró-reitoria de Extensão e Relações Comunitárias.
As atividades do NPPC têm por objetivo formar agentes multiplicadores para atuarem na área de preservação dos bens culturais e ambientais propiciando a integração de projetos universitários com a comunidade e a sociedade no Vale do Paraíba: região brasileira situada entre a cidade de São Paulo e do Rio de Janeiro que concentra a maior parte do patrimônio histórico construído do Estado de São Paulo. Entre este patrimônio a cidade de Taubaté possui dois exemplares ímpares de arquitetura de terra, o Solar da Viscondessa do Tremembé e o Complexo da Capela do Bom Conselho, edificações que representam a reflexão técnico-histórica sobre as intervenções tecnológicas que ocorreram ao longo dos anos nesta região.
"da taipa ao concreto armado". O projeto de preservação desta arquitetura de terra elaborado pelos alunos do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Taubaté constitui-se num repertório acadêmico relevante à compreensão do processo histórico e às políticas de desenvolvimento do ambiente construído desta região.

1.Introdução

Em 1982, na Convenção entre o Ministério da Cultura e o Sistema Nacional de Educação da França, os franceses promoveram as primeiras "Classes du Patrimoine" com o objetivo de despertar o interesse e de desenvolver o conhecimento dos alunos da rede pública francesa na área de Preservação do Patrimônio Cultural. Da mesma forma, em 1989 o projeto "Rhin sans frontières" do Conselho da Europa lançou oficialmente o programa de "Classes Européennes du Patrimoine", emblemático e atípico, estas classes itinerantes entre os países membros tinham como objetivo o desenvolvimento de quatro oficinas integradas: arquitetura, etnologia, literatura e economia vivenciadas dentro de um espaço histórico. O contato direto dos alunos com as questões de preservação desenvolveu-se numa visão dinâmica com a história e proporcionou uma nova leitura dos espaços da cidade, através do reste direto com as obras construídas (Grappin,1999).
Em 1991, o Departamento de Arquitetura da Universidade de Taubaté aplica a primeira experiência regional brasileira na criação do Projeto-Escola, proporcionando aos alunos do Curso de Arquitetura e Urbanismo a oportunidade de atuarem nas questões de preservação dos edifícios históricos da cidade de Taubaté. Muitos trabalhos foram incentivados à formação profissional na área do patrimônio cultural, como uma atividade de reconhecimento do valor histórico da cidade, a fim de promover a preservação e a valorização de seus bens culturais. Já em 1995, a Universidade, reconhecendo a importância em promover uma política de preservação e restauração do patrimônio

histórico e cultural na região, criou o Núcleo de Preservação do Patrimônio Cultural – NPPC, vinculado a Pró-reitoria de Extensão e Relações Comunitárias.
Entre os anos de 1998 e 2001, o Núcleo de Preservação do Patrimônio Cultural desenvolveu Projetos de Restauração, do mesmo modo que as Classes Européias do Patrimônio: com a leitura direta dos espaços da cidade, através do resgate das construções históricas de Taubaté, evidenciando o valor deste conjunto arquitetônico na região do Vale do Paraíba (Cocco,2002).
No ano de 2003, o NPPC desenvolveu um Projeto de Preservação para o imóvel, intitulado pela história da região do Vale do Paraíba "O Solar da Viscondessa do Tremembé"; durante os oito meses de atividades constantes sobre o resgate histórico do edifício, que incluiu a pesquisa científica e tecnológica, interligada por estudos e análises acadêmicas das ciências sociais aplicadas, conclui-se que para compreender, interpretar, preservar e difundir a História Cultural e Econômica do Vale do Paraíba a ação de restauração deste Solar era ímpar para a proteção e consolidação dos valores históricos desta região, apresenta uma reserva de conhecimentos tecnológicos sobre a história construtiva de terra.

2. Investigação

A comunidade discente da Universidade de Taubaté, envolvida no Projeto de Preservação do Solar da Viscondessa do Tremembé, através do estágio supervisionado junto ao Núcleo de Preservação do Patrimônio Cultural, teve sua participação estimulada através do contato direto com a obra arquitetônica de terra a ser restaurada – num momento de reflexão técnico-histórica sobre as diferentes intervenções tecnológicas que ocorreram ao longo dos anos (meados do século XIX até a atualidade) – neste espaço físico relacionado-o com o crescimento e a expansão urbana da cidade.
Na Convenção Européia da Paisagem em Florença elaborada no ano 2000 sobre a temática que interessa o território e a paisagem, se pode compreender claramente a atribuição do complexo significado econômico, político e cultural, outro que o ambiental e o estético, que assume o patrimônio cultural na paisagem urbana, seja ela histórica ou não.
Roberto Gambino no seu texto *Maniere di intendere il paesaggio*, publicado em Roma no ano de 2002, chama a atenção do planejador, do projetista, do gestor e do restaurador que se deve transferir drasticamente o conceito de preservação a um outro plano: não fazer a análise somente do objeto e sim analisar o sistema; não analisar o simples bem cultural, talvez o monumento, mas se deve necessariamente assumir o sentido de *patrimônio cultural;* uma ação sozinha de preservação deve ser assumida dentro de uma política mais ampla, no âmbito da paisagem da cidade e do território (Gambino,2002).
Com esta dinâmica, a proposta dos estagiários frente ao patrimônio cultural mais que a comprovação científica sobre a datação e real condição física do imóvel se preocupou em organizar e divulgar os resultados desta pesquisa como uma referência regional relevante para ajudar a comunidade em seu desenvolvimento cultural – através de seminários integradores a Universidade, as instituições públicas e as privadas e a população em geral – no desenvolvimento social – através da transmissão de conhecimentos técnicos sobre a arquitetura de terra como uma opção de construção sustentável à população de baixa renda na região – e finalmente como forma de apoio ao desenvolvimento econômico – porque dentro do processo de captação de recursos produziremos aos investidores os valores sociais, assim detalhados no projeto de marketing cultural, onde o recurso financeiro não estará no objeto físico em si que estará sob o processo de restauração, mas na expectativa da sua futura função que gerará um espaço inovador para a região como um pólo de difusão dos projetos interdisciplinares extensionistas

voltados ao desenvolvimento do turismo cultural e ambiental, através da atividades do Centro de Documentação e Pesquisa Histórica - CDPH da Universidade de Taubaté.

3. Ensino e a futura visão de formação

O setor de preservação da arquitetura de terra tem demonstrado, sobretudo nos últimos anos, notável vitalidade, não apenas quanto ao seu perfil cultural, mas também no âmbito ambiental e no econômico, demonstrando o seu potencial que parecia até então esquecido.
A atividade administrativa voltada para a conservação passiva do bem cultural com a base de vínculo, gradativamente, vai se transformando em atividade *management* objetivando não somente a restauração e recuperação do patrimônio de terra, mas também sua valorização em um contexto econômico propiciando a geração de empregos e o incentivo ocupacional e favorecendo o re-equilíbrio de nosso meio ambiente.
Como é evidente, trata-se de duas posições extremas, nas quais tende a haver distorções; para que não corra este risco, uma visão equilibrada deve ser dada ao amplo problema que se abre sobre a questão de como conservar a arquitetura de terra.
Os riscos de distorções no conceito acadêmico anteriormente considerado eram múltiplos, bastando lembrar a divisão entre a produção, valorização e função que caracterizou no passado à posição de muitos técnicos que trabalhavam com a preservação do patrimônio cultural, os quais se ocupavam e ainda se ocupam de preservar uma *casta* escolha não só de tutela, mas também do desfrutamento do patrimônio com reflexos negativos sobre a análise do setor: não possibilitam avaliar o custo econômico e social da intervenção ou não intervenção, ou seja, inviabilizam qualquer política de preservação (Ministério Cultura,1999).
Não menos relevantes resultam os riscos, se considerar a posição econômica. A extrapolação da função, de uso e de consumo, dispêndio em patrimônio cultural, pode induzir a deixar em segundo plano o papel científico desempenhado na intervenção sobre tais bens como expressão concreta dos grandes e centrais temas da preservação.
Portanto, trata-se de formular, de forma correta, uma síntese operacional que reúna os elementos positivos de ambas as posições, implicando converter os investimentos aplicados na preservação do patrimônio cultural no contexto da história e da civilização de um país, dentro da programação da gestão das reservas e da valorização de aspectos econômicos, sociais, humanos, territoriais e ambientais.
Um dos méritos mais relevantes do atual debate sobre a gestão dos bens culturais ambientais é evidenciar fortemente a necessidade de se avaliar mais circunstancialmente o seu valor para a economia e o ambiente de um país, valor esse que proporciona impacto significativo quanto aos investimentos em variáveis como renda, ocupação, educação,etc..
Tal necessidade torna-se urgente à medida que cresce a importância do papel dos bens culturais e dos bens ambientais como elemento básico na qualificação da sociedade dos próximos anos. Em linhas gerais, as tendências de meio e longo termo indicam a expansão do papel dos patrimônios históricos.
No que concerne a estrutura que o sistema produtivo assumirá no futuro, há consenso quanto a opiniões e expectativas de que ocorrerão mudanças no modelo de desenvolvimento, tornando-se mais leve, mais *soft* com relação aquele que caracterizou no passado, mesmo recente. Um novo modelo de desenvolvimento no qual o papel crescente da atividade terciária corresponderá à perda relevante dos setores primários e secundários, referente a serviços. Quanto ao setor terciário, deverá ser incrementado o espaço destinado às atividades relativas a preservação do patrimônio cultural. São fatores estruturais importantes, destacando-se:

- a redução de horas de trabalho e o conseqüente aumento de tempo livre;
- o aumento do nível escolar e de instrução nos centros urbanizados;
- a maior longevidade, ocasionando maior número de pessoas idosas com muita disponibilidade de tempo; e
- a tendência ao turismo cultural e ambiental, buscando melhoria na qualidade de vida, nos paises em desenvolvimento.

Na atualidade a ação de tais fatores já é presente, mas o fenômeno coloca-se, com maior evidência, de forma especial no campo de questões econômicas, socialmente de extrema relevância em determinados países industrializados. Tais questões não se expressam de forma autônoma, mas por meio de administrações públicas e de políticas públicas, e devem ser assumidas como prioridade, particularmente quanto às reservas de recursos humanos e financeiros adequados à relevância social e ambiental que os serviços culturais vêm assumindo na atualidade.

A educação superior, segundo a Declaração Mundial sobre Educação no século XXI, deve reforçar seu papel de serviços extensivos à sociedade, especialmente as atividades voltadas para a eliminação da pobreza, intolerância, violência, analfabetismo, fome, deterioração do patrimônio cultural e ambiental e enfermidades, principalmente por meio de uma perspectiva interdisciplinar e transdisciplinar para a análise dos problemas e questões levantadas (UNESCO,1999).

Mas como executar tudo isto, se não conseguimos liberar nossos muros que cercam os conhecimentos adquiridos e desenvolvidos através da formação universitária?

A palavra liberação definida na metodologia de restauração, dentro da disciplina de Técnicas Construtivas do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Taubaté e empregada como ação junto ao Núcleo de Preservação do Patrimônio Cultural – NPPC , é a ação que consiste na retirada de elementos que não são considerados artísticos ou históricos, e foram agregados a um patrimônio cultural, cuja presença é motivo de dano estrutural, funcional ou resulta contra os conjuntos arqueológicos, arquitetônicos, ou urbanísticos (Cocco,2000).

Esta definição quando bem interpretada se relaciona à quase todas as atividades humanas. Quem nunca pensou, um dia, em liberar uma amizade pouco verdadeira; um princípio que se converteu em tabu; um conhecimento adquirido que com o passar dos anos se tornou obsoleto; ou ainda, um muro de um patrimônio histórico para simplesmente admirar o gramado da praça ao lado, sempre verde, ou integrar um edifício histórico a cidade?

A Universidade de Taubaté através das atividades do Núcleo de Preservação do Patrimônio Cultural tem por objetivo formar agentes multiplicadores para atuarem na área de preservação dos bens culturais e ambientais propiciando a integração de projetos universitários com a comunidade e a sociedade na região do Vale do Paraíba no Estado de São Paulo numa tentativa de romper e liberar os muros universitários a favor do desenvolvimento cultural, social e econômico da comunidade em geral.

Referência Bibliográfica

- Grappin,N. Council of Europe. Patrimoine Culturel: l'orientation, nº 20. Council of Europe Publishing Edition: Strasbourg, 1999.
- Cocco, M.D.A., Assini,M.J. Cultura com maturidade: gestão do patrimônio cultural do Complexo do Bom Conselho. In: Revista da Pró-reitoria de Extensão e Relações Universitárias, v.1, nº I.Taubaté/SP:Universidade de Taubaté, 2002.
- Gambino,R. Maniere di intendere il paesaggio. In: Clementi A. (a cura de). Interpretazione di paesaggio.Roma: Meltemi, 2002.
- MINC- Ministério da Cultura. Manual de Elaboração de Projetos para Captação de Patrocínio. In: Revista Marketing Cultural, especial. São Paulo: Baluarte Cultura e Marketing, 1999.
- UNESCO, Declaração Mundial sobre Educação no século XXI. Paris: UNESCO, 1999.
- Cocco, M.D.A. Programa Didático-pedagógico da Disciplina Técnica Retrospectivas do Curso de Arquitetura e Urbanismo. In: Catálogo Geral da UNITAU 2000. Pró-reitoria de Graduação. Taubaté/SP: Universidade de Taubaté, 2000.

Nota

(*) Drª Arq° Maria Dolores Alves Cocco é professora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté no Brasil e coordenadora do Núcleo de Preservação do Patrimônio Cultural na região do Vale do Paraíba no Estado de São Paulo.

IV SIACOT – III SEMINÁRIO
PROPOSTA DE COMUNICAÇÃO

TERRAS DA ARQUITECTURA TRADICIONAL EM ADOBO NO VOUGA-SUL

Luís Branco Santiago*

Pr. D. João de Menezes, Ed. Madrid, A 8º Esq.
2660-274 Santo António dos Cavaleiros
TM: 96 852 53 37
mail: LuisBSantiago@hotmail.com

TEMA 4 - Investigação, Ensino e Formação / capacitação / transferência
PALAVRAS CHAVE - Terras, adobo, Beira Litoral, Portugal

Resumo

O presente artigo resulta da investigação levada a efeito sobre a natureza das "terras" utilizadas na produção tradicional de adobos na região do Vouga-Sul, realidade que constituiu, até há algumas décadas, a principal referência construtiva da arquitectura local.

O estudo proposto inicia-se com uma abordagem histórica sobre a utilização regional da terra para fins construtivos, realçando-se as produções em adobo do século VII a.C., escavadas por Santos Rocha em Santa Olaia - Ferrestelo que, revelando a sua singularidade face ao contexto material da Arquitectura Castreja do Noroeste, constituem o primeiro e mais antigo vestígio da utilização de adobos a Norte do Mondego, anunciando o início de um processo construtivo que viria a ter continuidade com a influência romana e a presença árabe na região, principais contributos para a definição das particularidades de uma arquitectura regional baseada na utilização dos materiais locais, produzida até à segunda metade do século XX.

Para assegurar uma relação estreita entre a materialidade das alvenarias de adobo observadas (fundamentalmente dos séc. XIX e XX) e as terras utilizadas na sua produção, recorreu-se a entrevistas com proprietários, antigos mestres ou pessoas que produziram os seus próprios adobos ou trabalharam na "faina", estabelecendo um percurso que, a partir de edifícios concretos, nos transportou aos locais de extracção das terras, onde se procedeu à recolha das amostras.

A caracterização das terras recolhidas foi efectuada recorrendo a análises expeditas de campo (exame visual e ao tacto, *sedimentação simplificada* e *prova da pastilha*) cujos resultados obtidos viriam a ser posteriormente complementados com ensaios de laboratório (*granulometria/sedimentação* e *limites de consistência*), tendentes à avaliação das características granulométricas e plásticas dos solos em presença e a sua caracterização como material de construção.

Deste modo, procurou-se contribuir para a divulgação dos tipos de solos regionais utilizados na produção de adobos, sua identificação e classificação pedológica, ilustrando os aspectos que se consideram mais relevantes para a localização de potenciais zonas de recolha, identificação e escolha das "terras" tradicionalmente utilizadas na sua produção tradicional.

1 Introdução

A exploração de terras para a produção de adobos na região do Vouga-Sul é uma actividade que se encontra extinta há algumas décadas. Não obstante, constitui uma herança familiar e comunitária, de gerações, fazendo parte dos rituais das sociedades tradicionais locais, nomeadamente os do "namoro" e do casamento, que envolviam a preparação e construção da futura casa para os nubentes, saberes que, apesar da difusão dos telheiros e especialização dos "mestres" ocorridas ainda na segunda metade do século XIX, se mantiveram de certo modo presentes até meados do século passado.

Esta realidade permitiu que na região, por via da manutenção no seio das famílias ou através de antigos trabalhadores dos telheiros ou mesmo mestres, ainda hoje seja possível encontrar testemunhos das particularidades locais que envolviam a selecção e extracção das terras, os traços ou os tipos de operações que presidiam à manufactura dos adobos.

Baseada na recolha desses depoimentos, sobre a natureza das terras no Vouga–Sul e a sua utilização na construção tradicional em adobo do litoral beirão entre o Vouga e a Serra da Boa Viagem, a elaboração do presente artigo baseou-se nos levantamentos e pesquisa realizados pelo autor, no âmbito da sua dissertação de mestrado[1], tendo em vista a recolha, tratamento e registo de aspectos de uma arquitectura em "terra crua" que ainda persiste como um elemento marcante da cultura e paisagens da sub-região.

2 Enquadramento histórico

A construção tradicional em "terra crua", generalizada entre o Vouga e o Mondego pelo recurso a alvenarias em adobo, é uma prática documentada desde o século VII a.C. (Foto 1) à segunda metade do século passado, sendo o edificado que persiste fundamentalmente dos século XIX e XX.

Essas construções, cujo paradigma é a *casa Gandaresa* (Foto 2), associadas ao processo de desenvolvimento demográfico que sucedeu às reformas Pombalinas na região[2], viriam a proliferar por todo o território, correspondendo a uma arquitectura doméstica e de produção que encontra as suas raízes materiais numa herança cultural milenar de influência *Oriental*[3], de Fenícios, Púnicos e Tartessos, que ainda na Idade do Bronze e na Idade do Ferro[4] se estabeleceram em zonas estratégicas deste litoral e nos trechos navegáveis do Mondego e do Vouga[5], soluções em terra que viriam a ter continuidade com as influências itálicas e com a multissecular presença árabe na região[6].

No Vouga-Sul, a utilização da "terra crua" como material de recobrimento seria já, como noutros locais de solos de areias e aluviões, uma prática corrente das populações autóctones desde os alvores da sedentarização.

---

[1] Mestrado em Recuperação do Património Arquitectónico e Paisagístico, Universidade de Évora.

[2] No século XVIII, após a deposição dos Távoras, com as "políticas" de Sebastião de Carvalho e Melo, que levariam à criação da Diocese de Aveiro e à elevação da povoação a Cidade (1777), emancipando-a do Bispado de Coimbra, a região viria a experimentar um importante incremento político, económico e social. In: GASPAR, João Gonçalves - *A Diocese de Aveiro no Século XVIII. Um inquérito de 22 de Setembro de 1775*, Separata do Jornal de Aveiro Correio do Vouga, Ano 43, nº2161 e ss., Aveiro, 1974.

[3] TAVARES, A. Augusto - Os fenícios no território português: Estado da questão, in: Estudos Orientais IV., Os fenícios no território português. Instituto Oriental, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 1993. pp. 9-12.

[4] SILVA, Armando Coelho Ferreira da e GOMES, Mário Varela – *Proto-história de Portugal*, Universidade Aberta, [n.d.], pp. 43, 44.

[5] ...*Santa Olaia no curso do Mondego e Conímbriga para o interior; Baiões, no curso do Vouga*…. In: Idem, *Ibidem*, pp.44, 45.

[6] REIGOTA, João - *A Gândara Antiga. Concelhos de Cantanhede, Mira e Vagos*, Centro de Estudos do Mar e das Navegações Luís Albuquerque, Cantanhede, Mira e Vagos, 2000, pp. 171-246.

Da arquitectura Castreja, contemporânea da fase dos contactos "pré-coloniais" e estabelecimento na região dos povos do mediterrâneo, não existem ainda dados arqueológicos que atestem a construção de alçamentos em alvenarias regulares de terra, realidade que Garcia Y Bellido[7] observa em casas redondas noutras zonas peninsulares, caracterizando-os como soluções construtivas de fases anteriores ao estádio da *Cultura da Pedra do Noroeste* português.

Efectivamente, no contexto da região, a construção em adobo, documentada desde o final do século XIX por Santos Rocha[8] a Sul do território, em Santa Olaia – Ferrestelo e mais recentemente por Isabel Pereira[9], corresponde a modelos e tecnologias que remetem para os cânones do Mediterrâneo Oriental[10] e que constituem a primeira referência regional de uma prática construtiva em adobos, a qual se viria a generalizar por todo o território entre o *Vouga e Mondego,* usando os materiais naturais da região, areias surraipas, arenitos e rochas calcárias (estas associadas à produção de cal) que caracterizam os solos locais.

3 Os solos da região

Na região em estudo e respectiva envolvente observa-se a presença de cinco grandes grupos de solos: Regossolos, Podzóis, Cambissolos, Fluvissolos (em zonas húmidas fluviais) e Solonchaks (solos salinos relacionados com as zonas de estuário e sapais da Laguna)[11].

Fonseca e Marado, esboçam a Carta de Solos de Portugal, de 1990[12], na qual quantificam percentualmente os solos que nelas ocorrem[13] e estabelecem na zona duas manchas principais, números 11 (*Arh1-1ab*) e 53 (*PZb2- ½ ab*), englobando no limite Leste um pequeno trecho da zona nº19 (*Cmu1-2bc*), o qual não será considerado pois a área abrangida pode não ser representativa dos respectivos valores típicos.

Nas duas manchas principais predominam solos incipientes ou pouco evoluídos de materiais detríticos, com ou sem surraipa, destacando-se na nº11, 60% de Regossolos e 30% de Podzóis e na 53, 60% de Podzóis e 20% de Cambissolos (sendo as restantes percentagens constituídas por vários tipos de solos sem significado para a caracterização dos conjuntos).

---

[7] GARCIA Y BELLIDO, António - *Origénes de la casa redonda de la cultura castreñha del N.O. de la Península*, Revista de Guimarães, 81 (1-2), Guimarães, 1971, pp.25-35.

[8] ROCHA, António dos Santos – Texto não identificado. In: OLIVEIRA, Ernesto Veiga de, GALHANO, Fernando e PEREIRA Benjamim - Construções Primitivas em Portugal, 2ª ed., Publicações D. Quixote, Lisboa, 1988, pp.84, 85.

[9] PEREIRA, M. Isabel Sousa - *Figueira da Foz, Santa Olaia*, ia: Estudos Orientais IV., *Os fenícios no território português*. Instituto Oriental, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 1993. pp. 289, 290.

[10] Soluções filiadas em construções do Próximo Oriente datadas desde o século XIV a.C.. In: PEREIRA, M. Isabel Sousa - *Figueira da Foz, Santa Olaia*, in: Estudos Orientais IV., *Os fenícios no território português*. Instituto Oriental, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 1993. p. 289.

[11] Carta de Solos de Portugal, SROA, Esc.1:1.000.000,1971.

[12] Carta de Solos de Portugal, Instituto Nacional de Investigação Agrária, Centro Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, 1/2.000.000, 1990.

[13] FONSECA, Maurício Soares da, MARADO, Manuel O. Branco – *Carta dos Solos de Portugal. Enquadramento das unidades taxonómicas da classificação do C.N.R.O.A. na legenda da FAO, 1ª Aproximação*, ministério da Agricultura Pescas e Alimentação, Instituto Nacional de Investigação Agrária, Centro Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, Lisboa, 1991, Anexo II.

Para estes tipos de solos, as Cartas à escala 1:25.000[14] da sub-região em estudo, registam a presença das seguintes unidades pedológicas:

Regossolos

Regossolos Psamíticos não húmidos – **Rg, Rgc**.

Podzóis

Podzóis Não Hidromórficos: **Ap, Pz,** Ppr, Ppr (a);

Podzóis Hidromórficos: (**Aph**), (Azh).

Cambissolos

Solos Litólicos

Húmicos, Câmbicos, Normais: Mnr, Mnr(p), Mnt, Mnt (p), Mnto, Mvl, Mvl (a);

Não Húmicos Pouco Insaturados, Normais: Par, Par(a), Pto, **Vt**, Vto, Vl, Vl(p);

Solos Calcários

Pardos dos Climas de Regime Xénico, Para-Regossolos Psamíticos: "Rc", Rcg;

Solos Argiluviados Pouco Insaturados

Solos Mediterrâneos, Pardos, de Materiais Não Calcários: **Pag**, Pag (a), Pdg (a), Pago, Pato;

Solos Hidromórficos

Sem Horizonte Eluvial, Para-Aluviossolos (ou Para-Coluviossolos), Ca, Ca (i), Cal, Cal (a), Cal (i);

Solos Halomórficos

Solos Salinos, de Salinidade elevada, de Aluviões – As, Ass, Assac, Assc, Assl(i).

Destes cinco *Grupos* destacam-se os Regossolos e os Podzóis, por abrangerem a generalidade da região e serem o tipo de solos que constituem as principais fontes materiais utilizadas tradicionalmente na arquitectura local em terra crua, considerando-se ainda os Cambissolos, sendo estes menos representativos quer na ocorrência quer no uso para fins construtivos na zona considerada.

3.1 Os **Regossolos** são solos em desenvolvimento nas unidades de paisagem das dunas oblíquas, primárias ou secundárias, da faixa litoral do território (Foto 3), solos recentes caracterizados por um processo de evolução muito incipiente, constituídos por materiais pouco consolidados, arenosos, sobre rochas desagregadas normalmente de grande espessura efectiva.

Classificados por Cardoso[15] como Regossolos Psamíticos (**Rg**), apresentam-se sem horizontes claramente diferenciados sendo, na generalidade, constituídos por material originário, caracterizando-se por uma fracção argilosa inferior a 18% e mais de 65% de areia (classe de textura 1)[16],

O...*horizonte superficial é frequentemente um (A)p, podendo haver um A ou Ap de espessura reduzida, caso em que existe pequena acumulação de matéria orgânica*[17]... (Fig. 2).

[14] Carta de Solo de Portugal, Carta complementar, nº 184, 185, 195, 196, 206 e 207, 1:25000, IHERA, Divisão de Solos, [não publicadas] e respectiva Nota Explicativa, Lisboa, 1999.

[15] CARDOSO, José V. J. de Carvalho – *Os solos de Portugal, sua Classificação, Caracterização e Génese*, Vol.I – "A Sul do Rio Tejo", Secretaria de Estado da Agricultura, Direcção-Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa, 1965, p. 49.

[16] CARDOSO, J. Carvalho, BESSA, M. Teixeira, MARADO, M. Branco. - *Carta dos solos de Portugal (1:1 000 000*), separata da Agronomia Lusitana, Vol. 33, Tomo I-IV, pp. 481-602, [Lisboa], 1973, p. 493.

[17] SOUSA, Edgar C. - *Pedologia II – Classificação dos solos,* Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Ciências do Ambiente, Lisboa, 1993/94, Anexo I, p.3.

Relativamente à sua utilização como material de construção, foram referenciados no estudo realizado, locais de extracção de terras em plenas *dunas primárias* e *secundárias* e detectado o seu uso em adobos estabilizados com cal, nomeadamente em alvenarias de casas de famílias "menos remediadas" e em situações sintomáticas de auto-construção, manifestas na variação das medidas, textura e cor dos adobos. No entanto, o tipo de areia fina associado aos Regossolos locais era preferencialmente utilizada em argamassas de cal para assentamento ou rebocos, sendo ainda nos nossos dias aplicada nos traços correntes de cimento destinados a esses fins.

3.2 Os **Podzóis** são os solos mais generalizados e característicos da Gândara, estando referenciados na Carta de Solos de 1971[18] como solos podzolizados, **Po3**, Podzóis órticos associados a Cambissolos dísticos (Foto 4).

Mais evoluídos que os *Regossolos,* evidenciam uma crescente definição de horizontes, apresentando perfis do tipo *A Bpz C* [19] (Fig. 3)

O horizonte **A**, cinzento, revela-se normalmente pouco espesso, caracterizando-se em termos gerais por uma...*folhada de 3 a 5 cm, horizonte A0 delgado, horizonte A1 com 10 a 30cm de espessura, arenoso, em geral com 1 a 3% de matéria orgânica…* e*…Horizonte Az com 10-50cm de espessura, esbranquiçado, arenoso, praticamente sem matéria orgânica*[20].

O horizonte **E**, cinzento claro a branco, incipiente, apresenta frequentemente uma "estrutura particular", de materiais arenáceos, areias ou arenitos, com fracas ligações argilosas entre os inertes, que pode ocorrer nos Podzóis Hidromórficos e Não Hidromórficos onde surge normalmente com uma maior expressão, associados à presença de surraipa no horizonte B subjacente.

O Horizonte **B**, *Espódigo*[21], arenoso, tem em geral uma cor parda, frequentemente com surraipa branda ou mais ou menos compacta, em blocos ou contínua sobre materiais arenosos.

Estando normalmente associados a terrenos planos ou quase planos a ondulados como os observados na região, os Podzóis locais, de feição atlântica, são solos muito pobres em elementos nutritivos, de *expansibilidade nula*[22]*,* com uma permeabilidade superficial muito elevada e rápida e portanto sujeitos a uma grande eluviação pluvial, reforçada pelo regime de chuvas intenso e concentrado, principalmente durante o Inverno, e que origina níveis de podzolização (iluviação) significativos no horizonte B.

Essa precipitação e acumulação de óxidos de ferro que promove a aglutinação dos inertes, estabelece um nível de podzolização manifesto num horizonte mais ou menos espesso, contínuo ou descontínuo, designado de surraipa[23], o qual na região, devido à erosão dos horizontes A e E, ocorre frequentemente à superfície sendo facilmente detectável mesmo em situações que não impliquem "cortes" no terreno.

---

[18] Carta de Solos de Portugal, SROA, Esc.1:1.000.000,1971.

[19] ALMEIDA, António Campar de - *Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem*, Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas, Ed. Fundação Calouste Gulbenkian e Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, [Lisboa], 1997, p.153.

[20] CANCELA D´ABREU, Alexandre d´Orey – *Análise biofísica - Solo. Tópicos e Bibliografia*, Universidade de Évora, [Évora], Março de 1977, p. 11.

[21] Horizonte B Espódigo – Horizonte sub-superficial de acumulação iluvial de matéria orgânica, alumínio e/ou ferro. In: SOUSA, Edgar C. - *Pedologia II – Classificação dos solos,* Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Ciências do Ambiente, Lisboa, 1993/94, p. 10.

[22] CANCELA D´ABREU, Alexandre d´Orey – *Análise biofísica - Solo. Tópicos e Bibliografia*, Universidade de Évora, [Évora], Março de 1977, pp. 11, 12.

[23] ALMEIDA, António Campar de - *Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem*, Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas, Ed. Fundação Calouste Gulbenkian e Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, [Lisboa], 1997, p.144.

No Vouga-Sul, nomeadamente a partir dos séculos XIX e XX, com o incremento da produção de adobos por unidades artesanais especializadas, os "telheiros", que invariavelmente se instalavam em zonas de solos podzolizados comercializando adobos e areias para toda a região, a surraipa de seixo médio "amêndoa" passou a ser o material de eleição na construção particular e pública regionais, o que torna os Podzóis particularmente importantes para o âmbito do estudo em curso.

3.3 Cambissolos - Em áreas de formações recentes, basicamente cenozóicas,...*arenosas, de várias origens ou gresosas,..*os Podzóis surgem associados a Cambissolos dístricos[24] **Bh13**, de rochas sedimentares, classificados como Solos Litólicos, Húmicos e Não Húmicos (SROA).

Decorrentes de um processo litológico mais evoluído do que nos Podzol, com horizontes definidos ABC, estes solos…*apresentam uma formação incipiente, variada que se encontra mais claramente expressa noutros solos...* [25].

Utilizados na arquitectura de terra da região, estes solos revelam, em termos gerais, uma textura do horizonte B mais fina do que na generalidade dos Podzol que ocorrem na Gândara, devido à acumulação da fracção argilosa ou siltosa significativamente mais elevada e apresentam uma cor castanha sem que o horizonte B assuma o tom escuro ou apresente a tonalidade acinzentada das manchas dos Podzóis[26].

3.4 Caracterização das unidades pedológicas - Extrapolando para os Regossolos, Podzóis e Cambissolos regionais os dados das classes granulométricas apresentados por Cardoso[27], determinaram-se os valores médios dos constituintes de cada uma das Unidades pedológicas:

PROPORÇÕES DAS CLASSES GRANULOMÉTRICAS NAS UNIDADES PEDOLÓGICAS *			
UNIDADE PEDOLÓGICA	**AREIA % ****	**LIMO %**	**ARGILA %**
Rg	97,14	1,34	1,52
Rgc	94,45	3,99	1,60
Ap	90,90	2,95	5,90
Aph	96,58	1,75	1,67
Pz	73,42	9,74	16,84
Vt	76,9	10,45	12,65

* VALORES MÉDIOS CALCULADOS COM BASE NOS QUADROS APRESENTADOS POR CARDOSO (CARDOSO, 1965)

** ENGLOBA AS CLASSES GRANULOMÉTRICAS DE AREIAS FINAS E AREIAS GROSSAS

Quadro I – Proporções das Classes Granulométricas das Unidades pedológicas detectadas no Vouga–Sul.

Em todas as classes pedológicas constantes do quadro as maiores percentagens correspondem às classes das areias. Os valores de argilas não têm representatividade, sendo os mais elevados nos *Podzóis Não Hidromórficos* e nos *Cambissolos Não Húmicos, pouco insaturados, normais*, situações que estarão relacionadas com a acumulação de minerais argilosos por iluviação característicos dos horizontes com surraipa.

[24] ALMEIDA, António Campar de - *Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem*, Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas, Ed. Fundação Calouste Gulbenkian e Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, [Lisboa], 1997, p. 87.

[25] SOUSA, Edgar - *Pedologia II – Classificação dos solos,* Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Ciências do Ambiente, AEISA, [Lisboa], 1995/96, p. 4.

[26] ALMEIDA, António Campar de - *Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem*, Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas, Ed. Fundação Calouste Gulbenkian e Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, [Lisboa], 1997, p.156.

[27] CARDOSO, José V. J. de Carvalho – *Os solos de Portugal, sua Classificação, Caracterização e Génese*, Vol.I – "A Sul do Rio Tejo", Secretaria de Estado da Agricultura, Direcção-Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa, 1965, pp. 48-64, 67-73, 239-253.

4 Análises de terras

Recorrendo à análise macroscópica da cor, estrutura[28] e textura[29] do solo, passíveis de serem determinados nos ensaios de campo, ou pela complementaridade dos ensaios em laboratório, a classificação da natureza e potencial de uma terra para fins construtivos passa pela observação de factores como a **Granulometria** (*natureza e quantidade de agregados*), a **Plasticidade** (*capacidade de ser moldada*), a **Compressibilidade** (*capacidade de densificação e redução da porosidade) e a* **Coesão** (*propriedade de ligação dos agregados entre si*)[30], aspectos granulométricos, físicos e químicos que concorrem para a determinação das características das terras.

4.1 Análise de campo - Tendo em vista o conhecimento das características dos solos e da sua natureza como material de construção, foi desenvolvido o estudo relativo a 9 amostras - T1 a T9 (Quadro II / Fotos 5), recolhidas em locais referenciados durante as entrevistas efectuadas, como sítios onde tradicionalmente se procedia à extracção de terras. Para o efeito considerou-se o tipo da sua utilização no processo construtivo que foi possível observar: terras destinadas à produção de adobos ou as utilizadas preferencialmente em argamassas de assentamento e/ou rebocos.

Nas análises de campo foram efectuados os testes que se indicam e observados os seguintes aspectos:

No **exame visual e ao "toque" (tacto e ao sujar das mãos)**, face à natureza e à proporção relativa de elementos grossos no contexto das terras onde foram recolhidas as amostras, constatou-se que se tratavam de solos predominantemente arenosos, sendo:

T3, T4 e T8, terras exclusivamente de areias, das quais T3, T4 de cor branca ou ligeiramente amarelada (possível ocorrência de siltes). A amostra seca, suja pouco as mãos, que se limpam facilmente (indiciando a presença de siltes). T8 apresentava cor branca e castanha clara (possível ocorrência de siltes e argilas ou material orgânico em pequena percentagem). Com a amostra seca, sujam ligeiramente as mãos, que ao limpar ficam com um ligeiro depósito (indiciando a presença de siltes uma fracção reduzida de argilas);

T2 e T7, apresentavam ocorrência esporádica de seixo. T2, de cor parda castanho claro (possível fracção de matéria orgânica ou argilas em quantidade reduzida). A amostra seca, suja pouco as mãos, que se limpam facilmente (indiciando a presença de siltes). T7, apresenta cor castanha clara sendo os restantes aspectos semelhantes a T2;

T1, T5, T6 e T9, evidenciaram o aspecto de surraipa, solo "arenoso" ao "toque" com uma componente de seixo e calhau de diversos calibres com evidência, ao "sujar das mãos", de finos (argilas ou siltes) aparentes na cor castanha clara. T1 e T9, apresentavam-se, *im situ*, muito concrecionadas.

---

[28] A **estrutura** corresponde à forma como as partículas minerais se agrupam e relacionam fisicamente e consequente da forma como o ar e a água circulam entre as mesmas ou seja o...*tamanho, forma e arranjo das partículas e dos respectivos vazios*... In: COSTA, Joaquim V. Botelho - *Caracterização e Constituição do Solo*, Fundação Calouste Gulbenkian, 6ª ed., Lisboa, 1999, p.287.

[29] A **textura,** definida pela percentagem relativa das partículas minerais de dimensões dominantes, sendo para a classificação das classes texturais adoptada a *Escala de Atterberg* e o conceito de *terra fina*, contabilizando-se a sua proporção por volume da amostra, face aos respectivos elementos grosseiros retidos no crivo. In: GOMES, Celso de Figueiredo - *Argilas. O que são e para que servem*, Fundação Calouste Gulbenkian, [Lisboa], 1998, p. 70.

[30] LOURENÇO, Patrícia Isabel Mendes - Construções em terra. Os materiais naturais como contributo à sustentabilidade na construção, Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em Construção, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2002, p.46.

Sedimentação simplificada - Para averiguar as quantidades relativas dos vários componentes dos solos e a natureza da sua fracção fina e respectiva textura, procedeu-se à "prova da garrafa" (Foto 6), registando-se, por amostra de solo, os seguintes dados:

Ref.	LOCAL DE RECOLHA	% INERTES	% FINOS	% SILTES	% ARGILAS	% M. ORGÂNICA
T1	ESGUEIRA	81	18	Ni	Ni	1
T2	CAIÃO, QUINTA DO GATO	78	21	Ni	Ni	1
T3	*LOMBAS*, GAFANHA DA BOA VISTA	"99"	NO	NO	NO	NO
T4	GAFANHA DA VISTA ALEGRE	"99"	NO	NO	NO	NO
T5	VALE DE ILHAVO	90	10	NO	NO	NO
T6	FONTÃO, OUCA, VAGOS 1	70	30	Ni	Ni	NO
T7	FONTÃO, OUCA, VAGOS 2	80	15	NO	NO	NO
T8	SEIXO	90	10	NO	NO	NO
T9	CABEÇO DO SEIXO	76	21	(16)	(5)	3

Quadro II - Sedimentação simplificada – dados das percentagem relativas, em volume, dos constituintes das amostras de terra, obtidos nos ensaios.
(Ni) – Não definido
(NO) – Não observado ou sem significado

Prova da pastilha - A prova da pastilha, ou "de resistência em seco" (Foto 7) apenas foi executada nas terras T1, T2, T6 e T9, não tendo sido possível o ensaio para as restantes amostras por não apresentarem a consistência necessária, devido à insuficiência ou ausência de finos silto-argilosos (falta de plasticidade).

Nos ensaios realizados constatou-se, na generalidade, que as pastilhas partiam facilmente e que o material se desagrega com facilidade o que indicia teores de argila muito reduzidos.

4.2 **Ensaios laboratoriais**[31] - Na sequência das análises de campo levadas a efeito, tendo em vista uma abordagem que permitisse verificar e aprofundar os dados obtidos, procedeu-se ao ensaio laboratorial das amostras de terra recolhidas, tendo sido efectuadas análises granulométricas/sedimentométricas e a verificação dos limites de consistência para a determinação da plasticidade[32].

[31] As análises de solos foram efectuadas no Laboratório de Geotecnia e Mecânica dos Solos do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, em Almada, que graciosamente viabilizou a sua realização.

[32] Devido à natureza dos solos, arenosos e de fraca plasticidade, os ensaios de compactação (*Ensaio Proctor*), embora inicialmente previstos, não chegaram a ser realizados, pois, face à natureza dos solos em análise, os resultados que pudessem vir a ser obtidos "não teriam significado".
Nas amostras ensaiadas, a determinação do Limite de Retracção (WR), mesmo nos casos dos solos em que se detectou alguma presença de siltes e argilas, não foi realizada, uma vez que os mesmos, predominantemente arenosos e "não plásticos", não o permitiam. Os resultados que pudessem vir a ser obtidos não teriam "significado" (NP-143, de 1969, pp.4-5).
Para a caracterização laboratorial de solos, além das análises propostas é ainda frequente, nomeadamente para solos mais complexos, a realização de análises químicas (verificação da presença de matéria orgânica, húmica e sulfatos) e mineralógicas (verificação de argilas instáveis). In; MOTTA, Maria Manuel Banza Ramos – *Construções*

Ensaio granulométrico e sedimentométrico

Para apurar a granulometria das terras e determinar as percentagens relativas dos seus elementos constituintes, procedeu-se ao ensaio granulométrico e sedimentométrico, conduzido segundo o método previsto na Especificação E 196-1966 do LNEC.

Após a divisão, recolha e pesagem de parte das amostras a ensaiar, procedeu-se à sua **peneiração** (Foto 8). Em função da natureza dos solos, a preparação da amostra para a ***peneiração grossa*** - para os materiais retidos nos diversos peneiros, até ao "peneiro 10" (ASTM) - grãos > 2,00mm - foi efectuada por via seca e por via húmida:

Por via seca – Para os solos arenosos, sem fracção argilosa ou em que a mesma é muito reduzida (amostras T 3, T4, T5, T7 e T8).

Nestes casos as amostras foram passadas nos diversos peneiros considerando-se para a análise os materiais retidos até ao "peneiro 10", inclusivé.

Por *via húmida* – Esta técnica é a normalmente usada, uma vez que é frequente as amostras possuírem fracção argilosa que, desta forma, é mais fácil de desagregar das restantes fracções. Nos casos em estudo, dada a natureza dos solos, as amostras T1, T2, T6 e T9, foram preparadas por via húmida.

Face à peneiração, os casos estudados correspondem a terras em que a fracção grossa de seixo e areia é dominante (T1, T5, T6, T8 e T9) ou a solos arenosos, como os das amostras (T2, T3 e T4), em que as areias constituem a sua principal e por vezes única fracção.

Sedimentação - Para apurar a a distribuição granulométrica da fracção fina recorreu-se ao processo de sedimentação (Foto 9), efectuado na *Terra Fina* [33], ou seja, na fracção de diâmetro inferior a 2,00mm, que passou no "peneiro 10" (ASTM).

Os ensaios de granulometria referenciaram uma predominância de grossos em todas as amostras, constituídos fundamentalmente por areias e seixos calibrados, sendo as percentagens de argilas muito reduzidas (Quadro III).

Ref.	LOCAL DE RECOLHA	% DE ARGILAS Ø < 0,002mm	% DE SILTES 0,002mm < Ø < 0,06mm	% DE AREIAS 0,6mm < Ø < 2mm	% DE SEIXOS 2mm < Ø < 60mm	% DE FINOS ARGILAS + SILTES	% DE GROSSOS AREIAS + SEIXOS
T1	ESGUEIRA	5%	23%	38%	34%	28%	72%
T2	CAIÃO, QUINTA DO GATO	1%	25%	70%	4%	26%	74%
T3	*LOMBAS*, GAFANHA DA BOA VISTA	-	-	100%	-	-	100%
T4	GAFANHA DA VISTA ALEGRE	-	-	100%	-	-	100%
T5	VALE DE ILHAVO	-	4%	66%	29%	4%	96%
T6	FONTÃO, OUCA, VAGOS 1	11%	8%	66%	15%	19%	81%
T7	FONTÃO, OUCA, VAGOS 2	-	-	98%	2%	-	100%
T8	SEIXO	-	-	71%	29%	-	100%
T9	CABEÇO DO SEIXO	1%	6%	56%	37%	7%	93%

Quadro III - Granulometria das amostras (Fracções granulométricas segundo a E196, p.7)

rurais em alvenaria de terra crua no Baixo Alentejo, Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, UTL, Lisboa, 1997, pp. 36-40.

[33] CARDOSO, José V. J. de Carvalho – *Os solos de Portugal, sua Classificação, Caracterização e Génese*, Vol.I – *A Sul do Rio Tejo*, Secretaria de Estado da Agricultura, Direcção-Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa, 1965, p. 5.

Os dados obtidos revelam que a percentagem de finos (argilas e siltes) oscila entre os "0"% (T3, T4, T7 e T8) e os 28% em T1 (Esgueira, Aveiro), sendo na generalidade das terras muito baixos ou nulos. As amostras T1, T2, T6 e T9 evidenciaram a presença de percentagens de argilas muito baixas, entre o 1 e os 11%, não tendo sido nas restantes amostras detectada fracção argilosa.

Das terras analisadas as que apresentaram uma constituição mais equilibrada foram T1 (Esgueira, Aveiro) e T6 (Fontão, Ouca, Vagos 1); a primeira recolhida nas imediações de um areeiro já extinto e a segunda num local ainda em exploração. Em **T1** foram determinados 28% de finos (5% de argilas e 23% de siltes) e 72% de grossos (38% de areia e 34% de seixo) e em **T6**, 19% de finos (11% de argilas e 8% de siltes) e 81% de grossos (66% de areia e 15% de seixo) [34]

Limites de Consistência

Em complemento das análises granulométricas, procedeu-se à determinação dos limites de consistência[35] (limites de liquidez, de plasticidade e de retracção) dos solos, segundo a Norma Portuguesa Definitiva NP-143, 1969.

O **Limite de Liquidez (*WL)*** (Foto 10) estabelece-se recorrendo à *Concha de Casagrande* através de séries de "25 pancadas" de forma a determinar sequências de "pontos" correspondentes ao teor de água acima do qual, determinado solo amassado, já não consegue manter a forma que lhe foi atribuída, começando a revelar alguma fluidez, ou seja a passagem da amostra de solo de um comportamento (estado) plástico a líquido[36].

Nas *terras* em estudo, predominantemente arenosas, o ensaio do Limite de Liquidez só foi realizado para as amostras T1, T2, T6 e T9, uma vez que os restantes 5 solos apresentavam menos que 20%[37] em massa de partículas inferiores a 0,05mm.

O ***Limite de Plasticidade* (*WP)*** (Foto 11) define a transição entre o estado plástico e sólido, correspondendo à mudança do comportamento moldável a friável, ou seja, o ponto a partir do qual o solo começa a perder a sua coesão, tornando-se frágil e quebradiço por falta de humidade[38].

Para o apuramento do Limite de Plasticidade, recorreu-se ao material já preparado para o ensaio do Limite de Liquidez, que passou no "peneiro 40"

[34] Para a fabricação do adobo, a terra deverá ser peneirada ou escolhida, de modo a remover os inertes de maiores dimensões e evitar a presença de matéria orgânica. Na sua constituição deverão ocorrer areias, argilas e limos nas seguintes percentagens: Areia: 55 a 75%, Argilas: 10 a 28%, Limos: 15 a 18%, Matéria orgânica inferior a 3% In: DOAT, P., HOUBEN, H., MATOUK, S. e VITOUX, F. - *Construir com tierra*, CRATerre, (versão em Espanhol): - *El adobe*, p.143.

[35] Para determinar a natureza da matéria fina das terras, em particular da sua componente em siltes e argilas, a fracção activa face ao teor de água (W) que modifica a sua consistência, e avaliar da sua maior ou menor apetência para a variação volumétrica face à presença de água, ou seja o seu grau de plasticidade, utiliza-se a parte fina da amostra que passou no "peneiro 40" (ASTM), constituída pela fracção de dimensão inferior a 0,425mm.

[36] MOTTA, Maria Manuel Banza Ramos – *Construções rurais em alvenaria de terra crua no Baixo Alentejo*, Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, UTL, Lisboa, 1997, Anexo IV, p. 39; cit. MOITINHO.

[37] O valor em massa considerado pela NP-143, 2.1, para efeito de determinação do limite de liquidez de solos destinados à construção civil (corrente) é de 30%. No entanto, na prática, esse valor poderá ser considerado até aos 20%, referência adoptada nos casos em estudo, abaixo dos quais, efectivamente, o ensaio deixa de ter significado e passa inclusivamente a ser de muito difícil execução.

[38] MOTTA, Maria Manuel Banza Ramos – *Construções rurais em alvenaria de terra crua no Baixo Alentejo*, Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, UTL, Lisboa, 1997, Anexo IV, p. 39; cit. MOITINHO.

(ASTM) relativo às amostras T1, T2, T6 e T9, pois para as restantes não era praticável pelos motivos já referidos para o limite de liquidez (WL).

O **Índice de Plasticidade (Ip)** obtém-se através da diferença entre os teores em água correspondentes aos Limites de Liquidez e Plasticidade (Ip = WL – WP).

Nos casos em estudo, dada a natureza dos solos, apenas foi possível calcular o Ip para as amostras T1 e T6, classificados como terras de "plasticidade fraca" (Esgueira) e de "plasticidade média" (Fontão, Ouca Vagos 1). As restantes amostras, devido à insuficiência ou ausência da fracção silto-argilosa, degradavam-se no decorrer do ensaio, por apresentarem níveis de plasticidade muito reduzidos ou mesmo nulos, revelando tratar-se de solos não plásticos.

Ref.	LOCAL DE RECOLHA DA AMOSTRA	Limite líquido (W l)	Limite plástico (W P)	Índice de plasticidade (I p) (W l – W P)	Limite de retracção (W s)
T1	ESGUEIRA	22,4	17,3	5,1	NR
T2	CAIÃO, QUINTA DO GATO	16,0	NR	NR	NR
T6	FONTÃO, OUCA, VAGOS 1	27,3	15,7	11,6	NR
T9	CABEÇO DO SEIXO	**NR**	**NR**	**NR**	**NR**

Quadro IV - Estudo dos limites de consistência (NP) – Solo não plástico
(NR) – ensaio não realizável

Face à natureza dos solos só foi possível avaliar os Limites de Consistência das amostras T1, T2, T6 e T9 (Quadro IV). Os dados obtidos revelaram tratarem-se de solos predominantemente arenosos com uma componente fina reduzida de siltes e argilas. Em termos de plasticidade, T6 apresenta plasticidade média e T1 plasticidade fraca. Os restantes solos revelaram uma plasticidade muito reduzida ou mesmo nula correspondendo, em geral, a solos de fraca consistência e sem apetência para a variação volumétrica.

5 Conclusão

A investigação levada a efeito sobre as terras no Vouga–Sul e a sua utilização na construção tradicional em adobo no litoral beirão entre o Vouga e a Serra da Boa Viagem, baseou-se em entrevistas efectuadas na região, depoimentos que permitiram o reconhecimento de particularidades locais que envolviam a selecção e extracção das terras, os traços ou os tipos de operações que presidiam à manufactura dos adobos.

Face a esses testemunhos, procedeu-se à recolha de amostras de solo em locais referenciados, as quais foram posteriormente objecto de classificação pedológica, análises de campo e laboratoriais no intuito de se concluir sobre a natureza das "terras" em presença.

Associados à produção de adobos foram identificados na sub-região duas **unidades pedológicas** predominantes: Regossolos e Podzóis, solos incipientes ou pouco evoluídos de formação recente, constituídos por materiais detríticos, areias ou arenitos, com ou sem surraipa promovida por fenómenos de hidromorfismo característicos dos *Podzóis* devido à acumulação de minerais argilosos por iluviação.

As **análises de campo** referenciaram respectivamente, nas zonas litorais de dunas primárias e secundárias "Terras magras", sem horizontes definidos, basicamente constituídas por areias, com uma fracção fina silto-argilosa muito reduzida ou mesmo inexistente e nas zonas de transição e interiores, terras de materiais desagregados, areias e arenitos com a presença efectiva de seixo e/ou calhau rolado e quantidades reduzidas ou moderadas de silte e argila em que se

constata já uma crescente definição de horizontes, mais significativa em perfís com surraipa.

Os ensaios laboratoriais de **granulometria** e **plasticidade** referenciaram uma predominância de "grossos" em todas as amostras, constituídos fundamentalmente por areias e seixos calibrados, sendo a percentagem de argilas muito reduzida. Os casos estudados correspondem a solos arenosos, como as amostras (T2, T3 e T4), em que as areias constituem a sua principal e por vezes única fracção ou a terras em que a fracção grossa de seixo e areia é dominante (T1, T5, T6, T8 e T9), sendo as amostras que apresentaram uma constituição granulométrica mais equilibrada recolhidas em areeiros, em que o desmonte evidenciava surraipa bem concrecionada, amostras obtidas em Esgueira, Aveiro (**T1**) com 28% de finos (5% de argilas e 23% de siltes) e 72% de grossos (38% de areia e 34% de seixo) e no areeiro do Fontão, Ouca, Vagos (**T6**), 19% de finos (11% de argilas e 8% de siltes) e 81% de grossos (66% de areia e 15% de seixo).

Face à natureza dos solos, os dados obtidos para os **Limites de Consistência** (T1, T2, T6 e T9) revelaram tratarem-se de solos predominantemente arenosos com uma componente fina reduzida de siltes e argilas. A maioria das amostras devido à insuficiência ou ausência da fracção silto-argilosa apresentou níveis de plasticidade muito reduzidos ou mesmo nulos, revelando tratar-se de solos "não plásticos", existindo apenas dois casos que apresentavam "plasticidade fraca" T1 (Esgueira) e "plasticidade média" T6, (Fontão, Ouca Vagos 1). Em geral correspondem a solos de fraca consistência e sem apetência para a variação volumétrica.

A análise macroscópica das alvenarias de diversas construções regionais permitiu constatar que a utilização de terras provenientes de Regossolos ocorre em construções mais antigas ou de menos recursos que, de forma mais ou menos evidente, devido a aspectos económicos ou pela dificuldade em conseguir outro tipo de materiais, recorriam às terras locais de areia fina e incoerente que estabilizavam com cal.

Característicos das alvenarias em zonas onde ocorriam Podzóis, com o desenvolvimento e especialização da actividade dos "telheiros", estes solos, de surraipa de seixo médio, "amêndoa", passaram a referenciar o tipo de materiais empregues na produção de adobos, extraídos de areeiros como os de Esgueira ou Montinho, cujas produções de adobos de "areia e cal", levariam à generalização deste tipo de terras, como material de eleição, generalizando-se por todo o território na construção quer de obras institucionais, de autor, quer numa arquitectura anónima doméstica ou de produção dispersa pelo campo.

O estudo efectuado revelou tratarem-se de materiais arenosos com uma percentagem de finos muito reduzida ou nula, fraca consistência, na maioria dos casos não plásticos e com estabilidade volumétrica, cuja utilização na produção de adobos se processava mediante estabilização dos "traços" com cal.

Com a investigação desenvolvida procurou-se obter um melhor conhecimento sobre as terras que, até à segunda metade do século XX, eram utilizadas de forma quase exclusiva nas construções regionais. O entendimento da natureza destas terras, cuja utilização mediante estabilização com cal se generalizou no Vouga-Sul na produção de adobos, é fundamental para viabilizar quer uma prática de intervenção adequada à preservação das referências arquitectónicas locais, quer para a sensibilização de uma mais valia económica, ambiental mas também estética, que se poderá alcançar através da reintrodução sustentada do uso da terra e do adobo no processo construtivo regional contemporâneo.

BIBLIOGRAFIA:

ALMEIDA, António Campar de - *Dunas de Quiaios, Gândara e Serra da Boa Viagem*, Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas, Ed. Fundação Calouste Gulbenkian e Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, [Lisboa], 1997.

CANCELA D´ABREU, Alexandre d´Orey – *Análise biofísica - Solo. Tópicos e Bibliografia*, Universidade de Évora, [Évora], Março de 1977.

CARDOSO, José V. J. de Carvalho – *Os solos de Portugal, sua classificação, caracterização e génese*, Secretaria de Estado da Agricultura, Direcção-Geral dos Serviços Agrícolas, Lisboa, 1965.

CARDOSO, J. Carvalho, BESSA, M. Teixeira, MARADO, M. Branco. - *Carta dos solos de Portugal (1:1 000 000),* separata da Agronomia Lusitana, Vol. 33, Tomo I-IV, pp. 481-602, [Lisboa], 1973.

COSTA, Joaquim V. Botelho - *Caracterização e Constituição do Solo*, Fundação Calouste Gulbenkian, 6ª ed., Lisboa, 1999.

DOAT, P., HOUBEN, H., MATOUK, S. e VITOUX, F. - *Construir com tierra*, CRATerre, (versão em Espanhol): - *Análises de Suelos*, pp. 14-43.

DOAT, P., HOUBEN, H., MATOUK, S. e VITOUX, F. - *Construir com tierra*, CRATerre, (versão em Espanhol): - *Características del material terra*, pp. 46-51.

DOAT, P., HOUBEN, H., MATOUK, S. e VITOUX, F. - *Construir com tierra*, CRATerre, (versão em Espanhol): - *El adobe*, pp. 136-155.

FONSECA, Maurício Soares da, MARADO, Manuel O. Branco – *Carta dos Solos de Portugal. Enquadramento das unidades taxonómicas da classificação do C.N.R.O.A. na legenda da FAO, 1ª Aproximação*, ministério da Agricultura Pescas e Alimentação, Instituto Nacional de Investigação Agrária, Centro Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, Lisboa, 1991.

FRADA, Gabriel - *Namoro à Moda Antiga. O Amor na Gândara*, Ed. Fernando Mão de Ferro, [n.d.], 1992.

GARCIA Y BELLIDO, António - *Origénes de la casa redonda de la cultura castreñha del N.O. de la Península*, Revista de Guimarães, 81 (1-2), Guimarães, 1971.

GASPAR, João Gonçalves - *A Diocese de Aveiro no Século XVIII. Um inquérito de 22 de Setembro de 1775*, Separata do Jornal de Aveiro Correio do Vouga, Ano 43, nº2161 e ss., Aveiro, 1974.

GOMES, Celso de Figueiredo - *Argilas. O que são e para que servem*, Fundação Calouste Gulbenkian, [Lisboa], 1998.

LOURENÇO, Patrícia Isabel Mendes - *Construções em terra. Os materiais naturais como contributo à sustentabilidade na construção*, Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em Construção, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2002.

MATROUK, S., VITOUX, F. – *Como reconocer una buena tierra para construir*, Folheto do CRATerre Peru, [N.D.].

MOTTA, Maria Manuel Banza Ramos – *Construções rurais em alvenaria de terra crua no Baixo Alentejo*, Dissertação de Mestrado em Construção, Instituto Superior Técnico, UTL, Lisboa, 1997.

OLIVEIRA, Ernesto Veiga de, GALHANO, Fernando e PEREIRA Benjamim - *Construções Primitivas em Portugal*, 2ª ed., Publicações D. Quixote, Lisboa, 1988.

PEREIRA, M. Isabel Sousa - *Figueira da Foz, Santa Olaia*, ia: Estudos Orientais IV., *Os fenícios no território português*. Instituto Oriental, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 1993.

REIGOTA, João - *A Gândara Antiga. Concelhos de Cantanhede, Mira e Vagos*, Centro de Estudos do Mar e das Navegações Luís Albuquerque, Cantanhede, Mira e Vagos, 2000.

RICARDO, R. Pinto - *Pedologia II – Génese e evolução dos solos,* Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Ciências do Ambiente, [Lisboa], 1969/70.

SANTANA, Teresa - *Mecânica de Solos. Aulas Práticas de Laboratório*, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologias, Departamento de Engenharia Civil, Secção de Geotecnia, [ND], Almada, [ND].

SOUSA, Edgar C. - *Pedologia II – Classificação dos solos,* Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Ciências do Ambiente, Lisboa, 1993/94.

SOUSA, Edgar - *Pedologia II – Classificação dos solos,* Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Ciências do Ambiente, AEISA, [Lisboa], 1995/96, p. 4.

TAVARES, A. Augusto - *Os fenícios no território português: Estado da questão*, in: Estudos Orientais IV., Os fenícios no território português. Instituto Oriental, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 1993.

CARTAS

Carta de Solos de Portugal, SROA, Esc.1:1.000.000,1971.

Carta de Solos de Portugal, Instituto Nacional de Investigação Agrária, Centro Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário, 1/2.000.000, 1990.

Carta de Solo de Portugal, Carta complementar, nº 184, 185, 195, 196, 206 e 207, 1:25000, IHERA, Divisão de Solos, [não publicadas] e respectiva Nota Explicativa, Lisboa, 1999.

IV SIACOT – III SEMINÁRIO

TERRAS DA ARQUITECTURA TRADICIONAL EM ADOBO NO VOUGA-SUL

Luís Branco Santiago*

LuisBSantiago@hotmail.com

TEMA 4 - Investigação, Ensino e Formação / capacitação / transferência
PALAVRAS CHAVE - Terras, adobo, Beira Litoral, Portugal

Fotografias / figuras

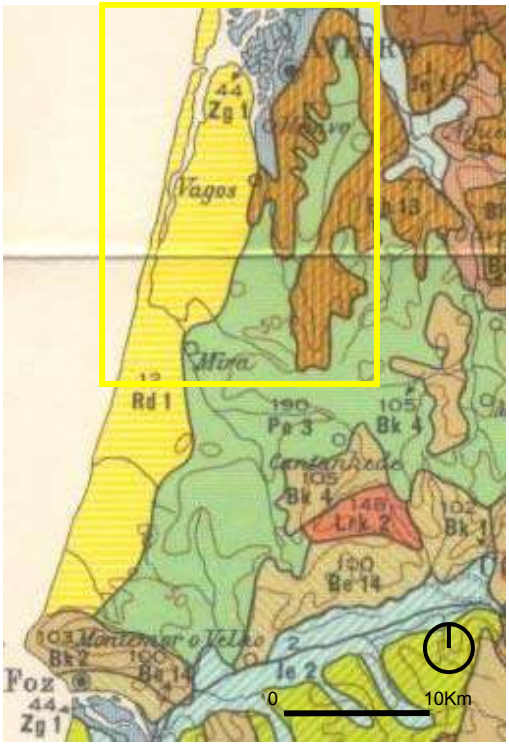


Fig. 1 - Os solos dominantes na região em estudo e respectiva envolvente, segundo a Carta de Solos de Portugal, SROA, Esc.1:1.000.000,1971 (Unidades taxonómicas - Versão portuguesa da nomenclatura FAO / UNESCO, que é indicada entre parêntesis).

LEGENDA

Rd1 – Regossolos dístricos (*Dystric Regosols*)

Po3 – Podzóis órticos (*Orthic Podzols)*

Bh13 – Cambissolos dístricos (*Dystric Cambisols)*

Je1 – Fluvissolos êutricos (*Eutric Fluvissols)*

Zg1 – Solonchaks gleizados (*Gleyic Solonchaks*)



Foto. 1 - *Adobo cozido (Fogo) ... Santa Olaia – Depósito nº 374 Soc. Arqueológica* – Espólio do Museu M. Dr. Santos. Rocha – Figueira da Foz. Fotografia do autor, OUT2004.



Foto. 2 – Casa Gandaresa – Gafanha da Vista Alegre, Ílhavo. Fotografia do autor, OUT2004.



Foto 3 – Aspecto de uma zona de Regossolos, onde ainda se processa à extracção esporádica de areias finas. Gafanha da Boa Vista, Ílhavo. Fotografia do autor, OUT2004.

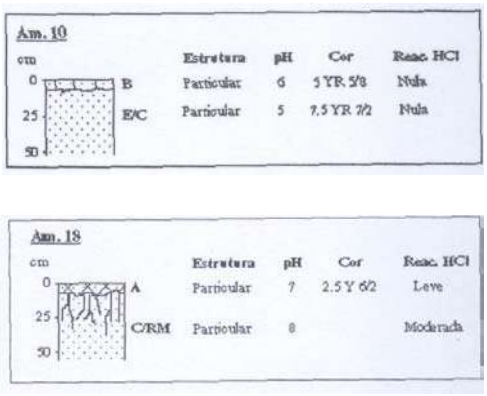


Fig.2 – Perfis característicos de Regossolos. As amostras 10 e 18 (Almeida, 1997: 156, fig. 50)



Foto 4 - Solos Podzol – dunas antigas. A sua estratificação corresponde a um perfil típico de um solo Podzol, com um horizonte A muito reduzido e escuro, o horizonte E cinzento claro e o B com surraipa concrecionada, em tons de castanho, característico do sistema dunar interior, com dunas mais antigas. Vale de Ílhavo, Fotografia do autor, OUT2004.

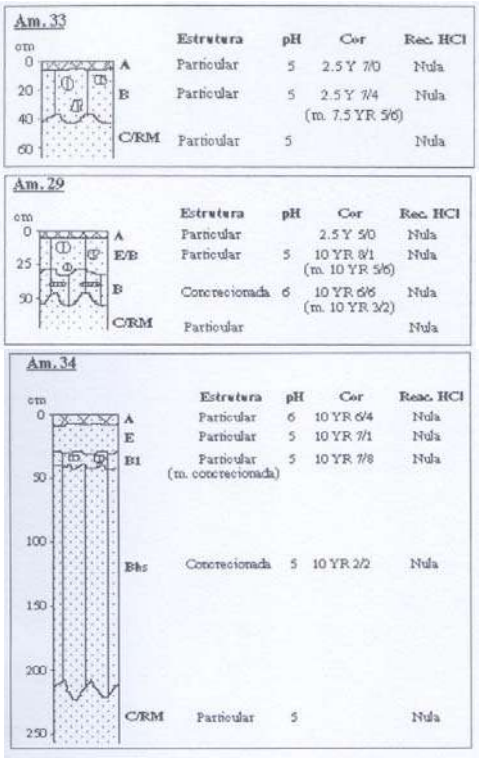


Fig. 3 - As amostras nº33, 29 e 34, obtidas por Campar de Almeida respectivamente em dunas recentes, numa superfície plana e em dunas antigas demonstram um processo crescente de podzolização. O perfil nº 34 - Podzol característico, com horizonte E cinzento claro e um horizonte B com uma significativa surraipa concrecionada (Almeida, 1997: 123, 124, fig. 33-35).



Fotos 5 - Aspecto dos locais onde se procedeu à recolha das amostras das terras analisadas:
T1 – Esgueira; T2 – Caião, Quinta do Gato; T3 – "Lombas", Gafanha da Boa Vista;
T4 – Gafanha da Vista Alegre; T5 – Vale de Ilhavo; T6 – Fontão, Ouca, Vagos 1;
T7 - Fontão, Ouca, Vagos 2; T8 – Seixo; T9 – Cabeço do Seixo.
(sequência da esquerda para a direita e de cima para baixo).



Foto 6 – Análises de campo – Sedimentação simplificada.



Foto 7 – Análises de campo – Prova da pastilha.



Ref. do PENEIRO (ASTM)	Dim. do CRIVO
1"	25 mm
3/4"	19 mm
3/8"	9,5mm
Nº 4	4,76mm
Nº 10	**2,00mm**
Nº 20	0,841mm
Nº 40	0,420mm
Nº 80	0,177mm
Nº 100	**0,150mm**
Nº 200	**0,074mm 74µm***

Foto 8 – Ensaio em laboratório - colocação de amostra nos peneiros. Quadro de referência dos peneiros ASTM utilizados no presente estudo e dos calibres dos respectivos crivos

* 1 µm = 1 10^{-6} m = 0,001mm

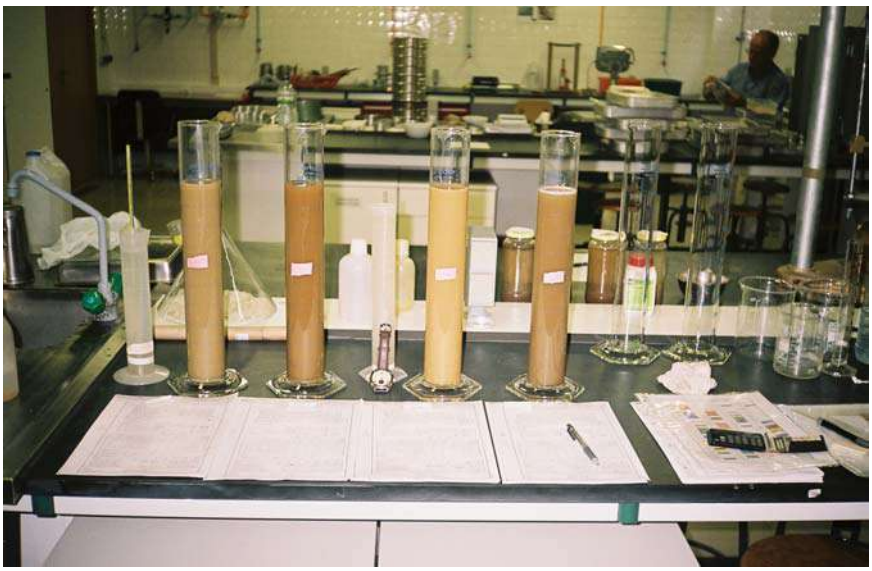


Foto 9 – Ensaio em laboratório - Teste de sedimentação das amostras T1, T2, T6 e T9.



Foto 10 – Ensaio em laboratório – Concha de Casagrande – Limite de liquidez (WL).



Foto 11 – Ensaio em laboratório – Preparação para a determinação do Limite de Plasticidade (WP).





Ensaio compressão simples e de compressão diametral. Fonte Universidade de Aveiro



Teste de flexión (Instrumental para ser utilizado en campo). Crédito: Roberto Mattone

Comportamento e Resistência dos Edifícios

CONSTRUIR CON TIERRA EN LADERAS DE GRAN DECLIVE: ¿UN DESAFÍO A LOS DESASTRES NATURALES?

Rosa Flores[1]
Facultad de l'*Aménagement*, Instituto de Urbanismo, Universidad de Montreal, Canadá;
2250 Saint Jacques, Montreal (Quebec), H3J 2M7, CANADÁ;
Tel.: 1 (514) 935-9293; E-mail: rosa-amelia.flores-fernandez@umontreal.ca

Tema 5: Comportamiento y Resistencia de los Edificios
Palabras-llave: viviendas de tierra; desastres naturales; asentamientos humanos.

Resumen
En los últimos ocho años, los desastres naturales en América Latina, se han cuadruplicado, siendo que, uno de cada tres habitantes se encuentra actualmente expuesto a dichas catástrofes. En el caso Brasileño, los deslizamientos de tierra son los responsables del mayor número de muertes, particularmente, entre los pobladores de los asentamientos humanos situados en terrenos escarpados. Allí, a pesar de la frecuencia con que ocurren estos accidentes, las viviendas de tierra, en particular, las de *taipa de sopapo* son las que más han resistido a este tipo de desastres naturales.
Dentro de una perspectiva de prevención de desastres, el artículo presenta las viviendas de tierra (*taipa de sopapo*) en dos asentamientos humanos localizados en laderas de gran declive –vulnerables a los deslizamientos de tierra– en Salvador de Bahía, Brasil.
Tomando en consideración el binomio terreno-técnica constructiva, el autor muestra las formas de implantación física y espacial de la *taipa*, en áreas de riesgo geológico, dónde, a pesar de la alteración de la geometría natural del terreno y las inclemencias del tiempo, éstas, han conseguido mantenerse a lo largo de décadas.
Las informaciones presentadas a lo largo del artículo, pretenden ilustrar cómo las viviendas de *taipa* en las laderas vulnerables a los deslizamientos de tierra, han respondido y continúan haciéndolo, a las exigencias propias de zonas de riesgo alto y muy alto.

1. Salvador de Bahía y los sectores a riesgo geológico

La ciudad de Salvador, capital del Estado de Bahía –localizada en la región Nor-Este del Brasil– presenta une topografia muy accidentada con laderas escarpadas cuyas inclinaciones varian entre 14° (25%) y 27° (50%) (OCEPLAN/GESEC[2](1980 : 5-6). En esta ciudad, los sectores considerados a riesgo geológico y propicios a la ocurrencia de deslizamientos de tierra pueden ser reunidos en tres grupos principales: Las laderas ocupadas por los asentamientos humanos; el sector de los Valles y la Escarpa de la Falla de Salvador (*Escarpa da Falha*) (figura 1) (OCEPLAN/GESEC, 1980a : 19-21). Dentro de estos tres sectores, son las laderas las que nos interesan, por ser allí donde se encuentran las viviendas de tierra, objeto de nuestro estudio.
Acerca de la ocupación espontánea de los terrenos escarpados de Salvador, el origen de este fenómeno se remonta a la década de 1940, período en el que la ciudad experimenta una de las primeras y mayores explosiones demográficas (la población aumenta en 44%)[3] (Gordilho, 2000 : 110-112). Viene al caso citar que los primeros residentes de dichos asentamientos humanos *ejecutaban construcciones habitacionales de mejor calidad y manejaban con más éxito la topografía accidentada y la fauna del territorio escarpado* (OCEPLAN/GESEC, 1980: 13).
Aunque no se disponga de estudios sistemáticos que traten sobre este asunto, las informaciones (sobretodo orales) afirman que los primeros ocupantes de las laderas de Salvador, al momento de implantar sus viviendas, tenian una preocupación particular

por preservar las características geométricas del terreno (perfil, inclinación, altura), la cobertura vegetal existente y el sistema natural de drenaje (Ibid.).
Respecto a la opción constructiva para su hábitat, todo indica, que a la época, las viviendas implantadas en esas laderas eran generalmente construidas con tierra utilizando una técnica conocida localmente como la *taipa de sopapo* o simplemente la *taipa*[4] (Ibid.). De acuerdo a lo investigado, la adhesión positiva y sistemática de la *taipa* de estos grupos carentes, tiene al parecer dos explicaciones principales: factores de orden económico –la materia prima necesaria para la elaboración de la *taipa* era obtenida en la propia ladera– y factores de orden preventivo frente a los deslizamientos de tierra– la *taipa* es capaz de absorber una gran cantidad de energía (Flores, 2005).
A propósito de los deslizamientos de tierra, según el *Plano Diretor de Encostas de Salvador* (PDE), fué después de 1551, que a causa de la implantación y el desarrollo físico de la ciudad –en respuesta a criterios puramente defensivos y estratégicos– que estos fenómenos naturales han comenzado a formar parte de la historia de Salvador (PDE, 2004 : 8). A ello debemos sumar sus condiciones topográficas, geomorfológicas, climáticas y socio-económicas singulares que esta ciudad posee (OCEPLAN/GESEC, 1980 : 4).
En la actualidad, de acuerdo a datos de la CODESAL[5](2002 : 2), dentro de todo el territorio brasileño, Salvador ocupa el cuarto lugar en lo que a la ocurrencia de movimientos de masa se refiere, siendo que entre 1994 et 2004 casi 23 mil deslizamientos han sido registrados en esta ciudad. Según el *Mapa de Riscos Geológicos relacionados a Encostas* (PDE, 2004), los accidentes más numerosos han sido localizados en la región administrativa XIII de Salvador (RA-XIII)–al interior de la cual se localiza el asentamiento *Baixa de Santa Rita*– y enseguida en la región administrativa XVI (RA-XVI), donde se encuentra el asentamiento *Mamede*, los dos, asentamientos objetos de nuestro estudio.

2. Las viviendas de tierra y los deslizamientos de tierras en los asentamientos humanos *Baixa de Santa Rita* y *Mamede*.

Para comenzar, debemos notar que dentro de la ciudad de Salvador, y desde el punto de vista geológico, *Baixa de Santa Rita* y *Mamede* son considerados como sectores a riesgo alto y muy alto, respectivamente. Es necesario señalar que ha sido desde el inicio de la invasión, que la gran mayoría –por no decir todos los residentes de ambos asentamientos– han vivido (y algunos todavía continúan viviendo) en casas hecha de tierra, cuya existencia media es de 35 años de antigüedad.
En el caso de *Baixa de Santa Rita*, el asentamiento se localiza en la zona topográfica del *Planalto* de Salvador, cuyas capas superficiales del suelo son arcillosas y poco susceptibles a la erosión (figura 1) (OCEPLAN/GESEC, 1980: 5). Esta *favela* que está implantada al fondo de un valle, sobre un terreno accidentado, de perfil ligeramente cóncavo, tiene una inclinación de 21°30' (40%), que la califica como una zona a riesgo alto (figura 2). En cuanto al tipo de suelo, de acuerdo a los sondeos a percusión efectuados en los diferentes sectores de *Baixa de Santa Rita*, éste es predominantemente arcilloso en las capas superficiales y limo-arcilloso (con arena y grava) en los estratos más profundos (UFC Engenharia Ltda, 2003).
En lo que a *Mamede* se refiere, dicho asentamiento se sitúa en la zona topográfica de la *Planicie Litorânea Oeste* de Salvador, cuyas fracciones de suelo están constituídas predominantemente por arcillas del tipo montimorilonita (figura 1) (OCEPLAN/GESEC, 1980: 5; PDE, 2004). Esta arcilla que es reconocida por sus propiedades expansivas –en contacto con el agua– es conocida localmente como *masapé*. Vale destacar que en Salvador, el *masapé* es considerada como la responsable de la mayoría de procesos de inestabilidad que afectan las escarpas, a menudo asociados a los movimientos de

masa. En el caso de *Mamede* el terreno que presenta un perfil cóncavo y convexo, con una inclinación de 19.5° (35%) es del tipo areno-arcilloso, favorable al desarrollo de procesos erosivos. A pesar que la inclinación del terreno sea menor que el de *Baixa de Santa Rita*, en razón del perfil cóncavo-convexo del terreno y las características expansivas del suelo, *Mamede* es considerado como a riesgo muy alto.

En cuanto al tipo de tecnología utilizada en las edificaciones, actualmente 13% de las viviendas en *Baixa de Santa Rita* (913 casas en total) y 18% en *Mamede* (750 viviendas en total) continúan siendo completamente de tierra, y la *taipa de sopapo*, la técnica aplicada en ambos asentamientos (figuras 3 y 4). A este porcentaje, hay que añadir aquellas viviendas, donde, a pesar de los cambios de materiales (de *taipa* a albañilería), algunos de sus muros todavia son en *taipa*.

Según las versiones obtenidas en las entrevistas realizadas –al interior de los dos asentamientos en octubre 2004 por la autora– los *favelados* aprovechando la flexibilidad de la *taipa*, acostumbraban implantar sus casas siguiendo la inclinación del terreno y solamente en ciertos casos ejecutaban cortes y nivelaciones en la ladera. En general, la tierra obtenida de los cortes (horizontales, verticales o sub-verticales) era utilizada para cubrir la estructura de muros construida anticipadamente con las ramas de los árboles encontrados en el proprio terreno. De acuerdo a los residentes, *la tierra de tonalidad roja ou anaranjada, disponible en el local, poseía una buena pega y facilitaba el embarrado de los muros*... (Flores, 2005).

Infelizmente, a medida que la situación económica de los residentes ha ido mejorando y por lo tanto las presiones sociales aumentando, los residentes han ido substituyendo su casa de tierra por una vivienda 'en duro' (albañilería). Apesar de ello, los ancianos residentes aún hablan y recuerdan con gran emoción su primera casa de tierra con la cual establecieron un sentimiento de pertenencia. En relación a la nueva edificación, cabe mencionar que afin de evitar perturbar su vida cotidiana, los *favelados*, levantaban la nueva edificación por encima de la casa de *taipa*. De esta manera la antigua casa de tierra podía continuar albergando a sus propietarios hasta el final de la obra la cual podía prolongarse por varios años (Ibid.).

En cuanto a las formas de implantación física y espacial de las viviendas de *taipa* en las laderas, tanto *Baixa de Santa Rita* como *Mamede* presentan un mismo modelo –de ocupación de terrenos escarpados –que se inicia en la parte baja de la ladera y se prolonga de manera progresiva hacia las partes más altas del terreno. Era en estas circunstancias que los residentes acostumbraban utilizar el sistema de terrazas, logrando que la implantación de sus casas, siguiera, en la medida de lo posible, las curvas topográficas del terreno. Cabe notar aquí, que de acuerdo a nuestro estudio realizado sobre las terrazas precolombinas, este tipo de ocupación yendo de abajo hacia arriba era considerado como una estrategia constructiva de apropiación de las laderas (Ibid.).

Debemos destacar que ha sido gracias al sistema de terrazas que el hombre andino sud-americano consiguió controlar la erosión de suelos –especialmente del tipo hídrico a causa de la ligera inclinación de sus plataformas – a dominar las aguas y a controlar de manera más adecuada los sistemas de cultivo. Además, gracias a su configuración geométrica, el sistema de terrazas, favorecía una mayor exposición del terreno al sol (Denevan, 2001).

Volviendo al tema del uso de la *taipa* como instrumento de prevención frente a los deslizamientos de tierra, se hace necesario reconocer ciertas variables culturales subyacentes en la comunidad, definida por el propio habitante. Viene al caso citar lo que piensan los primeros residentes de *Baixa de Santa Rita* y *Mamede*, acerca de las posibles causas que favorecen la ocurrencia de este tipo de movimientos de masa en el asentamiento.

Para los residentes que continúan viviendo en las casas de *taipa*, las bondades de este tipo de tecnología reside en el hecho de ayudar a sus ocupantes a prevenir el deslizamiento de tierra –durante las épocas de fuertes lluvias (1.853mm annuelles)– antes que de que éste se produzca: *a casa de taipa avisa quando vai cair...*. Muchos de los ocupantes de estos asentamientos confiesan haberse escapado de los efectos de un deslizamiento gracias a las señales dadas previamente por la casa de *taipa* (Flores, 2005).
Los residentes afirman, que en estos últimos años, dichos accidentes se han intensificado, responsabilizando en parte a los nuevos *favelados* que *no conocen la 'buena' forma de construir con taipa ni tampoco saben como la ladera se comporta...* Otras versiones sostienen que ha sido después que la gente a comenzado a levantar sus casas de dos pisos con ladrillos y concreto, que el número de deslizamientos han aumentado dentro de los asentamientos.
A pesar que las características del suelo de *Mamede* se presentan en principio, más favorables a los deslizamientos de tierra que en *Baixa de Santa Rita*, las viviendas de *taipa* continúan a formar parte del paisaje urbano después de 35 años, fenómeno éste que no se repite en la mayoría de las casas de albañilería reforzada.

3. Comentario final

Después de haber desarrollado una reflexión a propósito de la relación existente entre las construcciones con *taipa* –en los asentamientos humanos – y los deslizamientos de tierra, es posible suponer que los *favelados*, son conscientes del peligro físico del territorio que ocupan.
Estamos de acuerdo en que la *taipa* puede constituirse en un instrumento importante de prevención de riesgos en el caso de laderas, sin embargo se plantea la necesidad de nuevos estudios para descubrir, por ejemplo, en que medida la verticalidad de la edificación y la técnica constructiva utilizada puede (o no) aumentar la sobrecarga del terreno y en consecuencia aumentar su vulnerabilidad frente a los deslizamientos de tierra. También se impone una reflexión acerca de la necesidad de fortalecer esa cultura constructiva –compatible con las necesidades y las condiciones físicas del territorio escarpado– introduciendo mejoras y agregándole nuevos componentes con el objetivo de enfrentar y principalmente de prevenir los riesgos.

Bibliografia:

- BRANDÃO, Maria de A. (1985) : *Subsidios a um Programa de Reorientação da Ocupação das Encostas de Salvador*, Salvador.
- CODESAL (2002) : *Diagnóstico Fisico-Social Baixa de Santa Rita e Mamede,* Salvador de Bahia : SEHAB, PREFEITURA MUNICIPAL DO SALVADOR.
- CYTED/PROTERRA (2003): *Técnicas mixtas de construcción con tierra*. Edit. C. Neves. CYTED/PROTERRA: Salvador.
- DAUPHINÉ, A. (2003) : *Risques et Catastrophes,* Paris : Armand Collin.
- DENEVAN, William (2001): *Cultivated Landscapes of Native Amazonia and the Andes.* New York: OXFORD University Press..
- FLORES, Rosa (2005) : "Les favelas à Salvador de Bahia, Brésil : Le cas de Baixa de Santa Rita" em *La protection environnementale de zones vulnérables aux désastres naturels occupées par des bidonvilles dans les PED - Unité de recherche 7116,* Draft de tesis de doctorado, Universidad de Montreal, Canadá.
- FLORES, Rosa ; NEVES, Célia (2004) : "Estratégias de prevención de riesgos naturales: la arquitectura de tierra, una alternativa a explorar" em CD *Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais*. SIBRADEN, Florianopolis, Brésil.
- FLORES, Rosa ; NEVES, Célia (2004) : "Viviendas de tierra en los sectores vulnerables a los desastres naturales : ¿calamidad o solucion?" em CD *Hábitat en riesgo-Experiencias Latinoamericanas.* CYTED/Red XIV-G, Córdoba, Argentina.
- OCEPLAN/GESEC (1980) : "Encostas – Redefinindo a questão", em *Encostas de Salvador : Problemas e soluções técnicas*, vol. 1, Salvador, Bahia.
- OCEPLAN/GESEC (1980a) : "Encostas – Por que e onde caem", em *Encostas de Salvador : Problemas e soluções técnicas*, vol. 2, Salvador, Bahia.
- PLANO DIRETOR DE ENCOSTAS – PDE (2004) : *Modulo I–Relatorio do Inventario das Àreas de Risco ; Modulo II–Diagnostico - Relatorio Conclusivo do Diagnostico das areas de risco* Salvador de Bahia : GEOHIDRO.
- GORDILHO, Angela (2000) : *Limites do Habitar : Segregação e exclusão na configuração urbana contemporânea de Salvador e perspectivas no final do século XX*, Salvador : EDUFBA.
- NEVES, C.M. (1995): "Inovações tecnológicas em construção com terra na ibero-américa" em *Workshop Arquitetura de Terra*, São Paulo: FAUUSP.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR (OCEPLAN) (1985) : *Problema de Encostas em Salvador – Atuação Municipal*, Salvador, Bahia.
- SANCHEZ, Emilio (2000) : *Vivienda en laderas*, Medellín : Editorial U.P.B.
- SIMPSON, Barry ; PURDY, M. (1984) : *Housings on sloping sites : a design guide*, New York : Construction Press.
- UFC ENGEHARIA Ltda, (2003): *Perfil Individual de Sondagem a percussão (SPT e SPTT)*, Salvador, Bahia.

Notas :

[1] Arquitecta, Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú; Master en Conservación y Restauración de Monumentos, Universidad Federal da Bahia, Salvador de Bahía-Brasil; Doctorante en la Universidad de Montreal, Canadá; Investigadora del proyecto Iberoamericano PROTERRA.

[2] Õrgao Central de Planejamento/Grupo de Estudos Socio-Econômicos (OCEPLAN/GESEC).

[3] Según Gordilho (2000: 221), en 1991, 32,40% de las viviendas de Salvador eran informales; en 2004, este porcentaje aumentó a 70%...

[4] *Taipa de sopapo:* es una técnica cuya estructura, a manera de damero, está hecha de piezas de bambú o de ramas de árboles, a la cual se le adiciona por los dos lados un mortero de tierra, en algunos casos mezclada con paja.

[5] Coordenadoria Especial de Defesa Civil de Salvador - CODESAL

CONSTRUIR CON TIERRA EN LADERAS DE GRAN DECLIVE:
¿UN DESAFÍO A LOS DESASTRES NATURALES?
Rosa Flores

Figuras

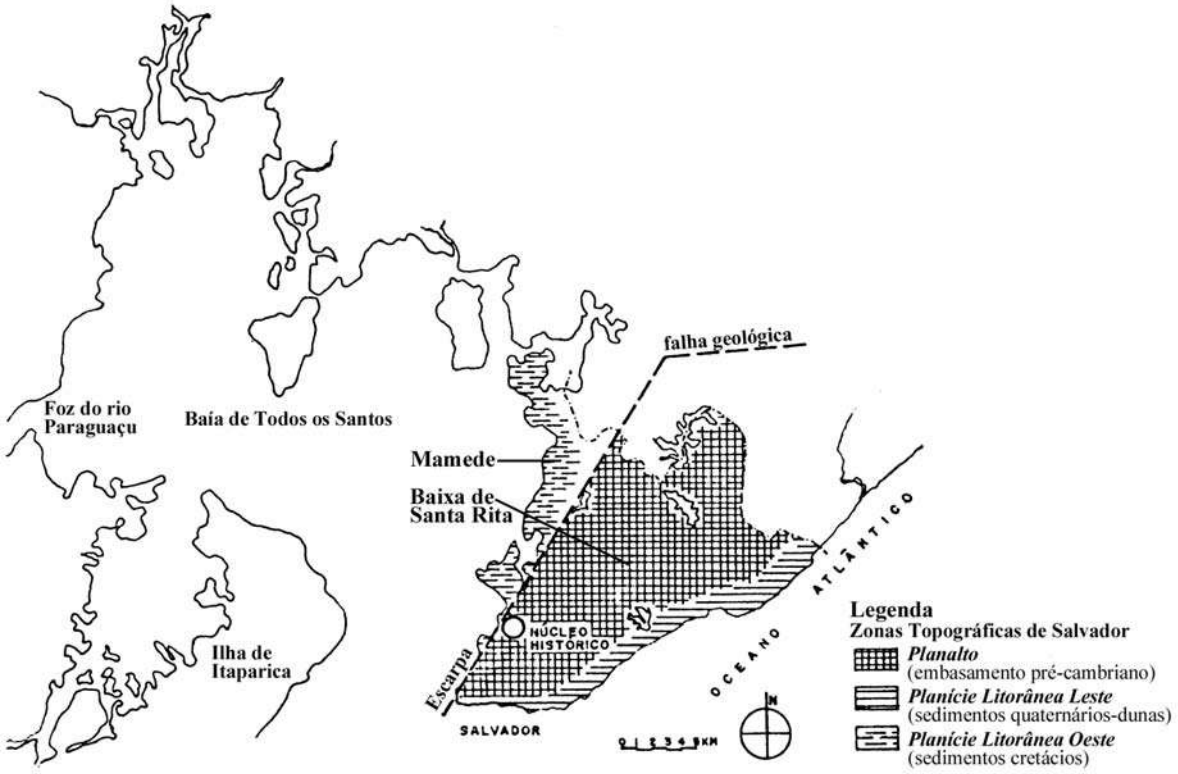


Fig. 1 – La Escarpa de la Falla de Salvador; las zonas topográficas de la ciudad y la localización esquemática de los dos asentamientos humanos Baixa de Santa Rita y Mamede, Salvador de Bahia, Brasil (Gordilho, 2000: 180).



Fig. 2 - Vista parcial del asentamiento humano Baixa de Santa Rita, Salvador de Bahia, Brasil (D'Aragon, J., 2004).



Fig.3 - Vivienda en taipa de sopapo en el asentamiento humano Mamede, Salvador de Bahia, Brasil (D'Aragon, J. 2004).



Fig. 4 – Detalle constructivo de la taipa de sopapo (D'Aragon, J. 2004).

CARACTERIZAÇÃO DO ADOBE EM CONSTRUÇÕES EXISTENTES NA REGIÃO DE AVEIRO

Humberto Varum, Tiago Martins* e Ana Velosa
Departamento de Engenharia Civil
Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, PORTUGAL
Tel.: +351 234 370938; Fax: +351 234 370094; E-mail: hvarum@civil.ua.pt

Tema 5: Comportamento e resistência dos edifícios
Palavras-chave: Adobe, Caracterização Mecânica, Conservação

Resumo
O adobe em Portugal encontra-se sobretudo em construções antigas da região de Aveiro. A reabilitação ou reforço destas construções, algumas delas com reconhecido interesse histórico-arquitectónico, tem vindo a ser negligenciada. Desta inoperância generalizada resultou o estado actual de dano estrutural pronunciado e, em muitos casos, o limiar da ruína, no qual se encontram a maioria das construções existentes e que deixa antever, a breve prazo, a entrada em colapso de muitas destas.
Neste contexto, torna-se urgente, e absolutamente necessário, avançar com recursos financeiros e humanos na reabilitação e reforço deste importante legado.
Uma grande dificuldade para os técnicos que trabalham na reabilitação deste tipo de construções reside na falta de conhecimento acerca do comportamento mecânico do adobe e das paredes de adobe. Neste sentido, a fim de caracterizar o comportamento estrutural daquelas construções, foram investigadas as características mecânicas do adobe.
Pretendeu-se com este estudo caracterizar o comportamento mecânico de blocos de adobe representativos da construção na região de Aveiro. Para tal, foram recolhidas amostras de adobe de construções seleccionadas, muros e casas. Os provetes cilíndricos extraídos destas foram ensaiados à compressão simples e à compressão diametral, obtendo-se a sua resistência à compressão e à tracção, respectivamente.
Tendo em conta que os blocos de adobe eram feitos fundamentalmente com solos arenosos de natureza bastante argilosa, uma caracterização básica da sua composição foi ainda efectuada, pela análise granulométrica por peneiração seca dos seus constituintes.
A deterioração destes materiais deve-se geralmente à acção da água. Assim, a determinação da absorção de água, bem como a capacidade de secagem do adobe e do reboco é essencial.
Este artigo descreve os ensaios realizados e apresenta os resultados obtidos, discutindo-os.

1. Introdução

O estado actual de ruína e abandono no qual se encontram a maioria das construções em adobe no nosso país, e em Aveiro em particular, deixa antever a breve prazo o colapso de muitas delas.
Regra geral, a opção pela demolição tem sido a solução encontrada para estas construções, porém, nos últimos anos, tem-se assistido, pontualmente, ao recurso à reabilitação e reforço das construções em adobe por parte de alguns proprietários sensibilizados com a sua salvaguarda e preservação.
Tal mudança de atitude, associada a um crescente interesse na reabilitação deste tipo de edificado manifestado por parte de municípios e outras entidades públicas, através da realização de projectos e programas de apoio à construção em adobe, tem levado a que um conjunto alargado de agentes se comecem a interessar, de novo, pela construção em adobe com vista à realização de obras de reabilitação e reforço destas construções.
Tornam-se, porém, recorrentes as dificuldades encontradas, por parte dos agentes envolvidos neste tipo de projecto, na busca de informação acerca das propriedades e caracterização mecânica do comportamento do adobe.

Destas constatações, surgiu o interesse em realizar este estudo, motivado pela insuficiente investigação e o escasso conhecimento existentes acerca das propriedades mecânicas do adobe como sejam, por exemplo, o seu módulo de elasticidade ou a sua resistência à compressão e tracção.
Com este trabalho pretendeu-se criar uma base de resultados que sirvam de apoio à realização de projectos de reabilitação e reforço deste tipo de alvenaria resistente, através da caracterização mecânica dos blocos de adobe da região de Aveiro.
Pretende-se, assim, estudar o comportamento deste tipo de material de forma a criar uma base que permita estudar soluções de melhoria das características mecânicas das alvenarias e soluções para a correcção de deficiências do seu comportamento estrutural.

2. Enquadramento histórico

Em Portugal, a construção em terra, como elemento estrutural, é predominante no sul e centro litoral. O norte e centro interior são dominados pela alvenaria de pedra. A técnica construtiva mais utilizada no sul é a taipa.
Relativamente ao adobe e apesar da sua enorme heterogeneidade, confirmada pelas inúmeras tipologias identificadas, a maioria das construções encontram-se confinadas sobretudo ao centro litoral.
A construção em alvenaria resistente de adobe encontra na região de Aveiro a sua maior implantação. Impulsionada em finais do séc. XIX, teve o seu auge na primeira metade do séc. XX, vindo a ser gradualmente abandonada nos anos sessenta até ao seu desaparecimento como técnica construtiva.
Actualmente são, ainda, vários os exemplos de património histórico, sobretudo ligados à Arte Nova, movimento artístico e arquitectónico dominante à época, edificados em alvenaria de adobe na região.
Do mesmo modo, pese embora o estado de degradação patenteado, são inúmeros os exemplos de edifícios de habitação e serviços, alguns de dimensões consideráveis, que continuam a satisfazer as funções para as quais foram projectados, atestando a longevidade do adobe como material de construção.
O emprego deste material, na região, era feito sobretudo na construção de casas e muros, embora lhe sejam conhecidas outras utilizações como sejam a construção de muros de suporte de terras ou até mesmo de poços de água. De tal forma se faz ainda sentir a presença da construção em adobe na região que, segundo dados do município de Aveiro, cerca de 20-25% da construção existente na cidade, actualmente, é de adobe enquanto que referindo-se à região a percentagem sobe para os 35-40%.
Regra geral, os blocos de adobe eram realizados com terra arenosa húmida, que depois de amassada e metida em formas, era seca ao sol. Para o melhoramento do seu desempenho mecânico era relativamente frequente a inclusão de cal e por vezes de palha. As dimensões correntes, pese embora a existência de inúmeras tipologias identificadas, variavam, sobretudo, consoante o uso, sendo de aproximadamente 0.45×0.30×0.15m quando utilizados em casas e de 0.45×0.20×0.15m quando utilizados na construção de muros.

3. Selecção de amostras e execução de provetes

A grande variabilidade de adobes existentes na região tornam-no num material com uma enorme heterogeneidade das suas propriedades mecânicas. Esta dificuldade foi tida em consideração na selecção de um conjunto de amostras representativas das várias tipologias de adobe usadas na região de Aveiro. Para tal, as amostras de muros e casas seleccionadas, mais concretamente provenientes de três casas e cinco muros,

foram recolhidas em distintos locais de forma a caracterizar o mais largamente possível a variedade de adobes existentes na região.
Para facilitar a identificação e análise os provetes foram numerados e seriados, segundo a sua proveniência, diferenciando, respectivamente, amostras de casas e muros com a notação: C_i e M_i, onde i representa o número da obra, sendo que a esta é adicionado um índice j, representando o número da amostra, sempre que é feita referência específica a um provete concreto.
Foi sobretudo na cidade de Aveiro que a maior parte das amostras foi recolhida com excepção das amostras de uma casa (C_03) e de um muro (M_05) que foram recolhidas no norte da região de Aveiro, nas localidades de Bestida e Murtosa, respectivamente.
As amostras recolhidas eram constituídas, sempre que possível, por blocos inteiros de adobe, e quando possível foram recolhidas amostras de argamassa de junta e de reboco.
Com excepção dos blocos provenientes do muro M_03, foi possível extrair, para todas as outras amostras, carotes cilíndricos com diâmetro aproximado de 90mm. Estes foram posteriormente cortados com uma altura igual a duas vezes o diâmetro, procedendo-se à regularização das faces de topo dos provetes de forma a estarem perfeitamente perpendiculares ao seu eixo e normalizadas as suas dimensões com o objectivo de serem ensaiados em condições similares e de acordo com as normas dos ensaios de compressão.
De realçar, que a aparência dos provetes obtidos é, desde logo, notoriamente heterogénea, o que se virá a reflectir nos valores de resistência obtidos, assim como, na composição granulométrica, o que se comprova na apresentação dos resultados obtidos.

4. Caracterização granulométrica

Uma vez que os blocos de adobe eram feitos fundamentalmente com solos arenosos de natureza bastante argilosa, uma caracterização básica da sua composição foi efectuada pela análise granulométrica por peneiração seca dos constituintes das amostras.
Do traçado das curvas granulométricas, de amostras de quatro das construções em estudo, ressaltam dois factos relevantes:

- Somente os agregados que compõem os adobes provenientes da casa C_01 foram classificados como areia média. Quanto aos restantes adobes caracterizados, designadamente, os muros M_01, M_02 e M_03, foram classificadas como areias grossas.

- Relativamente ao muro M_03, a elevada fracção de agregados de dimensões superiores a 2.5mm, inviabilizou que a extracção de carotes regulares destes adobes pudesse ser feita, uma vez que o dano e irregularidade destas carotes aquando da sua extracção era considerável impossibilitando assim que estas amostras pudessem ser ensaiadas e caracterizadas.

5. Ensaios mecânicos

Um total de 40 provetes cilíndricos foi submetido a ensaios destrutivos de resistência mecânica, dos quais, 18 eram provenientes de amostras de casas e 22 de muros.
As amostras divididas em dois grupos de ensaios distintos foram, com recurso a uma prensa mecânica, ensaiadas à compressão simples (Fig.1-a), e à compressão diametral (Fig.1-b) como ilustrado nas fotos.

Adiante, são apresentadas as curvas de comportamento obtidas nos ensaios que possibilitam a análise da deformação dos provetes em função da tensão aplicada.
Para a casa C_01 foi adicionalmente desenvolvido um ensaio de resistência à compressão simples da sua argamassa de reboco. Neste caso, o ensaio foi diferente dos anteriores uma vez que, dadas as reduzidas dimensões da argamassa de reboco foram utilizadas duas chapas de aço, graduadas com 4 centímetros de lado, colocadas uma de cada lado da amostra da argamassa nas quais foi aplicado o esforço transmitido pelos pratos da prensa.

6. Resultados dos ensaios

A realização dos ensaios mecânicos de compressão simples e diametral permitiu a obtenção de resultados referentes às resistências de compressão e tracção do adobe, respectivamente.
Foi igualmente possível estimar valores referentes ao módulo de elasticidade e à deformação correspondente à resistência de pico das amostras ensaiadas. Contudo, tal só foi possível graças ao registo das curvas de comportamento tensão-deformação de cada provete. Na Fig.2 são apresentadas as curvas de comportamento obtidas nos ensaios de compressão simples e compressão diametral, para as amostras de muros e casas.
Na Fig.3 encontram-se sintetizados, para cada ensaio, os resultados obtidos. Destes destacam-se os provetes referentes ao muro M_05 dos quais resultaram os valores mais elevados de resistência à compressão e tracção, 1.7MPa e 0.6MPa respectivamente. Em oposição, o muro M_01 apresentou o pior desempenho em termos de resistência à compressão, inferior a 0.8 MPa, cabendo aos provetes do muro M_04 a resistência de tracção mais baixa, 0.2 MPa.
Para o provete M_01_05, os valores obtidos não foram conclusivos, pelo que, estes resultados não foram incluídos na tabela sumária.
Para a casa C_01 foi, igualmente, ensaiada a resistência à compressão da sua argamassa de reboco, resultando como valor médio de resistência 2.8 MPa. A obtenção deste valor para a tensão de rotura da argamassa é bastante significativa, uma vez que, a sua resistência é superior à obtida para os blocos de adobe. Uma possível explicação para este facto reside na forma como era realizada a argamassa de reboco, na qual a percentagem de cal incluída era, normalmente, superior à utilizada na feitura dos blocos de adobe, o que lhe conferia uma maior resistência mecânica.
Finalmente, na Fig.4 são apresentados os resultados referentes ao estudo da correlação entre os valores médios de resistência à tracção e compressão obtidos para cada obra. Neste gráfico, foram igualmente incluídos os valores das resistências de tracção e compressão oriundos do estudo de Vargas *et al.* [1].
Neste estudo, cujo objectivo era o de correlacionar a resistência da alvenaria de adobe com a as características fundamentais do solo originário, foram seleccionadas amostras de solos de seis zonas do Perú: Cajamarca; Cuzco; Huancayo B.; Huaraz, Pisco e PUC, onde a construção em adobe é tradicional. Os adobes feitos com os solos recolhidos foram submetidos a ensaios de resistência mecânica sendo os resultados obtidos utilizados na Fig.4.
As tensões resistentes de tracção e compressão obtidas para as construções de adobe de Aveiro, para além de distintas entre si, são comparativamente superiores às apresentadas pelo estudo de Vargas *et al.* [1]. Esta maior banda de resistências encontradas evidência a correlação entre os resultados da resistência de compressão e tracção dos adobes ensaiados. No estudo de Vargas *et al.* [1], a proximidade dos valores de resistência obtidos, não torna evidente esta correlação.

7. Conclusões

Neste artigo, são descritos e discutidos os resultados referentes a um conjunto de ensaios levados a cabo tendo como a principal motivação a caracterização do comportamento e resistência mecânica do adobe.

Os resultados obtidos nos ensaios de compressão simples mostram valores significativos da resistência à compressão das amostras ensaiadas (0.5-2.0MPa), sendo que para a resistência à tracção, igualmente expressivos, os resultados obtidos correspondem a valores de aproximadamente 20% da resistência à compressão respectiva.

A análise diferenciada dos resultados obtidos comparando os valores de resistência mecânica entre os provetes provenientes de casas e muros, indicia um prevalecimento para melhores resultados em termos de rigidez (módulo de elasticidade) e resistência, à compressão e à tracção, nos provetes provenientes de casas. Contudo, e em virtude da maior heterogeneidade apresentada do ponto de vista da composição granulométrica, e consequentemente da variabilidade dos resultados obtidos, ter sido uma amostra proveniente de um muro, no caso o M_05, aquela obteve os valores mais elevados quer em termos de resistência quer no módulo de elasticidade.

Do ponto de vista da distribuição granulométrica dos agregados constituintes das amostras ensaiadas, a análise granulométrica revela uma clara tendência para que a amostras com maiores fracções de partículas de menores dimensões correspondam valores de resistência à compressão e tracção superiores.

Do estudo realizado, foram igualmente extraídas algumas ilações sobre formas indirectas de caracterização mecânica do adobe. Indicações práticas que auxiliam na realização de projectos de reabilitação e reforço das construções de adobe. Destas, destacam-se como características que favorecem a resistência mecânica do adobe, a quantidade de cal utilizada, assim como a utilização fracções elevadas de agregados de pequenas dimensões.

Este trabalho será complementado com ensaios de absorção capilar e secagem das amostras de adobe.

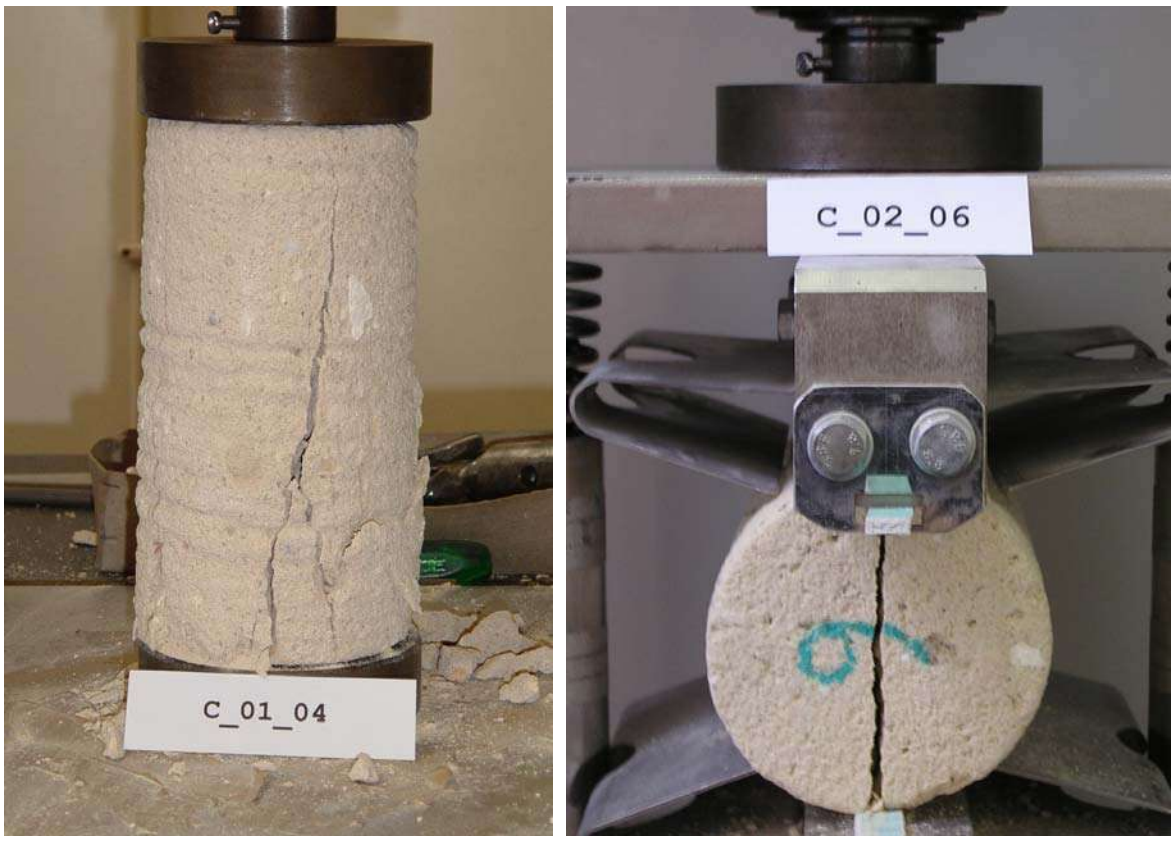
Bibliografia

- [1] VARGAS, J; BARIOLA, J.; BLONET, M; MEHTA, K. (1984): "Seismic strength of adobe masonry - Tutorials on Earthquake-Resistant Housing Construction Practices", Adobe tutorials, Earthquake Engineering Research Institute, U.S. Agency for International Development (AID), Research Project DI-84-01.
- [2] ARANGO GONZÁLEZ, J.R. (1999): "Uniaxial deformation-stress behaviour of the rammed-earth of the Alcazaba Cadima", Materials and Structures, University of Granada, Spain.
- [3] VEIGA OLIVEIRA, E; GALHANO, F. (1992): "Arquitectura Tradicional Portuguesa", Portugal de Perto, Publicações D. Quixote, Lisboa.
- [4] Seminário (1992): "Arquitecturas de Terra", Museu Monográfico de Conímbriga, Ed. CCRCentro, Coimbra.
- [5] DETHIER, J. (2002): "Arquitecturas de Terra ou o Futuro de uma Tradição Milenar", Fundação Calouste Gulbenkian, Dinalivro, Lisboa.
- [6] TOLLES, E.L.; KIMBRO, E.E.; WEBSTER, F.A.; GINELL, W.S. (2000): “Seismic Stabilization of Historic Adobe Structures – Final Report of the Getty Seismic Adobe Project”, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, CA.
- [7] PUCP/CIID, “Nuevas Casas Resistentes de Adobe”, Pontificia Universidad Católica del Peru, Centro Internacional de Investigacion Para el Desarrolo (CIID), Lima, Peru.
- [8] MINKE, G. (2005) “Manual de Construcción para viviendas antisísmicas de tierra”, Forschungslabor für Experimentelles Bauen Universidad de Kassel, Alemanha.
- [9] EERI (2003). “World Housing Encyclopedia”, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, CA.
- [10] RILEM (1994) “RILEM Technical Recommendations for the Testing and Use of Construction Materials”, E & FN Spon, London, England.

CARACTERIZAÇÃO DO ADOBE EM CONSTRUÇÕES EXISTENTES NA REGIÃO DE AVEIRO

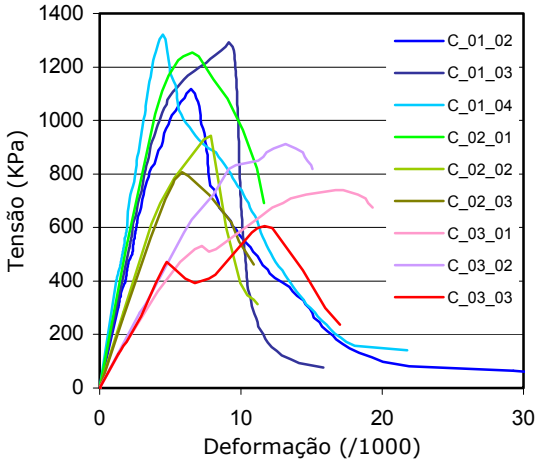
Humberto Varum, Tiago Martins* e Ana Velosa

Figuras

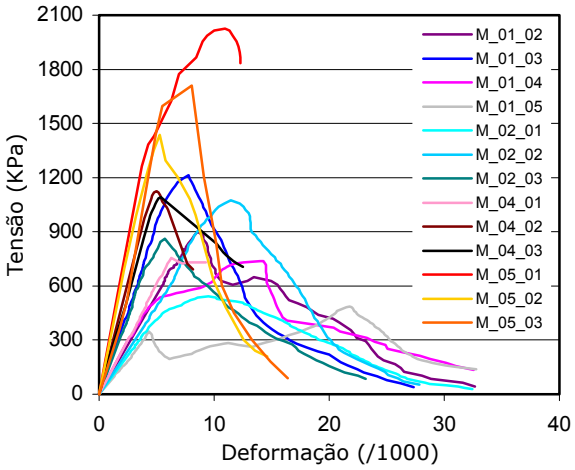


a) compressão simples b) compressão diametral

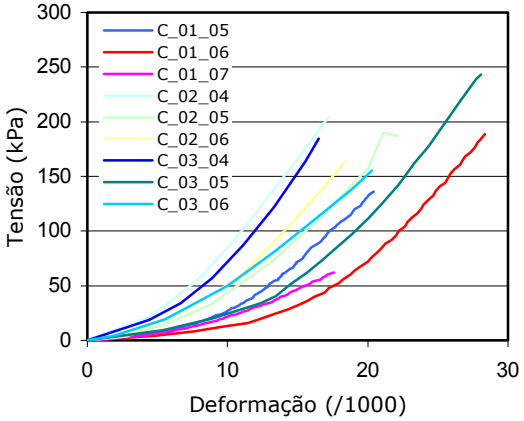
Fig.1 – Ensaios mecânicos dos provetes. Fotos dos autores.



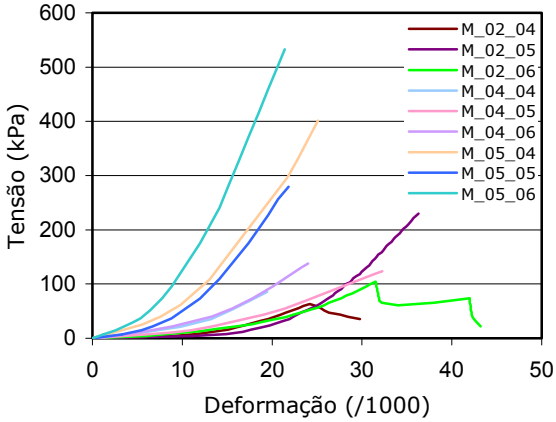
a) compressão simples: provetes de casas



b) compressão simples: provetes de muros



c) compressão diametral: provetes de casas



d) compressão diametral: provetes de muros

Fig.2 – Curvas de comportamento dos provetes ensaiados: tensão vs. deformação. Gráficos dos autores.

	Provete		Propriedades mecânicas			
			Módulo de Young [MPa]	Resistência à compressão [kPa]	Deformação no pico [1/1000]	Resistência à tracção [kPa]
Casas	Casa 1	C_01_02	230.0	1118.0	6.5	--
		C_01_03	250.0	1291.5	9.2	--
		C_01_04	340.0	1320.4	4.5	--
		C_01_05	--	--	--	136.1
		C_01_06	--	--	--	188.5
		C_01_07	--	--	--	62.2
		Média	273.3	1243.3	6.7	128.9
	Casa 2	C_02_01	280.0	1253.6	6.5	--
		C_02_02	170.0	943.1	7.9	--
		C_02_03	160.0	806.9	5.8	--
		C_02_04	--	--	--	204.3
		C_02_05	--	--	--	189.6
		C_02_06	--	--	--	163.6
		Média	203.3	1001.2	6.8	185.8
	Casa 3	C_03_01	95.0	738.8	16.7	--
		C_03_02	100.0	911.7	13.2	--
		C_03_03	95.0	605.2	11.7	--
		C_03_04	--	--	--	184.3
		C_03_05	--	--	--	243.3
		C_03_06	--	--	--	155.1
		Média	96.7	751.9	13.9	194.2
Muros	Muro 1	M_01_02	110.0	899.9	8.6	--
		M_01_03	185.0	1213.6	7.8	--
		M_01_04	120.0	737.4	--	--
		M_01_05	--	--	--	--
		Média	138.3	950.3	8.2	--
	Muro 2	M_02_01	85.0	542.8	9.5	--
		M_02_02	97.0	1075.0	11.5	--
		M_02_03	170.0	860.8	5.7	--
		M_02_04	--	--	--	63.2
		M_02_05	--	--	--	229.6
		M_02_06	--	--	--	104.4
		Média	117.3	826.2	8.9	132.4
	Muro 4	M_04_01	120.0	754.5	6.3	--
		M_04_02	250.0	1123.9	5.0	--
		M_04_03	230.0	1092.5	5.4	--
		M_04_04	--	--	--	85.4
		M_04_05	--	--	--	124.0
		M_04_06	--	--	--	138.1
		Média	200.0	990.3	5.6	115.8
	Muro 5	M_05_01	340.0	2024.8	10.9	--
		M_05_02	320.0	1436.6	5.3	--
		M_05_03	190.0	1708.9	8.2	--
		M_05_04	--	--	--	401.3
		M_05_05	--	--	--	279.6
		M_05_06	--	--	--	532.8
		Média	283.3	1723.4	8.1	404.6

Fig.3 – Tabela resumo das propriedades mecânicas do adobe. Tabela dos autores.

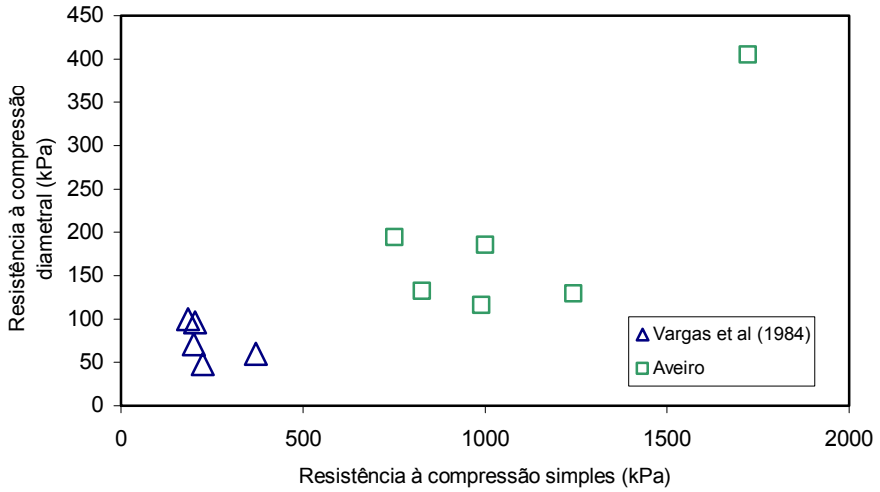


Fig.4 - Resistência à compressão simples vs. resistência à compressão diametral. Gráfico dos autores.

APROVEITAMENTO DO LODO RESIDUAL DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CELULOSE E PAPEL EM TIJOLOS DE TERRA-CRUA

Rosane Ap. Gomes Battistelle e Obede Borges Faria*
UNESP – Depto. de Engenharia Civil, Bauru, SP, Brasil.
e-mail: rosane@feb.unesp.br
UNESP – Depto. de Engenharia Civil, Bauru, SP, Brasil.
e-mail: obede@feb.unesp.br

Tema 5: Comportamento e resistência dos edifícios
Palavras-Chave: Adobe, celulose e papel, materiais de construção

Resumo
Este projeto visa uma aproximação entre novos materiais para a construção civil com o emprego de resíduos industriais oriundos da fabricação de celulose e papel, buscando uma solução sustentável. A utilização de produtos fabricados com resíduos industriais acoplando fibras vegetais em sua composição, tem demonstrado ser um caminho viável do ponto de vista tecnológico, pois reduz a produção de rejeitos, apresentando materiais diferenciados e menos onerosos. Por outro lado, as técnicas de construções em terra-crua têm evidenciado sua versatilidade mundialmente, em qualquer de suas modalidades, como um material de excelentes qualidades térmicas e acústicas, e com um consumo praticamente nulo de energia para sua produção. Dentro deste enfoque, e considerando os impactos gerados pelas fábricas de papel e celulose, estudos que visam demonstrar o potencial de utilização do lodo residual gerado durante a produção de papel na indústria Votorantim Celulose e Papel (VCP) de Jacareí/SP/Brasil, têm sido desenvolvidos, por meio de uma parceria entre a indústria e a universidade UNESP/Bauru. Após análises químicas e toxicológicas do lodo residual, obteve-se uma composição de 58,9% de fibras, sendo classificado como Classe II, segundo a NBR 10.004/87. Para avaliar o seu potencial de uso em materiais de construção, foram confeccionados tijolos de adobe, com o solo arenoso do município de Bauru/SP, nos traços 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% e 40% em volume de resíduo. Foram realizados diversos ensaios para caracterização dos tijolos, tais como: retração, absorção de água e resistência à compressão simples, intemperismo, gotejamento, ação do fogo, bem como, análise térmica e acústica. Os resultados demonstraram a viabilidade no emprego do resíduo, nos tijolos de terra-crua conferindo aos mesmos bons níveis de resistência, manuseio, leveza e durabilidade, sendo escolhido como traço ideal, o de 20% de resíduo na sua composição.

1. Introdução

A problemática dos resíduos sólidos industriais gerados acentuou-se rapidamente em função do aumento do número e variedade de produtos oferecidos no mercado nacional e internacional, principalmente os que usam embalagens descartáveis, associando assim, o aumento da quantidade de resíduos gerados para cada novo produto lançado. Esse aumento descontrolado de resíduos causa problemas que se caracterizam pela escassez de área de deposição de resíduos (advindos da ocupação e valorização das áreas urbanas), problemas de saneamento público com a contaminação ambiental e, em relação às indústrias, os altos custos sociais gastos no gerenciamento do seu resíduo.
Uma das maneiras de solucionar a questão dos rejeitos industriais envolve a utilização desses como matérias primas que possam ser comercializadas e, portanto, o aproveitamento de resíduos industriais tem sido apontado como uma alternativa econômica, social e ambiental adequada, por meio da redução dos custos dos materiais, criação de uma nova categoria de sub-produto, geração de novos empregos e, principalmente, minimização dos impactos ambientais e os gastos energéticos.

Quanto ao consumo energético gasto por algumas indústrias, MARIOTONI & SOARES (1998) fizeram um levantamento desse custeio e compararam a economia de energia no processo de fabricação de vários materiais, quando utilizando produtos novos e reciclados. Como exemplo, citam as fibras de celulose que são modelos típicos desses impactos negativos, pois despendem um grande consumo energético com o seu cozimento, branqueamento e refinamento, além do grande consumo de água utilizado no processo de produção. A primeira solução para esse resíduo industrial, geralmente, advém da indústria que tenta fechar o seu ciclo produtivo de tal forma a minimizar a saída de rejeitos e a entrada de matéria prima não renovável. No entanto, mesmo em menores porcentagens, o resíduo é gerado, e a solução trivial adotada pelos fabricantes de celulose e papel restringe-se à disposição final em aterros sanitários e, em alguns casos, a sua utilização na agricultura, como substrato para o cultivo de novas mudas de árvores, consumindo um volume mínimo de material.

Uma das soluções que merece destaque é o emprego do rejeito industrial na construção civil pois, segundo CINCOTTO (1988), o setor da construção consome, em média, 75% dos recursos naturais, sendo necessário reduzir o custo da construção e a quantidade de matéria-prima consumida. Assim sendo, ao invés de enviá-lo para os aterros, este resíduo poderia ser acoplado a novos materiais, que é o objetivo primordial dessa pesquisa.

A escolha do material, foi direcionada ao emprego de uma das técnicas tradicionais de terra-crua (SILVA, 2001), justamente pelas preocupações ecológicas e sociais da atualidade, uma vez que se almejava o posterior emprego dos tijolos de adobe com celulose e papel em auto-construções, tentando assim, minimizar ao máximo os gastos energéticos oriundos da aquisição das matérias primas (na fase de fabricação do produto), como também, no seu posterior emprego (sistema de mutirões).

Do ponto de vista do consumo de energia, HOUBEN (1997) e PORTÁ-GÁNDARA et al. (2001) apresentam dados significativos da economia de energia que as habitações em terra propiciam, porém mencionam que esta técnica demanda mais tempo para sua fabricação, quando realizado sem equipamentos automatizados. Ainda dentro das perspectivas atuais do emprego de materiais que consomem menos energia, McHENRY (2000) cita como vantagem do material “terra”, a menor demanda de energia devido a facilidade de encontrá-la (material do próprio local) e, quando necessário, sua reciclagem é direta, pois o resíduo gerado nos canteiros de obras é praticamente nulo, sendo que, os tijolos de adobe não apreciados podem ser desfeitos e moldados novamente.

Na fabricação dos adobes desse trabalho utilizou-se, o solo arenoso da cidade de Bauru/SP, sendo conhecido cientificamente como “solo colapsível”, com proporções aproximadas de 85% de areia e 15% de argila, ideais para o emprego dessa técnica.

Desta forma, esta pesquisa teve como meta principal analisar a possibilidade do uso do resíduo da indústria de celulose e papel em tijolos de adobe, bem como definir o ‘traço-ótimo’ baseando-se nas características físicas e mecânicas do material, como também nos indicativos referentes ao desempenho térmico e acústico do material.

2. Experimentação e resultados

Para a caracterização física e mecânica dos tijolos de adobe foram realizados onze ensaios laboratoriais (retração, umidade de equilíbrio ao ar, absorção de água, resistência a compressão simples, gotejamento, intemperismo, flamabilidade e incombustibilidade do material, perda de massa, condutividade térmica e acústica). Os tijolos foram constituídos por solo e resíduo industrial de celulose e papel, fabricados nos traços de 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% e 40% em volume de resíduo, sendo fabricados 20 amostras para cada traço. Toda essa pesquisa fez parte do trabalho de

doutoramento de BATTISTELLE (2000) e, neste trabalho será enfocado três experimentos, ou seja: condutividade térmica e acústica e o ensaio de intemperismo.

2.1. **Ensaio de condutividade térmica**

Para a obtenção da condutividade térmica dos tijolos de adobe foi usado a 'técnica de fio quente e paralelo'. Para a aplicação desta técnica seguiu-se a metodologia apresentada no trabalho de SANTOS & CINTRA FILHO (1986), sendo preparados os corpos-de-prova com os próprios tijolos de adobe. Para cada traço foram testados dois corpos-de-prova, onde os tijolos foram medidos, pesados e calculados suas respectivas densidades. Em um dos tijolos (base) foram realizadas duas ranhuras, bem finas, paralelas e distanciadas de 16 mm uma da outra. Na marca central foi colocado o termopar e na outra ranhura passou o fio quente. Os fios foram bem esticados e presos nas laterais, em presilhas fixadas num suporte de madeira. Sob o tijolo pronto foi colocado o outro e sob os dois foram inseridos pesos, de forma a manter as duas superfícies bem unidas (Figuras 01 e 02). Em uma segunda etapa ligou-se o corpo-de-prova montado (sanduíches de tijolos), em uma fonte de tensão contínua, a um circuito de aquecimento e a um micro computador que descarrega os dados de temperatura e condutividade térmica ao longo do ensaio.

A Tabela 01 apresenta um resumo dos resultados obtidos nos ensaios de condutividade térmica.

Tabela 01- Resumo dos dados obtidos no Ensaio de Condutividade Térmica

Traços	Densidade da Amostra (g/cm^3)	Condutividade Térmica (W/m°k)
0 %	1840	1,32
10 %	1740	1,07
15 %	1710	1,02
20 %	1600	0.92
25 %	1610	0,79
30 %	1510	0,77
40 %	1370	0,61

Em relação aos resultados obtidos verifica-se na Tabela 01, nas colunas 01 e 03, que o aumento de resíduo é inversamente proporcional aos valores de condutividade. Com a introdução do resíduo e, conseqüentemente, de vazios (celulose e ar no interior da mistura), esperava-se que os valores de condutividade térmica decrescessem e isto realmente ocorreu, pois os valores de condutividade começaram com 1,32 W/m°K para o traço 0% e chegaram a 0,61 W/m°K para o traço 40%. Assim, com a incorporação do resíduo aumenta mais o desempenho do material em relação a condutividade, quanto maior a porcentagem de resíduo maior é o seu ganho.

Segundo a teoria das propriedades térmicas dos materiais, o coeficiente de condutividade térmica significa a maior ou menor facilidade que um material possui em conduzir calor. Em regiões de clima quente (tropical), existe a necessidade de utilização de materiais de construção com um bom isolamento térmico, isto é, um mal condutor de calor (baixos valores de condutividade térmica), como por exemplo o isopor, madeira, lã e também, paredes duplas com bolsões de ar no meio, sendo que o aumento de ar contido no material acarreta uma diminuição da condutividade. Estes tipos de materiais retardam a transferência de calor do lado exterior para o interior da edificação. As construções em terra crua (como o adobe), citadas várias vezes na bibliografia, são conhecidas como ambientes de ótimo isolamento térmico, isto é, elas recebem o calor externo, absorvem bem, segurando-o e, depois de um período de tempo, expõe ao ambiente interno. No caso de países com climas predominantemente quentes, como o

Brasil e, se esta pesquisa restringisse apenas na escolha do melhor traço em relação a esse ensaio, o traço 40% seria o escolhido, com menor valor de condutividade térmica.

2.2. **Ensaio de condutividade acústica**

Para a obtenção das características acústicas dos diversos tijolos foram elaboradas caixas fechadas com os próprios tijolos (Figura 03), usando internamente uma companhia tipo cigarra, com uma potência de 5,0 W. O aparelho utilizado para medir a intensidade do som foi um decibelímetro digital da marca SHACK, modelo 33-2055. As medidas foram realizadas com a caixa aberta (L_1) e depois vedando o espaço interno com a colocação de um tijolo (de mesmo traço) na parte superior (L_2). O isolamento foi calculado pela diferença de L_1 e L_2. Foram realizadas três leituras e depois calculadas as médias. Tentou-se efetuar uma comparação de dados deste ensaio com outros tipos de tijolos comerciais (tijolo alveolar e tijolinho comum com paredes duplas) posicionados na horizontal e vertical, de maneira que a espessura da caixa ficasse mais próxima aos tijolos de adobe (10 cm). Todos esses valores estão apresentados na Tabela 02.

Tabela 02- Isolamento acústico dos tijolos de adobe, em função do traço e espessura

Traços	**Espessura (cm)**	**Isolamento** – dB (L_1 - L_2)
T 0%	10,0	8,7
T 10%	10,0	6,3
T 15%	10,0	6,0
T 20%	10,0	5,7
T 25%	10,0	4,7
T 30%	10,0	4,3
T 40%	10,0	4,3
Tijolo maciço	9,5	2,0
Tijolo Baiano (vertical)	8,6	2,0
Tijolo Baiano (deitado)	18,5	2,7

Comparando-se as colunas 01 e 03 da Tabela 02 nota-se claramente que o aumento de resíduo nos diferentes traços fez reduzir o desempenho do material enquanto isolante acústico. Este fato já estava sendo esperado, pois como constatado nas pesagens dos tijolos houve uma grande perda de massa com o aumento de resíduo, decrescendo de 5,4 Kg do traço 0% até 4,0 Kg para o traço 40%. Segundo a teoria de condutividade acústica o desempenho acústico do material é proporcional a massa do material. Ainda comparando os valores obtidos deste ensaio com resultados dos tijolos baianos (nas duas posições) e os tijolos maciços pode-se dizer que os tijolos de adobe (nos diferentes traços) apresentaram desempenho superior.

2.3. **Ensaio de Intemperismo**

No ensaio de intemperismo, também chamado de ação climatológica, foram usadas placas menores de 15 x 15 x 2 cm, na mesma composição dos diferentes traços dos tijolos de adobe, e essas foram expostas aos agentes climáticos por um período aproximado de 4 meses, conforme apresentado nas Figura 04. As placas foram colocadas em uma bancada vazada, inclinada com ângulo de 45°, de maneira a acelerar o processo de envelhecimento, sendo instalada em um local aberto, posicionada para a face sul. O ensaio iniciou-se com leituras semanais ao longo de quatro meses, e, com vistorias mensais até a presente data.

No período de realização desse ensaio, foi registrada qualquer modificação nas placas, como por exemplo, o aparecimento de micro fissuras ou fissuras profundas, quebras das placas, desagregação mediana ou total do material.
Nas primeiras três semanas os corpos-de-prova permaneceram intactos aos agentes climáticos. Na quarta semana os corpos-de-prova com maiores porcentagens de resíduos (40%) apresentaram pontos de vazios nas placas (presença de pontos com porosidade) e, também, uma significativa mudança de cor, tornando-se mais esbranquiçados, enquanto que os outros traços permaneceram intactos. O traço não contendo resíduo (0%) destacou-se negativamente, pois já na quarta semana, com os ciclos de calor, frio e chuva, iniciaram-se as alterações, registrando-se a perda de material em dois corpos-de-prova. Após três meses, os corpos-de-prova do referido traço já estavam parcialmente desagregados e, com 4 meses, totalmente desagregados, conforme ilustra a Figura 05. O pior efeito para os corpos-de-prova foi provocado pela umidade, isto é, a desagregação parcial e total ocorreu em dias de intensa chuva e de granizo.
Deste ensaio pode-se concluir que a adição de resíduo, mesmo que em pequena porcentagem, desempenhou um papel fundamental, evitando a desagregação rápida e total das placas como o traço de 0%. Outro aspecto importante está relacionado aos traços elevados de resíduo (40% e 50%), os quais comportaram-se também negativamente, pois já na quarta semana estavam esbranquiçados, e com o passar dos meses ocorreu o aparecimento de micro fissuras e bolores, perdendo assim, a cor marrom característica do adobe.

3. Conclusões parciais

No que se refere a trabalhabilidade, verificou-se que os tijolos somente de terra (solo arenoso) apresentaram maiores dificuldades para serem manuseados, moldados e desmoldados. Os tijolos com a presença de resíduo resultavam em misturas com mais "liga" e retraiam-se menos quando secos, desgrudando-se com maior facilidade das fôrmas, sem quebras ou esfarelamento de suas bordas. Este fato vem sendo comentado por diversos pesquisadores ligados a construções com terra, pois estes estabilizantes naturais, como no caso as fibras vegetais reduzem, significativamente, os efeitos de retrações e, principalmente, fissurações.
Com os resultados obtidos do ensaio de **condutividade térmica**, verificou-se que o aumento de resíduo fez decrescer os valores de condutividade, isto é, o aumento de resíduo nas misturas fez aumentar o isolamento térmico do material. Desta forma, por este ensaio, o traço 40% seria o escolhido com o valor numérico de melhor isolamento térmico.
Do ensaio de **condutividade acústico** observou-se que o aumento de resíduo nos diferentes traços reduziu gradativamente os valores do isolamento acústico. Assim, o desempenho acústico do tijolo foi proporcional a sua massa, com os traços 10%, 15% e 20% apresentando valores de isolamento próximos a 6 dB, sendo então os escolhidos.
No ensaio de **intemperismo** pode ser verificada a característica fundamental do resíduo na mistura: sua durabilidade. Este ensaio, que deveria ter um período de duração de quatro meses, ainda se encontra montado e com a continuidade das leituras (mensais). Nestes meses, apesar de intensa precipitação, verificou-se que nas placas dos traços 20%, 25% e 30% permaneceram praticamente intactas, não mudando suas colorações, apresentando apenas alguns pontos de desgastes (correspondente a perda de solo e não de resíduo), enquanto que as placas do traço 0% já estavam desfeitas no início do segundo mês. Devido ao problema de perda de solo em alguns pontos, sugere-se o seu emprego em ambientes internos ou em paredes externas com posterior aplicação de

reboco (com o próprio barro) ou mesmo o uso de impermeabilizantes, e com manutenções constantes.
Após o estudo das características do lodo residual de celulose e papel (análise química e toxicológica) e a realização de onze ensaios (retração, umidade de equilíbrio ao ar, absorção de água, resistência a compressão simples, gotejamento, intemperismo, flamabilidade e incombustibilidade do material, perda de massa, condutividade térmica e acústica), chegou-se a conclusão de três características fundamentais deste componente em terra-crua (solo e resíduo): a durabilidade, trabalhabilidade e, principalmente o seu trabalho como componente estabilizador (elemento de ligação). Finalizando, por intersecção dos diferentes ensaios escolheu-se o traço de 20% como o de melhor comportamento.

Agradecimentos: À UNESP, pelo afastamento, e à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pelo aporte financeiro, que possibilitaram a participação nos eventos.

4. Bibliografia

BATTISTELLE, R. A. G. (2000): “Utilização do resíduo da indústria de papel e celulose na composição de tijolos de adobe”. Projeto de pesquisa para o exame de qualificação de doutorado. São Carlos, CRHEA/EESC/USP.

CINCOTTO, M. A. (1988): “Utilização de subprodutos e resíduos na indústria da construção civil”, In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Tecnologia de edificações*. 1.ed. São Paulo, Construtora Lix da Cunha S.A/ PINI/ IPT, Divisão de Edificações, p. 71-74. (Coletânea de trabalhos).

HOUBEN, H. (1997*): “*Pour une architecture nouvelle”. *Ecodecision-Environnement e Politiques*, n. 25, p. 27-28.

PORTA-GÁNDARA, M. A., RUBIO, E.; FERNANDEZ, J. L. (2001): “Economic feasibility of passive ambient comfort in Baja Califórnia dewellings”. *Building and Environment*. http://www.elsevier.com/locat/buildenv (11 jul. 2002)

MARITONI, C. A. & SOARES, R. S. (1998): “Aspectos energéticos dos resíduos do município de Paulínia”, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO, 3., São Paulo, 1998. Anais (CD-rom). São Paulo, Ministério das Minas e Energia.

McHENRY JR., P.G. (2000): “Adobe and rammed earth buildings: design and construction Arizona”. http://www.uapress.arizona.edu/samples/sam306.htm (02 ago. 2004).

SANTOS, W. N.; CINTRA FILHO, J. S. (1986): “Método de fio quente com ajuste por regressão não linear na determinação da condutividade térmica de materiais cerâmicos”. *Revista Cerâmica*, Rio de Janeiro, v. 32, n. 198, p.151-198, jul.

SILVA, M. S. da (2001): “A terra crua como alternativa sustentável para a produção de habitação social*”*. São Carlos. 167p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

1ª Autora - Profª Dra Rosane Aparecida Gomes Battistelle, vinculada ao Departamento de Engenharia Civil da Unesp/Bauru, graduada em Engenharia Civil/UNESP/Bauru, com mestrado na Escola de Engenharia de São Carlos/EESC/USP/SP em Engenharia de Estruturas e doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental, também na EESC/USP/SP- Brasil.

2º Autor – Prof. Dr. Obede Borges Faria, vinculado ao Departamento de Engenharia Civil da Unesp/Bauru, graduado em Engenharia Civil/UNESP/Bauru, com mestrado em Arquitetura e Urbanismo da EESC/USP/SP e doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental, também na EESC/USP/SP- Brasil.

APROVEITAMENTO DO LODO RESIDUAL DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE CELULOSE E PAPEL EM TIJOLOS DE TERRA CRUA

Battistelle, R. A .G. e Faria, O. B.*

Figuras:



Figura 01- Vista superior do corpo-de-prova, com detalhe da colocação do termopar no meio do tijolo e, a 16 mm acima desse, o fio quente e as garras metálicas que mantêm os fios esticados.

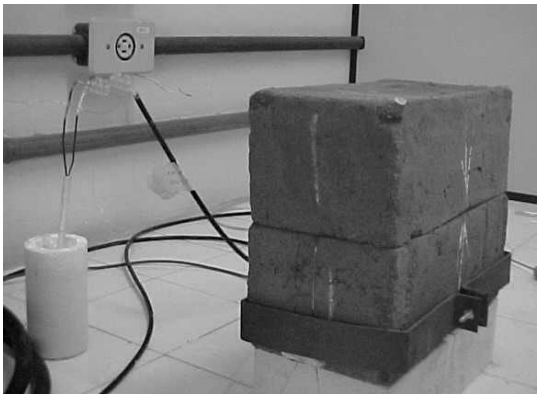


Figura 02- Corpo-de-prova pronto para ser ensaiado, já ligado ao sistema de monitoramento de temperatura e condutividade.



Figura 03- Bancada geral, montada com os diferentes tijolos para o ensaio acústico.



Figura 04- Esquema geral da bancada de envelhecimento do ensaio de intemperismo.



Figura 05- Quatro meses de exposição das placas.

LA TIERRA ARMADA: 35 AÑOS DE INVESTIGACIÓN EN LA PUCP

Marcial Blondet*, Julio Vargas, Nicola Tarque y José Velásquez
Pontificia Universidad Católica del Perú
Departamento de Ingeniería / Sección Ingeniería Civil
Av. Universitaria cdra. 18 s/n, San Miguel, Lima, PERÚ
Tel.: +511 626 2000; E-mail: mblondet@pucp.edu.pe

Tema 5: Comportamiento y resistência de los edifícios
Palabras clave: Adobe, Tierra, Sismo, Refuerzo, Tradicional, Perú

Resumen
En muchos países en vías de desarrollo la alternativa de vivienda más común para sus pobladores es la construcción con tierra, pues el material es tradicional, abundante y barato. La construcción de viviendas de tierra en estos países es mayormente informal, con poca o ninguna asesoría técnica. En las zonas sísmicas donde se construye con tierra, cada vez que ocurre un terremoto colapsan muchas construcciones de adobe, causando considerables pérdidas económicas y lamentables pérdidas de vidas. Por ejemplo, en los terremotos de Huaraz (Perú) de 1970 y en el de Bam (Irán) del 2003, decenas de miles de personas perecieron trágicamente, aplastadas por sus viviendas de tierra.
Las comunidades académicas y profesionales de algunos países sísmicos donde se construye con tierra no han permanecido impasibles frente a esta grave situación. En el Perú se viene investigando la construcción con tierra en áreas sísmicas. Este artículo describe la evolución del conocimiento de la tierra como material de construcción durante treinta y cinco años de estudio, observación e investigación experimental realizados por un equipo de profesores del Departamento de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). En esta trayectoria, va tomando forma el concepto de tierra armada, material compuesto por tierra seca y refuerzos compatibles. Las propiedades mecánicas de la tierra armada permiten lograr construcciones sismorresistentes. Finalmente, se da una mirada al futuro de este material, se comentan sus posibilidades y se mencionan algunas cuestiones por resolver.

1. Introducción

El Perú está ubicado en el centro sísmico de Sudamérica, donde confluyeron sucesivamente tres culturas con tradición de construcción con tierra: la pre-inca, la inca y la española. Las tecnologías imperantes fueron la mampostería de adobe, el tapial, y la quincha.
Desde hace 35 años los profesores del Departamento de Ingeniería de la PUCP complementaron sus labores docentes con tareas de investigación. Desde el principio, ellos tuvieron la preocupación de investigar la estabilidad de las construcciones de tierra en áreas sísmicas y estudiaron experimentalmente las características mecánicas de la tierra simple y las técnicas y materiales de refuerzo para mejorar la seguridad sísmica de las viviendas de tierra. Esta fue la etapa original de la Tierra Armada o SismoAdobe. Este artículo describe brevemente los resultados de la actividad desarrollada e intenta sugerir líneas de acción para el futuro.

2. Tierra simple

La tierra como material constructivo tiene su origen en el descubrimiento que la tierra húmeda se endurece al secarse y alcanza una resistencia importante a la compresión. La construcción con tierra se hace extensiva porque el material es fácilmente accesible y permite lograr espacios con bondades ambientales, pues las casas de tierra tienen una alta capacidad de aislamiento acústico y térmico frente a situaciones extremas de frío o calor. Su construcción sin consumo de energía agotable las convierte en

edificaciones ecológicamente compatibles con la naturaleza. Las casas de tierra bien concebidas y construidas, pueden ser bellas por sus formas rústicas y grandes espesores de muros y también pueden ser perdurables como lo demuestran los numerosos ejemplos de construcciones históricas.
La tierra seca, gracias a la presencia de arcilla, ofrece una resistencia grande a la compresión. Tiene, sin embargo, escasa resistencia la tracción. Los muros, que son los elementos estructurales más importantes de las construcciones de tierra, poseen buena capacidad resistente a cargas de gravedad y son estables frente al volteo. Cuando ocurre un sismo se generan en ellos esfuerzos sísmicos de tracción que la tierra simple es incapaz de soportar. Los muros se agrietan y se separan en pedazos que luego se caen, arrastrando consigo a los techos. Las fallas sísmicas de los muros de tierra simple son frágiles, súbitas, y fatales para los habitantes (Fig. 1).
La construcción con tierra en el Perú es de tierra simple, sin ningún refuerzo sísmico, y se emplea principalmente en el área rural y en las zonas suburbanas de algunas ciudades. Existen también un importante stock de construcciones de tierra urbanas, construidas en el pasado y en ciudades, como Cuzco, que están creciendo primordialmente construidas en tierra.

3. Tierra armada

Es posible mejorar la resistencia sísmica de los muros de tierra simple si se les incorporan refuerzos compatibles resistentes a la tracción. Este material compuesto es la tierra armada. Hasta ahora se han probado experimentalmente varios materiales compatibles con la tierra: cañas, sogas naturales o artificiales, tubos de PVC y mallas plásticas. Se podría estudiar la posibilidad de utilizar elementos delgados de madera, ramas de árboles u otros materiales sintéticos flexibles y resistentes. Exixten testimonios históricos de la durabilidad de los refuerzos de caña en Caral y Chan Chan, donde se han encontrado vestigios de una tecnología que tiene características semejantes a la tierra armada y que han durado hasta la fecha.
Las construcciones en tierra armada deben incluir refuerzos continuos en todos los muros porque las acciones sísmicas podrían causar esfuerzos de tracción en cualquier parte de la estructura. Los refuerzos podrán ser internos o externos, en ambas caras de los muros completamente recubiertos con un enlucido que los integre al muro.
La tierra armada puede conducir a estructuras que poseen gran capacidad de deformación. Se espera que durante un terremoto aunque los muros de tierra armada tengan fisuras apreciables, ellos podrán mantener su capacidad de deformación y continuar soportando las cargas de gravedad y sísmicas.

4. Investigaciones de la PUCP en tierra armada

Desde la década del 70 los profesores del Departamento de Ingeniería de la PUCP han tenido la preocupación de investigar la estabilidad de las construcciones de tierra en áreas sísmicas. Los primeros trabajos se orientaron a determinar las características mecánicas de la mampostería de adobe mediante ensayos estáticos de muros. Entre 1973 y 1978 se utilizó una plataforma inclinable para ensayar estáticamente módulos de vivienda a escala natural y probar distintos materiales de refuerzo, como caña, madera y alambre (Corazao y Blondet 1973). También se estudió el comportamiento mecánico de la mampostería de adobe mediante ensayos de compresión, de tracción (tipo brasilero), de compresión diagonal, y de corte y flexión en muros a escala natural (Blondet y Vargas 1978).
El refuerzo más eficiente fue logrado mediante la colocación de cañas verticales enteras al interior de los muros, espaciadas 1½ veces el espesor de los muros, y amarradas a

franjas de caña chancada colocadas cada cuatro hiladas de mortero. Las mallas de refuerzo interior de caña natural mejoraron la resistencia y la capacidad de deformación de los muros y los módulos de adobe ensayados (Fig. 2).

Para entender mejor la influencia de las propiedades de los materiales en la resistencia de la mampostería de adobe, se desarrolló en 1983 un proyecto con el financiamiento de USAID (Vargas et al. 1983a,b). Se realizaron 246 ensayos de compresión diagonal y cinco muros a escala natural. Las principales conclusiones fueron que el mortero es responsable de la integración de la mampostería, que la arcilla es el componente más importante del suelo para construir con tierra ya que provee la ligazón entre mortero y adobes, que sin embargo la arcilla produce la contracción por secado que causa las fisuras del mortero, y que se puede controlar estas fisuras mediante la adición de paja o arena gruesa al mortero.

También se realizaron los primeros ensayos sísmicos en módulos de viviendas de adobe utilizando la mesa vibradora (Vargas et al 1984). Se ensayaron módulos de vivienda sin techo, con y sin refuerzo interior de caña, según las recomendaciones del Reglamento Nacional de Construcciones (OIN 1977). Los módulos reforzados tuvieron caña vertical colocada cada 0,45 m y caña chancada horizontal cada cuatro hiladas y una viga solera superior de madera. Los módulos fueron instrumentados con sensores de desplazamiento y de aceleración y sometidos a sismos simulados de amplitud creciente. La principal conclusión fue que ante un sismo severo las construcciones no reforzadas colapsan luego de la separación de los muros en las esquinas (Fig. 3a). El refuerzo interior de caña horizontal y vertical, combinado con una viga de coronación de madera, impide la separación de los muros y mantiene la integridad, aún ante repetidos sismos severos (Fig. 3b). Estos resultados ratificaron la eficacia de la tierra armada con malles intrenas de caña para evitar la falla frágil de las construcciones de tierra simple.

La caña, sin embargo, es difícil de conseguir en cantidad suficiente para realizar programas masivos de construcción de viviendas.

En 1994 se inició un proyecto financiado por la Cooperación Alemana al Desarrollo (GTZ) para encontrar un refuerzo para las viviendas de tierra existentes. Se buscó aumentar la resistencia sísmica de las viviendas de tierra mediante refuerzos externos, que retardarían el colapso sísmico de las viviendas para así salvar la vida de sus ocupantes. Entre 1994 y 1997 se hicieron ensayos de simulación sísmica en seis muros en forma de C y en cinco módulos de vivienda. Se probaron refuerzos exteriores utilizando sogas, tablas de madera, mallas de gallinero y mallas electrosoldadas de acero Se desarrolló un sistema de refuerzo exterior colocado en ambas caras de los muros, consistente en franjas de malla electrosoldada embutidas en un tarrajeo de cemento y arena y ubicadas verticalmente en las esquinas y horizontalmente en la parte superior de los muros. El sistema desarrollado aumenta el nivel de seguridad sísmica de las viviendas de tierra, ya que se incrementa la resistencia de los muros, se controla su desplazamiento y se pospone el colapso (Zegarra et al 1997 a, b, 1999, 2001). Se logró, por tanto, el objetivo propuesto. Este sistema de refuerzo permitiría que las casas de tierra puedan resistir sismos leves y moderados. Sin embargo, no se evitaría el colapso de las viviendas en terremotos severos, porque produce fallas súbitas y frágiles.

Recientemente se inició una nueva línea de investigación para desarrollar sistemas de refuerzo de muros de adobe utilizando materiales industriales. Un primer proyecto encontró que los materiales industriales permiten lograr un comportamiento sísmico comparable al obtenido con los refuerzos de caña, con lo que se ha corroborado la posibilidad del uso de refuerzos plásticos para conseguir construcciones sismorresistentes de adobe (Blondet et al. 2004). Con soporte del Instituto Getty de Conservación se realizaron ensayos de simulación sísmica en módulos reforzados: uno con malla de plástico colocada en toda la superficie exterior e interior de los muros y el

otro con refuerzo exterior de caña vertical y soga horizontal. En ambos se colocó estucos sólo a ½ módulo. Este proyecto ha demostrado la importancia de tener los refuerzos embutidos en estucos de barro para lograr el trabajo conjunto de tierra seca y refuerzo, con lo que se consigue un excelente desempeño sísmico de los muros (Torrealva y Acero 2005).
El refuerzo con geomalla ha demostrada ser efectivo y actualmente se está optimizando la cantidad. Se ha obtenido buenos resultados en el módulo parcialmente reforzado con geomalla que fue ensayado durante el Seminario Internacional SismoAdobe2005 en la PUCP (Fig. 4).

5. Comentarios y recomendaciones

Los trabajos realizados en los últimos 35 años en la PUCP han establecido fundamentos sólidos para el futuro desarrollo del material tierra armada con el que se pueden construir muros de tierra sismorresistentes. Las especificaciones técnicas para el diseño sismorresistente en tierra armada deberán terminar de definirse en los siguientes lustros.
En la tierra armada, el trabajo conjunto de la tierra seca con los refuerzos de material compatible, se asegura por la disposición en malla de los refuerzos embutidos en ella. Cuando se trata de dos mallas exteriores embebidas en estucos de tierra, éstas deben envolver completamente los muros y estar unidas entre sí con sogas naturales o artificiales que atraviesen los muros. Los estucos deben tener estar protegidos de le intemperie, tener el espesor suficiente para garantizar la integración del refuerzo y la tierra, y podrán ser realizados con barro con alto contenido de pajas o fibras que no impida la evaporación de la humedad interna del muro.
Durante un sismo, la fase de comportamiento elástico de los muros estructurales de tierra armada es muy breve, porque la tierra se fisura a un nivel muy bajo de esfuerzos de tracción. La integración entre la tierra y los refuerzos permite un comportamiento adecuado de los muros en su fase inelástica. Entonces, los muros trabajan fisurados y las mallas de refuerzo controlan la expansión de las fisuras y el desprendimiento de pedazos de muro. La falla de los muros de tierra armada entonces no es frágil y se produce sin colapso sísmico.
El diseño de edificaciones en tierra armada debe realizarse en muros anchos, poco esbeltos, plantas con habitaciones de preferencia cuadradas, distribución simétrica, y ventanas centradas y pequeñas, tal como se especifica actualmente para la construcción con tierra simple (MTC 2000). El refuerzo de mallas continuas es imprescindible y debe ser adicional a los demás refuerzos recomendados para las construcciones de tierra, como la viga collar superior y los dinteles continuos y flexibles sobre los vanos de puertas y ventanas.
Las mallas de refuerzo deben ser de materiales compatibles con la mampostería de tierra y deben estar embebidas en los muros o en los estucos tierra, de manera que envuelvan todos los muros y los unan entre sí. Las mallas de refuerzo deben también conectar la viga collar superior con la cimentación para confinar verticalmente los muros.
Es factible convertir una construcción existente de mampostería de tierra simple (adobe o tapial), en una de tierra armada, mediante la colocación de mallas exteriores compatibles, embutidas en nuevos estucos de barro.
La construcción con tierra armada permitirá reducir el inaceptable riesgo sísmico de millones de personas en el mundo cuya única alternativa es vivir en casas de tierra.

Bibliografia

Blondet, M.; Vargas, J. (1978): “Investigación sobre vivienda rural”. Convenio con el Ministerio de Vivienda y Construcción. PUCP, Lima, Perú.

Blondet, M.; Torrealva, D.; Villa-García, G.; Ginocchio, F.; Madueño, I. (2004): “Reforzamiento de construcciones de adobe con elementos producidos industrialmente: Estudio preliminar”. PUCP, Lima, Perú.

Corazao, M.; Blondet, M. (1973): “Estudio experimental del comportamiento estructural de las construcciones de adobe frente a solicitaciones sísmicas”. Banco Peruano de los Constructores, Lima, Perú.

MTC (2000): "Reglamento Nacional de Construcciones. Adobe: Norma Técnica de Edificación E-080". Ministerio de Transportes, Comunicación, Vivienda y Construcción (MTC). Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), Lima, Perú.

OIN (1977): “RNC. Normas de diseño sismo-resistente”. Oficina de Investigación y Normalización. Ministerio de Vivienda y Construcción, Lima, Perú.

Torrealva, D; Acero, J. (2005): “Refuerzo sísmico de vivienda de adobe con malla exterior compatible”. Seminario Internacional de Arquitectura, Construcción y Conservación de Edificaciones en Tierra en Áreas Sísmicas, *SismoAdobe2005*. PUCP, Lima, Perú.

Vargas, J.; Bartola, J.; Blondet, M.; Villa-García, G.; Ginocchio, F. (1983a): “Propiedades del suelo para elaborar albañilería de adobe”. Seminario Latinoamericano de Construcciones Sismo-Resistentes de Tierra. PUCP, Lima, Perú.

Vargas, J.; Bartola, J.; Blondet, M.; Villa-García, G.; Ginocchio F. (1983b): “Investigación científica innovativa: Edificaciones de adobe en áreas sísmicas”. Proyecto AID 936/5542. PUCP, Lima, Perú.

Vargas, J.; Bartola, J.; Blondet, M. (1984): “Resistencia sísmica de la mampostería de adobe”. Publicación DI-84-01. PUCP, Lima, Perú.

Zegarra, L.; Quiun, D.; San Bartolomé, A.; Giesecke, A. (1997a): “Reforzamiento de viviendas de adobe existentes. Primera parte: Ensayos sísmicos de muros U". XI Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Colegio de Ingenieros del Perú, Trujillo, Perú.

Zegarra, L.; Quiun, D.; San Bartolomé, A.; Giesecke, A. (1997b). “Reforzamiento de viviendas de adobe existentes. Segunda parte: Ensayos sísmicos de módulos”. XI Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Colegio de Ingenieros del Perú, Trujillo, Perú.

Zegarra, L.; Quiun, D.; San Bartolomé, A.; Giesecke, A. (1999): “Reforzamiento de viviendas existentes de adobe”. Proyecto Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS) - Cooperación Alemana al Desarrollo (GTZ) - Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). XII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Colegio de Ingenieros del Perú, Huanuco, Perú.

Zegarra, L.; Quiun, D.; San Bartolomé, A. (2001): “Comportamiento ante el terremoto del 23-06-2001 de las viviendas de adobe reforzadas en Moquegua, Tacna y Arica”. XIII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Colegio de Ingenieros del Perú, Puno, Perú.

El Dr. Marcial Blondet es profesor principal del Departamento de Ingeniería y Decano de la Escuela de Graduados de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Obtuvo el título de Ingeniero Civil en la PUCP (1973) y los grados de Magíster (1979) y de Doctor en Ingeniería Civil (1981) en la Universidad de California, Berkeley. El Dr. Blondet tiene amplia experiencia en el estudio experimental del comportamiento sísmico de edificaciones de tierra.

LA TIERRA ARMADA: 35 AÑOS DE INVESTIGACIÓN EN LA PUCP

Marcial Blondet*, Julio Vargas, Nicola Tarque y José Velásquez

Figuras



Fig. 1 - Casas de adobe destruidas por el sismo de Huaraz, Perú, 1970



Fig. 2 – Refuerzo interior de caña



Fig. 3a - Módulo sin refuerzo

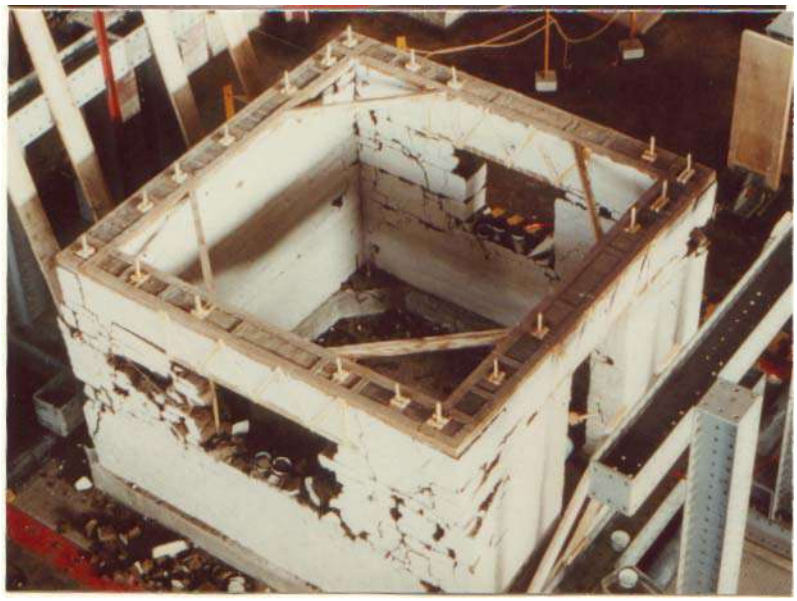


Fig. 3b - Módulo reforzado

Fig. 3 – Ensayos en mesa vibradora de módulos de adobe



Fig. 4 - Módulo reforzado con malla exterior de plástico

EL CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN

Patricio Cevallos Salas
patriciocevallos@andinanet.net

Tema 5: Comportamiento y Resistencia de los Edifícios
Palabra clave: Normas

Resumen

El presente artículo muestra la necesidad que existe en el Ecuador de una Norma de Construcciones con Tierra, los pasos que se están dando y los contenidos que se pretende dar a esta Norma que se halla en proceso de elaboración. En el desarrollo de la presente ponencia se señalan los contenidos de la Norma.

1. Introducción

El Ecuador, por su ubicación geográfica en la cordillera de los Andes, está sometido a un alto riesgo sísmico y volcánico. La historia evidencia que la activación de fallas geológicas y las erupciones volcánicas han provocado el colapso y daño severo de miles de viviendas construidas con tecnologías tradicionales de tierra mostrando la fragilidad de este material en los fenómenos naturales mencionados y que irremediablemente se repiten de manera cíclica. Los esfuerzos realizados y que se realizan por cubrir, al menos, en parte el déficit de vivienda se ven anulados por estos fenómenos.

Las condiciones económicas en que se desenvuelve la mayoría de la población rural hacen prever que la construcción con tierra continuará por muchas décadas, además luego de las catástrofes naturales producidas en la zona andina, los programas de reconstrucción han tendido en buena parte a ejecutarse con las tecnologías propias del sector, esto es con adobe, tapial o bahareque.

Los materiales urbanos no compiten con el material local, el bloque de hormigón no se acaba de aceptarse en el piso ecológico medio y alto de los Andes por su poca capacidad térmica; el ladrillo de arcilla cocida es muy caro; y los otros sistemas constructivos son técnicamente inadecuados por las condiciones de accesibilidad y servicios. Por estas razones, entre las que están las de orden cultural, el material que de manera lógica continúa utilizándose es la tierra.

Urbanamente varios sectores de clase económica media y media alta se han inclinado por el uso de tecnologías de tierra para la construcción de sus viviendas o instalaciones de uso turístico y comercial. La diferencia con el sector rural radica en las mejores disponibilidades financieras y la facilidad al acceso a asistencia técnica que posee el sector urbano.

Ante esta realidad, considerando que en el Ecuador, como en casi todos los países americanos ubicados en zona sísmica se carece de una Norma que regule el uso y la aplicación de las tecnologías en adobe, tapial y bahareque, es necesario construirla.

Varias instituciones nacionales consientes de esta necesidad se han propuesto elaborar una Norma que deberá incorporarse al Código Ecuatoriano de la Construcción en el Capitulo de Viviendas de uno y dos pisos.

La Escuela Politécnica Nacional del Ecuador cuenta con profesionales de vasta experiencia y ha puesto a disposición el muro de reacción y los laboratorios requeridos para los distintos ensayos que permitan avalizar las propuestas de la Norma; la

Fundación Marka Hábitat y Tecnología Alternativa, instituciones dedicadas a la investigación y construcción con tierra, se encuentran apoyando con sus conocimientos y prácticas el manejo de las tecnologías constructivas en tierra y cuentan con el auspicio y respaldo de Ecosur y Proterra y con el apoyo de los colegios profesionales de Arquitectos e Ingenieros. El grupo de trabajo, asociado bajo el membrete de **NORMATIERR ECUADOR,** ha sido debidamente reconocido por el CEC y, hasta la fecha ha redactado un primer borrador de la Norma, en el cual aborda el caso del adobe y colateralmente del tapial.

2. La norma Ecuatoriana de construcción con tierra

A la fecha, el grupo de trabajo ha elaborado un primer documento provisional que deberá ser debidamente discutido y sustentado antes de su distribución a los Colegios Profesionales, Universidades e instituciones amigas internacionales para receptar sus observaciones, comentarios y recomendaciones antes de proceder a una nueva revisión.

Luego de este amplio aval, la Norma deberá seguir el trámite respectivo para ser considerada Ley de la República.

La Norma contempla - en su globalidad - las tecnologías que son utilizadas, preferentemente, en la serranía ecuatoriana y que requieren de un soporte técnico adecuado: Estas son:

Adobe
Tapial
Bahareque

3. El contenido de la norma

Se inicia con un capítulo de **introducción** en el que se señalan los alcances que tiene la Norma y los objetivos que se pretenden alcanzar con este documento. Luego se plantean los **requisitos generales** que debe cumplir una construcción con adobe o tapial, aquí se recomiendan criterios de diseño estructural, altura de la construcción, calidad de suelo de cimentación y refuerzos a ser usados en el diseño de los muros.

Posteriormente un capítulo de **definiciones** permite uniformizar el lenguaje y la semántica respecto a los materiales y elementos constitutivos de la construcción, de manera que el usuario de la Norma establezca con exactitud a que material, condición de apoyo o de muro se refiere tal o cual recomendación o imposición de la normativa.

Los temas tratados anteriormente nos dan una orientación general sobre las tecnologías en tierra, en lo posterior se regula y se reglamenta desde lo unitario hasta lo total y global de la construcción. Así se hace un análisis del **elemento unitario** de la construcción llámese adobe, bloque de tierra comprimida, adobe estabilizado o adobón para tapial, en este capítulo se hacen recomendaciones sobre su granulometría, sus formas y dimensiones y recomendaciones para su elaboración.

Analizados los componentes unitarios se define el **comportamiento sísmico de las construcciones** ejecutadas con estos materiales, se señala la dinámica de falla y las características generales que debe tener el diseño arquitectónico de estas construcciones, luego se plantea la manera de calcular la fuerza sísmica horizontal, en concordancia con lo que exige el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC) y se detalla el comportamiento de las construcciones a carga vertical y las

recomendaciones para la protección de los muros ante la presencia de agentes naturales externos como la lluvia y el viento, principalmente.

Consideradas las condiciones generales de un sistema de construcción en tierra y su comportamiento ante los sismos, se definen los componentes del **sistema estructural,** en esta parte de la Norma se regularizan todos y cada uno de los componentes del sistema, así se señalan las condiciones que debe cumplir ***la cimentación*** en lo que tiene que ver con sus dimensiones mínimas, materiales a ser usados en su construcción y la necesidad del sobrecimiento. De igual manera se normaliza el diseño de los ***muros*** y por consiguiente de sus elementos constitutivos como son adobes, adobones, espesores, longitudes, vanos, refuerzos, trabes y en general todo aquello que requiere un muro para su adecuado diseño. Se detallan los requisitos que deben cumplir los **elementos de arriostre** tanto horizontales como verticales, los refuerzos y se concluye con los ***techos*** donde se menciona su comportamiento estructural y las recomendaciones de los anclajes a los muros.

La definición de los ***morteros*** es un acápite importante dentro de la Norma, especialmente en las construcciones de adobe, donde la falla principal está ubicada en las uniones, finalmente se detallan los ***esfuerzos admisibles*** a compresión de la unidad y de la albañilería, esfuerzo admisible de compresión por aplastamiento y resistencia al corte de la albañilería, esfuerzos que no deben ser superados para estar dentro de las condiciones de estabilidad y sismoresistencia que requiere una construcción.

En lo que tiene ver con el diseño de los muros de corte o bahareque, la Norma considera las recomendaciones de la Junta del Acuerdo de Cartagena en su Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, en este manual se dan los procedimientos de cálculo estructural ajustados a zonas sísmicas y se definen las características y propiedades mecánicas de las especies maderables de mayor uso para los países del Pacto Andino (Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Chile), las mismas que son listadas por su nombre científico y por el nombre vulgar con que se le conoce en cada país.

Finalmente se prevé incorporar un capítulo destinado a recomendaciones para la recuperación y restauración de monumentos históricos.

Se ha definido que la presentación del documento sea a dos columnas, en la izquierda se incluirá la Norma y en la derecha se insertarán comentarios explicatorios a los distintos artículos contenidos en la Norma.

Siendo que la Norma Ecuatoriana de Construcción con Tierra está en pleno proceso de desarrollo, se espera que para el IV SIACOT el nivel de elaboración permita hacer la entrega de un documento bastante avanzado.

Para la elaboración de la Norma se ha tomado como apoyo la Norma Técnica de Edificación NTE E. 080 de Perú de marzo de 2000, la propuesta de norma Chilena del Profesor Gastón Barrios y otros documentos que tienen relación con el tema para zonas sísmicas.

Patricio Cevallos Salas es Ingeniero Civil, Director de Tecnología Alternativa.

PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO DE TIERRA EN ÁREA SÍSMICA.
EL CASO DE LA REGIÓN DE CUYO – ARGENTINA

Silvia A. Cirvini* – José A. Gómez Voltan
INCIHUSA – CRICYT – Mendoza (Unidad Ejecutora de CONICET – Argentina)
AHTER: Arquitectura Historia Tecnología y Restauración- "Unidad Ciudad y Territorio"-
Avda. Adrián Ruiz Leal s/n Parque Gral San Martín (5500) Mendoza - ARGENTINA
Tel: 0054 261 4288797 int. 102, Fax: 0054 261 4287370 emai- scirvini@lab.cricyt.edu.ar

Tema 5 : Comportamiento y Resistencia de los Edifícios
Palabras clave : Patrimonio, Tierra, Sismo

Resumen

En tiempos de globalización cultural, el patrimonio es considerado un recurso de gran valor en el proceso de constitución de identidades, de construcción de la memoria grupal y colectiva. Esta ponencia apunta a describir sintéticamente la labor de nuestro equipo de trabajo en investigación histórica y tecnológica acerca del patrimonio monumental de la región.

Factores concurrentes inciden en la conservación de las obras patrimoniales como son, entre otros, los materiales empleados, las tecnologías, el emplazamiento, el clima y los desastres naturales a los que pueden estar sometidas. En el caso de Cuyo la alta sismicidad local, la predominancia de los materiales y tecnologías del material tierra y las condiciones del clima ubican a nuestros monumentos históricos en una situación de particular vulnerabilidad. El 77 % de los Monumentos están construidos con tierra sin cocer, el 23% restante es de ladrillo cocido sin estructura de hormigón y más del 80% se halla en la franja de mayor peligrosidad sísmica.

Este patrimonio es el más vulnerable a erróneas intervenciones, el más afectado por la irrupción de técnicas y materiales modernos, agresivos y contradictorios al mensaje histórico de autenticidad que atesoran las obras en sus componentes materiales y tecnológicos.

Esta situación nos obliga a ser más cautelosos en el mantenimiento de las obras y a actuar en lo posible en la faz preventiva. Es indispensable contar con relevamientos precisos y diagnósticos del estado estructural de las obras. Los proyectos requieren de un estudio particular, que atienda a estas circunstancias especiales y su ausencia implica a veces un deterioro en progresión geométrica y pone en riesgo la conservación de la materialidad física del bien.

En el amplio campo de lo cultural, la investigación histórica y tecnológica dirigida a la preservación de edificios antiguos contribuye a retejer la memoria histórica de las comunidades, permitiendo el disfrute y la integración de esos bienes a la vida del presente, y mejorando con ello la calidad de vida.

1. Introducción

En nuestro país, la restauración de edificios de valor histórico-cultural es un campo de conocimiento en desarrollo desde la década de 1970, y más reciente aún es su aplicación en áreas sísmicas. Si bien ha habido una importante producción en investigación histórica, se ha postergado el desarrollo de investigación aplicada y de tecnología en restauración. Sin el apoyo de una producción científica específica, tanto los particulares como los organismos estatales propietarios de edificios históricos proceden en el mantenimiento, la conservación y la restauración de manera errática, insumiendo en muchos casos importantes presupuestos y dañando seriamente las obras.

Los resultados que nos proponemos alcanzar con las investigaciones que tenemos en desarrollo tienen una aplicabilidad al campo de la restauración de los monumentos históricos y sobre un conjunto vasto de inmuebles con otros tipos de operaciones como son: reciclajes, rehabilitación, mejoramiento y consolidación estructural, mantenimiento preventivo de obras, etc. Por cierto que todo estudio que favorezca un mejor conocimiento de las técnicas de conservación, restauración y el *"mejoramiento técnico"* y la *"eficiencia"* de los materiales y sistemas constructivos, es tan útil para edificios de valor histórico cultural como para todo tipo de construcciones antiguas que posean un valor agregado, sea este económico, social, funcional, cultural, reúso, etc., que haga conveniente su conservación.

En nuestro equipo, la asignación de una línea de estudio y trabajo específica para el material tierra cruda surge de las siguientes consideraciones:

- La predominancia del material : La mayoría de los edificios de valor patrimonial público más antiguo que posee Argentina, están construidos en mampostería de adobe o tapia. En algunas regiones, como el Noroeste y Cuyo, este patrimonio alcanza cifras muy altas, entre el 75 y el 90% del total de los Monumentos Históricos declarados como tales.
- Intervenciones: Este patrimonio, por lo general de la época colonial, es el más vulnerable a erróneas intervenciones, el más afectado por la irrupción de técnicas y materiales modernos, agresivos y contradictorios al mensaje histórico de autenticidad que atesoran las obras en sus componentes materiales y tecnológicos
- La condicionante de la sismicidad regional: Nuestra investigación propone avanzar en un campo del conocimiento de escaso desarrollo científico-tecnológico en el país, la restauración de edificios antiguos, a lo que hay que sumarle en el caso de Cuyo las condiciones que impone las características del clima y la alta sismicidad. El valioso patrimonio arquitectónico de estas provincias se ubican en las zonas urbanizadas, o en los oasis periurbanos, con cabeceras en las ciudades de Mendoza y San Juan, emplazadas en la franja de más alto riesgo sísmico. Si sumamos las provincias de San Luis, Córdoba y las del Noroeste argentino que tienen un riesgo bajo pero no están exentas de los sismos, se impone considerar esta condicionante en los programas de manejo, conservación y restauración de todo este valioso patrimonio.

La restauración de arquitecturas de tierra en área sísmica expone y plantea los problemas más difíciles y más críticos de estos sistemas y materiales. Todo avance del conocimiento en este campo es aplicable y generalizable para situaciones más benévolas, por ejemplo monumentos históricos en el resto del país (áreas no sísmicas) o en edificios existentes de otros materiales (ladrillo cocido sin estructura de hormigón, por ej.) que sea conveniente conservar y no se adecue a los requerimientos actuales de la construcción sismorresistente.

Hay factores locales que inciden en la conservación de las obras como los materiales empleados, las tecnologías, el emplazamiento, el clima y los desastres naturales a los que pueden estar sometidas. En el caso de Cuyo la alta sismicidad local, la predominancia absoluta de los materiales y tecnologías de tierra cruda y la aridez del clima ubican a nuestros monumentos en una situación de particular vulnerabilidad. En las provincias de Mendoza, San Juan y San Luis el 77 % de los MHN están construidos con tierra sin cocer y más del 80% se halla en la franja de mayor peligrosidad sísmica. (Figura 1)

Esta situación obliga a ser más cautelosos en el mantenimiento de las obras y a actuar en lo posible en la faz preventiva. Es indispensable contar con relevamientos precisos y diagnósticos del estado estructural de las obras. Los proyectos requieren de un estudio particular, que atienda a estas circunstancias especiales y su ausencia implica a veces un deterioro en progresión geométrica y pone en riesgo la conservación de la materialidad física del bien.

Asimismo esta situación pone en evidencia la necesidad de profundizar el conocimiento en relación a las causas y el mecanismo de deterioro de las estructuras de tierra, establecer una correlación entre las propiedades del material y su vulnerabilidad, propiciar intervenciones mínimamente intrusivas y efectivos procedimientos de consolidación y mantenimiento. (SUMARY REPORT, *Proyect TERRA Research Meeting,* CRATerre-AEG, GCI e ICCROM, mayo 2000)

Es oportuno precisar a qué aludimos cuando hablamos de *"mejoramiento técnico"* y de *"eficiencia"* . Y bien, nos referimos al desarrollo de tecnología aplicable a restauración que permita superar las dificultades de la conservación de edificios patrimoniales construidos con mamposterías, en la región en particular y en el país en general.

Existen dos nudos temáticos centrales sobre los cuales se orienta nuestra investigación actual y de los próximos años:

1- La resistencia y capacidad portante inherente al material y a los sistemas constructivos. El comportamiento estructural del material tierra usado en construcciones antiguas presenta

dificultades en área sísmica que prácticamente no han sido abordadas en nuestro país, desde un enfoque científico.

2- La conservación de muros y paramentos. El deterioro de la "piel" de los edificios suele desencadenar múltiples patologías. La investigación apunta en este caso a definir cómo reparar muros antiguos y cómo mantenerlos.

2. Deterioros o Patologías analizados en los edificios históricos

Hemos registrado la presencia asociada de una serie de deterioros en los edificios relevados en el marco de nuestros proyectos. Estas patologías son producto de la acción en la mayoría de los casos combinada de diferentes agentes, causas o intervenciones sobre los edificios. Entre los principales podemos mencionar:

La humedad capilar: la humedad ascendente a pie de muro es frecuente tanto en adobes como en tapias. Produce deterioro grave el cual asociado al sismo es causa frecuente de colapso.

El estado y conservación de revoques: Podemos advertir cómo la conservación de los paramentos incide en el desarrollo y el avance o agravamiento de varias patologías. En este rubro puede corroborarse la imposición de prácticas erróneas, en general se atacan los efectos y no las causas. El sistemático reemplazo de los revoques de barro, por revoques cementicios, es causa importante de deterioro generalizada en los monumentos.

Incompatibilidad de materiales: Los edificios históricos de tierra cruda son los más perjudicados por los efectos de la irrupción de nuevos materiales y nuevas tecnologías. La incompatibilidad de materiales es otra de las áreas identificadas como un frecuente factor acelerador de la degradación tanto en la conservación como en la reparación de estructuras de tierra.

Deterioro estructural: En la mayoría de los casos el deterioro estructural se manifiesta ante una situación de persistencia de una patología previa debida a la humedad persistente, la falta de mantenimiento o intervenciones erróneas. En un mal estado previo, ante una solicitación de esfuerzo sísmico el edificio agrava su situación y aparece el daño estructural

Restauraciones o intervenciones erróneas: En nuestro país, si bien muchas de las obras declaradas Monumento Histórico son reparadas o restauradas, los trabajos no son sostenibles en el tiempo, cuando no directamente perjudiciales. Al poco tiempo los edificios se encuentran en igual o peor estado que el que poseían antes de la intervención. Las causas que pueden conducir a un acelerado y prematuro deterioro de las obras restauradas son variadas y obedecen a distinto origen. Entre las principales que hemos detectado figuran:

a) Falencias del proyecto de restauración: Los proyectos con los que se llama a licitación son muy generales e imprecisos a veces, dejando librado a la suerte del momento la resolución de dificultades graves de los proyectos. En la mayoría de los casos la falla del proyecto está asentada en la falta de documentación precisa y de información acerca de la obra y sus aspectos valiosos.

b) Falencias en las obras realizadas: Se deben en general a la combinación de fallas por mala ejecución y por materiales inadecuados. Si bien un proyecto elaborado con detalle minimiza el margen de posibilidad de error en la ejecución y en la elección y control de tipo y calidad de los materiales, también es común que las empresas contratistas no tengan experiencia en restauración y en el manejo de tecnologías no habituales en la práctica de la construcción actual.

c) Uso inadecuado del edificio histórico: Un uso inadecuado puede acabar hasta con una buena restauración en pocos meses. Un uso adecuado y un mantenimiento acorde no se consigue sólo con mayor control sino con la participación responsable por parte de los depositarios de las obras que deben asumir la función de custodios del mantenimiento del Monumento y ser quienes implementen los planes de manejo.

A continuación se expondrá brevemente las características generales de las arquitecturas de tierra que presentan nuestros edificios históricos, dando así un marco explicativo a la exposición gráfica y fotográfica que se presentará en el desarrollo del IV Siacot en Portugal (octubre de 2005).

3. La arquitectura del período colonial y postcolonial

En Mendoza, el manejo empírico de los materiales y técnicas constructivas tradicionales desde la época colonial hispánica, dio como resultado un tejido homogéneo tanto en la ciudad como en su periferia agrícola. Las construcciones eran de tipo mediterránea, bajas, de un solo piso, de gruesos muros de adobe o adobón (tapia) con aberturas pequeñas, techos de caña y barro sobre tirantes o palos de madera[1]. Los materiales disponibles de un medio natural árido eran el barro, la caña, los vegetales de los bordes de ríos y lagunas y la muy escasa madera de la flora autóctona (chañar, algarrobo) y más tarde de los frutales y especies arbóreas traídos por los españoles. Precisamente la falta de madera incidió doblemente en las tradiciones constructivas hasta el siglo XIX.

Por una parte, esta carencia dificultó hasta mediados del siglo XIX, la instalación de hornos para la cocción de ladrillos, que requerían el insumo de madera como combustible: se desarrollaron entonces arquitecturas de tierra sin cocer, sobre la tradición española y árabe de carácter mediterráneo. Por otra parte, la falta de maderos de cierta longitud para cubrir luces entre 3 y 6 metros, promovió el desarrollo de curiosas techumbres como las bóvedas en barro, con o sin estructura de madera de sostén. (Figura 2)

La intensa actividad agrícola de la región determinó una organización del territorio caracterizada por el equilibrio entre lo urbano y lo rural. La ciudad tenía un aspecto bastante rural dado por la baja densidad, la chatura y pobreza de sus edificios y la presencia de muchas huertas, viñas y cultivos surcada por la red de riego del oasis. Las viviendas se desarrollaban hacia el interior y se vinculaba con el exterior a través del zaguán de acceso, dentro del tipo derivado de la casa romana o pompeyana. El número de patios dependía de la importancia de la vivienda. Las habitaciones del frente podían destinarse a negocio o salas. El comedor se hallaba cuadrando el primer patio. A partir de la composición del rectángulo que define cada patio, la arquitectura colonial logra una variedad de soluciones de plantas y volumetrías de un solo piso, a partir de la combinación de cuerpos en “L”, “T” o “U” con galerías abiertas de arcos con pilares de mampostería o rectas sobre pilares de madera, conjugándose con cubiertas cupulares de adobe y tijerales de madera de altas pendientes. Las galerías adosadas, llamadas corredores en esa época, tenían en áreas rurales una disposición más libre (doble galería, galería frontal) que en la ciudad, donde este elemento aparecía generalmente introvertido.

La consolidación del oasis agrícola, la disponibilidad de madera de los mismos cultivos (frutales y olivos) y la introducción de algunas especies que alcanzaron gran difusión como el álamo[2] (en todas sus variantes: común o de Italia – *populus nigra* – carolino – *populus canadiensis* – y blanco - *populus alba*) posibilitaron modificaciones importantes en la arquitectura del siglo XIX.

Las construcciones se fueron aligerando y modulando progresivamente; aparecieron las columnas y soleras de madera en las tradicionales galerías (espacios semi-abiertos como extensión de los locales habitables), en lugar de los macizos pilares con arquerías de épocas anteriores. Desaparecieron también las cubiertas de bóvedas y los techos de pronunciada pendiente, a dos aguas, porque la madera del álamo hacía posible cubrir luces importantes. La arquitectura poscolonial de la región de Cuyo mantiene las características de la producción vernácula anterior pero puede distinguirse ya ciertos caracteres de transición hacia una simplificación en las formas y una regularidad en fachadas y plantas. Continúan las viviendas de plantas en forma de “L”, de “U” o de “T invertida”, surgidas de la alienación de habitaciones casi idénticas y de uso indiferenciado y aparecen esquemas más compactos y repetitivos en zona urbana. (Figura 3)

Los edificios históricos que se conservan de estos períodos comprenden varias tipologías funcionales: viviendas rurales y urbanas, molinos, capillas y las primeras bodegas.

4. Prototipos sismorresistentes del siglo XIX

Hasta mediados del siglo XIX, en la región andina de América del Sur, el conocimiento y comprensión del fenómeno sísmico y sus efectos sobre las construcciones eran aún muy rudimentarios. En Mendoza el manejo empírico de materiales y tecnologías locales provenientes de la época hispano-colonial, dio como resultado un tejido urbano homogéneo de

construcciones bajas, de adobes o adobón, techos de caña y barro sobre tirantes de madera. Resistencia a partir de la inercia de la masa muraria y limitación de la altura de los edificios fueron las dos variables con las cuales se manejó intuitivamente la construcción durante siglos.

En Mendoza, el primer gran temblor destructivo que registran las crónicas fue el de 1782, luego del cual se tomaron especiales cuidados y precauciones constructivas (enllavados en los muros, anclajes de techos, etc.). Con el transcurrir de los años, estos hábitos fueron progresiva y paulatinamente abandonados, situación favorecida por la ausencia de temblores importantes.

Hacia 1850 con la llegada de algunos técnicos italianos se produjeron cambios tecnológicos importantes en la edificación de cierta envergadura. Por una parte se introdujo el uso estructural de la madera, imaginativos diseños de techos y de anclajes con los muros, con los cuales se mejoraba el comportamiento sísmico de las tradicionales construcciones de tierra. Sin embargo estas innovaciones no alcanzaron gran difusión antes del gran terremoto de 1861.[3]

Esta resistencia al cambio de las tradiciones constructivas tenía, en gran medida, fundamento en razones de índole económicas - utilización de materiales y recursos disponibles del lugar - pero también y por sobre todo, pesaban razones de índole cultural. El uso de la madera y del ladrillo cocido no formaba parte de la tradición hispana, y esta sociedad cuyana de mediados del XIX era aún típicamente criolla, donde perduraban rasgos culturales de siglos anteriores. También era una creencia generalizada, dentro del saber popular de la época, que el adobe y la tapia eran más elásticos que el ladrillo cocido y de allí su preferencia.

Esta situación cambiaría en forma brusca solo una década más tarde. En 1861 se produjo un acontecimiento decisivo en la vida de la ciudad: un fuerte y destructivo terremoto que modificó notablemente el espacio urbano pero también aceleró procesos de cambio sociocultural, que la segunda mitad del siglo impuso en todo el país. Las pérdidas de vidas en la población y la casi total destrucción de los edificios acentuaron el carácter trágico y traumático del acontecimiento. La duración de una vida humana hacía imposible que estuvieran vivos quienes habían experimentado el último gran sismo (1782). Los casi ochenta años transcurridos hicieron olvidar en la memoria colectiva la experiencia destructiva de estos fenómenos naturales y la ausencia de pequeños temblores con mayor frecuencia - como en el caso del Valle Central de Chile - impidió forjar una cierta conciencia sísmica que permitiese a los mendocinos tomar mejores recaudos ante estas situaciones.[4] La asistencia técnica recibida de Chile permitió incorporar a la tradición constructiva cuyana la experiencia y la acumulación de conocimiento respecto del fenómeno que se había alcanzado en ese país.[5]

Fue importante la participación de profesionales y técnicos extranjeros en todas las obras del posterremoto, ya sea, canalizada a través del apoyo técnico y económico recibido del gobierno nacional o estimulada por la fuerte demanda de técnicos y artesanos que generó la reconstrucción. [6]

Ciertas innovaciones en el saber y en el hacer profesional y artesanal se introdujeron a partir de entonces en la construcción de edificios: el análisis de la producción arquitectónica de la reconstrucción nos ha permitido identificar cambios y verificar continuidades en los tipos constructivos y tecnológicos.

Después del “gran terremoto” la mayoría de los pobladores continuó construyendo con sistemas de tierra sin cocer - aunque con ciertas innovaciones -, porque se los consideraba más elásticos, se requería de materiales más económicos y disponibles y cuyo manejo implicaba una tecnología al alcance de todos.

La edificación continuó siendo baja, de un solo piso. Los sistemas constructivos y los materiales empleados en el posterremoto no permitieron dar saltos tipológicos importantes con relación a la forma de las plantas. No se podían construir edificios de grandes luces o varios pisos, no sólo por las limitaciones del sistema constructivo, sino fundamentalmente por la escasez de maderas duras en la región. Se disponía sólo de álamo o árboles frutales y el costo de las maderas que se traían de Chile o Paraguay era muy elevado, en particular para una población empobrecida con la catástrofe y con muchas otras urgencias para satisfacer.

La obra pública de la reconstrucción (1863-1880) – casa de gobierno, iglesia matriz, cárcel, hospital - se realizó con estos sistemas "antisísmicos" de arquitecturas de tierra. Todas estas obras fueron un testimonio de ingenio e imaginación técnica y permitieron cubrir las necesidades con una inversión muy baja. Estos edificios que tuvieron en general temprana vejez[7] fueron progresivamente reemplazados desde fines de siglo XIX hasta mediados del XX.

5. Innovaciones y mejoras de los sistemas de tierra en el posterremoto

En el período que trascurrió entre el gran terremoto (1861) y el fin del siglo hubo un mejoramiento generalizado en las construcciones de tierra por cuanto se puso atención a tres aspectos concurrentes: mejora de la calidad del material, incorporación de estructuras de madera, y optimización del diseño. (Figura 4)

Material: El agregado de material orgánico y el cuidado puesto en el "batido" y "podrido " del barro, pone en evidencia la preocupación por el mejoramiento del material, buscando que fuera lo más homogéneo posible.El agregado de estabilizantes como la cal o el cemento no fue habitual hasta el siglo XX.

Incorporación de estructura resistente y de vinculación de maderas:

- Llaves de madera en los encuentros de muros, tanto en las esquinas como en los encuentros entre muros maestros y secundarios.
- Estructura de madera incorporada dentro del muro: Diversos sistemas mixtos de madera y tierra aparecen en este período. Todos tienden a dotar de un "esqueleto" de madera a las mamposterías de adobes o tapias.
- Desarrollo de sistemas combinados de madera y caña: Estos sistemas (quincha) se utilizan usualmente en muros dobles, con una cámara de aire y pueden aparecer combinados con muros de adobe o tapia en la parte inferior del muro, también es frecuente hallar plantas bajas de adobes o tapias y plantas altas, miradores, altillos, etc. en madera y quincha.
- Reaparición de la viga collar o collarín de coronamiento superior de los muros para vincular muros y techos.

Diseño: Se regularizan y modulan fachadas y plantas. Hay una búsqueda de la simetría y una voluntad de racionalizar dimensiones, ubicación y tamaño de aberturas, uniformar los dinteles, etc. En las galerías o "corredores" la esbeltez de las columnas aumenta progresivamente desde mediados del siglo XIX en directa relación con la disponibilidad de maderas.

Este acelerado desarrollo tecnológico, alimentado por el contacto con técnicos de otros países andinos, apoyó la producción arquitectónica durante toda la reconstrucción de la ciudad y sus alrededores. Lamentablemente el reemplazo edilicio del siglo XX y la irrupción de nuevos materiales, determinaron la pérdida de numerosos y valiosos ejemplos en áreas urbanas. Sin embargo estos "saberes" y testimonios se conservan atesorados en nuestros monumentos y en un vasto conjunto de obras en áreas rurales.

Bibliografia

AAVV (1998): "Tratado de Rehabilitación. Tomo 3: Patología y técnicas de intervención. Elementos estructurales". Depart. de Construcción y Tecnología Arquitectónica. Universidad Politécnica de Madrid. Ed. Munilla-Lería (Director de la publicación: Dr. Juan Monjo Carrió*)*, Madrid, España, 475 pp.

AAVV (1983): **"**El adobe". Simposio internacional y curso-taller sobre conservación del adobe. Lima - PNUD - ICCROM ,Cuzco, Perú.

AAVV (1996): **"**Primer Curso Panamericano sobre la conservación y el manejo del patrimonio histórico-arqueológico de la tierra*".* PAT 96. Getty Conservation Institute, ICCROM, CRATerre, Instituto Nacional de Chan Chan.

AAVV (1979): *"La protección de monumentos históricos en áreas sísmicas".* Publicación del Proyecto Regional de Patrimonio Cultural PNUD/UNESCO. Documentos y conclusiones: Seminario Internacional La Antigua, Guatemala.

ADOBE 90 (1990): "International Conference on the Conservation of Earthen Architecture", Las Cruces, New Mexico, USA, 1990. Preprints , The Getty Conservation Institute, Los Angeles, 470 pp.

CARRIO, Juan Monjo (1994): "*Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos"*. Ed. Munilla-Lería, Madrid.

CEDEX – Centro de Estudios y Experimentación de obras Públicas (1994): "*Restauración de edificios monumentales"*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, 350 pp.

CIRVINI, Silvia (1989): "Arquitecturas de tierra. Prototipos sismorresistentes en la Mendoza posterremoto (1863-1864)". En *Revista D.A.N.A.* (Documentos de Arquitectura Nacional y Americana), Nº 27. Resistencia, Chaco, pp. 9-17.

CIRVINI, Silvia (1989): "La arquitectura de la reconstrucción posterremoto (1863-1864)". En *Revista HISTORIA DE AMERICA.* Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Nº 108, México, pp. 171-188.

CIRVINI, Silvia (Colaborador: GOMEZ VOLTAN, José) (2001): "Edificación contra temblores. Aportes para una historia de la construcción sismorresistente en la Argentina", aceptado para publicar en: *Revista Historia de América IPGH*, Nº 128, Costa Rica - México, enero – junio 2001, pp. 141 a 163.

CIRVINI, Silvia (Colaborador: GOMEZ VOLTAN, José) (2000): "Tierra y Sismo. La arquitectura vernácula de la región de Cuyo- Argentina". Publicado en: *Anuario de Estudios de Arquitectura*, Dr. Luis Fernando Guerrero Baca (editor), México, 28 pág. 4 ilustraciones, diciembre de 2000.

EVAW - Encyclopedia of Vernacular Architecture of the Word (1998).Cambridge University Press – England, edited by Paul Oliver, tres tomos.

GÓMEZ, José (2003): "La ingeniería estructural y la restauración de edificios históricos", en: *Actas del 1º Congreso Nacional de Arqueología Histórica*, Centro de Arqueología Urbana- ANPCyT, Ed. Corregidor, Buenos Aires.

SUMARY REPORT, *Proyect TERRA Research Meeting,* CRATerre-AEG, GCI e ICCROM, mayo 2000, Torquay, Inglaterra.

VIÑUALES, Graciela (comp.) (1994): "*Arquitecturas de Tierra en Iberoamérica"***.** Habiterra: Programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Impresiones Sudamérica, Buenos Aires, pp.156.

CITAS Y NOTAS

[1] Cf. Silvia Cirvini, "Mendoza, la arquitectura de la reconstrucción posterremoto (1861-1884)", en Revista de Historia de América N° 108, julio/dic.1989, pág. 172.

[2] Según la historiografía tradicional el álamo, en la variedad llamada de Italia (populus nigra) fue traído a Mendoza por el español Juan Cobo en 1808, alcanzando una rápida difusión. La introducción del álamo carolino es posterior pero no más allá de mediados de siglo respecto de la cual manejamos dos hipótesis: la primera es que haya llegado vía Chile fruto de las actividades de intercambio con ese país; la segunda es que haya sido traído (como otras especies exóticas) por Domingo F. Sarmiento.

[3]El desarrollo de la obra de este grupo de italianos puede consultarse en: CIRVINI, Silvia. La estructura profesional y técnica en la construcción de Mendoza. Tomo I. Los agrimensores. IAIHAU, Mendoza, 1989. Cap. I y III.

[4]La mayor frecuencia de los sismos en Chile produjo en el tiempo un mejor entrenamiento de la población, tanto en las conductas en los terremotos como en los tipos tecnológico-constructivos de sus edificios. Las crónicas del terremoto de Mendoza de 1861 señalan que, curiosamente la población chilena, en su mayoría, había conseguido salvar sus vidas, porque había sabido ponerse a resguardo a tiempo.

[5]Nos referimos a la tarea realizada en Mendoza por los geólogos Ignacio Domeyko y Carlos Huidobro y el doctor Wenceslao Díaz. Cf.: Silvia Cirvini, op. cit nota 3, cap.II.

[6]Ellos fueron entre otros: Pompeyo Moneta, Carlos M. Rivarola, Mario Bigi di Lorenza, Andrés y Basilio Petazzi, Andrés Clerici, entre los italianos y Alfonso Sebelin y Urbano Barbier entre los franceses. Cf.: Silvia Cirvini. "Mendoza. La Arquitectura de la reconstrucción posterremoto (1861-1884), en: Revista de Historia de América. IPGH, Nº 108, jul/dic/1989, México, p.171/188.

[7]La temprana vetustez de estos edificios no es atribuible al sistema constructivo sino al uso de maderas no estacionadas que, con la sequedad del clima de Mendoza, se deformaron excesivamente originando desplomes y deformaciones excesivas.

Silvia Augusta Cirvini: Arquitecta, Doctora en Arquitectura, Investigadora Independiente del CONICET, Directora de ATHER. “Ciudad y Territorio”, INCIHUSA (Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales), CRICYT – Mendoza, unidad de trabajo dedicada a la investigación histórica y tecnológica en torno a las arquitecturas y sistemas constructivos tradicionales para su aplicación al campo de la restauración de edificios en áreas sísmicas.

José Alejandro Gómez Voltan: Ingeniero Civil. Se ha especializado en el campo del cálculo, diseño estructural y construcción en áreas sísmicas. Desarrolla sus tareas de investigación tecnológica y transferencia en el CONICET (INCIHUSA- CRICYT – Mendoza). Ha trabajado en consolidación estructural de edificios históricos desde 1995 asesorando a entes estatales y privados.

PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO DE TIERRA EN ÁREA SÍSMICA.
EL CASO DE LA REGIÓN DE CUYO – ARGENTINA

Silvia A. Cirvini – José A. Gómez Voltan



FIG. 1 - CAPILLA DEL ROSARIO DE GUANACACHE
Lavalle - Mendoza – Argentina
Vista y Planta (Foto y Dibujo de los autores)

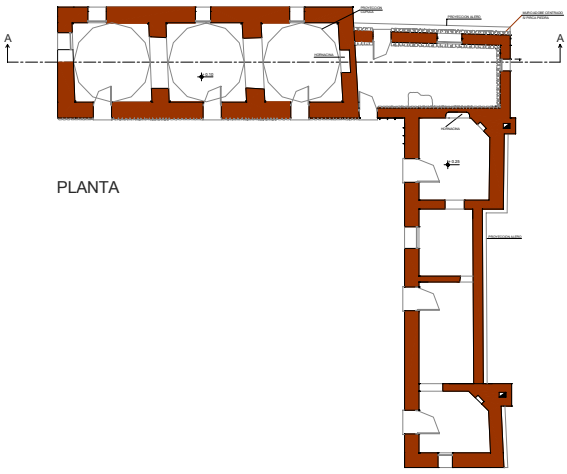




FIG. 2 - BOVEDAS DE USPALLATA
Las Heras - Mendoza – Argentina
Vista y Planta (Foto y Dibujo de los autores)



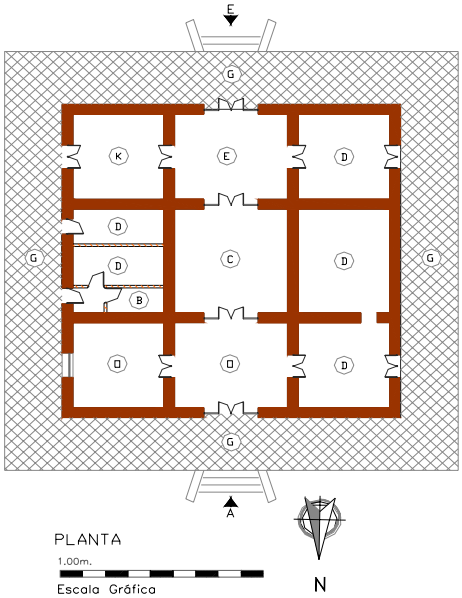


FIG. 3 - CASA VESTA
Luján de Cuyo - Mendoza – Argentina
Vista y Planta (Foto y Dibujo de los autores)

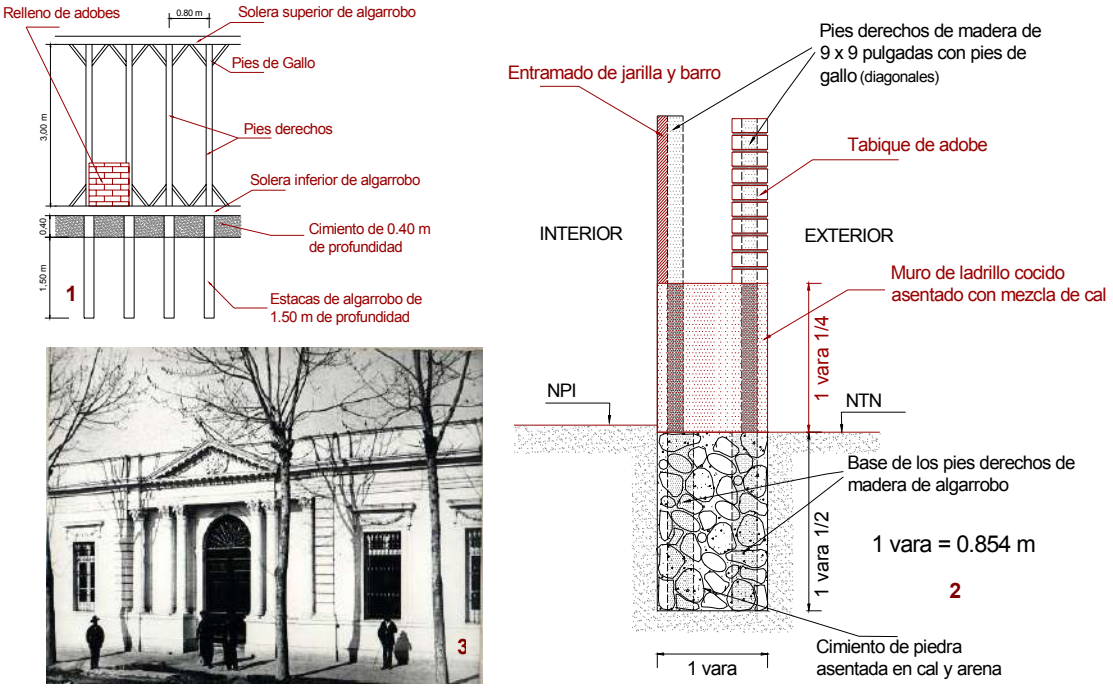


FIG. 4 - SISTEMAS CONSTRUCTIVOS DEL POSTERREMOTO (1863)
Capital – Mendoza – Argentina.
1) Esquema de muros de Casa de Gobierno, 2) Esquema de muro en Iglesia Matriz, 3) Vista Casa de Gobierno (AGM, 1876).

"SISMO-REFORÇO" DE CONSTRUÇÕES DE TERRA CRUA

Maria Idália Gomes* e Jorge de Brito
Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
Rua Conselheiro Emídio Navarro, 1, 1950-062 Lisboa, PORTUGAL
Tel.,: +351 218 317 002; Fax: +351 218 317 021; E-mail: idaliagomes@dec.isel.ipl.pt
Instituto Superior Técnico
Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, PORTUGAL
Tel.,: +351 218 418 354; E-mail: jb@civil.ist.utl.pt

Tema 5: Comportamento e Resistência dos Edifícios
Palavras-Chave: Terra crua, Sismo-reforço, Taipa, Adobe

Resumo
As tecnologias tradicionais de construção com terra crua são variadas, com inúmeras adaptações à identidade das culturas e aos lugares de acordo com as diferentes experiências e as formas de pensar da sociedade e da época onde se integram. De entre os vários métodos tradicionais de construção com terra crua, existem dois que se destacam: taipa e adobe. Estas técnicas são utilizadas actualmente com adaptações de novos métodos de processamento e aplicação em obra.
Em Portugal, é imprecisa a origem da utilização da terra crua enquanto material de construção, admitindo-se a existência de construções desse material desde o início do período pré-histórico. As construções em taipa são características da cultura mediterrânea e o reflexo da perspectiva social, económica e cultural de uma época.
Sendo a construção com terra crua uma técnica construtiva simples e de baixo custo, as suas principais vantagens são as excelentes propriedades térmicas e acústicas que oferece. No entanto, estas estruturas são vulneráveis aos fenómenos naturais tais como sismos, inundações e chuvas.
Existe, assim, a necessidade de viabilizar a construção com terra e de realizar mais estudos para que este tipo de construções apresente os níveis de segurança, qualidade e durabilidade actualmente exigidos na construção, nomeadamente a segurança às acções sísmicas. Para isso, há que estudar as várias soluções que devem ser introduzidas numa análise sísmica, para que este tipo de construções possa resistir com segurança a um sismo. Neste artigo, será feito um levantamento de algumas soluções e uma análise da sua eficácia e exequibilidade.

1. Enquadramento

A elaboração deste artigo teve por base um levantamento de algumas técnicas construtivas com terra crua, nas habitações unifamiliares, de forma a estas poderem resistir a um sismo, sem danos graves.
Devido às limitações da terra (fraca resistência mecânica) como material de construção, existe a necessidade de introduzir soluções para minorar os efeitos dos sismos. Surge, assim, a necessidade de aumentar a resistência à acção sísmica, por meio do aumento da ductilidade (1) e de resistência ao corte dos elementos estruturais, permitindo a dissipação de energia e a capacidade de deformação para os níveis de acções estabelecidos regulamentarmente.
A técnica de construir em terra é das mais antigas e mais difundidas em todo o mundo. Estas construções existem há mais de dez mil anos, e desde então foram surgindo novas técnicas construtivas e novos materiais. Contudo, a construção em terra mantém-se até aos dias de hoje por duas grandes razões: utilização de materiais que a geografia local oferece; construção pouco dispendiosa.
Actualmente, as construções em terra subsistem sobretudo em países do Terceiro Mundo. Tal situação prende-se com a escassez de recursos económicos nesses países, o que leva a utilizar matérias-primas de baixo custo.
Presentemente, com todos os problemas energéticos, ambientais, ecológicos e

económicos, está a desenvolver-se um revivalismo da arquitectura em terra um pouco por todos os continentes. Actualmente, cerca de 30% da população mundial vive em construções de terra como, por exemplo: no Peru, 60% das habitações são construídas em adobe ou taipa; na Índia, de acordo com o censo de 1971, 73% de todo as edificações são de terra (2). O uso deste tipo de construções é muito comum em algumas regiões mais propensas aos desastres naturais, particularmente os tremores de terra, como na costa da América Latina, Africa, Ásia (sobretudo na Índia), Médio Oriente e Sul da Europa (Fig. 1) e (Fig. 2).

2. Comportamento sísmico

Os sismos são provocados principalmente pela interacção das placas tectónicas ou por actividade vulcânica. A forma como um sismo influencia a estrutura não só depende da sua magnitude e do tipo de construção, mas também da profundidade e distância do epicentro, do tipo de solo, da geologia e topografia do terreno, e da sua duração, frequência e aceleração.

A construção tradicional com terra tem uma resposta muito deficiente quando sujeita a movimentos sísmicos. A fraca capacidade destas construções a um abalo sísmico deve-se à sua baixa capacidade de resistência à tracção e ao seu comportamento frágil. Assim, quanto maior for a altura da construção e o seu peso, menor é a sua capacidade para resistir a elevados níveis de forças sísmicas, sofrendo danos estruturais severos que podem provocar o seu colapso.

Quanto maior for a ductilidade e a capacidade de deformação sem colapso, menor terá de ser a resistência duma estrutura. Assim, a qualidade de uma construção "Sismo-Resistente" pode ser expressa pela seguinte "fórmula": Qualidade estrutural = Resistência $\times$ Ductilidade, ou seja, quanto menor for a resistência da estrutura, maior terá de ser a sua flexibilidade (3).

As construções históricas em taipa tinham paredes com uma espessura de cerca de 0,60 a 1,00 m de espessura, suficientemente resistentes para não cederem a um sismo, sem necessitarem de um aumento de flexibilidade. Contudo, hoje em dia, não é economicamente viável construir em taipa com paredes tão espessas. As estruturas em adobe, como têm uma espessura de parede inferior, são menos resistentes, necessitando assim, de alguma flexibilidade. As soluções económicas, em taipa ou adobe, passam a ter uma menor rigidez, necessitando de alguma flexibilidade, para que, quando solicitadas por um sismo, possam deformar-se sem colapsar.

As estruturas, quando sujeitas a um sismo, são principalmente afectadas por forças horizontais, sendo normalmente as forças verticais menos relevantes do que as primeiras. Os principais danos provocados pelo sismo devido às forças horizontais são a queda das paredes e, consequentemente, a queda da cobertura. Também é comum a abertura de fendas, a desintegração de paredes, a separação das paredes nos cunhais e a separação dos tectos das paredes, sendo que, em muitos casos, este tipo de danos leva ao colapso da estrutura.

Como não se consegue controlar as características do sismo, deve melhorar-se a resistência da construção quando esta está sujeita a forças horizontais. Os métodos construtivos devem evitar a queda das paredes e, consequentemente, o colapso da cobertura, conferindo estabilidade à estrutura, aumentando a sua inércia para absorver as cargas horizontais e assim resistir a um sismo sem danos graves.

3. Melhoramento das construções ao comportamento sísmico

Uma percentagem significativa da população continuará a viver em edificações de terra, devido ao seu baixo custo, pelo que este método construtivo continuará a ser utilizado em áreas de elevado risco ao sismo.

Os factores chave para uma melhoria significativa do comportamento ao sismo deste tipo de construções são a composição da terra e a qualidade de construção. A edificação deve ter uma distribuição simétrica e resistente e poderão ser introduzidas novas tecnologias construtivas, incluindo o reforço sísmico.

Composição da terra e qualidade de construção

O factor que tem maior influência na resistência da edificação com terra crua é o desempenho mecânico do solo usado. Esta característica está directamente relacionada com o processo de secagem do material e a sua resistência final. Sendo a argila o componente mais importante do solo, pelas suas propriedades de coesão, é esta que dá resistência depois do material secar, pelo que a composição granulométrica da matéria-prima é fundamental. Por outro lado, essa resistência pode ser aumentada com a inclusão de aditivos (4). Serão estes dois componentes a controlar a microfissuração durante a secagem do material, o que permite melhorar a capacidade resistente das paredes. A qualidade da mão-de-obra utilizada, nomeadamente na compactação da terra e na pormenorização da ligação entre os vários elementos, é também fundamental para se obter uma construção de boa qualidade.

Distribuição simétrica e resistente

Um dos princípios essenciais da construção "Sismo-Resistente" em terra é a distribuição dos elementos estruturais, de forma homogénea em planta e ligados por estrutura horizontal. O uso de uma geometria adequada tem uma grande importância na estabilidade da construção - quanto mais compacta a estrutura, mais estabilidade terá. Segundo alguns autores, uma geometria em planta quadrada é melhor do que uma rectangular e uma geometria circular é melhor que uma quadrada (Fig. 3). No caso de se optar por uma geometria irregular, por exemplo em forma de U, a solução é menos estável do que a utilização de 3 elementos rectangulares separados (Fig. 4).

Os vãos entre paredes devem ser pequenos e bem distribuídos, com intervalos regulares em ambas as direcções. Devem evitar-se coberturas pesadas e compactas.

Segundo alguns autores, como as paredes são os principais elementos de suporte destas construções, é recomendável que tenham as seguintes características:

- a altura da parede não deverá exceder oito vezes a espessura da mesma na sua base e nunca deve ser superior a 3,0 m;
- o comprimento entre paredes transversais não deverá exceder dez vezes a espessura da parede, com um máximo de 7,0 m;
- os vãos não deverão exceder um terço do comprimento total da parede, com um máximo de 1,20 m;
- o comprimento mínimo de parede entre os vãos deverá ser de 0,90 m.

Tecnologias construtivas melhoradas, incluindo o reforço sísmico

As construções com terra devem ser adequadamente reforçadas para resistirem às solicitações sísmicas. O reforço das paredes pode ser horizontal e vertical, podendo utilizar-se qualquer material dúctil incluindo: cana, bambu, junco, madeira ou mesmo rede de galinheiro.

O reforço vertical ajuda a manter a integridade da parede, fixando-se à viga de borda-dura, restringindo a flexão perpendicular ao plano da parede e aos esforços de corte.

O reforço horizontal ajuda a transmitir a flexão e as forças de inércia das paredes transversais para as paredes que resistem ao corte, estando estas no mesmo plano da solicitação. Este reforço também restringe os esforços de corte entre as paredes adjacentes e minimiza a propagação das fissuras verticais.

Os reforços (vertical e horizontal) devem estar unidos entre si e com os restantes elementos estruturais: viga de ensoleiramento, viga de bordadura e cobertura. Esta união faz com que a estrutura fique confinada, criando um diafragma entre as fundações e as paredes exteriores, e entre estas e a cobertura.

Como reforço vertical, pode-se utilizar canas de bambu, as quais se inserem dentro de alvéolos (Fig. 6), entre os tijolos de adobe, ancoradas à viga de ensoleiramento e fixas à viga de bordadura, enchendo posteriormente os alvéolos com uma mistura de terra. Estes devem ter um diâmetro mínimo de 0,05 m. Como reforço horizontal, utilizam-se

tiras de canas de bambu colocadas horizontalmente em cada quatro fiadas de tijolo de adobe (no máximo). Estas tiras deverão ser amarradas nos seus encontros, de forma a não se deslocarem (Fig. 7). Deve reforçar-se a junta que coincide com a parte inferior e superior de todos os vãos, incluindo os vãos das portas e janelas. As canas a utilizar devem estar maduras, secas e limpas.
A estrutura deve ter um funcionamento rígido, impedindo a fissuração das paredes. A técnica de reforço das paredes consiste em embutir e pregar uma malha electrossoldada (Fig. 8), à parede com arames, horizontal e/ou verticalmente nas faces exteriores e interiores destas, nos cunhais (Fig. 9) e nos encontros com outras paredes. Isto porque estas zonas são bastante vulneráveis quando sujeitas a acções sísmicas. Após a construção da cobertura, a parede deve ser rebocada com uma mistura de areia e cimento, na zona reforçada (Fig. 10).
A colocação da viga de bordadura é um dos factores essenciais para a resistência deste tipo de construção. Esta viga é um elemento de união na zona superior das paredes, ligando estas de forma consistente segundo uma estrutura reticulada horizontal. Deve ser suficientemente forte e contínua, devendo estar bem amarrada às paredes. Para tal, pode colocar-se nas esquinas das paredes e nos encontros com outras paredes, um dente em betão armado (Fig. 11). Este, em conjunto com a viga de bordadura, não só confere à estrutura estabilidade, impedindo os deslocamentos laterais, como evita as fissuras verticais na zona superior das paredes e a perda de união entre as esquinas. A viga de bordadura tem também como função receber as cargas impostas pela cobertura e suportar as mesmas, podendo ser construída em betão armado (Fig. 12) ou em madeira.
Outra técnica utilizada é a construção de gigantes e contrafortes com o intuito de conferir estabilidade à construção e permitir um aumento da inércia de forma a absorver as cargas horizontais originadas por um sismo (Fig. 13). Devem ser colocados nos pontos críticos suportando a parede e evitar o desmoronamento da mesma, melhorando o seu comportamento.

4. Conclusão

Pelo facto de a construção em terra ser uma solução sustentável e pouco dispendiosa em termos energéticos, é nos países menos desenvolvidos e, em geral, com grande risco sísmico, que são mais utilizadas.
Apesar de este tipo de construção integrar algumas soluções empíricas, resistentes às acções sísmicas, estas ainda não suficientes para tornar este método construtivo viável, respeitando sobretudo o objectivo de proteger a vida humana em situações de catástrofe.
Actualmente, é possível reforçar este tipo de estruturas, através de diferentes metodologias, como as aqui descritas (Fig. 14). Um sismo, mesmo de fraca intensidade, pode provocar grandes danos estruturais numa construção pouco cuidada. Verifica-se desta maneira a necessidade de introduzir soluções para atenuar as limitações da terra. Surge, assim, a necessidade de realizar mais estudos, criar metodologias e normas para que se possa viver neste tipo de construção com mais qualidade, durabilidade e criar-se uma construção sustentável com segurança.

Bibliografia

- Associação dos Arquitectos Portugueses: Arquitectura Popular em Portugal. Lisboa, 3ª edição, 1988.
- BLONDET, Marcial; GARCIA, Gladys Villa; BRZEV, Svetlana: Contrucciones de Adobe Resistentes a los Terramotos: Tutor, 2003 Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, California 94612 - 1934, Editora Marjorie Greene, EERI. Versão Scott Hagie, John Martin and Associates. Abril 2003.
- BLONDET, Marcial; Garcia, Gladys Villa; LOAIZA, César: Viviendas Sismorresistentes de Tierra?: Una Visión a Futuro. XIV Congresso Nacional de Ingeniería Civil - Iquitos 2003. Capitulo de Ingeniería Civil del Consejo Departamental de Loreto del Colegio de Ingenieros del Perú.
- CIQUERO, Luís Zegarra; WONG, Daniel Quiun; SAN BARTOLOMÉ, Ángel - Técnicas para el Reforzamiento Sísmico de Viviendas de Adobe.
- OLIVEIRA, Ernesto de; VEIGA, Fernando Galhano; PEREIRA, Benjamim: Construções Primitivas em Portugal. Publicações Dom Quixote.
- DETHIER, Jean: Architectures de Terre - Ou l´avenir d´une tradition millénaire. Éditions du Centre Pompidou, Paris.
- Elementos Técnicos y estrategia institucional para la disminución del riesgo y de la dimensión de futuros desastres - Proyecto de reconstrucción con inclusión de la gestión de riesgo. Perú. Eschborn, 2003.
- MINKE, Grenot: Construction Manual for Earthquake - Resistant Houses Built of earth, Dezembro 2001.
- MORALES, Roberto Morales; CABREIJOS, Rafael Torres; RENGIFO, Luís A.; CANDIOTTI, Carlos Irala: Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe. Perú.
- SAN BARTOLOMÉ, Angel; PEHOVAZ, Richard: Comportamiento a Carga Lateral Cíclica de Muros de Adobe Confinados. Pontificia Universidad Católica do Perú.
- TEIXEIRA, Gabriela de Barbosa; BELÉM, Margarida da Cunha: Diálogos de Edificação - Técnicas Tradicionais de Construção. CRAT.
- ZEGARRA, Luís; WONG, Daniel Quiun; SAN BARTOLOMÉ, Ángel: Comportamiento ante el terremoto del 23-06-2001 de las viviendas de adobe reforzadas en Moquegua, Tacna y Arica. Proyecto GTZ-CERESIS-PUCP, Etapa 3.

Notas

(1) Aptidão da estrutura se deformar antes da rotura, devido à capacidade de a mesma absorver energia (de um sismo ou outra acção cíclica)
(2) *In* Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos
(3) Grohmann 1998
(4) Palha é um exemplo de aditivos, para melhorar a capacidade de resistência à tracção

Curriculum dos Autores:

Mª Idália Gomes
Assistente no Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Mestranda em Construção no Instituto Superior Técnico.

Jorge de Brito
Eng. Civil, Mestre em Eng.ª de Estruturas e Doutorado em Eng.ª Civil, sempre pelo IST, onde é Professor Associado e exerce a sua actividade de docência e investigação, nomeadamente na área da construção em terra, onde tem diversos trabalhos publicados e orienta vários projectos de investigação.

“SISMO-REFORÇO” DE CONSTRUÇÕES DE TERRA CRUA

Maria Idália Gomes* e Jorge de Brito

Figuras

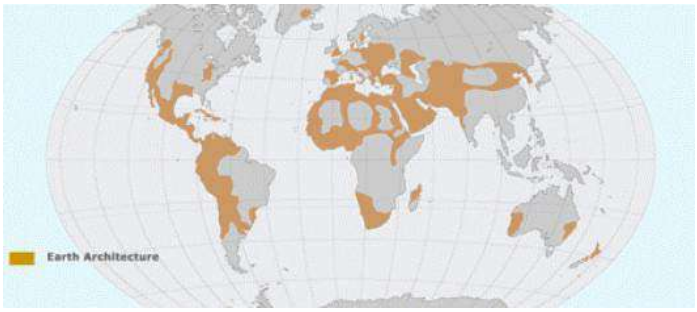


Fig. 1 - Distribuição mundial de arquitectura em terra. *In Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos*

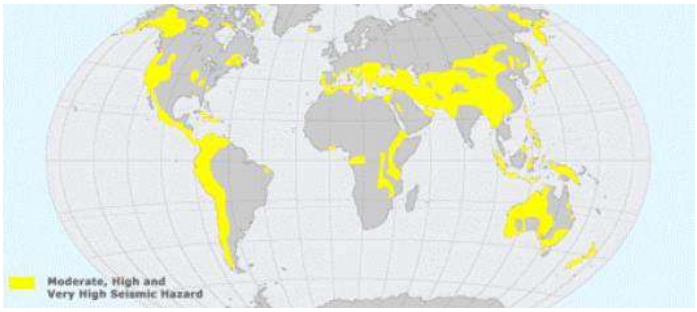


Fig. 2 - Distribuição das zonas com actividade sísmica com intensidades altas e moderadas. *In Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos*

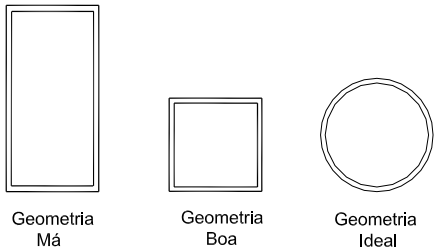


Fig. 3 - Geometria da edificação no plano

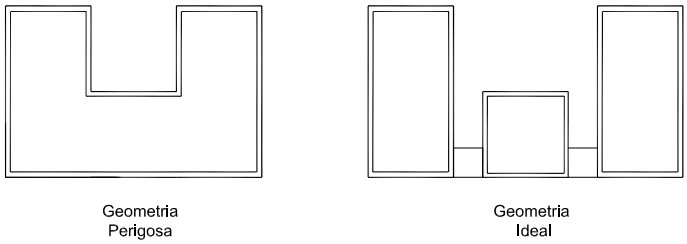


Fig. 4 - Solução para uma geometria no plano de uma edificação em U

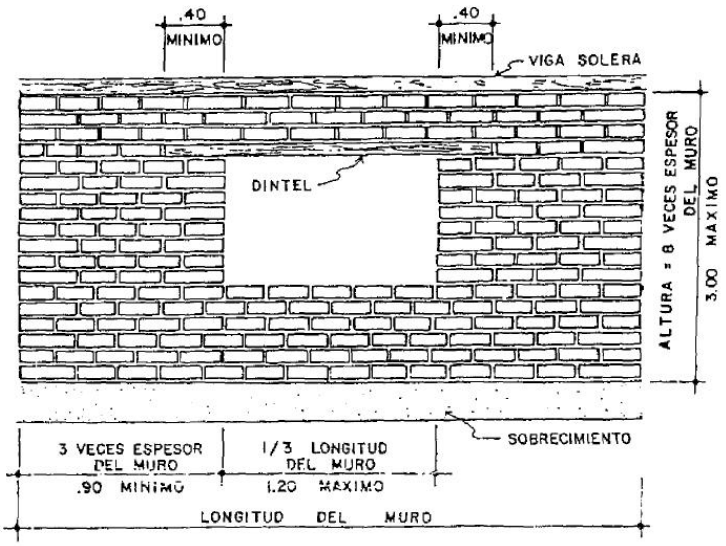


Fig. 5 - Recomendações para a construção de muros em adobe. *In Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe*



Fig. 6 - Colocação do reforço vertical com canas de bambu, e reforço horizontal com rede de galinheiro, El Salvador. *In Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos*



Fig. 7 - Colocação do reforço vertical e horizontal na edificação com canas de bambu, Peru. *In Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos*



Fig. 8 - Colocação da malha electrossoldada na parte exterior da edificação. *In Elementos Técnicos y estrategia institucional para la disminución del riesgo y de la dimensión de futuros desastres - Proyecto de reconstrucción con inclusión de la gestión de riesgo. Perú*



Fig. 9 - Colocação de malhas electrossoldadas em tiras verticais nas esquinas e tiras horizontais na zona superior da parede. *In Técnicas para el Reforzamiento Sísmico de Viviendas de Adobe*



Fig. 10 - Colocação de uma camada de argamassa de cimento e areia, na zona reforçada com malha electrossoldada. *In Técnicas para el Reforzamiento Sísmico de Viviendas de Adobe*



Fig. 11 - Malha electrossoldada cravada numa parede de adobe, onde já existe o espaçamento para colocar o dente que irá ficar ligado à viga de bordadura. *In Técnicas para el Reforzamiento Sísmico de Viviendas de Adobe*



Fig. 12 - Construção de uma viga de bordadura em betão armado, em El Salvador. *In Construcciones de Adobe Resistentes a los Terremotos*





Fig. 13 - Utilização de contrafortes numa habitação na Atalaia



Fig. 14 - Habitação com reforço de malha electrossoldada sem danos (primeiro plano). Atrás encontra-se uma casa sem reforço, estando severamente afectada depois do sismo de Arequipa, Peru em 2001. *In Comportamiento ante el terremoto del 23-06-2001 de las viviendas de adobe reforzadas en Moquegua, Tacna y Arica*

REFLEXIONES SOBRE REHABILITACIONES DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES, BÁSICAMENTE DE TIERRA, CONSTRUIDAS EN ALTO NIVEL SÍSMICO

Mario Hidrobo, arquitecto
Calle Vicente Solano y la Condamine conjunto Casales Gabriela torre 28 apartamento subsuelo 3,
Quito, Ecuador, Sud América.
Tel: 593 23226684, móvil: 593 96071159
mario_hidrobo@yahoo.es, mario_hidrobo@hotmail.com

Tema 5: Comportamiento y reistencia de los Edifícios
Palabras claves: Rehabilitación, tierra y patrimonio.

Resumen
Quito, Ecuador está dentro del cinturón de fuego del pacífico, por lo tanto su riesgo sísmico es inminente.
La ciudad y su casco antiguo, fundado en 1534 y patrimonio de la humanidad por la UNESCO desde 1978, están al pie del volcán "Pichincha", manifestándose como uno de los centros patrimoniales más extensos del mundo. La ciudad ha sufrido múltiples terremotos desde su fundación y esto le ha obligado a desarrollar destrezas de construcción y reconstrucción acordes con el despliegue técnico de cada momento.
El presente análisis reflexiona acerca de:

- 1.-Los resultados de varias experiencias contemporáneas en concordancia con las posibilidades técnicas y las variaciones de presupuestos en un país economía limitada.
- 2.-La importancia de la morfología de las edificaciones en cuanto a su volumen y la estabilidad de estas.
- 3-El uso de elementos de otros materiales como piedra, hormigón, acero, madera, como elementos del trabajo de consolidación y recuperación en concordancia con la tierra como material predominante de las edificaciones.
- 4.-El uso especifico de la tierra como materia prima de adobes, aglomerantes y recubrimientos de factura nueva, como elemento de recuperación de tecnologías, momentos y elementos de las edificaciones puestas en valor.
- 5.-Las virtudes de la rehabilitación de obras civiles no monumentales como: el rescate de tecnologías ancestrales, la creatividad de los roles propios de una obra de recursos limitados y el aprovechamiento de los principios elementales de los materiales.

1. Limites de esta reflexión

Los criterios que a continuación se encuentran, se desprenden como conclusiones de varias experiencias de rehabilitaciones ejecutadas en el Centro histórico de Quito, capital de la Republica del Ecuador, entre 1997 y 2005 en edificaciones patrimoniales NO MONUMENTALES construidas principalmente en tierra.
Generalmente la recuperación de construcciones Monumentales, por su importancia histórico -arquitectónica cuentan con recursos humanos, tecnológicos y sobre todo económicos que cuentan con menos límites, que el caso de la arquitectura civil.
La tierra ha sido desde siempre el material de construcción de casi todas las culturas, pero no es sino hasta hace relativamente poco que tenemos conciencia de que la tierra, por si misma y como tal, no es un material antisísmico.

2. Antecedentes

La ciudad y su casco antiguo, fundado en 1534 y patrimonio de la humanidad por la UNESCO desde 1978, están al pie del volcán "Pichincha", manifestándose como uno de los centros patrimoniales más extensos del mundo. La ciudad ha sufrido múltiples terremotos desde siempre y esto le ha obligado a desarrollar destrezas de construcción y reconstrucción acordes con el despliegue técnico de cada momento, la ciudad se

encuentra en la cordillera de los andes a 2810 m sobre el nivel del mar. A partir del terremoto sufrido en 1987 existe un despertar de la preocupación de salvaguardar el patrimonio edificado, por razones económicas son principalmente las edificaciones monumentales las que despiertan las mayores atenciones a través de instituciones gubernamentales locales y extranjeras; esta coyuntura genera la demanda de equipos de profesionales para realizar estudios y generar propuestas e intervenciones. Con el tiempo, esta dinámica va tomando forma y las iniciativas de intervención tanto pública como privada se diversifican, permitiendo desarrollar determinadas experiencias fruto de algunas de las cuales se plantean las siguientes reflexiones.

3. Características de las edificaciones

Las edificaciones del centro antiguo de Quito, generalmente consisten en patios centrales abiertos rodeados de galerías estructuradas en madera a las que a continuación enmarcan gruesas paredes de adobe o tapial, formando habitaciones rectangulares. Las casas están concebidas como un conjunto de espacios ortogonales (en lo posible, dependiendo de la forma del terreno) alrededor de este patio central, cada uno de estos espacios está cercado por elementos portantes (muros) organizados funcionalmente con pasadizos entre ellos y con una circulación perimetral al patio (galería) generalmente de madera, que da acceso a cada habitación. Cuando la construcción en su altura desarrolla más de un piso es común encontrar cimientos de piedra en el primer nivel bajo los muros y columnas de piedra soportando las galerías. Los entrepisos están estructurados por vigas de madera perpendiculares a las paredes y empotradas en estas, sobre la cual existe un entablado simple y bajo las cuales se arma un cielo raso falso generalmente de carrizo y barro.

4. Estado aparente

El estado en el cual se inician generalmente los proyectos presentan casas habitadas en condiciones de confort menos que elementales, suelen estar sobre habitadas y presentan deficiencias visualmente evidentes como fallas de impermeabilización de cubiertas, redes eléctricos, sanitarios, telefónicos y demás, colapsados y trizados de paredes que aparentan ser superficiales, sin embargo los mayores riesgos están aún ocultos.

5. Estado real

Las cubiertas estructuradas en viguería de madera, que en muchos casos no tienen una lógica geométrica y por lo general han sido victimas de xilófagos, se encuentran asentados sobre una viga perimetral (solera) sobre los muros sin ningún tipo de anclaje rígido y afectada por las humedades de la cubierta y xilófagos, en muchos casos, parte de esta viga ha desaparecido por completo.

Los muros casi en su totalidad, no tienen ningún tipo de amarre o traba con sus perpendiculares, los pequeños trizados que se encuentran en condición de superficial, al retirar el enlucido (enfoscado) se encuentran grietas de varios centímetros que en algunos casos traspasan totalmente el muro. (Ver fotografía 1). Las vigas de entrepiso en un gran porcentaje están podridas en sus zonas de empotramiento y asentadas en estos puntos directamente sobre el adobe correspondiente.

Las cimentaciones no son corridas ni tienen un elemento que les de continuidad entre sí, (ver fotografía 2) existen esporádicamente y solo con un criterio de compresión. El piso de los espacios de Plantas bajas, que están directamente en contacto con el suelo natural no tienen ningún elemento de impermeabilización, en el mejor de los casos están enladrillados.

6. Reflexiones generales del estado inicial

los inmuebles del Centro Histórico de Quito, en muchos casos pequeñas residencias, en su época, actualmente generan proyectos que están supeditados al análisis de factibilidades de recuperación económica muy severas, analizado esto, desde el punto de vista de encontrar la mejor sostenibilidad para la recuperación del Patrimonio Arquitectónico, de este modo para potenciar esta factibilidad la intervención debe ser austera aunque las características constructivas y de seguridad estructural que se deberán adoptar sean comunes a todas las edificaciones de estas características ya que están determinadas por una realidad que es geográfica y grave, El riesgo sísmico.
Las construcciones presentan de forma evidente muchas intervenciones planteadas para subsanar los efectos sísmicos que ha soportado en toda su historia, existen muchas calzas de aglomerado de tierra y cualquier residuo sólido (pedazos de ladrillos, tejas, piedras o adobes) para tapar trizaduras importantes, llaves de amarre de madera, entablillados de madera, en piezas estructurales de cubierta e instalaciones eléctricas y sanitarias de características precarias, improvisadas y poco técnicas, realizadas para subsanar los cambios de uso de las casas a través del tiempo.

7. Reflexiones técnicas

Se encuentra una lógica estructural evidente de compresión, los muros, su proporcionalidad respecto al ancho y altura; pero no existe un partido respecto a una categoría de "sistema constructivo", los muros eran fabricados con un concepto individual (elementos) pero no como parte de un todo que funciona de manera unitaria (sistema), por tanto frente a agentes como los sismos, la humedad freática, vientos, lluvia y demás que atacan por igual a toda la construcción, la afectación era de una irregularidad terriblemente destructiva.
A esto se debe agregar que muy pocas veces se dieron procesos de intervención integrales, sino reiteradamente individuales a manera de "parches" para subsanara las deficiencias y esto no solo en cuanto al los ámbitos técnicos sino incluso a los estéticos, como es el paso del momento colonial al republicano.
Finalmente y en los casos en los que se ha contado con un estudio histórico serio se puede descubrir que muchas veces los sismos tuvieron efectos devastadores, sin embargo las casas se reconstruyeron sobre los escombros que quedaban, agravando así la predisposición de la construcción ante un nuevo ataque.

8. Método de intervención

Las intervenciones consisten en dotar a los muros de un elemento de amarre que los junta y permite que trabajen ya como un sistema a flexión, para esto la mejor solución es el acero.
Las cubiertas en su mayoría son sustituidas por una estructura de acero que descansa sobre la cabeza de los muros. Esta cabeza de muro consiste en un elemento de hormigón armado que además está micro pilotada al muro para generar una mejor transmisión de cargas y lograr un amarre más estable. (Ver fotografía 3). Para este trabajo previamente se ha debido nivelar el muro con adobes hechos en obra. Dependiendo de su altura los muros son amarrados entre sí mediante dos o tres llaves de hormigón armado, de forma cónica, en las esquinas. (Ver fotografía 4).
Para los entrepisos se funde un elemento perimetral de hormigón empotrado en las paredes sobre el cual descansarán las vigas de madera. Sobre estas se funde una loseta (forjado) armada con malla electro soldada de acero sujeta a conectores de acero empotrados en las vigas; este elemento tiene un trabajo de mucha importancia, ya que además de convertirse en una placa cortafuegos y proporcionar aislamiento térmico y acústico es un molde de rigidez para los muros.

En las plantas bajas se elaboran cámaras de aire perimetrales para aislar el suelo y los muros de las humedades freáticas, los cimientos de piedra son calzados en donde tienen espacios faltantes.

9. Los adobes

Las pruebas de resistencia a la compresión efectuadas a adobes originales no superaron los 15 Kg/cm², por esta razón se decidió investigar dosificaciones que permitan fabricar adobes en sitio con resistencias más altas, de cara a este objetivo se analizó la composición de los adobes originales, encontrando que era reiterada la presencia de arena, la composición debía incluir cemento para elevar la resistencia y como es claro que el cemento y la tierra tienen características que no les permite fácilmente estar juntos de decidió incluir la cal como un material que junte a los dos. Llegando al siguiente análisis:

dosificaciones de adobes

prueba	material	partes (v)	resistencia
1	tierra	1	
	cemento	14	
	arena	2	
	cal	2	
	agua	6	9 Kg/cm²
2	tierra	7	
	cemento	1	
	arena	2	
	cal	2	
	agua	5	11 Kg/cm²
3	tierra	7	
	cemento	1	
	arena	2	
	cal	0,75	
	agua	2,5	32 Kg/cm²

De estos resultados se pudo concluir que la inclusión de cal es un artificio válido pero de mucho cuidado puesto que requiere, por sus características, mucha agua para amasado lo cual al reaccionar con el cemento baja drásticamente la resistencia, la tierra que se usó era principalmente reciclada tanto de adobes originales como de enlucidos de la misma obra, para el amasado se usó agua lluvia a la que se le cambiaba el PH para elevar su alcalinidad mediante bajas dosificaciones de ácido clorhídrico, de esta forma se lograba que los adobes no afloren las sales propias de la los componentes sobre todo de la arena ya que esta era de río, para sustituir el uso de la paja, se empleó fibra de micro estructura de nylon para hormigones, con lo cual se evitaba el riesgo de tener materiales orgánicos; Igualmente esta investigación sirvió de base para preparar los morteros tanto para colocar el adobe como para los enlucidos y todas las calzas en muros de adobe.

10. Los hormigones

Para todos los hormigones de elementos que quedan empotrados en muros de adobe se utilizaron dosificaciones que permitan lograr resistencias bajas, entre 150 Kg/cm² y 180 Kg/cm², para de esta forma aplacar la diferencia de rigidez entre el muro de adobe y estos y previa a las fundiciones, las caras de adobe que iban a recibir al hormigón eran hidratadas con alcohol para evitar que el adobe reseco absorba la humedad del hormigón impidiéndole un debido fraguado.

11. Las maderas

Todas las maderas utilizadas fueron tratadas por inmersión en una solución de diesel, sulfato de cobre, ácido bórico, y creso, para evitar la infección de xilófagos. Las zonas de las piezas de madera que quedaban empotradas en muros u hormigones eran previamente bañadas en asfalto o brea, para evitar la putrefacción por las humedades residuales de uno de los otros elementos.

12. Reflexión final

Considero que el aporte fundamental de estas experiencias responde a tres elementos.

El primero consiste en la consideración entre elementos y sistemas, como se explicó anteriormente los muros de adobe hechos con tierra, un material que no es antisísmico, fueron unidos mediante elementos que funcionan a flexión, para lograr un trabajo unitario, sin embargo de lo cual no se debe considerar a esto como un paso efectivo ante la presencia de sismos de intensidad, sino mas bien consiste en dotar de un margen limitado de seguridad a los inmuebles y de esta forma preservar el patrimonio arquitectónico.

El segundo aspecto consiste en proporcionar varias dosificaciones efectivas para mejorar la calidad de elementos constructivos hechos con tierra.

Finalmente un llamado a la reflexión del comportamiento de los materiales de esta tipología de construcciones en relación con sus características particulares y su comportamiento en conjunto frente a los sismos y otros agentes que pueden afectarlos.

Currículo:

Arquitecto, 1992, U.C.E., especialista en cooperación, 2002, politécnica de Madrid, miembro del equipos de rehabilitaciones: hospital san Juan de dios, 1998, museo de la ciudad, 1998, casa caldas 494, 1999, casa el portón 2005, casa del alabado, 2005.



Fotografía 1. La imagen muestra la junta ente dos muros perpendiculares entre sí, nótese como estos no están unidos, al punto que se puede observar al otro lado de ellos por una espacio de mas de 5 centímetros, además se puede observar como en una intervención mal realizada se han hecho trabas de hormigón de pésima calidad y es evidente como estos no han cumplido el objetivo.



Fotografía 2. Caso típico de cimentación de muro, no existe material homogéneo que permita una correcta transmisión de cargas.



Fotografía 3. Ejemplo típico de cabeza de muro, se puede ver además como se cimienta la cubierta en ella y la forma de nivelación del muro con adobes nuevos.



Fotografía 4. Ejemplo de llave de amarre entre muros, la fotografía muestra el momento en que está hecha la incisión en el muro (nótese la forma cónica) con la armadura de acero correspondiente, es decir previo al encofrado y la fundición con hormigón.

EFEITO DOS ARGILOMINERAIS DO SOLO NA MATÉRIA-PRIMA DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS COM SOLO-CAL[1].

Márcio Vieira Hoffmann
FATO Arquitetura, Rua Gomes Carneiro, 1108, Piracicaba, São Paulo, Brasil, CEP 13400-530,
Telefone: (55 19) 3402 4902, Fax: (55 19) 3433 1573. E-mail: fatoarquitetura@terra.com.br.

Tema 5: Comportamento e resistência dos edifícios
Palavras chave: Preservação e Restauro, Taipa, Solo-cal.

Resumo
É preciso preservar e restaurar patrimônios arquitetônicos para manter viva a história, a beleza e a cultura dos povos. Desse patrimônio, as arquiteturas de terra crua – sejam elas antigas, construídas com técnicas rudimentares ou construções mais recentes, feitas com técnicas apuradas – são obras-primas de inestimável valor. Defendê-las é fundamental para memória da humanidade.
No entanto, não basta boa vontade. Restauração e preservação exigem conhecimento das teorias de restauro dos mestres da área e ampla formação técnica. Ainda, toda restauração deve ser precedida de pesquisa histórica, do cadastramento do existente e da concepção do projeto, para posterior desenvolvimento. Isso tudo exige a colaboração de profissionais de Arqueologia, de Museologia e de várias áreas da Engenharia.
Os sistemas construtivos com solo-cal são parte importante dos sistemas construtivos com terra crua. Neste trabalho, foi estudado o efeito dos argilo-minerais encontrados em quatro tipos diferentes de solos tropicais, depois de estabilizados com cal em diferentes porcentagens. Ficou claro que os solos tropicais, provavelmente por terem sofrido processos de formação de intensidades diferentes dos solos europeus e norte-americanos, interferem na qualidade do sistema solo-cal. Também ficou clara a necessidade de aprofundar o estudo do solo-cal, principalmente no que se refere ao preparo do traço e ao tempo e processo de cura.

1. Introdução

Hoje em dia discute-se muito a necessidade de restauração e preservação dos patrimônios históricos, mas, apesar das teorias desenvolvidas pelos grandes mestres do restauro – as conhecidas cartas patrimoniais – não há consenso sobre o assunto. De qualquer forma, um princípio básico é sempre reconhecido: a restauração dos monumentos arquitetônicos tem, por obrigação, adequá-los à apropriação pela sociedade. Isto significa que o monumento restaurado deve ser utilizado de todas as formas.
Por outro lado, é fato conhecido que o homem contemporâneo tem necessidades e ambições diferenciadas, que variam em função da cultura. O arquiteto precisa, portanto, estudar as características das culturas construtivas de cada região para desenvolver sistemas construtivos que dêem, ao usuário, o ambiente que ele quer ter, respeitando a grande evolução social e tecnológica do nosso tempo.
A restauração de monumentos arquitetônicos em terra crua e a concepção de novos espaços, também em terra crua exigem conhecimento especializado. Em seu conhecido dicionário, Viollet-Le-Duc[i] diz, no verbete “restauro”, que edifícios góticos são “verdadeiros livros de pedra”. Estendendo a metáfora, pode-se dizer que monumentos arquitetônicos de terra crua são “livros de terra” que devem ser conhecidos, estudados e decifrados. Só assim se poderá desenvolver uma técnica construtiva para restaurar importantes patrimônios e criar, com esse material abundante que permite infinitas possibilidades plásticas, novos espaços de arquitetura contemporânea.

2. Metodologia

Todos os edifícios construídos com terra crua, isto é, com terra estabilizada por meio de simples compactação ou pelo uso de aditivos aglutinantes, sejam eles naturais ou industrializados, constituem arquitetura de terra. O solo é, portanto, a principal matéria prima para qualquer sistema construtivo em terra crua. No caso particular da taipa de pilão ou adobe, o solo – desde que tenha algumas características físicas especiais – é o único material usado. Na maioria das vezes, no

[1] Ensaios feitos na ESALQ-USP e na EESC-USP, São Paulo, Brasil.

entanto, acrescentam-se ao solo fibras vegetais, aglutinantes naturais ou industrializados como cal e cimento, para estabilização. Mas mesmo nesses casos, o solo representa de oitenta a noventa e dois por cento (dependendo de suas características) do peso da estrutura construída. Daí, a importância de ter maior informação sobre esse material.
Neste trabalho foram estudados quatro tipos de solo classificados, segundo a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) como LVA (latossolo vermelho amarelo distrófico típico), PVA (argissolo vermelho-amarelo distrófico típico), LV (latossolo vermelho acriférrico) e VG (vertissolo hidromórfico).
De início, foram coletadas amostras de solo em seus locais de origem. Depois, foram feitas análises de cor, granulometria e composição mineralógica das amostras, para comprovar a classificação feita pela EMBRAPA.
A identificação e a quantificação de minerais foi feita por meio de ensaios de difração de raios X, de acordo com a metodologia proposta por Camargo et al (1986). O método baseia-se no fato de minerais cristalinos produzirem diferentes padrões de difração dos raios X.
Os solos foram, então, secados ao ar, destorroados em destorroador mecânico e peneirados em peneira de 4,8mm. Depois se adicionou cal ao solo nas seguintes porcentagens: 0,0%; 4,0%; 8,0% e 12,0%. As quantidades de cal foram calculadas em função do peso seco do solo. Este procedimento não é adotado nos canteiros de obras, mas foi utilizado neste trabalho para poder controlar, com precisão, as porcentagens de cal na mistura. A porcentagem ótima de cal para cada tipo de solo estudado, conforme indicam a prática e a literatura da área, deve estar no intervalo estudado.
Alguns autores indicam um período de cura antes da compactação, para solos muito plásticos e de difícil trabalhabilidade, como os estudados no presente trabalho. Foi então dado um período de descanso de vinte e quatro horas, após a adição de água. Essa cura prévia obedeceu à recomendação dos manuais do DNER.
Os valores da massa específica e os valores da umidade ótima foram determinados de acordo com as normas previstas na NBR 7182, através de ensaio de compactação. Para cada tipo de solo coletado e cada percentual de cal estabelecido, foi feito um ensaio de compactação. Isto porque a incorporação de cal ao solo achata as curvas de compactação, pois diminui o valor da massa específica e aumenta o valor da umidade ótima. Depois, foram moldados os corpos de prova compactados na densidade máxima com energia normal.

3. Ensaios de expansão, retração e compressão

Para fazer os ensaios de expansão e retração, foram moldados 48 corpos de prova mini-CBR, com 50mm de diâmetro por 50mm de altura (Figura 1). Para os ensaios de compressão simples, foram montados 48 corpos de prova no cilindro de Proctor, com 100mm de diâmetro por 127mm de altura. Todos os corpos de prova foram moldados com a mistura de solo e cal, curada previamente por 24 horas.

Figura 1
Mini CBR moldados para os ensaiso de retração e expansão
com os quatro tipos de solos e quatro diferentes percentuais de cal.

Os corpos de prova, depois de moldados no mini-CBR na umidade ótima de compactação, mas ainda dentro do cilindro, foram submersos em água, seguindo as normas determinadas pelo DNER para ensaios de mini-cor e expansão de solos compactados. Com os valores obtidos na condição “com embebição”, foi calculada a expansão para cada corpo de prova.
Depois de moldados no mini-CBR, os corpos de prova foram extraídos e, ainda na umidade ótima de compactação, foram submetidos aos ensaios para determinar a retração, de acordo com as normas descritas pelo DNER na Determinação da contração de solos compactados em equipamento miniatura.
Para estabelecer a resistência à compressão simples, foram moldados três corpos de prova para cada tipo de solo, com cada porcentagem de cal. O tempo de cura foi de 28 dias, sendo os

primeiros sete em câmara úmida e os demais à sombra. Os ensaios foram realizados seguindo as determinações descritas na NBR12770. Usou-se uma prensa eletro-hidráulica Wykeham-Farrance com capacidade de cinco toneladas, com anel 5170 de 1500kg com constante 0,8360kg/divisão, com relógio comparador de 0,002cm.

4. Resultados

A análise da composição mineralógica dos solos por meio dos ensaios de difração de raios X conduziu aos resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Interpretação da análise da composição mineralógica

Minerais	Tipos de solo			
	LVA	PVA	LV	VG
Caulinita	+++++	+++++	++++	+++++
Montmorilonita	-	-	-	++++
Vermiculita	+	++++	-	-
Mica	+	+++	-	-
Gibbsita	++	-	+++	-
Esmectita	-	-	-	-
VHE	+	-	+	-

Nota: Quanto maior o número de sinais positivos, maior é a quantidade.

Os ensaios de expansão conduziram aos valores apresentados na Tabela 2 e no Gráfico 1. O VG tem a maior expansão, mas, como se vê facilmente no gráfico, essa expansão diminui muito com a adição cal.

Tabela 2 - Resultados dos ensaios de expansão em porcentagem

Percentual de cal	Tipos de solo			
	LVA	PVA	LV	VG
0	0,040	0,020	0,040	3,800
4	0,000	-	0,000	0,900
8	0,020	0,000	0,000	0,040
12	0,000	0,020	0,040	0,060
Média	**0,015**	**0,013**	**0,020**	**1,200**

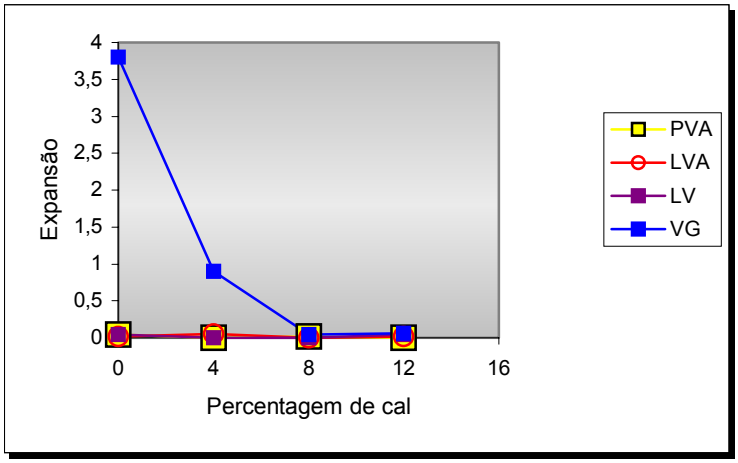


Gráfico 1 - Expansão dos solos, em percentagem, em função do percentual de cal

Os resultados dos ensaios de retração estão na Tabela 3 e no Gráfico 2. É fácil ver que o VG tem, em média, a maior retração. Para os quatro tipos de solo estudados, a retração diminui acentuadamente com o acréscimo de 4% de cal, mas depois tende à estabilização, pelo menos no intervalo estudado.

Tabela 3 - Resultados dos ensaios de retração, em porcentagem

Percentual de cal	**Tipos de solo**			
	LVA	**PVA**	**LV**	**VG**
0	1,3	2,08	0,8	3,7
4	0,4	0,9	0,2	0,9
8	0,5	0,7	0,4	2,0[1]
12	0,5	0,76	0,14	1,4
Média	**0,68**	**1,11**	**0,39**	**2,00**

Nota: 1. O valor é discrepante. Talvez possa ser explicado pela variação aleatória inerente à variável, mas também pode ser erro de ensaio.

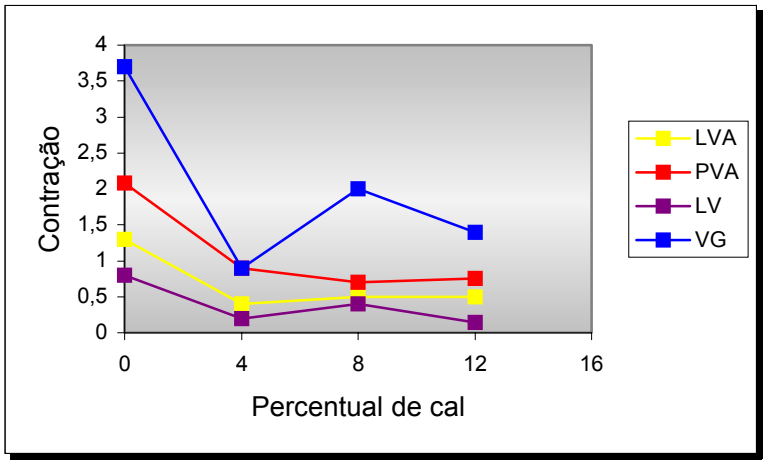


Gráfico 2 - Retração dos solos, em porcentagem, em função do percentual de cal

Os valores de compressão simples medidos em kgf/cm^2 e as respectivas médias estão na Tabela 4. É fácil ver que o PVA tem, em média, maior resistência à compressão. No entanto, sem adição de cal, o VG tem a maior resistência à compressão. O LV e o PVA respondem bem à adição de 4% de

cal. No caso deste último, a resistência continua aumentando com o aumento de cal, conforme mostra o Gráfico 3.

Tabela 4 - Resultados dos ensaios de compressão em kgf/cm^2

Percentual de cal	Tipos de solo			
	LVA	PVA	LV	VG
	6,05	7,28	1,16	8,41
0%	–	–	4,49	8,12
	5,57	1,55	9,69	10,01
Média	5,81	4,42	5,11	8,85
	2,57	9,12	10,14	3,83[1]
4%	2,24	5,54	10,08	3,48[1]
	2,12	6,61	–	–
Média	2,31	7,09	10,11	3,66[1]
	6,92	12,53	5,16	7,96
8%	4,72	16,75	5,97	7,89
	4,48	16,72	7,99	7,12
Média	5,37	15,33	6,37	7,66
	3,63	14,35	5,49	7,70
12%	4,09	13,30	6,37	7,54
	4,26	–	5,85	13,62
Média	3,99	13,83	5,90	9,62
Média geral	**4,37**	**10,17**	**6,81**	**7,45**

Nota: 1. Estes valores são discrepantes. Podem ser variação aleatória ou erro.

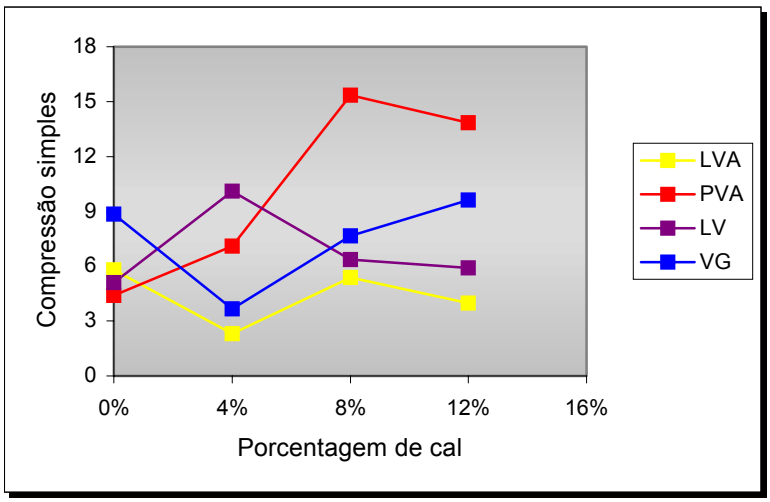


Gráfico 3- Resultados dos ensaios de compressão simples

Para estudar a resistência dos solos à compressão simples em função do aumento do porcentual de cal, foram ajustadas retas de regressão da tensão contra a porcentagem de cal adicionada. Os resultados apresentados no Gráfico 4 não são significantes. Mesmo assim, é fácil ver que a

adição de cal fez o PVA aumentar a resistência à compressão simples. A explicação para a não-significância dos resultados talvez seja a metodologia adotada para o preparo da mistura solo-cal e o pouco tempo de cura a que os corpos de prova foram submetidos.

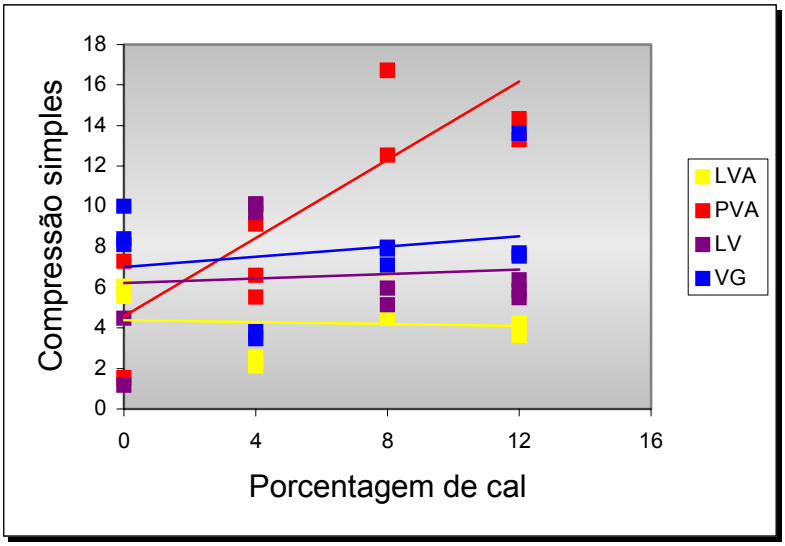


Gráfico 4- Retas de regressão ajustadas aos dados dos ensaios de compressão simples

4. Conclusões

1. Solos com predominâncias diferentes de argilo-minerais mostram características diferentes em diversos ensaios. Portanto, os argilo-minerais têm influência sobre o sistema solo-cal.
2. A metodologia adotada neste trabalho não conseguiu captar pequenas variações de expansão que possam, eventualmente, ocorrer nos solos LVA, PVA e LV. Observou-se, porém, que o VG natural tem grande expansão, que diminui acentuadamente com a adição de cal.
3. A retração depende do tipo de solo e da quantidade de cal adicionada, mas diminui acentuadamente com o acréscimo de 4% de cal. Depois, tende à estabilização.
4. A metodologia utilizada para fazer a mistura precisa ser questionada, pois se observou que o uso de uma pré-cura não é conveniente para a Arquitetura de Terra. A compactação posterior provoca perdas das ligações solo-cal.
5. A adição de cal parece não aumentar a resistência à compressão simples, a não ser para o PVA. Portanto, a recomendação é a de que seja feita a compactação logo após o preparo da mistura.
6. Os ensaios de compressão simples mostraram a alta variabilidade dos solos naturais, em função de sua composição. Os corpos de prova foram, porém, poucos para uma afirmativa final. Dada a importância de estabelecer parâmetros para a construção e, principalmente, para o restauro das arquiteturas de terra, é preciso fazer novos ensaios – e com maior número de repetições.
7. Este trabalho mostrou que existem diferenças significativas entre os diferentes tipos de solo, dependendo de sua composição mineralógica. Entre os solos estudados, o PVA é o mais recomendado para a arquitetura de terra. De modo geral, os latossolos podem ser utilizados, mas devem ser evitados os solos expansivos que contenham alta quantidade de montmorilonita, como é o caso do VG.
8. A adição de cal é benéfica, sobretudo para melhorar a trabalhabilidade e reduzir a contração e a expansão dos solos argilosos, evitando assim, problemas de fissuração nas estruturas de terra.

5. Referências

- A.A.V.V. (1993): "7ª. Conferencia Internacional sobre a Conservação de Arquitetura de Terra – Terra 93. Anais". Silves, Portugal, 24 a 29 de Outubro de 1993. Portugal, DGEMN.

- CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORJE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. (1986): “Métodos de análise química, mineralógica e físicas de solos do Instituto Agronômico de Campinas”. Campinas, 94 p.
- DETHIER, Jean (1981): “Des architectures de terre, une tradition millenaire”. Paris, Centre Pompidou
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisas de Solos (1999): “Sistema Brasileiro de Classificação de Solos”. Rio de Janeiro.
- MONTORO, Paulo; ESTON, David (1994): “Como Construir Paredes de Taipa”. São Paulo, ILAM.
- NEVES, Célia Maria Martins (1995): “Inovações tecnológicas em construção com terra na Ibero-América”. In: NUTAU – Arquitetura de Terra: LGP-FAUUSP, p. 49-60.
- OLIVEIRA, Mário Mendonça de (1995): “ecnologia da Conservação e da Restauração. Roteiros de Estudos” Edição bilíngüe português/ espanhol. Salvador: Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da UFBA/ PNUD UNESCO, 310p.
- SANTIAGO, Cybèle C. (1993): “Comportamento de alguns solos tropicais estabilizados com cal”. In: Anais da 7a Conferência Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitetura de Terra. Silves: DGEMN, p. 404-409.
- SANTIAGO, Cybèle C. (1996): “O Solo como material de construção”. Salvador: EDUFBA.
- SILVA, Hélio Dias da (1995): “Construções com terra crua: técnicas construtivas, os modos de produção e a tipologia arquitetural decorrente”. In: NUTAU – Arquitetura de Terra: LGP-FAUUSP, p.31-48.
- SILVEIRA, Wilson Jesus da Cunha (1995): “Estabilização de solos catarinenses”. In: NUTAU – Arquitetura de Terra: LGP-FAU-USP, p.181-190.
- VIOLLET-LE-DUC, Eugénne Emmanuel (1999): “Restauro”. Apresentação, tradução e comentários críticos por Odete Dourado. Salvador: PPG –FA -UFBa, 55p.

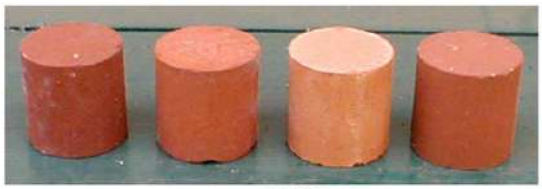
Currículo:
Arquiteto, Mestre em Preservação e Restauração de Patrimônios Históricos, membro do Projeto de investigação PROTERRA/HABYTED/CYTED, pesquisador associado do Centro de Memória da UNICAMP, sócio do escritório FATO arquitetura LTDA.

---

[i] O arquiteto francês Eugène Emmanuel VIOLLET-LE-DUC é considerado o pioneiro na elaboração das teorias sobre a preservação e restauração de monumentos divulgados a partir do século XIX. Assumindo o pensamento científico da época, Viollet-le-Duc considera o monumento como um documento que deve ser restabelecido e, com isso, auxiliar na instalação do novo, referindo-se especialmente à arquitetura gótica francesa como estilo arquitetônico que sintetiza técnica e arte.



VG



PVA



LV



LVA

MÉTODOS SIMPLIFICADOS PARA ANÁLISE DA VULNERABILIDADE SÍSMICA DE CONSTRUÇÕES DE TERRA

Paulo B. Lourenço* e Daniel V. Oliveira
Universidade do Minho
Departamento de Engenharia Civil
Azurém, 4800-058 Guimarães, PORTUGAL
Tel.: +351 253 510 200; Fax: +351 253 510 217; E-mail: pbl@civil.uminho.pt

Tema 5: Comportamento e Resistência dos Edifícios
Palavras-chave: Vulnerabilidade sísmica, segurança, análise estrutural

Resumo
Este artigo apresenta uma contribuição para a verificação da segurança sísmica das construções em terra. Para este efeito, apresenta-se uma análise da segurança de quarenta e quatro igrejas antigas localizadas em diferentes zonas sísmicas da Europa (Portugal, Espanha e Itália) e organizadas de acordo com a perigosidade sísmica. São considerados três indicadores (índices) de segurança simplificados. Estes índices são comparados com valores limite propostos, permitindo detectar construções existentes com risco elevado, definir prioridades de intervenção no património construído e efectuar um pré-dimensionamento expedito. Adicionalmente, apresenta-se um caso de estudo em Mértola que permite validar os métodos aproximados, com recurso a métodos avançados de análise estrutural.

1. Introdução

As construções antigas são particularmente vulneráveis às acções dinâmicas, com especial ênfase para a acção sísmica. Portugal está particularmente em risco devido ao elevado número de monumentos e fogos em zonas com sismicidade elevada, e devido ao facto do último sismo de grande magnitude em Portugal continental ter ocorrido em 1755. Devido ao processo de envelhecimento e aos factores ambientais, muitas das construções de valor cultural são vulneráveis às acções dinâmicas, o que as pode conduzir ao colapso parcial ou total de forma inesperada. A elevada vulnerabilidade é essencialmente devida à ausência de ligações adequadas entre as várias partes (paredes, vigas de madeira nos pavimentos e telhados de madeira). Em geral, esta característica conduz a um colapso por rotação das paredes de contorno para o exterior, sob os efeitos de um sismo.

Em 2003, 380 catástrofes naturais e humanas causaram a perda de 60.000 vidas, sendo 43.000 causadas exclusivamente por sismos, e uma perda económica total de 70.000 milhões de euros. Em 26 de Dezembro de 2004, um sismo apenas com epicentro a Oeste da Costa de Sumatra e o tsunami que se gerou resultaram em mais de 280.000 mortos e mais de 1,1 milhão de desalojados em 10 países do Sudeste Asiático e África Oriental. Este evento excepcional causou uma perda económica estimada em mais de 20.000 milhões de euros.

A análise dos sismos recentes demonstra que o problema é generalizado e que as tipologias estruturais, bem como a distribuição e tipo de danos, são recorrentes. Neste artigo avalia-se a possibilidade de adoptar índices simples e baseados na informação geométrica para detectar construções existentes com risco elevado, definir prioridades de intervenção no património construído e efectuar um pré-dimensionamento expedito. Obviamente que o projecto de uma construção nova em terra, e a verificação de segurança ou o reforço de uma construção existente em terra, exigem estudos mais detalhados usando as recomendações e normas existentes noutros países.

2. Métodos Simplificados de Análise Sísmica

As estruturas em regiões sísmicas deverão ser projectadas e construídas de forma a verificarem os seguintes requisitos, com a probabilidade adequada (10^{-6}): (a) Ausência de colapso – A estrutura como um todo, incluindo elementos estruturais e não-estruturais, deverá resistir às acções de cálculo sem colapso total ou local, pelo que a integridade estrutural e uma capacidade resistente residual mínima deverão ser mantidas após o abalo sísmico; (b) Limitação dos danos – A estrutura como um todo, incluindo elementos estruturais e não-estruturais, deverá ser construída e projectada para resistir a acções sísmicas, com uma probabilidade de ocorrência superior à acção sísmica de projecto, sem que os custos associados aos danos e à limitação de utilização sejam desproporcionados em relação ao custo da própria estrutura.

A aplicação destes requisitos e da regulamentação existente a estruturas antigas não é óbvia. Habitualmente, o dimensionamento relativamente à acção dos sismos destas estruturas não foi considerado originalmente, enquanto que o dimensionamento para as acções que não de excepção foi normalmente considerado, nem que seja através de regras de construção tradicionais.

Apesar da diversidade, é habitualmente possível encontrar uma matriz comum nas construções antigas em zonas sísmicas, mais estrutural do que tecnológica. Esta consiste em alturas reduzidas dos edifícios (até 3 pisos), vãos moderados (máximo de quarto ou cinco metros) e uma elevada espessura das paredes (menos de 1/7 da altura), Giuffrè (1995). O presente artigo aborda o caso das igrejas europeias devido a dois factores: (a) À facilidade de aceder a informação sobre a geometria das mesmas; (b) Ao facto destas estruturas terem sido submetidas às acções de sismos no passado e, em alguns casos, terem sobrevivido devido a um ajuste iterativo à sismicidade do local.

Quarenta e quatro igrejas de Portugal, Espanha e Itália foram seleccionadas e analisadas considerando os seguintes três índices no plano: (a) Índice 1: Percentagem da área em planta; (b) Índice 2: Relação entre a área e o peso; (c) Índice 3: Corte basal. Obviamente que estes índices ignoram formalmente a esbelteza das paredes pelo que é necessário tomar este facto em consideração na análise.

O índice mais simples para avaliar a segurança de construções antigas é o Índice 1, fornecido pela percentagem de área de paredes em planta em cada direcção principal (transversal x e longitudinal y) e a área total em planta do edifício. De acordo com o Eurocódigo 8 (CEN, 2003b), as paredes apenas devem ser consideradas como resistentes se a sua espessura for superior a 0.35 m, e a relação entre a altura e a espessura for inferior a 9. O Eurocódigo 8 recomenda valores até 5-6%, para estruturas regulares com pavimentos rígidos. No caso de locais com sismicidade elevada, um valor mínimo de 10% é recomendado, Meli (1998). O Índice 2 fornece a relação entre a área em planta das paredes resistentes ao sismo e o peso total da construção. A altura (ou seja a massa) da construção é tomada em consideração, mas uma desvantagem apreciável é que o índice é dimensional. No caso de locais com sismicidade elevada, um valor mínimo de 2.5 m^2/MN é recomendado, Lourenço e Roque (2004). Finalmente, o Índice 3 fornece a segurança com respeito à resistência ao corte da construção. Esta resistência ao corte depende da tensão vertical e da resistência ao corte da alvenaria, sendo possível admitir um valor de 0.05 MPa para a resistência ao corte e de 0.4 para a tangente do ângulo de atrito, ver Eurocódigo 6 (CEN 2003a). Para este género de construções, recomenda-se adoptar um valor unitário para o coeficiente de segurança, Lourenço e Roque (2004).

Os índices referidos são medidas distintas e não podem ser directamente comparados entre eles. Em particular, os índices 1 e 2 são independentes da sismicidade do local pelo que deverão aumentar com esta. Neste caso vai-se admitir que os valores limite acima referidos são válidos para um valor de PGA/g igual a 0.25 (PGA representa a

aceleração máxima de um solo rochoso e para um período de retorno de 475 anos, enquanto que g representa a aceleração da gravidade) e assumindo a sua variação linear com PGA/g, tal como ilustrado na Figura 1. O índice 3 considera a sismicidade do local pelo que deverá ser constante.

3. Investigação realizada em quarenta e quatro monumentos europeus

A investigação apresentada neste artigo inclui a aplicação dos métodos simplificados a uma amostra de 44 monumentos (19 portugueses, 15 espanhóis e 10 italianos), seleccionados de acordo com a sismicidade e a informação disponível. Admitiu-se que os materiais eram semelhantes, com um peso volúmico de 20 kN/m^3 e um peso dos telhados igual a 2.0 kN/m^2. Os valores calculados estão detalhados em Universidade do Minho (2005), apresentando-se os índices para a direcção transversal na Figura 2, que usualmente será a direcção crítica.

Os resultados indicam claramente que não existe uma relação directa entre os índices simplificados e a sismicidade, o que sugere uma das seguintes hipóteses: (a) os construtores da antiguidade de monumentos não tinham uma preocupação clara com a acção sísmica (o que poderá fazer sentido porque os construtores dos grandes monumentos viajavam pela Europa, sendo por exemplo possível encontrar mestres espanhóis e franceses em Portugal, descontextualizados da perigosidade sísmica); (b) os métodos simplificados não são adequados para avaliar a vulnerabilidade sísmica. Obviamente que os autores são de opinião que a primeira hipótese é a mais provável. Os Índices 1 e 2 não apresentam uma tendência clara de aumento com a sismicidade, pelo que o Índice 3 apresenta uma redução clara de segurança com o aumento da sismicidade.

Para o total da amostra e para os valores limite adoptados, 23% das igrejas violam o Índice 1 na direcção x e 7% das igrejas violam o Índice 1 da direcção y. Para o Índice 2, os valores obtidos são 39% e 30%, respectivamente para as direcções x e y (este índice é essencialmente violado pelos monumentos espanhóis). Finalmente, para o Índice 3, os valores obtidos são 41% e 32%, respectivamente para as direcções x e y (este índice é essencialmente violado pelos monumentos italianos). A diferença obtida entre os índices e entre os países demonstra claramente que apenas um índice poderá não ser adequado às tipologias das construções observadas nos diferentes países. No presente trabalho, e como uma ferramenta de avaliação rápida e preliminar, sugere-se considerar como prioritários para análise posterior os monumentos que violem o Índice 3 e simultaneamente um dos outros dois índices, pelo menos numa direcção. Encontram-se neste caso, dezanove monumentos, sendo os casos portugueses os seguintes: (a) Antigo Mosteiro de Jesus, Setúbal; (b) Igreja de Santa Maria de Belém, Lisboa.

4. Descrição de um Caso de Estudo: Casa do Lanternim em Mértola

A Casa do Lanternim localiza-se no centro da Povoação de Mértola, pretendo-se recuperar, remodelar e ampliar o imóvel tendo em vista o estabelecimento de um Centro Polivalente. Trata-se de uma edificação de três pisos (r/c+2), com cobertura de apenas uma água em telha de canudo, ver Figura 3. Atendendo ao mau estado do imóvel, foi requerido à Universidade do Minho a realização de um estudo sobre a segurança do imóvel relativamente à acção sísmica.

A estrutura é essencialmente constituída por paredes de alvenaria e pavimentos em madeira, ainda que exista uma abóbada de berço ao nível do rés-do-chão. Supõe-se que o edifício tenha recebido reparações e remodelações diversas uma vez que a constituição das paredes de alvenaria é altamente não-homogénea. De facto, verifica-se a presença de paredes de alvenaria com pedra irregular, com tijolo maciço e com pedra, bem como paredes de taipa.

Trata-se de um edifício de médio porte, atendendo às dimensões em planta (23×15 m^2). Do ponto de vista sísmico, salientam-se os seguintes aspectos: (a) O edifício localiza-se na zona nacional de maior sismicidade (zona A); (b) Supõe-se que o edifício não tenha sido submetido a nenhum abalo sísmico significativo, que de alguma forma pudesse demonstrar a sua segurança relativamente a esta acção; (c) O edifício deve ser classificado como irregular em planta uma vez que a rigidez dos pavimentos não é suficiente para permitir o funcionamento das plantas como diafragmas rígidos; (d) Em altura, o edifício possui elevada assimetria pelo que também deverá ser considerado como irregular em altura; (e) O terreno de fundação é de boa qualidade (formação rochosa alterada e fracturada), a que se sobrepõe aterros heterogéneos muito descomprimidos e sem capacidade de suporte; (f) Verifica-se a existência de um aterro muito significativo da fachada posterior do edifício com 3.2 a 5.7 m de envergadura, pelo que deverá ser considerada a possibilidade de algum escorregamento da encosta e do aumento de acção sísmica provocado pela mobilização do aterro descomprimido; (g) O material que constitui as paredes é de fraca qualidade; (h) Verifica-se a existência de duas divisões com vãos elevados (cerca de 10 m) não contraventados. Informações adicionais e recomendações para reforço podem ser encontradas em Lourenço e Vasconcelos (2001).

5. Análise Sísmica

A área total da construção é igual a 256.2 m^2, enquanto que a área das paredes estruturais consideradas é igual a 58.2 m^2, sendo 14.3 m^2 na direcção transversal x e 43.9 m^2 na direcção longitudinal y. Desta forma, o Índice 1, ou a percentagem da área total em planta, é de 5.6% na direcção x e 17.1% na direcção y.

Para o Índice 2 e 3, admitiram-se as seguintes hipóteses: (a) Altura média da construção igual a 9.3 m; (b) Peso específico médio das paredes estruturais igual a 20 kN/m^3; (c) Peso da cobertura igual a 1.5 kN/m^2; (d) Peso dos pisos em madeira igual a 1.0 kN/m^2 (inclui divisórias); Valor quase permanente da sobrecarga igual a $0.2 \times 2.0 =$ 0.8 kN/m^2. O peso total da estrutura (sem fundações) resulta igual a $58.2 \times 9.3 \times 20 +$ $256.2 \times (1.5 + 2 \times 1.0 + 2 \times 0.8) = 12.1$ MN. Desta forma, o Índice 2, ou a relação entre a área efectiva e o peso, é de 14.3 / 12.1 = 1.2 m^2/MN na direcção x e 43.9 / 12.1 = 3.6 m^2/MN na direcção y. O Índice 3, ou a relação entre o corte basal aplicado e resistente, é igual a 0.72 na direcção x e a 2.2 na direcção y.

A análise simplificada demonstra que a construção parece possuir resistência desadequada para a acção sísmica na direcção transversal. A necessidade de efectuar uma análise mais aprofundada da estrutura parece evidente, em função destes resultados. Para esse efeito, foi efectuada uma análise com elementos finitos de casca, admitindo uma resistência à tracção nula dos materiais. Foi ainda efectuada uma análise local de determinadas zonas da estrutura (chaminé e lanternim), tendo em vista quantificar a segurança destes elementos específicos.

Para a análise global da estrutura consideraram-se as paredes que, previsivelmente, funcionarão como paredes estruturais no caso da acção sísmica. A chaminé e o lanternim não foram incluídos uma vez que os danos locais nestes elementos poderiam impedir a análise global da estrutura até um factor de carga julgado adequado. Os pavimentos / cobertura de madeira não foram incluídos no modelo, atendendo à previsível deficiente ligação entre a estrutura de alvenaria e as estruturas de madeira, bem como devido às dificuldades de quantificação da rigidez destes elementos.

As propriedades mecânicas que se adoptaram para o material foram: módulo de elasticidade E igual a 1 GPa e um coeficiente de Poisson ν igual a 0.2. Como acções (de carácter permanente) considerou-se o peso próprio da estrutura e do lanternim. A acção dos sismos foi simulada por um conjunto de forças horizontais proporcionais às massas, de acordo com a regulamentação nacional.

Para as acções verticais, obtém-se tensões de compressão máximas reduzidas, com um máximo de 0.4 MPa e um valor corrente ao nível do arranque das paredes igual a 0.2 MPa, assumindo a deformação da estrutura valores pouco significativos. Os resultados da análise para a acção base sismo nas duas direcções principais encontram-se ilustrados na Figura 4, em termos de fendas e deformada. No caso da acção sísmica transversal, a estrutura atinge a rotura ligeiramente antes do valor regulamentar, com fendilhação significativa (1.3 cm na parede de contraventamento francamente danificada). As tensões de compressão máximas são reduzidas, com máximos localizado nos cantos das aberturas até um valor de 1.0 MPa e um valor máximo ao nível do arranque das paredes igual a 0.6 MPa. A deformação da estrutura assume um valor máximo de cerca de 2.5 cm. No caso da acção sísmica longitudinal, atinge-se o valor regulamentar com fendilhação insignificante (da ordem do mm), que ocorre essencialmente nas paredes de contraventamento próximas das fachadas exteriores. As tensões de compressão máximas são reduzidas, com máximos localizados nos cantos das aberturas e arco até um valor de 1.1 MPa e um valor máximo ao nível do arranque das paredes igual a 0.6 MPa. Desta forma, a análise detalhada permitiu comprovar a insuficiente resistência sísmica sugerida pela análise simplificada.

6. Conclusões

Na história existem diversas ocorrências de sismos com efeitos devastadores. Dada a sua natureza, é bastante provável que sismos de grande potencial destrutivo ocorram no futuro em Portugal. Assim, é da responsabilidade de todos os intervenientes (autoridades, investigadores, projectistas e empresas) envidar esforços no sentido de minorar perdas humanas e danos físicos nas construções. Os conhecimentos adquiridos na última década, não somente devidos à investigação, mas também os resultantes da análise dos efeitos causados pelos grandes sismos que ocorreram recentemente, permitem reduzir a vulnerabilidade sísmica e, simultaneamente, definir soluções técnicas mais arrojadas e mais económicas. Relativamente ao património construído, é conhecida a elevada vulnerabilidade das construções na zona de Lisboa e Vale do Tejo, Algarve, Alentejo e Açores, sendo o sismo dos Açores de 8 de Julho de 1998 um exemplo recente e dramático.

As construções em terra são particularmente vulneráveis devido à fragilidade do material, sendo de evitar construções novas na ausência de elementos de reforço adequados e de uma análise estrutural adequada. Neste artigo, apresenta-se uma investigação sobre a possibilidade de utilizar métodos simplificados de análise com o objectivo triplo de detectar construções existentes com risco elevado, definir prioridades de intervenção no património construído e efectuar um pré-dimensionamento expedito. Os resultados demonstram que os índices adoptados possuem variação significativa na Europa em termos de importância e que os construtores da antiguidade da construção monumental parecem não ter sido significativamente influenciados pelas condições de sismicidade local. O artigo apresenta ainda uma comparação entre os métodos simplificados e uma análise estrutural avançada, com recurso à simulação do comportamento não-linear. Neste caso, verifica-se que os resultados obtidos com a análise estrutural avançada confirmam os resultados obtidos com os métodos simplificados de análise.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio parcial do European-Indian Economic Cross Cultural Programme, no âmbito do projecto ALA/95/23/2003/077-122, “Improving the Seismic Resistance of Cultural Heritage Buildings”.

Bibliografia

- CEN (2003a): "Eurocode 6: Design of masonry structures", prEN 1996-1, Bruxelas, Bélgica.
- CEN (2003b): "Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance", prEN 1998-1, Bruxelas, Bélgica.
- GIUFFRÈ, Antonino (1995): "Seismic damage in historic town centers and attenuation criteria", *Annali di Geofisica*, 38(5-6), 837-843.
- LOURENÇO, P.B.; VASCONCELOS, G. (2001): "Avaliação da segurança sísmica da Casa do Lanternim (Mértola)", Relatório CON-01-DEC/E-1, Universidade do Minho.
- LOURENÇO, Paulo B.; ROQUE, João (2004): "Simplified indexes for the seismic vulnerability of ancient masonry buildings", *Construction and Building Materials* (aceite para publicação).
- MELI, Roberto (1998): "Engenharia estrutural de construções históricas" (em Espanhol), Cidade do México, Fundación ICA.
- UNIVERSIDADE DO MINHO (2005): "Overview of seismic risk for large span buildings heritage", Relatório elaborado no âmbito do contrato ALA/95/23/2003/077-122, "Improving the Seismic Resistance of Cultural Heritage Buildings", Guimarães, Portugal.

CV: Professor Associado da Universidade do Minho, Coordenador do Grupo de Estruturas, Director de Departamento. Engenheiro Civil. Autor de mais de 200 publicações técnico-científicas. Membro comité ICOMOS/ISCARSAH. Consultor / projectista em mais de 20 monumentos nacionais.

MÉTODOS SIMPLIFICADOS PARA ANÁLISE DA VULNERABILIDADE SÍSMICA DE CONSTRUÇÕES DE TERRA

Paulo B. Lourenço* e Daniel V. Oliveira

Observação: Deverão ser enviadas no máximo 4 imagens inseridas em ficheiro com respectiva figura e quando enviadas por e-mail ou CD deverão ser anexas individualmente com o título da figura a que se referem (Fig.1, Fig.2, etc.) e com uma resolução de 300 dpi por cada imagem, assim como dimensão mínima de 8cm de comprimento.

Figuras

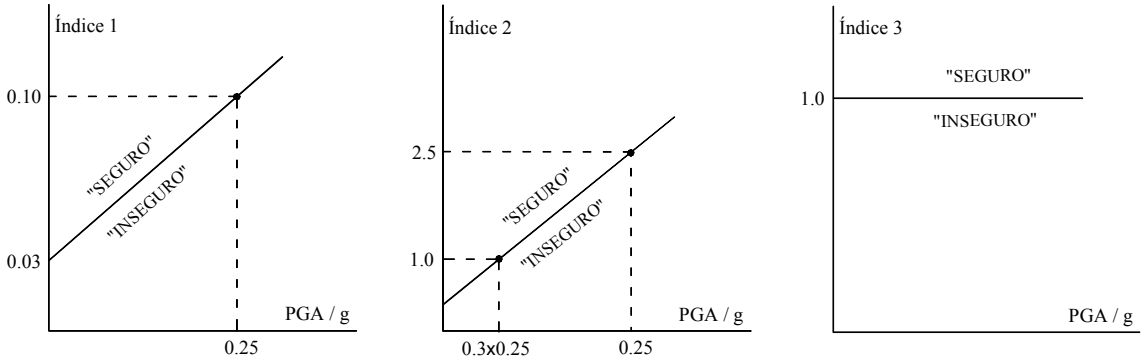
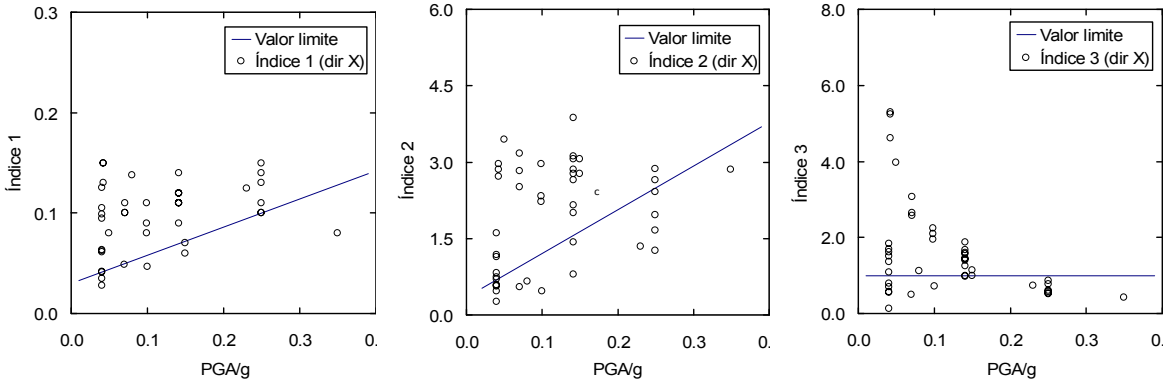
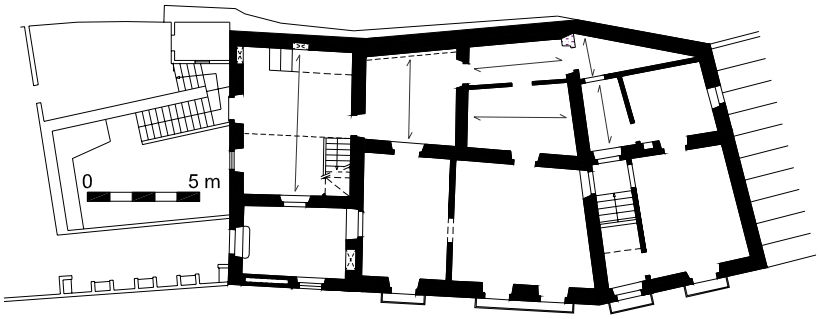


Fig.1 – Valores limite assumidos para os índices 1, 2 e 3 em função de PGA/g.



(a) (b) (c)

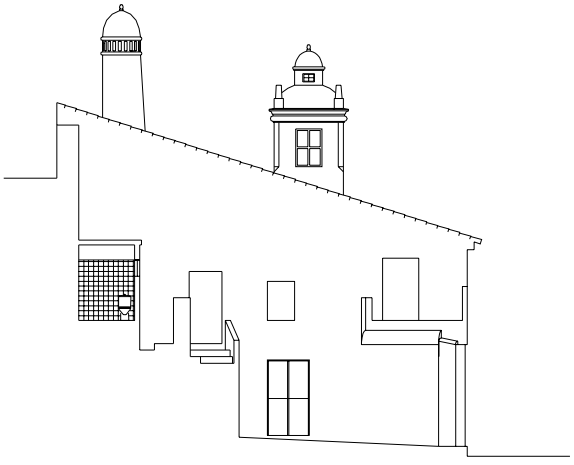
Fig.2 – Relação entre os índices na direcção transversal e PGA/g, para a amostra completa: (a) Índice 1, (b) Índice 2, (c) Índice 3.



(a)

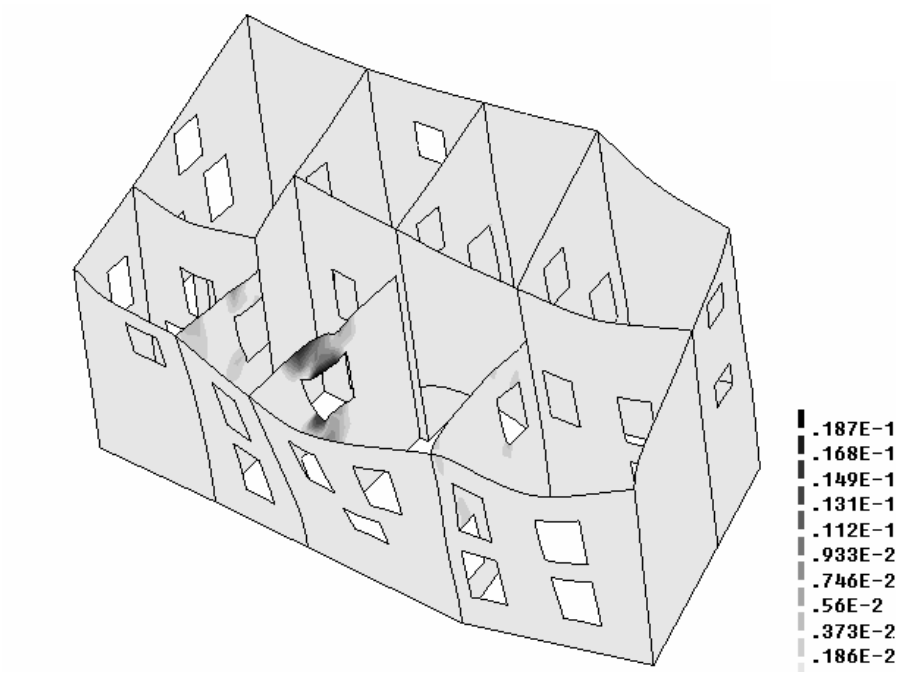


(b)

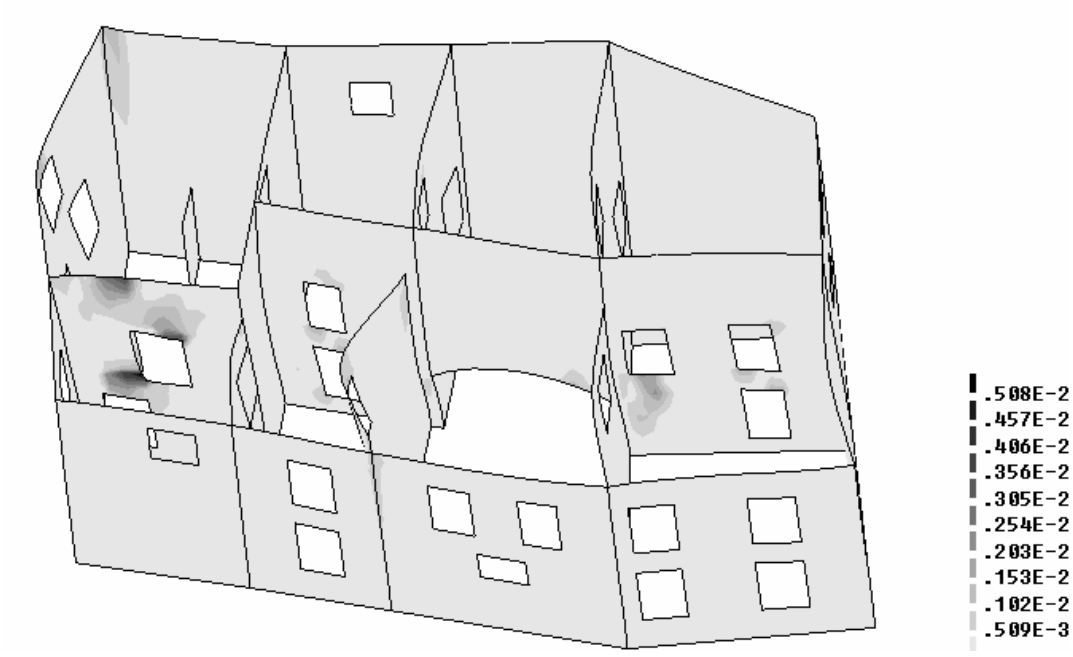


(c)

Fig.3 - Aspectos do imóvel: (a) planta típica; (b) alçado principal; (c) alçado esquerdo.



(a)



(b)

Fig.4 – Fendilhação e deformação obtida na análise estrutural para a acção sísmica: (a) direcção transversal e (b) direcção longitudinal. Os valores indicados representam as extensões principais de tracção.

CARACTERIZAÇÃO DOS REVESTIMENTOS TRADICIONAIS DE CONSTRUÇÕES EM TAIPA NO BARLAVENTO ALGARVIO

Luís Pedro Mateus *	**Maria do Rosário Veiga**	**Jorge de Brito**
Eng.º Civil,	Investigadora Principal	Prof. Associado
Mestrando em Construção	LNEC	DECivil
IST, Portugal	Portugal	IST, Portugal
luispedro_mateus@net.sapo.pt	rveiga@lnec.pt	jb@civil.ist.utl.pt
966 260 979	218 443 668	218 419 709

Tema 5: Comportamento e resistência dos edifícios
Palavras-Chave: Revestimentos, Caracterização, Taipa.

RESUMO

A presente comunicação apresenta uma análise elaborada com o objectivo central de caracterizar os revestimentos exteriores à base de cal de construções em taipa no Barlavento Algarvio.
O estudo centra-se na procura de referências úteis ao processo de reabilitação ou reparação de revestimentos de construções antigas em taipa, onde se registam anomalias associadas à interacção entre o suporte de taipa e o revestimento tradicional, em resultado das suas características intrínsecas e das variações de comportamento entre o material de suporte (terra compactada) e o material suportado (revestimento).
Nessa medida, faz-se referência à metodologia de caracterização de revestimentos e de suportes em taipa sobre amostras com origem em cinco construções distintas no Barlavento Algarvio, enquadradas num âmbito construtivo bem definido.

A campanha de ensaios que serve de base à interpretação dos resultados apresentados é fundamentalmente de cariz laboratorial. A caracterização das amostras baseia-se em ensaios físicos de de capilaridade e secagem - ensaios de índole laboratorial. De forma complementar, foram realizados ensaios expeditos *in situ* sobre paramentos expostos de revestimento e suporte em taipa, que não são apresentados neste trabalho.

O estudo mobiliza-se em torno da caracterização dos revestimentos, tendo-se justificado o alargamento da campanha de caracterização ao suporte de terra na estrita medida em que permite uma melhor compreensão dos fenómenos de degradação dos revestimentos a ele associados.

1. Introdução

Esta comunicação teve por base o levantamento e recolha de amostras de suporte em taipa e revestimentos exteriores à base de cal existentes em construções tradicionais no Barlavento algarvio. Dessa fase preliminar resultou um conjunto de lotes de amostras de revestimentos exteriores e de suporte em taipa, com vista à sua caracterização física e mecânica em laboratório. No âmbito da dissertação de Mestrado em Construção do primeiro autor no Instituto Superior Técnico, foram realizados ensaios de caracterização, em colaboração estreita com o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, permitindo estabelecer considerações de análise que visam a compreensão dos fenómenos de degradação dos revestimentos.

2. Identificação, âmbito e objectivos do projecto

A caracterização do edificado tradicional nacional, na sua vertente construtiva, arquitectónica e social, representa um passo necessário à definição de estratégias de preservação da identidade de soluções tradicionais.
As construções em terra assumem, na história da construção nacional, um papel particularmente relevante quando enquadradas num cenário particular ao nível social, económico, geográfico, que

criou as condições propícias à sua expansão, com especial relevância na zona Sul do país e, nomeadamente, nas regiões do Alentejo e Algarve.
A caracterização de revestimentos tipificados de construções em taipa implica, em certa medida, a caracterização do suporte, pelas repercussões que este tem no comportamento do revestimento. Um suporte em taipa pode possuir características de composição e comportamento variáveis, sobretudo em função dos materiais e técnicas construtivas empregues. Interessa, pois, detectar e compreender as relações entre o desempenho dos revestimentos exteriores e as características do suporte em taipa.
O objectivo central do processo de caracterização dos revestimentos é a compreensão dos fenómenos naturais de degradação e saber em que medida estão associados à caracterização do suporte. Em resultado dessa análise, procuram-se indícios sobre a adequabilidade, ou não, da aplicação de determinadas composições de revestimento, aplicáveis quer em cenários de reabilitação de revestimentos quer em aplicações previstas em construção nova.
A selecção das amostras recolhidas para a investigação desenvolvida com vista à caracterização física e mecânica de revestimentos das construções em taipa cumpriu os seguintes critérios:
1. Tipo de suporte: taipa;
2. Tipo de revestimento: revestimento exterior;
3. Zona geográfica: Barlavento algarvio;
4. Tipologia construtiva: habitação corrente, de 1 ou 2 pisos acima do nível do solo;
5. Época de construção: período compreendido entre 1850 e 1950.

Respeitando o âmbito das construções alvo, foram seleccionadas 5 construções (Fig. 1), distribuídas regularmente no espaço geográfico em análise, com as seguintes designações (em referência directa à sua localização no Barlavento algarvio):
1. Sesmarias;
2. Arão;
3. Montes de Cima;
4. Pincho;
5. Porches.

3. Metodologia de investigação

A metodologia aplicada à obtenção de resultados de caracterização e análise física de revestimentos englobou as seguintes fases principais:

1. Levantamento de campo

- Selecção de construções e recolha metódica de amostras de revestimento e suporte de terra nas cinco construções em análise.

2. Fase laboratorial (realizada no LNEC)

- Execução de campanha de ensaios para a caracterização física e mecânica dos revestimentos recolhidos (recolha de um conjunto de cerca de 30 amostras válidas) englobando os seguintes ensaios de caracterização principais:
    - capilaridade (absorção de água) e secagem;
    - resistência à compressão.

Os ensaios de compressão estenderam-se, nos mesmos moldes, ao suporte em terra.

3. Campanha de ensaios *in situ* (ensaios complementares de execução expedita)

- Execução de campanha de ensaios expeditos para a caracterização dos revestimentos e suporte de taipa (não apresentados neste trabalho):
    - ensaios de arrancamento de uma hélice sobre o suporte de taipa e ensaios de queda de pêndulo de Schmidt sobre os revestimentos.

4. Análise de resultados e extracção de conclusões.

4. Campanha de ensaios

4.1. Ensaios de laboratório e ensaios *in situ*

A campanha de ensaios realizada em laboratório - no Laboratório Nacional de Engenharia Civil - englobou duas fases principais:

1. Ensaios de capilaridade (absorção capilar) e secagem posterior - aplicados a amostras de revestimentos;
2. Ensaios de compressão sobre provetes - aplicados a amostras de revestimentos e de taipa.

Tratando-se de amostras com forma irregular e facilmente desagregáveis, não são aplicáveis os métodos de ensaio normalizados, que exigem provetes de formas bem definidas e com alguma coesão; assim, usaram-se métodos de ensaio que têm vindo a ser desenvolvidos para revestimentos antigos, no LNEC, no âmbito de projectos de investigação em curso [1, 2, 3].

4.2. Absorção capilar e secagem - Revestimentos

A primeira etapa visou estabelecer padrões de resposta ao contacto com a água, simulando um cenário natural de exposição à chuva. Permitiu estabelecer o nível e ritmo de absorção de água de um revestimento aplicado, assim como correlacioná-los com o ritmo de secagem. Esta análise tem especial relevância dada a elevada susceptibilidade à água dos suportes em terra compactada. Permitiu ainda avaliar o tempo esperado de retenção de água na espessura do revestimento após incidência de águas pluviais e em que medida isso poderá afectar a integridade do suporte em terra.
A técnica utilizada foi a descrita em [1] e é ilustrada na fig. 2.
Foram efectuadas pesagens de provetes na fase de absorção e posterior secagem, em condições de temperatura e humidade constantes, para um universo de 15 provetes - 3 por cada construção seleccionada.
Os resultados obtidos encontram-se traduzidos nos gráficos de absorção capilar e secagem (Fig. 3). Os valores síntese de coeficiente de capilaridade por contacto constam do Quadro 1.

4.3. Ensaios de compressão - Revestimentos e taipa

Esta etapa visou estabelecer relações de comparação directa entre a capacidade resistente dos revestimentos existentes nas construções seleccionadas e a capacidade resistente da taipa que lhes serviu de suporte.
Interessa, do ponto de vista da análise da durabilidade e comportamento dos revestimentos, aferir qual a relação entre as características mecânicas dos vários elementos principais que constituem a parede, assim como os padrões eventualmente detectados nessa caracterização. Nesse sentido, o estudo incidiu na determinação da resistência à compressão, aplicável aos revestimentos e à taipa.
Foram realizados ensaios à compressão sobre 3 provetes de revestimento para cada construção seleccionada e ainda sobre 3 provetes de taipa para as mesmas 5 construções.
A Fig. 4 ilustra o processo de ensaio adoptado.
Os resultados obtidos encontram-se em quadro síntese (Quadro 2).

4.3. Ensaios *in situ*

Os ensaios realizados *in situ* [4,5] nas construções seleccionadas pretenderam corroborar os ensaios de compressão realizados em laboratório, permitindo comparar, por um lado, os métodos de ensaio e, por outro, o comportamento dos materiais isolados.

O material que compõe o suporte em taipa é muito permeável, de granulometria predominantemente fina, incluindo solo de natureza argilosa, o qual é muito susceptível à acção da água, pelo que o insucesso associado a processos de extracção mecânica de amostras é muito frequente. Nessa medida, existem claros obstáculos a uma caracterização rigorosa do material terra através de ensaios laboratoriais normalizados.
O ensaio de arrancamento de uma hélice permite o estabelecimento de relações de comparação entre a força de arrancamento necessária à extracção da hélice e a resistência mecânica do suporte em terra.
O ensaio de impacto do pêndulo ("martelo") de "Schmidt" oferece, de igual modo, uma relação comparativa entre as resistências mecânicas dos revestimentos aplicados, através da medição da sua dureza superficial.
Os valores de dureza superficial de revestimentos e as forças de tracção necessárias ao arrancamento de uma hélice não são apresentados neste trabalho por se encontrarem ainda por completar. No entanto, até ao momento, ambos os ensaios têm revelado coerência com os resultados de compressão obtidos em laboratório.

5. Análise dos resultados

Da análise dos resultados obtidos na 1ª etapa de caracterização física de revestimentos - por via de ensaios de absorção capilar seguida de secagem, há a sublinhar o seguinte:

1. Dada a elevada friabilidade dos diversos revestimentos, faz sentido a determinação de Cc5 ($kg/m^2.min^{1/2}$) – Coeficiente de Capilaridade por contacto aos 5 minutos – registando a taxa de absorção de água no período inicial de 5 minutos de provetes mantidos apenas em contacto com a água (e não parcialmente imerso, como nos métodos normalizados de ensaio de capilaridade). Constata-se que nesse período ocorre, invariavelmente, a maior taxa de absorção de água, significando uma elevada capilaridade dos revestimentos testados;
2. A observação dos gráficos de absorção revela que se atinge a absorção total do revestimento num período reduzido (atingindo a saturação quase total antes dos 25 minutos. O restante processo de absorção até atingir a saturação total desenvolve-se a uma taxa de absorção muito baixa;
3. Exceptuando o revestimento de Montes de Cima, os revestimentos atingem massas de água absorvidas, após 24 horas, entre 2,40 e 4,00 kg/m^2; o revestimento de Montes de Cima permite uma absorção de água de cerca de 8,20 kg/m^2. Este fenómeno encontra-se associado à sua maior espessura média e à sua porosimetria - maior densidade de capilares finos. A maior taxa de absorção dessas amostras ocorre nos 5 primeiros minutos de contacto com a água;
4. Na sua generalidade, os processos de secagem são bastante mais lentos que a absorção e bastante regulares ao longo do tempo. A principal fase de secagem ocorre ao longo de 2 dias, registando-se uma perda marginal entre o 2º e o 3º dia;
5. Exceptuando o caso do revestimento de Montes de Cima, ocorre uma taxa crescente de perda de massa de água nas primeiras 8 horas de secagem. O revestimento de Montes de Cima necessita de 24 horas para que a taxa de perda deixe de crescer.

Resulta, em qualquer dos casos, uma variação bastante significativa entre o período que decorre até à saturação do revestimento em toda a sua espessura e aquele que corresponde à total secagem de um revestimento previamente saturado.
Essa variação significa que ocorre, em cada um dos ciclos testados (molhagem e secagem), um período de retenção de águas na zona de interface entre o revestimento e o suporte em taipa. A absorção parcial de água pelo suporte em terra provoca um progressivo arrastamento de finos e o transporte de sais do suporte para o revestimento, conduzindo à progressiva adulteração das condições de aderência entre o revestimento e o suporte, promovendo ainda a degradação do revestimento pela acumulação de sais solúveis que cristalizam à superfície.
O efeito nefasto provocado pela presença de água acentua-se quando não é permitida a total secagem do revestimento, o que prolonga o período de permanência de água absorvida, afecta o suporte em terra e coloca em causa a estabilidade dos revestimentos exteriores.

Da análise dos resultados de resistência à compressão obtidos, aplicados aos revestimentos e ao material de suporte em taipa, há a sublinhar o seguinte:

1. Em qualquer dos cenários ocorre uma variação relevante na capacidade resistente entre o revestimento e o suporte em taipa, registando-se, invariavelmente, uma menor capacidade por parte do suporte em terra;
2. Os revestimentos exteriores apresentam valores de resistência à compressão bastante elevados. Esta propriedade gera tensões excessivas na interface com o suporte em taipa, em resultado de diferentes capacidades de deformação, promovendo o desligamento entre materiais e o destacamento frequente (e amplamente constatado) neste tipo de construção;
3. O andamento dos gráficos Força/tempo revela uma maior capacidade de deformação dos revestimentos, correspondendo a uma maior capacidade de rearranjo de partículas até ao seu total confinamento e posterior rotura. No caso dos suportes em taipa, é notória uma elevada capacidade de deformação inicial mas que rapidamente atinge o seu limite, culminando na rotura precoce dos provetes (1).

6. Conclusões

O ressurgimento da construção em taipa na actualidade tem origens várias, convergindo no reconhecimento de mais valias ao nível da identidade construtiva, enquanto tradição a manter, e ao nível do comportamento térmico e acústico que revela. No entanto, este tipo de construção revela igualmente algumas lacunas, nomeadamente no que respeita à sua sismo-resistência e à sua susceptibilidade à acção da água.

A campanha de ensaios que se desenvolveu visou constituir um contributo válido à questão da susceptibilidade à agua destas construções, associada à melhor ou pior prestação dos revestimentos exteriores. Nessa medida, foram realizados ensaios de capilaridade e de secagem sobre amostras de revestimentos e ainda ensaios de compressão sobre as mesmas amostras dos revestimentos e sobre amostras dos respectivos suportes em taipa. O universo de construções ensaiado é limitado, restringido a 5 construções, de localização dispersa no Barlavento algarvio. A essa dispersão estão associadas variações na caracterização dos materiais de suporte e de revestimento, em particular nas distribuições granulométricas das misturas de terra que constituem os suportes aos revestimentos. Apesar de serem notórias essas variações, os ensaios realizados em laboratório revelam a existência de padrões de resposta comuns nas 5 construções testadas, quer na presença de água (e posterior secagem), quer na resistência à compressão dos materiais que constituem o sistema de parede exterior. Em particular, sublinham-se os seguintes:

1. Os processos de absorção de água são relativamente rápidos, revelando elevada susceptibilidade à água dos revestimentos ensaiados;
2. Os processos de secagem são mais lentos, significando maiores períodos de retenção de água na espessura do revestimento, promovendo a sua absorção pelo material de suporte – terra - e conduzindo à progressiva perda de compacidade e de coesão desse material;
3. A resistência à compressão dos revestimentos revela-se bastante superior à do material de suporte, tendendo a gerar tensões na interface que promovem o desligamento, fissuração e destacamento precoce dos revestimentos;

Agradecimentos

Os autores agradecem aos técnicos de apoio à Investigação Dora Santos, Bento Sabala e Ana Maria Francisco, do Departamento de Edifícios do LNEC, a colaboração na realização dos ensaios laboratoriais.

Bibliografia

[1] VEIGA, M. Rosário; MAGALHÃES, Ana; BOSILIKOV, Violeta (2004): *"Capillarity tests on Historic mortar samples extracted from site. Methodology and compared results"*. Comunicação apresentada à 13th International Masonry Conference, Amsterdam, July 2004. Proc. 0803/11/14824 (10 pág., 6 fig., 9 gráf., 4 quad.). COM 110.
[2] MAGALHÃES, Ana Cristian; MORAGUES, Amparo; VEIGA, M. Rosário (2004): *"Application of some methods on evaluation of porous systems of wall renderings"*. VII Congreso Internacional de rehabilitación del patrimonio y edificación", Lanzarote, Julho de 2004. NRI, Proc. 0803/11/14824 (4 pág., 4 fig., 13 gráf., 3 quad.). COM 109.
[3] VALEK, Jan; VEIGA, M. Rosário (2005): *"Characterisation of mechanical properties of historic mortars"*. Actas de STREMAH 2005 – Ninth International Conference on Structural Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture, 22 a 24 Junho de 2005, Malta.
[4] RILEM TC 127 - MS (1997): *"Tests for Masonry Materials and Structures - Determination of pointing hardness by pendulum hammer and determination of mortar strength by the helix pull-out method"*, Vol. 30.
[5] MAGALHÃES, Ana Cristian; COSTA, Dória; VEIGA, M. Rosário (2003): *"Diagnóstico de anomalias de revestimentos de paredes com técnicas de ensaio in situ. Avaliação da resistência mecânica."*. Actas do 3º ENCORE, Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. Lisboa, LNEC.

Notas

(1) Os resultados obtidos em ensaios à compressão com recurso a provetes, quando aplicados a amostras de terra compactada, podem, em alguns casos, não se revelar suficientemente representativos, na medida em que se torna difícil ensaiar um provete cuja distribuição granulométrica seja fiel à da mistura aplicada em volumes superiores. Por outro lado, os ensaios de resistência à compressão dos revestimentos podem ser influenciados pela argamassa de confinamento que foi necessário usar para definir uma base de aplicação da carga.
(2) Curriculum dos autores:

Luís Pedro Mateus*
Eng. Civil pelo Instituto Superior Técnico (IST); Mestrando em Construção no IST. Exerceu actividade profissional na área da Reabilitação de Construções Recentes e exerce actualmente actividade na área da Conservação e Restauro de Construções Antigas e Património Arquitectónico, no Grupo Gestip: STAP, S.A. e Monumenta, Lda.

Maria do Rosário Veiga
Eng.ª Civil pelo IST, Doutora em Eng.ª Civil pela FEUP, Investigadora Principal do LNEC e Chefe do Laboratório de Revestimentos de Paredes do LNEC. Lecciona seminários em cursos de Mestrado em diversas Faculdades de Engenharia e Arquitectura do País, relacionados com Construção ou com Conservação do Património. É representante nacional em Comissões e Grupos de Trabalho internacionais, é autora ou co-autora de numerosas publicações científicas e técnicas.

Jorge de Brito
Eng. Civil, Mestre em Eng.ª de Estruturas e Doutorado em Eng.ª Civil, sempre pelo IST, onde é Professor Associado e exerce a sua actividade de docência e investigação, nomeadamente na área da construção em terra, onde tem diversos trabalhos publicados e orienta vários projectos de investigação.

CARACTERIZAÇÃO DOS REVESTIMENTOS TRADICIONAIS DE CONSTRUÇÕES EM TAIPA NO BARLAVENTO ALGARVIO

Luís Pedro Mateus * **Maria do Rosário Veiga** **Jorge de Brito**

Figuras



1. Sesmarias



2. Arão



3. Montes de Cima



4. Pincho



5. Porches

Fig. 1 - Construções seleccionadas (Barlavento algarvio).



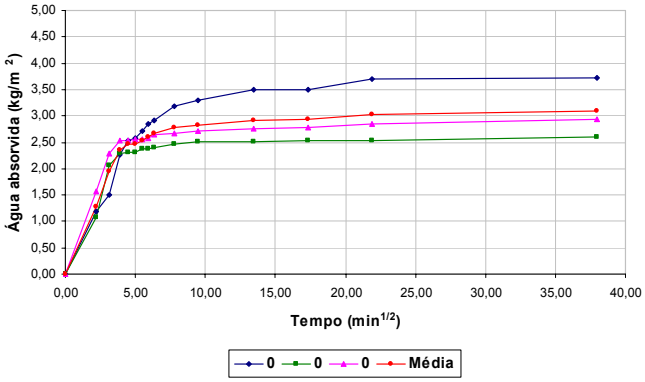
1. Amostras em tinas – processo de absorção de água



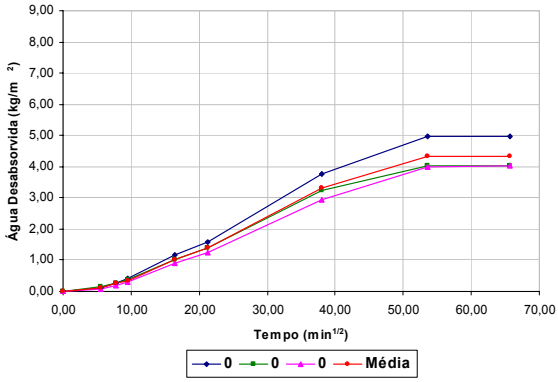
2. Pesagem durante o processo de absorção de água

Fig. 2 – Ensaio de absorção de água sobre amostras irregulares de revestimento.

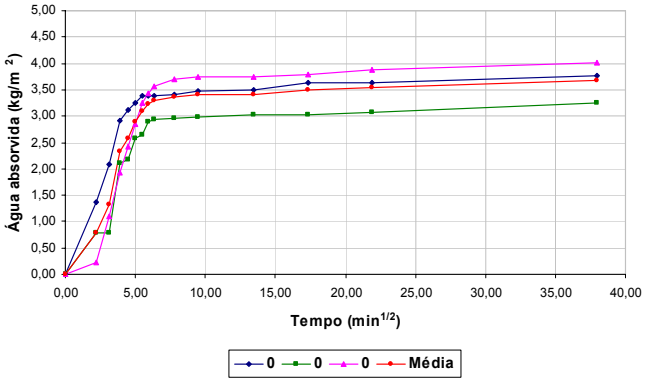
Absorção capilar - Sesmarias



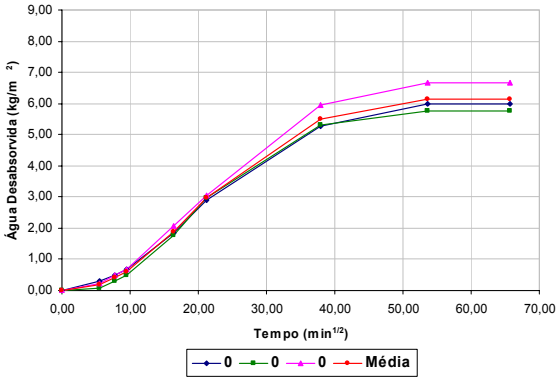
Secagem - Sesmarias



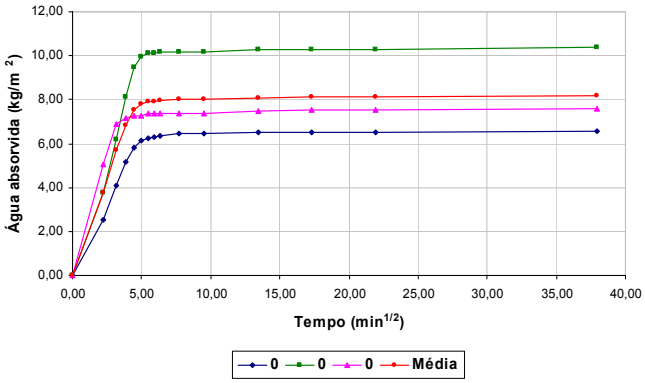
Absorção capilar - Arão



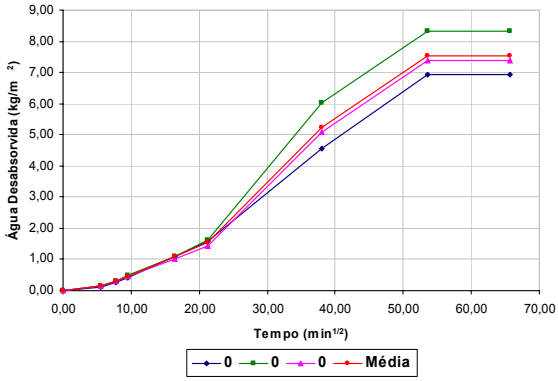
Secagem - Arão



Absorção capilar - Montes de Cima



Secagem - Montes de Cima



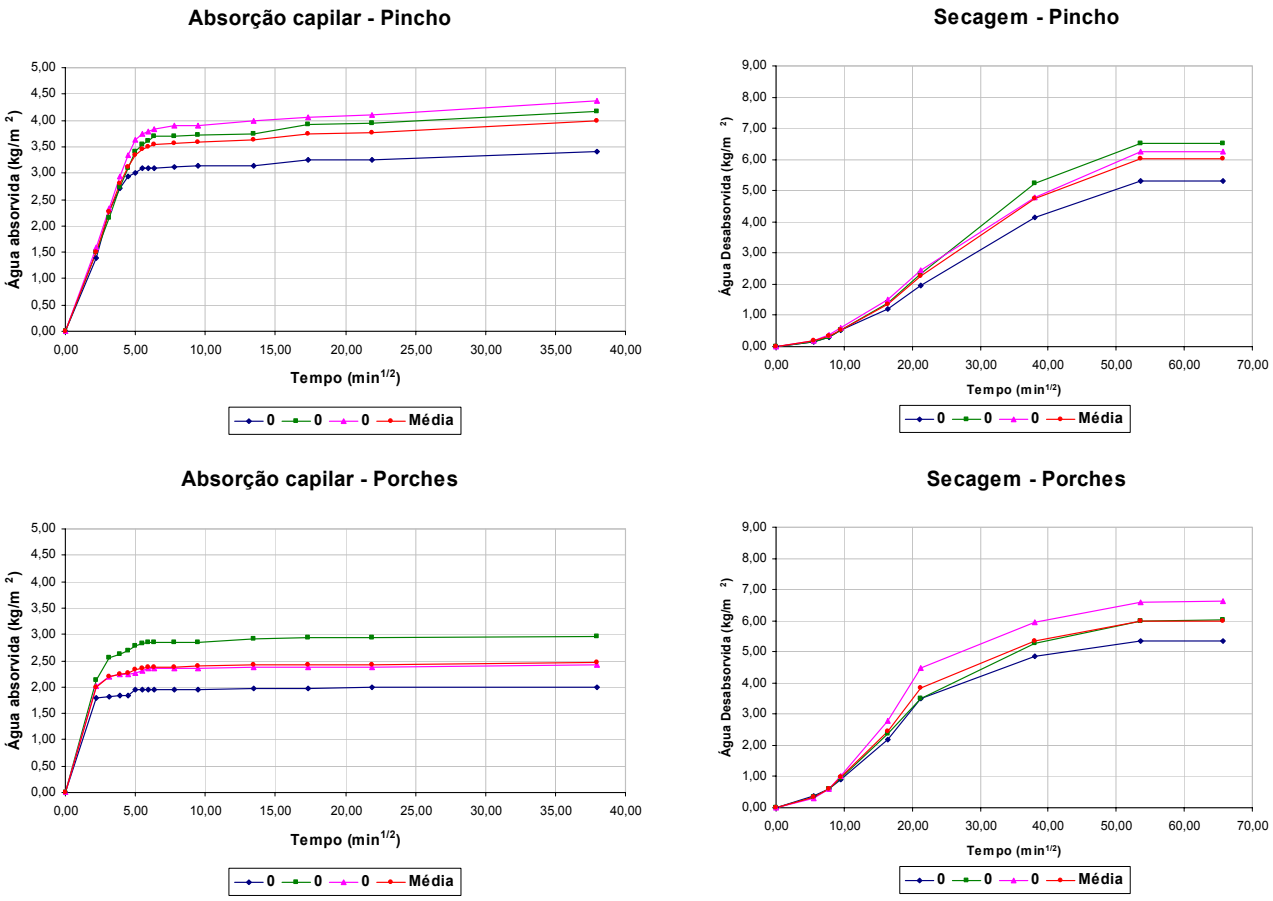


Fig. 3 - Gráficos de absorção capilar e secagem (aplicados às 5 construções seleccionadas).

	Coeficiente de capilaridade por contacto ($kg/m^2.min^{1/2}$) - Média		
	Cc 5	Cc (90-10)	Cc24
Sesmarias	0,57	0,14	0,08
Arão	0,35	0,33	0,10
Montes de Cima	1,69	0,36	0,22
Pincho	0,67	0,21	0,11
Porches	0,89	0,03	0,06

Quadro 1 - Coeficientes de capilaridade por contacto.



1. Equipamento e provetes para ensaio



2. Provete de revestimento após rotura

Fig. 4 - Provete de revestimento após rotura (ensaio à compressão).

Revestimento - Argamassa			
ID	*Sesmarias 1*	*Sesmarias 2*	*Sesmarias 3*
Fm (N)	2916	3760	5201
Secção (mm^2)	1741	1930	2048
Rm (MPa)	1,7	1,9	2,5
Rm $_{médio}$ (MPa)	***2,1***		
Suporte - Taipa compactada			
ID	*Sesmarias 1T*	*Sesmarias 2T*	*Sesmarias 3T*
Fm (N)	2415	2449	1336
Secção (mm^2)	1782	1820	1803
Rm (MPa)	1,4	1,3	0,7
Rm $_{médio}$ (MPa)	***1,1***		

Revestimento - Argamassa			
ID	*Arão 1*	*Arão 2*	*Arão 3*
Fm (N)	4610	2200	5443
Secção (mm^2)	1699	2136	2137
Rm (MPa)	2,7	1,0	2,5
Rm $_{médio}$ (MPa)	***2,1***		
Suporte - Taipa compactada			
ID	*Arão 1T*	*Arão 2T*	*Arão 3T*
Fm (N)	1957	2007	2524
Secção (mm^2)	1629	1785	1755
Rm (MPa)	1,2	1,1	1,4
Rm $_{médio}$ (MPa)	***1,3***		

Revestimento - Argamassa			
ID	*Montes Cima 1*	*Montes Cima 2*	*Montes Cima 3*
Fm (N)	6718	5758	4886
Secção (mm^2)	1976	1680	1865
Rm (MPa)	3,4	3,4	2,6
Rm $_{médio}$ (MPa)	***3,1***		
Suporte - Taipa compactada			
ID	*Montes Cima 1T*	*Montes Cima 2T*	*Montes Cima 3T*
Fm (N)	1794	1200	988
Secção (mm^2)	1749	1462	1616
Rm (MPa)	1,0	0,8	0,6
Rm $_{médio}$ (MPa)	***0,8***		

Revestimento - Argamassa			
ID	*Pincho 1*	*Pincho 2*	*Pincho 3*
Fm (N)	2991	2977	3779
Secção (mm^2)	1852	1574	1575
Rm (MPa)	1,6	1,9	2,4
Rm $_{médio}$ (MPa)	***2,0***		
Suporte - Taipa compactada			
ID	*Pincho 1T*	*Pincho 2T*	*Pincho 3T*
Fm (N)	2273	1788	2577
Secção (mm^2)	1803	1710	1659
Rm (MPa)	1,3	1,0	1,6
Rm $_{médio}$ (MPa)	***1,3***		

Revestimento - Argamassa			
ID	*Porches 1*	*Porches 2*	*Porches 3*
Fm (N)	7798	5766	5554
Secção (mm^2)	1518	1724	1405
Rm (MPa)	5,1	3,3	4,0
Rm $_{médio}$ (MPa)	***4,1***		
Suporte - Taipa compactada			
ID	*Porches 1T*	*Porches 2T*	*Porches 3T*
Fm (N)	9800	3279	1719
Secção (mm^2)	1808	1958	1831
Rm (MPa)	5,4	1,7	0,9
Rm $_{médio}$ (MPa)	***2,7***		

ID – identificação do provete ensaiado.
Fm (N) – Força de compressão na rotura.
Rm (Mpa) – Tensão de compressão na rotura.
$Rm_{médio}$ (Mpa) – Tensão média de compressão na rotura dos provetes ensaiados.

Quadro 2 - Ensaios à compressão sobre provetes irregulares.
A variante “T” refere-se a amostras de taipa ensaiadas.

USO DE PRODUCTOS NATURALES PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO AL AGUA DE REVOQUES A BASE DE TIERRA

Roberto Mattone, Gloria Pasero, Alezio Rivotti, Viviana Tosco
Politecnico di Torino – Facoltà di Architettura
DINSE/Dipartimento di Scienze e Tecniche per i Processi di Insediamento
Viale Mattioli 39, 10125, Torino, ITALIA
Tel.: +39 011 5644371-2-3; Fax: +39 011 5644374; E-mail: roberto.mattone@polito.it

Tema 5: Comportamiento y resistencia de los edifícios
Palabras-claves: Tierra cruda, aditivos vegetales, resistencia al agua.

Resumen
En el ámbito de las construcciones de tierra cruda, fue conducida una primera campaña de pruebas de revoques a base de tierra, realizados con el uso de diferentes adherentes: cal, yeso y productos de origen vegetal (almidón de maíz, harina de maíz y arroz, gluten vital de trigo). Se han tenido en cuenta las diferentes características fisco-químicas de la cal y el yeso, su comportamiento en presencia de arcilla, su compatibilidad con aditivos de origen vegetal y el bajo costo energético necesario para su producción.
Sobre muestras de revoques de diferentes composiciones se han hecho pruebas de resistencia al agua (absorción, lluvia artificial), flexión, abrasión y adherencia.
Las pruebas han demostrado las buenas prestaciones de los revoques que adoptan la malta de yeso con aditivos de origen vegetal.

1. Premisa

La función que el revoque desenvuelve en las construcciones de tierra cruda es, al mismo tiempo, de terminación y protección de los agentes atmosféricos.
En muchos países, en especial europeos, la solución más comúnmente adoptada, caracterizada por una buena resistencia al agua y una notable adherencia a la superficie, provee el utilizo de cal aérea y arena. Un revoque de este tipo, si de un lado presenta las indiscutibles características nombradas antes, por otro impide reconocer el material que ha sido empleado para la construcción.
Además en intervenciones para viviendas de bajo costo, no es siempre posible aplicarlo. Muy seguido, en los lugares de construcción no hay arena a disposición y los elevados costos de trasporte vuelven impropio su empleo. En estas situaciones, desde el perfil económico el uso de tierra cruda es obligatorio, aunque no siempre su aplicación es fácil, en particular cuando el material local a disposición resulta muy sensible al agua (por granulación o por tipo de arcilla presente): en tal caso se busca un tipo de malta y eventuales aditivos para mejorar la durabilidad del revoque, en el respeto del medio ambiente y el confort de la habitación.
La campaña experimental conducida en el Laboratório Pruebas Materiales y Componentes de la Facultad de Arquitectura II del Politécnico de Turin tuvo la finalidad de evidenciar las características de revoques en tierra estabilizados con cal aérea y yeso (plaster of Paris – sulfuro de calcio hemidrato). El uso de cal aérea y yeso, empleados separadamente o combinados entre ellos, toma en cuenta sus características físico–químicas y su costo energético de producción (para cocer la piedra de cal se necesita una temperatura entre los 900 y 1100°C, con un consumo de energía de 3200 kJ/kg, osea 760 kcal/kg; para convertir la piedra de yeso en hemidrato o polvo es necesaria una temperatura màs o menos 163°C, con un desgaste de calor de 590 kJ/kg, osea 140 kcal/kg, con un fuerte ahorro energético).
En particular ambos materiales permiten la realización de revoques dotados de una buena traspiración; el yeso además es químicamente compatible con aditivos de origen vegetal, tal cual, fibras, pulpa de cactos, gluten, etc., que pueden mejorar su durabilidad.

2. Las actividades experimentales

En el transcurso de las experimentaciones se han afinado test simples, fácilmente aplicables en obra, pero capaces de resaltar las características de los varios tipos de revoques. En particular han sido conducidas pruebas a flexión, absorción, desgaste, adherencia al soporte, erosión (asumiendo como guias para estas ultimas las indicaciones de CRATerre y las Normas Australianas).

2.1 Los materiales utilizados

Los materiales utilizados en le curso de las experimentaciones tienes las siguientes características.

a. Tierra de origen:

- granulación: arcilla 14%, limo 44%, arena 38%, piedras 4%;
- pH: 9,20[1];
- análisis química (tabla 1).

TABLA 1.

pérdida a calcinación	5,5%
de ellos CO_2 igual a	0,3%
silicato total SiO_2	70,8%
oxido de hierro Fe_2O_3	4,4%
oxido de alumínio Al_2O_3	12,1%
oxido de calcio CaO	2,4%
oxido de magnesio MgO	2,5%
oxido de sodio Na_2O	1,1%
sulfato SO	<0,05%
cloruros	0,02%

La tierra usada para la preparación de los revoques fue pasada al colador de 1 mm.

b. Cal aérea, proveniente del cocido de piedra calcárea.
c. Yeso hemidrato (plaster of Paris).
d. Gluten vital de trigo:
   - características químico-físicas: humedad 9% max, cenizas 1,2% max, proteínas 75% min, lípidos totales 5% max, almidón 15% max;
   - tiempo de hidratación 10 minutos;
   - absorción del agua después de 90 minutos 170%.

3. Composición de los diferentes tipos de revoques

De la experimentación inicial conducida con 25 diferentes tipos de mezclas de revoques, las pruebas fueron llevadas adelante con las tipologías incluidas en la tabla 2.

TABLA 2.

Tipo de enlucido	Tipo de mezcla
A	Tierra + Yeso 20%
I	Tierra+ Cemento 10%
L	Tierra+ Yeso 5% + Cal 5% + Gluten vital de trigo 1% mezclado a seco
N	Tierra + Calce 10% + Gluten vital de trigo 1% mezclado a seco
O	Tierra + Yeso 20% + Gluten vital de trigo 1% mezclado a seco
P	Tierra + Gluten vital de trigo 3% mezclado a seco
Q	Tierra + Yeso 20% + Gluten de maíz 2%
R	Tierra + Yeso 10% + Gluten vital de trigo 2% mezclado a seco
S	Tierra + Yeso 5% + Gluten vital de trigo 3% mezclado a seco
Z	Tierra + Yeso 5% + Gluten vital de trigo 2% mezclado a seco

4. Las Pruebas

4.1 Evaluación de la contracción

La forma y las dimensiones de las muestras (2x3x12 cm) han consentido evaluar en modo rápido la contracción. La tabla 3 reporta los valores obtenidos.

TABLA 3.

Tipo de muestra	Contracción media respecto a la longitud [%]	Tipo de muestra	Contracción media respecto a la longitud [%]
A	0,00	P	2,88
I	0,37	Q	0,00
L	0,24	R	0,00
N	2,14	S	1,23
O	0,00	Z	2,06

Se observa como un porcentaje de yeso, comprendida entre el 10 y el 20%, permite controlar la contracción.

4.2 Pruebas de flexión

Este tipo de prueba, de fácil ejecución[2], permite evaluar también en obra la resistencia a tracción del material; el test fue llevado acabo sobre seis muestras (2x3x12 cm) por cada tipo de mezcla, aplicando el peso en modo directo, según el esquema indicado en la figura 1a. Los resultados obtenidos son expresados en la tabla 4.

TABLA 4.

Tipo de muestra	Tensión media de ruptura* σ_{max} [MPa]	Tipo de muestra	Tensión media de ruptura* σ_{max} [MPa]
A	1,559	P	1,881
I	0,568	Q	1,248
L	0,640	R	1,190
N	0,443	S	1,483
O	1,357	Z	1,258

(*) Los valores expresados son la media aritmética de las seis lecturas efectuadas, quitando el valor máximo i mínimo.

La prueba a flexión muestra como el uso del yeso como estabilizador aumente la calidad de la malta-matriz, que resulta más compacta y homogénea, comparada a la misma estabilizada con cemento solo o añadiendo cal. Los mejores resultados se obtienen con yeso solo (20%) y gluten solo (3%). La presencia de cal resulta negativa por su agresividad química hacia el gluten vital de trigo.

4.3 Test de absorbencia

El test fue conducido sobre las dos mitades de las muestras sujetas a flexión; estas fueron inmersas en 10 mm de agua destilada por un lapso de 5 minutos apuntando, cada minuto, la cantidad de agua absorbida[3] (tabla 5). El test permite evaluar, en primera instancia, el comportamiento al agua del material, mostrando posibles separaciones y desmoronamientos (fig.1b).

TABLA 5.

Tipo de muestra	Absorbencia especifica media* 1° minuto [g/cm^2]	Absorbencia especifica media* 2° minutos [g/cm^2]	Absorbencia especifica media* 3° minutos [g/cm^2]	Absorbencia especifica media* 4° minutos [g/cm^2]	Absorbencia especifica media* 5° minutos [g/cm^2]	Absorbencia especifico total [g/cm^2]
A	0,25	0,11	0,08	0,05	0,05	0,54
I	0,40	0,14	0,10	0,08	0,06	0,78
L	0,16	0,07	0,04	0,04	0,04	0,34
N	0,12	0,02	0,03	0,02	0,01	0,20
O	0,17	0,07	0,05	0,05	0,04	0,37
P	0,09	0,05	0,04	0,03	0,03	0,24
Q	0,18	0,07	0,05	0,04	0,05	0,39
R	0,15	0,08	0,05	0,05	0,03	0,37
S	0,13	0,07	0,06	0,05	0,04	0,34
Z	0,17	0,09	0,07	0,06	0,04	0,43

(*) Los valores expresos son la media aritmética de las seis lecturas efectuadas, quitando el valor máximo i mínimo

La prueba indica como al aumento de gluten vital de trigo al yeso reduzca la absorción de agua, que se puede comparar al valor obtenido con la estabilización de cal. La absorción obtenida de las muestras de tierra sola y yeso es de todas formas menor al valor obtenido con tierra y cemento.

4.4 Test de abrasión

El test fue conducido sobre seis muestras (2x5x5 cm) por cada tipo de mezcla; cada uno fue sujeto a tres pasadas de papel abrasivo (lija P120 tela), según el esquema de pruebas indicado en la figura 2a. La tabla 6 expresa los resultados obtenidos.

TABLA 6.

Tipo di provino	Valor especifico medio de abrasión después 1° pasada [g/cm^2]	Valor especifico medio de abrasión después 2° pasada [g/cm^2]	Valor especifico medio de abrasión después 3° pasada [g/cm^2]	Valor especifico medio total de abrasiones* [g/cm^2]
A	0,04	0,04	0,04	0,11
I	0,05	0,08	0,09	0,23
L	0,02	0,02	0,02	0,06
N	0,10	0,17	0,23	0,49
O	0,03	0,03	0,04	0,10
P	0,01	0,01	0,01	0,04
Q	0,04	0,04	0,04	0,12
R	0,04	0,04	0,04	0,12
S	0,02	0,02	0,02	0,06
Z	0,03	0,03	0,03	0,09

(*) Los valores expresos son la media aritmética de las seis lecturas efectuadas, quitando el valor máximo i mínimo.

Como ya expreso en la prueba a flexión, las mezclas tierra+yeso y tierra+yeso+gluten de trigo, en debidas proporciones, forman una matriz que manifiesta en esta prueba una mayor dureza superficial.

4.5 Test de adherencia al soporte

Para uniformar el test fue escogido un soporte de ladrillo constituido por un ladrillo hueco (80X25x6 cm) sobre el cual han sido aplicados los revoques en estratos sucesivos rayando la superficie para aumentar la adherencia entre los estratos. Para

cada tipo de revoque fueron efectuadas tres pruebas aplicando la carga en modo directo, según el esquema indicado en la figura 3.
Antes de la aplicación de la carga, la parte del revoque interesada, diámetro 50 mm, fue separada del soporte con todo su ancho mediante un torno, luego a la zona aislada fue adherida con goma eposidica una placa metálica gruesa 6 mm, del mismo diámetro[4].

TABLA 7.

Tipo de enlucido	Adherencia media al soporte [MPa]	Tipo de enlucido	Adherencia media al soporte [MPa]
A	0,162	P	0,046
I	0,062	Q	0,117
L	No superada	R	> 0,137
N	No superada	S	0,113
O	> 0,133	Z	0,080

De los resultados obtenidos (tabla 7) se observa la alta adherencia al soporte en ladrillo que se obtiene con el uso del yeso comparada con la baja o nula con el uso del cemento o de la cal. Esto se debe a la fuerte contracción en ambos casos, de acuerdo a los resultados obtenidos en tal prueba. Tales valores de adherencia podrán mejorar utilizando un soporte de tierra.

4.6 Test de absorción con tubo de Karsten

La prueba fue conducida sobre cada tipo de revoque colocando la pipeta graduada (figura2b), previamente pegada sobre la superficie con silicon[5], en tres puntos diferentes a distancia intermedia respecto al largo de la tabla.
La lectura de la absorción de parte del revoque del agua destilada, contenida hasta el límite máximo de 4 cc, viene tomada cada 60 segundos y terminara en el lapso de 15 min (tabla 8).
Después de esta prueba se nota un comportamiento similar de absorción entre los revoques estabilizados con cemento y yeso, mientras se manifiesta una notable reducción con cal y con el aumento, en debidas porciones, de gluten vital de trigo y de gluten de maíz al yeso.

TABLA 8.

Tipo de enlucido	Absorbencia media después de 1° minuto [cc]	Absorbencia media después de 5° minuto [cc]	Absorbencia media después de 10° minuto [cc]	Absorbencia media después de 15° minuto [cc]
A	0,27	0,87	1,45	1,95
I	0,22	0,77	1,33	1,85
L	0,08	0,52	1,00	1,50
N	0,15	0,53	0,85	1,13
O	0,30	0,72	1,10	1,45
P	0,17	0,23	0,28	0,33
Q	0,20	0,50	0,75	0,97
R	0,10	0,13	0,22	0,23
S	0,07	0,12	0,17	0,17
Z	0,17	0,35	0,48	0,55

4.7 Test de erosión

Esta prueba, desarrollada según la normativa australiana y nuevazelandes[6], y según aquella más agresiva propuesta por H. Houben y H. Guillaud (CRATerre), permite determinar la erosión de un revoque simulando la condición de caída de lluvia.
Los revoques fueron sujetos por 1 hora respectivamente a una presión con agua de 50 kPa con spray de 35 huecos desde una distancia horizontal de 47 cm sobre una superficie de impacto circular del diámetro de 7,5 cm y una presión de 140 kPa con ducha de diámetro de 10 cm desde una distancia horizontal de 20 cm sobre una superficie de impacto rectangular 4x8 cm.
Al término del primer test se observa una mínima erosión superficial, 1-2 mm, solo en los revoques compuestos de tierra+yeso y tierra+yeso+gluten de maíz, poniendo en resalte el aporte ventajoso del gluten vital de trigo unido a tierra y yeso (figura 4). La segunda prueba, más agresiva, muestra erosión puntual por parte de los revoques de tipo L,N,R,S y Z, y superficial por parte de las tipologías A, Q, 2-3 mm, y O, de menor profundidad.

5. Conclusiones

La campaña experimental conducida ha permitido verificar la validez del uso de yeso como aditivo en los revoques a base de tierra, comparada al comportamiento de la cal y del cemento. El yeso por sus características físico y químicas:

1. permite el control del la contracción, típico problema de los revoques a base de tierra;
2. garantiza una mayor eco-biosustentabilidad del producto;
3. aporta ventajas económicas y de prestación;
4. reduce su costo energético;
5. es compatible con los aditivos de origen vegetal.

En particular el uso de yeso con gluten vital de trigo aumenta la resistencia al agua del revoque sea en la absorción de la misma, que en la erosión, que resultan ambos menores; mejora la dureza, aumenta la acción de adherente al suporte, retrasa el tiempo de maduración.

Bibliografia

- SEIDEL, G. (et alii), (1979): “Tecnologia dei leganti - cemento calce gesso. La cottura: processo e impianti”, vol. 3, Edizioni di Scienza e Tecnica, Milano, Italia.
- TURCO, Antonio (1985): “Il gesso: lavorazione, trasformazione, impieghi”, HOEPLI, Milano, Italia.
- KAFESCIOGLU, Ruhi, (et alii) (1985): “Adobe blocks stabilized with gypsum”, Proceedings of a Symposium held in Nairobi, in *Appropriate Building Materials for Low-cost Housing*, African Region, E. & F. N. Spon, London–New, York, UK–USA.
- NOLHIER, Marc (1986): “Costruire en plâtre“, L’Harmattan Villes et Entreprises, Paris, France.
- HOUBEN, Hugo ; GUILLAUD, Hubert (1989): “Traité de construction en terre“, vol.1, CRATerre, Parenthèses, Marseille, France.
- NORTON, John (1997): “Building with earth. A handbook“, Intermediate Technology Publications, London, UK.
- MASPERO, Mauro; MATTONE, Manuela (1998): “La protezione degli edifici in terra: l’intonaco“, Atti del seminario in *Terra: incipit vita nova*, Politecnico di Torino, Torino, Italia.
- ITDG (a cura di) (1999): “Mud plasters and renders”, in *Appropriate Technology*, n.1, vol.26, UK.
- GASPAROLI, Paolo; SABBADINI, Sergio; SCUDO, Gianni (2001): “Gli intonaci in argilla” in *Ambiente Costruito*, n.4, Italia.

- IŞIK, Bilge (2003): “Case study on Alker (earth) shooting technology”, in *9th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architecture - Terra 2003*, Iranian Cultural Heritage Organization, Yazd, Iran.
- MATTONE, Roberto; PASERO, Gloria (et alii), (2003): “Gypsum and earth based plaster reinforced with vegetal fibres“, in GHAVAMI Khosrow, *1st Inter American Conference Non-conventional Materials and Technologies in the Eco-Construction and Infrastructure*, João Pessoa, Brazil.
- MATTONE, Roberto (2005): “Sisal fibre reinforced soil with cement or cactus pulp in bahareque technique“, in *Cement & Concrete Composites*, n° 27, pp. 611-616, England.

Notas

(1) Norma UNICHIM pr14 (1969): “pH in sospensione acquosa-Pigmenti e riempitivi per prodotti vernicianti”.

(2) Norma UNI EN 196-1 (1996): Metodi di prova dei cementi, “Determinazione delle resistenze meccaniche”.

(3) Norma UNI 8942 (1986) (parte terza): “Prodotti di laterizio per murature”, paragrafo n.14, “Determinazione dell’assorbimento d’acqua”; Cahier n.1779, CSTB (1982): Modalités d’essais des enduits extérieurs d’imperméabilisation de mur à base de liants hydrauliques.

(4) Norma UNI EN 1015-12 (2002): Metodi di prova per malte per opere murarie, “Determinazione dell’aderenza al supporto di malte da intonaco esterno ed interno”; RILEM FINAL RECOMMENDATIONS (1982): Mr Technical Committee on Mortars and Renderings, “Determination of the bond strength between bricks or blocks and mortar (direct pull-test)”; Cahier n.1779, CSTB (1982): Modalités d’essais des enduits extérieurs d’imperméabilisation de mur à base de liants hydrauliques, “Comportement de l’enduit appliqué sur son support. Essais de comportement global: adhérence”.

(5) Norma UNI EN 1015-21 (2004): Metodi di prova per malte per opere murarie, “Determinazione della compatibilità delle malte monostrato per esterni con il supporto”; MOHREN n.11 (2000): “Water penetration testing tubes according to Prof. Karsten”.

(6) CSIRO, Australia, Bulletin 5 (1952): “ Earth-wall construction “, Appendix D: “Accelerated Erosion Test”; Standards New Zealand, NZS 4298 (1998): “Materials and workmanship for earth buildings”, Appendix D: “Erosion Test (Pressure spray method)”.

[1] Profesor Asociado, Politecnico di Torino, Departamento de Ciencias y Técnicas para los Procesos de Asentamiento, Viale Mattioli 39, 10125, Torino, Italia, e-mail: roberto.mattone@polito.it

[2] Profesor, Politecnico di Torino, Departamento de Ciencias y Técnicas para los Procesos de Asentamiento, Viale Mattioli 39, 10125, Torino, Italia, e-mail: gloria.pasero@polito.it

[3] Doctorando, Politecnico di Torino, Departamento de Ciencias y Técnicas para los Procesos de Asentamiento, Viale Mattioli 39, 10125, Torino, Italia, e-mail: alezio.rivotti@polito.it

[4] Graduanda, Departamento de Ciencias y Técnicas para los Procesos de Asentamiento, Politecnico di Torino, Viale Mattioli 39, 10125, Torino, Italia, email: idisi@tiscali.it

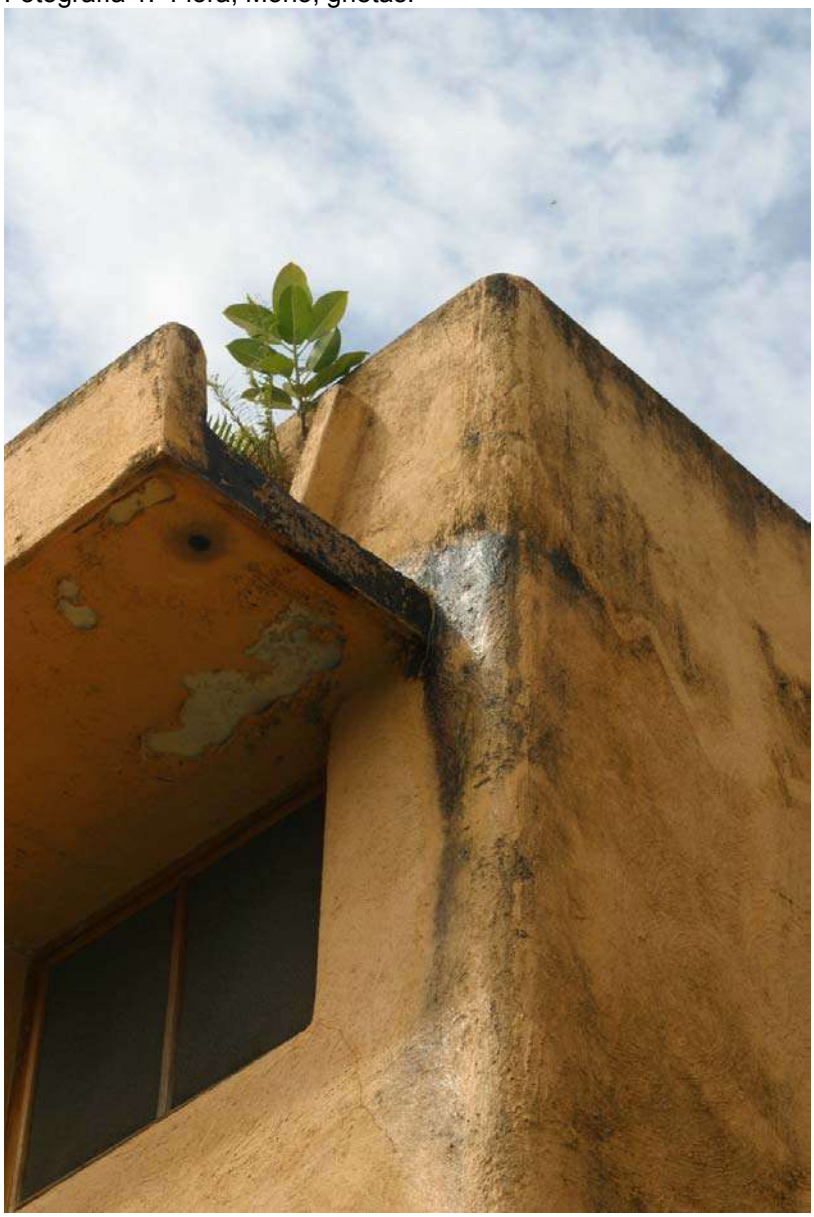
LA HUMEDAD EN LAS CONSTRUCCIONES CON TIERRA EN EL TROPICO. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

Por: Arq. Angela M. Stassano R.*

" Stassano y Asociados S. De R.L."
Edificio Adobe 30, 2do. piso, local No.5
San Pedro Sula, Honduras.
Teléfono(504) 551-8629 (504)551-8630
Fax (504)551-8631
Email: adobe.y.viento@sigmanet.hn

Adjunto las 2 fotografías y las 2 figuras del artículo en formato de Word.

Fotografía 1. Flora, Moho, grietas.



Fotografía 2. Colapso por exceso de humedad.



Figura 1. Ventilaciones Cruzadas.

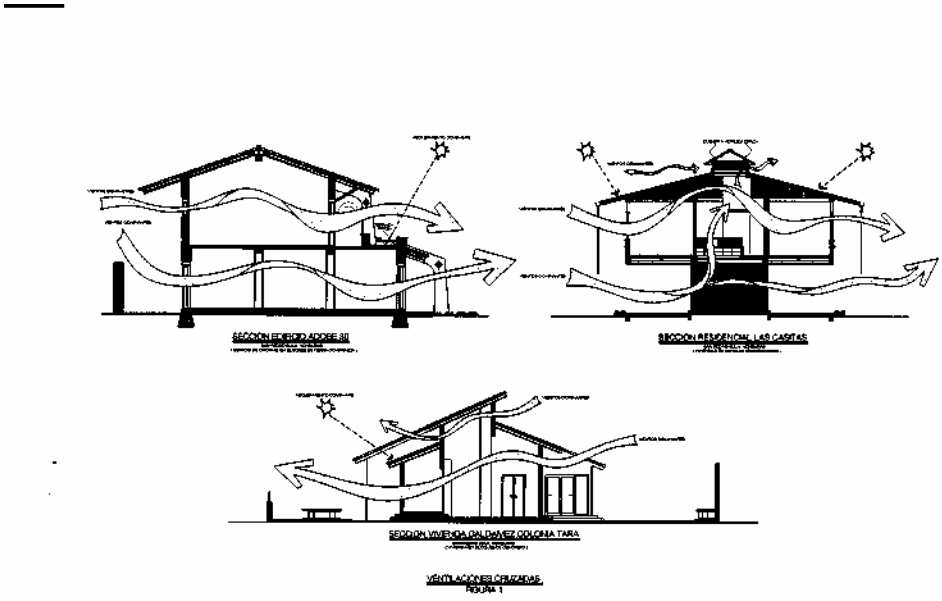
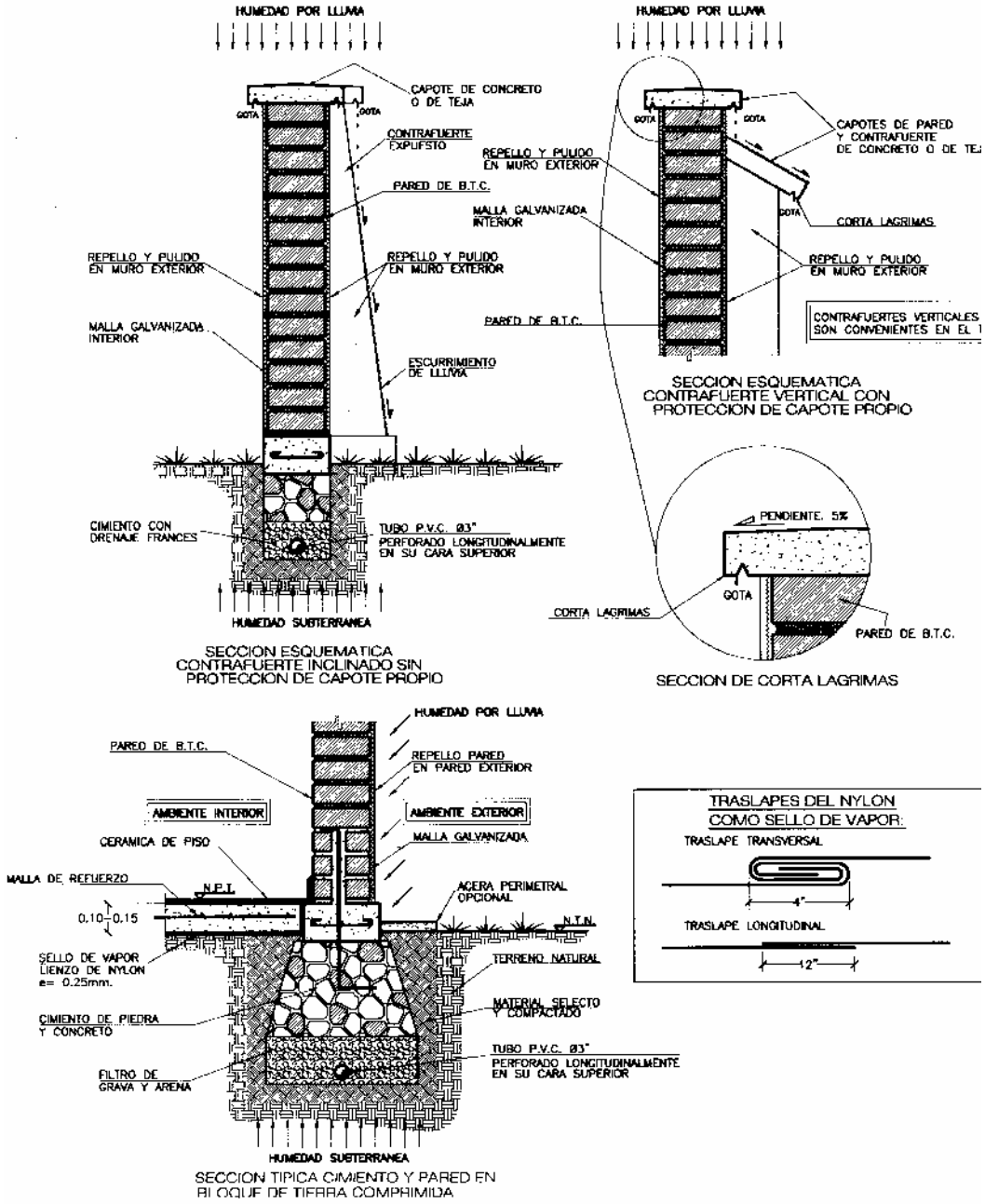


Figura 2. Humedad directa y por Capilaridad



HUMEDAD DIRECTA Y POR CAPILARIDAD

FIGURA 2

COMPORTAMENTO EXPERIMENTAL DE PAREDES DE ADOBE COM VISTAS À ELABORAÇÃO DE NORMA BRASILEIRA DE CONSTRUÇÃO COM ADOBES

Prof. Normando Perazzo Barbosa
Departamento de Tecnologia da Construção Civil
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
nperazzo@lsr.ctr.ufpb.br

Jameson da Silva Gonçalves
Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana
Universidade Federal da Paraíba, Brasil

Suely Brasileiro
Arquiteta Autônoma, Recife, Pe, Brasil

Prof. Khosrow Ghavami
Departamento de Engenharia Civil
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Brasil

Tema 5: Comportamento e resistência dos edifícios
Palavras chave: alvenaria de adobe, comportamento, resistência

Resumo
O Brasil conta com notável patrimônio arquitetônico em adobe. Até meados do século passado, muitas construções eram ainda feitas com esses tijolos crus, sobretudo na Região Nordeste do país. No entanto, a intensa propaganda dos materiais industrializados fez com que esse excelente material de construção, principalmente para as zonas áridas do interior do Nordeste Brasileiro, fosse sendo abandonado e hoje é até difícil encontrar pessoas que saibam manusear a terra e fabricar adobes. Contudo, tendo em vista as vantagens dos blocos de terra crua quando se fala em sustentabilidade da construção, há o interesse em se revitalizar a técnica construtiva com esse tipo de bloco. Essa revitalização passa pela necessidade de normalização. Na Universidade Federal da Paraíba foi feita uma série de ensaios experimentais, com o fim de se obter maiores informações sobre o comportamento das paredes de adobe. Foram testadas paredes de 1 m de altura e também de 2,40 m de altura, instrumentadas com extensômetros mecânicos, submetidas a três ciclos de carregamento crescente. Foi também ensaiada uma parede com orifício simulando espaço de uma janela. Foram obtidas curvas carga-deformação, carga de fissuração, carga de ruptura e informações sobre o comportamento das alvenarias de adobe. Aqui apresentam-se os resultados da experimentação da última parede. O objetivo maior do estudo é obter subsídios para apresentar uma proposta de norma brasileira de construção com adobes, levando em conta a não necessidade de se considerarem esforços horizontais atuantes nas paredes das edificações, visto que no Brasil desconsidera-se a probabilidade da ocorrência de sismos.

1. Introdução
Alvenarias portantes de adobe têm sido usadas desde os primórdios das civilizações. Com o advento dos materiais industrializados e a intensa propaganda a respeito deles, ao poucos as paredes de terra com blocos crus foram caindo em desuso, até seu quase que completo abandono. No entanto, considerando-se hoje que a fabricação de tijolos cerâmicos consome enormes quantidades de energia, lança CO_2 na atmosfera e muitas vezes, como ocorre na Região Nordeste do Brasil, utiliza a vegetação local para a queima, contribuindo para um perigoso processo de desertificação, é de tudo benéfico para as futuras gerações o resgate dos milenares tijolos de adobe.
Do ponto de vista da engenharia é fundamental que seu uso se faça criteriosamente, com base científica. Mas enquanto concreto, aço, blocos cerâmicos e outros materiais

industrializados são estudados em praticamente todas as universidades técnicas do mundo, infelizmente contam-se nos dedos aquelas que se dedicam a pesquisar os materiais tradicionais como é o caso dos adobes. Assim, muitos arquitetos e engenheiros, com formação convencional, desconhecem esse produto para a construção e os que o conhecem não acreditam que alvenarias com eles feitos tenham capacidade resistente para serem empregados nas edificações.
Faltam, pois, mais dados experimentais relativos à construção com adobes. Essa falta de resultados de investigação fazem com que em muitos locais onde existem regulamentações para construção com adobes elas conduzam a paredes super-dimensionadas, de espessura por vezes exagerada.
Para ter confiança no material terra, na Universidade Federal da Paraíba em cooperação com a Universidade Católica do Rio de Janeiro, dentro de um programa de pesquisa sobre materiais de construção não convencionais, tem-se estudado as paredes de adobe. Dentro dessa linha, foram testadas várias alvenarias, para se obterem dados que possam subsidiar uma proposta de norma brasileira de construção com aquele blocos.

2. Programa experimental

2.1 Materiais

A terra utilizada foi originária das vizinhanças da cidade de João Pessoa, Paraíba, Brasil, de coloração amarelada. Esta contém cerca de 65 por cento de fração arenosa, com índice de plasticidade em torno de 18 % e limite de liquidez inferior a 30%.
A argamassa de assentamento foi composta pela própria e por com pequenas percentagens de cal e de cimento, numa consistência tal que permitisse o bom assentamento dos tijolos.

2.2 Métodos

A resistência dos blocos foi medida secionando-se o tijolo ao meio e unindo-se as duas metades por argamassa, as superfícies superior e inferior capeadas com pasta de cimento, como sugere norma brasileira sobre tijolos de solo-cimento [1].
Foram também testados prismas, como proposto na norma peruana de adobes [2].
Além de paredes maciças foi testado um painel estrutural com orifício de janela, apresentando verga e contra verga nos topo e base da abertura respectivamente, como se pode ver na Figura 1. A largura total da parede foi de 2,10 m e a altura 2,20. No topo da parede foi posta uma cinta para melhor distribuição da carga. Os segmentos ao lado da parede tinham 60 cm de largura. A parede foi instrumentada com extensômetros mecânicos para posterior obtenção das deformações. O carregamento foi aplicado em três ciclos: o primeiro até 40 kN/m, o segundo até 80 kN/m e o terceiro até a ruptura.

Figura 1 – Parede testada experimentalmente

3. Apresentação e análise dos resultados

A resistência média à compressão dos tijolos foi próxima de 1 MPa.
Até a carga de 80 kN, correspondendo à uma carga distribuída de 38 kN/m, a parede apresentou excelente comportamento sem nenhum sinal fissuras (Figura 1).
Na carga de 100 kN (47,6 kN/m) começaram a aparecer trincas começando pela extremidade da verga superior. Também na extremidade da contra verga surgiram pequenas fissuras, como se pode ver na Figura 2.

Figura 2 – Fissuras começando nas extremidades das verga e contra-verga

As fissuras na parte inferior contra verga indicam que está a haver concentração de tensões sob ela, por conta da maior rigidez do elemento de concreto.
No estado limite último pode-se ver na Figura 3 que as fissuras entre as extremidades das verga e contra-verga propagaram-se formando um única trinca. Note-se que a contra-verga tinha comprimento menor que a verga, daí a maior fissuração sob esta última.

Figura 3 – Fissura ligando as extremidades da verga e da contra-verga nas vizinhanças da ruptura

A parede conseguiu resistir a uma carregamento máximo de 66 kN/m, o que significou uma tensão aproximada de 0,8 MPa na seção vizinha às janelas.
Na Figura 4 tem-se a curva carga deslocamento dos extensômetros posicionados entre as janelas. Pode-se notar que a deformação residual no primeiro ciclo de carga é desprezível, inferior a 0,2 mm. Após o segundo ciclo de carga ela chegou a cerca de 0,5 mm o que é perfeitamente aceitável. Como se verá adiante, a carga de utilização de parede de adobe em habitação popular é inferior a 12 kN/m, o que corresponderia no caso a uma carga de cerca 25 kN. Para essa carga vê-se na Figura 4 que os deslocamentos são desprezíveis. Nenhuma interferência haveria nos marcos das janelas.

Figura 4- Curvas carga-deslocamento dos extensômetros centrais

Considere-se uma casa de interesse social como a indicada na Figura 5. Adotando para as paredes a espessura de 15 cm, pode-se calcular, de forma aproximada, as tensões máximas que ocorrem nas paredes mais solicitadas.

Figura 5- Casa de interesse social

Considerando que haja uma laje do tipo pré-moldada sobre todos os ambientes (armadas na direção horizontal), a parede mais carregada vai ser aquela central. Foi admitido peso próprio de 2 kN/m^2 , sobrecarga de 0,5 kN/m^2 e adotado para coberta carga uniformemente distribuida na laje de 1 kN/m^2, resulta para carga total na laje de 3,5 kN/m^2.
A parede central vai estar submetida a um carregamento originário da reação das lajes sobre ela de 3,5 x 3,4 = 11,9 kN/m.
A solicitação de cálculo vai ser:

$$p_{Sd} = 1,4 \times 11,9 = 16,7 \text{ kN/m}$$

A carga resistente de cálculo da parede obtida no ensaio foi de:

$$p_{Rd} = 66/2,8 = 23,7 \text{ kN/m}$$

Como $p_{Sd} < p_{Rd}$ a segurança está satisfeita.

É conveniente verificar se a tensão solicitante de cálculo máxima não supera a resistência de cálculo do tijolo de adobe.
A tensão máxima vai estar no pé da parede. Assim, na base dela, o peso próprio representa um carregamento de 0,15 x 18 = 2,7 kN/m.
A carga máxima será de 11,9+2,7 = 14,6 kN/m.
Nas regiões não muito próximas aos vazios das portas ou janelas, a tensão de cálculo, segundo [3], é:

$$\sigma_{Sd} = 1,4 \times 14,6/(0,15x1\ ) = 136\ kN/m^2 = 0,136\ MPa$$

Considerando a tensão resistente medida no ensaio, de 1,0 MPa, a tensão resistente de cálculo vai ser:

$\sigma_{Rd} = 1,0/2,8 = 0,35$ MPa , e como $\sigma_{Sd} < \sigma_{Rd}$, a segurança está satisfeita.

Na realidade tratam-se de cálculos muito aproximados, pois na parede central (na direção horizontal na planta da Figura 4) tem-se abertura de duas portas. Como no topo de todas as paredes existe a cinta de coroamento, há uma redistribuição do carregamento que faz diminuir a concentração de tensões nas vizinhanças dos vazios de portas e janelas.

4. Considerações finais

Foi apresentado resultado da experimentação de parede de adobe com abertura de janela.
Sob cargas de serviço o comportamento das paredes é mais que satisfatório, com pequenas deformações, incapazes de interferir nos marcos de portas e janelas.
Foi mostrado que paredes de adobe de 15 cm são suficientes para suportar o peso de uma laje de concreto armado e estrutura da cobertura.
No exemplo apresentado, a carga horizontal dos suportes extremos do telhado seria absorvido pela cinta existente sobre as paredes e solidária com as lajes.
A experimentação mostrou que a ruptura inicia-se nas zonas de concentração de tensões sob as vergas e contra-vergas. Para reduzir as tensões nessas regiões é necessário aumentar a zona de contato daqueles elementos estruturais com as paredes.
O comprimento das vergas e contra-vergas pode ser otimizado através de análise numérica, o que está sendo feito no momento.
Mais estudos experimentais são necessários para se estabelecer a confiança nos milenares blocos de adobe por parte dos engenheiros e arquitetos que recebem uma formação que louva apenas os materiais industrializados.

Referências

[1] ABNT – NBR 8492 (1984): “Tijolo maciço de solo cimento: determinação da resistência e da absorção de água”. Rio de Janeiro, Brasil.
[2] Reglamento Nacional de Construcciones (2000): “Norma técnica de Edificación E080 – Adobes”. Lima, Peru.
[3] BARBOSA, N. P.; GONÇALVES, J. S.; GHAVAMI, K. (2005): “Proposta de uma norma brasileira de construção com adobes”. Anais do Sismo Adobe, Univ. Católica do Peru, Lima, maio de 2005.

SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS DE REFUERZOS SISMO - RESISTENTES EN EDIFICACIONES DE ADOBE Y TAPIAL

Hugo Pereira Gigogne *
Holanda 87 Depto. 802, Santiago, Chile Tel (562)4749765
www.casasdebarro.com / pgigogne@gmail.com

Tema 5: Comportamiento y resistencia de los edificios
Palabras claves: adobe, tapial, resistencia

Resumen
Las edificaciones de adobe y tapial, presentan bajos estándares de resistencia mecánica. Baja resistencia al esfuerzo de compresión y prácticamente ninguna resistencia al esfuerzo traccionante. Un bajo porcentaje de humedad presente en éstas estructuras (aprox.12 %) elimina toda resistencia mecánica.
Esto merece la mayor atención técnica, especialmente en áreas sísmicas, de forma de disminuir el riesgo de colapso estructural.
A continuación,se analizarán una serie de soluciones constructivas que apuntan a otorgar seguridad estructural en el evento sísmico. El origen de ésta información ha sido a través del ejercicio profesional como arquitecto y constructor de edificaciones en adobe y tapial en Chile desde 1981. Es necesario consignar que prácticamente todas éstas obras edificadas han contado con planos de cálculo estructural y que cada proyecto ha sido calculado y concebido en estrecha colaboración con el profesional calculista. Otras fuentes de información han sido la participación del autor en la red temática HABITERRA, del programa CYTED desde el año1993 y posteriormente, la participación en el proyecto de investigación PROTERRA del mismo programa.

1. Cimentaciones y sobrecimientos

Especial importancia en la estabilidad de las edificaciones de adobe y tapial tienen las cimentaciones, toda vez que aseguran la estabilidad ante el esfuerzo sísmico. Es relevante un estudio de mecánica de suelos que establezca el tipo de suelos, resistencia o capacidad portante del mismo. Esto es significativo, ya que las estructuras de adobe y tapial son pesadas (densidad promedio Adobe y tapial es de 1.500 Kg. / m3). Debido a esto, en algunos casos es necesario considerar fundaciones en forma de zapata para aumentar la superficie de contacto del suelo con el peso de los muros.
Las fundaciones recomendadas por razones de costo son:

- Albañilería de piedra rústica pegada con argamasa de barro.
- Albañilería de piedra rústica pegada con argamasa de cemento tipo C (170 Kg de cemento / m3 de argamasa)

En ambos casos (adobe y tapial) es recomendable rayar el hormigón en etapa de proceso de curado, previo a la confección de los muros de tierra. Estas rayas se pueden realizar con una vara de un diámetro de 2,5 cm., distanciadas a unos 10 cm.
Lo anterior, con el propósito de que la estructura ofrezca mayor resistencia por roce, al efecto de la fuerza horizontal del sismo.
Debido a la prácticamente nula capacidad de resistencia al humedad de la tierra, es recomendable disponer un sello contra posibles daños de las primeras hiladas de adobe debido a humedad por capilaridad. Este sello puede ser en base a una primera mano de imprimante, que luego recibe una mano de asfalto en frío o alguna solución alternativa.
En algunos casos, tales como la norma de California, USA, se exige el refuerzo de la fundación mediante una armadura de hierro de ½ “en el fondo de las fundaciones correspondiente a un muro de adobe de 40 cm de espesor.

2. Estrutura de cubierta

Es recomendable que la solución de cubierta se conciba como un ***diafragma rígido***, que permita una colaboración de todos los muros ante un evento sísmico .En éste sentido, la cubierta ideal sería una losa de hormigón armado. El conjunto residencial ***La Luz***, en ***La Joya***, California, del arquitecto Antoine Predock , construído en base a la técnica de tapial , es un buen ejemplo de aplicación de este concepto.

Existen otras alternativas de concepto estructural en términos de cubierta igualmente válidos al anterior. Es el caso de proyectos con la aplicación de la norma NT-080 (Construcciones en adobe, disposiciones especiales para diseño sismoresistente) [1], del Perú, en que se plantean cubiertas livianas y muros auto soportantes reforzados internamente y arriostrados mediante contrafuertes.

3. Amarre o anclaje de vigas corona y estructura de cubierta en cubiertas convencionales a dos aguas o mas

Aspecto crucial, es el considerar una cadena de amarre continua y fuerte, que permita transmitir esfuerzos a los muros ante el esfuerzo sísmico procedente de diferentes direcciones. A su vez, permiten asegurar la continuidad de la estructura portante ante el empuje sísmico.

Fig 1 Detalle cadena superior de amarre, Escuela – Internado Botalcura. Arquitecto y constructor Hugo Pereira G. Año construcción 1990 .VII Región, Chile , Sup. construída 4430 m2.

Ejemplo vernacular de lo anterior en Chile, es el sistema de estructura de cubierta conocido como ***par y nudillo***, consistente en dos montantes o piernas unidos centralmente por un tirante.

Se aplican actualmente cadenas de amarre trianguladas de madera. Sistema de soleras superiores afianzadas a una segunda solera inferior ubicada a 4 o 5 hiladas bajo las anteriores.

También se aplica cadena de hormigón armado con ***encaje continuo*** central en la cara inferior de la misma. Variante mexicana de la misma, es la consideración de un semi-pilar vertical que baja en las esquinas producto del encuentro de dos cadenas o ***espolón***.

Ambos recursos permiten evitar la separación y posterior desprendimiento del hormigón armado del material tierra del muro en el evento sísmico.

En el caso del adobe,no se recomienda la consolidación estructural mediante albañilería armada con pilares y vigas ya que ambos sistemas tiene módulos de elasticidad incompatibles .

4. Soluciones constructivas de refuerzos de muros de adobe

Muros y contrafuertes - Trabas

Como el adobe prácticamente no resiste el esfuerzo de tracción ante la solicitación sísmica, es importante considerar que los muros en ambas direcciones sean colaborantes y puedan absorber cooperativamente éste tipo de esfuerzos. Para que los muros perpendiculares que se encuentran en forma de T, L o +, cumplan satisfactoriamente una resistencia al empuje de la fuerza horizontal del sismo, el largo de estos en planta debe ser igual o mayor a la mitad de la altura del mismo muro.

En aquellos recintos pequeños, ésta función la satisfacen los mismos muros que configuran los recintos. Así es como es recomendable el uso de contrafuertes perpendiculares al plano de aquellos muros de largos considerables. Por ejemplo, en recintos alargados y de mayor tamaño, la distribución, dimensión y proporción de estos

contrafuertes estará en relación a las características dimensionales de la estructura. Lo anterior está contenido en la norma peruana NT-080.
La correcta traba de los adobes, asegura un comportamiento sismo-resistente de la estructura, al concebir los muros como una continuidad estructural sin posibles fallas en las juntas verticales .Existen recomendaciones de soluciones de trabas para los diferentes tipos de esquinas (T, L o +).

5. Refuerzos interiores

5.1 Alambres galvanizados especiales y zunchos
Con el objeto de solucionar la nula resistencia al esfuerzo tracción ante, los
muros de adobe pueden reforzase internamente con alambre de púas , galvanizado con un sencillo procedimiento de post - tensado , mediante cuñas de madera en las testeras de los muros esquineros

5.2 Refuerzos vegetales
Se han diseñado sistemas de refuerzo interior en base a varillas de bambú, expresados en la norma peruana NT-080 [1] . Estas quedan insertas en la albañilería de adobes diseñada ad-hoc, para estos propósitos. Básicamente existen dos tipos de alternativas de la misma solución. La primera en que se emplea un aparejo tal, que permite la colocación vertical de las varillas de bambú y la segunda en que se utilizan bloques de adobe especialmente perforados con el mismo propósito.
Lo importante en ésta solución, es que las varillas de bambú deben quedar sólidamente empotradas tanto en las fundaciones como en la cadena de coronación. Esta solución, un tanto compleja constructivamente, si bien no deteriora los muros, evita su colapso estructural.

5.3 Refuerzos de doble malla
Recientemente, varios equipos de investigación han comenzado a explorar la utilización de mallas de refuerzos de las edificaciones de adobe. Es significativo, en éste sentido el aporte del equipo que trabaja en la P.U.C del Perú, el que ha investigado una solución alternativa a los refuerzos interiores de caña descritos en el punto anterior. Básicamente se ha experimentado con mallas del tipo metálico y de plástico (polipropileno abertura 30 / 40 mm)
El método consiste en el confinamiento estructural en las esquinas, dinteles y bordes de vanos de construcciones de adobe de una planta, de forma de evitar el colapso estructural. Se amarra profusamente una doble malla por ambas caras de los muros en los perímetros de vanos y esquinas, con un ancho de aproximadamente 0,5 m. La ventaja de éste método constructivo es que aparte de ser un método de más simple ejecución, que el de cañas de refuerzo, permite consolidar estructuras existentes. Es decir, constituye un excelente método de consolidación preventiva.

6. Refuerzos de madera: escalerillas o llaves
Una solución tradicional de refuerzo, es la inclusión de pequeñas escalerillas o llaves de madera dentro de la argamasa de pega de los muros de adobe. Estas permiten asegurar la continuidad estructural en muros de diferente sentido, en el evento sísmico. Se recomienda el uso de maderas de buena calidad de forma de obtener una mayor durabilidad. Estas no deben ser cepilladas y se recomiendan uniones de carpintería sin la utilización de clavos o conectores metálicos de ningún tipo. , que pudieran sufrir proceso de oxidación. Es necesario dejar constancia, que los muros de tierra, por su alta porosidad, tienen una dinámica transmisión de humedad interior- exterior.

Fig. 2 Detalle refuerzos intermedios de madera, Escuela Pencahue. Arquitecto Hugo Pereira G. Año construcción 1990 .VII Región, Chile, Sup. construída 635 m2.

7. Soluciones constructivas de viga corona o de amarre de muros de adobe y tapial

7.1 Soluciones en madera

Este componente es fundamental para asegurar la estabilidad estructural de la edificación en adobe, ya que cumple la doble función de transmitir esfuerzos desde el sistema de cubierta a los muros y de continuidad estructural entre éstos mismos .Una doble solera superior de madera conecta los muros.

Una variante que asegura la conexión muro-cubierta, en el caso de adobe, es la disposición de soleras auxiliares inferiores, ubicadas 4 o 5 hiladas bajo las soleras superiores y conectadas debidamente conectadas y fijadas entre sí.

7.2 Soluciones en hormigón armado

Un problema que presenta la confección de una cadena de coronación hormigón armado, en éste tipo de muros, es el empuje lateral que produce el sismo sobre la misma y potencial deslizamiento y destrucción. Para ello se recomienda que el detalle en corte de la cadena de h.a. (que no considera pilares del mismo material) considere un saliente inferior o calado, a todo lo largo de la cadena, de forma de contrarrestar las fuerzas de empuje horizontal producto del sismo. Este puede tener un diseño en forma de cuña o rectangular.

Para confeccionar esta interfase una vez acabado el coronamiento de adobe o tapial, éste es excavado en la profundidad y ancho que determine el calculista para su posterior relleno con h.a.

Fig. 3 Detalle cadena superior de amarre de h.a. , Casa Sr. Hugo Vilches M.. Arquitecto y constructor Hugo Pereira G. Año construcción 2004. R.M. Santiago, Chile, Sup. construída 261 m^2.

8. Soluciones constructivas de refuerzos en muros de tapial

8.1 Trabas verticales y horizontales de tapiales

En esta estructura, se recomienda que las trabas verticales no se produzcan en las esquinas. En ellas deben emplearse moldes o formaletas especiales que entreguen continuidad estructural. Así mismo, se recomienda la ejecución de un sistema de caja y espiga vertical, realizado en el tapial, antes del compactado del suelo. Una importante experiencia e información que avalan lo anteriormente expresado tiene el Ing. ecuatoriano Patricio Cevallos S., del proyecto PROTERRA -CYTED.

8.2 Refuerzos interiores

Refuerzos en base a maderas rusticas

Para dar una continuidad estructural entre los pesados bloques de tapial, se emplean maderos de especies resistentes mecánicamente y a la pudrición. Al igual que en las estructuras de refuerzos de bambú expresadas en 3.2.2. Estos deben quedar sólidamente empotrados tanto en las fundaciones como en la cadena de coronación. En el marco del convenio ININVI - Laboratorio de estructuras de la P.U .Católica del Perú,

se ensayaron prototipos de vivienda en tapial reforzado aplicando estos detalles, con resultados satisfactorios desde un punto de vista de consolidación estructural [3].

Con el objeto de contrarrestar el empuje horizontal del sismo en éstas estructuras, el Programa de vivienda rural, de la Facultad de Arquitectura, de la Universidad de Mérida, coordinada por el Arqto. Juan Borges R., ha inventado un sistema de refuerzos en base a rafas horizontales. Estas pueden distribuirse a distancias variables en la altura del muro. Consiste en la provisión de cañas de bambú cortadas en su eje (medias cañas) insertas en una capa del tapial confeccionada con suelo estabilizado en proporción cemento : cal tierra de 1 : 1 : 44 [4].

Refuerzos en base a rafas de hormigón armado

Una variante a lo expresado en el punto anterior, es la confección de refuerzos de hormigón armado. Consiste en instalar horizontalmente entre cada tapial, una pequeña losa de h.a. De 5 cm. de altura , confeccionada con malla electro soldada , debidamente amarrada y afianzada .Para mejorar la conexión entre cada hilada de tapial , se recomienda rayar el h.a en etapa de fraguado , previo al compactado de la capa de tapial inmediatamente superior .Así mismo es recomendable dejar insertas y perdidas piedras rústicas de 15 a 20 cm de alto , para contribuir a la continuidad del conjunto , o cualquier material suficientemente resistente , tales como pequeñas barras de hierro o similar.

Fig. 4 Detalle rafas intermedias de h.a., Casa Sr. Hugo Vilches M.. Arquitecto y constructor Hugo Pereira G. Año construcción 2004. R.M. Santiago, Chile, sup. construída 261 m^2.

9. Conclusiones

- Es posible consolidar estructuralmente, evitando el colapso, tanto edificaciones de adobe como de tapial.

- La solución constructiva de los tipos de refuerzos de las estructuras de adobe y de tapial, se adecuan a las realidades tecnológico -constructivas locales.

- La variada gama de refuerzos, combina materiales de diferente procedencia y aplicación técnica tales como el hierro, cemento, caña, etc. con los sistemas constructivos de adobe y tapial.

Especial importancia en éste sentido cobra el conocimiento de las características físicas del material tierra con los materiales de refuerzo, tales como: retracción de secado, adherencia, módulos de elasticidad etc.

- Es significativa la escasez de normas técnicas a nivel de los países iberoamericanos que contribuyan a concebir obras de adobe y tapial sismorresistentes. Destaca la contribución de la norma peruana en toda el área andina y sísmica del continente americano.

Referencias bibliograficas

[1] Revista Informes de la Construcción (1986), N ° 377 , Vol. 37 , Enero - Febrero 1986 Instituto Eduardo Torroja, Madrid, España.
[2] HAYS, Alain (1994): ”Construir con Tierra en México”, CRATERRE, publ. int., p. 15.
[3] Doc. Tec. ININVI (1989): “Construcción con tapial“, Instituto Nacional de

Normalización, Ministerio de Vivienda y Construcción, Lima , Perú.
[4] Manuales de construcción 2 (1992): “Tapia modificada (PS-5)”. República de Venezuela, Convenio de cooperación para la investigación de la vivienda y asentamientos rurales ULA-MSAS-CONICIT, pág 6-10. Universidad de los Andes, Facultad de Arquitectura, Mérida, Venezuela.

* El autor es Arquitecto chileno. Profesor de las Universidades UTEM y ARCIS en Santiago de Chile. Ha sido empresario de la construcción en tierra desde 1982. Miembro de la Comisión de Tecnología del Colegio de Arquitectos de Chile A.G.. Participante en el CYTED desde 1989. Premio Fermín Vivaceta 2000 Colegio de Arquitectos de Chile A.G



Fig 1



Fig 2



Fig 3



Fig 4

PATOLOGIAS DA ARQUITETURA DE TERRA: AVALIAÇÃO-PÓS 10 ANOS DE USO DE UMA RESIDÊNCIA CONSTRUÍDA EM SOLO-CIMENTO MONOLÍTICO

Arquiteto Prof. Eduardo Salma[i](1)* (edsalmar@unimep.br)
Universidade Metodista de Piracicaba
Curso de Arquitetura e Urbanismo
Laboratório de Sistemas Construtivos
Santa Bárbara D'Oeste – SP - Brasil
Arquiteta Ana Negreiros(2)* (ananegreiros@arquiterra.com.br)
Escritório ArquiTerra Projetos e Construções Bioclimáticas
Campinas – SP - Brasil
Arquiteto Prof. Marcos Tognon(3)* (tognon@unicamp.br)
Universidade Estadual de Campinas
Pós-graduação em História da Arte
Grupo de Estudos sobre a História das Técnicas Artísticas
Campinas – SP - Brasil

Tema 5: Comportamento e Resistência dos Edifícios.
Palavras-chave: Patologia, deterioração, solo-cimento, avaliação pós-ocupação.

Resumo
Com o objetivo de avaliar integralmente uma residência construída com solo-cimento, que completa 10 anos de uso, é proposta uma discussão metodológica a respeito de quais procedimentos de documentação e de análise poderão compreender as diversas instâncias envolvidas, desde a discussão das soluções projetuais adotadas até o quadro geral de patologias e fenômenos de depreciação do edifício.
Tal estudo, e respectivamente seus métodos (relevo arquitetônico, documentação fotográfica, vocabulário de patologias e diagnóstico) visam colaborar para uma futura elaboração de uma norma de APO (Avaliação Pós-Ocupação) das edificações modernas construídas com terra crua.
O relevo arquitetônico é um conjunto de desenhos técnicos que visam centralizar todas as informações pertinentes à identificação das formas e suas dimensões precisas, materiais e estruturas, estado de conservação, com os devidos subsídios dos outros dois aspectos metodológicos.
Assim, a documentação fotográfica e o vocabulário de patologias e diagnósticos visam considerar os resultados dos agentes de deterioração das estruturas e superfícies dos materiais, como aqueles físico-químicos (condições ambientais, fenômenos naturais, resultados do processo de construção e acomodação do edifício) biológicos (ação e presença de microorganismos, insetos, pássaros, vegetações) e de uso (habitantes, manutenção, depredação).

1. Objetivo principal da comunicação
Compreender o comportamento dos materiais e as soluções estruturais adotadas neste projeto, após 10 anos de uso da residência. Constituir um quadro de patologias específicas do edifício, visando estudar as relações entre causa-efeito e as soluções projetuais adequadas para as construções com terra.

2. Objeto em Estudo
Residência unifamiliar em 2 pavimentos, composta por 28 ambientes, construída de Fevereiro à Setembro de 1993, com paredes estruturais de solo-cimento monolítico. Possui 257 m^2 de áreas internas, 198 m^2 de áreas de jardins externos e internos; implantada em um lote urbano com 410 m^2.
As características técnicas construtivas são:
1. Fundações.
   a) Brocas furadas a trado de mão e concretadas com profundidade 4 a 5 m e diâmetro 25cm em 10 pontos, donde saem os pilares de concreto armado que funcionam como guias das paredes estruturais de solo-cimento – "guias-fixas".
   b) Nas cabeças das 10 brocas, sapatas de concreto armado de dimensões 60X60X60cm.
   c) Sapatas corridas em valas de 60cm de largura por 60cm de profundidade em toda extensão de paredes, compactadas mecanicamente no traço 10:1 (solo-cimento).
   d) Alvenaria de elevação com tijolos queimados assentados com argamassa rica em cimento, impermeabilizados para a umidade ascendente, com argamassa rica em cimento e Vedacit e pintura de topo com Neutrol.

e) Viga baldrame em concreto armado, em canaleta de tijolo no topo da alvenaria de elevação.

2. Guias-Fixas.
   a) São pilares de concreto armado de seção 16X16cm (concretados com formas metálicas) com rebaixos tipo fêmea, para amarração vertical com os painéis de solo-cimento.
3. Alvenarias.
   a) Paredes estruturais monolíticas de solo-cimento com 16 cm de espessura, compactadas manualmente no traço 12:1 (solo-cimento), paredes estruturais com tijolo queimado (20X11X5cm) em amarração de 1 tijolo, paredes hidráulicas com blocos cerâmicos furados(20X20X10cm) em amarração de 1 tijolo.
4. Lajes de Piso.
   a) Estrutura horizontal para carga de 250Kg por m^2, espessura final de 16cm, feita com pré-moldados com vigas de concreto armado preenchidas com blocos cerâmicos furados e capa de recobrimento em concreto com espessura 4 cm.
5. Forros.
   a) No pavimento superior nos dormitórios, de madeira jatobá tipo macho-femea pregado acima do vigamento estrutural do telhado.
6. Pisos.
   a) Cimento liso com óxidos para coloração final (cimento-queimado).
   b) Tijolos antigos, de barro queimado (28X18X8cm).
   c) Cerâmica cozida industrialmente.
   d) Tacos antigos de madeira peroba-vermelha (20X5X2cm).
   e) Madeira corrida.
   f) Pedras: granitos e pedra-mineira em placas irregulares.
7. Telhados.
   a) Vigamento principal de madeira Jatobá 6X16cm,com ripamento pregado acima do forro.
   b) Telhas de barro tipo “portuguesa”.
   c) Manta plástica para forração abaixo das ripas.
8. Pinturas.
   a) Superfícies com pintura em silicone.
   b) Superfícies com pintura em tinta acrílica com textura.
   c) Superfícies com pintura em esmalte sintético.
9. Sistema elétrico.
   a) Fiação aparente fixados às paredes com roldanas de porcelana.
   b) Fiação embutida em canaletas plásticas.
10. Sistema hidráulico.
    a) Tubulação de “pvc” embutida nas paredes de blocos cerâmicos (água limpa) 25 mm.
    b) Tubulação de “pvc” embutida nas paredes de blocos cerâmicos (água servida) 100 mm.
    c) Tubulação de “pvc” aparente fixada com braçadeiras às paredes monolíticas (água limpa) 25 mm.
11. Revestimentos.
    a) Argamassa de areia fina – cimento – cal no traço 6:1:1.
    b) Argamassa de areia fina – cimento – cal no traço 6:2:1.
    c) Argamassa de terra argilosa – cimento no traço 4:1 com adição de óxidos corantes.
12. Caixilharia.
    a) Portas antigas reciclada de madeira (folhas e batentes).
    b) Janelas antigas recicladas de madeira (folhas e batentes).
    c) Janelas de estrutura de ferro recicladas.
13. Sistemas de drenos das áreas externas.
    a) Drenos embutidos com tubulação em “pvc”.
14. Sistemas de coleta de esgotos.
    a) Tubulação em “pvc” (100 mm) para condução da água servida.
    b) Fossa séptica construída com tijolo queimado (diâmetro de 1,50 m, profundidade de 6,00 m).

3. Características climáticas

A residência está situada na cidade de Campinas estado de São Paulo. O estado de São Paulo é cortado pelo trópico de Capricórnio entre os paralelos 20 e 25 Sul. A cidade de Campinas está distante 82 km à nordeste da cidade de São Paulo, entre a latitude 22 54´20´´sul e longitude 47 03´39´´oeste.
A região tem a característica de clima Tropical. No ano de 2004, a cidade de Campinas apresentou uma média na temperatura máxima de 32,5 graus Celsius e uma média na temperatura mínima de 19,78 graus Celsius. O total de precipitação pluviométrica foi de 1.045,24 mm e a umidade relativa média do ar foi de 70,52%. (www.iac.com.br / www.cnpm.embrapa.br).

4. Características Ambientais do Contexto (Fig. 1)

5. Elementos para uma Metodologia
A avaliação de uma edificação, seja ela moderna que histórica, implica sempre na convergência de inúmeros gêneros de informações colhidas em uma investigação objetiva e direta sobre a obra, como as fotografias, as medidas e as formas exatas do que foi construído (e que poderá representar divergências com o projeto original), e todas as anomalias que visualmente demonstram alterações dos materiais desde o momento em que foram trabalhados e colocados em funções de revestimento, estruturais, etc.
Essas anomalias, compreendidas em um ciclo com as suas causas, conseqüências e possíveis soluções já experimentadas em laboratórios e canteiros são denominadas “patologias” pelos restauradores, termo que é essencial para sintetizar a nossa abordagem e, principalmente, a nossa intenção em representar todos aqueles fenômenos em um campo cognitivo a cerca de uma etapa fundamental para uma completa Avaliação Pós-Ocupação.
Para efetivar, assim, a convergência das informações fotografadas, descritas e mensuradas, propomos a utilização de um método também empregado pelos restauradores, principalmente no contexto profissional ítalo-francês, denominado “relevo arquitetônico”.

6. O Relevo Arquitetônico
O conjunto de desenhos técnicos que representa, com máxima fidelidade, o estado atual da edificação nas suas propriedades formais, tecnológicas e materiais é definido “relevo arquitetônico”. Mais do que uma técnica de representação de uma obra edificada, o relevo arquitetônico é um verdadeiro campo de conhecimento com as suas regras, regulamentações e controle dos seus resultados. Como disciplina de estudo dos monumentos históricos nasceu no renascimento italiano e se consolidou, como prática e método de ensino durante os séculos XVII e XVIII na França, graças também aos progressos adquiridos na ciência da representação ortogonal, com a geometria descritiva. Baseado em uma ação direta de estudo na arquitetura interessada, o relevo arquitetônico conta com as mensurações precisas, as vistorias de estruturas e instalações, o diagnóstico e a identificação dos materiais. O relevo arquitetônico cumpre a sua função quando é de fato, uma restituição gráfica completa, proporcional e anotada, com o estado de conservação, a caracterização detalhada dos ambientes e a identificação estilística das formas, linguagens e composições presentes.
Para a pesquisa em curso, apresentamos dois relevos arquitetônicos da nossa residência urbana, precisamente, dois cortes, um transversal e outro longitudinal **(respectivamente Figuras 2 e 3)**.
O corte técnico, enquanto representação gráfica ortogonal da arquitetura, possibilita uma interessante avaliação dos materiais na condição primária de todo edifício, ou seja, vencer a gravidade com as suas soluções estruturais e oferecer as oportunas vedações para os ambientes, permitindo, especialmente, a compreensão do artefato edificado desde a sua fundação e sua relação com o lote, até a cobertura.
Nos cortes apresentados temos importantes situações a serem avaliadas:

1. Fundações em sapata corrida de solo-cimento
2. Impermeabilizações das alvenarias de elevação apoiadas no solo-cimento
3. Rodapés das paredes de solo-cimento
4. Estruturas Murarias e Horizontais
    a) Solo-cimento e concreto
    b) Solo-cimento e madeira
    c) Solo-cimento e solo-cimento
    d) Concreto e tijolo queimado

e) Concreto e concreto
f) Bloco cerâmico de 8 furos
g) Estruturas de madeira para pisos elevados

5. Revestimentos e pinturas das paredes de terra crua
a) Sem pintura
b) Com argamassa de revestimento
c) Com pintura e silicone incolor
d) Paredes com pintura colorida impermeabilizada à base de óleo
e) Com pintura colorida à base de água
f) Com pinturas e texturas à base de óleo
g) Com argamassas com texturas
h) Com revestimentos de azulejos
i) Protegidas por beirais
j) Sem proteção de beirais

6. Coberturas
a) Estruturas de madeira
b) Forro de madeira (tipo macho-fêmea)
c) Telha cerâmica

7. A Documentação Fotográfica

Para fotografas as patologias que temos nos dois cortes técnicos, realizamos 140 fotografias digitais, em cores, de alta definição.

A estratégia para compor esse dossiê fotográfico se pautou pela captação intensa de imagens de todas as patologias apresentadas nas superfícies expostas, procurando ressaltar os efeitos visuais que facilitassem uma compreensão e identificação dessas anomalias presentes nas superfícies dos materiais básicos da construção.

A cor, a textura e a dimensão foram os critérios para conceber cada um dos enquadramentos, facilitando não só a interpretação das patologias mas também a sua mensuração.

8. O Vocabulário de Patologias

Os termos para as patologias devem, evidentemente, prever todas as possibilidades de manifestação (sejam superficiais que estruturais ou internas), suas relações de causa-efeito, ou seja de patologias sucessivas que são correlacionadas ao avanço de uma específica deterioração, e sua configuração visual, importante aspecto para orientar a identificação visual durante as primeiras vistorias.

Baseado no "Vocabulário Básico de Restauro e Conservação da Arquitetura Histórica", publicado em 2002 pelo Instituto dos Arquitetos do Brasil – Núcleo da Cidade de Campinas, procuramos aplicar esse conjunto de termos e definições das patologias e dos diagnósticos para o nosso caso.

Constatamos em nossa pesquisa bibliográfica que são raros os casos em que é oferecida uma terminologia de avaliação abrangente para a Arquitetura de Terra construída nas últimas duas décadas.

Citamos, como exemplo, alguns termos que recorrem nos cortes **(Figuras 2 e 3)** do relevo arquitetônico:

- *Biodeterioração*

Fenômeno que envolve a participação de micro-organismos, como p.ex. bactérias e fungos, ou de macro-organismos como cupins e roedores, contribuindo para a deterioração de materiais de importância econômica expostos a condições ambientais específicas.

A Biodeterioração pode ocorrer pela assimilação de compostos do próprio material, pelo micro-organismo ou pela excreção de produtos agressivos, durante sua reprodução. Os mecanismos envolvem a produção de substâncias agressivas como os ácidos inorgânicos (sulfúrico) e ácidos orgânicos(acético, cítrico ou oxálico).

Quando a Biodeterioração ocorre devido ao consumo de componentes do material inerente à estrutura, este fenômeno é designado assimilatório.

- *Desagregação*

Dissolução das estruturas dos materiais com a perda de sua massa física em formato de grãos ou de pequenas partículas, a partir de mínimas solicitações físicas.
A origem da desagregação de materiais históricos pode ser, na maioria dos casos, a fadiga extrema de suas estruturas, ou a partir de um processo intenso de cristalização profunda, denominado : sub-florescência.

- *Descolamento*

Termo que visa designar os processos que sofrem as películas de camadas pictóricas, sejam aquelas protetivas das argamassas, sejam de função decorativa ou artística, ao se descolarem das suas respectivas bases. As causas da perda de aderência dessas películas são geralmente relacionadas a processos de florescência das argamassas; excessiva umidade superficial ou pela pressão do vapor exercida na face interna, o estufamento.

- *Desprendimento*

É o resultado de uma ruptura da composição de estruturas originais, seja de partes da superfície dos seus materiais, de peças dessa estrutura composta, ou mesmo entre duas estruturas distintas, com a sua respectiva queda. O desprendimento é geralmente resultado de submissão de materiais ou estruturas a calor excessivo, ou a movimentações mecânicas bruscas de todo o conjunto, ou ainda resultantes de processos químicos, criando uma desagregação entre os vários estratos ou componentes dos materiais e suas bases de aderência ou de suas estruturas.

- *Eflorescência*

Considerado o processo de degradação mais comum na Arquitetura, sendo a origem química da eflorescência a migração de sais solúveis para as camadas mais externas do seu suporte material, e, em contato com o anidrido carbônico, resultam em um sal insolúvel, geralmente carbonatos, uma mancha branca que se nota com facilidade. Quando são aplicados materiais de revestimento ou estruturais como o cimento comum(clínker), com grande necessidade de estabilização química, em meios físicos compostos por argilas ou rochas, pode-se estimular graves eflorescências, gerando processos de descolamento das películas protetoras das superfícies materiais, e mesmo desagregação completa dessas.

- *Esfoliação*

Trata-se do resultado de processos de desprendimento de camadas superficiais das suas respectivas bases, em formato de pequenas tiras, arruinando assim, essa camada que deveria proteger tal componente ou estrutura. No caso de esfoliação de pinturas sobre estruturas murarias, o principio de tal patologia do material é geralmente causado pela incompatibilidade de princípios químicos entre a superfície e a base, ou ainda pela excessiva umidade ou processos de eflorescência agudos.

- *Estufamento*

É a alteração da superfície original de qualquer material, resultado de degradações internas, e que se formam bolhas que se inflam externamente e se considera o primeiro estágio de degradação por esfoliação de camadas de proteção de superfícies de panos murários ou de componentes e estruturas. No caso de materiais orgânicos, o estufamento pode ser a primeira ação do ataque de fungos abaixo da primeira camada da superfície, causando posteriormente as crostas.

9. Primeiras conclusões.

Um dos fundamentos que balizam a nossa pesquisa até os futuros resultados finais a serem obtidos é, certamente, a possibilidade de orientar a tecnologia da Arquitetura Contemporânea de Terra em seus procedimentos, especificações e aspetos projetuais, com a avaliação dos edifícios que construímos nas últimas décadas, seus espaços, seus materiais, suas soluções estruturais.

Bibliografia

1. Livros, trabalhos acadêmicos, artigos

ANDRADE, Luiz Dias de (1984): "Vale do Paraíba, Sistemas Construtivos**"**. Dissertação de mestrado. São Paulo: Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

BERTAGNIN, Mauro (1999): "Architettura di terra in Italia – Tipologia, tecnologia e culture constructive**"**. Monfalcone, Edicom.

CÁNOVAS, M. F. (1988): "Patologia e Terapia do Concreto Armado**"**. In MARCONDES, Maria Celeste, SANTOS, Carlos Wagner Fernandes dos, CANNABRAVA, Beatriz. São Paulo, PINI.

CAPUTO, Homero P. (2000): "Mecânica dos solos e suas aplicações – fundamentos**"**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora.

CARBONARA, Giovanni (org.) (2000): "Tratatto di restauro architettonico". Turim, Utet, 2000, 4 v.

CARBONARA, Giovanni (1990): "Restauro dei monumenti – guida agli elaborati grafici". Nápoles, Liguori.

CHIAPPERO, R. O.; SUPISICHE, M.C. (2003): "Arquitectura en Tierra cruda". Buenos Aires, Nobuko.

CHIARI, Giacomo (2001): "Materiali: terra cruda". In ZEVI, Luca. *Il manuale del restauro architettonico*. Roma, Mancosu Editore, pp. C30-C45.

CRATERRE-ICCROM (1993): "Bibliographie sur la preservation, la restauration et la rehabilitation des architectures de terre" . Roma, CRATerre / EAG / ICCROM.

DOAT, P; HAYS, A.; HOUBEN, H.; MATUK, S.; VITOUX, F. (1985): "Construire en Terre**"**. Paris, CRATeerre, Éditions Alternatives.

DOCCI, Mario; MAESTRI, Diego (1994): "Manuale di rilevamento architettonico e urbano". Roma-Bari, Laterza.

FIORITO, Antonio J.S.I. (1994): "Manual de argamassas e revestimentos – estudos e procedimentos de execução". São Paulo, Pini.

GAMA, Ruy (org.) (1985): "História da Técnica e da Tecnologia**"**. São Paulo, T.A. Queiroz, EDUSP.

GUIMARÃES, José E. P. (2002): "A cal – fundamentos e aplicações na Engenharia Civil". São Paulo, Pini.

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE PRESERVATION OF EARTHEN ARCHITECTURE, 6, (1990): Anais . Las Cruces, Nuevo Mexico: Getty Conservation Institute.

KLEIN, D. L. et alii. (1999): "Metodologia para a recuperação de obras históricas", in V Congresso Iberoamericano de Patologia de las Construcciones – CONPAT 99. Montevidéu, Saga, pp. 1599-1601.

MARCONI, Paolo (1999): "Materia e significato – la questione del restauro architettonico". Roma-Bari, Laterza.

MINISTÈRE de la CULTURE - Direction du Patrimoine (1985): "L'architecture en représentation"**.** Paris, Inventaire Général des Monuments et des Richesses Artistiques de la France.

NAPPI, S. C. B.; TONERA, R. (1997): "Alvenarias degradadas por umidade e salinidade – estudo de caso na Fortaleza de Anhatomirim". In: Congresso Iberoamericano de Patologia das Construções, 4°. Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 1997, p. 631-638.

NEVES, Célia M.M.; SALAS, Patrício C.; MELLACE, Rafael F. (2003): "Técnicas Mixtas de Construcción com Tierra". Programa Iberoamericano de Ciência y Tecnologia para el Desarollo CYETED; Proyecto XIV.6 PROTERRA; Subprograma XIV Tecnologia para Viviendas de Interes Social – HABYTED.

OLIVEIRA, Mário M. (2002): "Tecnologia da conservação e da restauração". Salvador, Editora da UFBA.

ORNSTEIN, Sheila (1992): "Avaliação Pós-ocupação do Ambiente Construído". São Paulo, Edusp, Studio Nobel.

REBELLO, Y. C. P. (2000): "A Concepção Estrutural e a Arquitetura". São Paulo, Zigurate.

RIBEIRO, Nelson P. (2003): "Técnicas construtivas tradicionais das alvenarias no Brasil – Arquitetura de Terra". In BRAGA, Márcia (org.), *Conservação e restauro*. Rio de Janeiro: Editora Rio, pp. 58-67.

SANTOS, Paulo F. (1951): "Técnica construtiva". Subsídios para o estudo da Arquitetura Religiosa em Ouro Preto. Rio de Janeiro, Livraria Kosmos, pp. 79-122.

SHIRAKAWA, M. et al. (1998): “A biodeterioração de materiais de construção civil”. «Téchne», v. 117, n. 33, p. 36-39, mar./abr. 1998.
SOUZA, Roberto de; TAMAKI, Marcos Roberto (2001): “Materiais de construção”. São Paulo, O Nome da Rosa.
TAVEIRA, Eduardo Salmar N. (1986): “O Solo-cimento no Campo e na Cidade”. São Paulo, Ícone Editora.
TAVEIRA, Eduardo Salmar N. (1999): “Como construir com Terra”. São Paulo, Cese-MST.
TERRA: INCIPIT VITA NOVA – L´ARCHITETTURA DI TERRA CRUDA DALLE ORIGINI AL PRESENTE (1998): Anais do Seminário, Turim, Politécnico di Torino.
THOMAZ, E. (1989): “Trincas em Edifícios - Causas, Prevenção e Recuperação”. 1ª ed. São Paulo, PINI, EPUSP, IPT,.
VARGAS, Milton (otg.) (1994): “História da Técnica e da Tecnologia no Brasil”. São Paulo, EDUNESP, CEETEPS.
VÁRIOS (1998): “Diagnosi e progetto per la conservazione dei materiali dell’architettura”. Roma, Edizioni De Luca.
VASCONCELOS, A. C. (1991): “Estruturas Arquitetônicas – Apreciação Intuitiva das Formas Estruturais”. São Paulo, Studio Nobel.
VIÑUALES, G.M. (1981): “Restauración de Arquitectura de Tierra”. Tucumán, Instituto Argentino de Investigaciones de Historia de la Arquitectura y Del Urbanismo.
YAZIGI, Walid (2002): “A técnica de edificar”. São Paulo, Pini / Sinduscon.

2. Dicionários e Enciclopédias

CHING, Francis D.K. (1999): “Dicionário Visual de Arquitetura”. São Paulo, Martins Fontes.
COLLARO, Antônio Celso (1999): “Dicionário do Engenheiro”. Recife.
CORONA, Eduardo; LEMOS, Carlos (1989): “*Dicionário* da Arquitetura Brasileira”. São Paulo, Artshow Books.
FAU-USP (1982): “Thesaurus Experimental de Arquitetura”. São Paulo, Fau-Usp / Fupam.
GIANNINI, C.; ROANI, R. (2000): “Dizionario del restauro e della diagnostica”. Fiesole, Nardini.
GIANNINI, Cristina (1992): “Lessico del restauro – storia, tecniche, documenti”. Fiesole, Nardini.
IAB (2002): “Vocabulário Básico do Restauro Arquitetônico e Artístico”, in Curso de Aprimoramento Profissional – Apostila Didática. Campinas: IAB-Núcleo Regional de Campinas.
OLIVER, Paul (org.) (1997): “Vernacular Architecture of the World”. Cambridge, CUP, 3 vol.
PEVSNER, N.; Fleming, J.; Honour, H. (1977): “Dicionário Enciclopédico de Arquitetura”. Rio de Janeiro, Artenova.
RODRIGUES, José Wasth (1979): “Documentário Arquitetônico”. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo.
SUMMERSON, J. (1997): “Vocabulário”. In *A linguagem da arquitetura clássica*. São Paulo: Martins Fontes.
TACLA, Zake (1984): “O livro da arte de construir”. São Paulo, Unipress Ed..

3. Normas Técnicas Brasileiras

IBAPE. “Glossário de Terminologia Básica Aplicável à Engenharia de Avaliações”. Disponível em < http://www.ibape-sp.com.br> Acesso em 11 maio 2005.
IBAPE. “Norma para Avaliação de Imóveis Urbanos”. Disponível em < http://www.ibape-sp.com.br> Acesso em 11 maio 2005
ABNT. “Avaliação de Bens - Procedimentos Gerais” - NBR 1463-1. Rio de janeiro: ABNT, 2001
ABNT. “Avaliação de imóveis urbanos” - NBR 1463-2. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
ABNT. “Acessibilidade a edificações...” - NBR 9050. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
ABNT. “Manutenção de Edificações” – NBR05674. Rio de janeiro: ABNT, 1999.

---

(1) Arquiteto, Mestre em Artes Plásticas pela UNICAMP-2002 , Especialista em Arquitetura Bioclimática pela UPC-Barcelona-2001 . Membro titular do Projeto Proterra - Professor em Sistemas Construtivos do curso de Arquitetura e Urbanismo - UNIMEP- – Universidade Metodista de Piracicaba.
(2) Arquiteta e coordenadora dos Projetos da Empresa Arquiterra Projetos e Construções Bioclimáticas - 2000

(3) Arquiteto, Doutor em História da Arte pela Escola Superior de Pisa – Itália. Professor titular de História da Arquitetura e do Urbanismo da UNICAMP e secretário geral da Revista de História da Arquitetura e Arqueologia.

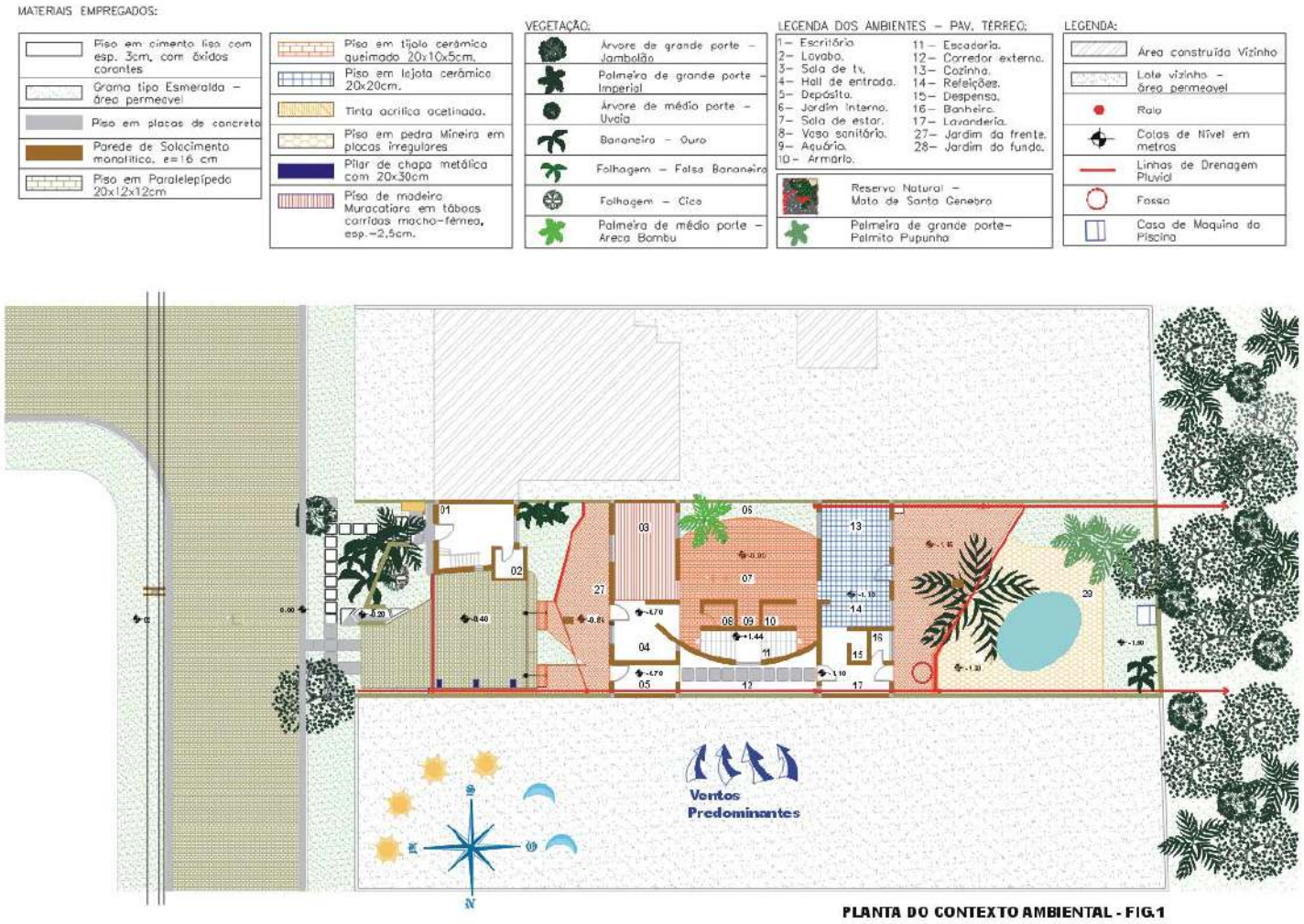

MATERIAIS EMPREGADOS:
Piso em cimento liso com esp. 3cm, com óxidos corantes
Grama tipo Esmeralda – área permeável
Piso em placas de concreto
Parede de Solocimento monolítico, e=16 cm
Piso em Paralelepípedo 20x12x12cm
Piso em tijolo cerâmico queimado 20x10x5cm.
Piso em lajota cerâmica 20x20cm.
Tinta acrílica acetinada.
Piso em pedra Mineira em placas irregulares
Pilar de chapa metálica com 20x30cm
Piso de madeira Muracatiara em tábuas corridas macho-fêmea, esp.=2,5cm.
VEGETAÇÃO:
Árvore de grande porte – Jambolão
Palmeira de grande porte – Imperial
Árvore de médio porte – Uvaia
Bananeira – Ouro
Folhagem – Falsa Bananeira
Folhagem – Cica
Palmeira de médio porte – Areca Bambu
LEGENDA DOS AMBIENTES – PAV. TÉRREO:
1– Escritório
2– Lavabo.
3– Sala de tv.
4– Hall de entrada.
5– Depósito.
6– Jardim Interno.
7– Sala de estar.
8– Vaso sanitário.
9– Aquário.
10– Armário.
11 – Escadaria.
12– Corredor externo.
13– Cozinha.
14– Refeições.
15– Despensa.
16– Banheiro.
17– Lavanderia.
27– Jardim da frente.
28– Jardim do fundo.
Reserva Natural – Mata de Santa Genebra
Palmeira de grande porte– Palmito Pupunha
LEGENDA:
Área construída Vizinho
Lote vizinho – área permeável
Raio
Cotas de Nível em metros
Linhas de Drenagem Pluvial
Fossa
Casa de Maquina da Piscina
Ventos Predominantes
PLANTA DO CONTEXTO AMBIENTAL - FIG.1

Fig. 1

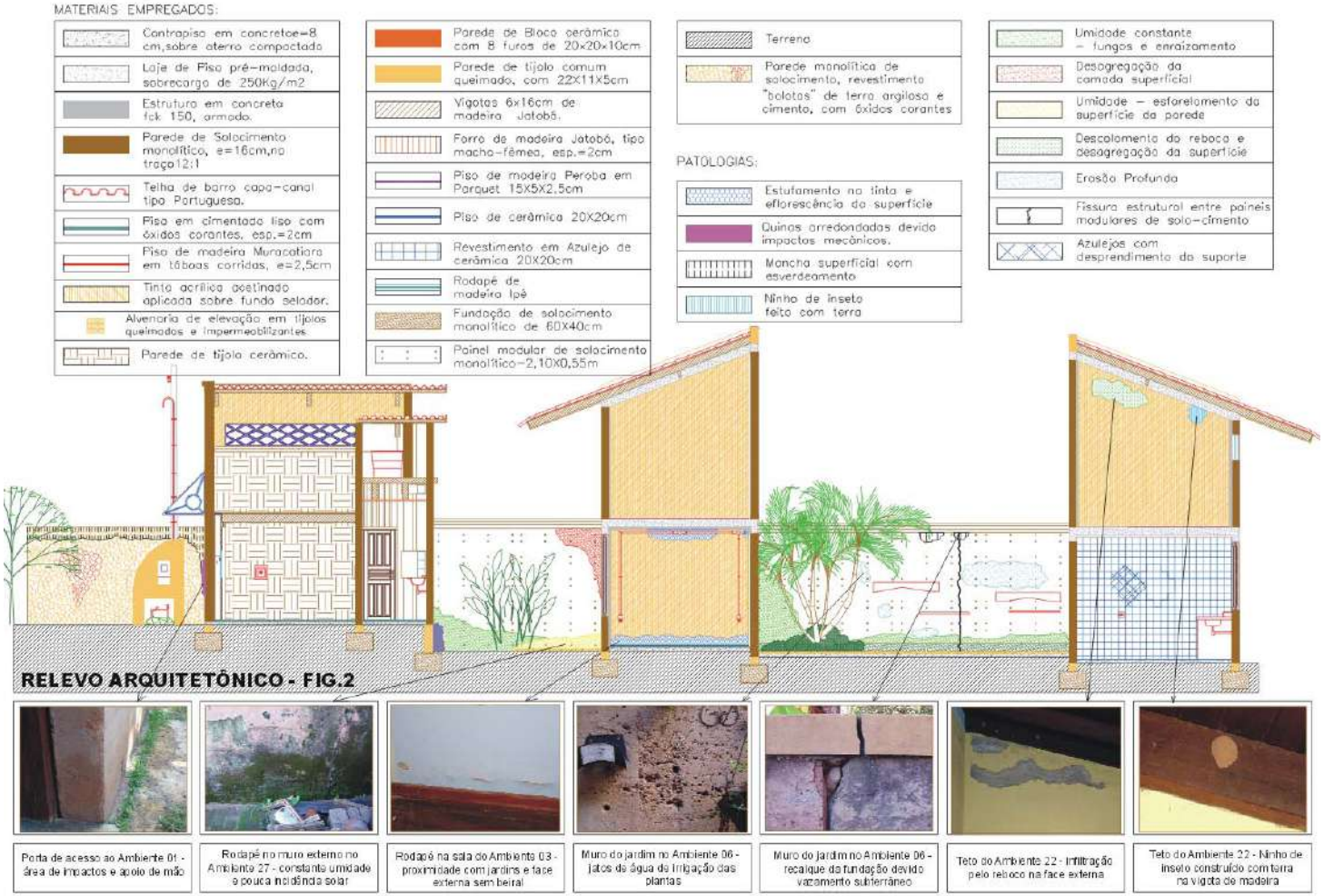

MATERIAIS EMPREGADOS:
Contrapiso em concreto e=8 cm, sobre aterro compactado
Laje de Piso pré-moldada, sobrecargo de 250Kg/m2
Estrutura em concreto fck 150, armado.
Parede de Solocimento monolítico, e=16cm, no traço 12:1
Telha de barro capa-canal tipo Portuguesa.
Piso em cimentado liso com óxidos corantes, esp.=2cm
Piso de madeira Muracatiara em tábuas corridas, e=2,5cm
Tinta acrílica destinado aplicada sobre fundo selador.
Alvenaria de elevação em tijolos queimados e impermeabilizantes.
Parede de tijolo cerâmico.
Parede de Bloco cerâmico com 8 furos de 20x20x10cm
Parede de tijolo comum queimado, com 22X11X5cm
Vigotas 6x16cm de madeira Jatobá.
Forro de madeira Jatobá, tipo macho-fêmea, esp.=2cm
Piso de madeira Peroba em Parquet 15X5X2,5cm
Piso de cerâmica 20X20cm
Revestimento em Azulejo de cerâmica 20X20cm
Rodapé de madeira Ipê
Fundação de solocimento monolítico de 60X40cm
Painel modular de solocimento monolítico-2,10X0,55m
Terreno
Parede monolítica de solocimento, revestimento "bolotas" de terra argilosa e cimento, com óxidos corantes
PATOLOGIAS:
Estufamento na tinta e eflorescência do superfície
Quinas arredondadas devido impactos mecânicos.
Mancha superficial com esverdeamento
Ninho de inseto feito com terra
Umidade constante – fungos e enraizamento
Desagregação da camada superficial
Umidade – esforelomento da superfície da parede
Descolamento do reboco e desagregação da superfície
Erosão Profunda
Fissura estrutural entre painéis modulares de solo-cimento
Azulejos com desprendimento do suporte
RELEVO ARQUITETÔNICO - FIG.2
Porta de acesso ao Ambiente 01 - área de impactos e apoio de mão
Rodapé no muro externo no Ambiente 27 - constante umidade e pouca incidência solar
Rodapé na sala do Ambiente 03 - proximidade com jardins e face externa sem beiral
Muro do jardim no Ambiente 06 - jatos de água da irrigação das plantas
Muro do jardim no Ambiente 06 - recalque da fundação devido vazamento subterrâneo
Teto do Ambiente 22 - infiltração pelo reboco na face externa
Teto do Ambiente 22 - Ninho de inseto construído com terra na vigota de madeira

Fig. 2

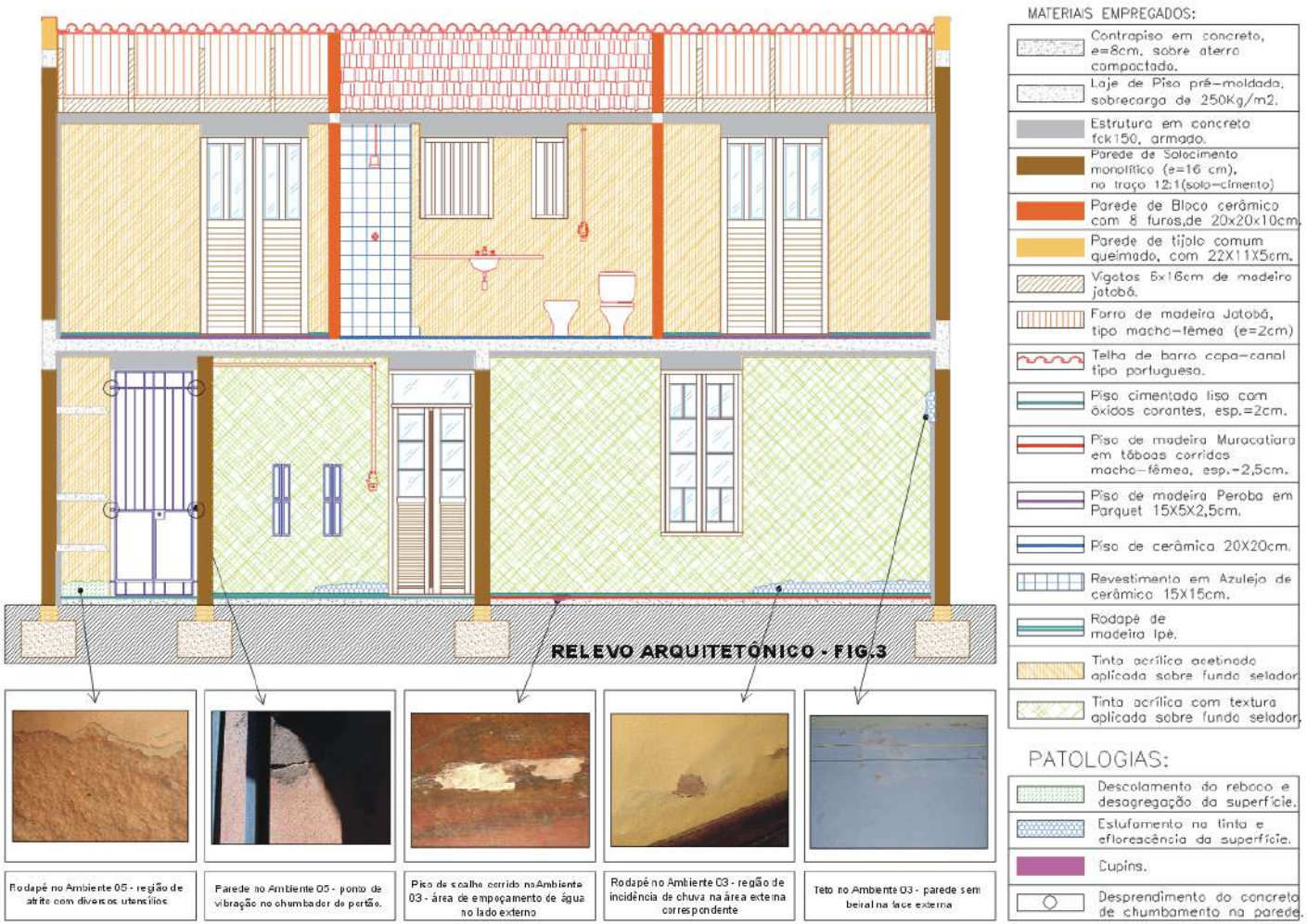

MATERIAIS EMPREGADOS:
Contrapiso em concreto, e=8cm, sobre aterro compactado.
Laje de Piso pré-moldada, sobrecarga de 250Kg/m2.
Estrutura em concreto fck150, armado.
Parede de Solocimento monolítico (e=16 cm), no traço 12:1(solo-cimento)
Parede de Bloco cerâmico com 8 furos,de 20x20x10cm.
Parede de tijolo comum queimado, com 22X11X5cm.
Vigotos 6x16cm de madeira jatobá.
Forro de madeira Jatobá, tipo macho-fêmea (e=2cm)
Telha de barro capa-canal tipo portuguesa.
Piso cimentado liso com óxidos corantes, esp.=2cm.
Piso de madeira Muracatiara em tábuas corridas macho-fêmea, esp.=2,5cm.
Piso de madeira Peroba em Parquet 15X5X2,5cm.
Piso de cerâmica 20X20cm.
Revestimento em Azulejo de cerâmica 15X15cm.
Rodapé de madeira Ipê.
Tinta acrílica acetinado aplicada sobre fundo selador
Tinta acrílica com textura aplicada sobre fundo selador
PATOLOGIAS:
Descolamento do reboco e desagregação da superfície.
Eflorescência da superfície.
Cupins.
Desprendimento do concreto de chumbamento na parede.
RELEVO ARQUITETÔNICO - FIG.3
Rodapé no Ambiente 05 - região de atrito com diversos utensílios
Parede no Ambiente 05 - ponto de vibração no chumbador de portão.
Piso de scalho corrido no Ambiente 03 - área de empoçamento de água no lado externo
Rodapé no Ambiente 03 - região de incidência de chuva na área externa correspondente
Teto no Ambiente 03 - parede sem beiral na face externa

Fig. 3

A TERRA FACE À NOVA REGULAMENTAÇÃO ENERGÉTICA

Fausto Simões
Rua Ricardo Espírito Santo, 10 5º d.to 1200 791 Lisboa Portugal
Tel.: 914997249, E-mail: orbis@netcabo.pt

Tema 5: Comportamento e resistência dos edifícios
Palavras-chave: Comportamento térmico, desempenho energético, regulamentação

Resumo
O desempenho energético dos edifícios foi objecto da Directiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro, publicada em 4 de Janeiro de 2003. No cumprimento da Directiva, o Estado português promoveu a revisão do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei 40/90 de 6 de Fevereiro, encontrando-se a nova versão para aprovação governamental e publicação.
Anunciam-se alterações regulamentares substanciais, nomeadamente nos *coeficientes de transmissão térmica de referência* que obrigam a introduzir isolamento térmico nas paredes exteriores em terra. Investigar e divulgar as melhores práticas para o fazer, eis um desafio que se coloca à comunidade da terra crua.
Parece-nos justificado o reforço do isolamento térmico, especialmente no caso dos pequenos edifícios. Ele é indispensável para que as necessidades de aquecimento sejam minoradas por uma significativa contribuição dos ganhos solares e internos que carecem de massas térmicas complementares, por isso já consideradas no RCCTE em vigor. Estas podem ser materializadas em terra crua dada a sua grande *massa volúmica*. Oportunidade para a terra crua no Inverno.
Por outro lado, a grande espessura de paredes pesadas confere ás construções de terra crua uma forte inércia térmica que é uma estratégia central face ás oscilações térmicas do Verão mediterrâneo e a outros inevitáveis ganhos de calor. Oportunidade para a terra crua no Verão.
Mas para que a terra seja aplicável e "reconhecida" pelos regulamentos, é indispensável promover a instituição de normas técnicas que facilitem e sancionem a aplicação da terra crua.

1. Introdução

O desempenho energético dos edifícios foi objecto da Directiva 2002/91/CE de 16 de Dezembro, publicada em 4 de Janeiro de 2003. Nesta Directiva, a União Europeia impõe aos Estados Membros a actualização dos regulamentos, para conter os consumos de energia nos edifícios novos e na reabilitação dos edifícios existentes.
Actuando assim do lado da procura, pretende-se que o sector Habitação e Serviços contribua para suster a dependência externa e as emissões de CO2, associadas à utilização dos combustíveis fósseis.
No cumprimento da Directiva, o Estado português promoveu a revisão do Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), Decreto-Lei 40/90 de 6 de Fevereiro, encontrando-se a nova versão para aprovação governamental e publicação.

2. O desafio do isolamento térmico

A qualidade térmica da terra crua é tida por muitos como um dado adquirido, mas ela só tem sentido real no contexto do comportamento térmico do edifício, ao qual se associa o seu desempenho energético.
Anunciam-se alterações substanciais na regulamentação energética dos edifícios, pelo que se afigura oportuno reflectir desde já sobre uma das mais importantes: a que incide sobre os *coeficientes de transmissão térmica de referência.*
É já do conhecimento público que segundo a nova versão regulamentar eles serão reduzidos a metade e que se prevê a sua posterior alteração por portaria.

Considerando os valores anunciados para a Zona I2, caso mais desfavorável no Portugal mediterrâneo, com excepção da região do Marvão (I3), e adoptando uma condutibilidade térmica da terra crua entre 0.7 e 1.4 W/mºC (Fig. 1), as espessuras de parede para cumprir o regulamento atingiriam entre 0.94 e 1.88 m!
Tornar-se-á pois necessário introduzir isolamento térmico nas paredes exteriores em terra. Investigar e divulgar as melhores práticas para o fazer, eis um desafio que se coloca à comunidade da terra crua.
No caso do isolamento pelo exterior, a ordem de grandeza da espessura do isolamento térmico parece ser exequível com materiais compatíveis com a terra (Fig. 2).
Considerando a aplicação de paineis de caniço ou de terra-caniço, numa parede de terra crua com 0.50m, a espessura deste isolamento rondaria os 4.5 a 6.5cm na zona I2 (3 a 5cm na zona I1), para uma condutibilidade do painel da ordem de 0.056 W/mºC (Oliva 2002: 81).
O isolamento pelo exterior não tem nas alvenarias resistentes em terra, a importância que reveste na construção corrente com estrutura de betão armado, em que as *pontes térmicas* induzem um *factor de concentração de perdas* e originam condensações que prejudicam a salubridade e o aspecto dos edifícios.
As construções de terra em alvenarias resistentes estão livres do ónus da *correcção das pontes térmicas*, pela razão simples de que não têm pontes térmicas.
No entanto e em princípio, o isolamento pelo exterior é preferível ao isolamento pelo interior, na medida em que favorece a eficácia das massas térmicas disponíveis, no regime dinâmico da promoção de ganhos no Inverno e da sua restrição no Verão.
Mas elas podem ser excessivas no Inverno ou em usos intermitentes, o que pode justificar o isolamento pelo interior. Era o que se fazia tradicionalmente, cobrindo pavimentos e paredes com tapetes e panos, ao sabor das estações.

3. O trunfo da inércia térmica

Parece-nos justificado o reforço do isolamento térmico, especialmente no caso dos pequenos edifícios que constituem, aliás, a maior parte do nosso património edificado. Dado o seu elevado *factor forma* por serem pequenos, são mais comandados pela envolvente climática do que os grandes edifícios de serviços.
A experiência com Casas Solares Passivas faz compreender as dificuldades técnicas da arquitectura tradicional na protecção contra o frio. O conforto no Inverno, mesmo nas regiões mais amenas (Zona I1), implica necessidades de aquecimento que podem ser minoradas por uma significativa contribuição dos ganhos solares e internos... desde que os *coeficientes de transmissão térmica* sejam reduzidos e se controlem as infiltrações.
Sabe-se que a nova versão do regulamento aponta justamente para a valorização dos *sistemas solares passivos*, incluindo sistemas de *ganho indirecto*. O *factor de utilização* destes sistemas é função da inércia térmica do edifício, porque a *abertura solar* carece de massas térmicas complementares. Estas podem ser materializadas em terra crua dada a sua grande *massa volúmica* (Fig. 1).
Oportunidade para a terra crua no Inverno.
Quanto ao Verão, a experiência com Casas Solares Passivas ajuda a explicar a frescura que ainda hoje nos pode surpreender quando entramos nas construções maciças, alvas de cal da “civilização do barro”. Em edifícios pesados, o conforto térmico pode ser alcançado sem recurso ao ar condicionado.
A grande espessura de paredes pesadas confere ás construções de terra crua uma forte inércia térmica que é uma estratégia central no Verão mediterrâneo, em que a temperatura do ar oscila diariamente em torno de uma média que se situa dentro da zona de conforto.
Oportunidade para a terra crua no Verão.

4. Pôr a terra no mapa

A terra crua na sua aplicação tradicional, não é por natureza um material industrializado, pelo que as suas características termo-físicas são variáveis. Ora a regulamentação requer valores e eles não estão tabelados. Nomeadamente, a terra crua não consta das listas de materiais e de elementos da envolvente considerados na ITE28, publicada pelo LNEC para apoiar a aplicação do RCCTE.

Como justificar então o cumprimento do regulamento? A comunidade da terra precisa de "pôr a terra no mapa", promovendo a instituição de normas técnicas que sancionem as aplicações, artezanal e a industrializada, da terra crua.

5. Conclusões

As alterações regulamentares que se anunciam, colocam desafios à terra crua que tem debilidades mas também tem potencialidades a explorar, cabendo a "comunidade da terra crua":

1. Investigar e divulgar as melhores práticas para a introdução do isolamento térmico nas construções de terra e salvaguardar a ausência de *pontes térmicas* inerente ás alvenarias resistentes;
2. Explorar as potencialidades da inércia térmica da terra, associadas ao *solar passivo* no Inverno e aos ciclos diário, "semanal" e estacional no Verão, salvaguardando os usos intermitentes;
3. Promover a instituição de Normas Técnicas que sancionem e facilitem a aplicação da terra crua.

Bibliografia

- OLIVA, Jean-Pierre (2002): *L´isolation écologique*. Terre Vivante, Mens, França

Agradecimento

A imagem da figura 2 é da autoria da arq. Catarina Pereira e foi por ela gentilmente cedida

Nota curricular

Licenciado em arquitectura (ESBAL, 1970). Arquitectura bioclimática: estudos e projectos experimentais, ensino e divulgação. Membro do Núcleo do Ambiente NdA/OA, da Sociedade Portuguesa de Energia Solar, da "Subcomissão de revisão da regulamentação de eficiência energética em edifícios". Homepage: orbis.t2u.com

Propriedades termofísicas de alguns materiais correntes

Material	massa volúmica aparente (kg /m3)	condutibilidade térmica (w /m. k)
Granito	2300	3.00
Betão	2200-2400	1.75
Terra crua	**1600-2020**	**0.7 a 1.4**
Tijolo maciço	1800	0.80
Tijolo furado	1200	0.58
Madeira	600-750	0.23
Betão celular	600	0.22
Straw bail	**190**	**0.06**
Cortiça (aglom. negro)	100-150	0.05
Lã mineral	35-180	0.04
lã de vidro	12-80	0.04
EPS	15-35	0.04

fontes: ITE 28(LNEC 1990), B. Givoni(1978), S. Roaf (2003), CSTB(1987), Joseph McCabe(Crest)

Fig. 1. - Propriedades termofísicas de alguns materiais correntes



Fig. 2 - Exposição organizada pelo CRATerre Grains d'Isère, 2003 França

DEGRADACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE MUROS DE ADOBES POR ACCIÓN DE FENÓMENOS CLIMÁTICOS

Arq. Mirta E. Sosa* – Arq. Irene C. Ferreyra*
CRIATiC Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda
Director Arq. Rafael F. Mellace
FAU-UNT Facultad de Arquitectura Y Urbanismo Universidad Nacional de Tucumán
Avda Roca 1800 – CP 4000 – San Miguel de Tucumán – Argentina
0054 381 4364093 int. 7919, mesosa@arnet.com.ar, icferreyra@hotmail.com

Tema 5: Comportamiento y resistencia de los edifícios
Palabras Claves: Lesiones, superficies, adobe, clima

Resumen
En general los revestimientos de muro de tierra manifiestan diferentes grados de degradación superficial, en relación directa a las características propias del sitio de emplazamiento; régimen de lluvia, temperatura, vientos; orientación; presencia de masas arbóreas, como así también el inadecuado uso del material y resolución constructiva.
El presente trabajo integra una línea de investigación "La construcción con adobes como resolución constructiva apropiada a la región del Noroeste Argentino", desarrolla como temática de estudio, las lesiones que presentan las superficies de los muros de adobes en un poblado de los valles áridos de la provincia de Tucumán, Argentina. Se realiza dentro del marco del Proyecto de Investigación CIUNT Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Tucumán "Tecnologías apropiadas para la gestión sustentable del hábitat popular, el aprovechamiento energético y el desarrollo productivo en Tucumán y el NOA", que lleva a cabo el Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda CRIATiC durante el período 2005-2006.
Partiendo de una investigación cualitativa -mediando un proceso sistemático de estudios de casos- se detectó e identificó el estado de las construcciones a fin de poder estimar y evaluar el deterioro de los muros, las características del material de revestimiento, del soporte y el diseño constructivo de los mismos.
Definida la problemática, se estimó de qué manera las causas y el origen de las lesiones observadas, influyen y inciden en las superficies expuestas de los muros de adobes de acuerdo a sus características constructivas y de diseño, a fin de elaborar recomendaciones convenientes en respuesta a determinados requerimientos, condiciones de sitio y disponibilidad de materiales.

1. Introducción

La degradación superficial de los acabados en muros de tierra es una problemática que requiere imperiosa solución con miras a lograr la durabilidad de este tipo de construcciones, y con ello satisfacer, la demanda y lograr la aceptación -cada vez mayor- de la población y de instituciones oficiales de esta "vieja" tecnología constructiva, como así también plantear posibles soluciones en el ámbito de la restauración y preservación de edificios históricos con tierra.
El intemperismo (acción del agua de lluvia, viento o la combinación de ambos) es la principal causa, por la cual una obra de tierra sufre mayor deterioro, y en algunos casos colapso de una parte o de su totalidad, si no se interviene en el tiempo y en la forma adecuada. La falta de conocimiento tecnológico de este material y la repetición analógica de adecuadas soluciones con otros, como el ladrillo cerámico y la piedra por ejemplo, en muros de tierra -generalmente- no son las más convenientes y terminan favoreciendo su degradación.
En vista de ello, el propósito principal que esta investigación persigue, es propiciar la optimización del comportamiento del material y de la técnica constructiva, en el sentido de revalorizarla reactivando los modos y el "saber hacer" tradicional. En su desarrollo, se plantea dos etapas, la primera responde a una investigación cualitativa de campo, de carácter descriptivo, analítico y conceptual; la segunda a una investigación científico-cuantitativa experimental en laboratorio.

El presente trabajo reseña los resultados de la primera etapa: análisis preliminar de la situación constructiva y estudio de caso.

2. Objetivos particulares

* Identificar y reconocer las lesiones, analizar sus causas y definir diferentes grados de riesgos que afectan la durabilidad de los muros de adobes.
* Plantear recomendaciones vinculadas al diseño del material y de resoluciones constructivas a fin de lograr mayor durabilidad de las edificaciones de tierra.

3. Marco contextual

El área de estudio se localiza en la localidad de Amaicha del Valle, ubicada en el noroeste de la provincia de Tucumán, Argentina, a 164 Km de la ciudad capital y a 2.200 metros sobre el nivel del mar. Rodeado al oeste por la sierra de Quilmes y al este por las cumbres Calchaquíes, es un espacio lleno de historia de las culturas agroalfareras que la habitaron.

Posee un microclima considerado como unos de los mejores del mundo: veranos moderados, con temperaturas medias que oscilan entre 20 ºC y 26 ºC, y máximas medias que superan los 30 ºC solo en su faja de extensión E–O, e inviernos fríos y secos, con temperaturas medias que rondan los 8ºC y valores mínimos que rara vez llegan a 0 ºC. (Negrete, 2000). Los vientos cálidos y secos vienen del norte, los fríos y húmedos desde el sudeste. Ubicada según clasificación bioclimática para la República Argentina (Norma IRAM 11.603.) en la Zona IIIa: Templada cálida, presenta una radiación solar intensa y una amplitud térmica superior a los 16ºC.

La producción principal en la región está basada en la agricultura de pequeños productores y en una incipiente actividad turística. Su identidad es resultado de la fusión de la cultura nativa e hispánica con una fuerte tradición oral de conocimientos técnicos transmitidos a través de generaciones. La edificación de viviendas responde a iniciativas individuales, sin que existan estrategias o intervenciones estatales, ni políticas de conservación del patrimonio tangible - la arquitectura vernacular. Esto repercute de manera directa en estas construcciones tradicionales que, por falta de mantenimiento o con el afán de alcanzar la “ansiada modernidad”, se demuelen edificios de valor histórico, reemplazados por otros de dudosa calidad constructiva y arquitectónica.

4. Metodología

4.1. Plan de Trabajo.

Plantea métodos empíricos y teóricos, organizados y planificados para una investigación cualitativa, que se sintetiza en tareas de campo para los **Estudio de caso.** Con esta técnica, definida por observación directa y la entrevista personal a pobladores del área, se analizó fundamentalmente a las construcciones desde dos enfoques:

- Tecnología constructiva: materiales utilizados, técnicas constructivas, proporciones y relación de vacíos-llenos de los muros, año de construcción etc.
- Identificación morfológica: expresión formal y elementos ornamentales que nos permitan definir una tipología arquitectónica-constructiva.

El estudio de caso parte de la definición del ámbito de estudio (Amaicha del Valle) ejecutándose las siguientes tareas:

- Relevamiento
- Interpretación de datos
- Análisis y síntesis de datos
- Procesamiento de datos

4.2. Desarrollo

Los datos del relevamiento se ordenan y vuelcan en fichas técnicas (3 modelos), fotografías de las construcciones, mediciones, entrevistas a los pobladores, toma de muestras: de materiales y componentes básicos; con el objetivo de poder establecer:

a) Tipo de lesiones más comunes que se registran en las fachadas.
b) Causas y agentes que generan la aparición de estas lesiones. (**Fig.1)**

Se tomó en consideración para el estudio las viviendas construidas totalmente en tierras.

En función de las condiciones del clima, los muros de fachada originalmente se resolvían sin recubrimiento alguno, dejando el adobe expuesto, característica que aún se mantiene en áreas alejadas del poblado. Esto se modifica en el año 1977 por un decreto provincial que, pretendiendo mejorar el aspecto estético del poblado, obliga a revocar las fachadas de las construcciones. La medida denota el desconocimiento y falta de respeto de la idiosincrasia de los modos de vida y del saber cultural de la comunidad, que para cumplimentar la orden impartida, aplicaron los revestimientos sin el rigor técnico que está operación exige, por desconocimiento de la técnica de aplicación.

A partir del análisis de casos se identifican las siguientes lesiones y porcentajes de ocurrencia:

1º) Micro fisuras (44%)
2º) Correntías (45%)
3º) Fisuras (55%)
4º) Desprendimientos (60%)

A) Micro fisuras

Se producen por retracción plástica de los revestimientos cálcicos y de tierras, son poco profundas, erráticas, con un espesor menor a 1mm y de variables longitudes - poco cm a más de un metro. De acuerdo a la conformación de las mismas se observa en general, mapeos y micro fisuras irregulares y discontinuas, localizadas en su mayoría en las fachadas con orientación sur. Si bien las mismas podrían deberse a ciclos de humedad-secado, se considera que son resultado de la mala ejecución del revoque - discontinuidad del espesor de las capas - con falta de adherencia en la interfase.

B) Correntías

Manchas en forma de rayas verticales producto del escurrimiento del agua de lluvia, por inadecuada resolución del coronamiento, rotura del revestimiento al fijar elementos ajenos a la edificación (soporte del tendido eléctrico, carteles, etc.), discontinuidad del revestimiento (reducido espesor, perforaciones, etc.) que permite la penetración y consecuente disgregación del material de soporte.

C) Fisuras

Hendiduras lineales continuas de los revestimientos, que generalmente están vinculadas a una falla de origen estructural. Se producen por concentración de cargas y sus trayectorias pueden ser verticales, horizontales o inclinadas. El espesor mayor a 1mm, varía a lo largo de su desarrollo.

C.1. Verticales: son de espesor inconstante superando 3 mm en algunos sectores. A diferencia de las microfisuras, en la indagación y la evaluación de las mismas se considera no solamente el plano de la fachada sino la edificación como un sistema.

C.2. Horizontales: son de espesor constante. Se localizan en coincidencia con las juntas como consecuencia de la utilización de diferentes tierras - adobe y mortero - y revestimientos poco plásticos que no acompañan la variación volumétrica del muro, frente a la absorción de agua de lluvia.

C.3. Inclinadas: Son de espesor y longitud variable, como así también la ramificación que algunos casos registran. Se originan por concentración de cargas en los puntos de apoyo de dinteles, como consecuencia de insuficiente superficie de contacto, irregularidad de la misma, o como consecuencia de la utilización de materiales de diferentes comportamientos – muro de tierra y dintel de madera.

D) Desprendimiento

Es la lesión más frecuente, se inicia principalmente en el arranque y en el coronamiento y puede trasladarme al resto de la fachada.

La no concepción premeditada del uso de revestimiento ha sido una de las causas determinantes del desprendimiento tanto en las superficies de muros como de sus dinteles de madera, al no estar garantizada la correcta adherencia entre ambos materiales.

Es recurrente también, el arrastre superficial del soporte cuando se produce el desprendimiento del revoque, acelerando el proceso de deterioro del mismo.

La ausencia de sobrecimiento profundiza este efecto, al que se suma la degradación del muro con la consecuente disminución de su espesor.

(Fig. 2)

5. Conclusiones y recomendaciones

Basadas en los resultados arribados en esta etapa preliminar de la investigación, se formulan las siguientes conclusiones:

- La aplicación de revoques como un complemento constructivo en muros de adobe, se define tradicionalmente en función de las características ambientales particulares del medio físico -además de consideraciones culturales del medio social- en que se localizan las edificaciones analizadas. Su inclusión (o no) implica una decisión que se adopta integrada al proceso de diseño, como un componente más del sistema edificio, adecuado a los factores climáticos locales.
- Esta situación se manifiesta claramente en edificaciones más alejadas del área central del poblado estudiado, en las que los muros exteriores de adobes se mantienen en muy buenas condiciones, exentos de todo tipo de revoque.
- La inclusión de factores externos -políticos, culturales, legislaciones etc.- modifican el armónico equilibrio entre elementos naturales-técnica constructiva alcanzado a través de generaciones de la población, afectando la calidad de la construcción tradicional.
- La práctica reciente de revestir los muros, inicialmente impuesta por tan erróneas como autoritarias decisiones políticas (1970) contrarias al saber hacer tradicional, trae como consecuencia, por una parte, el paulatino abandono de una acertada conceptualización respecto del uso de revestimiento como un mecanismo de protección de los muros de tierra.
- Para decidir la aplicación de un revestimiento en muros exteriores de adobes se deben analizar principalmente:
  a) factores climáticos: radiación solar, amplitud térmica, régimen de vientos (movilizador de partículas abrasivas que erosionan al muro.
  b) características de soporte (muro): textura que pudieran facilitar o dificultar el “agarre” de las diferentes capas de terminación.
  c) materiales constituyentes del revoque (tierra; tierra-fibras; tierra-aglomerantes hidráulicos; morteros convencionales, etc.) y espesores de las diferentes capas.
  d) técnicas de aplicación: mano de obra, tiempo de ejecución, formas de secado y/o curado.

  Estos aspectos se deben considerar en forma integral: una fuerte radiación solar o intenso viento durante el proceso de ejecución producen rápida evaporación de la humedad del revoque, generando micro fisuras, fisuras o grietas que derivan en pérdida de adherencia y posteriores desprendimientos.

Por otra parte, dado que el arrastre de partículas por acción del viento produce un marcado efecto erosivo en el nivel inferior de los muros, que se agudiza si éste se encuentra humedecido, resulta importante insistir en la función protectora del sobrecimiento en caso de que no revocarse el muro. Cuando ello ocurre, debe preverse una discontinuidad del revoque en el encuentro del sobrecimiento y el muro.

Por último, el estudio y progresiva actualización de las técnicas tradicionales de construcción con tierra, posibilitaría sumar a sus reconocidas fortalezas, una mayor eficiencia en términos de durabilidad y calidad estética rescatando valores del patrimonio tradicional, tangible e intangible de una importante región de nuestra provincia.

Bibliografia

- ELDRIDGE, H.J. (1982): ”Construcción–Defectos comunes”, Gustavo Gili, Barcelona, España.
- MONK, Felipe (1996): “Patología de la piedra y de los materiales de la construcción”,CEPRARA, ISBN 987-95441-0-2, Buenos Aires, Argentina
- NEGRETE, Jorge (2000): “Acondionamiento Ambiental”, FAU–UNT, Tucumán. Argentina.
- SOSA, Mirta Eufemia (2001): “La arquitectura de tierra en el Noroeste Argentino”, *Mémoire Formacion Especiliazada DPEA-Terre 1998-2000.* CRATerre, École d’Architecture de Grenoble, Francia.
- SOSA, Mirta Eufemia (2002): “La vivienda rural en la región de los Valles Calchaquíes de Tucumán**”,** Memoria del 4º Seminario Iberoamericano. Red XIV-E del CYTED-HABYTED. Vivienda rural y calidad de vida en los asentamientos rurales. Puerto Montt, Chile.
- SOSA, Mirta Eufemia (2004): “Las construcciones con tierra en el Valle Calchaquí ¿una prospectiva constructiva*?*” *III SIACOT Seminario Iberoamericano de Construcciones con Tierra*. Tucumán, Argentina

Nota

SOSA, Mirta Eufemia, Arquitecta. Formación DPEA “Arquitectura de Tierra”, CRATerre - EAG. Francia. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán. Integrante CRIATIC Centro Regional de Investigación en Tierra Cruda, Investigadora Proyecto Consejo de Investigación UNT. Argentina

FERREYRA Irene Cecilia, Arquitecta. Docente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán. Integrante CRIATIC Centro Regional de Investigación en Tierra Cruda. Investigadora Proyecto Consejo de Investigación UNT. Maestrando Hábitat y Vivienda, FAUD-Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

MELLACE, Rafael F. Mellace - Arquitecto. Profesor Titular FAU UNT. Director del Laboratorio de Elementos de Materiales y Elementos de Edificios (LEME) y del Centro Regional de Investigaciones de Tierra Cruda (CRIATIC/ FAU/ UNT). Miembro pleno del proyecto 6 PROTERRA-CYTED. Av. Roca 1800-4000. Tucumán-Argentina. E-mail: rfmellace@arnet.com.ar

DEGRADACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE MUROS DE ADOBES POR ACCIÓN DE FENÓMENOS CLIMÁTICOS

Arq. Mirta E. Sosa – Arq. Irene C. Ferreyra

Propietario: Flores, Eusebio
Ubicación: Calle San Martín 1º cuadra
Año de construcción: 1936
Fecha de relevamiento: 5 de Marzo de 2005

ubicación geometrica	orientación	dimensiones				revestim.		pintura	revoque				abertu	
	norte	h	ancho	esp.	sup.	con	sin		esp.	capas	componente	caída %	Nº	s
		4.50m	10,58m	0.36m	47.61m2	x		x (cal)	12mm	3	mortero mezcla	40%	3	5.(

propociones frente= 1:2.35

c1= 8mm, c2= 3,5mm, c3= 0,5mm sup. lleno=54







arbolado. No

observaciones

Sobrecimiento	coronamiento	dintel	sobredintel	fisura
material=piedra bola + junta de barro h= 0.26 a 0.76 espesor=0.40m	material= ladrillo cerámico común nº hilada= 1 voladizo= 7cm	material= madera, 3"x13,5" apoyo= 0.24m en ventana, 0.17 en puerta luz entre apoyo= 1.06m	no	mapeo con grandes núcleos fisuras en diagonal=dintel

Fig. 1. Ficha Técnica de relevamiento (modelo 1)



Fig. 2 (desprendimientos nivel inferior de muro y micro fisuras en coronamiento)

PARÁMETROS PARA EVALUACIÓN SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Ligia María Vélez Moreno
Instituto Tecnológico Metropolitano, Calle 73, nº76ª354 Via el Volador
Tel.(574)4405178 Medellin – Colombia, ligiavelez@itm.edu.co

Tema 5: Comportamiento y resistencia de los edifícios
Palabras Claves: Sismorresistencia, Evaluación estructural, Intervención estructural.

Resumen
En este trabajo se hace una introducción a las razones por las cuales las edificaciones colapsan y a la pérdida ocurrida en el terremoto de Armenia Colombia el 25 de enero de 1999, y los fundamentos de la evaluación sísmica, los cuales se desarrollan a través de las características del evento sísmico, los tipos de edificaciones, la habitabilidad como resultado de la inspección y las intervenciones generalmente ejecutadas coherentes para dignificar la vida de las edificaciones. Y al final se concluye con respecto a los mecanismos estructurales mejorados con algunas de las intervenciones.

1. Introducción
Las construcciones en el mundo colapsan por [1] tres razones fundamentales: errores del proyecto 75%, azar 10% e ignorancia; y en esta medida la ignorancia parte del desconocimiento de cómo realmente responden las construcciones a las necesidades funcionales y ambientales, y de cómo hacerlas sismorresistentes, incombustibles y duraderas.
En Colombia se presentó un terremoto [2] de 6.2 de Magnitud Escala Richter, el 25 de enero de 1999, a las 1:19 p.m. hora local (18:19 GMT)en la zona Centro-Occidental de Colombia (4.41º N, 75.72º W), causó graves daños en la ciudad de Armenia (270,000 hab.), capital del Departamento de Quindío; en la ciudad de Pereira (380,000 hab.), capital del Departamento de Risaralda, y en (35) poblados alrededor de estas ciudades. Registrado por la Red Sismológica Nacional vía satélite del Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química, INGEOMINAS, por el Observatorio Sismológico del Sur Occidente, OSSO, y por la Red Sismológica del Eje Cafetero. A las 5:40 p.m, hora local, del mismo día se presentó una réplica de 5.8, que causó el colapso significativo de edificaciones que habían quedado debilitadas por la acción del sismo principal
Los parámetros para evaluación sísmica de edificaciones, en concordancia con el diseño y la evaluación sísmica se fundamentan en las condiciones de sismicidad del lugar, la respuesta del suelo en el cual la edificación esta emplazada, el tiempo de vida útil, las características de los materiales de construcción, el valor científico del análisis y del diseño, y por ultimo la economía del país.

2. Características del evento sísmico
Los eventos sísmicos se describen por medio de la localización geográfica, la sismología y tectónica en dirección, foco, epicentro, conformación de placas y posibles fallas; y sin lugar a dudas lo que se siente y a lo que responden los edificios, la energía de aceleración, con la amenaza sísmica dimensionada en aceleraciones ó en porcentajes de la gravedad, con un periodo de retorno según la normativa del país, para Colombia el periodo de retorno es de 50 años.
En el aspecto técnico se describe el terremoto de Armenia con respecto a la red de sismógrafos que se instaló en la zona indica la ocurrencia a una profundidad de menos de 15 kilómetros en una falla denominada Cauca-Almaguer, a 16 kilómetros al sur de Armenia y 48 kilómetros al sur de Pereira. El mecanismo focal, de acuerdo con observaciones preliminares internacionales, corresponde a una falla sentido N10E, casi vertical (buzamiento 60º-70º hacia el Este).

Figura 1. Localización geográfica del epicentro en el Departamento de Quindío (Ingeominas)

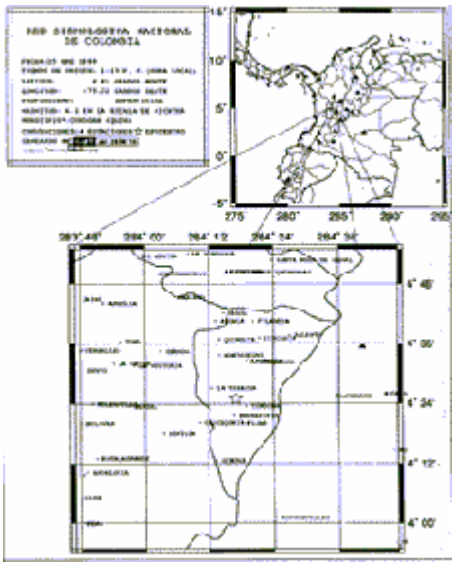


Figura 2. Temblor de Armenia Colombia. Registro Universidad del Quindío- Enero 25 de 1999 1.19 PM – componente este oeste

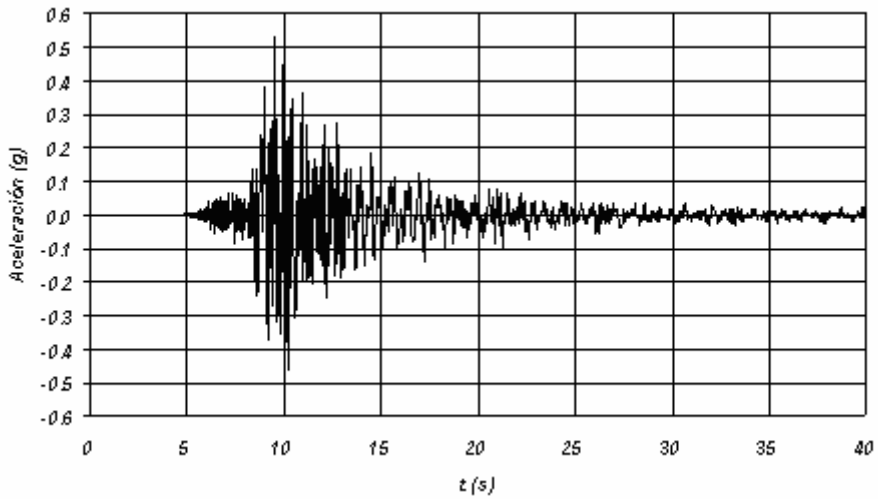


Figura 3. Temblor de Armenia Colombia. Registro Universidad del Quindío- Enero 25 de 1999 1.19 PM – componente norte sur

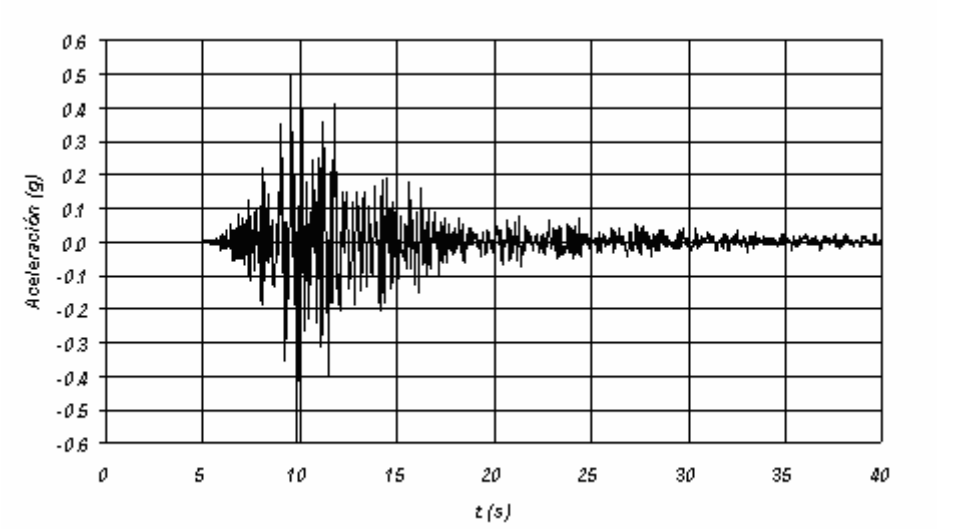


Figura 4. Temblor de Armenia Colombia. Registro Universidad del Quindío- Enero 25 de 1999 1.19 PM – componente vertical

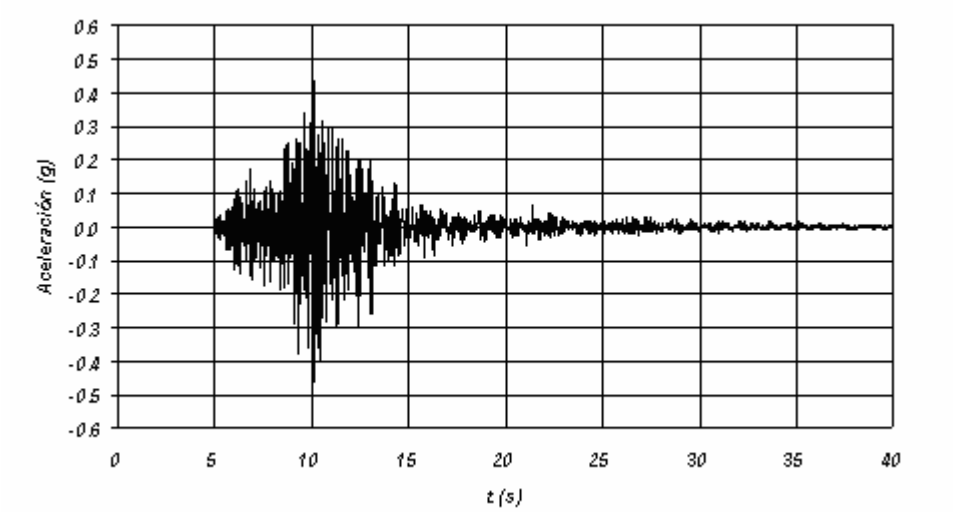


Figura 5. Temblor de Armenia Colombia. Espectro de aceleraciones Registro Universidad del Quindío- Enero 25 de 1999 1.19 PM – componente este oeste

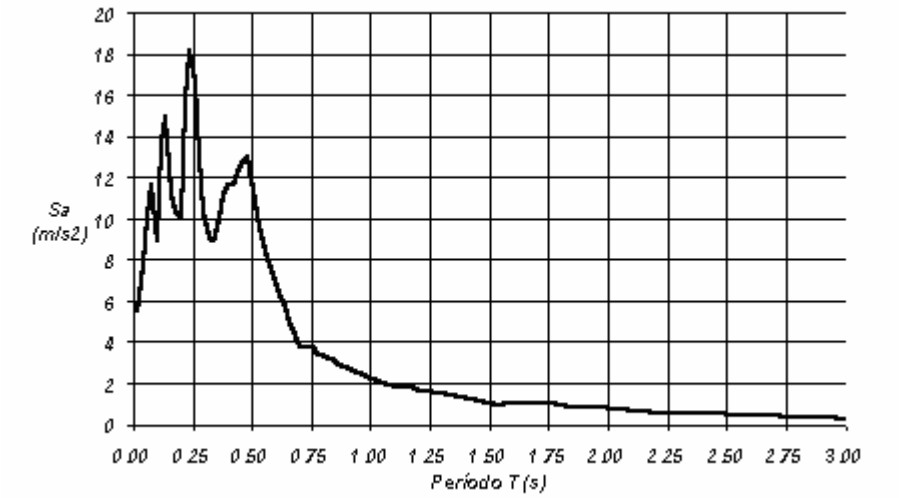


Figura 6. Temblor de Armenia Colombia. Espectro de aceleraciones Registro Universidad del Quindío- Enero 25 de 1999 1.19 PM – componente norte sur

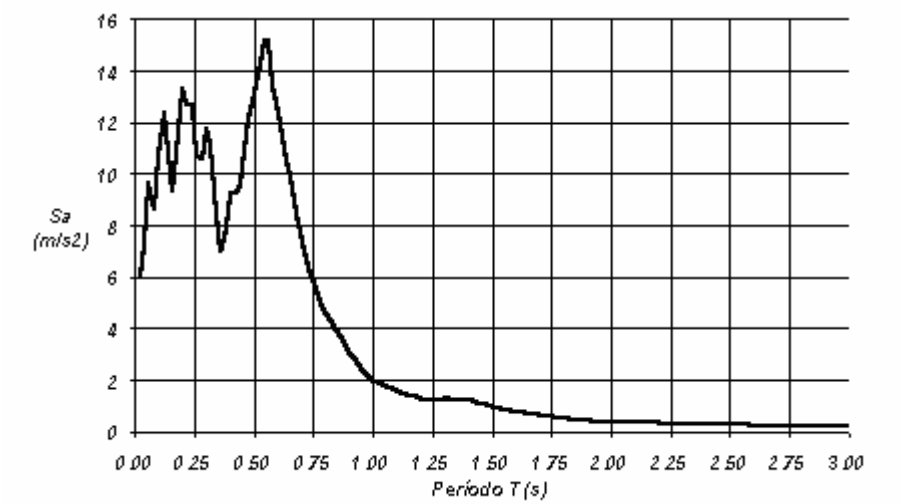
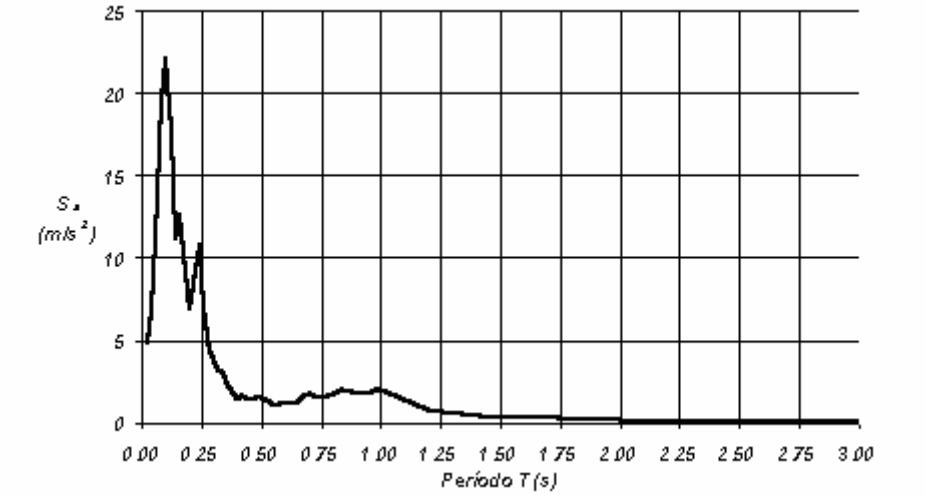


Figura 7. Temblor de Armenia Colombia. Espectro de aceleraciones Registro Universidad del Quindío- Enero 25 de 1999 1.19 PM – componente vertical



Se interpreta riesgo sísmico [3] como la probabilidad de una pérdida causada por un sismo durante un tiempo definido. Esta pérdida puede ser medida en términos humanos, económicos o sociales y la escala escogida define el costo de la pérdida que da una medida del riesgo. Por ejemplo, se podría expresar el riesgo en términos del número de muertos o en términos de un costo económico, que puede incluir elementos directos (bienes destruidos) e indirectos (interrupción de comercio).

3. Tipos de edificaciones

Los tipos de edificaciones contemplados en la escala de Intensidades Mercalli Modificada para los países andinos (M.M.A-92) [4] se clasifican en cuatro tipos, construcciones sísmicas muy débiles, construcciones sísmicamente débiles, construcciones livianas y normales, y construcciones sismorresistentes.

- Las muy débiles corresponden a edificaciones elaboradas con adobe, en las que el espesor del muro depende del aparejo utilizado, como también las construidas con tierra húmeda, tapiales y bloques de piedras con argamasas y calicantos.
- Las sísmicamente débiles elaboradas con ladrillos, bloques de cemento o tierra comprimidos y bloques de piedra, sin amarres verticales y horizontales; las de armazones en madera, guadua, quincha y bahareque debilitados por la acción de humedecimiento y secado alternado, y en este tipo también podría hablarse de construcciones de concreto reforzado con configuraciones estructurales

inadecuadas (columnas cortas, excentricidades exageradas, poca rigidez y mala relación con construcciones adyacentes).

- Las construcciones livianas generan bajas fuerzas de inercia y pueden responder adecuadamente a sismos, y como construcciones normales se clasifican las de albañilería y concreto reforzado de resistencia a la compresión mínima de 210 Kg./cm2.
- Y las construcciones sismorresistentes, construcciones de mampostería simple con densidades de muros no inferiores a 25 cm./m2 en ambas direcciones, mampostería confinada o con refuerzo interior con densidades de muros superiores a 12 cm./m2, construcciones de concreto reforzado y acero estructural capaces de controlar deformaciones de sus elementos estructurales y no causar daños en elementos no estructurales y de acabado, así como de resistir sismos de diseño en el periodo de retorno de la normativa de cada país.

4. Inspección y habitabilidad

La habitabilidad es el resultado de la inspección y análisis de los daños sufridos por una edificación y constituye una medida de la estabilidad de la estructura y de la seguridad de sus ocupantes. La inspección describe y cuantifica el número de pisos, el uso predominante, las dimensiones, el sistema estructural, los tipos de entrepisos, la edad de la construcción, el estado de la edificación, y la estabilidad.

El número de pisos debe esquematizarse y hacer diferencia entre niveles en sótano, niveles en altura y niveles sobre laderas inclinadas, necesarios para establecer límites de desplazamientos horizontales y verticales de la estructura.

El uso de la edificación debe identificarse piso por piso y sector por sector, los usos contemplados para edificaciones son: residencial, comercial, educación, salud, hotelero, oficinas, industrial, institucional, bodegas, parqueaderos y otros. Los usos son determinantes de los niveles de carga y de los coeficientes de importancia para el diseño sísmico.

Las dimensiones y la forma geométrica de las plantas y las alturas de la edificación dan cuenta de la inercia, la capacidad de volcamiento y la distribución de esfuerzos a través del sistema estructural.

Los sistemas estructurales contemplados por la normativa tanto nacional como internacional, para determinar la vulnerabilidad y las diferentes técnicas constructivas, son: pórticos de concreto, muros estructurales de concreto, sistemas duales o combinados de concreto, prefabricados de concreto, mampostería confinada, mampostería reforzada, mampostería no reforzada, pórticos arriostrados de acero, pórticos no arriostrados de acero, pórticos en celosía de acero, pórticos y paneles en madera, pórticos en madera y paneles en otros materiales; tapia y bahareque, y estructuras mixtas.

Los tipos de entrepisos determinan el peso y desempeño como diafragma rígido o flexible, par lo cual se establecen categorías dependiendo del material y del tipo de estructura, madera, ladrillo, bloque acero, concreto y combinación de los anteriores, y con respecto al tipo de estructura, unidireccional, bidireccional y maciza.

El año de construcción es un indicativo de la técnica constructiva utilizada, la calidad de los materiales y los requisitos de diseño empleados.

El estado de la edificación es correspondiente con cuatro factores, estabilidad global de la edificación, problemas geotécnicos, y daños en elementos estructurales y no estructurales, los cuales consienten o no con la habitabilidad de la estructura.

La estabilidad corresponde en sus diferentes categorías con la evaluación de si los elementos estructurales han alcanzado los estados límites últimos de esfuerzos, y se categorizan como: pérdida de equilibrio, rotura de partes críticas, colapso progresivo, formación de mecanismos plásticos, inestabilidad debida a deformaciones y fatiga.

5. Intervenciones

Las intervenciones se realizan dependiendo del tipo de edificación y su valor representado, sin embargo la postura es dignificar la vida de la edificación para su durabilidad de acuerdo a sus condiciones de diseño, evaluar el grado de seguridad, y proponer alternativas de reconstrucción respetuosas del lenguaje estructural y arquitectónico.
Para intervenciones estructurales históricas o de valor patrimonial, se debe evitar el colapso del edificio de tal manera que el sistema estructural absorba la energía sísmica y la disipe a través de cada uno de sus componentes, cada componente podrá rediseñarse y reconstruirse aumentando su resistencia elástica e incrementando su ductilidad para lograr asegurar la estabilidad en la etapa de post fisuración.
Las opciones para rediseño y reconstrucción generalmente son reconstrucción de muros, sellado de fisuras, costura de grietas, colocación de tensores, elaboración de elementos confinantes o de amarre, construcción de contrafuertes, encamisado de elementos resistentes, apuntalamientos e inyecciones, las cuales deben ejecutarse de manera rigurosa para que cumplan su cometido.

6. Conclusiones

Los mecanismos de conexión de elementos estructurales rígidos y cerrados en planos de actuación de cortante sísmico, elaborados con vigas perimetrales, rigidizan los muros, disminuyen el momento flector en la base y disminuyen esbeltez.
Los contrafuertes eliminan la posibilidad de volcamiento de los cerramientos y aumentan la rigidez de la edificación.
Las inyecciones de materiales nuevos sobre elementos de unión estructural de la edificación, deben localizarse de tal manera que no agredan el mecanismo de funcionamiento del elemento.
Las investigaciones en rediseño y reconstrucción deben hacerse de común acuerdo con los centros de investigación de las universidades para que las intervenciones y el valor de las edificaciones permanezcan en el tiempo.

Referencias bibliográficas

[1] MELLACE, Rafael (2005): “Normalización de la Construcción de Tierra en Argentina”, Universidad Nacional de Tucumán. Argentina, Tampico. México febrero 17 de 2005.
[2] CARDONA, Omar D., Presidente de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica – AIS Director, CEDERI, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
[3] BOMMER, Julian; SALAZAR, Walter; SAMAYOA, Ricardo (2000): “Riesgo Sísmico en la Región Metropolitana de San Salvador”. Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente.
[4] KUROIWA, Julio; LAZARES, Fernando (1997): “Escala de Intensidades Mercalli Modificada para los países andinos”, XI Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Noviembre 04-08-1997, Trujillo, Perú.
[5] http://www.angelfire.com/ri/chterymercalli/
[6] MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO: “Modificación a los decretos 33 y 34 de la ley 400 de 1997”. Republica de Colombia. Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS).
[7] III SIACOT (2004): “La Tierra Cruda en la Construcción del Hábitat”, Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra. San Miguel de Tucumán, Octubre 2004.

La autora es Profesora Asistente en el Instituto Tecnológico Metropolitano, ingeniera civil, especialista en docencia universitaria, ingenieria sismorresistente y investigadora.


De 7 a 12 de Outubro de 2005, decorreu neste local, o IV Seminário Ibero Americano de Construção com Terra e o III Seminário de Arquitectura de Terra em Portugal, tendo sido organizado por:
Escola Superior Gallaecia
Projecto Ibero-Americano Proterra
Associação Centro da Terra
Fundação Convento da Orada







Organização

Projeto de Investigação Proterra

ESG. Escola Superior Gallaecia

FCO. Fundação Convento da Orada

CdT. Associação Centro da Terra