

ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO DE ELEVAÇÃO DA PAREDE EM ADOBE DE DUAS HABITAÇÕES RURAIS. Casos: Assentamentos Rurais Pirituba II e Sepé-Tiaraju - São Paulo – Brasil

Mauricio Guillermo Corba Barreto ⁽¹⁾; **Rafael Torres Maia** ⁽²⁾; **Rosana Rita Folz** ⁽³⁾;
Akemi Ino ⁽⁴⁾; **Ioshiaqui Shimbo** ⁽⁵⁾

HABIS – Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – USP/UFSCAr.

São Carlos – SP – Brasil

Tel: (+55) 16-3373 9304, Fax (+55) 16-3373 9304

(1) E-mail: macorito710@yahoo.com.br

(2) E-mail: rafamaia@yahoo.com

(3) E-mail: rosana.folz@gmail.com

(4) E-mail: inoakemi@sc.usp.br

(5) E-mail: shimbo@power.ufscar.br

Tema 3: Técnicas, Construção, Investigação e Desenvolvimento

Palavras-chave: Adobe, parede, habitação rural.

Resumo

O presente trabalho se insere no debate científico sobre a habitação e o resgate das práticas mais sustentáveis, como o uso de materiais provenientes de recursos renováveis, na produção da moradia rural. No Brasil, esta relação aparece na construção habitacional em alguns assentamentos rurais de reforma agrária, onde se busca transferir o conhecimento técnico de outros processos construtivos para as famílias assentadas, como alternativa à alvenaria tradicional de bloco cerâmico, presente na maioria dos conjuntos habitacionais brasileiros. De entre as técnicas alternativas encontra-se a parede de adobe que utiliza materiais de origem local, emprega pouca energia em sua produção, possui capacidade estrutural, além de poder gerar ambientes com isolamento térmico e acústico mais desejável.

Embora o adobe seja uma técnica milenar, existe ainda uma carência muito grande de estudos que abordem aspectos específicos desta técnica na construção de habitação de interesse social no meio rural, como por exemplo: análises comparativas de diferentes casos que possibilitem o aumento de referências das experiências positivas e negativas do uso da terra como material para construção de habitações dignas; implicações dos traços do adobe e elevação das fiadas no desempenho das paredes como estrutura da casa; e a relação do papel da assessoria técnica com as capacidades de execução dos próprios moradores da casa. Além destas lacunas, podem-se acrescentar os poucos estudos que existem atualmente no Brasil que tratam da transferência do conhecimento sobre o uso da terra como material de construção para as famílias de baixa renda inseridas em processos participativos.

Neste contexto, esse trabalho analisa dois exemplos desenvolvidos em dois assentamentos rurais. O primeiro está inserido em um projeto que construiu 49 casas no Assentamento Pirituba II, localizado no município de Itapeva, onde uma destas casas foi construída em adobe. O segundo exemplo estuda o caso de paredes de adobe de uma casa que colapsaram pouco tempo depois de serem erguidas, no Assentamento Sepé-Tiaraju, localizado no município de Serra Azul, onde foram construídas 77 casas em materiais e técnicas distintas. Ambos os assentamentos estão situados no Estado de São Paulo, Brasil.

O objetivo deste trabalho é analisar o processo de elevação das paredes em adobe comparando os dois casos, que foi bem sucedida em uma casa, mas que apresentou algumas falhas na outra. Utilizou-se como estratégia geral de pesquisa o método da “pesquisa-ação”, na qual os pesquisadores e os sujeitos da pesquisa ficam envolvidos no processo, de forma cooperativa ou

participativa, e na resolução dos problemas. Os produtos obtidos foram os seguintes: 1) caracterização de cada caso; 2) identificação das variáveis; 3) quadros comparativos dos dois casos; 4) análise e conclusão das comparações. Como resultados desse trabalho obtiveram-se detalhes das variáveis comparadas, os quais podem ser utilizados em novos processos construtivos em adobe considerando o trabalho conjunto entre as famílias e a assessoria técnica. Esse tipo de experiência contribui com novas informações referentes a processos de uso de materiais renováveis com a participação das famílias na produção da moradia rural.

1. O ADOBE E A TECNOLOGIA SOCIAL

O adobe, bloco em terra crua, é uma das técnicas que utiliza o solo com as mais variadas características sem passar pelo processo de cozimento ou queima. Além do adobe, a taipa de pilão e a taipa de mão (pau-a-pique) foram as técnicas em terra crua mais difundidas no Brasil (Lopes, 1998).

Trazida pelos colonizadores portugueses, a construção em terra crua predominou no período colonial. Na virada do século XIX para o XX, com a produção em série do tijolo cerâmico de baixo custo e o surgimento de outras tecnologias, gradativamente as técnicas de terra crua foram desaparecendo. A terra como material de construção continuou sendo utilizada principalmente em algumas regiões da área rural de forma muito precária, resultando em casas mal construídas, principalmente pelo despreparo da mão-de-obra e pela indevida aplicação do processo construtivo.

Com a busca por técnicas construtivas mais sustentáveis, a construção em terra crua volta a ser apresentada como uma alternativa para construções habitacionais, principalmente em áreas rurais. No entanto, ainda existe uma carência muito grande de estudos que possam subsidiar a transferência desta tecnologia para comunidades interessadas na aplicação deste material. Como bem destaca Pinto (1993, *apud* Alexandria e Lopes, 2008):

“Terão que se recuperar as técnicas tradicionais, analisá-las, quantificá-las, sistematizá-las, testá-las em laboratório e aperfeiçoá-las. No fundo, reacreditá-las, restituir-lhes o crédito a que têm direito. Há que associar à terra idéias verdadeiras e inovadoras como conforto, economia energética, longevidade, degradabilidade e ecologia.”

A construção de casas em adobe, como resultado de estudo científico de seus materiais e de seu processo de fabricação e organização, pode se enquadrar no que atualmente é conhecida como tecnologia social, considerando as seguintes características: baixo impacto ambiental; uso de matérias-primas e energias locais; necessidade de pouco capital; não exigência de formação específica para sua utilização; de domínio público não envolvendo patentes; e de fácil entendimento e absorção (Abiko, 2009). O adobe é uma técnica que com metodologias transformadoras, aplicadas e apropriadas pela população envolvida podem representar soluções para a melhoria de qualidade de vida.

Rodrigues e Barbieri (2008) afirmam que os parâmetros da tecnologia social fornecem os critérios para análise das ações da proposta: atendimento das demandas sociais concretas vividas e identificadas pela população; processo democrático e desenvolvido a partir de estratégias especialmente dirigidas à mobilização e à participação da população; participação, apropriação e aprendizado por parte da população e de outros atores envolvidos; planejamento, aplicação ou sistematização de conhecimento de forma organizada; produção de novos conhecimentos a partir da prática; atendimento à

sustentabilidade econômica, social e ambiental; geração de aprendizagem que serve de referência para novas experiências.

Colocando estes critérios como referência, é possível analisar as experiências assessoradas pelo Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade (HABIS) na elevação de paredes em adobe de duas habitações em assentamentos rurais (Pirituba - Itapeva e Sepé-Tiaraju – Serra Azul). Com a análise comparativa do processo de construção pretende-se identificar os fatores que geraram resultados distintos entre as duas experiências, apontando-se também as dificuldades encontradas na transferência da tecnologia, cujo processo apresenta certas peculiaridades que precisam ser debatidas.

Schilderman (*apud* Neves, 2004) observa que não basta treinar a mão de obra para garantir a transferência de tecnologia. É necessário o “engajamento de uma equipe técnica multidisciplinar, motivada, capacitada para adequar os procedimentos aos hábitos tradicionais da população e com poder de decisão”. Neves (2004) acrescenta que a equipe transferidora da tecnologia “precisa ter também sensibilidade para absorver as informações sobre o hábito cultural dos usuários da tecnologia, procurar adequar a técnica aos materiais regionais e utilizar uma linguagem de acordo com a população a ser atendida”.

Este processo de avaliação se insere na geração de tecnologia social, pois promove a alimentação do processo auxiliando no avanço da tecnologia. Com a análise apresentada neste trabalho pretende-se contribuir para a reflexão sobre o uso do adobe em habitações rurais em um processo participativo de construção e os cuidados que isto implica na transferência do conhecimento, no acompanhamento da produção dos blocos bem como das etapas construtivas.

2. ESTRATÉGIA DE PESQUISA E MÉTODO DO ESTUDO

A estratégia de pesquisa utilizada pelo HABIS (Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – EESC/USP e UFSCar), tanto no Projeto desenvolvido no Assentamento Rural Pirituba II como no Sepé Tiaraju, foi o da Pesquisa-ação.

A pesquisa-ação agrega vários métodos e técnicas de pesquisa social conforme cada fase ou operação do processo de investigação, existindo técnicas para coletar e interpretar dados, resolver problemas, organizar ações, e outras. Na pesquisa-ação, os pesquisadores recorrem a métodos e técnicas de grupos para lidar com a dimensão coletiva e interativa da investigação e também técnicas de registro, de processamento e de exposição de resultados (Thiollent, 2000, p.26).

Por outro lado, o método utilizado para analisar o processo de elevação da parede em adobe de duas habitações destes assentamentos foi o estudo das seguintes fontes de evidência: relatos de viagens, relatórios de pesquisa, observações diretas e arquivos digitais e audiovisuais.

3. CARACTERIZAÇÃO DOS ASSENTAMENTOS RURAIS PIRITUBA II E SEPÉ-TIARAJU

3.1 Assentamento Rural Pirituba II

Este Assentamento está em uma área que ocupa uma parte do município de Itapeva (áreas I e IV) e uma do município de Itaberá (áreas II, III e V), situados no sudoeste do

Estado de São Paulo (Brasil), região que apresenta uma grande concentração de florestas plantadas e, ao mesmo tempo, baixos indicadores sociais.

O Grupo Habis coordenou o Projeto Inovarural (Habitação rural com inovação no processo, gestão e produto) nas áreas I e IV, portanto no município de Itapeva, acompanhando a construção de 41 casas térreas em alvenaria de bloco cerâmico e uma casa em adobe no período de 2003 a 2005 (Ino, 2005). O processo de escolha de materiais transcorreu ao longo de quase um ano, passando por várias reuniões, capacitações e definição da tipologia da habitação. O interesse pelo adobe se deu principalmente pelo seu baixo custo. Porém, com a possibilidade de acessar um recurso financeiro adicional para a construção das casas, muitas famílias desistiram do adobe permanecendo apenas uma família que aceitou a proposta da assessoria de construção da sua casa com este material.

3.2 Assentamento Rural Sepé-Tiaraju

Neste assentamento estão sendo construídas 77 casas em três tipologias diferentes: uma de dois quartos, outra de três quartos (ambas em bloco cerâmico) e uma terceira de três quartos com materiais alternativos, todas com sala, cozinha e banheiro interno. Entre estes materiais está a terra crua, presente nas técnicas do BTC (bloco de terra comprimido), adobe e taipa de mão. Além destas, estão sendo feitas experimentações com outros materiais e técnicas, tais como estrutura em eucalipto roliço e fundação em pedra.

Dentre estas famílias, duas escolheram o adobe. Uma delas se antecipou, fabricou os adobes e ergueu rapidamente as paredes de sua casa, na ansiedade de ter a casa pronta para não passar mais um período de chuvas dormindo em um barraco em precárias condições. Esta pressa na produção dos adobes e na elevação das paredes não possibilitou o devido acompanhamento do grupo de assessoria, reduzindo em muito sua capacidade de interferência. Esta situação fez com que a família utilizasse traços diferentes para a produção dos adobes e massa de assentamento, método de secagem inadequado, dentre outras ações indevidas.

4. LEVANTAMENTO DAS VARIÁVEIS E ANÁLISE COMPARATIVA DO PROCESSO DE ELEVAÇÃO DAS PAREDES DE ADOBE

Os dois casos utilizados como estudo passaram por processos construtivos diferentes em todas as etapas. No entanto, o presente trabalho aborda apenas o processo de elevação das paredes, pois se pretende analisar como o processo realizado de forma diferenciada resultou em uma casa bem construída, em um Assentamento, enquanto na casa do outro Assentamento as paredes colapsaram logo após a sua elevação. Além do mais, o elemento “parede” é um dos que mais se destacam em uma edificação, apresentando função estrutural, equilibrador do clima interior, proteção das intempéries, privacidade e segurança (Stulz e Mukerji, 1993).

Para analisar o processo de elevação das paredes de adobe das duas casas em questão, foi elaborado um quadro comparativo com as quatro variáveis e suas sub-variáveis que foram identificadas como principais neste processo, devidamente caracterizadas para posterior análise.

A primeira variável se refere à relação entre o pesquisador e a família na assessoria técnica. Esta variável ajuda a entender a implicação da interação dos dois atores na

transferência de tecnologia, destacando as atribuições e as condições de cada um deles. A segunda variável refere-se às características do adobe, pois da qualidade da sua produção depende o eficiente desempenho na exigência estrutural da parede e a capacidade de suportar os fenômenos ambientais. A terceira variável foca a execução da parede para poder identificar as inconsistências que podem acontecer em cada uma de suas etapas. Esta variável foi então subdividida em execução da argamassa de assentamento e execução das fiadas, analisadas em suas várias etapas. A quarta variável se refere às interfaces, comum nos dois casos, que determinaram o desempenho da parede de adobe.

VARIÁVEL 1: Relação entre pesquisador e a família na assessoria técnica	
CASO PIRITUBA	CASO SEPÉ
<p>Durante algumas etapas da produção do adobe e da elevação da parede a assessoria dos pesquisadores não foi contínua, em alguns casos por falta de recurso e em outros pelo trabalho acelerado do morador. O morador sempre esteve com boa disposição às sugestões dos pesquisadores, apesar de algumas etapas serem definitivamente executadas por conhecimento popular próprio do morador, como por exemplo, o reboco que foi feito de cimento e areia. A família representou um grande apoio no avanço e na decisão da construção da casa. Os pesquisadores realizavam oportunamente os projetos e mantinham constantemente comunicação com o morador. Atualmente o morador e sua família moram na casa de adobe. O assentamento ficava a uma distância de quatro horas e meia da Universidade, fato que embora tenha sido de grande esforço para os pesquisadores, não impossibilitou as visitas quase semanais ao assentamento, graças a um recurso financeiro para pesquisa.</p>	<p>Durante algumas etapas da produção do adobe e da elevação da parede a assessoria dos pesquisadores não foi contínua, em alguns casos por falta de recurso e outros pelo trabalho acelerado do morador. Depois que as paredes caíram o morador ficou disposto a fazer de novo, no entanto a família não apoiou a decisão, mudando da técnica do adobe para o tijolo cerâmico. A vontade do morador em experimentar traços sem prévio controle e o fato de não esperar os pesquisadores para assessorar, acabou dificultando o monitoramento executivo da obra. Apesar das boas relações humanas entre pesquisador e família, se percebeu que a pouca experiência do pesquisador em canteiro ajudou na determinação da baixa eficácia construtiva da casa. Apesar de o assentamento ficar mais próximo da Universidade do que Pirituba, as visitas da assessoria não puderam ser tão contínuas como Pirituba, por falta de recurso para pesquisa e o recurso de assessoria técnica era limitado.</p>

VARIÁVEL 2: Características do adobe

CASO PIRITUBA	CASO SEPÉ
<p>Produção total de 5.141 adobes, com possibilidade de ser produzidos em 25 dias com uma equipe média de quatro pessoas. Tipo de energia utilizada: humana e solar. Tipo de mão de obra utilizada: coletiva e familiar. Lugar e quantidade de extração da matéria prima: 25m³ de solo (perto da moradia); 612 kg de casca de arroz (resíduo agrícola local). A dimensão interna da forma foi: 15 cm x 11 cm x 30 cm. Adobe com dimensões de 14,2 cm x 9,9 cm x 29 cm, estabilizado com casca de arroz em porcentagens 2:1 - solo:casca, com uma resistência a compressão de 1,42 Mpa. No começo os adobes tinham um alto grau de umidade, mas foi corrigido a tempo. Vários adobes, por decisão do morador, foram feitos sem prévio descanso porque o morador afirmava que a produção demorava muito tempo. No entanto a maioria dos adobes teve um razoável processo de produção.</p>	<p>A produção total de adobes foi perto de 3.600 blocos, produzidos em dois meses. O tipo de energia usada, além de humana e solar, também foi mecânica, com uso de combustível, porque foi necessário caminhões para o transporte da terra de uma distância de 8 km, local onde se estava realizando cortes de terra para a construção de uma estrada. Utilizou-se 30m³ de terra. O traço não foi definido homogeneamente. No entanto, nas misturas foram usadas algumas fibras vegeais como: esterco de gado e capim. Participaram na produção cinco pessoas integrantes da família. A dimensão interna da forma foi: 15 cm x 14 cm x 30 cm. Adobe com dimensões de 14 X 13,5X 29 cm, com uma resistência a compressão de 1,7 Mpa. O ensaio de flexão mostrou um resultado bastante baixo do mínimo seguro, o principal motivo relacionado à falta de coesão entre as partículas do adobe. A produção teve várias dificuldades como: falta de definição do traço para estabilização, não peneiramento da terra, pouco tempo de descanso do barro (uma noite), aparência úmida do barro na hora de moldar (justificado pelo fato de não querer lançar o barro na forma), falta de limpeza do lugar de amassamento (buraco acima do monte de terra), o barro não foi protegido nos dias de chuva, o adobe foi armazenado no chão, aumentando a umidade por capilaridade.</p>

VARIÁVEL 3: Execução da parede

Sub-variáveis do tipo 3	CASO PIRITUBA	CASO SEPÉ
Produtividade na execução (hora/mutirante por m ²)	1,5 horas de mutirante por m ²	Sem dado
Quantidade de adobes por 1 m ²	30 adobes	25 adobes
Dimensão da junta vertical e horizontal	Entre 1,5 a 2,5 cm	Entre 2 a 3 cm
Custo de 1 m ² de parede de adobe	R\$ 0,42	Sem dado
Tempo de elevação total da parede	1 mês	2 meses
Área final da parede	308,45 m ²	Sem dado
Ferramentas usadas	Cavalete, colher de pedreiro, enxada, balde, carrinho, prumo, nível, escada, 3 tábuas, linha trena	Colher, prumo, linha, enxada, balde, carrinho, nível, tábuas, cavalete, trena

3.1 EXECUÇÃO DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO		
Lugar e distância de produção da argamassa de assentamento	1 metro do contrapiso da casa a ser construída em adobe	7 metros do contrapiso da casa a ser construída em adobe
Quantidade de argamassa produzida por dia	Variava por depender da quantidade de adobes que assentava por dia	Variava por depender da quantidade de adobes que assentava por dia
3.1.1 Execução do poço (ou local) de amassamento		
Características do lugar de produção da argamassa	Poço no solo, sem plástico	Buraco no monte de terra
Tamanho do local de produção da argamassa	4 poços de 1,30 x 0,50 m	1,50 x 1,50 m
3.1.2 Preparação do traço		
Traço	Três primeiras fiadas: traço da argamassa só de água e terra. Após testes de retração - mesmo traço do adobe	Só terra e água
Grau de umidade do traço	Nas primeiras e últimas fiadas o traço estava mais úmido gerando retração	Alto grau de umidade, passada do limite plástico
3.1.3 Pisoteamento da argamassa		
Tempo do pisoteamento do barro	30 minutos	10 minutos
Aparência do barro pisado	Média: plástica. Quantidades um pouco acima do limite de liquidez	Passava do limite plástico para um grau mais úmido
3.1.4 Descanso da argamassa		
Tempo de descanso do barro	Maioria das vezes - 1 dia.	Não descansou
Proteção do barro na chuva	Coberto com plástico	Fazia argamassa só na hora de usar
3.1.5 Correção da umidade do barro		
Correção da umidade do barro	Foi feita	Como o barro não tinha descanso, a umidade não era corrigida
Aparência do barro	Média: plástica. Algumas quantidades passando do limite de liquidez	Maioria das vezes: argamassa mais úmida, fora do limite de plasticidade
Quantidade de água usada	Sem precisão	Sem precisão
3.2 EXECUÇÃO DAS FIADAS		
Umidecimento dos adobes no momento de assentá-los	Foi feito	Não foram molhados
Quantidade de fiadas totais (pelo oitão e pela frente da casa)	Até oitão: 32 fiadas Fachada 1: 23 fiadas Fachada 2: 19 fiadas	Até oitão: 23 fiadas + viga cinta Fachada 1: 17 fiadas + viga cinta Fachada 2 (até cinta): 14 fiadas

3.2.1 Execução das esquinhas		
Prumo e esquadro das esquinhas	Algumas paredes: 3 cm (média) fora do prumo e esquadro	No prumo e no esquadro
Limpeza da superfície da fundação	Foi feita	Foi feita
Elaboração e seguimento do projeto de sequência das fiadas de adobe	Não teve projeto. Foi feito pré-modulação em canteiro	Teve projeto e foi seguido
3.2.2 Execução da primeira fiada		
Execução da primeira fiada segundo o projeto	Não teve projeto. Tiveram fiadas que não apresentaram trava suficiente	Foi seguido o projeto
Execução no nível e esquadro da primeira fiada	Foi feita. Algumas esquinhas de fiadas superiores não foram amarradas	Foi feita
3.2.3 Execução das fiadas seguintes		
Amarração das esquinhas	Foram amarradas. Usou-se aço (5mm) de 40 cm em cada direção	Foram amarradas. Usou-se aço (1/4) de 30 cm em cada direção
Distância entre amarrações/esquinhas	Cada 3 fiadas	Sem dados
Elevação por fiadas completas	Foram feitas primeiro as esquinhas e depois ia se elevando o perímetro todo da fiada	Algumas paredes internas não foram elevadas ao mesmo tempo do perímetro todo, dificultando amarração
Alturas das paredes	Cumeeira: 3,73 m Fachada 1: 2,64 m Fachada 2: 2,20 m	Até cumeeira: 3,78 m Fachada 1: 2,78 m Fachada 2 (até cinta): 2,17

VARIÁVEL 4: Interfaces

CASO PIRITUBA

- A fundação, que foi executada a 15 cm acima do nível do chão, foi em sapata corrida, com blocos de concreto, armada e grauteada. A ligação entre a fundação e a parede estrutural foi feita apenas por apoio direto da parede sobre a fundação. As três primeiras fiadas foram rebocadas com uma argamassa acrescida de impermeabilizantes para evitar o desgaste por causa da chuva.

- Foram colocadas, como vergas e contravergas, aço de 6,3 mm. No entanto, os batentes das janelas tiveram flecha de até 3 cm. Num dos vãos das janelas foi necessário colocar uma verga de madeira, pois acima desta se apoiava uma tesoura.

- Não foi feita cinta de amarração.

- A ligação entre cobertura e o adobe foi realizada através de uma peça de transição (berço) em madeira, fixada no adobe com pinos metálicos (SILVA, 2007)

CASO SEPÉ

- A fundação foi executada em pedra bloco pela abundância desta pedra na região. Foi impermeabilizado o respaldo da fundação com "vedalit". Este respaldo da fundação ficou a 60 cm do nível do chão, e logo depois foi assentada a primeira fiada de adobe. Esta primeira fiada não foi impermeabilizada, absorvendo a água da chuva, o que debilitou sua resistência.

- Na elevação das paredes não foi colocada nenhuma peça de madeira que ajudasse a pregar os batentes das janelas.

- Foi feita uma cinta de amarração de concreto com armadura de duas barras de aço, cimento, areia e brita. Traço = 1 saco de cimento: 3 carriolas de areia ; 3 carriolas de brita. Esta cinta de concreto foi feita após tentativa de colocar arame farpado como reforço acima dos vãos, o que não deu certo.

- As paredes colapsaram antes de ser colocada a cobertura.

Para analisar os diferentes tipos de variáveis identificadas é necessário articulá-las e pensá-las como um todo, pois uma variável pode depender da outra, como, por exemplo, a relação da assessoria com a família na execução da obra e as causas que levaram ao extremo de colapso de paredes. Nesse primeiro tipo de variável podemos observar que a assessoria constante ajuda a mitigar possíveis atuações improvisadas do morador na construção da sua casa. Nos dois casos, a distância dos Assentamentos da cidade sede da Universidade dos pesquisadores impediu uma assessoria intensiva, e no caso do Sepé, os escassos recursos econômicos para viagens também agravaram a baixa frequência das visitas. Por outro lado, existe uma ansiedade das famílias em querer

terminar logo suas casas, o que dificulta um monitoramento e conseqüente prejuízo do processo.

A produção de adobe apresenta certa complexidade se considerar a exigência do conhecimento prévio do tipo do solo e a execução de ensaios de resistência. No entanto, é uma técnica rapidamente aprendida por moradores de baixa formação escolar. Este rápido domínio da técnica permite, por outro lado, adaptações realizadas pelas famílias para agilizar a produção com menor esforço, o que pode colocar em risco a qualidade do adobe. Alguns exemplos claros no caso do Sepé referem-se às mudanças incontroladas de traços da terra com estabilizantes de fibras vegetais, ao pouco tempo de amassamento do barro, ao excesso de umidade e o pouco tempo de descanso do barro. Estes fatos também estiveram presentes em Pirituba, porém em poucos momentos do processo.

A elevação de uma parede de adobe exige um projeto detalhado de cada uma de suas fiadas, para evitar surpresas na execução no canteiro, pois a família nem sempre estará acompanhada pelo assessor. Além disto, tanto em Pirituba como no Sepé, foram encontrados problemas na produção da argamassa de assentamento, por não ter existido o mesmo rigor que foi dispensado no preparo do barro para o adobe.

Como resultado desta tabela comparativa fica uma questão, que embora seja simples, sua resposta é determinante para entender os limites construtivos em termos de tecnologia de terra na sua transferência em assentamentos rurais no Brasil: por quê uma casa caiu e a outra não, se as duas ficaram expostas a chuvas, e as condições foram muito parecidas? Podem-se elencar várias hipóteses no caso do colapso da parede, como: a falta de uma assessoria contínua provocou a improvisação incontrolável do atuar do morador; alterações dos traços, da composição dos adobes e as mudanças no processo de produção do adobe; os primeiros testes do solo e do adobe tiveram resultados que posteriormente não corresponderam completamente à realidade das características físicas e químicas do adobe produzido pelo morador no canteiro; o incorreto processo de produção do adobe gerou blocos de baixa resistência fazendo com que as primeiras fiadas não suportassem a carga da parede; a argamassa de assentamento não teve propriedades suficientes para atuar como uma junta eficiente; o fato de elevar as paredes e não cobrir em época de chuva fez com que os grandes volumes de água e vento debilitassem as paredes; a água da chuva se empoçou perto da primeira fiada debilitando-a e conseqüentemente provocando a queda total.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de existir um conjunto de conhecimentos técnicos sobre o adobe, percebem-se alguns entraves na transferência deste conhecimento para as famílias de baixa renda que precisam construir suas casas. O primeiro deles é desconstruir o preconceito associado à construção em terra como sendo sinônimo de pobreza, fragilidade ou mesmo decadência. O conhecimento e aceitação da técnica por parte da família são os primeiros passos rumo a uma transferência bem sucedida.

A partir do momento que a família acredita que o adobe corresponde a uma ótima possibilidade de agregar conforto e baixo custo da casa com um manejo sustentável do ambiente natural, a relação entre os produtores e os consumidores da tecnologia ganha o *status* de parceria, e a transferência do conhecimento, ou mesmo a troca de conhecimentos, contribui para a evolução da técnica do adobe.

O que foi exposto neste trabalho serve para destacar os seguintes cuidados que se precisa ter em cada etapa da elevação de paredes de adobe: a análise do solo, o traço do adobe, o teste de resistência e a produção do adobe, a interface fundação/parede, a argamassa de assentamento, a exposição à chuva durante a elevação da parede e o reconhecimento de outras variáveis que podem comprometer a integridade da parede. Em um processo de construção participativa, a assessoria precisa conscientizar as famílias sobre estes cuidados.

Por mais simples que a técnica do adobe pode parecer, ficou comprovado, na análise aqui realizada, que a simplicidade aparente pode esconder uma complexidade que precisa ser devidamente tratada tanto no momento da difusão quanto na aplicação daquilo que pode ser considerada uma tecnologia social.

Notas

(1) Segundo Minke (2000, *apud* Faria, 2002), é necessário amassar o barro (mistura de solo, biomassa e água) e deixá-lo em repouso (para melhor homogeneização da umidade e absorção pela biomassa – por maceração). Este descanso é recomendável, tanto para o barro dos adobes quanto para o barro de assentamento dos mesmos.

BIBLIOGRAFIA

- Abiko, A. K. (2009). Tecnologias apropriadas em construção civil. Disponível em: <http://alexabiko.pcc.usp.br/artigos/TecnologiasApropriadas.pdf> (Acessado: 22/09/2009)
- Alexandria, S. S. S. e Lopes, W. G. R. (2008). A utilização da terra em construções rurais durante a colonização do Estado do Piauí. *VII Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra e II Seminário de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil*, São Luís, 2008. São Luís, MA: UEMA.
- Faria, O. B. (2002). *Utilização de macrófitas aquáticas na produção de adobe: um estudo de caso na represa de Salto Grande (Americana-SP)*. Tese de Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, EESC/USP, São Carlos, SP.
- Ino, A. *et al.* (2005). *Construindo habitação rural, com recursos locais e renováveis, e ampliando as oportunidades de trabalho e renda - Assentamento Fazenda Pirituba (Itapeva – SP)*. Relatórios Trimestrais. São Carlos, Fev. 2004–Março 2005.
- Iloko, Z. M. G. *et al* (org.) (2005). *Voices da terra: histórias de vida dos assentados rurais de São Paulo*. São Paulo: Fundação ITESP.

Lopes, W. G. R. (1998). *Taipa de Mão no Brasil: levantamento e análise de construções*. 1998. Dissertação de Mestrado em Arquitetura. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, EESC/USP, São Carlos, SP.

Neves, C. M. M. (2004). Mecanismos para transferência de tecnologia para habitação e a experiência do Projeto Proterra. *III Seminário Ibero-Americano de Construcción con Tierra*, Tucumán, Argentina, 2004. Tucumán, Argentina: PROTERRA; Cyted-Habyted; Criatic; Universidade Nacional de Tucumán, 2004. p.437-449

Rodrigues, I. e Barbieri, J. C. (2008). A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, vol. 42, n. 6, p.1069-1094, nov.-dez.

Silva, F. M. G. (2007) *Análise da sustentabilidade no processo de produção de moradias utilizando adobe e bloco cerâmico*. Caso: Assentamento Rural Pirituba II - Itapeva-SP. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Stulz, R. e Mukerji, M. (1993). Información fundamental sobre elementos de construcción. *Materiales de construcción apropiados*. London: SKAT & IT Publications.

Thiollent, M. (2000). *Metodologia da Pesquisa-Ação*. São Paulo: Cortez.

Curriculum

Mauricio Guillermo Corba Barreto. Arquiteto e Urbanista (UNIBOYACA, 2006 - Colômbia), Mestrando do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo (EESC-USP) – Bolsista CNPq/PEC-PG - Pesquisador do HABIS - Grupo de Pesquisa em Habitação e Sustentabilidade – EESC-USP/Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – Brasil

Rafael Torres Maia. Arquiteto e Urbanista (UFAL, 2006), Mestrando do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - EESC-USP – Bolsista pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP - Pesquisador do HABIS (EESC-USP/ UFSCar) – Brasil.

Rosana Rita Folz. Arquiteta e Urbanista (UFSC, 1986), Mestre em Tecnologia do Ambiente Construído (EESC-USP, 2002) e Doutora em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia (EESC-USP, 2008). Pós-doutoranda e bolsista do Programa Nacional de Pós-Doutorado - PNPd, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq – Pesquisadora do HABIS (EESC-USP/ UFSCar) – Brasil.

Akemi Ino. Profa. Dra. do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – EESC-USP – Grupo HABIS - EESC-USP/UFSCar – Brasil.

Ioshiaqui Shimbo. Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Civil – UFSCar – Grupo HABIS - EESC-USP/UFSCar – Brasil