

UM PASSEIO PELAS NORMAS DE CONSTRUÇÃO COM TERRA NOS PAÍSES IBERO-AMERICANOS

Célia Neves⁽¹⁾; Ana Cristina Villaça Coelho⁽²⁾; Romildo Dias Toledo Filho⁽³⁾; Marcos Silvano⁽³⁾

(1) Rede Ibero-americana PROTERRA. Rede TerraBrasil. Lauro de Freitas, BA, Brasil.

Tel.: (55 71) 3379 3506 cneves@superig.com.br

(2) Universidade Federal do Rio de Janeiro; COPPE/PEC; Rede Ibero-americana PROTERRA; Rede TerraBrasil.
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Tel/Fax: (55 21) 9146-6874 anavillaca@coc.ufrj.br/anavillaca@gmail.com

(3) Professor do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UF RJ

Tel/Fax: (55 21) 2562-8484 toledo@coc.ufrj.br/silvano@coc.ufrj.br

Palavras-chave: normas técnicas, conformidade, qualidade

RESUMO

Em que pese o uso milenar da terra como material de construção, a regulamentação através de normas técnicas do uso da Terra na Arquitetura e Construção nos países Ibero-americanos somente teve início no final da década de 70. Este artigo comenta as normas técnicas de construção com terra vigentes nesses países ibero-americanos e chama a atenção do leitor para a importância das normas na cadeia produtiva da construção, especialmente de habitações. Além disso, discute o processo para elaboração de normas técnicas no Brasil. As normas de terra publicadas nos países ibero-americanos e que serão analisadas no presente estudo são: (a) a norma peruana de adobe, publicada em 1977, com revisão em 2000; (b) as normas brasileiras publicadas entre 1984 a 1996; (c) a norma colombiana de 2004 e (d) a recente norma espanhola de dezembro de 2008. Por fim, será feito um relato histórico das contribuições da Rede Ibero-americana PROTERRA e de instituições que fomentam a elaboração das normas e a publicação de recomendações técnicas dedicadas à Arquitetura e Construção com Terra em Ibero-américa.

1. INTRODUÇÃO

A história da humanidade registra que o homem, sempre que necessário, produziu sua habitação com as próprias mãos, e com base no conhecimento que é passado através de gerações pela história oral. Esta arquitetura, denominada arquitetura vernacular, representa o ideal construtivo de cada cultura, baseado em suas necessidades, clima e materiais disponíveis. As construções assim concebidas são consideradas as que mais se aproximam de um ideal de sustentabilidade para o ambiente construído, pois estavam limitadas pelos recursos, por diretrizes ambientais, culturais e econômicas de cada povo. Esta arquitetura permanece no tempo até que uma nova necessidade surja e que uma nova tecnologia seja incorporada e assimilada pela cultura local para atendê-la. Ela pode permanecer imutável até que outra inovação tecnológica modifique o modo de produção da construção. A cada nova necessidade, novos conceitos vão se somando àqueles já consagrados e novos modos de habitar e de construir surgem (Oliver, 1997).

Na história, a construção da habitação é reflexo direto da tecnologia disponível, dos recursos (materiais construtivos) e do modo de vida de cada povo, tudo com grande influência das características climáticas. Durante o período nômade, o homem habitava em cavernas, em abrigos escavados no solo, ou em abrigos montados com galhos, folhas ou peles de caça. As habitações precisavam ser práticas, de rápida conclusão e no caso dos abrigos montados, seu material deveria ser reaproveitado nos sucessivos deslocamentos. A agricultura proporcionou o sedentarismo, e o acúmulo de excedentes modificou as necessidades do homem em relação ao modo de morar e de produzir sua habitação. Os povos já não necessitavam mais se deslocar à procura de alimento, pois este podia ser plantado, e a habitação não precisava mais ser “transportável”, assim poderia ser mais robusta e durável.

O aumento da concentração populacional em núcleos urbanos, fez emergir a questão da produção habitacional enquanto problema a ser resolvido. O advento do cimento industrializado, em 1824, conferiu maior liberdade aos sistemas construtivos, pois possibilitou o vencimento de maiores vãos, com menor quantidade de material consumido,

além de proporcionar construções mais resistentes, com alvenarias mais delgadas, que não exigiam tanto espaço como os sistemas construtivos de abóbadas e aros de técnicas anteriores. Neste cenário de grande demanda, surgem as normas técnicas para a construção civil com o objetivo de regular e normatizar a produção de construções.

Neste cenário surgem as recomendações e normas técnicas, documentos resultantes de discussões, avanços da tecnologia e concordâncias entre os agentes envolvidos com o tema específico. Os requisitos, critérios e procedimentos estabelecidos nestes documentos orientam a tomada de decisão de projetistas e executores, além de assegurar o desempenho e a qualidade dos serviços e produtos. Editais e convites emitidos pelos setores, público e privado, em geral fundamentam as exigências de execução e parâmetros de controle em instrumentos normativos.

No Brasil, o Código de Defesa do Consumidor (CDC), lei 8.078/90, entrou em vigor em 11 de março de 1991, e estabelece que as normas técnicas, publicadas pela ABNT deixaram de ser apenas diretrizes e passaram a ser obrigatórias (Königsberger, 2003). Apesar deste avanço, o debate sobre técnicas inovadoras, que geralmente são empregadas no setor produtivo antes de serem devidamente regulamentadas ainda é incipiente e precisa ser estimulado. A cadeia produtiva da construção civil, cujo produto final são construções (imóveis), são bens duráveis e estão sujeitos à aplicação das normas de padrão de qualidade, como o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQPH), que visa implantar programas setoriais de qualificação de materiais, sistemas e componentes construtivos.

As atuais e crescentes necessidades que surgem diante da questão da sustentabilidade, remetem às considerações iniciais de Sachs (1986), que há pouco mais de trinta anos esboçou as primeiras idéias para a noção de desenvolvimento sustentável e seus cinco aspectos: ecológico, econômico, social, ambiental e territorial, inaugurando um novo paradigma para o desenvolvimento. Neste período, um novo movimento busca a promoção de um modelo de desenvolvimento que seja menos agressivo aos recursos naturais. Este movimento só tem seus efeitos percebidos na cadeia de produção da construção civil anos mais tarde. A princípio, surgiram as modificações nos sistemas construtivos, com a tendência da industrialização da construção e sua montagem no canteiro de obras, eliminando os aspectos “artesaniais”, que geravam em média 30% de desperdício de material, para o caso do Brasil. Mais recentemente, a racionalização, não somente do desenho da construção e seu sistema construtivo, mas também, do material, visa a redução de consumo de desnecessário de matéria-prima. Desta forma, cada material deve atender exatamente às especificações a que se destinam. A partir dos anos de 1970, as tecnologias não-convencionais começaram a ganhar força, ao mesmo tempo em que a terra, como material de construção, é uma aplicação estimulada, principalmente por pesquisas acadêmicas. Desta forma, vários setores da sociedade se mobilizaram na busca de inovações tecnológicas na construção que atendam às atuais necessidades.

As normas de construção com terra, vigentes nos países ibero-americanos, ainda que em pequeno número, elas têm um papel fundamental no “status” tecnológico de seus países e são referências fundamentais para os países que ainda estão iniciando esta importante atividade para a consolidação da arquitetura e construção com terra em Ibero-américa.

2. O QUE SÃO NORMAS?

Normas são documentos oficiais que estabelecem terminologia, procedimentos de medidas, de execução, e de especificações que devem atender um produto, ou serviço, definindo padrões de qualidade e garantindo sua durabilidade. Em geral, as normas são produzidas por um órgão oficialmente acreditado para tal, que estabelece as diretrizes e restrições acerca de um material, produto, processo ou serviço, e define os requisitos que aferem a qualidade destes produtos ou serviços, além de uniformizar o vocabulário que orienta as relações/os acordos entre produtor/fornecedor e usuário/consumidor. Cada país tem seu próprio processo para normalização, desenvolvido por grupos de estudo, comitês, instituições (públicas e privadas), dentre outros setores da sociedade. Um nível de normatização mais complexo, abrange as normas regionais adotadas em um conjunto de

países, tal como as Normas Mercosul, ou ainda as internacionais, como as normas ISO (*International Organization for Standardization*).

No Brasil, as normas técnicas são produzidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), uma instituição de direito privado, sem fins lucrativos, fundada em 1940, com objetivos, dentre outros, de promover a elaboração de normas técnicas e fomentar seu uso nos campos científico, técnico, industrial, comercial, de serviços e correlatos, mantendo-as atualizadas, apoiando-se na melhor experiência técnica e em trabalhos de laboratório. Grupos de trabalho, de diferentes Comitês Técnicos elaboram propostas de normas que são postas em consulta nacional através da internet. Cada grupo de trabalho é composto por três distintas classes: produtora, consumidora e neutra, esta última representada por profissionais oriundos de universidades ou centros de pesquisa. Após o período estabelecido para votação, a proposta é aprovada e publicada (Königsberger, 2003).

Um dos grandes obstáculos à implantação da Arquitetura e Construção com Terra tem sido a escassez de normas que forneçam diretrizes de projeto e orientação à execução de técnicas, que ofereçam respaldo técnico a empreendimentos, de natureza pública ou privada. Muitas vezes, o uso de técnicas apropriadas de construção, inclusive as de terra, não é contemplado devido à falta de instrumentos normativos de especificação, medição, e controle. Uma solução adequada relativa à carência de normas nesta área poderia ser, por exemplo, ao invés das normas específicas para cada material e técnica, a publicação de normas de desempenho as quais se fundamentam nas respostas que os produtos ou os serviços geram, independentemente de seus materiais e/ou do processo de produção empregados. No Brasil, por exemplo, a norma técnica NBR 15575 (maio/2008), entrará em vigor a partir de maio de 2010, trata do desempenho de edificações com até cinco pavimentos. Independente dos materiais utilizados e das técnicas construtivas adotadas, a norma permite avaliar as características estruturais, os sistemas de pisos internos, as vedações verticais externas e internas, a cobertura e as instalações hidrossanitárias, além do desempenho térmico, acústico, lumínico, de funcionalidade e acessibilidade, durabilidade e manutenibilidade, e de adequação ambiental.

Um valioso trabalho efetuado por Jiménez Delgado e Cañas Guerrero (2005) estudou a abrangência internacional de documentos normativos sobre as técnicas de adobe, taipa e BTC (bloco de terra comprimida). Os autores identificaram 125 documentos, e os agruparam em três categoriais: (a) normas e regulamentos emitidos por autoridades oficiais (80); (b) regras e procedimentos internacionalmente reconhecidos, porém sem a validação de organismos normativos (29); e (c) outros documentos técnicos considerados úteis para o ordenamento da atividade de construção com terra (16). Na primeira categoria, selecionaram 35 e classificaram em onze situações, considerando o país de origem e a técnica construtiva. Nestas onze situações, foram quesitos: seleção e estabilização dos solos, fabricação e requisitos do produto, ensaios, projeto e execução do sistema construtivo. Após a análise, os autores sugeriram a atuação de um organismo internacional centralizador, localizador e difusor de documentos, além da necessidade de atualização de alguns documentos em função dos avanços tecnológicos alcançados. Os autores concluíram, ainda, que a arquitetura e construção com terra não está devidamente normatizada para atender ao retorno do uso da terra na maioria dos países, inclusive na Espanha. As normas neozelandesas, segundo esta análise, são as que contemplam maior abrangência quanto aos procedimentos de execução e exigências, e constataram a maior incidência de normas relativas ao BTC em relação às outras técnicas construtivas.

3. NORMAS VIGENTES EM IBERO-AMÉRICA

As atividades voltadas à normatização da arquitetura e construção com terra em iberoamérica iniciaram-se, efetivamente, na década de 1970, no Peru. Após intenso trabalho de pesquisa sobre o comportamento das construções em adobe frente às solicitações provenientes de abalos sísmicos, realizado pela *Pontificia Universidad Católica del Perú*, o *Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda* que incorporou, em 1977, o uso do adobe na regulamentação de construções como parte das Normas de Projeto Sismoresistente; em 1985, o *Ministerio de Vivienda y Construcción* aprovou e publicou a

norma ADOBE, incorporando-a às Normas Técnicas de Edificações, cuja publicação, revisada em 2000, é uma referência para os especialistas que atuam nesta área (NTE E.80, 2000). Atualmente esta norma está em sua segunda revisão e ampliação, e incorpora outras técnicas construtivas, de acordo com os avanços das pesquisas realizadas desde sua última revisão.

No Brasil, vários centros de pesquisas dedicaram-se ao uso de solo-estabilizado, sendo as primeiras recomendações técnicas do início da década de 1980. Já em 1986, foram publicadas duas normas para BTC estabilizado com cimento (ou tijolo maciço de solo-cimento¹) – especificação e métodos de ensaios (NBR 8491; NBR 8492). Em 1989 foram publicadas: duas sobre o procedimento de fabricação de BTC com prensa manual e prensa hidráulica (NBR 10832; NBR 10833) e mais três, que tratavam de especificação, padronização e métodos de ensaios de blocos vazados de solo-cimento² (NBR 10834; NBR 10835; NBR 10836), estas últimas foram revisadas em 1994. Em 1990, foram publicadas três normas sobre métodos de ensaios para solo-cimento (NBR 12023; NBR 12024; NBR 12025) e, em 1996, outras três normas: uma sobre especificação de materiais para taipa com cimento (NBR 13553) e duas sobre métodos de ensaios (NBR 13554; NBR 13555).

Em 2005, a Colômbia publicou a norma para BTC estabilizado com cimento (NTC 5324, 2005), que é a tradução declarada da norma francesa AFNOR XP P 13-901:2001 *Blocs de terre comprimée pour murs et cloisons. Définitions, spécifications méthodes d'essai, conditions de réception*. Ao final de 2008, a Espanha publicou também sua norma de BTC (UNE 41410, 2008).

Além destas normas, a norma colombiana de sismo resistência NRS 98 incorporou requisitos mínimos para projeto e construção de edificações de 1 ou 2 pavimentos com *bahareque encementado de madera y guadua*³. Em 2000, difundiu-se o *bahareque encementado* através do Manual de construcción sismo resistente e, em 2001, a AIS – *Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica* divulgou ensaios de laboratório e recomendações de uso em seu Boletín Técnico nº 56. Ainda que a norma indique o uso de argamassa com cimento para o enchimento das paredes, entende-se também ser possível o uso da argamassa de solo-cimento ou de solo-cal, ou ainda, acompanhando o conhecimento tradicional, adiciona-se fibras vegetais que favorecem a aderência ao entramado de *guadua*, resultando em um *bahareque mejorado* (Garzón, 2008).

3.1 O que dizem as normas ibero-americanas

A norma peruana NTE E.80 (2000) compreende, de forma completa, orientações para construção de casas de 1 e 2 pavimentos com alvenaria de adobe para regiões sísmicas. Como usual, a norma estabelece seu objetivo, os requisitos gerais para seu uso e definições de termos técnicos. Ao tratar do adobe como unidade da alvenaria estabelece:

- tipo de solo: 50% a 70% de areia, 15% a 25% de silte e 10% a 20% de argila;
- forma paralelepipedal, dimensões com relação 1:2:4 (altura: largura: comprimento), recomendando altura superior a 8 cm;
- recomendação para sua fabricação: dimensão dos grãos menores que 5 mm, manter solo úmido em repouso por 24 horas e secar à sombra;
- resistência mínima à compressão de 1,2 MPa em pelo menos 6 corpos-de-prova (cubo de adobe recortado).

A norma trata também do comportamento sísmico das construções de adobe, recomenda a execução de paredes portantes, planta simétrica e preferência por vãos de pequenas dimensões; inclui orientações para execução das fundações, de paredes com reforços horizontais e verticais e contrafortes e da cobertura. De modo muito simples, a norma define, em função da sua esbelteza, o tipo de reforço recomendável para a parede em que se pode usar, por exemplo, peças de bambu ou de outro vegetal lenhoso com comportamento semelhante.

A princípio, as normas brasileiras eram elaboradas com finalidades específicas: especificação, procedimento, método de ensaio, e outros. Atualmente, tal como se verifica com as normas colombiana e espanhola, a tendência é a publicação de um único documento abrangendo todas as suas finalidades.

Sobre as normas de construção com terra, foram selecionadas, para esta comparação, sete normas brasileiras (NBR 8491, NBR 8492, NBR 10832, NBR 10833, NBR 10834, NBR 10835 e NBR10836), a norma colombiana NTC 5324, e a espanhola UNE 41410, que tratam de BTC e serão analisadas quanto aos requisitos e critérios, e seu resultado é demonstrado na tabela 1. Enquanto que as normas brasileiras e a colombiana tratam de BTC estabilizado com cimento, a norma espanhola admite outros aglomerantes, inclusive produtos de origem vegetal e animal tais como azeites naturais e gema de ovo, desde que a adição destes materiais como estabilizante químico seja previamente avaliada em laboratório. Isto porque são poucas as investigações científicas sobre materiais aglomerantes, à exceção do cimento Portland. Somente as normas brasileiras tratam do processo de fabricação do BTC e de dosagem de cimento; a norma espanhola não apresenta um procedimento de dosagem, mas estabelece o máximo de 15% de estabilizante em relação à massa seca do solo.

Em relação à qualificação do produto, todas as normas contêm requisitos relativos à resistência à compressão e ao comportamento quanto à ação da água, apesar de parâmetros diferenciados. Além disso, as normas, colombiana e espanhola, estabelecem requisitos relativos à condição de abrasão e a norma espanhola, indica outros parâmetros em função da aplicação do BTC. A comparação entre os valores estabelecidos como limites de resistência à compressão nas normas não foi possível, pois os métodos de ensaio para sua determinação são bastante diferentes. Pela norma colombiana, o bloco é repartido ao meio e suas partes unidas; igualmente indica a norma brasileira, porém para blocos maciços com altura de 5 cm; para blocos com dimensões acima desta, usa-se o bloco inteiro, assim como indica a norma espanhola. Por outro lado, as normas brasileiras indicam o ensaio com o corpo-de-prova úmido, enquanto que a norma espanhola utiliza o corpo-de-prova seco, e a colombiana indica os ensaios em ambas as condições, mas sempre usa a condição seca como referência.

Métodos de ensaios diferentes requerem cuidados na interpretação de resultados, por isso, informações sobre valores de resistência à compressão devem sempre informar o método de ensaio utilizado, do contrário, corre-se o risco de se aprovar produtos não-conformes.

Norma	brasileira		colombiana				espanhola			
	valor	condições	valor		condições		valor		condições	
dimensões (L x E x h) (cm)	20 x 9,5 x 5 23 x 11 x 5 (bloco maciço)	um sentido de compactação	29,5 x 14 x 9,5 22 x 22 x 9,5 (bloco maciço)		não informa sobre a compactação		fabricante informa		não informa sobre a compactação	
	39 x 9 x 14 39 x 14 x 14 39 x 19 x 14 (bloco com furos)	sentido duplo de compactação								
terra	100% ≤ 5 mm 10% a 50% ≤ 0,075 mm LL ≤ 45% IP ≤ 18%		apresenta diagrama de granulometria e limites (LL e IP)				apresenta diagrama de granulometria e limites (LL e IP) argila ≥ 10% mat. org. ≤ 2% sais solúveis ≤ 2%			
estabilizante	cimento		cimento				cimento, cal, gesso e outros			
resistência à compressão mínima (MPa)	2,0	úmida	BSC20	BSC40	BSC60	seca	BTC1	BTC2	BTC3	seca
			2,0	4,0	6,0		1,3	3	5	
	h ≤ 7 cm – bloco recortado e unido h > 7 cm – bloco inteiro		bloco recortado e unido as partes				bloco inteiro			
resistência a abrasão mínima (cm ² /g)	não cita		2	5	7	exposto à abrasão	não cita			
capilaridad máx (g/cm ² xmin ^{1/2})	não cita		débil	pouco		parede externa	fabricante informa		parede externa	
			20	40						
absorção de água máx (%)	20%	obrigatório	não cita				não cita			
molhagem e secagem	não cita		não cita				sem fissuras sem fragmentação		condições severas	
erosão	não cita		não cita				0 ≤ D ≤ 10			
gelo e degelo	não cita		não cita				fabricante informa		uso estrutural	
esforço cortante	não cita		não cita				ensaio			

Tabla 1 – Requisitos e critérios das normas de BTC

4. A CONTRIBUIÇÃO DE PROTERRA

Em 1991, o *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo* -CYTED, dentro do *subprograma Tecnología para Vivienda de Interés Social*, identificado como HABYTED, implantou a Rede HABITERRA com o objetivo de sistematizar o uso da terra na produção de habitações de interesse social através da sistematização da tecnologia já existente, catalogação das técnicas construtivas, normalização e difusão destes conhecimentos. Em continuidade às atividades da Rede HABITERRA, foi criado em 2001 o Projeto de Investigação PROTERRA com o objetivo principal de promover o uso da terra como material de construção, através da transferência de tecnologia para os setores produtivos e as políticas sociais nos países ibero-americanos.

Ao finalizar o Projeto de Investigação Proterra em fevereiro de 2006, foi criada a Rede Ibero-americana PROTERRA (www.redproterra.org) por profissionais de diversos países e áreas de atuação, interessados em manter o intercâmbio de conhecimentos e experiências vivenciados até então. Entre seus objetivos, destacam-se o fortalecimento do potencial científico e tecnológico da arquitetura e construção com terra, em Ibero-américa, divulgação e transferência de conhecimento e experiências acumulados.

O apoio técnico às instituições promotoras de programas de construção. Neste sentido, é essencial a identificação dos requisitos e critérios necessários para o projeto, a produção e o controle das construções, que correspondem às recomendações para a elaboração de especificações e normas técnicas. Ao longo do desenvolvimento da Rede Habiterrra, do Projeto de Investigação Proterra e da atual Rede Ibero-americana PROTERRA diversas ações foram realizadas para fomentar a elaboração de normas técnicas voltadas à construção com terra.

Em agosto de 1995, a Rede HABITERRA publicou *Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificaciones de adobe, tapial, ladrillos y bloques de suelo-cemento* (HABITERRA, 1995). Faltava, porém, estabelecer os requisitos e critérios para as construções em que a terra se associa com materiais fibrosos³. Assim, em dezembro de 2003, o Projeto de Investigação Proterra publicou *Técnicas Mixtas em Construcción con Tierra* (PROTERRA, 2003), uma coletânea de artigos de diversos especialistas, que trata de recomendações para a elaboração de normas técnicas de edificação com técnicas mistas de construção com terra. Em maio de 2005, Proterra divulgou a edição digital “Seleção de solos e métodos de controle em construção com terra – práticas de campo” (Neves et al, 2005) em que reuniu e sistematizou os testes expeditos para seleção da terra relacionando-os e recomendando as técnicas construtivas mais adequadas.

Em fevereiro de 2005, Proterra apoiou o *1º Congreso-Taller Internacional para la Normalización de la Arquitectura y Construcción con Tierra* (2005) organizado pela *Universidad Autónoma de Tamaulipas*, em México, cujas palestras comprovaram o empenho de profissionais, de diversos países ibero-americanos, em oficializar e regulamentar o uso da terra através de recomendações e normas técnicas.

Em maio de 2005, Proterra apoiou o *SismoAdobe2005: Seminario Internacional de Arquitectura, Construcción y Conservación de Edificaciones de Tierra en Áreas Sísmicas* (2005) cujo objetivo foi o de discutir a importância dos códigos de projeto e execução de construção com terra, especialmente as de adobe, e a participação das instituições governamentais na construção de edificações de terra em áreas sísmicas.

Paralelo a estes eventos, Proterra iniciou, com a coordenação da Escola Superior Gallaecia (ESG) e a participação de representantes de 18 países ibero-americanos, a elaboração do Glossário Internacional sobre Terminologia em Técnicas de Construção de Terra (disponível em www.redproterra.org), com o objetivo de uniformizar os termos regionais e nacionais referentes à Arquitetura e Construção com Terra nos idiomas castelhano e português. Num trabalho a longo prazo, o organismo coordenador desta atividade pretende incluir outros verbetes e ampliar a abrangência aos idiomas inglês, alemão, francês, italiano e, provavelmente, o árabe. Notadamente idiomas de lugares onde há a cultura de construção com terra.

Além disso, membros de PROTERRA participam e coordenam o processo de elaboração de normas técnicas em Equador, Peru, Nicarágua e Espanha. No Brasil, a Universidade

Federal da Paraíba desenvolve um projeto de pesquisa que estuda a resistência de paredes de terra no sentido de criar as bases para o cálculo estrutural de paredes em regiões não sujeitas aos abalos sísmicos. Em dezembro de 2008 a AENOR – *Asociación Española de Normalización y Certificación* publica a UNE 41410 (2008) que contém os requisitos e critérios e outras exigências que devem cumprir o BTC.

Ao final de 2007, estimulado pela bibliografia, que comprova a miscelânea de procedimentos de ensaios adotados, a Rede PROTERRA iniciou um inédito programa interlaboratorial para avaliar parâmetros de referência e de controle. A primeira atividade foi a definição de um procedimento de ensaio para determinar a resistência à compressão do adobe e os parâmetros para sua qualificação. Cinco laboratórios realizaram o programa proposto. Os resultados obtidos foram significativos: solos com composição granulométrica semelhantes apresentaram diferentes resultados de ensaios; os valores de resistência à compressão do adobe recortado em cubo de 7,5 cm de lado variaram de 0,45 MPa a 6,41 MPa. Apesar dos resultados não serem conclusivos, os analistas do programa consideraram como mais conveniente e recomendaram o ensaio em corpo-de-prova cúbico recortado para a determinação da resistência à compressão, e, ressaltam a importância da velocidade de carregamento no ensaio de resistência à compressão. Eles sugeriram, ainda, manter o incremento de carga de 0,29 MPa por minuto, o que significa a velocidade de carregamento de 163 kgf/min para o cubo com 7,5 cm de lado. Atualmente, programa-se a continuidade do programa interlaboratorial com a confirmação do corpo-de-prova recortado com 7,5 cm de lado e a incorporação do ensaio de resistência à flexão. Em outra fase, programa-se a uniformização do procedimento de ensaio para determinar a resistência à compressão em BTC estabilizado com cimento e identificar ensaios para determinação do comportamento do BTC sob a ação da água (Neves; Faria, 2008).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas de construção com terra vêm sendo resgatadas desde os meados do século XX por iniciativa de centros acadêmicos em todo o mundo. Com o desenvolvimento e a popularização dos meios de telecomunicação, e com especial destaque para a Internet, pesquisadores de todo o mundo têm se beneficiado das facilidades de comunicação e estabelecem um grande fluxo de informações e experiências profissionais desde as mais diversas regiões do planeta. Em função desta integração, estabeleceram-se em redes de grande abrangência geográfica, além de redes de caráter local, que se fortalecem mutuamente, e que ainda contemplam os problemas globais, sem perder o foco dos problemas locais, os quais passam, necessariamente, pelo quadro normativo vigente em cada país.

Desta forma, os pesquisadores contribuem entre si em diferentes níveis, e legitimam a atuação da Rede Proterra, através de realização de workshops, eventos acadêmicos, publicações, atividades de transferência de tecnologia, dentre outras ações, como o programa interlaboratorial. Assim, a articulação dos profissionais envolvidos com a pesquisa, e difusão da cultura da construção com terra, a despeito das políticas adotadas, ou não, pelos governos de seus países, tem o grande mérito quanto aos progressos no reconhecimento das técnicas construtivas com terra, como válidas ainda na atualidade.

No âmbito das normas, diretrizes e recomendações técnicas, que envolvam atividades dos profissionais de construção, independente da técnica construtiva adotada, deve-se considerar a capacidade e habilitação técnica do profissional, o que implica na responsabilidade civil do construtor perante suas obras. Esta matéria não foi objeto deste artigo, mas cabe a nota, pois recentemente tem sido comum a banalização da atividade construtiva, em especial nas construções não-convencionais, onde a autoconstrução, conduzida por pessoas não-habilitadas põe em risco, não só a qualidade e durabilidade das construções, mas principalmente a segurança de quem as utiliza.

O estudo de materiais e técnicas inovadoras, e a sua normatização deve ser estimulado, para que a sociedade tenha profissionais capazes de oferecer técnicas eficazes, materiais de qualidade, e construções duradouras. Este artigo procurou contribuir para o debate sobre a produção das normas de construção com terra nos países ibero-americanos, e sem esgotar o assunto, abrir caminho para que o tema se faça constante neste e em futuros encontros de especialistas da área.

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 8491 – Tijolo maciço de solo-cimento. Especificação*. ABNT; Brasil, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 8492 – Tijolo maciço de solo-cimento – determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio*. ABNT; Brasil, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10832 – Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual. Procedimento*. ABNT; Brasil, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10833 – Fabricação de tijolo maciço e bloco vazado de solo-cimento com a utilização de prensa hidráulica. Procedimento*. ABNT; Brasil, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10834 – Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural. Especificação*. ABNT; Brasil, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10835 – Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural: forma e dimensões. Padronização*. ABNT; Brasil, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10836 – Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural: determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Método de ensaio*. ABNT; Brasil, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12023 – Solo-cimento – ensaio de compactação. Método de ensaio*. ABNT; Brasil, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12024 – Solo-cimento: moldagem e cura dos corpos-de-prova cilíndricos. Método de ensaio*. ABNT; Brasil, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12025 – Solo-cimento – ensaio de compressão simples de corpos-de-prova cilíndricos. Método de ensaio*. ABNT; Brasil, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13553 – Materiais para emprego em parede monolítica de solo-cimento sem função estrutural. Especificação*. ABNT; Brasil, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13554 – Solo-cimento – ensaio de durabilidade por molhagem e secagem. Método de ensaio*. ABNT; Brasil, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13555 – Solo-cimento – determinação da absorção d'água. Método de ensaio*. ABNT; Brasil, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15575-1 – Desempenho – Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – parte 1: requisitos gerais*. ABNT; Brasil, 2008.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. *UNE 41410 – Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo*. AENOR; España, 2008.
- CONGRESO-TALLER Internacional para la normalización de la arquitectura y construcción con tierra, 1°. *Memorias ...* Universidad Autónoma de Tlaxcala; México, 2005. 1 CD-ROM
- GARZÓN, Lucía E. Un barrio eco-sostenible – diseño modular de construcción mixta con tierra (sistema bahareque pre-fabricado). Proyecto experimental biotécnico. In: *TerraBrasil 2008. II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. VII Seminário Ibero-americano de Construção com Terra*. Universidade Estadual do Maranhão; Brasil, 2008. 1 CD-ROM
- HABITERRA. *Recomendaciones para la elaboración de normas técnica de edificaciones de adobe, tapial, ladrillos e bloques de suelo-cemento*. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo – CYTED; Perú, 1995.
- INSTITUTO Colombiano de Normas Técnicas. *NTC 5324. Bloques de Suelo Cemento para Muros y Divisiones. Definiciones. Especificaciones. Métodos de Ensayo. Condiciones de Entrega*. ICONTEC; Bogotá, 2005.
- JIMÉNEZ DELGADO, C.; CAÑAS GUERRERO, I. Investigación internacional de normativa para construcción con tierra. In: *1º Congreso-Taller Internacional para la normalización de la arquitectura de tierra. Memorias*. p. 85-105. Universidad Autónoma de Tlaxcala; México, 2005. 1 CD-ROM
- KÖNIGSBERGER, Jorge. *O arquiteto e as leis: manual jurídico para arquitetos*. Pini; Brasil, 2003.
- NEVES, C. M.; FARIA, O. B.; ROTONDARO, R.; CEVALLOS, P.; HOFFMANN, M. *Seleção de solos e métodos de controle – práticas de campo*. Rede Ibero-americana PROTERRA, Brasil, 2005.

Disponível em www.redproterra.org.

NEVES, C. M.; FARIA, O. B. Programa interlaboratorial PROTERRA. Ensaios de adobe. In: *TerraBrasil 2008. II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. VII Seminário Iberoamericano de Construção com Terra*. Universidade Estadual do Maranhão; Brasil, 2008. 1 CD-ROM
NTE E.80 – Norma técnica de edificación. Perú, 2000

OLIVER, Paul. *Encyclopedia of Vernacular Architecture of the World*. Cambridge University Press; Inglaterra, 1997.

PROTERRA. *Técnicas mixtas de construcción con tierra*. CYTED/HABYTED/PROTERA; Brasil: 2003.

SACHS, Ignacy. *Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir*. Vértice; Brasil. 1986.

SEMINARIO Internacional de Arquitectura, Construcción y Conservación de Edificaciones de Tierra en Áreas Sísmicas. *SismoAdobe 2005*. Pontificia Universidad Católica del Perú: Perú, 2005. 1 CD-ROM

Notas

- 1 – Tijolo maciço de solo-cimento corresponde ao BTC com altura de 5 cm, largura de 9,5 cm e 11 cm e comprimento de 20 cm e 23 cm, cujo volume não é inferior a 85% do seu volume total aparente.
- 2 – Bloco vazado de solo-cimento corresponde ao BTC com altura de 14 cm, largura de 9 cm, 14 cm e 19 cm, e comprimento de 39 cm cuja seção transversal útil é 40% a 80% da seção transversal total.
- 3 – Corresponde à técnica que utiliza um material portante, em geral madeira, e vedação em terra. Proterra adotou a denominação **técnica mista** para este sistema construtivo que reúne grande variedade de materiais e técnicas de execução e que é conhecido como taipa-de-sopapo ou simplesmente taipa, no Brasil, denominado como *quincha* na Argentina, *bahareque* em outros países e *entramado* no meio técnico.

Ana Cristina Villaça Coelho: arquiteta e urbanista, mestre em Urbanismo, doutoranda no Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ, membro da Rede Ibero-americana Proterra e da Rede TerraBrasil.

Célia Maria Martins Neves: engenheira civil, mestre em Engenharia Ambiental Urbana, pesquisadora, responsável pelo Laboratório de Engenharia Civil e pelo Centro Tecnológico da Argamassa, este em parceria com a Universidade Federal da Bahia até 2008; consultora na área de execução de fachadas; ex-coordenadora do Projeto de Investigação Proterra/CYTED e da Rede Ibero-americana Proterra; coordenadora da Rede TerraBrasil.

Romildo Dias Toledo Filho: Doutor em Engenharia Civil, Professor associado da UFRJ, Coordenador do Laboratório de Estruturas e Materiais – Labest/COPPE.

Marcos Silvos: Doutor em Engenharia Civil, Pesquisador Associado do Laboratório de Estruturas e Matérias - Labest/COPPE.