

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

TECNOLOGIA APROPRIADA NA CONSTRUÇÃO COM TERRA – TAIPA E BLOCOS DE TERRA COMPRIMIDA¹

MAIA, Leonardo R. (1); ANDRADE, Antonio Gil S. (2); FARIA, Obede B.(3)

(1) FAUUSP, e-mail: leonardomaia@usp.br; (2) FAUUSP, e-mail: gil.andrade@uol.com.br; (3) PPGARQ/FAAC-UNESP, e-mail: obede.faria@gmail.com

RESUMO

As construções contemporâneas com terra utilizam desde técnicas rudimentares e artesanais até os mais sofisticados processos de industrialização e podem ser comparadas com qualquer outra forma de construir. O objetivo desse artigo é introduzir a discussão de tecnologia e tecnologia apropriada, apresentar alguns trabalhos sobre as técnicas e sistemas construtivos da taipa e dos blocos de terra comprimida e verificar se as soluções aplicam os conceitos da "apropriada". Foi realizada pesquisa bibliográfica sobre estes temas, no âmbito ibero-americano, relativa aos últimos 14 anos. Essas pesquisas evidenciam inovações que aperfeiçoam características físico-mecânicas do material terra, melhoram os desempenhos técnico, econômico e estético dos sistemas construtivos, diminuem o impacto ambiental negativo, garantem qualidade, racionalização e confiabilidade aos edifícios e apontam mudanças às recomendações técnicas. As inovações justificam-se pelos parâmetros de cada caso, como as necessidades, bases técnicas e científicas da sociedade, as políticas de desenvolvimento, as considerações socioeconômicas e culturais e investimentos. Compreender as técnicas e processos dos antepassados e sua evolução são caminhos para a inovação. Assim, a tecnologia apropriada contribui para a transformação técnica, social e econômica, visando ganho de bem-estar ao maior número de pessoas e respeitando os parâmetros de cada região e/ou população.

Palavras-chave: Arquitetura e construção com terra. Sistemas construtivos. Tecnologia apropriada.

ABSTRACT

The contemporary earthen buildings use both rudimentary techniques and the most sophisticated manufacturing processes. These buildings can be compared to any other that use different construction technology. The aim of this study is to introduce the discussion of this Technology (appropriate technology). Also, it seeks to present some researches about rammed earth and compressed earth blocks techniques and check if they are appropriate. It was made a literature review of these themes on the context of Latin America of the last 14 years. These previous researches highlight the innovations that enhance the material's physical and mechanical characteristics, improve technical, economic and aesthetic performance of building systems. In addition, they emphasize the reduction of negative environmental impact and the assurance of quality, rationalization and reliability of buildings and they point changes regarding technical recommendations. These innovations are justified by the parameters of each case, such as the technical and scientific bases of society, the political development, socioeconomic and cultural considerations and investments. To innovate one must understand ancient techniques and processes and their

¹MAIA, Leonardo R.; ANDRADE, Antonio Gil S.; FARIA, Obede B. Tecnologia na construção com terra – taipa de pilão e blocos de terra comprimida. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

evolution. Thus, the appropriate technology contributes to the technical, social and economic transformation, enabling welfare gains to a great number of people and respecting the parameters of each region and / or population.

Keywords: *Earthen Architecture and construction. Building systems. Appropriate technology.*

1 INTRODUÇÃO

A construção com terra utiliza, atualmente, desde técnicas de produção mais rudimentares e artesanais até os mais sofisticados processos de industrialização. Mesmo em relação aos sistemas construtivos mais primitivos ainda em uso, incentivos a instituições de pesquisa e empresas promovem o desenvolvimento de técnicas inovadoras e coerentes, que primam pela qualidade, simplicidade, eficiência e economia na construção (UNHABITAT, 1992; Neves, 1995; Heise, 2004).

Tecnologia, segundo Abiko (1980, p.15), é "um conjunto ordenado de conhecimentos empregados na produção e comercialização de bens e serviços"; para Vargas (2003, p.182), tecnologia é a "utilização de conhecimentos científicos para satisfação das autênticas necessidades materiais de um povo". Para ele, a pesquisa tecnológica deve procurar soluções para problemas práticos, levando-se em conta as implicações socioeconômicas.

Dethier (1986) evidencia a importância da investigação tecnológica, que deve ser um meio e não o fim. Se o foco é o desenvolvimento da sociedade, deverá procurar nas novas tecnologias maneiras mais eficazes de organizar e coordenar seu universo; se o foco é o crescimento econômico, uma medida de produção usará qualquer nova tecnologia e reproduzirá a mesma ordem social.

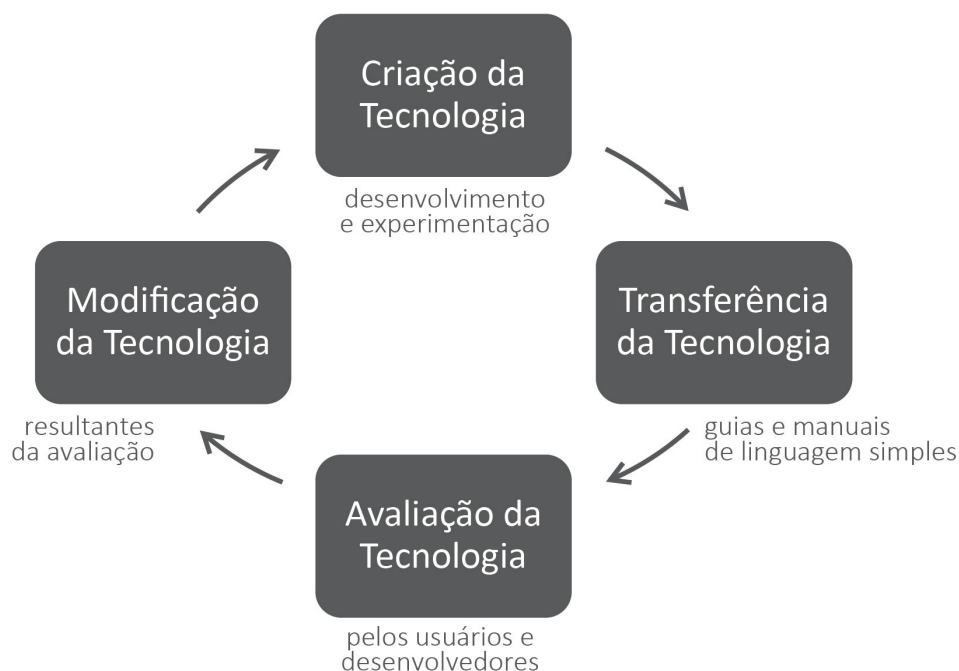
Com a globalização, países mais desenvolvidos vendem tecnologia aos menos desenvolvidos, sem considerar o atendimento às suas reais necessidades e se haverá conhecimento básico que assegure o entendimento. Consequentemente, esta população torna-se simples usuária e consumidora, submissa aos princípios da técnica (Norberg-Schulz, 2008). É fundamental para essa população que as soluções sejam apropriadas e apropriáveis. Segundo Toca (*apud* Morales e Becerril, 2009), "apropriadas à região, aos recursos e aos materiais disponíveis, e ao meio ambiente no qual se pretende inseri-las; e apropriáveis, para que os usuários as possam aprender e reproduzir."

2 TECNOLOGIA APROPRIADA

A tecnologia apropriada, termo surgido na década de 1960, contribui concretamente para a transformação técnica, social e econômica da sociedade, visando o aumento e universalidade do bem estar, respeitando parâmetros específicos de cada região/população. Abiko (1980) admite que diferentes culturas e regiões terão diferentes tecnologias apropriadas às suas características e confirma que o "auto-desenvolvimento" dessa tecnologia é essencial para a formação da identidade cultural e

independência política. A tecnologia apropriada obedece a um ciclo formado pelas etapas esquematizadas na Figura 1:

Figura 1 - Etapas da tecnologia apropriada



Fonte: adaptado de Abiko, 1980.

Os processos que utilizam tecnologia apropriada não importam do estrangeiro seus sistemas construtivos, nem buscam o retorno de técnicas arcaicas e ultrapassadas. Nesse sentido eles devem ser, segundo Abiko (1980) e Heise (2004), capazes de: atender aos requisitos técnicos; atender às necessidades sociais; e, satisfazer as necessidades econômicas.

Na Ibero-América, a tecnologia da arquitetura e construção com terra inova especialmente no “aperfeiçoamento de componentes da alvenaria (...) e no desenvolvimento de sistemas de painéis monolíticos” (Neves, 1995, p.59). A autora elenca os principais temas de desenvolvimento, os quais são referência para o presente estudo. As pesquisas apresentadas a seguir são contextualizados na Ibero-América nos últimos 14 anos.

3 ESTUDOS SOBRE ESTABILIZAÇÃO, ADIÇÕES E DOSAGENS

Esses estudos têm três principais objetivos: melhorar as características físico-mecânicas; diminuir o descarte de resíduos no meio ambiente incluindo-os na mistura para a fabricação de componentes construtivos; e, diminuir a quantidade de cimento e cal, utilizados na estabilização, diminuindo o impacto ambiental negativo causado por sua produção. Como a terra não é um material de construção padronizado, a possibilidade de misturas com diversos outros insumos a torna bastante versátil.

Faria *et al* (2012) apresentaram metodologia para avaliar as características físicas e mecânicas de solo-cimento compactado e estabilizado com os mais diversos materiais. Os autores exemplificam o método adicionando

baba de cupim sintético e reduzindo o consumo de cimento na estabilização. Verificou-se aumento da resistência à compressão e diminuição da absorção de água nos corpos de prova, respeitando os requisitos mínimos exigidos pelas normas técnicas (ABNT, 2012a e 2012b).

Os estudos de Milani e Silva (2012), Milani *et al* (2012), Soares *et al* (2012) e Buson *et al* (2010), buscaram alternativas eficazes para a destinação dos seguintes resíduos: lama de minério de ferro, fino de basalto ou pó de pedra, cinza de carvão mineral e fibras celulósicas oriundas dos sacos *kraft* reciclados de embalagem de cimento, respectivamente. Nas quatro pesquisas, as substituições de terra ou cimento pelo resíduo em diversas proporções, apresentaram bons resultados comparando-se ao traço referência (sem substituição de nenhum material), atendendo aos requisitos das normas pertinentes.

No estudo de fibras celulósicas, os blocos de terra comprimida (BTC) foram assentados com argamassa de mesma composição dos blocos (mistura de solo-cimento-kraft), conformando prismas que foram submetidos ao ensaio de compressão diagonal, para cálculo de resistência média ao cisalhamento (0,57 MPa) e o módulo de elasticidade transversal. A resistência à compressão simples foi de 5,66 MPa. A argamassa produzida com solo-cimento-kraft apresentou alta monoliticidade, com fortes ligações entre os blocos.

Jiménez (2010) apresenta estudo de BTC com a adição de "baba ou suco de cacto", do cacto palma e da babosa, diluído em água, em diversas concentrações. Esse líquido substituiu a água na mistura dos BTC, em diversas concentrações. Foram realizados ensaios de compressão, absorção de água e testes químicos.

Fica claro que qualquer adição de estabilizante, ou modificação na composição granulométrica com outros materiais, tem resultados intrinsecamente ligados às propriedades da terra utilizada como base. Portanto, qualquer experimento de modificação da mistura base (referência) deverá ser estudado e interpretado individualmente.

A Tabela 1 apresenta os melhores resultados das pesquisas, de suas amostras referência e os requisitos de norma (abaixo dos títulos das colunas).

Tabela1: Estudos de estabilização de solo-cimento e requisitos das normas NBR8491 (ABNT, 2012a) e NBR10834 (ABNT, 2012b)

Autores	Granulometria solo puro (%)			Modificação	Resistência à compressão aos 7 dias (MPa) (≥ 2,0MPa)	Absorção de água aos 7 dias (%) (≤ 20%)
	Areia	Silte	Argila			
			15-50%			
Faria, Battistelle e Neves (2012)	77	5	18	Referência (2% de cimento)	1,35	12,50
				1:1.000 "baba-de-cupim sintética" + 2% de cimento	2,0	11,00
Milani e Silva (2012)	50	19	31	Referência (solo + 10% cimento)	1,91	16,75
				20% Lama de minério de ferro + 80% solo + 10% de cimento	2,04	16,38
Milani, Castro e Bertocini (2012)	82	18	0	Referência (solo + 10% cimento)	3,01	9,97
	72	26	2	50% Mineral fino de basalto + 50% solo + 10% cimento	3,12	10,63
Soares, Bertini e Tavares Jr. (2012)	61		39	Referência (1:10 - cimento:solo)	2,83*	11,81*
				10% cinza de carvão mineral + 90% de cimento Portland	1,94*	13,97*
Jiménez (2010)	sem informação			Referência (6% cimento + 100% água pura)	1,7	9,00
				40% mucilagem de palma + 60% água pura	5,5	4,00

* Os ensaios foram realizados com corpos de prova de três dias de idade

4 ESTUDOS DE DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS DE CONTROLE DE FABRICAÇÃO/EXECUÇÃO

O objetivo geral das pesquisas apresentadas nessa seção é garantir a qualidade e a confiabilidade das edificações.

Garcia *et al* (2008) desenvolveram estratégia metodológica para elaboração de controles específicos padronizados, considerando as características típicas das misturas, os métodos de construção e seu destino final, promovendo assim a execução de construções de qualidade com padrões mínimos de aceitabilidade, reduzindo o risco de danos ao ambiente e contribuindo para melhorar a qualidade de vida dos operários e usuários.

O redesenho dos BTC foi aprofundado nos trabalhos de Fay e Ceppas (2012), Mellace *et al* (2002) e Rapisarda (2008). O novo formato objetiva economizar tempo na definição do método de montagem e dos detalhes; diminuir

desperdícios na execução (material e mão de obra), pela ausência de cortes, retoques e reajustes; e, diminuir os riscos de fissurações e rupturas por efeitos sísmicos. Os autores levaram “em conta os parâmetros: forma e função, modulação, ergonomia, estética e aparência, técnica, economia e sustentabilidade” (Fay e Ceppas, 2012, p.4).

Assis *et al* (2009 e 2010) executaram ensaio de compressão excêntrica em paredes de BTC com argamassa nos furos dos blocos da extremidade e inclusão de barras de ferro, além de ensaios de compressão nos blocos vazados, parcialmente preenchidos e totalmente preenchidos com argamassa (tiveram como resultado 2,3 MPa e 4,1 MPa, respectivamente). Também realizaram ensaio de flexão sob carga horizontal uniformemente distribuída e concluíram que as paredes suportam o carregamento excêntrico e que seria possível adotar esse sistema para até três pavimentos.

Mag e Rauch (2011) apresentaram sistema de industrialização da taipa (ou taipa de pilão) que permite a racionalização dos custos de trabalho e tempos de execução das edificações (Figura 2). As vantagens desse sistema são as mesmas de outras técnicas racionalizadas. “A pré-fabricação é mais um passo para a modernização da construção com terra e deve abrir caminho para o material terra no mercado das edificações” (Mag e Rauch, 2011, p. 35). Com maior controle na fabricação dos painéis, as dosagens de terra, água e estabilizantes são mais eficazes, há melhor qualidade na execução, principalmente no grau de compactação e no acabamento final. Segundo os autores, o transporte de peças de sete toneladas por aproximadamente 800km apresenta maior economia do que a construção *in loco*.

Figura 2 - Taipa pré-fabricada sendo produzida e instalada na obra.



Fonte: Mag e Rauch, 2011.

5 ESTUDOS DE SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO, VISANDO AUMENTAR A PRODUTIVIDADE E DIMINUIR O ESFORÇO FÍSICO NO ATO DE CONSTRUIR

A racionalização e industrialização da construção civil moderna exigem métodos que diminuam os prazos de execução e que tenham desempenhos técnico, econômico e estético satisfatórios. Devem ser levados em conta a

diminuição do consumo de energia, da geração de resíduos e retrabalhos e a redução do esforço físico dos trabalhadores.

Veraldo *et al* (2014) apresentaram estudo da execução de um protótipo de casa em Campo Grande (MS) com paredes portantes de taipa de 20 cm de espessura. Utilizaram formas metálicas treliçadas e fechamento com chapas de compensado plastificado. Foram medidos e analisados os tempos de execução de paredes com dois métodos diferentes para a mistura do material. Verificou-se que a mistura feita com betoneira convencional é mais adequada do que a feita com conjunto misturador-esteira-triturador "devido à melhor produtividade (48 min/m² contra 60 min/m²) e desempenho físico-mecânico do produto final." (Veraldo *et al*, 2014, p.7). Este método de execução, comparado ao método utilizado por Milani *et al* (2008, *apud* Veraldo *et al*, 2014) - mistura feita com enxadas, compactação com pilão de madeira e produtividade de 90 min/m² - mostrou-se mais eficiente, ganhando até 42 min/m² de produtividade, além de menor esforço dos operários.

Heise *et al* (2012) apresentaram um estudo de caso de construção de paredes de taipa. Dividiram o processo construtivo em quatro etapas e focaram na preparação do material. As duas paredes estudadas diferiam somente no preparo da mistura: mecanizada ou manual. Verificou-se custo menor, melhor acabamento e expectativa de menor manutenção no processo mecanizado; os agentes envolvidos (construtor, mão de obra e usuário), avaliaram melhor este, por ser mais produtivo, possuir melhores construtibilidade e aspecto visual.

Outro conceito inserido na indústria da construção civil é o da Mentalidade Enxuta (*Lean Thinking*), apresentado por Heise *et al* (2010). Eles aplicaram e analisaram teoricamente a metodologia em painéis monolíticos de taipa, a partir de seus cinco princípios (Valor, Fluxo de Valor, Fluxo, Produção Puxada, Perfeição). Identificaram oportunidades de melhorias nos processos, trazendo ganhos como a redução de custos produtivos, eliminação de desperdícios e melhoria no resultado final.

6 ESTUDOS DE ELABORAÇÃO DE RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS E PROJETOS ADEQUADOS ÀS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA REGIÃO E TRADIÇÃO CULTURAL

Estudos realizados nos últimos anos também apontam inovações às recomendações técnicas de projeto e de execução de obras com terra, revisões e críticas mais elaboradas às normas e "manuais" de construção ultrapassados, além de investigações sobre manutenção e preservação do patrimônio construído com tais sistemas.

A avaliação pós-ocupação (APO) de obras edificadas com terra traz informações importantes para melhorar a qualidade do projeto e da técnica construtiva. Esse foi o estudo de Barbosa *et al* (2008) e Salmar *et al* (2005), que avaliaram residências construídas, após dez anos de uso.

Barbosa *et al* (2008) apresentaram resultados de APO de edificações

residenciais em um bairro carente de Sapé (PB), construídas com blocos "Mattone" (BTC com encaixe e assentadas com argamassa fluida). Já Salmar *et al*(2005) avaliaram uma residência unifamiliar de 257 m² (dois pavimentos) construída com paredes estruturais monolíticas de solo-cimento em Campinas (SP). Ambas APO apontaram como uma das principais causas das manifestações patológicas a falta de manutenção das edificações. Outros problemas encontrados mostram que aperfeiçoamentos devem ser feitos em todos os processos (projeto, execução e utilização da edificação) para diminuir ou eliminar problemas como: pequenos recalques das fundações, desestabilizando paredes e fundações; descolamento do reboco e estufamento da pintura; acréscimos ("puxadinhos") construídos sem nenhum critério, reforçando os preconceitos do uso da terra como material de construção.

Sendo a terra um material sem padronização e os BTC distribuídos no mercado brasileiro com variadas dimensões, formas e tamanhos, Silva *et al*(2010) executaram ensaios de resistência à compressão para comparar os métodos normativos. Os autores problematizam as metodologias das normas de bloco vazado de solo-cimento e tijolo maciço, quanto ao ensaio à compressão.

No âmbito da preservação e restauração de monumentos, Hoffmann e Gonçalves (2010) apresentaram ensaios não destrutivos para analisar as características de painéis de taipa, por meio de ondas ultrassônicas. Foram obtidos os módulos de elasticidades longitudinal e transversal e coeficiente de Poisson dentro do intervalo esperado para o material analisado. Esse estudo contribui para o desenvolvimento de metodologia de verificação das propriedades físicas das paredes de edificações históricas em processo de preservação ou restauração, com bom grau de confiabilidade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na sociedade atual, tecnologia tornou-se um meio para satisfazer demandas práticas, preocupando em usar as "coisas" como meros utensílios. O anseio dessa sociedade é a busca de tecnologias que possibilitem maior praticidade e velocidade à vida cotidiana. Quando não obtidas, tornam-se "um novo elemento passível de suscitar irritação e descontentamento" (Lipovetsky, 2007, p.26).

As tecnologias importadas trazem soluções que tornam os usuários dependentes dos desenvolvedores. Assim, logo que superada a satisfação pelo "novo", deverá ser importada uma outra solução, tornando cada vez maior a dependência e minimizando os esforços das pesquisas e inovações locais.

Para serem tecnologias apropriadas, as inovações técnicas e o desenvolvimento tecnológico da arquitetura e construção com terra necessitam, por um lado, referenciar-se na arquitetura vernácula e tradicional e, por outro, buscar, pesquisar e aprimorar novas formas de execução e assim, equiparar sua eficiência aos sistemas construtivos

convencionais. Compreender as técnicas e processos construtivos dos antepassados e sua evolução tecnológica histórica são caminhos para a inovação. Ou seja, partir do saber histórico existente e avançar, construindo novos conhecimentos.

Verificou-se que as pesquisas apresentadas otimizam os processos construtivos mais arcaicos e artesanais, sistematizando-os, e que baseiam-se no conceito de tecnologias apropriadas. Elas apontaram melhorias nos sistemas construtivos existentes, propondo modificações no formato das peças ou nos processos construtivos; verificaram se a adição de substâncias de uso tradicionais ou novas ao processo (como resíduos ou componentes sintéticos) podem melhorar suas características; apresentaram inovações para a construção com terra baseando-se nas soluções convencionais e adaptando-as, e; avaliaram as edificações construídas com tais sistemas e propuseram modificações projetuais e construtivas.

A passagem do processo construtivo artesanal para o industrial deve ser justificada pelos parâmetros que regem cada caso particular, como as necessidades da sociedade, as bases técnicas e científicas existentes, as políticas de desenvolvimento, as considerações socioeconômicas e culturais, investimentos e procedimentos de trabalho. Estes processos são indispensáveis para trazer as técnicas tradicionais à contemporaneidade e para que as técnicas de construção com terra sejam vistas como seguras.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K. **Tecnologias apropriadas tijolos e paredes monolíticas de solo-cimento**. Dissertação de mestrado. São Paulo, USP, 1980.115p.

ARINI, R.; DEL CARLO, U. **Arquitetura de terra solo/cimento/cal**. Tese de doutoramento. Universidade de São Paulo, 1999.287p.

ASSIS, J. B. S.; CHAHUD, E.; ASSIS, P. S. Compressão excêntrica em paredes construídas com blocos intertravados de solo-cimento. In: VIII Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra. **Anais...** Tucumán, Argentina: Universidad Nacional de Tucumán, 2009. p.178-187.

_____. Flexão em paredes construídas com blocos de solo-cimento, intertravados, sob carga horizontal uniformemente distribuída. In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. CD-ROM. p.1-10.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 8491** - Tijolo de solo-cimento — Requisitos. Rio de Janeiro, 2012ª.9p.

_____. **NBR 10834** - Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural. Rio de Janeiro, 2012b. 9p.

BARBOSA, N. P.; TIMÓTEO, S. M.; MATTONE, R.; PASERO, G. Avaliação pós-ocupação de construções de blocos de terra comprimida tipo Mattone In: VII Seminário Iberoamericano de Construção com Terra. **Anais...** São Luís: UEM, 2008. CD-ROM. p.1-10.

BUSON, M.; VARUM, H.; SPOSTO, R. M. Fibras dispersas de papel kraft provenientes da reciclagem de sacos de cimento para a produção e assentamento de BTCs. In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. CD-ROM. p.1-10.

DETHIER, J. **Arquitetura de Terra ou o Futuro de uma tradição milenar**. Catálogo de exposição. Rio de Janeiro: Avenir, 1982. 208p.

FARIA, O.B.; BATTISTELLE, R. A. G.; NEVES, C. M. M. Avaliação preliminar da influência da adição de 'baba-de-cupim' em características físicas e mecânicas de solo-cimento compactado. In: IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2012. CD-ROM. p.1-11.

FAY, L.; CEPPAS, K. P. Estudo da viabilidade da fabricação de blocos de solo-cimento para a construção de alvenarias com a intenção de eliminar a argamassa de assentamento In: IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2012. CD-ROM. p.1-10.

GARCÍA, A.B.; MAZZEO, J.P.; GRAZZI, P. Calidad de edificaciones en suelo estabilizado y su evaluación mediante modelos constructivos. In: VII Seminário Ibero-americano de Construção com Terra. **Anais...** São Luís: UEM, 2008. CD-ROM. p.1-9.

HEISE, A.F. **Desenho do processo e qualidade na construção do painel monolítico de solo-cimento em taipa de pilão**. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Campinas, Unicamp, 2004. 125p.

HEISE, A.F.; GRANJA, A.D.; PICCHI, F. A. Oportunidade de aplicação dos princípios e ferramentas da mentalidade enxuta no processo de produção do painel monolítico de taipa de pilão. In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. CD-ROM. p.1-11.

HEISE, A. F.; MINTO, F. C. N.; HOFFMANN, M. V. Proposta de contribuição para análise do desempenho técnico-constutivo das paredes de taipa de pilão. In: IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2012. CD-ROM. p.1-6.

HOFFMANN, M. V.; GONÇALVES, Rl. Análise da qualidade da taipa de pilão por meio de ondas ultrasônicas. In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. CD-ROM. p.1-9.

JIMÉNEZ, Y. G. A. BTC adicionados con diferentes concentraciones de mucílago de nopal y sábila en el agua de mezclado. In: X Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. **Anais...** Salto, Uruguay: UDELAR, 2010. CD-ROM. p.119-128.

LIPOVETSKY, G. **A sociedade da decepção**. Barueri: Manole, 2007. 84p.

MAG, A.; RAUCH, M. Paredes de tapial y su industrialización (encofrados y sistemas de compactación). In: **Informes de la Construcción**, **63**(523), 2011. p.35-40.

MELLACE, R. F.; ALDERETE, C. F.; ARIAS, L. E. Centro regional de investigaciones de tierra cruda - Sistema Constructivo "LAMARS". In: I Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra. **Anais...** Edição: C. Neves; C. Santiago. Salvador: 2002. p.57-69.

MILANI, A. P.S.; BERTOCINI, S. R.; CASTRO, H.M. Uso de resíduo da britagem de rochas basálticas na fabricação de blocos de terra comprimida. In: IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2012. CD-ROM. p.1-11.

MILANI, A. P. S.; SILVA, T. S. Uso do resíduo de minério de ferro como estabilizante de solo da região do pantanal sul mato-grossense. In: IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2012. CD-ROM. p.1-8.

MORALES, R. A.; BECERRIL, A. L. Sistemas de cubiertas y entrepisos de bajo impacto ambiental. El caso de las bóvedas mexicanas. In: VIII Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra. **Anais...** Tucumán, Argentina: UNT, 2009. p.163-176.

NEVES, C. M.M. Inovações tecnológicas em construção com terra na Ibero-América. In: **Workshop Arquitetura de Terra**, Ornstein, Sheila Walbe (coord). São Paulo, FAUUSP, 1995. p.49-60.

NORBERG-SCHULZ, C. O fenômeno do lugar. In: **Uma nova agenda para a arquitetura: antologia teórica (1965-1995)**. São Paulo: Cosac Naify, 2ª ed.rev., 2008.

RAPISARDA, M. A. Sistema constructivo LAMARS. In: **2do Encuentro de Jóvenes Investigadores en Ciencia y Tecnología de Materiales**. Posadas, Argentina: CRIATiC / UNT. 2008. 6p.

SALMAR, E.; NEGREIROS, A.; TOGNON, M. Patologias da arquitetura de terra: avaliação pós 10 anos de uso de uma residência construída em solo-cimento monolítico. In: IV Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra. **Anais...** Monsaraz, Portugal: Escola Superior Gallaecia, 2005. CD-ROM. p.1-11.

SILVA, A.S.; MILANI, A. P.S.; BERTOCINI, S. R. Avaliação preliminar de métodos de ensaio para caracterização mecânica de blocos de terra comprimida. In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. CD-ROM. p.1-10.

SOARES, J. W.; BERTINI, A. A.; TAVARES JR, E. de S. Bloco de terra compactada com adição de cinza de carvão mineral. In: IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...**Fortaleza: UFC, 2012. CD-ROM. p.1-8.

UNHABITAT - United Nations Centre for Human Settlements. **Earth construction technology**. Nairobi, United Nations Centre for Human Settlements, 1992. 200p.

VARGAS, M. Técnica, Tecnologia e Ciência. In: **Revista Educação & Tecnologia**, Curitiba, n.6, 2003. p.178-183.

VERALDO, A. C.; PAZ, J. G. S.; YUBA, A. N.; MILANI, A. P. S. Análise do processo de produção de paredes maciças de solo estabilizado a partir do uso de

mecanização. In: V Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil.
Anais. Viçosa: UFV, 2014. CD-ROM. p.1-9.