

ESTUDO DO SOLO-CIMENTO PARA A FABRICAÇÃO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS

Dayane Baloni Pereira

Faculdade de Engenharia Ambiental
CEATEC
daybaloni@hotmail.com

Claudia Cotrim Pezzuto

Grupo de Pesquisa: Eficiência Energética
CEATEC
claudiapezzuto@puc-campinas.edu.br

Resumo: *O solo tem sido empregado como material de construção há pelo menos dez mil anos, havendo registros de sua aplicação em culturas antigas como a grega e a romana. O desenvolvimento da técnica de construção com terra possibilitou o avanço tecnológico dessas construções, com um melhor aproveitamento da mão-de-obra, menores custos e com diminuição da degradação do meio ambiente. Assim, com a finalidade de estudar o avanço tecnológico da construção com terra, foi pesquisado sobre o solo-cimento, que é a mistura de solo, cimento portland e água. Neste sentido, este trabalho irá abordar a evolução histórica das construções com terra, os métodos construtivos com solos e os avanços tecnológicos nos dias de hoje. O estudo revelou que cada vez mais, a sociedade vem pensando em novas maneiras de reutilizar materiais, de melhorar a resistência das construções com solo e minimizar a degradação do meio ambiente.*

Palavras-chave: *solo cimento, construção com terra*

Área do Conhecimento: *Engenharias – Engenharia Civil – Construção Civil.*

1. INTRODUÇÃO

Antigamente, as construções com terra eram feitas apenas com solo, que foi um meio encontrado pelo homem primitivo para a construção de abrigos eficientes contra o meio ambiente [1].

Porém, com o avanço tecnológico nos dias atuais, as construções com terra estão cada vez mais favoráveis, com melhor aproveitamento da mão-de-obra, menores custos e principalmente a minimização da degradação ambiental. As construções podem ser feitas através do uso isolado ou combinado de materiais e técnicas construtivas, convencionais ou não, tais como: adobe, terra crua, solo-cimento, argamassa armada, paredes monolíticas, elementos pré-fabricados, bambu, compósitos biomassa vegetal-cimento, entre outros [2].

Visando essa evolução das construções com terra, foi pesquisado sobre o uso do solo-cimento, desde o surgimento da construção até os dias de hoje. O solo

cimento é a mistura de solo, cimento portland e água e adquire resistência e durabilidade através das reações de hidratação do cimento [3]. A utilização do solo nas construções apresenta um elevado conforto térmico, um bom comportamento acústico (associado a sua massa) e apresenta aspectos ligados a reciclagem da construção, já que não há produção de entulhos [4]. Já o cimento faz com que as construções tenham maior durabilidade.

O principal objetivo deste trabalho é abordar o uso do solo-cimento nas edificações através do aprofundamento teórico da matéria prima terra (solo) e suas potencialidades na construção civil.

2. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DAS CONSTRUÇÕES COM TERRA

Segundo Dethier [5], têm-se registro das construções com terra há aproximadamente dez mil anos. A terra, como material de construção, surge no começo da História do Homem, sendo o registro mais antigo da tecnologia de construção em terra um adobe de 5.000 a.C., encontrado na Mesopotâmia. O primeiro registro de terra estabilizada, terra misturada com cinzas e moldada em adobes, são de quinhentos anos mais tarde, 4.500 a.C., e foi encontrado na região de Tépé Gawna [5]. Cidades inteiras de antigas civilizações também foram erguidas em terra, por exemplo: Catal Hoyuk, na atual Turquia; Harada e Mohendo-Daro, no Paquistão [6].

O solo foi utilizado no mundo em construções devido a sua abundância, baixo custo e facilidade de obtenção [7]. Segundo Rodrigues [4] o solo foi a primeira argamassa empregada pelo homem, sendo o registro mais antigo. A construção com terra, relata Silva [8], foi uma maneira encontrada pelo homem primitivo para a construção de abrigos eficientes contra o meio ambiente hostil, onde existiam dificuldades de manuseio de pedras e madeira. Bouth [9], relata que há evidências arqueológicas de que a construção com blocos de terra secos ao sol já eram comuns no final do período Neolítico.

Heise [6] relata que as técnicas construtivas em terra no Brasil surgiram a partir de uma associação das

culturas construtivas européias, trazidas pelos portugueses e imigrantes, e das culturas construtivas africanas, a partir dos escravos .

Os métodos construtivos utilizando solos foram largamente utilizadas até aproximadamente o ano de 1845, quando o cimento Portland surgiu como um novo e promissor material [10].

3. O SURGIMENTO DO SOLO CIMENTO

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland [3] o solo-cimento é o produto resultante da mistura de solo, cimento portland e água que, compactados ao teor ótimo de umidade e sob a máxima densidade, em proporções previamente estabelecidas, adquire resistência e durabilidade através das reações de hidratação do cimento.

No Brasil o interesse surgiu a partir de 1936 com a regulamentação do seu uso pela ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) [3]. Inicialmente o solo cimento foi utilizado na confecção de bases e sub-bases de pavimentos da estrada.

Heise [6] relata que as primeiras construções no Brasil com solo cimento foram o aeroporto de Petrolina (PE) e a construção de residências em Petrópolis (RJ) no início da década de 1940. Nesta mesma época o autor relata que o arquiteto Lucio Costa, utilizou o sistema construtivo de pau-a-pique e o painel monolítico de solo-cimento em um projeto que desenvolveu para a construção da Vila Operária de João Monlevade (MG).

O bom estado de conservação em edificações que se encontram hoje atesta claramente a qualidade do material e da técnica construtiva. A partir daí, o uso do solo-cimento foi consideravelmente ampliado devido às vantagens técnicas e econômicas que o material oferece.

4. O AVANÇOS TECNOLÓGICOS COM O SOLO CIMENTO

Torgal e Jalali [11] ao abordar sobre as principais vantagens das construções com terra relatam que embora esta não possa ser considerada como uma utilização de recurso renovável, tão pouco não pode ser considerada como estando associada aos impactos tradicionais das técnicas construtivas correntes. Dentre as vantagens os autores destacam: que o volume dos materiais utilizados estão disponíveis localmente a uma curta distância do local da construção, ou seja, também não há sequer poluição causada pelo transporte deste material; em relação ao desperdício da construção com terra (solos não estabilizados) estes podem ser depositados nos próprios sítios da sua extração, sem qualquer impacto

ambiental; outra vantagem relatada é o baixo consumo de energia e baixa emissão de carbono.

Em pesquisa realizada por Morton et. al. [12] apud Torgal e Jalali [12] verifica-se que as emissões de carbono de materiais correntemente utilizados na execução de alvenaria são bem mais elevadas em comparação com as emissões equivalentes aos blocos de terra, evidenciando o bom desempenho ambiental do mesmo.

Neste sentido, o uso do solo-cimento foi consideravelmente ampliado devido às diversas vantagens técnicas e econômicas e sustentáveis que o material oferece.

Com o intuito de verificar as características físicas e mecânicas do solo-cimento reforçado com bambu, Lopes [13] confeccionou vigas de solo-cimento e vigas reforçadas com duas taliscas de bambu, de diferentes seções transversais submetidas a diferentes formas de carregamento. O autor concluiu após análises que os resultados não apresentaram diferenças significativas entre as resistências das vigas sem reforço e com reforço de bambu, e que o bambu evitou o colapso total da viga, mesmo após a ruptura da matriz de solo-cimento.

Outro material utilizado para o reforço do solo cimento é a casca de arroz que Milani et al. [14] pesquisaram a partir de análises em edificação-protótipo na cidade de Campinas – SP. O objetivo do estudo foi estudar o desempenho térmico de paredes construídas com esse material, com o foco de verificar o cumprimento de recomendações e diretrizes construtivas para adequação da edificação ao clima local. O estudo concluiu que a parede monolítica de solo-cimento com casca de arroz apresentou bom desempenho térmico em relação à adequação da edificação protótipo ao clima local, ao analisar a relação da transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico.

Diversas pesquisas também avaliaram a utilização de materiais alternativos no solo-cimento, dentre estas se destacam: a misturas de solo, cimento e cinzas de bagaço de cana-de-açúcar para sua possível utilização na fabricação de materiais alternativos de construção, o aproveitamento dos resíduos de concreto na confecção de tijolos prensados de solo-cimento e a mistura de solo-cimento-resíduo agrícola.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da revisão teórica foi possível verificar que o solo tem sido empregado como material de construção há pelo menos dez mil anos, havendo registros

de sua aplicação em culturas antigas como a grega e a romana.

A construção civil tem um impacto significativo sobre o meio ambiente e recursos naturais e a utilização de técnicas alternativas com baixo impacto ambiental vem aumentando e ganhando força do mercado da construção civil. Portanto, pode-se concluir deste trabalho, que o solo-cimento é uma boa técnica construtiva, e nos dias atuais, com as evoluções tecnológicas pode-se incorporar ao bloco de solo cimento materiais reutilizáveis diminuindo a degradação do meio ambiente, aumentando a resistência das construções e diminuindo custos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Pontifícia Universidade Católica de Campinas, pela bolsa concedida FAPIC/Reitoria para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SILVA, S. A. M. (2001) *A terra crua como alternativa sustentável para a produção de habitação social*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos – USP. São Carlos
- [2] MARQUES, W.; REGIS, C.; ISAAC, M. (2009) *Desempenho Térmico de Alvenaria de solo-cimento e sua adequação ao zoneamento bioclimático brasileiro*. In: X ENCONTRO NACIONAL E VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO MEIO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Natal. Anais... Natal: ENCAC:
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP (1986) ET-35. Dosagem das misturas de solo-cimento: normas de dosagem e métodos de ensaio. São Paulo, SP., 51p.
- [4] RODRIGUES, S.M. (2008) *Adição de resíduo de argamassas mistas na produção de tijolos modulares de solo-cimento*. 106p. Dissertação (Mestrado) Pós graduação em Engenharia do meio ambiente. Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Faculdade de engenharia civil, Universidade federal de Goiás.
- [5] DETHIER, J..(1993) *Arquiteturas de terra ou o futuro de uma tradição milenar*. . Europa Terceiro Mundo. Estados Unidos. 10ed Lisboa: Litografia Tejo.
- [6] HEISE. A. F.(2004) *Desenho do processo e qualidade na construção do painel monolítico de solocimento em taipa de pilão*. 138 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- [7] GRANDE, F. M. (2005). *Fabricação de Tijolos Modulares de Solo-Cimento por Prensagem Manual com ou sem Adição de Sílica Ativa*. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos USP. São Carlos.
- [8] SILVA, S. A. M. (2001) *A terra crua como alternativa sustentável para a produção de habitação social*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos – USP. São Carlos.
- [9] BOUTH, J. A. C. (2005) *Estudo da potencialidade da produção de tijolos de adobe misturados com outros materiais – uma alternativa de baixo custo para a construção civil*. 82 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN.
- [10] PIRES, I. B. A. (2004) *A utilização do tijolo ecológico como solução de construção de habitações populares*. . 54p. Monografia. Curso de Graduação de Engenharia Civil. Universidade de Salvador, Salvador. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/23582560/2004-Ilma-Bernadette-A-Pires-Tijolos-Ecologicos>. Consultada em : 01 mai de 2010.
- [11] TORGAL, F. P. ; JALALI, S. (2009). *Considerações sobre a sustentabilidade da construção em terra*. In FORUM INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO, 1, Porto, Portugal, 2009 – “TECCON 2009 : tecnologias associadas ao processo do empreendimento de construção : actas” [CD-ROM]. Porto : GeQualTec.
- [12] MORTON, T.; STEVENSON, F.; TAYLOR, B.; SMITH, C. (2005) *Low Cost Earth Brick Construction: Monitoring and Evaluation*. Arc. Architects. ISBN 0-9550580-0-7.
- [13] LOPES, W.G.R.(2002) *Solo-cimento reforçado com bambu: Características Físico-Mecânicas*. 165p. Tese (Doutorado)- Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.