

## **O USO DE SOLO-CIMENTO EM CONSTRUÇÃO DE ALVENARIA SUSTENTÁVEL**

IVALY SILVA TRICHES JUNIOR<sup>1\*</sup>; LORENA COSTA MARTINS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil, UNEMAT, Nova Xavantina-MT, ivalytriches@gmail.com;

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Civil, UNEMAT, Nova Xavantina-MT, lorenacostamartinss@gmail.com;

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** Este artigo pretende expor, através de conhecimento técnico científico, as fases de execução da alvenaria sustentável inserida na construção do primeiro laboratório de Engenharia Civil da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Nova Xavantina, denominado como Laboratório de Materiais e Técnicas Construtivas. Nesta possibilidade de empregar o uso de solo-cimento para a construção de uma parede em hiperadobe, contando com a participação voluntária dos acadêmicos, sendo inserido métodos alternativos de construção utilizando materiais extraídos da própria região, preservando o meio ambiente, facilitando a produção *in loco* e consequentemente reduzindo custos de execução, sendo estes os critérios que representam a arquitetura vernacular.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade, arquitetura vernacular, alvenaria em solo-cimento.

## **THE USE OF SOIL-CEMENT IN CONSTRUCTION OF SUSTAINABLE MASONRY**

**ABSTRACT:** This article intends to expose, through technical and scientific knowledge, the phases of execution of sustainable masonry in the construction of the first Civil Engineering laboratory of the University of the State of Mato Grosso, Campus University of Nova Xavantina, known as Material and Construction Laboratory. Techniques The possibility of using soil-cement as the true purpose after the work is carried out, with the voluntary participation of the academics, using conventional methods of construction using materials extracted from the region itself, preserving the environment, facilitating the production in loco and consequently the reduction of execution costs, these being the criteria that represent the vernacular architecture.

**KEYWORDS:** Sustainability, vernacular architecture, masonry in soil-cement.

### **INTRODUÇÃO**

Analisando os eventos históricos pode-se afirmar que a Revolução Industrial, desde o século XVIII, tem sido um marco no que diz respeito a desenvolvimento de forças produtivas, representando um crescimento científico e tecnológico constante, funcional e amplamente consistente. Este tem sido um acontecimento responsável por inúmeras mudanças as quais resultaram consequências admiráveis, expressadas pela alta capacidade da supervivência humana, tornando-se evidente que alguns avanços originados por essa experiência deram maior comodidade à vida. Por outro lado, neste longo período após a Revolução Industrial pode-se analisar o crescimento de uma certa alienação do homem, em seu caráter racional, quanto ao extremo domínio sob a natureza pelo desejo de exploração sem a reorganização de seu espaço, sendo estas apenas algumas representações das causas que intensificam a preocupação do homem com o futuro da humanidade.

Solidamente implantada na expectativa de vida social, a sustentabilidade representa a nova esperança para a concepção de um sistema baseado em planos que consentirá as necessidades básicas e especiais dos seres-vivos, em colaboração mútua com o meio ambiente. Porém, apesar deste conceito fielmente teórico, ainda são minoritárias as técnicas construtivas que se ponderam aos projetos de construção sustentável. Algumas ações precisam ser repensadas no intuito de garantir a harmonia dos interesses sociais em conformidade com o meio ambiente, surgindo uma demanda da sociedade atual na

busca por compromissos e progressos sustentáveis através de transformações que vão sendo efetivadas a longo prazo. Assim, conforme um dos conceitos básicos para a elaboração de projetos arquitetônicos sustentáveis atribuídos pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura: “A sustentabilidade não é um objetivo a ser alcançado, não é uma situação estanque, mas sim um processo, um caminho a ser seguido.” (ASBEA, 2007).

Na tentativa de delinear as principais características da arquitetura sustentável, adverte-se a representação de técnicas construtivas baseada na utilização de recursos naturais particulares da própria região em conservação do ambiente que estão inseridas. Nesta ocasião, a utilização do solo para função construtiva está inclusa no conceito de arquitetura vernacular, a etimologia descreve o termo *vernaculum* sendo oriundo do latim, por se tratar de um material natural sendo readaptado para a preservação do meio ambiente, adquirindo economia de energia e baixo custo na produção dos serviços comparando a construções convencionais. Tendo esta definição, dentro deste paradigma destaca-se construções surpreendentes como a Escola de Artes Visuais de Oaxaca (2008), no México, sendo projetada como exemplo de arquitetura vernacular devido o emprego de terra como principal material de construção, além de pedras.

Figura 1 – Escola de Artes Plásticas de Oaxaca.



As obras realizadas com esta técnica construtiva necessitam de um planejamento específico e detalhado para que a autoconstrução se torne objetiva, atingindo padrões de custo-benefício. A mistura de solo, cimento e água promovem a consistência de um material resistente, método desenvolvido a partir do superadobe substituindo o empilhamento dos sacos de polipropileno por uma rede plástica contínua (raschel), oferecendo mais eficiência durante a execução. Esta técnica construtiva rudimentar é utilizada como garantia de conforto térmico interno do ambiente em que serão inseridas, podendo ser uma vantagem em decorrência das condições climáticas locais. Por outro lado, em constante contato com intempéries este material pode oferecer riscos a edificação quanto a perda de sua resistência, e por este motivo deve-se importância a impermeabilização.

## MATERIAL E MÉTODOS

O solo pode ser caracterizado quanto ao seu teor de umidade, composição granulométrica, grau de consistência, entre outras propriedades que vão deliberar as diferentes funções na prática de serviços, admitindo que a sua representação em estado natural é compreendida como material inapropriado para a construção civil. A produção do solo-cimento exige a escolha ideal dos materiais a serem utilizados e a execução adequada dos procedimentos construtivos para efetivar a qualidade da autoconstrução. Neste caso, é essencial aplicar técnicas para melhoramento das propriedades físicas e mecânicas dos materiais, oferecendo mais durabilidade as edificações. Fundamentalmente, para compor o solo-cimento, primeiro deve-se analisar o solo a ser utilizado conforme a qualidade que as suas propriedades possam oferecer a construção e posteriormente combiná-las aos reforços através da mistura.

Na observação do processo histórico, esta técnica construtiva evidencia o uso de solo argiloso como material principal na produção de parede maciça, taipa, bloco cerâmico, entre outras técnicas construtivas que utilizam a terra crua como função de vedação vertical. Conforme a Norma Brasileira (NBR 6502), a argila é um “Solo de granulação fina constituído por partículas com dimensões menores que 0,002 mm, apresentando coesão e plasticidade.” De maneira detalhada, Das (2007) reproduz estruturas atômicas de argila em contato com moléculas dipolares de água, apresentando atrações eletrostáticas em forma de adsorção, como a origem da coesão e plasticidade.

Considerando Brady & Weil (2013), a argila quando úmida torna-se pegajosa, podendo ser facilmente moldada sem a variação de seu volume como representação de sua alta plasticidade, diferente da areia e silte por possuírem vazios mais definidos. Esta é uma qualidade indispensável para a mistura solo-cimento, o atrito entre as partículas permite resistência ao cisalhamento levando em consideração a proporção e a compactação do solo coesivo.

Em síntese, o solo-cimento é o resultado da mistura solo, cimento e água. A dosagem deve ser realizada seguindo os procedimentos adequados para que não tenha instabilidade na consistência do solo, impedindo a perda de resistência da matéria final. Realizando a mistura, caso ocorra a presença de umidade excessiva o solo argiloso torna-se fragilizado devido a saturação de seus poros microscópicos, tornando o material suscetível a rupturas durante o processo de cura. Por outro lado, tendo o controle na adição de água durante a mistura, a argila com umidade necessária estabelece um grau de plasticidade ideal.

Figura 2 – Emprego de solo argiloso.



Figura 3 – Cimento Portland (CP II-Z-32).



A participação do Cimento Portland composto origina a consolidação das partículas por meio do processo de hidratação, tendo uma menor resistência à compressão nos primeiros dias e maior no final da cura. Este componente colabora com a impermeabilidade e resistência quanto aos agentes agressivos, garantindo mais durabilidade a obra. Neste projeto foi utilizado o Cimento Portland composto (CP II-Z-32) por clínquer, gesso e pozolana, com capacidade de resistência à compressão de 32 MPa aos 28 dias de idade (NBR 11578).

Após os elementos básicos definidos, a fase de mistura foi realizada *in loco* utilizando uma betoneira para a composição da matéria, conforme o traço definido por uma lata de cimento para dez latas de solo (1:10), contando com a adição de água potável para atribuir a função aglomerante a mistura. Para uma mistura mais definida deve-se realizar a remoção de torrões, materiais orgânicos e quaisquer resíduos sólidos que possam alterar a consistência do material, como controle tem-se a possibilidade de realizar o peneiramento do solo mantendo a sua graduação mais uniforme e os entulhos retidos para serem descartados.

Figura 4 – Execução da primeira camada.



Figura 5 – Disposição das camadas posteriores.



A mistura do solo úmido com o cimento é posta em um funil revestido pelo raschel distribuindo o segmento desta parede. A própria fundação é nivelada pela compactação da primeira camada, tendo o auxílio de linha de náilon como orientação locadas nas laterais. Por sua vez, a compactação é realizada em todas as superfícies do hiperadobe, isto para que a mistura seja consolidada adquirindo uniformidade.

“Entende-se por compactação de um solo, o processo manual ou mecânico que visa reduzir o volume de seus vazios e, assim, aumentar sua resistência, tornando o mais estável.” (Caputo, 1988). A compactação realizada de modo manual faz parte de um processo fundamental para o crescimento da resistência final, sendo combinada com a molhagem com a finalidade de acelerar o processo de cura após compactada.

Figura 6 – Compactadores utilizados nas laterais.



Figura 7 – Parte do processo de compactação manual.



As fibras do raschel expostas nas laterais oferecem atrito, isto melhora a oportunidade de realizar o revestimento dessas fases com o chapisco. No final a impermeabilização contra intempéries entre outros agentes agressivos que possam comprometer esta vedação, fornece resultados de durabilidade a obra tendo um acabamento mais equitativo.

Por convenção técnica, esta alvenaria foi projetada como suporte de um vão para a instalação de aberturas em vidro, pretendendo favorecer a iluminação e ventilação natural deste ambiente. Para isto, foi construída uma contra verga de concreto armado para a disposição das mesmas.

Figura 8 – Revestimento de chapisco.



Figura 9 – Detalhe da contra verga.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As camadas sobrepostas de solo-cimento resultaram uma parede com oito metros e cinquenta centímetros de extensão, um metro e dez centímetros de altura e largura de quarenta centímetros. No ponto de vista técnico, tem-se uma parede sólida com alta capacidade de resistência, levando em consideração o seu custo-benefício, tendo qualidade em respeito à sustentabilidade.

No plano teórico, os serviços de execução foram realizados com a participação voluntária dos estudantes de graduação em Engenharia Civil, promovendo o conhecimento de técnicas construtivas sustentáveis como forma de incentivo a pesquisa e extensão. A ausência de infraestrutura local limitou a prática de ensaios que poderiam ter sido realizados em laboratórios, tendo assim uma análise mais crítica e detalhada que ultrapassa os objetivos deste estudo generalista.

## CONCLUSÃO

Tendo o fiel objetivo de difundir a prática sustentável, o uso do solo-cimento para a construção desta parede de hiperadobe representa um grau de instrução exclusivo na capacitação dos acadêmicos participantes, promovendo a formação da ética profissional alcançando os resultados esperados pela instituição. A importância desta contribuição solidária está nos resultados alcançados quanto a eficiência da mão-de-obra aplicada nas fases de construção, atingindo o comprometimento social, ambiental e econômica pela conquista do primeiro laboratório de Engenharia Civil, denominado como Laboratório de Materiais e Técnicas Construtivas.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6502: Rochas e solos. Rio de Janeiro, 1995.
- \_\_\_\_\_. NBR 11578: Cimento Portland composto. Rio de Janeiro, 1991.
- ASBEA. Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. Grupo de Trabalho de Sustentabilidade: Recomendações Básicas para Projetos de Arquitetura. São Paulo, 2007.
- Brady, N.C.; Weil, R.R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 704p.
- Caputo, H. P. Mecânica dos Solos e suas Aplicações. 6 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1988. 234 p.
- Das, B.M. Fundamentos de engenharia geotécnica. 6.ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 562p.