USO DE BLOCOS ECOLÓGICOS EM CAIXAS DE VERMICOMPOSTEIRAS: ESTUDO DE CASO APLICADO NO CAMPUS X DO CEFET MG

Use of ecological bricks in vermicomposing boxes: case study applied at Campus X of CEFET MG

Rafael Pereira Malheiros
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais | Curvelo, MG | rafaelpereira874@gmail.com

Vinícius Brandão Vieira
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais | Curvelo, MG | brando.vinicius@live.com

Leonardo Costa Ramos
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais | Curvelo, MG | leonardocostaramos@hotmail.com

Eduardo Valério da Silva Júnior
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais | Curvelo, MG | eduardovaleriosilva75@gmail.com

Flávia Müller Grigoleto
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais | Curvelo, MG | grigoletoflavia@gmail.com

Resumo

O principal objetivo deste estudo é desenvolver uma vermicomposteira no campus X, utilizando blocos de solo-cimento, promovendo a educação ambiental e a reciclagem de resíduos de poda e resíduos alimentícios gerados. Para isso, buscou-se coletar informações e estudos sobre vermicompostagem, fazer testes de dosagem para os blocos ecológicos, moldagem e validação dos blocos, além de reuniões com professores para planejar a implantação do projeto. Como resultados, foi definido o traço em volume de 1:2:1,5:1 (cimento, solo argiloso, areia e água potável respectivamente), foram produzidos blocos ecológicos que atendem a NBR 8492 (ABNT, 2012) nos quesitos resistência a compressão e absorção de água, foi elaborada uma cartilha informativa sobre a montagem de minhocários e o projeto de instalação da vermicomposteira foi desenvolvido. Conclui-se que a vermicomposteira permitirá a destinação adequada para os resíduos orgânicos e o uso de blocos ecológicos incentivará práticas construtivas sustentáveis.

Palavras-chave: Materiais Alternativos, Gestão de Resíduos, Construções Sustentáveis, Vermicomposteira.

ABSTRACT

The main objective of this study is to develop a vermicomposting unit on campus X, using soil-cement bricks, promoting environmental education and recycling of pruning residues and food waste generated. To this end, we sought to collect information and studies on vermicomposting, perform dosage tests for ecological blocks, mold and validate the blocks, in addition to meetings with teachers to plan the implementation of the project. As a result, the volume ratio of 1:2:1.5:1 (cement, clay soil, sand and potable water respectively) was defined, ecological bricks were produced that meet NBR 8492 (ABNT, 2012) in terms of compressive strength and water absorption, an information booklet on the assembly of worm farms was prepared and the installation project of the vermicomposter was developed. It is concluded that the vermicomposter will allow the proper disposal of organic waste and the use of ecological bricks will encourage sustainable construction practices.

Keywords: Alternative Materials, Waste Management, Sustainable Construction, Vermicomposting.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil tem avançado em aspectos como segurança, produtividade, eficiência, estética e qualidade; entretanto, ainda enfrenta desafios, especialmente quanto ao alto consumo de materiais nos sistemas convencionais. Segundo o Sistema Nacional de Informação sobre a Construção Civil (SNIC), em 2023 o consumo mundial de cimento foi de 62 milhões de toneladas, além disso, o Conselho Internacional da Construção (CIB) aponta o setor como um dos maiores consumidores de recursos naturais e energia, gerando impactos ambientais significativos. Agopyan e John (2011) destacam a necessidade de ações em diferentes prazos para mitigar esses impactos, e nesse contexto, o documento "Agenda 21 on *Sustainable Construction*" disponível no Ministério do Meio Ambiente (MMA, 1999), visa justamente propor estratégias para enfrentar os desafios da sustentabilidade no setor.

Diante dessa problemática, o solo-cimento tem se mostrado uma alternativa mais eficiente na engenharia civil, atendendo até regiões com recursos limitados. A Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2004) define solo-cimento como o material endurecido resultante da mistura compactada de solo, cimento e água, em proporções estabelecidas por dosagem racional, conforme normas aplicáveis. De acordo com Ferreira, Luso e Cruz (2018) a adição de ligantes, elevam a resistência do solo e reduzem sua sensibilidade às variações de umidade. Entre os diferentes produtos químicos disponíveis para a estabilização, o cimento é o mais comum, devido à sua ampla disponibilidade e capacidade de se adaptar a uma grande variedade de tipos de solo.

Uma aplicação prática do solo-cimento é na fabricação de tijolos, que oferece uma alternativa viável para a construção de alvenaria, dispensando o uso de argamassa cimentícia de assentamento e de revestimento. Após um curto período de cura, esses tijolos adquirem resistência à compressão simples similar à dos tijolos cerâmicos tradicionais. No entanto, é fundamental utilizar o teor ideal de cimento, assegurando a qualidade do tijolo sem elevar seu consumo (ABCP, 2000).

A compostagem é uma forma de reciclar resíduos vegetais e animais, gerando um composto rico em matéria orgânica chamado húmus. Este atua como condicionador do solo, estimulando o enraizamento das plantas, melhorando propriedades físico-químicas, aumentando a retenção de água, a troca catiônica, o efeito tampão, além de fornecer nutrientes e estimular a atividade microbiana (Serra; Aissa; Silva, 2014).

Segundo Tauchen e Brandili (2006), faculdades e universidades podem se assemelhar a pequenas comunidades urbanas, pois como devem oferecer distintas atividades de ensino, pesquisa, extensão e atividades que fazem com que os estudantes utilizem tudo o que o campus tem a oferecer, como por exemplo a utilização na operação através dos restaurantes, cantinas e outros espaços. Portanto, é perceptível a importância da educação ambiental nessas atividades, que iniciam um processo importante de conscientização dos acadêmicos para com ações mais sustentáveis.

No Núcleo de Orientação para a Sustentabilidade (NOS), no campus X do CEFET-MG, foi proposta a construção de uma vermicomposteira como alternativa de baixo custo para a destinação adequada dos resíduos de poda e do restaurante da instituição. Quando corretamente segregados, esses resíduos orgânicos podem ser usados como matéria-prima para a compostagem, método adotado neste projeto. O composto gerado poderá ser aplicado nas áreas verdes, em uma possível horta no campus e em estudos realizados por estudantes do ensino técnico e superior, conforme Marchi e Gonçalves (2020).

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida em três etapas principais: a primeira envolveu a elaboração de uma cartilha informativa sobre vermicompostagem e seus benefícios ambientais; a segunda tratou do planejamento e elaboração do projeto do minhocário no campus e a terceira consistiu na realização de ensaios para definir o traço ideal de blocos de solo-cimento e validar sua aplicação na construção da vermicomposteira. A seguir, detalham-se os processos de cada etapa.

2.1 ELABORAÇÃO DE CARTILHA INFORMATIVA

Por meio de uma metodologia exploratória, baseada na literatura, foi elaborada de uma cartilha sobre boas práticas de vermicompostagem e manejo sustentável de resíduos orgânicos. Para garantir a fundamentação teórica, foi realizada uma pesquisa em artigos científicos, normas e documentos técnicos de instituições

renomadas, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2014). Foram identificadas as técnicas mais eficazes para a montagem e manutenção de um minhocário eficiente, levando em consideração aspectos como escolha da estrutura, materiais utilizados, espécies de minhocas mais eficientes, colheita e monitoramento.

Desse modo, o conteúdo da cartilha conta desde a introdução ao conceito de vermicompostagem até um guia prático simplificado para a construção e manutenção de um minhocário, desse modo, possibilitando incentivar esta prática. A disponibilização da cartilha permite que estudantes e servidores repliquem as técnicas aprendidas em suas residências ou comunidades, desse modo disseminando e incentivando incentivo à adoção de práticas sustentáveis.

2.2 ELABORAÇÃO DE PROJETO DO MINHOCÁRIO

Após reuniões com professores dos cursos técnicos em Meio Ambiente e Edificações do Campus X, foi elaborado o projeto para implantação do minhocário. O local escolhido foi próximo ao muro nos fundos do prédio escolar, considerando aspectos como drenagem, ventilação e facilidade de acesso. O projeto foi modelado no software Revit, permitindo a visualização prévia da estrutura, o planejamento das baias e o levantamento dos materiais necessários.

2.3 DETERMINAÇÃO DE DOSAGEM UTILIZADA E TESTES DE VALIDAÇÃO

Na confecção dos blocos de solo-cimento, foram utilizados os seguintes materiais: solo natural argiloso (obtido por meio de doação de obras particulares no município de Curvelo), areia fina fornecida pela empresa Agrocity, cimento CPV-ARI e água potável. Para garantir uma granulometria uniforme e a ausência de partículas contaminantes, realizou-se o peneiramento do solo, da areia e do cimento. Adicionalmente, foram utilizados os seguintes equipamentos para auxiliar na confecção dos corpos de prova: peneiras #100, colher de pedreiro, béquer graduado, pincel, prensa hidráulica manual, almofariz e pistilo, argamassadeira plástica, pulverizador manual, cápsula de alumínio de 500ml e betoneira elétrica de 50L.

Inicialmente, foram realizados ensaios de composição granulométrica da areia e do solo por meio de peneiramento, seguindo as instruções das normas NBR 6457 (ABNT, 2024) e NBR 7181 (ABNT, 2018), respectivamente. Na sequência, foram conduzidos testes para a definição do traço, visando a moldagem dos blocos de solo-cimento em prensa manual.

Após definido o traço em volume a ser utilizado, foi levantada a quantidade de material necessário para moldar 08 blocos de solo-cimento. Em sequência, foram misturados o solo argiloso, a areia e o cimento, e em seguida foi adicionada e misturada a água à essa mistura seca, utilizando o pulverizador manual. Foi utilizada uma prensa manual disponível no próprio campus, seguindo o disposto na NBR 10833 (ABNT, 2012). Após 28 dias de cura úmida, os blocos passaram por testes de validação, realizados como determinações da NBR 8492 (ABNT, 2012).

3 RESULTADOS E ANÁLISES

Com base nas pesquisas realizadas sobre vermicomposteiras e seus benefícios ambientais, em parceria com o Núcleo de Orientação para a Sustentabilidade (NOS) e com o Programa de Educação Tutorial (PET) foi elaborada uma cartilha em formato A4 frente e verso, cujo objetivo é distribuição aos discentes e servidores do campus. A cartilha pode ser visualizada na Figura 1, ilustrando os principais conceitos para a implementação da vermicompostagem.

Partindo-se de proporções numéricas obtidas no trabalho de Ferreira, Luso e Cruz (2018), foram feitos testes e ajustes, conforme ilustrado na Figura 2.

A partir dos testes realizados para determinar os traços de dosagem dos blocos em solo-cimento, foi identificada a melhor relação em volume entre os materiais, na composição de 30% de areia, 40% de solo argiloso, 20% de cimento e 10% de água potável, ou seja, uma proporção de 1:2:1,5:0,5 (cimento, solo argiloso, areia e água potável, respectivamente). Com essa dosagem, foram moldados 08 blocos com dimensões de 5x10x20 cm, para servir de referência para as próximas moldagens. Os blocos moldados podem ser vistos na Figura 3, onde também está ilustrada a preparação para execução dos ensaios de validação destes blocos curados de solo-cimento.

Figura 1: Cartilha elaborada sobre Vermicomposteiras



Fonte: Autores em parceria com o NOS e o PET, 2024.

Figura 2: Testes para determinação de traço de dosagem



Fonte: Autores, 2024.

Figura 3: Blocos de Solo-Cimento moldados e ensaiados

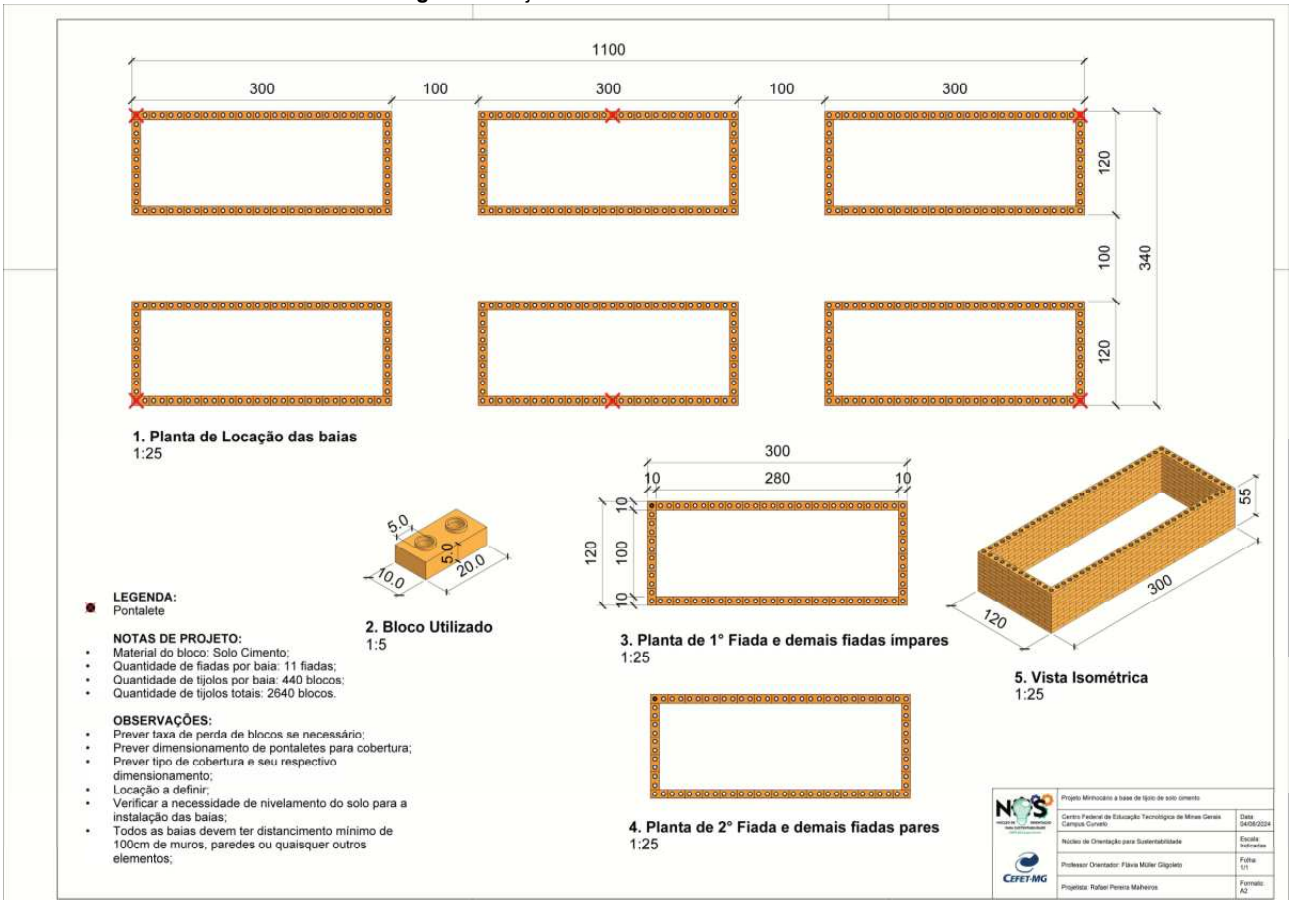


Fonte: Autores, 2024.

Após as reuniões e revisões do projeto da vermicomposteira, foi desenvolvida a versão definitiva do projeto em termos de geometria, considerando todos os ajustes necessários para garantir sua viabilidade e eficiência na execução. O projeto, que incorpora as dimensões dos blocos e das baias, assim como seus afastamentos mínimos, pode ser visualizado na Figura 4.

Os resultados dos ensaios de absorção de água e de resistência à compressão (ambos realizados aos 28 dias de cura) podem ser observados na Tabela 1 e na Tabela 2, respectivamente. As seis amostras ensaiadas foram escolhidas aleatoriamente dentro das oito peças moldadas, sobrando assim duas unidades para comparação futura / referência das próximas moldagens.

Figura 4: Projeto do Minhocário da Unidade Curvelo



Fonte: Autores, 2024.

Tabela 1: Absorção de água 28 dias (%)

Traço	CP1	CP5	CP6	Média	Desvio Padrão
1: 2: 1,5 a/c 0,50	18,25	20,64	20,96	19,95	1,48

Fonte: Autores, 2024

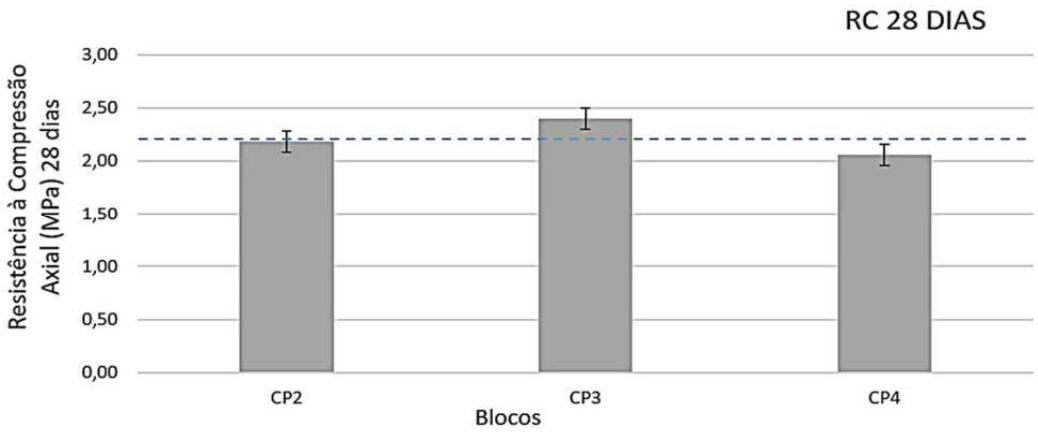
Tabela 2: Valores de Resistência à Compressão Axial 28 dias (MPa)

Traço	CP2	CP3	CP4	Média	Desvio Padrão
1: 2: 1,5 a/c 0,50	2,18	2,40	2,06	2,21	0,17

Fonte: Autores, 2024

Segundo a NBR 8492 (ABNT, 2012) é permitida uma absorção média de até 20%, e a absorção individual necessita ser inferior a 22%. Nos ensaios realizados, os blocos atenderam em relação à absorção individual dos corpos de prova, e atingiram a média de 19,95%.

Figura 5: Resistência à Compressão Axial 28 dias (MPa)



Fonte: Autores, 2024.

A partir dos resultados apresentados na Tabela 2, confirma-se na Figura 5 que os blocos de referência alcançaram um desempenho estimado de resistência à compressão igual a 2,21 MPa superando os 2MPa de média conforme a norma NBR 8492:2012. Os valores individuais ficaram também superiores a 1,7Mpa, segunda exigência da mesma norma.

4 CONCLUSÃO

Apesar da maioria das edificações utilizar materiais cerâmicos que passam por queima, este trabalho contribui para fomentar a utilização de materiais e sistemas construtivos mais ecológicos na construção de uma vermicomposteira, que permitirá a destinação adequada para os resíduos de poda e resíduos alimentícios gerados no campus X do CEFET-MG. Todos os blocos de solo-cimento com traço 1:2:1,5: 0,5 moldados neste trabalho, tiveram caráter homogêneo (com a forma e coloração uniformes após a cura) além de terem comportamento mecânico e índices de absorção de água satisfatórios conforme estabelecido pela NBR 8492:2012. A educação sobre os benefícios ambientais e econômicos de práticas mais ecológicas deve ser promovida no ramo da construção civil e no meio acadêmico e a cartilha desenvolvida pode contribuir para tal. Espera-se que a continuidade deste trabalho permita a efetiva implantação do projeto da vermicomposteira no campus X, uma vez que as instituições de ensino têm importante papel no fomento e aplicação destas práticas, para que possam ser replicadas na comunidade local.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao NOS e ao PET, programas do campus Curvelo que fomentam a integração da investigação sobre a engenharia sustentável no meio acadêmico e na sociedade, permitindo a colaboração no desenvolvimento da cartilha informativa e também à empresa Agrocity pela doação da areia fina utilizada neste estudo. Agradecem ainda à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo incentivo de produtividade em pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V; JOHN, V. **O desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. 3ed. reimp. São Paulo: Harvard Blucher, 2011. 144 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, **BT-111:** Fabricação de tijolos de solo-cimento com a utilização de prensas manuais. 3a ed. São Paulo, pp. 16, 2000.

____ **Dosagem das misturas de solo-cimento, normas de dosagem e métodos de ensaios**. São Paulo, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 6457**: Amostras de solo- Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização, Rio de Janeiro, 2024.

____ **NBR 7181**: Solo- Análise Granulométrica, Rio de Janeiro, 2018.

____ **NBR 8492**: Tijolo de solo-cimento - Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

____ **NBR 10833**: Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica - Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.

FERREIRA, D; LUSO, E; CRUZ, M. **Blocos ecológicos de solo-cimento com incorporação de resíduos.** REHABEND 2018 – EURO-AMERICAN CONGRESS - CONSTRUCTION PATHOLOGY, REHABILITATION TECHNOLOGY AND HERITAGE MANAGEMENT, v. 7, University of Cantabria, p. 1368-1376. 2018.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION (CIB). **CIB Annual Report.** Disponível em: https://cibworld.org/. Acesso em: 20 jan. 2025.

MARCHI, C. M. D. F.; e GONÇALVES, I. O. Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. **Rev. Monogr. Ambient. Santa Maria**, v.19, e1, 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construção Sustentável**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/construção-sustentável.html. Acesso em: 20 jan. 2025.

SERRA, M. M.; AISSA, N. L.; SILVA, W. T. L. **Desenvolvimento de processo para extração de húmus líquido a partir de compostos agrícolas**. VI JORNADA CIENTÍFICA – EMBRAPA, 6., São Carlos, SP Anais, Embrapa Instrumentação e Embrapa Pecuária Sudeste, 2014.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE A CONSTRUÇÃO CIVIL (SNIC): **Consumo Aparente de Cimento por regiões e estados (t) 2023**. São Paulo: 2023.

TAUCHEN, J.; BRANDILI, L. A gestão ambiental em instituições de ensino superior: modelo para implantação em campus universitário. **Revista Gestão & Produção**, v.13, n. 3, p. 503-515, 2006.