

## APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS EM MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

**Maria Luisa Koteski Bustamante de Melo, Bruna Menezes de Paula, Thayna Rodrigues dos Santos, Verônica Cristina Pego Fiebig Aguiar, Daniela Santos Silva.**

Colégio Técnico Antônio Teixeira Fernandes, Rua Paraibuna, 75, Centro - 12245-020 - São José dos Campos-SP, Brasil, marialuisakoteski@gmail.com, brunamenezes278@gmail.com, thaynarsantos06@gmail.com, veronicafiebig@gmail.com, danielass@univap.br.

### Resumo

O desenvolvimento sustentável tem se tornado essencial para a manutenção da vida na Terra, por isso repensar meios para a reutilização de resíduos orgânicos é essencial no hodierno. Diante disso, a cultura do coco verde, muito cultivada no norte brasileiro, pode ter sua casca reutilizada para a fabricação de materiais para a construção civil, como o tijolo-ecológico, devido as suas características físico-químicas. Assim, esse material une sustentabilidade, química, cunho social e ambiental, pois a longo prazo, pode reduzir o preço dos tijolos. Esse estudo baseou-se em pesquisas científicas, de modo a analisá-las, principalmente a eficiência da fibra do coco verde em ensaios de compressão do tijolo-ecológico e seu sucesso em se tornar potencial substituinte de cerâmicas. A respeito dos resultados abordados, esses foram usados como base de análise para comparação de diferentes métodos para a confecção do tijolo-ecológico, a fim de encontrar o mais sustentável e adequado ao uso proposto.

**Palavras-chave:** Tijolo-ecológico. Resíduos sólidos. Reutilização. Coco verde.

**Curso:** Técnico em Química.

### Introdução

O coco verde é um fruto pertencente à família *Plantae*, e por isso pode ser conhecido como uma árvore monocotiledônea da sub-família *Cocoidae*; nesse sentido, por ser um fruto rico em água, é muito cultivado em regiões tropicais devido a necessidade de média pluviosidade (Cuenca *et al.*, 2016). Porém, a cultura do coco verde é responsável por uma grande pegada ecológica quando seu resíduo é descartado indevidamente, isso porque, durante o crescimento do coqueiro podem ser utilizados agrotóxicos nocivos ao meio ambiente, os quais resultam em magnificação trófica, eutrofização de rios, escassez hídrica e ecotoxicidade (Sampaio, 2019). No entanto, o coco verde apresenta algumas propriedades essenciais ao considerar como um material alternativo para a produção de tijolos ecológicos, por apresentar, alta porosidade, inertes, alta concentração de lignina, alta proteção contra oxidação, alta durabilidade, entre outras características (Catunda; Amazonas; Matos, 2016). Desse modo, as suas características físico-químicas e sua alta disponibilidade como resíduo no Brasil, torna a matéria-prima uma ótima alternativa na reciclagem desse produto, a fim de evitar seu acúmulo (Soares *et al.*, 2014).

Este modelo de tijolo, conhecido ainda como tijolo ecológico, que é feito a partir de matéria orgânica do solo possui diversas aplicações favoráveis como edificações, paredes monolíticas, contenções de encostas (Azevedo, 2023). Seu meio de produção tem uma discrepância com os tijolos cerâmicos convencionais, pois além de ser reduzido o tempo de fabricação também auxilia na luta contra o desmatamento por não necessitar da queima de lenha nem mesmo da derrubada de árvores ao ser produzido (Motta *et al.*, 2014). Como resultado disso, tendo o maquinário adequado como prensas hidráulicas ou manuais, é possível a sua fabricação efetiva mesmo em canteiros de obras e o impacto ambiental certamente será reduzido em relação aos tijolos tradicionais (Fiais; De Souza, 2016).

Sob esse viés, é necessário empregar preparo da fibra do coco verde para que essa possa ser usada na fabricação de produtos, como o tijolo solo-cimento; desse modo, é imprescindível que a fibra passe por processo de trituração, a fim de diminuir o tamanho dessa, porém é preciso garantir que essa

esteja com baixa umidade, assim, passar por processo de secagem é ideal (Wearn; Montagna; Passador, 2019). Além disso, a fibra deve passar por tratamento superficial, já que se trata de um compósito hidrofílico, garantindo que a fibra tenha maior eficiência polimérica para sua reutilização (Faria; Liell, 2017; Bonamone *et al.*, 2019).

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão de literatura referente à inserção de fibras de coco verde em tijolos solo-cimento, a fim de comparar diferentes metodologias para a confecção desse material de construção e estudar a possibilidade de desenvolvimento de um material com menor impacto biológico, que reaproveite resíduos com base sustentável e social, já que esse poderia vir a ser viável como substituinte aos tijolos convencionais e tornar acessível as comunidades periféricas, com o intuito de diminuir a incidência de casas de pau-a-pique pelo Brasil. Por fim, relacionar a Química Ambiental e Orgânica a Engenharia de Materiais, Química e Civil, mostrando a pluralidade do papel do químico em questões sustentáveis, sociais e ambientais.

## Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho consistiu em uma revisão de literatura a partir de estudos e trabalhos já realizados, encontrados na plataforma eletrônica Google Acadêmico no período entre 2014 e 2024. Nessa plataforma foram encontrados cerca de 76,700 e 16,400 artigos sobre o coco verde, sobre a composição físico-química do solo e 211 artigos sobre a inserção da fibra de coco verde em tijolos solo-cimento. Após a coleta de dados, utilizou-se de uma pesquisa de opinião intitulada “Trabalho de Conclusão de Curso do Técnico de Química - Colégio UNIVAP” em que cerca de 117 pessoas responderam. Nesse sentido, para a produção dessa pesquisa foi usado a plataforma do Google Formulários, com participantes não identificados, conforme a Resolução 510/2016, que diz: “pesquisa de opinião pública com participantes não identificados não necessitam de apreciação ética pelo CEP (Comitê de Ética em Pesquisa), devido a sua praticidade e fácil acesso pelos ouvintes. Essa foi ao ar no dia 11/jun./2024 e respostas foram aceitas até o dia 11/jul./2024, sendo que no dia 10/jul./2024 o maior número de respostas foi recebido. Por fim, foi feita uma comparação entre os resultados obtidos pelos autores Silva e Souza (2018) e Nascimento (2011), a fim de verificar a eficiência de cada método. Em todos os artigos analisados foram realizadas buscas pelas palavras-chaves: coco verde, características físicas, químicas e mineralógicas do solo, tijolo de concreto e solo-cimento, e processo de fabricação desse tipo de tijolo a partir das fibras de coco verde, a fim de acelerar a interpretação.

## Resultados

O experimento realizado por Silva, Souza (2018), visou avaliar a eficácia dos tijolos ecológicos produzidos com solo-cimento e fibras vegetais, em comparação com os tijolos tradicionais de argila, assim como no experimento de Nascimento (2011). O principal objetivo de ambos autores foi verificar se a adição de fibras vegetais, como a fibra de coco, poderia melhorar a sustentabilidade e o desempenho dos tijolos, contribuindo também com impacto ambiental associado à produção de tijolos de argila.

Assim, a Tabela 1 resume os resultados de ambos autores, a fim de facilitar a comparação.

Tabela 1- Resultado dos ensaios de compressão simples.

Experimentos	Tensão	Diâmetro	Força Limite	Deformação	Elasticidade
Silva, Souza (2018)	4,62 MPa	50 mm	9,07 kN	0,85 mm	701,6 MPa
Nascimento (2011)	2,37 MPa	50 mm	0,2378 kN	-	-

Fonte: As autoras (2024).

Além disso, uma pesquisa de opinião feita com internautas, abordada na metodologia, teve como resultado: cerca de 39,3%, das 117 pessoas que responderam, não conheciam esses tijolos, 79,5% sabiam que os tijolos eram produzidos em sua maioria com resíduos orgânicos e 49,6% conheciam a razão por sua preferência na construção civil.

## Discussão

Por meio de pesquisas visando a construção sustentável, foram avaliados métodos de produção dos tijolos ecológicos e segundo Silva, Souza (2018), realizaram-se diversos experimentos para

determinar se os tijolos de solo-cimento com a adição de fibras vegetais seriam mais efetivos, que aqueles produzidos a partir da argila, que gera diversos problemas ambientais como a exploração e a queima desenfreada de madeira. Nos ensaios de compressão simples feito pela dupla, foi observado que um possível fator contribuinte para uma menor taxa de tensão de ruptura nos tijolos é que quanto mais fibra é adicionada mais água é absorvida, atrapalhando, portanto, a hidratação do cimento o que ocasiona uma menor resistência, contudo, os resultados ainda são favoráveis já que a tensão de ruptura foi maior que 21MPa correspondendo a norma NBR 12253 (ABNT, 1992).

Por fim, a análise dos resultados sugere que a mistura de solo-cimento com fibra vegetal é aquela com 0,6% de fibra de coco. Essa proporção não só apresenta uma boa resistência à compressão, como também contribui para a sustentabilidade, representando uma alternativa promissora para a construção civil, aliando eficiência estrutural e benefícios ambientais.

Já em estudos com o mesocarpo da fibra de coco, Nascimento (2011), chegou a conclusão, por meio de ensaios de compressão, que os tijolos sem a fibra de coco obtiveram uma resistência abaixo da exigida pela norma NBR 10834, com menos de 1,7MPa, contudo, as amostras contendo fibra de coco maduro elevaram consideravelmente os níveis de resistência comparado aos tijolos convencionais com resultados como 4,43MPa; 6,47 MPa e 9,60 MPa.

## Conclusão

Mediante aos problemas ambientais no planeta acarretados pela extração de matéria prima desenfreada e a liberação de gases poluentes na atmosfera derivados da queima para produção do tijolo comum, o trabalho em questão foi elaborado com o objetivo de incentivar a proteção ambiental e a economia do país fabricando um material de construção que fosse de fácil acesso e manuseio para atingir a maior parte da população possível. Baseado em pesquisas é notório que o tijolo solo-cimento além de ser ecologicamente correto, aliado ao baixo custo de produção e comercialização traz benefícios significativos à natureza pois um de seus principais componentes não será descartado em aterros sanitários e tampouco de forma incorreta.

## Referências

AZEVEDO; V.C. Comparativo Orçamentário de Obra que com a Utilização de Tijolo Solo-Cimento. **Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Estadual de Goiás**, p.15, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ueg.br/jspui/handle/riueg/1568>>. Acesso em: 12/abr./2024.

BONAMONE, M. B., *et al.* Logística reversa do resíduo de coco verde: – uma abordagem sobre possibilidades de reaproveitamento. **Logs logística e operações globais sustentáveis**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 198-220, ISSN: 2674-7928, p. 8, jan./jun. 2019. Doi: 10.5935/2674-7928/LOGS.v1n1p198-220. Disponível em: <<https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/LOGS/article/download/12681/7705>>. Acesso em: 16/maio/2024.

CATUNDA, T; AMAZONAS, M; MATOS, T. Potencial tecnológico da fibra de coco como matéria prima alternativa ao desenvolvimento de produtos sustentáveis. **Revista educação ambiental em ação**, ISSN 1678-0701 · Volume XXI, Número 86. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=2454>>. Acesso em: 11/abr./2024.

CUENCA, M. A. G., *et al.* A cultura do coqueiro. **Embrapa Tabuleiros Costeiros Sistema de Produção**, p. 3, ISSN 1678-197X Versão Eletrônica, 2016. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/254090/1/A-Cultura-do-Coqueiro-1.pdf>>. Acesso em: 16/abr./2024.

FARIA, A. M. M.; LIELL, C. **Possibilidades de utilização da casca de coco verde** Editora Científica, p. 11, 2017. Disponível em: <<https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/210805827.pdf>>. Acesso em: 24/abr./2024.

FIAIS; B.B.; DE SOUZA; D.S. Construção sustentável com tijolo ecológico. **Revista Engenharia em Ação UniToledo**, v. 02, n. 01, p. 94-108, p. 8, jan./ago. 2017. ISSN: 2526-6586. Disponível em: <<http://www.ojs.toledo.br/index.php/engenharias/article/view/2559>>. Acesso em: 12/abr./2024

MOTTA; J.C.; Tijolos de solo-cimento: Análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. **Revista E-xacta**, v. 7, n. 1, p. 13-26, p. 3, Editora UniBH. ISSN: 19843151, 2014. Disponível em: <<https://revistas.unibh.br/dcet/article/view/1038/0>>. Acesso em: 12/abr./2024.

NASCIMENTO, C. M. Estudo da fibra de coco como reforço em tijolo de solocimento. **Dissertação para mestrado em Engenharia Mecânica Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/15675>>. Acesso em: 18/ago./2024.

SAMPAIO, A. P. C. Pegada de carbono e hídrica do cultivo de coco em sistemas de produção convencional no nordeste brasileiro. 122 f. **Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará**, p. 37-39, Fortaleza, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/42067>>. Acesso em: 16/abr./2024.

SILVA; A.; SOUZA; A. **Uso da fibra de coco como aditivo na produção de tijolo de solo-cimento**. Gestão Integrada de Resíduos: Universidade & Comunidade v.3 Cirne et al. (2018). Cap 77. (Coletânea de publicações do *8th International Symposium on Residue Management in Universities*). ISBN: 978-85-60307-31-9. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/33684>>. Acesso em: 24/abr./2024.

SOARES, I. D. *et al.* **Propriedades físico-químicas de resíduos agroflorestais: Amazônicos para uso como substrato**. Embrapa Hortaliças, v. 2, n. 3, p. 155–161, 2014, Faculdade da Terra, Brasília–DF. DOI: 10.31413/nativa.v2i3.1638. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1638>>. Acesso em: 11/abr./2024.

WEARN, Y. N.; MONTAGNA, L. S.; PASSADOR, F. R. Compósitos de fibra de coco/LDPE: efeito do tratamento superficial das fibras de coco em compósitos verdes. **Revista matéria**, ISSN 1517-7076 artigos e-12548, p. 3, vol, 25, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620200001.0873>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rmat/a/G8dbfwCzWCb97jRVdWw8GTq/#>>. Acesso em: 16/abr./2024.