

INFLUÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DE FIBRAS DE COCO (*Cocos nucifera L.*) NO DESEMPENHO MECÂNICO DE ADOBES

INFLUENCE OF THE INCORPORATION OF COCONUT FIBERS (*Cocos nucifera L.*) IN THE MECHANICAL PERFORMANCE OF ADOBES

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.030-008>

Damares dos Santos Sousa

Graduanda em Engenharia Agronômica
UEMASUL/CCA
E-mail: damaressantos592@gmail.com

Grazielle Oliveira da Silva

Graduanda em Engenharia Agronômica
UEMASUL/CCA
E-mail: graziele.silva@uemasul.edu.br

Guilherme Silva Rosa

Graduando em Engenharia Agronômica
UEMASUL/CCA
E-mail: guilermi.rosa@gmail.com

Kele Sousa Pires Andrade

Graduanda em Engenharia Agronômica
UEMASUL/CCA
E-mail: kelesousapires@gmail.com

Lorrane Chagas Pereira

Graduanda em Engenharia Agronômica
UEMASUL/CCA
E-mail: lorrane.pereira@uemasul.edu.br

Ricardo Santana do Carmo

Graduando em Engenharia Agronômica
UEMASUL/CCA
E-mail: ricardoks1000@gmail.com

Vanessa Nunes Andrér Lima

Graduanda em Engenharia Agronômica
UEMASUL/CCA
E-mail: vanessalima6918@gmail.com

Daniel Carlos Machado

Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo)
UNESP/Campus Jaboticabal
E-mail: daniel.c.machado@unesp.br



Wilson Araújo da Silva

Doutor em Agronomia

UEMASUL/CCA

E-mail: wilson@uemasul.edu.br

Cristiane Matos da Silva

Doutora em Ciência e Tecnologia Ambiental

UEMASUL/CCA

E-mail: cristiane.silva@uemasul.edu.br

Laylles Costa Araújo

Doutora em Zootecnia

UFRA/ Campus Capitão Poço

E-mail: laylles.araujo@ufra.edu.br

Leanne Teles Pereira

Mestre em Ciências Florestais e Ambientais

UEMASUL/CCA

E-mail: leanne.pereira@uemasul.edu.br

Kalyne Pereira Miranda Nascimento

Mestre em Agricultura e Ambiente

UEMASUL/CCA

E-mail: kalyneengenheiraag@gmail.com

João Miguel Santos Dias

Doutorando em Engenharia Civil

UEMASUL/CCHSTL

E-mail: joao.dias@uemasul.edu.br

Jonathan dos Santos Viana

Doutor em Agronomia (Ciência do Solo)

UEMASUL/CCA

E-mail: jonathan.viana@uemasul.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4734-9843>

RESUMO

A busca por materiais construtivos sustentáveis tem impulsionado o uso de resíduos naturais na construção civil, entre eles a fibra de coco (*Cocos nucifera L.*), devido ao seu potencial ambiental e funcional. Este estudo avaliou a influência da incorporação de fibras de coco da praia nas propriedades físicas e mecânicas de tijolos de adobe, com ênfase na resistência à compressão e na absorção de água. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos correspondentes à adição de 0%, 1,5%, 3,0% e 4,5% de fibra de coco, com quatro repetições. Foram analisadas a absorção de água por imersão, a uniformidade dimensional e a resistência à compressão, determinada por meio de ensaio em prensa universal. Os resultados indicaram que a incorporação de 75 g de fibra de coco proporcionou o melhor desempenho mecânico, com maior resistência à compressão e menor absorção de água em comparação ao tratamento controle. Em contrapartida, teores mais elevados de fibra comprometeram a resistência mecânica, possivelmente em função da redução da compactação e da coesão da matriz do adobe. Conclui-se que a adição moderada de fibra de coco melhora o desempenho físico e mecânico dos adobes,

configurando-se como uma alternativa sustentável e tecnicamente viável, desde que empregada em proporções adequadas.

Palavras-chave: Tijolo tipo adobe; Reforço fibroso; Resistência mecânica.

ABSTRACT

The search for sustainable construction materials has driven the use of natural waste in civil construction, including coconut fiber (*Cocos nucifera L.*), due to its environmental and functional potential. This study evaluated the influence of the incorporation of coconut fibers from the beach on the physical and mechanical properties of adobe bricks, with emphasis on compressive strength and water absorption. The experiment was conducted in a completely randomized design, with four treatments corresponding to the addition of 0%, 1.5%, 3.0% and 4.5% of coconut fiber, with four replications. Immersion water absorption, dimensional uniformity and compressive strength were analyzed, determined by means of a universal press test. The results indicated that the incorporation of 75 g of coconut fiber provided the best mechanical performance, with greater compressive strength and lower water absorption compared to the control treatment. On the other hand, higher fiber contents compromised the mechanical strength, possibly due to the reduction of compaction and cohesion of the adobe matrix. It is concluded that the moderate addition of coconut fiber improves the physical and mechanical performance of the adobes, configuring itself as a sustainable and technically viable alternative, as long as it is used in adequate proportions.

Keywords: Adobe-like brick; Fibrous reinforcement; Mechanical resistance.



1 INTRODUÇÃO

A intensificação das discussões acerca dos impactos ambientais associados à construção civil tem impulsionado a busca por materiais alternativos que apresentem menor impacto ambiental ao longo de seu ciclo de vida. Esse setor é reconhecido como um dos principais responsáveis pelo elevado consumo de recursos naturais, pela expressiva emissão de gases de efeito estufa e pela geração significativa de resíduos sólidos, fatores que reforçam a necessidade de estratégias construtivas mais sustentáveis (Santos & Marchesini, 2018; Marques et al., 2024). Nesse contexto, a reutilização de resíduos agroindustriais tem se consolidado como uma abordagem tecnicamente viável e ambientalmente eficiente para o desenvolvimento de materiais de construção com menor pegada ecológica.

Dentre os resíduos agroindustriais com potencial de aplicação no setor construtivo, destaca-se a fibra de coco, subproduto gerado em grande escala pela cadeia produtiva do coqueiro (*Cocos nucifera L.*), tanto a partir de frutos verdes quanto maduros. Após o aproveitamento da água e da polpa, a casca do coco é frequentemente descartada de forma inadequada, contribuindo para problemas ambientais; entretanto, quando processada, pode ser convertida em um material com elevado valor agregado e múltiplas possibilidades de aplicação (Giraldelli et al., 2021). A disponibilidade abundante desse resíduo, aliada ao seu caráter renovável, reforça seu potencial como insumo sustentável para a construção civil.

Do ponto de vista físico-mecânico, a fibra de coco apresenta propriedades relevantes, como baixa densidade, elevada resistência à tração, boa durabilidade e capacidade de isolamento térmico e acústico, características que favorecem sua incorporação em diferentes sistemas construtivos (Adeniji & Olorunnisola, 2018; Sankar et al., 2022). Estudos experimentais demonstram que a adição desse material em matrizes cimentícias e à base de terra, como no caso de adobes, pode resultar em melhorias no desempenho mecânico, com aumento da resistência à compressão, redução da absorção de água e maior durabilidade dos compósitos, além de contribuir para o controle de fissuração (Silva et al., 2015; Morato et al., 2023).

Sob a perspectiva ambiental, a utilização da fibra de coco como reforço em materiais de construção contribui para a mitigação das emissões de dióxido de carbono (CO₂), ao reduzir a demanda por materiais convencionais de elevada intensidade energética, como o cimento Portland. Ademais, essa estratégia está alinhada aos princípios da economia circular, promovendo o reaproveitamento de resíduos agroindustriais, a redução da deposição em aterros e a diminuição da extração de matérias-primas virgens (Londe et al., 2023). Neste sentido, este estudo teve como objetivo avaliar a resistência mecânica de tijolos tipo adobe incrementados com fibras de coco da praia.

2 METODOLOGIA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (CCA/UEMASUL), localizado no município de Imperatriz Maranhão, com as coordenadas geográficas 5°33'45"S e 47°27'18"W.

Conforme a classificação de Koppen-Geiger, o clima do território maranhense é descrito como tipo Aw - tropical com chuvas no verão, subúmido com dois períodos bem definidos: chuvoso e seco, em que o chuvoso vai de dezembro a abril e seco de maio a novembro. Ao longo do ano, a temperatura varia de 20 °C a 35 °C (Correia Filho *et al.*, 2011). Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2020), a precipitação média anual do município de Imperatriz - MA é de 1.516 mm e umidade relativa do ar em média 68,8%.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), composto por cinco tratamentos, com quatro repetições cada, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos foram definidos da seguinte forma: T0 (Controle): Sem adição de resíduo; T1: Adição de 1,5% de resíduo em relação ao peso do adobe, correspondente a 75 g para cada 5 kg de adobe; T2: Adição de 3,0% de resíduo em relação ao peso do adobe, equivalente a 150 g para cada 5 kg de adobe; T3: Adição de 4,5% de resíduo em relação ao peso do adobe, correspondente a 225 g para cada 5 kg de adobe.

2.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Para a instalação do experimento, foram utilizados frutos da palmeira coqueiro (*Cocos nucifera*), na qual foram seccionados e submetidos à secagem ao sol por um período de sete dias. Após o processo de secagem, os resíduos foram coletados e triturados em liquidificador industrial, conforme a Figura 1. As partes mais fibrosas, que apresentaram maior resistência ao processamento mecânico, foram fragmentadas manualmente.

Inicialmente, foram definidas e separadas as quantidades de resíduo a serem incorporadas em cada tratamento experimental, estabelecendo-se quatro níveis de dosagem: T0 (controle, sem adição de resíduo), T1 (75 g), T2 (150 g) e T3 (225 g). Na sequência, procedeu-se à preparação da mistura para a confecção dos adobes, adotando-se o traço base de 2:1, correspondente a duas partes de argila para uma parte de areia, com adição gradual de água até a obtenção de consistência adequada para moldagem.

A moldagem dos corpos de prova foi realizada em moldes de madeira com dimensões internas de 19 cm de comprimento, 24 cm de largura e 7 cm de altura. Em todos os tratamentos, manteve-se constante o traço argila: areia, variando-se exclusivamente a quantidade de resíduo incorporado, conforme a dosagem

previamente estabelecida para cada tratamento, de modo a permitir a avaliação isolada do efeito desse material sobre as propriedades dos adobes.

Após a moldagem, os tijolos foram submetidos à secagem natural, sob exposição direta à radiação solar, por um período de sete dias, visando à redução gradual da umidade e à minimização de fissuras decorrentes da retração. Concluída essa etapa, os corpos de prova foram destinados à realização dos ensaios de absorção de água, sendo utilizado um tijolo por tratamento para a execução dos testes.

Figura 1. Etapas de Trituração de fibras de coco secas.



Fonte: Sousa et al. (2025).

2.4 VARIÁVEIS ANALISADAS

As variáveis analisadas foram: absorção de água em diferentes intervalos de tempo, porcentagem de absorção, análise dimensional para cada formulação e ensaios de resistência à compressão.

2.4.1 Ensaio de absorção de água por imersão

O ensaio de absorção de água foi conduzido com 5 repetições, conforme procedimento experimental previamente estabelecido. Inicialmente, cada adobe, previamente seco até massa constante, foi pesado em balança analítica para determinação da massa seca. Na sequência, os tijolos foram totalmente imersos em água por um período de 10 minutos; após esse intervalo, foram retirados, mantidos em escorrimento para remoção do excesso de água superficial e submetidos à segunda pesagem.

Posteriormente, os corpos de prova foram novamente imersos em água por mais 10 minutos e, ao término desse período, realizou-se a terceira pesagem. Assim, obtiveram-se três determinações de massa para cada tratamento, permitindo a quantificação e a comparação da absorção hídrica dos adobes em função das diferentes proporções de resíduo incorporado.

2.4.2 Análise dimensional

Os tijolos adobes foram feitos para apresentarem uma forma externa de paralelepípedo retangular.

2.4.3 Ensaios de resistência à compressão

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados no Laboratório de Estruturas e Materiais de Construção da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Campus Açailândia-MA, utilizando-se a prensa universal de ensaios INSTRON EMIC 23-100, conforme ilustrado na Figura 2.

Para a execução do ensaio, foram extraídos corpos de prova cúbicos com dimensões de 5,5 cm × 5,5 cm × 5,5 cm a partir dos adobes confeccionados, sendo retirado um bloco de cada unidade produzida em cada tratamento experimental. Dessa forma, obtiveram-se cinco amostras por tratamento, assegurando a replicação necessária para a análise estatística e conferindo maior confiabilidade e representatividade aos resultados. Todas as amostras foram submetidas ao ensaio de compressão no referido laboratório, seguindo procedimentos padronizados para a determinação da resistência mecânica dos adobes.

Figura 2. Blocos de adobes submetidos ao teste de resistência e a prensa controladora INSTRON EMIC 23-100 executando a prensagem.



Fonte: Sousa et al. (2025).

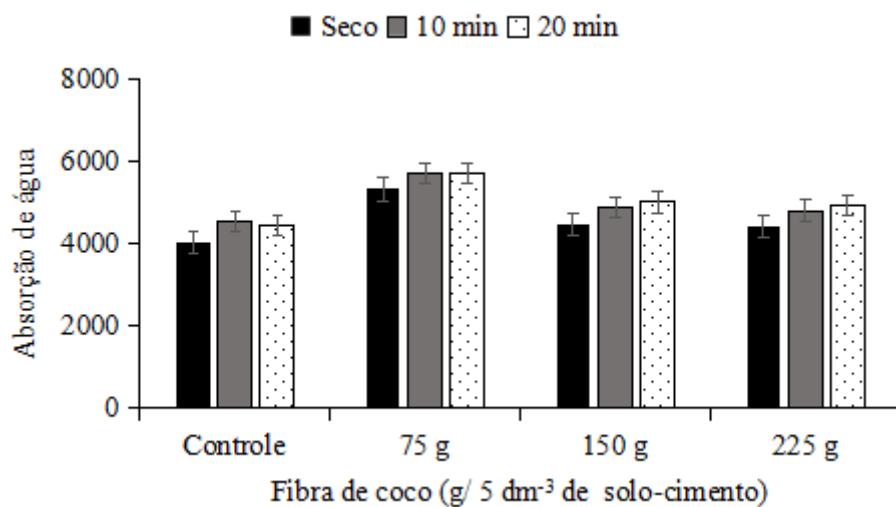
2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados experimentais obtidos foram sistematizados e organizados em tabelas e gráficos, elaborados com o auxílio do software Microsoft Excel®, visando à adequada visualização, interpretação e análise dos resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à absorção de água dos corpos de prova de adobe, avaliados em diferentes intervalos de tempo, estão apresentados na Figura 3. Conforme observado, a absorção hídrica aumenta de forma progressiva em função do tempo de submersão. Nos primeiros 10 minutos, os corpos de prova apresentam valores relativamente baixos de absorção; entretanto, à medida que o período de imersão é ampliado, verifica-se um incremento gradual na quantidade de água absorvida, indicando a influência direta do tempo de contato com o meio aquoso sobre o comportamento higroscópico dos adobes.

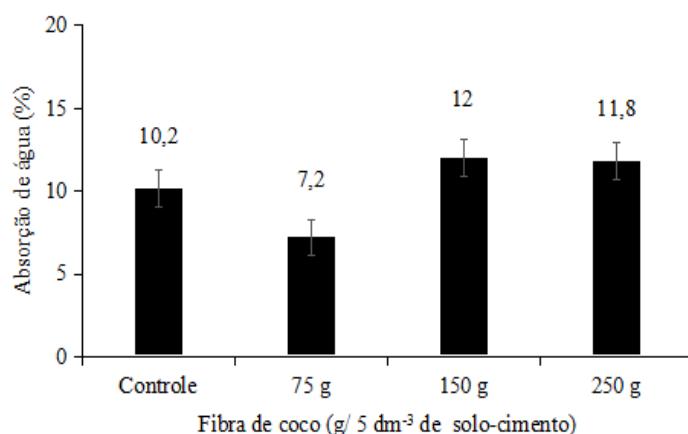
Figura 3. Absorção de água nos corpos de prova dos adobes em diferentes intervalos de tempo.



Fonte: Sousa et al. (2025).

Os resultados referentes à porcentagem de absorção de água nos corpos dos adobes em diferentes intervalos de tempo estão apresentados na Figura 4.

Figura 4. Porcentagem de absorção de água em tijolos do tipo adobe.



Fonte: Sousa et al. (2025).

A Figura 4 evidencia que a absorção de água dos corpos de prova de adobe varia em função da incorporação de fibras de coco, indicando influência direta da composição dos blocos sobre o comportamento higroscópico do material. Observa-se que o tratamento T1, correspondente à adição de 75 g de fibra de coco, apresentou a menor porcentagem de absorção hídrica quando comparado ao tratamento controle e às maiores dosagens de fibra. Esse resultado sugere que a incorporação moderada de fibras contribui para a redução da porosidade efetiva do adobe, possivelmente em decorrência do melhor preenchimento dos vazios e da maior coesão da matriz solo-cimento.

Por outro lado, o aumento da dosagem de fibras para 150 g e 250 g resultou em elevação da absorção de água, o que pode estar associado ao excesso de fibras na matriz, promovendo descontinuidades internas e aumento da conectividade dos poros. Esses resultados indicam a existência de um teor ótimo de fibra, no qual se obtém equilíbrio entre reforço mecânico e controle da absorção hídrica. Nesse contexto, a adição de 75 g de fibra de coco mostrou-se mais eficiente para melhorar a resistência do adobe à umidade, fator diretamente relacionado à sua durabilidade.

De acordo com a literatura, a redução da absorção de água em materiais à base de terra está associada ao aumento da estabilidade dimensional e da integridade estrutural, especialmente em ambientes sujeitos a variações climáticas (Silva et al., 2015). Assim, os resultados obtidos reforçam o potencial da fibra de coco como material de reforço sustentável, desde que utilizada em proporções adequadas, contribuindo para o desempenho e a durabilidade de adobes empregados em sistemas construtivos de baixo impacto ambiental.

Os resultados referentes à análise dimensional para cada formulação estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise dimensional de adobe para cada incremento com fibra de coco.

Formulação	Análise dimensional (mm)					
	Comprim.	Desvio Padrão	Largura	Desvio Padrão	Altura	Desvio Padrão
T0	19,53	0,05	17,83	0,25	0,29	2,6
T1	19,3	0,22	17,9	0,08	0,21	2,77
T2	19,47	0,05	17,97	0,05	0,19	2,37
T3	19,53	0,12	18,03	0,12	0	2,5

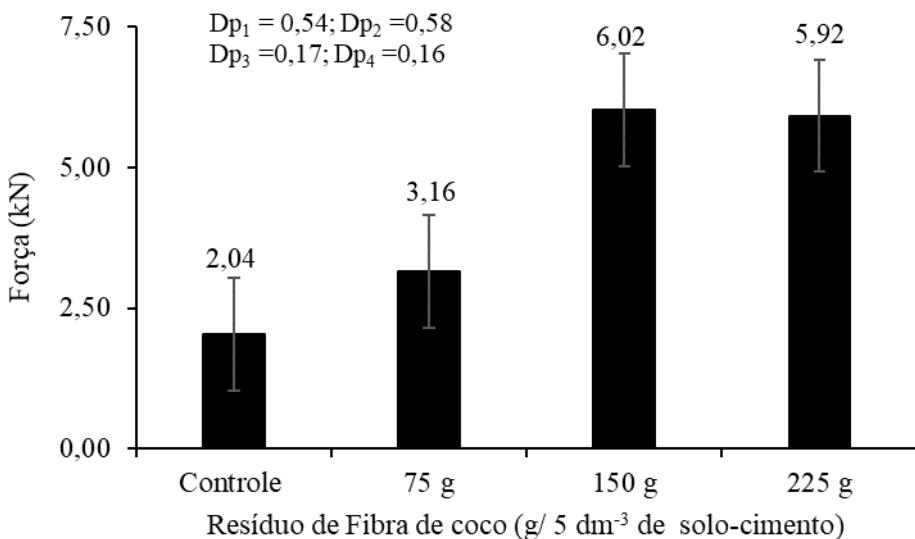
Fonte: Sousa et al. (2025).

Nota-se reduzida variação entre as medidas obtidas para as diferentes formulações, evidenciando adequada uniformidade dimensional entre as amostras. Essa homogeneidade é indicativa da eficiência do

processo de moldagem e contribui para a padronização dos blocos, aspecto fundamental para sua aplicação em sistemas construtivos, uma vez que favorece o adequado alinhamento, a estabilidade e o desempenho estrutural das edificações.

Os resultados referentes a resistência à compressão dos corpos de prova, encontram-se apresentados na Figura 5.

Figura 5. Resultados de resistência à compressão.



Fonte: Sousa et al. (2025).

Observa-se que o tratamento T1, correspondente à adição de 75 g de fibras, apresentou o maior desempenho mecânico, suportando tensões superiores antes da ruptura. Em contraste, os tratamentos T2 (150 g) e T3 (225 g) exibiram redução nos valores de resistência à compressão, indicando que o incremento excessivo do teor de fibras compromete a integridade estrutural dos blocos.

Resultados semelhantes são reportados na literatura, na qual se observa que elevadas proporções de fibras vegetais tendem a prejudicar a compactação e a coesão da matriz, resultando em diminuição da resistência mecânica dos adobes (Oliveira & Moraes, 2025). De modo complementar, Oliveira (2016) destaca que o excesso de fibras interfere negativamente na interação entre os constituintes do adobe, promovendo a formação de vazios e descontinuidades internas que reduzem a capacidade resistente do material.

Apesar da redução da resistência mecânica em dosagens elevadas, a incorporação moderada de fibras vegetais é amplamente recomendada, uma vez que contribui para a mitigação das retracções durante o processo de secagem e cura, reduzindo a incidência de fissuras. Quando utilizadas em proporções adequadas, as fibras melhoram a trabalhabilidade da mistura, conferem maior estabilidade dimensional aos blocos e favorecem a integridade estrutural do material (Giralderli et al., 2021; Minke, 2012).

Nesse contexto, Bhatia e Smith (2008) ressaltam que, mesmo diante de variações nas propriedades mecânicas, a utilização de fibras naturais na engenharia de materiais agrega valor ao produto final, especialmente em função dos benefícios ambientais, funcionais e da contribuição para o desenvolvimento de sistemas construtivos mais sustentáveis.

4 CONCLUSÃO

A incorporação de fibra de coco na produção de adobes apresenta efeitos positivos quando realizada em proporções adequadas. Entre os tratamentos avaliados, a adição de 75 g de fibra (Tratamento T1) resultou no melhor desempenho mecânico, evidenciado pelos maiores valores de resistência à compressão. Em contrapartida, dosagens superiores, correspondentes a 150 g e 250 g de fibra, promoveram redução da resistência mecânica, possivelmente em decorrência da dificuldade de compactação e da menor coesão da matriz solo-cimento, ocasionada pelo excesso de fibras.

No que se refere ao comportamento higroscópico, verificou-se que os adobes com maior teor de fibra apresentaram tendência à redução da absorção de água ao longo do tempo, indicando contribuição das fibras para a modificação da estrutura porosa do material. Adicionalmente, a presença da fibra de coco favoreceu a trabalhabilidade da mistura, reduziu os efeitos de retração durante o processo de secagem e aumentou a estabilidade dimensional dos blocos, características relevantes para a durabilidade e o desempenho do material.

Dessa forma, os resultados obtidos evidenciam que o uso da fibra de coco na fabricação de adobes configura-se como uma alternativa sustentável e tecnicamente viável, capaz de agregar valor ambiental e funcional ao material. Contudo, ressalta-se que a definição de proporções adequadas é fundamental para assegurar a integridade estrutural e o desempenho mecânico do produto final.



REFERÊNCIAS

ADENIJI, A. O.; OLORUNNISOLA, A. O. Investigações sobre os efeitos da substituição de cimento e da adição de cloreto de cálcio em propriedades selecionadas de telhas reforçadas com fibra de casca de coco. **International Journal of Engineering Research and Advanced Technology**, v. 11, 2019.

BHATIA, S. K.; SMITH, J. L. Bridging the Gap Between Engineering and the Global Word –A case study of the coconut (coir) fiber industry in Kerala, India, 2008. **Synthesis Lectures on Engineers, Technology and Society**, Morgan & Claypool, 3, Doi:10.2200/S00112ED1V01Y200804ETS006

GIRALDELLI, M. A.; PEREIRA, O. A.; SANTOS, S. F.; BRASIL, M. A.; PINHEIRO, S. K. T. Técnica do adobe com diferentes proporções de fibra vegetal: uma revisão bibliográfica e experimento prático. **Uniciências**, v. 25, n. 1, p. 10-13, 2021. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n1.53-66.

ILLAMPAS, R.; LOANNOU, L.; CHARMPIS, D. C. Adobe: an environmentally friendly construction material. **Sustainable Development and Planning IV**, Vol. 1 245, 2009.

MARQUES, M. D.; QUATROQUE, V. H. S. da S.; SIMÕES, R. D.; BRAGA JÚNIOR, S. S. Materiais alternativos na construção civil: uma comparação entre o uso de materiais convencionais e recicláveis, tijolos e concreto para construções sustentáveis. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, 2024.

MINKE, G. Building with Earth. **Design and technology of a Sustainable Architecture**. Birkhauser – Publishers for Architecture. Basel, Berlin, Boston. 2012.

OLIVEIRA, P. F. S. Resistência mecânica de tijolos de terra crua com adição de diferentes níveis de fibras de coco. 2016. 59 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO. Disponível em: <https://repositorio.ueg.br/jspui/handle/riueg/4850>. Acesso em: 09 de julho de 2025.

OLIVEIRA, R. M.; MORAES, Y. B. L. Análise dos tijolos de adobe com adição de fibras de *Cocos nucifera* L. Recife: Instituto Federal de Pernambuco, Campus Recife, Curso de Engenharia Civil, 8 abr. 2025.

SANKAR, M.; VENKATACHALAM, K.; KUMAR, S. A. Experimental study on partial replacement of coarse aggregate by coconut shell in concrete. **Materials Today: Proceedings**, v. 62, p. 4932–4936, 2022.

SANTOS, M. H.; MARCHESINI, M. M. P. Logística reversa para a destinação ambientalmente sustentável dos resíduos de construção e demolição (RCD). **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 8, n. 2, p. 67–85, 2018.

SILVA, E.; MARQUES, M. L.; FORNARI JUNIOR, C.; VELASCO, F. Análise técnica para o reaproveitamento da fibra de coco na construção civil. **Ambiência: Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v. 11, n. 3, p. 669–683, set./dez. 2015. DOI: 10.5935/ambiciencia.2015.03.11.