PREPARAÇÃO E TRATAMENTO ALCALINO DE FIBRA DE COCO PARA APLICAÇÃO EM MATERIAIS CIMENTÍCIOS

Camilly Vitória Santos da Silva, Gabriella Cintra dos Santos, Maria Antonia Dias dos Santos, Filipe Reis da Silveira Carvalho, Ivania da Silva Dias Santana, Fernanda Nepomuceno Costa

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Rui Barbosa, 710, Centro - 44380-000 - Cruz das Almas – BA, Brasil, camillyvitoriasantossilva345@gmail.com, gabycintr4@gmail.com, mariaantoniadiasdossantos639@gmail.com, filipe.r.s.carvalho2018@gmail.com, ivaniadias3010@gmail.com, fernandacosta@ufrb.edu.br.

Resumo

A utilização de resíduos agroindustriais na construção civil apresenta-se como uma alternativa para o aproveitamento de materiais de origem renovável e para a redução do consumo de recursos naturais. Nesse contexto, a fibra de coco apresenta potencial para aplicação como reforço em materiais cimentícios, porém sua utilização requer etapas de preparação devido às características da fibra vegetal e à sua exposição ao ambiente alcalino da matriz cimentícia. Este trabalho teve como objetivo realizar a preparação e o tratamento alcalino de fibras de coco destinadas à aplicação em materiais cimentícios. As fibras foram obtidas a partir da coleta e preparação das cascas dos frutos, passando por etapas de lavagem, secagem, abertura mecânica e separação manual. Posteriormente, foram selecionadas e cortadas no comprimento de 40 mm e submetidas a tratamento alcalino em solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 5%, durante 4 horas. Após o tratamento, as fibras foram lavadas com água em abundância e submetidas à secagem natural. Ao final do processo, foram obtidas fibras individualizadas e padronizadas, com preservação visual de sua estrutura, estando preparadas para a continuidade da pesquisa e posterior aplicação em matrizes cimentícias.
Palavras-chave: Fibras de coco. Tratamento alcalino. Materiais cimentícios.

Área do Conhecimento: Engenharias.

Introdução

A utilização de resíduos agroindustriais como matéria-prima para o desenvolvimento de novos materiais tem despertado interesse no meio da construção civil, especialmente por contribuir para a redução do consumo de recursos naturais e proporcionar alternativas para o aproveitamento de resíduos. Entre os materiais de origem vegetal com potencial de aplicação destaca-se a fibra de coco, um subproduto abundante de processamentos e consumos elevados do fruto. Seu aproveitamento em materiais cimentícios apresenta-se como uma possibilidade de valorização deste resíduo, associando a utilização de uma fonte renovável ao desenvolvimento de compósitos destinados à construção civil. Estudos têm investigado a incorporação de fibras de coco em matrizes cimentícias devido ao seu potencial de contribuição para propriedades físicas e mecânicas dos compósitos (Abdalla *et al*., 2023).

Apesar desse potencial, a utilização de fibras vegetais em matrizes à base de cimento apresenta limitações relacionadas à interação entre a fibra e o meio cimentício. As fibras naturais são constituídas principalmente por celulose, hemicelulose e lignina, além de outros componentes, e apresentam caráter hidrofílico, o que favorece a absorção de umidade e pode influenciar a interação fibra–matriz (Gholampour; Ozbakkaloglu, 2020).

Além disso, o ambiente altamente alcalino característico da matriz cimentícia pode alterar a estrutura da fibra e comprometer sua durabilidade ao longo do tempo (Tolêdo filho *et al*., 2000; Tolêdo filho *et al*., 2003). Dessa forma, a preparação da fibra antes da sua incorporação na matriz cimentícia constitui em uma etapa altamente relevante para a obtenção de reforços com características adequadas à sua aplicação pretendida.

Entre os procedimentos empregados para a preparação da fibra vegetal, o tratamento alcalino com o hidróxido de sódio (NaOH) destaca-se por promover modificações na superfície da fibra, podendo

alterar suas características superficiais e remover parcialmente componentes não celulósicos, como hemicelulose, lignina, ceras e outras impurezas (Abdalla *et al*., 2023). Essas alterações podem favorecer a limpeza e contribuir para a aderência da fibra à matriz cimentícia. Entretanto, a concentração da solução e o tempo de exposição devem ser considerados, uma vez que tratamentos alcalinos excessivos podem provocar alterações na estrutura da fibra e perda de resistência mecânica (Tolêdo Filho *et al*., 2000).

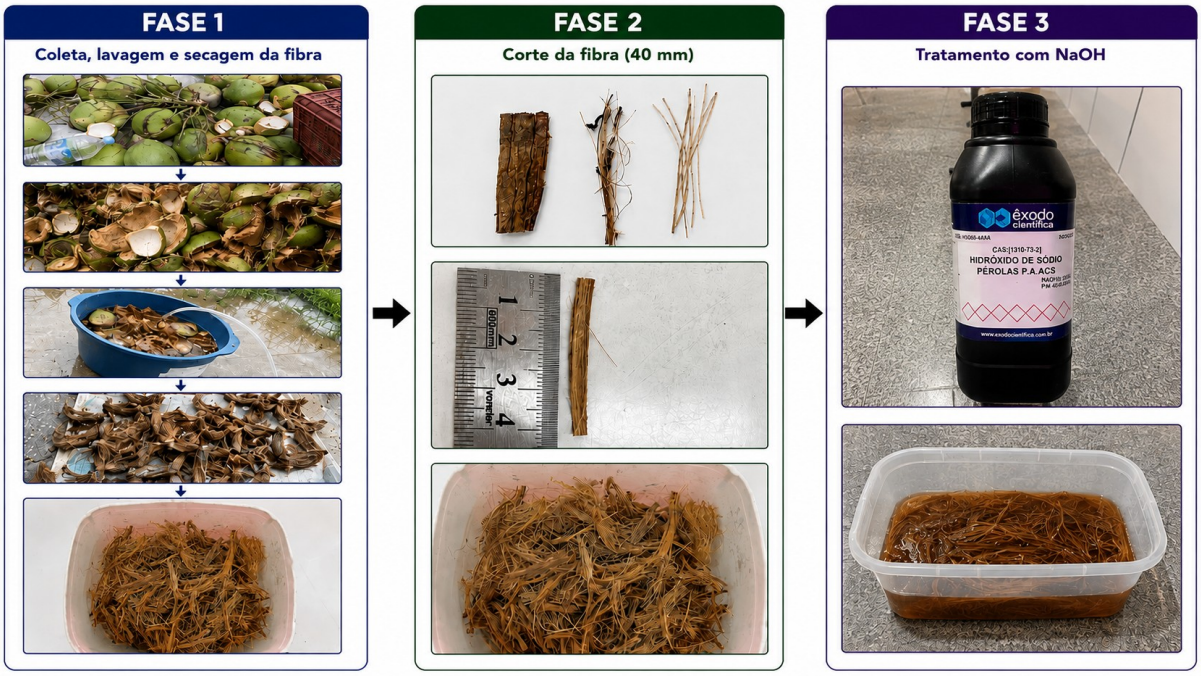
Dessa forma, este estudo tem como objetivo avaliar o procedimento de preparação e tratamento da fibra de coco, considerando sua importância para a aplicação da fibra em compósitos cimentícios.

Metodologia

Os procedimentos experimentais foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), campus de Cruz das Almas, seguindo as etapas metodológicas apresentadas na Figura 1. Para obtenção das fibras utilizadas no estudo, os frutos de coco foram coletados e submetidos a um processo de preparação e beneficiamento. Inicialmente, os cocos foram abertos manualmente e suas cascas fragmentadas em porções menores, com posterior remoção do material branco presente na região interna. Em seguida, os fragmentos foram imersos em água por aproximadamente 24h e submetidos a lavagens sucessivas, com renovação da água, até a obtenção de um aspecto visualmente mais límpido. Posteriormente, o material foi submetido à secagem natural.

Após essa etapa, os fragmentos foram lavados com água em temperatura ambiente e, posteriormente, imersos em água aquecida, mantida entre 60 e 70 °C por um período de 30 a 50 minutos. Na sequência, realizou-se nova secagem natural até a redução da umidade nas fibras de coco. As porções da casca foram submetidas à abertura mecânica por meio da aplicação de golpes com martelo, com o objetivo de facilitar a exposição das fibras. Em seguida, foi utilizado um dispositivo artesanal semelhante a um pente, confeccionado com um pedaço de madeira e pregos, para auxiliar no desfibramento e na separação das fibras. Posteriormente, as fibras foram separadas manualmente, submetidas à secagem natural e armazenadas até sua utilização nos procedimentos experimentais.

Figura 1: Fluxograma das etapas de preparação e tratamento das fibras de coco.



Fonte: Elaborado pelos autores, com auxílio de inteligência artificial (ChatGPT/OpenAI).

Após a obtenção e separação das fibras de coco, realizou-se a seleção do material, com o objetivo de obter fibras adequadas para as etapas subsequentes do procedimento experimental. As fibras foram

individualizadas e, posteriormente, seccionadas manualmente, adotando-se um comprimento padronizado de 40 mm. A escolha desse comprimento foi baseada em estudos que avaliaram a influência do comprimento das fibras de coco no comportamento de compósitos cimentícios, considerando que essa variável pode influenciar a interação fibra–matriz e as propriedades mecânicas do material (Ahmad *et al*, 2020; Ali *et al*., 2012). Essa etapa teve como finalidade uniformizar as dimensões das fibras utilizadas e garantir maior homogeneidade durante os procedimentos posteriores.

Após o corte e a padronização, as fibras foram organizadas e encaminhadas para as etapas de lavagem e tratamento alcalino, realizadas previamente à sua utilização nos compósitos cimentícios.

Após a etapa de corte e padronização do cumprimento, as fibras foram submetidas ao tratamento alcalino por imersão em solução de hidróxido de sódio (NaOH). A solução foi preparada utilizando-se 50 g de NaOH para 1 litro de água destilada, resultando em uma concentração de 5% (m/v). A concentração adotada foi definida com base em estudos anteriores que empregaram soluções de NaOH a 5% no tratamento de fibras de coco, visando à remoção de componentes superficiais e à melhoria da interação da fibra com a matriz cimentícia (Andiç-Çakir *et al*., 2012; Ali *et al*, 2012). As fibras foram completamente imersas na solução alcalina, permanecendo sob tratamento durante 4 h. Esse período foi adotado com base em estudos que empregaram tratamento alcalino de fibras de coco com solução de NaOH a 5% durante 4 h, observando modificações na superfície das fibras após o tratamento (Simelane; Madyira, 2023).

Ao término do tratamento, a qualidade das fibras foi avaliada visualmente com o auxílio de um microscópio portátil digital, com ampliação de até 1000 vezes, buscando observar as características superficiais das fibras antes e após o tratamento alcalino. A análise permitiu verificar visualmente alterações na superfície das fibras, especialmente quanto à presença de impurezas e à aparência da estrutura superficial do material. Após essa avaliação, as fibras foram mantidas em condições adequadas até sua utilização nas etapas experimentais subsequentes.

Resultados

Ao final do processo de preparação, foram obtidas fibras de coco individualizadas e com comprimento padronizado de 40 mm, apresentando maior uniformidade dimensional em relação ao material inicialmente extraído. A padronização possibilitou a obtenção de um conjunto de fibras com características geométricas mais homogêneas para utilização nas etapas subsequentes da pesquisa. A Figura 2 apresenta as fibras de coco antes e após o tratamento alcalino, permitindo observar visualmente as diferenças entre os materiais submetidos e não submetidos ao tratamento.

Após o tratamento alcalino, as fibras mantiveram sua integridade macroscópica, não sendo observados visualmente sinais acentuados de degradação ou desagregação do material. As fibras tratadas apresentaram-se individualizadas e adequadas para o prosseguimento das etapas de caracterização e posterior incorporação aos compósitos cimentícios.

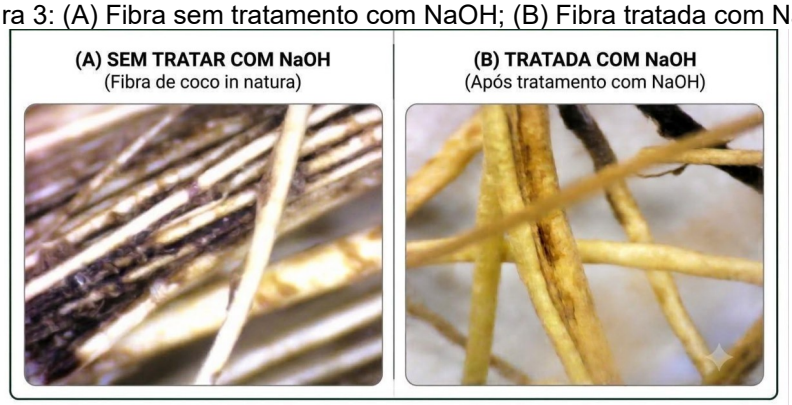
Figura 2: Amostras de fibras de coco antes do tratamento (A) e depois do tratamento com NaOH (B).



Fonte: Elaborado pelos autores, com auxílio de inteligência artificial (ChatGPT/OpenAI).

A Figura 3 apresenta as imagens microscópicas das fibras de coco antes e após o tratamento alcalino com NaOH. O tratamento alcalino foi realizado com o objetivo de promover a limpeza da superfície das fibras e a remoção parcial de componentes não celulósicos, como hemicelulose e lignina, podendo favorecer a interação entre a fibra e a matriz cimentícia. Visualmente, observa-se diferença na aparência superficial das fibras após o tratamento, quando comparadas às fibras sem tratamento, indicando possíveis alterações na superfície do material. Entretanto, a análise por imagem, de forma isolada, não permite confirmar a remoção desses componentes ou quantificar a eficiência do tratamento, sendo necessária a realização de análises complementares para essa avaliação.

Figura 3: (A) Fibra sem tratamento com NaOH; (B) Fibra tratada com NaOH.



Fonte: Elaborado pelos autores, com auxílio de inteligência artificial (ChatGPT/OpenAI).

Discussão

A preparação e a padronização das fibras constituem etapas importantes para sua utilização como reforço em matrizes cimentícias. Neste estudo, foram obtidas fibras individualizadas e padronizadas em 40 mm de comprimento, buscando maior uniformidade para as etapas experimentais posteriores. O comprimento, associado ao teor e à orientação das fibras, pode influenciar a transferência de tensões entre fibra e matriz e, consequentemente, o comportamento do compósito (Araujo *et al*., 2022).

A utilização de fibras vegetais em materiais cimentícios apresenta desafios relacionados principalmente à sua natureza hidrofílica, à elevada absorção de água e à interação com o ambiente alcalino da matriz (Tolêdo Filho *et al.*, 2000). A exposição prolongada a esse meio pode favorecer processos de degradação e mineralização das fibras, comprometendo seu desempenho ao longo do tempo. Nesse sentido, Abdalla *et al.* (2023) destacam a importância da preparação e do processamento das fibras para sua aplicação em compósitos cimentícios.

Neste estudo, as fibras foram submetidas ao tratamento alcalino com solução de NaOH a 5% durante 4 horas. Esse tratamento pode promover modificações na superfície das fibras, como a remoção parcial de impurezas e componentes não celulósicos, podendo favorecer a interação fibra–matriz (Olonade, 2023). Após o tratamento, lavagem e secagem, observou-se visualmente a preservação da estrutura das fibras, sem sinais macroscópicos de degradação severa. Entretanto, essa observação não é suficiente para confirmar a eficiência do tratamento, sendo necessárias análises complementares para identificar possíveis alterações químicas e microestruturais.

As condições de tratamento devem ser controladas, uma vez que concentrações elevadas ou períodos prolongados de exposição ao meio alcalino podem provocar alterações indesejáveis na estrutura das fibras. Tolêdo Filho *et al.* (2000) observaram alterações em fibras de sisal e coco submetidas a condições alcalinas prolongadas, enquanto Tolêdo Filho *et al.* (2003) destacam a degradação das fibras no ambiente cimentício como uma das limitações à durabilidade desses compósitos.

Dessa forma, as fibras obtidas neste estudo apresentaram condições visuais adequadas para continuidade da pesquisa, embora o efeito do tratamento deva ser posteriormente avaliado a partir da caracterização das fibras e do desempenho dos compósitos produzidos.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos nesta etapa da pesquisa, conclui-se que:

- As etapas de limpeza, separação e preparação possibilitaram a obtenção de fibras de coco adequadas para a continuidade dos procedimentos experimentais;
- A padronização das fibras em 40 mm permitiu estabelecer uma dimensão uniforme para sua posterior incorporação em matrizes cimentícias;
- O tratamento alcalino com solução de NaOH possibilitou estabelecer um procedimento padronizado de preparação das fibras, mantendo-se visualmente sua integridade após o tratamento;
- Os procedimentos realizados atenderam ao objetivo proposto para esta etapa, resultando em fibras preparadas e padronizadas para a produção dos compósitos cimentícios;
- Ensaios complementares de caracterização das fibras e avaliação dos compósitos são necessários para verificar a influência do tratamento alcalino e da incorporação das fibras nas propriedades dos materiais cimentícios.

Referências

ABDALLA, J. A.; HAWILEH, R. A.; BAHURUDEEN, A.; JYOTHSNA, G.; SOFI, A.; SHANMUGAM, V.; THOMAS, B. S. A comprehensive review on the use of natural fibers in cement/geopolymer concrete: A step towards sustainability**. *Case Studies in Construction Materials***, v. 19, e02244, 2023. DOI: 10.1016/j.cscm.2023.e02244.

DARMANTO, S.; ADI, R. K.; WIDAGDO, D.; SANTOS, G. N. C.; RIDWAN, M.; MUFLIKHUN, M. A. Improving fibrillation and structural integrity of coconut frond fibers with alkali and steam processing. ***Materials Letters*****,** v. 385, 138140, 2025. DOI: 10.1016/j.matlet.2025.138140

GHOLAMPOUR, A.; OZBAKKALOGLU, T. A review on natural fiber-reinforced geopolymer and cement-based composites. **Materials**, v. 13, n. 20, 4603, 2020. DOI: 10.3390/ma13204603.

OLONADE, K. A.; SAVASTANO JUNIOR, H. Performance evaluation of treated coconut fibre in cementitious system. ***SN Applied Sciences***, v. 5, n. 8, art. 218, 2023. DOI: 10.1007/s42452-023-05444-2.

ROCHA, D. L.; TAMBARA JÚNIOR, L. U. D.; MARVILA, M. T.; PEREIRA, E. C.; SOUZA, D.; AZEVEDO, A. R. G. de. A review of the use of natural fibers in cement composites: concepts, applications and Brazilian history. ***Polymers***, v. 14, n. 10, 2043, 2022. DOI: 10.3390/polym14102043.

TOLÊDO FILHO, R. D.; GHAVAMI, K.; ENGLAND, G. L.; SCRIVENER, K. Development of vegetable fibre–mortar composites of improved durability. ***Cement and Concrete Composites***, v. 25, n. 2, p. 185–196, 2003. DOI: 10.1016/S0958-9465(02)00018-5.

TOLÊDO FILHO, R. D.; SCRIVENER, K.; ENGLAND, G. L.; GHAVAMI, K. Durability of alkali-sensitive sisal and coconut fibres in cement mortar composites. ***Cement and Concrete Composites***, v. 22, n. 2, p. 127–143, 2000. DOI: 10.1016/S0958-9465(99)00039-6.

Declaração sobre o uso de inteligência artificial

Durante a preparação deste artigo, os autores utilizaram ferramentas de IA para criação de imagens, melhoria da coesão textual e correção ortográfica. Após seu uso, o conteúdo foi revisado pelos autores, que assumem total responsabilidade pelo artigo.

Agradecimentos

Registra-se o agradecimento à Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB) pelo suporte institucional e pela estrutura disponibilizada para o desenvolvimento desta pesquisa; ao grupo de pesquisa VALORA Civil – Valorização de Resíduos na Construção Civil, pelo apoio, orientação e contribuição para a realização deste trabalho; e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa de iniciação científica ensino médio.