

## **ESTUDOS DA ADIÇÃO DE FIBRAS VEGETAIS E SEUS EFEITOS NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO**

Jordan Brito dos Santos<sup>1</sup>; Michael Fidêncio Machado Mozer<sup>1</sup>; Samira dos Santos Silva<sup>1</sup>;  
Josete Pertel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmicos de Engenharia Civil - Multivix São Mateus/ES

<sup>2</sup>Doutora/Docente - Multivix São Mateus/ES

### **RESUMO**

O concreto, material amplamente utilizado na construção civil, enfrenta desafios ambientais e limitações mecânicas, como baixa resistência à tração e suscetibilidade à fissuração. Buscando soluções sustentáveis, este trabalho analisa, por revisão de literatura, os efeitos da incorporação de fibras de coco, um resíduo agroindustrial abundante, nas propriedades do concreto. O objetivo geral desse estudo é avaliar as implicações na resistência à compressão e o comportamento geral do compósito. A literatura aponta que as fibras de coco melhoram significativamente a resistência à tração na flexão, a capacidade de absorção de energia e a resistência ao impacto. Elas atuam controlando a propagação de fissuras e conferindo um comportamento mais dúctil. Contudo, a natureza hidrofílica das fibras tende a diminuir a trabalhabilidade da mistura. O ponto de maior inconsistência na literatura é a resistência à compressão, que apresenta ganhos ou perdas dependendo de fatores como proporção, tipo de matriz e, crucialmente, o tratamento e o teor das fibras. A pesquisa destaca a importância de pré-tratamentos, como a mercerização, para otimizar a aderência fibra-matriz e a durabilidade. Embora estudos recentes indiquem que fibras tratadas podem melhorar a resistência à compressão axial, a hipótese de melhoria geral do desempenho mecânico é parcialmente confirmada. Conclui-se que a fibra de coco possui notável potencial como reforço sustentável, promovendo a economia circular, mas a otimização de seu desempenho, especialmente na compressão, exige a definição correta do tratamento e da dosagem.

Palavras-chave: fibra de coco; fibra vegetal; resistência à compressão; sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

Concrete, a material widely used in civil construction, faces environmental challenges and mechanical limitations, such as low tensile strength and susceptibility to cracking. Seeking sustainable solutions, this work analyzes, through a literature review, the effects of incorporating coconut fibers, an abundant agro-industrial waste, on the properties of concrete. The general objective of this study is to evaluate the implications on compressive strength and the overall behavior of the composite. The literature indicates that coconut fibers significantly improve flexural tensile strength, energy absorption capacity, and impact resistance. They act by controlling crack propagation and imparting a more ductile behavior. However, the hydrophilic nature of the fibers tends to decrease the workability of the mixture. The point of greatest inconsistency in the literature is compressive strength, which shows gains or losses depending on factors such as proportion, matrix type, and, crucially, the treatment and fiber content. The research highlights the importance of pre-treatments, such as mercerization, to optimize fiber-matrix adhesion and durability. Although recent studies indicate that treated fibers can improve axial compressive strength, the hypothesis of overall improvement in mechanical performance is partially confirmed. It is concluded that coconut fiber possesses notable potential as a sustainable reinforcement, promoting the circular economy, but the optimization of its performance, especially in compression, requires the correct definition of treatment and dosage.

Keywords: coconut fiber; vegetable fiber; compressive strength; sustainability.

## **1 INTRODUÇÃO**

No âmbito da construção civil a nível mundial, o concreto destaca-se como um dos materiais primordiais e frequentemente empregados, fundamental para o desenvolvimento de uma vasta gama de infraestruturas, desde edificações urbanas a grandes barragens. Sua proeminência advém de atributos como versatilidade, custo-benefício, e notável resistência à compressão, além do seu potencial de se adaptar a diversas condições de produção, assumindo variados formatos e tamanhos quando em estado fresco, e formando um material rígido e consideravelmente resistente após

o endurecimento (Ozerkan *et al.*, 2013; Ahmad, Saman, Tahir, 2010). Contudo, a produção de seu componente principal, o cimento Portland, acarreta um significativo impacto ambiental, marcado pelo uso de recursos naturais não renováveis e pela emissão de gases de efeito estufa. Além disso, o concreto convencional manifesta fragilidades intrínsecas, como baixa resistência à tração e uma tendência a rupturas de caráter frágil, que podem gerar fissuras e comprometer seu desempenho e durabilidade, bem como de seus componentes auxiliares como o aço e outras armaduras.

Diante desse panorama, a engenharia civil está em uma busca constante por soluções inovadoras que não apenas promovam a sustentabilidade, mas também aprimorem as propriedades mecânicas do concreto. Uma das abordagens mais promissoras, conforme Ozerkan *et al.* (2013), trata-se da adição de fibras à matriz cimentícia, que atuam como reforço, elevando a capacidade do material de absorver energia e controlar a propagação de fissuras, em seu estudo são apresentados demonstrativos de como as fibras metálicas, poliméricas, de carbono, vidro e náilon podem melhorar significativamente a ductilidade, resistência à tração, fadiga, impacto e energia absorvida de materiais à base de cimento. No entanto, a busca por alternativas mais sustentáveis e de menor custo têm direcionado a pesquisa para as fibras de origem vegetal.

As fibras de coco emergem como uma alternativa particularmente atraente, sua utilização em compósitos cimentícios alinha-se a uma dupla necessidade: o desenvolvimento de materiais com desempenho técnico superior e a promoção de práticas construtivas mais sustentáveis e aderentes à economia circular, já que a sua utilização auxilia na gestão de um resíduo agroindustrial que é produzido em grande quantidade no Brasil. A disponibilidade abundante da fibra de coco, aliada ao grande consumo de água de coco e a presença de plantações e indústrias de envasilhamento em diversas regiões do país, torna o seu uso uma solução relevante para a destinação de um resíduo orgânico que, de outra forma, ocuparia grandes volumes em aterros sanitários. Ademais, as fibras de coco possuem boas propriedades mecânicas, incluindo um comprimento considerável e ótima resistência à tração.

Apesar do grande potencial das fibras de coco, sua viabilidade técnica requer um entendimento aprofundado de como sua adição influencia as propriedades da matriz de concreto, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido. Algumas questões como a aderência com a matriz cimentícia, a durabilidade em ambientes

alcalinos e a trabalhabilidade da mistura ainda geram questionamentos (Capelin *et al.*, 2020). A comunidade científica, estuda a décadas a influência das fibras vegetais, especialmente as provenientes dos caules e frutos da família das palmeiras, reconhecendo suas vantagens no controle da fissuração, a flexibilidade, a resistência à tração na flexão e resistência à compressão (Araújo, 2022), apesar disso, ainda não há um consenso sobre seus efeitos.

Assim, este estudo busca responder os seguintes questionamentos: Como a adição de fibras vegetais ao concreto podem influenciar as suas propriedades mecânicas? Quais são os efeitos específicos da presença de fibras vegetais na resistência a compressão do concreto?

Em resposta a essas indagações, a hipótese central deste trabalho é que a incorporação de fibras de coco ao concreto pode melhorar seu desempenho mecânico, especialmente no controle de fissuras e melhorando sua resistência à compressão.

Com o intuito de investigar a aplicabilidade das fibras de coco no concreto, este estudo tem como objetivo geral analisar os efeitos da adição de fibras de coco no concreto, avaliando suas implicações na resistência à compressão e trabalhabilidade, fundamentando-se na literatura científica. Para alcançar este objetivo geral, foram estabelecidos os objetivos específicos que incluem realizar uma revisão da literatura aprofundada pertinente sobre o uso de fibras naturais em concreto, com um foco particular nas fibras das plantas da família das palmeiras. Adicionalmente, busca-se identificar os possíveis impactos da adição dessas fibras na resistência à compressão, utilizando dados e análises de estudos já realizados. Por fim, visa-se discutir a viabilidade da utilização de fibras vegetais como um reforço sustentável no concreto, sintetizando as informações e conclusões extraídas da literatura disponível.

Para investigar os efeitos da incorporação de fibras de coco nas propriedades mecânicas do concreto, este estudo será fundamentado em uma revisão e análise crítica da literatura científica, buscando sintetizar, analisar e discutir a influência da adição de fibras na resistência à compressão e controle de fissuras do material. O intuito é compilar informações e dados que contribuam para a avaliação de sua aplicabilidade como material de construção alternativo. O estudo está limitado à análise dos efeitos da adição de fibras vegetais na matriz do concreto, com ênfase em sua resistência à compressão e fissuração. A pesquisa foi fundamentada por uma

revisão bibliográfica e análise crítica da literatura científica, sem a realização de testes experimentais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CONCRETO E A BUSCA POR SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os materiais cimentícios, notadamente o cimento Portland e os concretos derivados, são fundamentais e largamente empregados na construção civil em escala global. Araújo (2022) destaca que sua relevância, advém de suas eficazes propriedades aglomerantes, versatilidade de aplicação e capacidade de compor estruturas com considerável resistência e durabilidade. Historicamente, o desenvolvimento do concreto revolucionou as técnicas construtivas, permitindo a execução de obras complexas e de grande porte que moldaram a infraestrutura moderna. Contudo, é reconhecido que a produção de cimento Portland, envolve um consumo significativo de recursos naturais e energia, além de contribuir para as emissões de gases de efeito estufa.

Diante da necessidade de alinhar o indispensável uso de materiais cimentícios com as crescentes demandas por sustentabilidade na construção, a comunidade técnica e científica tem intensificado a pesquisa por alternativas que visem tanto a otimização do desempenho quanto a redução do impacto ambiental desses materiais. Nesse contexto, a incorporação de adições e reforços que possam aprimorar as propriedades do concreto e, simultaneamente, oferecer vantagens ecológicas, tem ganhado destaque. Uma vertente promissora, como aponta Capelin *et al.* (2020), é a utilização de materiais de origem vegetal, particularmente fibras naturais. Essas fibras, provenientes de fontes renováveis e frequentemente de subprodutos agroindustriais, surgem como uma alternativa interessante para modificar e potencialmente melhorar certas características dos compósitos cimentícios, como o comportamento pós-fissuração e a tenacidade, aspectos onde o concreto convencional apresenta limitações.

O concreto, apesar de sua excelente resistência à compressão, é conhecido por sua natureza frágil e baixa capacidade de suportar tensões de tração, levando à

formação e propagação de fissuras, justamente o que se busca combater com a incorporação de fibras, trazendo melhora na resistência aos esforços mecânicos.

Diversos tipos de fibras, tanto artificiais quanto naturais, foram incorporados em matrizes à base cimentícia, a escolha dos tipos de fibras mais comercialmente significativos varia de materiais orgânicos sintéticos, como polipropileno ou carbono, inorgânicos sintéticos, como aço ou vidro, orgânicos naturais, como celulose ou sisal, até o inorgânico natural amianto (Ozerkan *et al.*, 2013). A Figura 1 ilustra o aspecto visual dessa incorporação, destacando a presença das fibras na superfície de fratura do concreto.

Figura 1 - Concreto reforçado com fibras



Fonte: WOTAI Yuanwang, 2024.

Nesse panorama de valorização de materiais alternativos, o reaproveitamento de resíduos agroindustriais surge como uma estratégia de grande relevância, e a fibra de coco se destaca como um exemplo proeminente, alinhando-se perfeitamente à busca por soluções construtivas mais sustentáveis (Marvila *et al.*, 2024).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023) informa que o Brasil produziu aproximadamente 1,9 bilhões de frutos do coco, sendo que os principais estados produtores são: Bahia, Pará, Pernambuco e Sergipe. Gerando anualmente um volume expressivo de subprodutos, principalmente a casca, que muitas vezes é descartada de forma inadequada, como exibido na Figura 2, contribuindo para problemas ambientais e de gestão de resíduos sólidos.

Figura 2 - Cascas de coco verde descartadas no meio ambiente



Fonte: Embrapa Tabuleiros Costeiros - Maria Urbana Corrêa Nunes, 2008.

A utilização da fibra de coco, extraída dessa casca, não apenas mitiga o impacto ambiental associado ao seu descarte, como também agrega valor a um material que seria descartado. Desta forma, sua incorporação em compósitos cimentícios representa uma importante contribuição para a redução do volume de resíduos sólidos urbanos e rurais destinados a aterros ou dispostos no ambiente, ao mesmo tempo em que oferece um potencial significativo para o desenvolvimento de novos produtos para a construção civil de forma a utilizar resíduos de outra indústria. Conforme evidenciam Momoh e Osofero (2019), as fibras vegetais oferecem vantagens como baixo impacto de dióxido de carbono, baixo custo, leveza, tenacidade, isolamento térmico, isolamento acústico aprimorado, alta reciclabilidade, biodegradabilidade e não toxicidade para o ecossistema, sendo a extração de tais fibras, realizada através de procedimentos de baixa intensidade energética.

Ferdiansyah e Razak (2011), apontam limitações das fibras naturais em comparação às fibras sintéticas, como durabilidade reduzida, baixo módulo de elasticidade e vulnerabilidade ao fogo, sendo um contraponto ao seu baixo custo, alta disponibilidade e viabilidade ecológica.

Portanto, necessita de investigação científica sobre a incorporação de fibra de coco em materiais cimentícios transcende a mera melhoria de desempenho, representando uma contribuição significativa para a sustentabilidade e o

aproveitamento de um resíduo abundante. Entretanto, o sucesso dessa aplicação está intrinsecamente ligado à capacidade de mitigar suas limitações intrínsecas, notadamente a redução da trabalhabilidade e o risco de degradação em ambiente alcalino, por meio da otimização do tratamento e da dosagem da fibra.

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO E PRÉ-TRATAMENTO DA FIBRA DE COCO

A eficácia da fibra de coco como reforço em matrizes cimentícias é inerente às suas propriedades mecânicas e características físicas e, crucialmente, ao seu preparo antes da incorporação.

Um dos principais desafios na confecção de compósitos cimentícios reforçados com fibras vegetais é assegurar uma boa adesão entre a fibra e a matriz. A fibra atua transferindo tensões, e a qualidade dessa interface é fundamental para o desempenho do compósito.

Ozerkan et al. (2013) e Momoh e Osofero (2019) apontam que os principais fatores responsáveis pela melhoria das propriedades mecânicas dos compósitos reforçados com fibras são as propriedades mecânicas das próprias fibras, sua forma e geometria, dosagem, orientação e, fundamentalmente, a adesão fibra-matriz. A transferência de forças das fibras para a matriz depende de três mecanismos principais: adesão química, ancoragem mecânica e força de atrito. “Os estudos mostram que a durabilidade é um problema que ocorre nestas adições, principalmente devido às condições alcalinas do meio poroso do material cimentício e de condições das fibras.” (Marvilla *et al.*, 2024, p. 4)

Marvilla *et al.* (2024) apresentam em seu estudo algumas soluções para mitigar essa degradação e melhorar a interação fibra-matriz, apresentando também diversos campos nebulosos em se tratando de durabilidade, ressalta que não há estudos demonstrando testes de molhagem e secagem (fato este recorrente em qualquer fachada), ou mesmo abordando seu uso em ambientes litorâneos onde há salinidade presente no ar.

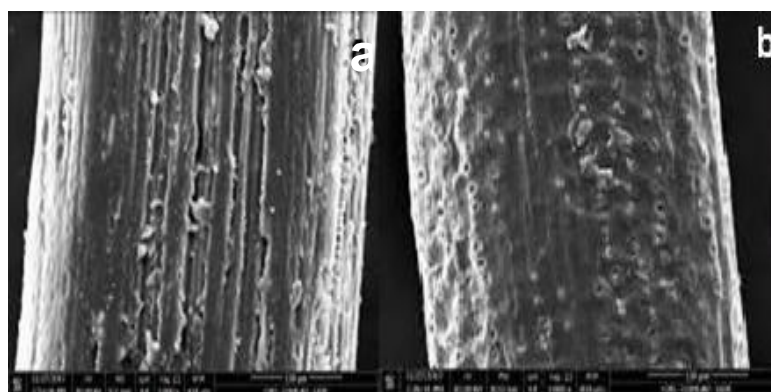
Visando a integração adequada e eficiente das fibras para/com o concreto (ou demais compostos cimentícios) são realizados pré-tratamentos para as fibras naturais de coco, estes têm por finalidade a melhora de aspectos desejáveis.

Corte e moagem são tratamentos físicos para ajustar o comprimento e a relação de aspecto da fibra. Essa adequação é crucial para garantir uma dispersão

homogênea na matriz cimentícia, evitando o emaranhamento das fibras e otimizando o desempenho mecânico, melhorando a trabalhabilidade (Ozerkan *et al.*, 2013).

Capelin *et al.* (2020), demonstram conforme a Figura 3, que apenas à fervura das fibras já causam alteração em sua superfície, isto pois a fervura e a lavagem com água constituem um tratamento hidrotérmico que remove impurezas solúveis e substâncias orgânicas da superfície da fibra. Esse processo de limpeza é importante para prevenir reações químicas que possam retardar a pega e o endurecimento da pasta de cimento (Ozerkan *et al.*, 2013).

Figura 3 - Fibra de coco ampliada 1000x *in natura* (a) e tratada (b)



Fonte: Capelin *et al.* (2020, p. 7)

A secagem é a etapa fundamental para controlar o teor de umidade das fibras antes de sua incorporação na matriz cimentícia. As fibras vegetais são hidrofílicas e sua umidade residual pode afetar significativamente a relação água/cimento efetiva da mistura, comprometendo a trabalhabilidade e as propriedades mecânicas do compósito endurecido (Ozerkan *et al.*, 2013; Hwang *et al.*, 2016).

O tratamento químico com hidróxido de sódio (NaOH), ou mercerização, é amplamente utilizado para otimizar a interface fibra-matriz. O processo remove componentes como lignina e hemicelulose, resultando em uma superfície mais rugosa e com maior área de contato, o que favorece a ancoragem mecânica da fibra na matriz cimentícia (Ozerkan *et al.*, 2013; Martinelli *et al.*, 2023; Martinelli, 2024).

O tratamento de impregnação com sílica ativa visa melhorar a zona de transição entre a fibra e a matriz. A sílica ativa reage com subprodutos da hidratação do cimento, formando compostos que densificam essa região de contato, o que resulta

em uma melhor aderência e pode aumentar a durabilidade do compósito (Ozerkan *et al.*, 2013; Martinelli *et al.*, 2023; Martinelli, 2024).

Capelin (2020) e Martinelli (2024) afirmam que a eficácia dos tratamentos em se tratando de aderência e incorporação na matriz cimentícia é confirmada por análises microscópicas, como a Microscopia Eletrônica de Varredura.

Segundo Raut e Gomez (2016) o comportamento hidrofílico das fibras naturais, causado pelo alto teor de grupos hidroxila, produz uma má adesão à fibra-matriz, este obstáculo é vencido através do tratamento alcalino. Este tratamento diminui a tensão superficial e melhora a adesão. No entanto, a degradação da superfície da fibra devido ao ataque alcalino do cimento pode causar “amolecimento por deslizamento”, pois uma camada orgânica se forma na interface, criando um efeito lubrificante que facilita o deslizamento.

Momoh e Osofero (2019) expressam que a limpeza da superfície da fibra é crucial, a remoção de impurezas melhora a adesão fibra-matriz. A degradação relacionada ao tempo das superfícies de fibras vegetais no cimento pode ser minimizada através do pré-tratamento das fibras com uma solução alcalina, no entanto, a praticidade desses tratamentos deve considerar fatores como custo e impacto ambiental.

Além do tratamento superficial, as dimensões das fibras e a fração volumétrica incorporada são variáveis críticas. A presença das fibras, devido ao seu caráter hidrofílico, também influencia a trabalhabilidade da mistura cimentícia, tendendo a diminuir o índice de consistência conforme o teor de adição aumenta.

O índice de consistência das argamassas com adições diminui conforme aumenta os teores de adições, devido ao caráter altamente hidrofílico da FC e da MCC. Desta forma, a definição do traço deve ser analisada para que se obtenha uma boa trabalhabilidade sem que ocorram perdas significativas na resistência mecânica (Capelin *et al.*, 2020, fl. 15).

A combinação de tratamento, dimensão e proporção de fibras é crucial para otimizar o desempenho do compósito cimentício reforçado com fibra de coco.

### 2.3 INFLUÊNCIA DA FIBRA DE COCO NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO

A principal razão para incorporar fibras em matrizes cimentícias é melhorar suas propriedades mecânicas, especialmente aquelas relacionadas ao

comportamento pós-fissuração e à capacidade de absorver energia. Diversos estudos focam em: resistência à tração, flexão, impacto e compressão.

Em relação à resistência à tração na flexão, as pesquisas indicam resultados positivos. Capelin *et al.* (2020, fl. 15) concluíram que:

Diante de todos os resultados encontrados, pode-se considerar que as incorporações de FC e MCC melhoram de forma significativa a resistência à tração na flexão de argamassas, porém não contribuem de forma positiva nas outras propriedades mecânicas das argamassas, mas sem prejuízos significativos para sua utilização.

Araújo (2022) utilizando fibras do epicarpo do coco babaçu, verificou um aumento de 46,68% na resistência à tração na flexão com a adição de fibras *in natura*, embora o tratamento com pasta de sílica tenha resultado em decréscimo. A pesquisa de Martinelli (2024) demonstrou que o tratamento de mercerização das fibras de coco verde resultou em maior resistência no ensaio de tração na flexão.

Para a resistência à compressão, os resultados parecem menos consistentes entre as fontes. Futami *et al.* (2021) apresentam em sua pesquisa, conforme exibido na Tabela 1, um comparativo de diferentes estudos e seus respectivos resultados, onde observa-se tanto o ganho, quanto a perda de resistência à compressão para compostos cimentícios com adição de fibras de coco.

Tabela 1 - Propriedades mecânicas de materiais cimentícios reforçados com fibra de coco em 28 dias.

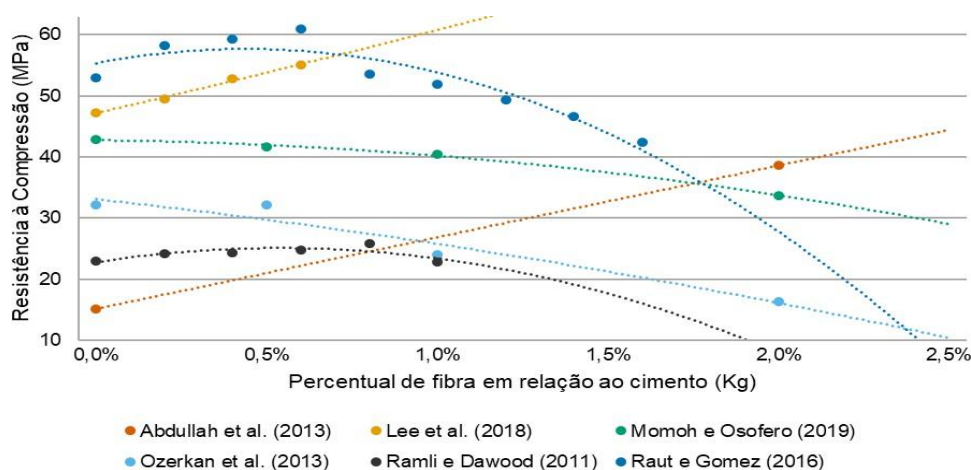
Resistência à compressão (MPa)	Quantidade de fibra de coco (%)								
	0,0	1,0	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	9,0
Abdullah <i>et al.</i> (2011)	41,19	-	-	-	33,73	-	-	38,54	43,84
Hwang <i>et al.</i> (2016)	65	50	-	45	-	35	-	-	-
Naamandadin <i>et al.</i> (2020)	22,7	-	-	-	24,1	21,43	15,13	-	-
Shfafi <i>et al.</i> (2016)	31,7	-	39,05	-	38,3		30,34	-	-

Fonte: Adaptado e traduzido de Futami *et al.* (2021, p. 27).

Os dados coletados sobre fibra de palmeira-de-óleo africana, conforme Gráfico 1, demonstram em sua maioria que há um ponto ótimo de concentração de fibras, que

se situa de 0,4% a 0,6% de adição de fibras em relação ao cimento, indícios de que apesar de diferenças nos métodos, há semelhança nos resultados.

Gráfico 1 - Resistência à compressão (MPa) 'vs' percentual de fibra de palmeira-de-óleo africana.



Fonte: Adaptado e traduzido de Futami *et al.* (2021, p. 28).

Já na pesquisa de Martinelli (2024) em concreto para pré-moldados, as fibras de coco aplicadas ao compósito cimentício melhoraram o comportamento mecânico da matriz de referência na resistência à compressão axial. Essa variação pode ser atribuída às diferentes proporções de materiais, tipos de matriz, tipos específicos de fibra de coco, tratamentos aplicados e teores de fibra utilizados.

A resistência à tração por compressão diametral é um método indireto amplamente utilizado para avaliar a capacidade de tração de materiais frágeis como o concreto, que são tipicamente resistentes à compressão, mas débeis sob tração direta. Neste ensaio, um corpo de prova cilíndrico é submetido a uma compressão ao longo de seu diâmetro, gerando tensões de tração em um plano perpendicular à direção da carga aplicada. Em compósitos cimentícios convencionais, a ruptura tende a ser súbita e frágil.

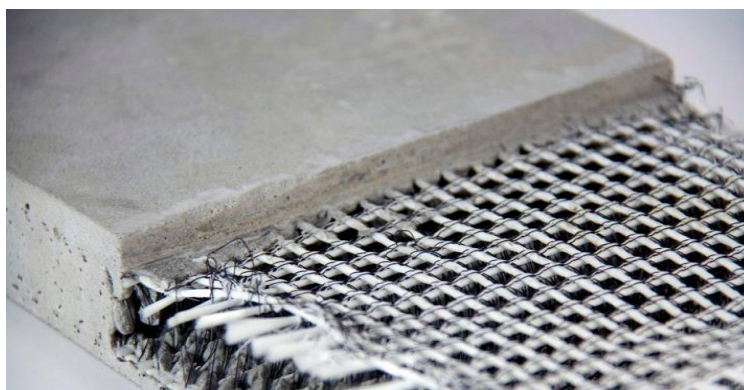
No entanto, estudos têm investigado o impacto da adição de fibras de coco nesta propriedade e os resultados, como observado por Martinelli *et al.* (2023) e Araújo (2022), indicam uma melhoria significativa. A incorporação das fibras de coco contribui para um aumento na resistência à tração por compressão diametral ao atuar como pontes de transferência de tensão através das microfissuras que se formam. Essas

fibras ajudam a costurar as fissuras incipientes, restringindo sua abertura e propagação, o que exige uma maior quantidade de energia para levar o material à ruptura completa. Esse mecanismo não apenas eleva a carga máxima suportada, mas também pode conferir ao compósito uma maior capacidade de deformação antes da falha, alterando o modo de ruptura de frágil para mais dúctil.

A capacidade de um compósito absorver impactos é outra propriedade relevante. A pesquisa de Martinelli (2024) demonstrou que placas pré-moldadas com malhas de cordões de fibra de coco apresentaram o melhor resultado quanto ao impacto de corpo duro.

Além disso, a tese de Martinelli (2024) introduz o conceito de Concreto Reforçado com Têxtil (TRCC), onde fibras contínuas são utilizadas em forma de malha, conforme apresentado na Figura 4. Estes materiais compósitos podem exibir um comportamento de endurecimento por deformação e alta capacidade de carga, levando a um alto desempenho mecânico e à formação de trincas finas que tornam a estrutura menos permeável. Embora não haja normas técnicas padrão para TRCC's, seu potencial para reforço de estruturas leves é reconhecido.

Figura 4 - Concreto Reforçado com Têxtil



Fonte: WEG Home, 2023.

Em suma, as fibras de coco demonstram um potencial significativo para melhorar as propriedades mecânicas de compósitos cimentícios, particularmente a resistência à tração na flexão, resistência à tração por compressão diametral e resistência ao impacto, embora a influência na resistência à compressão possa variar dependendo das especificidades da mistura e do tipo de fibra/tratamento.

### 3 METODOLOGIA

Os procedimentos e métodos que foram empregados para investigar os efeitos da adição de diferentes teores de fibras vegetais na resistência à compressão do concreto, por meio de uma revisão e análise crítica da literatura científica existente. Este estudo se caracteriza como uma pesquisa bibliográfica de natureza exploratória e descritiva, com foco em uma revisão sistemática da literatura. Sendo assim, o estudo visou sintetizar, comparar e analisar os resultados de pesquisas experimentais previamente publicadas que investigaram a incorporação de fibras vegetais da família das arecáceas (palmeiras em geral), em compósitos cimentícios (Ozerkan *et al.*, 2013). A abordagem adotada foi comparativa, buscando identificar tendências, convergências e divergências nos achados de diferentes autores sobre as propriedades mecânicas do concreto com fibras de coco.

Para a realização da pesquisa, as bases de dados consultadas incluíram o Google Scholar, Scielo e Research Gate. Adicionalmente, periódicos especializados na área de engenharia civil e de materiais também foram explorados para garantir uma cobertura abrangente da literatura. A estratégia de busca envolveu a utilização de combinações de palavras-chave que representam o tema central do estudo. As palavras-chave empregadas foram: "fibra de coco", "concreto", "compósitos cimentícios", "resistência à compressão", "reforço com fibras vegetais", "durabilidade" e "sustentabilidade".

Para garantir a relevância e qualidade dos estudos selecionados, foram estabelecidos critérios de inclusão rigorosos. Foram incluídos artigos científicos completos (inclusive papers de conferências com texto integral), teses e dissertações que apresentassem dados experimentais sobre as propriedades mecânicas do concreto ou argamassa com adição de fibra de coco ou outras fibras naturais, dando preferência a estudos com fibras de plantas da família das palmeiras.

Os estudos selecionados abordam a caracterização e pré-tratamento das fibras, a resistência à compressão, a resistência à tração (flexão e/ou compressão diametral) e a trabalhabilidade de compósitos cimentícios. Em virtude do baixo índice de pesquisas sobre o tema, especialmente em âmbito nacional, foram considerados também trabalhos acadêmicos mais recentes, e publicações internacionais em revistas e jornais acadêmicos focados nas áreas de engenharia.

Os dados dos estudos selecionados foram extraídos de forma sistemática para uma planilha, visando padronizar as informações para análise e apresentação. As informações extraídas de cada estudo incluíram a identificação do trabalho (autores e ano) e a origem das fibras (coco, palmeira-de-óleo), além de serem também tabelados os resultados de ganho ou perda de resistência à compressão, estes dados foram, então, sintetizados e analisados de forma descritiva e comparativa, de modo a responder aos questionamentos da pesquisa e aos objetivos do estudo, sendo apresentados através da Tabela 1 e do Gráfico 1.

Para a análise foi incluído índices de maior relevância, como resistência à compressão, por meio da comparação dos valores médios entre concretos de referência (sem fibras) e concretos fibro-reforçados com diferentes teores. A avaliação do efeito da adição de fibras de coco nas propriedades foi feita de forma descritiva, indicando as tendências e os impactos observados na literatura, sem a realização de análise estatística inferencial.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise da literatura revelou que o impacto da fibra de coco na resistência à compressão axial é o ponto de maior inconsistência entre os pesquisadores. Os estudos demonstram resultados divergentes, com registros tanto de ganhos quanto de perdas de resistência, indicando que esta propriedade é altamente sensível às variáveis de dosagem, tratamento e tipo de fibra. A Tabela 1 e o Gráfico 1 ilustram essa variação claramente.

Esses dados apontam que a variação pode ser diretamente atribuída às diferentes proporções de materiais, tipos de matriz, tipos específicos de fibra, tratamentos aplicados e teores de fibra utilizados.

Abdullah (2011), afirma que há uma perda inicial de resistência à compressão, com um ganho crescente até superar a resistência inicial. Shfafi (2016) e Naamandadin *et al.* (2020), porém, afirmam que há ganho inicial na resistência à compressão que reduz gradualmente até ser inferior à resistência de controle. Há ainda Hwang *et al.* (2016) que demonstra perda constante na resistência.

Quando se analisa o Gráfico 1, no entanto, exceto por Abdullah *et al.* (2013) e Momoh e Osofero (2019), é possível observar um ganho de resistência à compressão

entre 0,2% e 0,8% de adição de fibras, apresentando o intervalo com mais ganhos na resistência.

É importante observar que as concentrações de fibras apresentadas no Gráfico 1 e na Tabela 1, haja visto que o espectro testado foi diferente, tal qual o tipo de fibra, enquanto a Tabela 1 aborda o intervalo entre 1% e 9% de adição de fibra de coco enquanto o Gráfico 1 apresenta um intervalo de 0,2% a 2% de adição de fibra de palmeira-de-óleo africana, indicando a possibilidade de que o índice ótimo de adição de fibras esteja abaixo de 2%.

Apesar da inconsistência, Martinelli (2024) observou que, em compósitos para pré-moldados, as fibras de coco tratadas foram capazes de melhorar o comportamento mecânico da matriz de referência na resistência à compressão axial. Isso sugere que o pré-tratamento adequado das fibras é um fator crucial para otimizar essa propriedade.

Em contrapartida à compressão, os resultados da literatura são consistentemente positivos quanto ao desempenho das fibras na resistência à tração (flexão e compressão diametral) e no comportamento pós-fissuração.

Na resistência à tração na flexão, Capelin *et al.* (2020) concluíram que a incorporação de fibras de coco melhora de forma significativa esta propriedade. Araújo (2022) corrobora essa observação, tendo verificado um aumento de 46,68% na resistência à tração na flexão com a adição de fibras *in natura*. Além disso, a mercerização das fibras demonstrou potencializar esse efeito.

As discussões sobre o mecanismo de ação das fibras indicam que elas atuam como pontes de transferência de tensão através das microfissuras. Ao "costurar" as fissuras incipientes, as fibras restringem sua abertura e propagação. Isso não apenas eleva a carga máxima suportada, mas, principalmente, altera o modo de ruptura do compósito de frágil para dúctil, aumentando a absorção de energia antes da falha completa. Esse mesmo princípio se aplica à resistência ao impacto.

Martinelli (2024) demonstrou que placas pré-moldadas com malhas de cordões de fibra apresentaram o melhor desempenho contra impacto de corpo duro.

Um ponto fundamental de discussão, que afeta diretamente a viabilidade de aplicação e o desempenho mecânico final, é a trabalhabilidade. Conforme apontado na revisão de literatura, o caráter altamente hidrofílico das fibras vegetais faz com que elas absorvam água da mistura, diminuindo o índice de consistência.

A redução da trabalhabilidade é um resultado adverso que exige atenção na dosagem. Para que os ganhos de resistência na tração não sejam anulados por um compósito mal adensado e poroso, a definição do traço deve ser rigorosamente analisada para garantir uma boa trabalhabilidade sem perdas mecânicas significativas.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo analisou, por meio de uma revisão sistemática da literatura, os efeitos da incorporação de fibras de coco nas propriedades mecânicas e na trabalhabilidade de compósitos cimentícios. O objetivo geral foi avaliar as implicações dessa adição na resistência à compressão e na trabalhabilidade, fundamentando-se em pesquisas prévias para investigar a aplicabilidade das fibras de coco no concreto. A investigação buscou, assim, responder se a adição de fibras de coco é tecnicamente viável e quais seus impactos específicos, visando o uso sustentável de um resíduo agroindustrial abundante.

Em resposta aos objetivos propostos e às questões de pesquisa, constatou-se que a revisão de literatura conseguiu compilar dados e análises que fornecem uma resposta substancial aos questionamentos do estudo. A literatura revisada demonstra, de forma consistente, que as fibras vegetais influenciam positivamente as propriedades mecânicas relacionadas à tração e ao comportamento pós-fissuração. As fibras atuam como pontes de transferência de tensão através das fissuras, melhorando significativamente a resistência à tração na flexão, a capacidade de absorção de energia, a resistência ao impacto, e elevando a resistência à tração na flexão conferindo ao material um comportamento mais dúctil.

Contudo, quanto aos efeitos específicos na resistência à compressão, os resultados encontrados na literatura mostraram-se inconsistentes, com estudos relatando tanto ganhos quanto perdas. Essa variação indica que a resistência à compressão é altamente sensível ao teor de fibra utilizado, à sua dimensão e, aos pré-tratamentos aplicados. Quanto à trabalhabilidade, verificou-se uma tendência clara de redução da fluidez da mistura, atribuída ao caráter altamente hidrofílico das fibras vegetais. Essa redução do índice de consistência exige que a definição do traço seja rigorosamente analisada para garantir uma boa trabalhabilidade e evitar que os ganhos na tração sejam anulados por um compósito mal adensado.

Confirma-se, portanto, a viabilidade ambiental da utilização da fibra de coco, que se alinha aos princípios da economia circular pela valorização de um resíduo agroindustrial gerado em grande volume no Brasil. A viabilidade técnica é considerada promissora, especialmente para elementos não estruturais ou de vedação, onde o controle de fissuração é mais crítico do que a obtenção de alta resistência à compressão. A hipótese central do trabalho é, assim, confirmada parcialmente: a fibra de coco melhora o desempenho mecânico no controle de fissuras, mas a manutenção da resistência à compressão depende de otimização por meio de tratamento e dosagem.

Por fim, a revisão identificou lacunas importantes na literatura. Sugere-se a realização de estudos futuros focados na durabilidade a longo prazo dos compósitos em ambientes alcalinos, como o do cimento Portland. É crucial investigar experimentalmente o comportamento dos compósitos em testes de molhagem e secagem e em ambientes litorâneos com salinidade presente no ar, uma carência apontada pela literatura revisada. Além disso, são necessárias investigações experimentais que comparem sistematicamente diferentes tipos de pré-tratamentos químicos, como a mercerização, em teores de fibra otimizados, com a finalidade de otimizar a resistência à compressão e neutralizar a perda de trabalhabilidade. O potencial de utilização de fibras contínuas em formatos como o Concreto Reforçado com Têxtil (TRCC), que demonstrou alto desempenho mecânico, sugere-se a necessidade de desenvolver diretrizes e normas técnicas para padronizar o uso dessas fibras vegetais em estruturas leves.

## REFERÊNCIAS

- ABDULLAH, A., ABDULLAH, M. M. A. B., KAMARUDIN, H., GHAZALI, C. M. R., SALLEH, M. A. A. M., SANG, P. K., MUHAMMAD FAHEEM, M. T. Study on the properties of oil palm trunk fiber (OPTF) in cement composite. **Applied Mechanics and Materials**, 2013, v. 421, p.395–400. Disponível em: [researchgate.net/publication/256471259](https://researchgate.net/publication/256471259). Acesso em: 9 set. 2025.
- ABDULLAH, A., JAMALUDIN, S. B., Md NOOR, M., HUSSIN, K. Composite Cement Reinforced Coconut Fiber: Physical and Mechanical Properties and Fracture Behavior. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, 2011, v. 5, p.1228–1240. Disponível em: [researchgate.net/publication/250310862](https://researchgate.net/publication/250310862). Acesso em: 9 set. 2025.
- AFROUGHSAKET, V., BIOLZI, L., OZBAKKALOGLU, T. High-performance fiber reinforced concrete: a review. **Journal of Materials Science**, v. 51, 2016. Disponível em: [doi.org/10.1007/s10853-016-9917-4](https://doi.org/10.1007/s10853-016-9917-4). Acesso em: 12 mai. 2025.

AHMAD, Z., SAMAN, H. M., TAHIR, P. M. Oil palm trunk fiber as a bio-waste resource for concrete reinforcement. **International Journal of Mechanical and Materials Engineering**, v. 5, n. 2, p.199-207, 2010. Disponível em: [researchgate.net/publication/268285609](https://www.researchgate.net/publication/268285609). Acesso em: 7 set. 2025.

ARAÚJO, M. V. **Compósitos cimentícios reforçados com fibras do epicarpo do coco babaçu para aplicação em placas cimentícias**. 2022. 118f. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2022. Disponível em: [repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/15730](https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/15730). Acesso em: 12 mai. 2025.

CAPELIN, L. J., MORAES, K. K., ZAMPIERI, J. P., VANDERLEI, R. D. Avaliação dos efeitos da fibra de coco e da microcelulose cristalina nas propriedades de argamassas cimentícias. **Revista Matéria**, v. 25, n. 1, 2020. Disponível em: [researchgate.net/publication/340472416](https://www.researchgate.net/publication/340472416). Acesso em: 12 mai. 2025.

FERDIANSYAH, T., RAZAK, H. A. Mechanical properties of black sugar palm fiber-reinforced concrete. **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, 2011, v. 30, 994–1004. Disponível em: [doi.org/10.1177/0731684411411335](https://doi.org/10.1177/0731684411411335). Acesso em: 7 set. 2025.

FIORENTIN, L. D., ANDRETTA, E. R. Z., BATISTON, E. R. Utilização de Fibra de Coco Como Componente Para Aumentar a Resistência Final do Concreto. **Seminário Internacional de Arquitetura e Urbanismo**, v. 1, 2021. Disponível em: [periodicos.unoesc.edu.br/siau/article/download/27916/16401](https://periodicos.unoesc.edu.br/siau/article/download/27916/16401). Acesso em: 12 mai. 2025.

FUTAMI, E., SHAFIGH. P., KATMAN, H. Y. B., IBRAHIM, Z. Recent Progress in the Application of Coconut and Palm Oil. **Sustainability**, v. 13, 2021. Disponível em: [researchgate.net/publication/356431561](https://www.researchgate.net/publication/356431561). Acesso em: 12 mai. 2025.

HWANG, C. L., TRAN, V. A., HONG, J. W., HSIEH, Y. C. Effects of short coconut fiber on the mechanical properties, plastic cracking behavior, and impact resistance of cementitious composites, **Construction and Building Materials**, 2016, v. 127, 984–992. Disponível em: [doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.09.118](https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.09.118). Acesso em: 7 set. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Coco da baía**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: [ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/coco-da-baia/br](https://ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/coco-da-baia/br). Acesso em: 3 jun. 2025.

KHOUDJA, D., TAALLAH, B., IZEMMOUREN, O., AGGOUN, S., HERIHIRI, O., GUETTALA, A. Mechanical and thermophysical properties of raw earth bricks incorporating date palm waste. **Construction and Building Materials** 2021, v. 270, 121824. Disponível em: [2024.sci-hub.se/8491/113c13fac46991380e3e15d4fd387e1f/khoudja2021.pdf](https://2024.sci-hub.se/8491/113c13fac46991380e3e15d4fd387e1f/khoudja2021.pdf). Acesso em: 9 set. 2025.

LEE, S. W., OH, C. L., ZAIN, M. R. M., YAHYA, N. A. **The Use of Oil Palm Fiber as**

**Additive Material.** In Concrete. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018, v. 431, 042012. Disponível em: [doi.org/10.1088/1757-899X/431/4/042012](https://doi.org/10.1088/1757-899X/431/4/042012). Acesso em: 1 set. 2025.

MARTINELLI, F. R. B. **Elementos Pré-Moldados de Concreto com Adição de Fibras de Coco Verde:** Estudo das Propriedades Físicas, Químicas e Mecânicas. 2024. 237f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2024. Disponível em: [repositorio.ifes.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/5346/TESE\\_Elementos\\_Pr%C3%A9-moldados\\_Concreto\\_Fibras\\_Coco.pdf](https://repositorio.ifes.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/5346/TESE_Elementos_Pr%C3%A9-moldados_Concreto_Fibras_Coco.pdf). Acesso em: 12 mai. 2025.

MARTINELLI, F. R. B., RIBEIRO, F. R. C., MARVILA, M. T., MONTEIRO, S. N., FILHO, F. d. C. G., AZEVEDO, A. R. G. d. A Review of the Use of Coconut Fiber in Cement Composites. **Polymers**, v. 15, 2023. Disponível em: [researchgate.net/publication/369057188](https://researchgate.net/publication/369057188). Acesso em: 12 mai. 2025.

MARVILA, M. T., AZEVEDO, A. R. G. d., CECCHIN, C., ZANELATO, E. B., BARBOSA, V. d. S., LIMA, T. E. S., MONTEIRO, S. N., XAVIER, G. C., AGUIAR, N. C., VIEIRA, C. M. F. **Durabilidade de Argamassas com Fibras de Coco.** 75º Congresso Anual da ABM – Internacional, São Paulo, 2020. Disponível em: [researchgate.net/publication/365846378](https://researchgate.net/publication/365846378). Acesso em: 12 mai. 2025.

MOMOH, E. O., OSOFERO, A. I. Behaviour of oil palm broom fibres (OPBF) reinforced concrete. **Construction and Building Materials**, 2019, v. 221, p.745–761. Disponível em: [2024.sci-hub.se/8178/7ce57008ea8cae72c73f7c2127a7d7c4/momoh2021.pdf](https://www.sci-hub.se/8178/7ce57008ea8cae72c73f7c2127a7d7c4/momoh2021.pdf). Acesso em: 7 set. 2025.

NAAMANDADIN, N. A., ROSDI, M. S., MUSTAFA, W. A., SHAHROL AMAN, M. N. S., SAIDI, S. A. Mechanical behaviour on concrete of coconut coir fiber as additive. IOP Conf. Series: **Materials Science and Engineering**, 2020, v. 932. Disponível em: [researchgate.net/publication/347929727](https://researchgate.net/publication/347929727). Acesso em: 8 set. 2025.

NUNES, M. U. C. Coco: Coprodutos. **Embrapa - AGEITEC**, 2008. Disponível em: [embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/coco/posproducao/coprodutos](https://embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/coco/posproducao/coprodutos). Acesso em: 10 nov. 2025.

OZERKAN, N. G., AHSAN, B., MANSOUR, S., IYENGAR, S. R. Mechanical performance and durability of treated palm fiber reinforced mortars. **International Journal of Sustainable Built Environment**, 2013, v. 2, 131–142. Disponível em: [doi.org/10.1016/j.ijsbe.2014.04.002](https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2014.04.002). Acesso em: 07 set. 2025.

RAMLI, M., DAWOOD, E. T. Effects of palm fiber on the mechanical properties of lightweight concrete crushed brick. **American Journal of Engineering and Applied Sciences**, 2011, v. 3, p.489–493. Disponível em: [doi.org/10.3844/ajeassp.2010.489.493](https://doi.org/10.3844/ajeassp.2010.489.493). Acesso em: 1 set. 2025.

RAUT, A.N., GOMEZ, C. P. Thermal and mechanical performance of oil palm fiber reinforced mortar utilizing palm oil fly ash as a complementary binder. **Construction and Building Materials**. 2016, v. 126, p.476–483. Disponível em: [academia.edu/100968592](http://academia.edu/100968592). Acesso em: 08 set. 2025.

SHFAFI, S. M. S. M., MOUZZAM, S. S. M., ALI, H. S. H., Md UMAR, S. S. **Effect of Coconut Fibre in Concrete and to Improve the Workability by Incorporating an Admixture**. 2016. 62f. (Dissertação de Bacharelado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil Escola de Engenharia e Tecnologia Campus Técnico Kalsekar da Anjuman-I-Islam. Disponível em: [pt.slideshare.net/slideshow/effect-of-coconut-fibre-in-concrete-and-to-improve-the/169179633](http://pt.slideshare.net/slideshow/effect-of-coconut-fibre-in-concrete-and-to-improve-the/169179633). Acesso em: 8 set. 2025.

WEG HOME. **Concreto têxtil: saiba o que é e onde utilizá-lo**. 2023. Disponível em: [weg.net/weghome/blog/arquitetura/concreto-textil-saiba-o-que-e-e-onde-utiliza-lo/](http://weg.net/weghome/blog/arquitetura/concreto-textil-saiba-o-que-e-e-onde-utiliza-lo/). Acesso em: 01 nov. 2025.

WOTAI - YUANWANG. **Vantagens e Desvantagens do Concreto Reforçado com Fibras**. 2024. Disponível em: [wotaichem.com/pt/vantagens-e-desvantagens-do-concreto-reforcado-com-fibras](http://wotaichem.com/pt/vantagens-e-desvantagens-do-concreto-reforcado-com-fibras). Acesso em: 1 nov. 2025.