
INSERÇÃO DE FIBRA ORGÂNICA DO PSEUDOCAULE DA BANANEIRA NO CONCRETO

INSERTION OF ORGANIC FIBER FROM THE PSEUDOSTEM OF THE BANANA TREE INTO CONCRETE

Evelise de Oliveira Duarte¹

Tatiana Vettori Ferreira²

Diego Lima Chechin Camacho Arrebola²

RESUMO

Dada a baixa resistência à tração do concreto convencional, a pesquisa propõe a adição de fibras como uma solução sustentável para melhorar a tenacidade do material. A fibra escolhida para o estudo foi a fibra extraída do pseudocaule da bananeira, aproveitando resíduos da bananicultura, um dos setores agrícolas mais produtivos do Brasil. O estudo foi dividido em três etapas principais: extração e tratamento das fibras, caracterização dos materiais, e realização de ensaios para testar as propriedades do concreto reforçado com fibra (CFB). Os resultados mostraram que a adição de fibras proporcionou um aumento significativo na resistência à tração nos primeiros sete dias, embora o desempenho na resistência à compressão tenha sido inferior ao do concreto convencional. Esse comportamento se deve à natureza porosa e hidrofílica das fibras, que absorvem parte da água disponível para a hidratação do cimento, afetando a cura do concreto. No entanto, o aumento na resistência à tração inicial sugere que o uso de CFB poderia ser vantajoso em aplicações que requerem maior tenacidade e menor suscetibilidade às fissuras. O estudo conclui que o uso de fibras de pseudocaule de bananeira é uma alternativa promissora e sustentável para reforçar o concreto, aproveitando resíduos agrícolas e melhorando certas propriedades mecânicas do material. Contudo, a adequação da proporção de fibras e o ajuste do traço são necessários para otimizar a compatibilidade com o concreto e alcançar resultados mais consistentes ao longo do tempo.

58

Palavras-chave: concreto; fibra orgânica; resistência à tração; pseudocaule; bananeira.

ABSTRACT

Given the low tensile strength of conventional concrete, the research proposes the addition of fibers as a sustainable solution to improve the toughness of the material. The fiber chosen for the study was the fiber extracted from the pseudostem of the banana tree, using residues from banana farming, one of the most productive agricultural sectors in Brazil. The study was divided into three main stages: extraction and treatment of the fibers, characterization of the materials, and performance of tests to test the properties of fiber-reinforced concrete (CFB). The results showed that the addition of fibers provided a significant increase in tensile strength in the first seven days, although the performance in compressive strength was inferior to that of

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Filadélfia - UniFil

² Docente dos cursos de Engenharias do Centro Universitário Filadélfia – UniFil

conventional concrete. This behavior is due to the porous and hydrophilic nature of the fibers, which absorb part of the water available for cement hydration, affecting the curing of the concrete. However, the increase in initial tensile strength suggests that the use of CFB could be advantageous in applications that require greater toughness and less susceptibility to cracking. The study concludes that the use of banana pseudostem fibers is a promising and sustainable alternative to reinforce concrete, taking advantage of agricultural waste and improving certain mechanical properties of the material. However, the adequacy of the fiber proportion and the adjustment of the mix are necessary to optimize compatibility with concrete and achieve more consistent results over time.

Keywords: concrete; organic fiber; tensile strength; pseudostem; banana tree.

1 INTRODUÇÃO

O concreto é o material mais utilizado na indústria da construção civil no mundo todo, em função de sua elevada resistência à compressão. Entretanto, é um material limitado quando se trata de seu comportamento sob tração, especialmente em função de sua baixa resistência à tração e baixa capacidade de deformação antes da ruptura (Figueiredo, 2011).

Uma alternativa para melhorar seu desempenho à tração é a adição de fibras ao concreto para aumentar sua resistência. As fibras são elementos descontínuos e podem ser classificadas como microfibras e macrofibras, podendo variar de 25 mm a 60 mm de comprimento (Figueiredo, 2011).

A inserção de fibras vegetais no concreto já vem sendo utilizada como reforço há milhões de anos, porém, teve ênfase na Segunda Guerra Mundial, quando foi utilizada para substituir o asbesto, amianto, material muito utilizado na construção civil devido as suas propriedades e consistência fibrosa (Borges *et al.*, 2019).

Entre as principais vantagens da utilização da fibra, pode-se destacar: baixo custo, material biodegradável, baixa massa específica, maciez e abrasividade reduzidas, recicláveis, estimulam empregos na zona rural, baixo custo de energia na produção (Borges *et al.*, 2019). Deste modo, a adição de fibras no concreto tem o potencial de melhorar a trabalhabilidade, resistência à tração, torção e tenacidade. Tendo como objetivo principal aumentar a ductilidade do concreto, de modo que seja reduzido o surgimento de fissuras e aberturas, a adição de fibras neste componente pode gerar outros benefícios, dentre eles, o alto desempenho, aumento de resistência ao fogo, aumento de resistência ao impacto (Laboratório, 2013; Concreteshow, 2021).

Inumeros trabalhos já foram realizados com a incorporação de fibras vegetais no concreto, utilizando-se fibras de coco, cana-de-açúcar, fibra de banana, palha de trigo, palha de arroz, com comprimentos variando entre 0,3 e 4,0mm. Podendo assim, ser comparadas às estruturas dessas fibras (Nery; José, 2018).

Dessa forma, destacam-se as fibras de bananeira, pois estima-se que para cada tonelada de bananas cortadas, cerca de 4 toneladas de resíduos são gerados, entre eles folhas, pseudocaules e fibras. O pseudocaule de uma bananeira tem em média 40 kg, fornecendo 1,2 kg de fibras de bananeira por dia, se extraído de forma mecânica. Já, se o processo for executado de forma manual, o mesmo fornecerá somente 500 g de fibras por dia (Pinheiro, 2021).

O Brasil é o segundo colocado mundial na produção de bananas, com produção de aproximadamente 7 milhões de toneladas por ano (IBGE, 2022) e área plantada de aproximadamente 518 mil hectares (Silva Neto, 2011). De acordo com Soffner (2001, p.2), uma produção de bananeiras cultivada de forma tradicional, pode prover 200 t/ha/ano de insumos orgânicos, tais como, pseudocaules, engaços e folhas.

Enfatiza-se que a bananicultura produz expressiva quantidade de resíduos, pois, o cacho origina frutos uma única vez, por isso, após a colheita, os pseudocaules são cortados e na maioria das vezes depositados na plantação para sua biodegradação ou utilizados para a geração de energia por combustão, o que pode resultar em problemas ambientais e inúmeras perdas econômicas (Anhwanger *et al.*, 2008; Rodrigues *et al.*, 2011). Segundo Gonçalves Filho (2011), estima-se que a quantidade de pseudocaule descartado é aproximadamente três vezes a de banana produzida, colocando o pseudocaule de bananeira como principal resíduo da bananicultura.

Desta forma o objetivo geral do trabalho foi avaliar o desempenho das fibras do pseudocaule da bananeira na melhoria das propriedades mecânicas do concreto em seu estado fresco e endurecido.

Já os objetivos específicos foram avaliar o desempenho das fibras do pseudocaule da bananeira na melhoria das propriedades do concreto em seu estado fresco – slump, trabalhabilidade, plasticidade e consumo de água; e, nas propriedades mecânicas do concreto em seu estado endurecido aos 7, 14 e 28 dias – resistência a tração, compressão axial e índice de absorção de água; além de avaliar a viabilidade do seu uso no material.

Consequentemente essas condições possibilitaram a comparação das propriedades do concreto convencional com as propriedades do concreto com fibra de bananeira (CFB).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 MATERIAIS E MÉTODO

Para a realização do CFB, o estudo se dividiu em três etapas, avaliando o desempenho do CFB em relação ao concreto convencional. Na primeira etapa, realizou-se a extração e o tratamento da fibra; na etapa seguinte, a caracterização da fibra, do aglomerante e dos agregados graúdos e miúdos. Já na terceira etapa deu-se pela produção dos corpos de prova e os testes do concreto, tanto no seu estado fresco, quando em seu estado endurecido.

Na primeira etapa ocorreu a coleta e a extração da fibra de forma manual, e também o tratamento da mesma. O tratamento alcalino com concentração de hidróxido de sódio (NaOH) a 1%, é responsável pela extração de ceras e óleos, considerados componentes de baixo peso molecular e menos estáveis. A extração desses elementos, faz com que a fibra ganhe maior aderência com o concreto e maior resistência à tração, quando comparada à fibra não tratada (Zimmermann *et al.*, 2014; Paul *et al.*, 2010).

61

A segunda etapa contempla a caracterização dos materiais, que serão utilizados na produção dos corpos de prova. Os agregados, grão e miúdo, foram submetidos a ensaios de massa unitária, massa específica e granulometria.

O aglomerante, neste caso o cimento, já possui as informações técnicas fornecidas pelo fabricante, dispensando novos testes. Visto que, o mesmo já passou por processos cautelosos em sua fabricação.

Na terceira etapa realizou-se a produção e testes do CFB e do concreto convencional sem fibras, para ser utilizado como referência, aos 07, 14 e 28 dias de idade, para cada idade foram desenvolvidos doze corpos de prova de cada tipologia de concreto (seis para teste de tração e seis para teste de compressão) e mais doze corpos de prova para o teste de absorção de água (seis do CFB e seis do convencional), totalizado 84 corpos de prova. A análise e desenvolvimento do estudo tem como parâmetro o traço do concreto convencional de Mello e Beltrame (2018) apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Traço unitário em massa dos concretos produzidos (Kg)

Materiais	Concreto de Referência	CFB 0,75 %
Cimento	1,00	1,00
Areia	1,63	1,63
Brita	2,96	2,96
Água	0,475	0,475
Fibra	0	0,75

Fonte: Mello e Beltrame, (2018); Souza *et al.*, (2020).

O CFB foi desenvolvido a partir do mesmo traço, salientando à adição das fibras. A proporção do traço bem como os ajustes necessários para a aderência está diretamente relacionada à relação água/cimento. Seguindo a linha de estudos desenvolvida por Souza *et al.* (2020), a fibra de bananeira será introduzida no concreto na proporção de 0,75%, relacionadas à quantidade de cimento.

A partir da definição do traço estabelecido em estudo, efetuou-se a pesagem dos agregados na balança de precisão e a mistura dos materiais secos, de forma manual. O material foi levado à betoneira e, então, adicionado o componente líquido, a água, para a hidratação do cimento.

Os corpos de prova utilizados são normatizados e possuem dimensões de 10x20 cm, foram moldados conforme a ABNT NRB 5738:2015, desmoldados em 24 horas e receberam cura úmida em câmara de submersão (até atingirem as idades para o rompimento, 7, 14 e 28 dias).

Para a produção do CFB foi utilizado o cimento Portland com adição de filler, cuja sigla é CP II F-32, com o qual a resistência do cimento à compressão chegará no mínimo a 32 MPa aos 28 dias (ABNT NBR 11.578, 1991).

Como agregado graúdo, optou-se pela brita 1, visto que seguirá as indicações do traço de referência utilizado, do autor Mello e Beltrame, 2018. Essa classificação possui agregados com os diâmetros variando entre 9,5 mm e 19 mm (MARQUES, 2019). Já para o agregado miúdo em ambos os traços executados, utilizou-se a areia quartzosa fina com grãos variando entre 0,05 e 0,42 mm de diâmetro.

As fibras do pseudocaule da bananeira foram coletadas de bananeiras cultivadas na região da cidade de Bela Vista do Paraíso – PR. Os pseudocaulas (Figura 1) foram cortados a uma distância de 30 cm das raízes e 30 cm das folhas, por serem as partes com a maior e a

menor concentração de água, respectivamente.

Figura 1 – Pseudocaule da bananeira.



Fonte: Os autores (2025).

63

O pseudocaule da bananeira é composto por diversas camadas e em seu núcleo localiza-se o chamado “palmito de bananeira”. Na Figura 2, é possível observar a disposição desses componentes. A extração das fibras foi realizada de forma manual, iniciando-se pela desagregação das camadas (Figura 3).

Figura 2 – Composição do pseudocaule



Fonte: Os autores (2025).

Figura 3 – Camadas do pseudocaule



Fonte: Os autores (2025).

Após a extração de todas as camadas, cortou-se 1,5 cm de cada lado verticalmente, essa parte é nomeada de “filé” e não foi utilizada, por ser muito fina. Para facilitar a retirada das fibras, cada uma das partes foi cortada em três, seguindo o comprimento do pseudocaule.

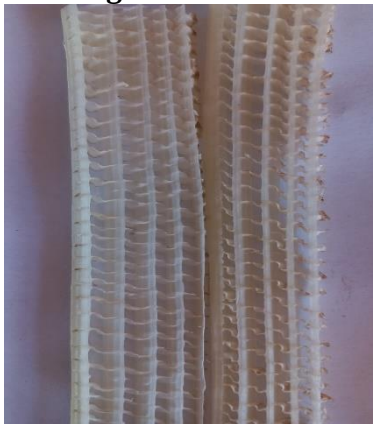
As fibras foram extraídas com o auxílio de uma faca, e foi possível obter três tipos de fibras, as fibras externas, as rendas e as fibras internas, Figuras 4, 5 e 6, respectivamente.

Figura 4 – Fibra externa



Fonte: Os autores (2025).

Figura 5 – Renda



Fonte: Os autores (2025).

Figura 6 – Fibra interna



Fonte: Os autores (2025).

Seguidamente a extração de todas as fibras, elas foram submetidas a uma emersão completa em solução de NaOH 1%, por um período de 1 hora (Figura 7). Retiradas da solução, as fibras foram ligeiramente enxaguadas em água corrente, para que saísse o excesso de base caustica. O material teve sua secagem em temperatura ambiente (em torno de 25°C) por 24 horas (Figura 8).

64

Figura 7 – Fibra interna



Fonte: Os autores (2025).

Figura 8 – Fibra interna



Fonte: Os autores (2025).

Após o tratamento não foi feita a distinção das fibras e, todas foram utilizadas. As fibras foram desfiadas e cortadas com comprimento de 30 mm, chegando em seu resultado final (Figura 10). Sua adição no concreto realizou-se à 0,75% da massa de cimento, no qual foi comparada a sua eficiência com relação ao concreto convencional.

Figura 9 – Fibra finalizada



Fonte: Os autores (2025).

65

Os procedimentos, análises e testes foram realizados em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelas normas específicas. As normas utilizadas para a realização dos procedimentos estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Normas utilizadas para os ensaios

Materiais	Norma
Concreto – procedimento para moldagem e cura do corpo de prova	NBR 5.738/2015
Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone	NBR NR 67/1998
Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica	NBR 9.778/2005
Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndrico	NBR 5.739/2018
Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência	NBR 8.953/2015
Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos	NBR 7.222/2011

Fonte: Os autores (2025).

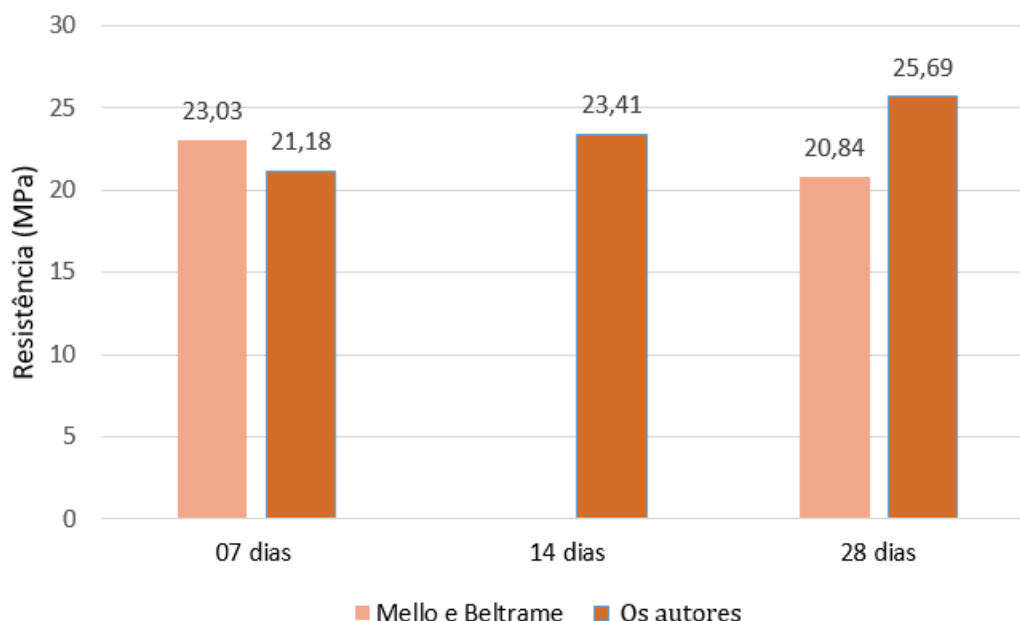
2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseando-se nas diretrizes estabelecidas na norma ABNT NBR 5.738 (ABNT, 2015), procedeu-se inicialmente com a moldagem dos corpos de prova com o traço de concreto convencional 1:1,63:2,96 a/c 0,475 (traço de referência), com as quantidades estabelecidas anteriormente na Tabela 1. Com este traço, Mello e Beltrame, 2018, obteve 23,03 MPa e 20,84 MPa de resistência a compressão aos 7 e 28 dias, respectivamente.

Como indicado pela ABNT NBR 12.655 (ABNT, 2022), os corpos de prova foram armazenados em local plano e sem intempéries; posteriormente ao processo inicial de cura, os corpos de prova foram desmoldados, devidamente identificados de acordo as idades de rompimento e armazenados em uma câmara úmida, de onde só foram retirados no período em que seria realizado os ensaios. Visto que, os corpos de prova sofreram verificações de qualidade e uniformidade.

Subsequente a esse processo, foi desenvolvido a moldagem dos corpos de prova com a fibra de bananeira, conforme o traço já estabelecido na Tabela 1. Os procedimentos ocorreram da mesma maneira que o concreto convencional, optando para a não adaptação do traço, apenas adicionando a quantidade de fibra a mistura, anteriormente à adição da água na mistura.

Amparados pela norma de moldagem e rompimento, os ensaios de compressão axial e tração por compressão diametral foram realizados aos 7, 14 e 28 dias e, os resultados obtidos estão dispostos no gráfico 1.

Gráfico 1 – Comparação dos resultados à compressão axial.

Fonte: Mello e Beltrame (2018) e os autores (2025).

67

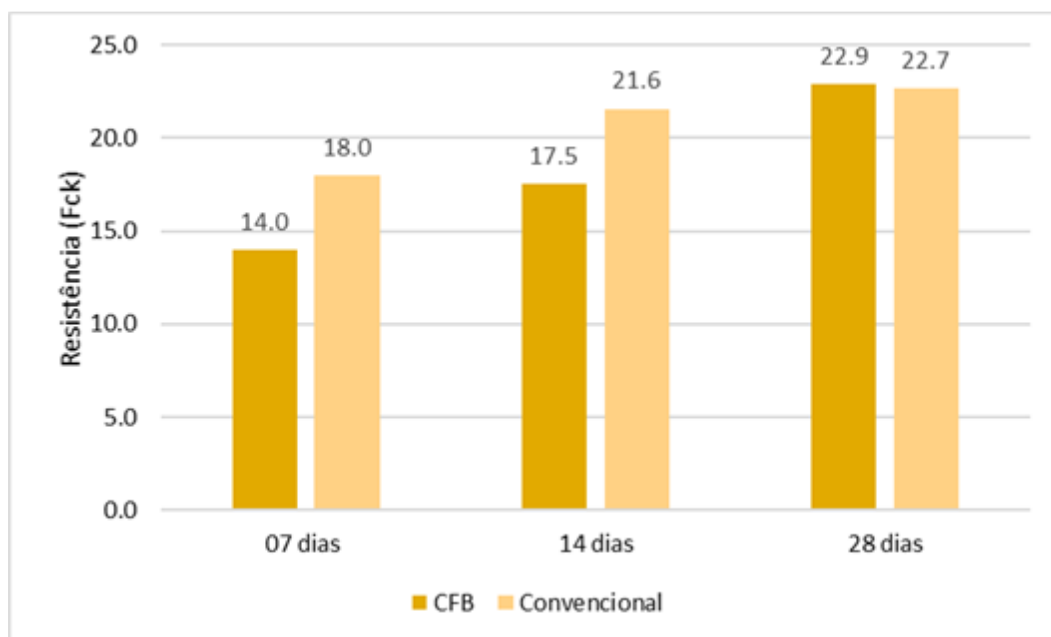
Observando os resultados é possível identificar a ocorrência de um aumento de resistência conforme a idade do concreto aumenta. Quando comparado aos 7 e 14 dias, obteve-se cerca de 21,68% de aumento na média do fck de compressão e 39,88% no de tração; fazendo a mesma comparação aos 14 e 28 dias, obtém-se um aumento de 3,32% na média do fck de compressão e 19,88% no de tração.

Logo, se a comparação ocorrer entre a idade de 7 dias e a idade de 28 dias, os resultados das médias dos fck's de compressão e tração serão, 25,71% e 67,69%, sucessivamente.

Além disso, quando comparado com os resultados de compressão dos experimentos realizados por Mello e Beltrame (2018), tem-se uma queda de aproximadamente 6,77% de resistência aos 7 dias e um aumento de 10,36% aos 28 dias, como apresentado no Gráfico 1.

Seguindo os parâmetros de moldagem e ruptura do concreto convencional, os ensaios de compressão axial e tração por compressão diametral foram realizados aos 7, 14 e 28 dias e, os resultados obtidos são apresentados nos gráficos 2 e 3, respectivamente.

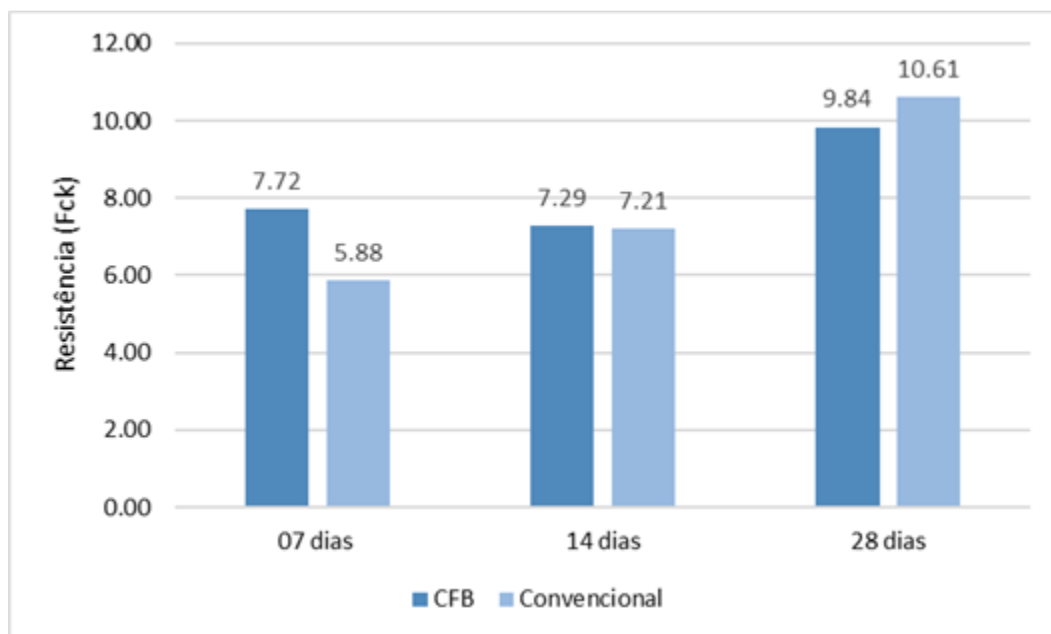
Gráfico 2 – Comparação dos resultados à compressão axial – CFB e concreto convencional.



Fonte: Os autores (2025).

68

Gráfico 3 – Comparação dos resultados à tração por compressão diametral (tração) – CFB e concreto convencional.



Fonte: Os autores (2025).

Analisando os dados obtidos, é possível verificar que o aumento de resistência é gradativo conforme a idade do concreto, com exceção apenas à compressão diametral aos 14

dias. As médias das proporções de aumento do fck de resistência à compressão axial quando comparado 7 e 14 dias, 14 e 28 dias e 7 e 28 dias são de 22,73%, 30,31% e 59,93%, respectivamente.

Já quando se compara os resultados obtidos no ensaio de compressão diametral, percebe-se um ganho de resistência de 1,14% na média do fck comparada de 7 e 14 dias; um aumento de 37,93% na média de 14 e 28 dias e 39,50% quando a comparação é feita entre as médias obtidas aos 7 e 28 dias.

Analisando os gráficos é possível identificar um ganho de resistência à compressão diametral aos 7 dias no CFB. Já quando analisado os índices de resistência axial deste concreto, há uma baixa de resistência aos 7 e 14 dias, e uma equivalência aos 28 dias.

É válido ressaltar que não houve alteração na relação água/cimento do concreto e, devido a presença de fibras, fez com que a cura do concreto não se utiliza a quantidade ideal de água, uma vez que a fibra absorve parte da água.

Os resultados de resistência à compressão axial do CFB, encontram-se dentro do esperado, inferior ao concreto convencional sem a presença de fibras. Pois, quando ocorre a inserção deste tipo de material no concreto, a sua resistência à compressão tende a diminuir, enquanto à tração aumenta (American Concrete Institute, 2018).

Por fim, foi realizado o ensaio de índice de absorção de água, seguindo as diretrizes da ABNT NBR 9778, 2005, com seis corpos de prova do concreto convencional e seis do CFB. A absorção de água média do concreto convencional resultou em 4,76% enquanto do CFB foi de 5,66%. Com base nos dados pode-se observar que a fibra do pseudocaule aumenta a absorção de água, fato este, que já era o esperado, por conta de a fibra ser um material mais poroso, hidrófilo.

3 CONCLUSÃO

O uso de fibras vegetais, especialmente as do pseudocaule da bananeira, mostrou-se eficaz para aumentar a resistência à tração nas idades iniciais do concreto, comprovando sua eficiência na redução de fissuras e no aumento da tenacidade. Esse comportamento é particularmente relevante para aplicações onde a prevenção de fissuras precoces e a melhoria da ductilidade são desejadas.

No entanto, os resultados também mostraram que a resistência à compressão do CFB

foi ligeiramente inferior à do concreto convencional. Esse efeito é atribuído à natureza das fibras, que, ao absorverem parte da água de cura, podem impactar negativamente, principalmente na relação água/cimento. Assim, o ajuste na proporção de fibras e no traço do concreto é fundamental para minimizar esse efeito e equilibrar as propriedades mecânicas do material.

Outro ponto relevante é a sustentabilidade da proposta, que aproveita um resíduo agrícola abundante e de baixo custo, contribuindo para a redução do impacto ambiental da construção civil e agregando valor à cadeia produtiva da bananicultura.

Em resumo, o estudo conclui que o uso de fibras de pseudocaule de bananeira é uma alternativa promissora e sustentável para reforçar o concreto, aproveitando resíduos agrícolas e melhorando certas propriedades mecânicas do material. Contudo, a adequação da proporção de fibras e o ajuste do traço são necessários para otimizar a compatibilidade com o concreto e alcançar resultados mais consistentes ao longo do tempo.

Recomenda-se para estudos futuros, que seja feita a correção do traço, realizando os devidos ajustes; também é recomendado a utilização de aditivos para a obtenção de resultados mais eficazes. Além disso, as proporções da fibra inserida no concreto também podem ser estudadas, pois, podem apresentar comportamentos divergentes nos ensaios realizados.

70

REFERÊNCIAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. *Guide for Specifying, Proportioning, and Production of Fiber-Reinforced Concrete*. ACI 544.4R-18. Farmington Hills: American Concrete Institute, 2018. Disponível em: ACI PRC-544.4-18 no ACI Store. Acesso em: 30 out. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR NM 67**, de fevereiro de 1998. Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5.738**, de janeiro de 2015. Concreto – procedimento para moldagem e cura do corpo de prova. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5.739**, de maio de 2018. Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndrico. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7.222**, de junho de 2011. Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral

de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8.953**, de março de 2015. Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9.776**, de março de 1987. Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9.778**, de agosto de 2005. Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 11.578**, de julho de 1991. Cimento Portland Composto. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 16.917**, de abril de 2021. Agregado graúdo – Determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 16.938**, de fevereiro de 2021. Concreto reforçado com fibras – controle de qualidade. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 16.940**, de fevereiro de 2021. Concreto reforçado com fibras – determinação de resistências. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 16.972**, de junho de 2021. Agregados – Determinação de massa unitária e do índice de vazios. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 17.054**, de junho de 2022. Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2022.

BERNARDO ROHDEN, Abrahão. **Contribuição aos métodos de dosagem de concreto de alta resistência a partir do entendimento da influência dos agregados na mistura.**

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em:

<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/130134>. Acesso em: 29 abr. 2024.

BORGES, Ana Paula Silva Nascentes; MOTTA, Leila Aparecida de Castro; PINTO, Eliane Bernardes. Estudo das propriedades de concretos com adição de fibras vegetais e de polipropileno para uso em paredes estruturais. **Revista Matéria**, 2019.

B. R. NERY, Tatiana; JOSÉ, Nádia Mamede. Estudo das Fibras de Bananeira Pré-tratadas e

in natura como Possível Matéria-prima para Reforço em Compósitos Poliméricos. **Revista Virtual de Química**, 2018.

CAMPOS, Iberê M., **Areia para construção civil: como comprar e como usar**. IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento de Arquitetura. 2022. Disponível em: <<https://www.forumdaconstrucao.com.br/>>. Acesso em: 29 abr. 2024.

CONCRETESHOW. **Fibras para concreto: benefícios e desvantagens**. ConcreteShow, 2021. Disponível em: https://www.maxwell.vrac.pucrio.br/34905/34905_4.PDF. Acesso em: 14 abr. 2024.

FIGUEIREDO, Antônio Domingues de. **Concreto reforçado com fibra**. Universidade de São Paulo, 2011.

IBGE. **Produção de Banana**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/banana/br>. Acesso em: 07 abr. 2024.

MARQUES, Gabriel M. . Tipos de BRITAS e diferenças da 0, 1, 2 e 3, 4, 5, pedrisco. **Meia Colher - Tudo sobre construção**, 2019.

MEDEIROS, Arthur. **Estudo do comportamento à fadiga em compressão do concreto com fibras**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro- PUC-RIO, 2018.

MELLO , Alvaro Begnini de; BELTRAME, Neusa Aparecida . Revista Técnico-comportamento do concreto convencional exposto a altas temperaturas. **Científica do CREA-PR - ISSN 2358-5420 - 13ª edição**

PAUL, Sherely Annie; JOSÉ, Kuruvilla; MATHEW, Gd Gem; POTHEN, Laly A.; THOMAS, Sabu. Influência dos parâmetros de polaridade nas propriedades mecânicas de compósitos de fibra de polipropileno e fibra curta de bananeira. Science Direct, 2010.

SOUZA, Juan M.s.; MENDES, Ana J.c.; CHIARI, Anna L.s. ; MARTINS, Carine P.; DUTRA, Idylla S.r.; LARA, Jaqueline O.; RODRIGUES, João V.s.; SILVA, Juliana L.; SOUZA, Thiago F.; ARANTES, Lucas M. ; SOUZA, Flávio H.b. . Desenvolvimento de concreto reforçado com fibra de bananeira com baixa concentração de fibras. ONEEQ – Belo Horizonte, 2020.

ZIMMERMANN, Matheus V. G.; TURELLA, Taís C.; ZATTERA, Ademir J.; SANTANA, Ruth M. C. Influência do tratamento químico da fibra de bananeira em compósitos de poli(etileno-co-acetato de vinila) com e sem agente de expansão. SciELO Brasil, 2014.