

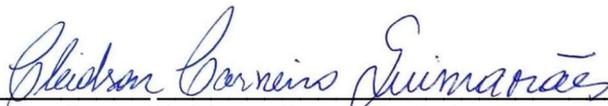
BRUNO SOUSA DOS SANTOS

**REFORÇO DE MATRIZES CIMENTÍCIAS EMPREGANDO FIBRA DE
BANANEIRA: BUSCA PELO ESTADO DA ARTE**

Relatório final, apresentado a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Cruz das Almas - BA, 01 de junho de 2021.

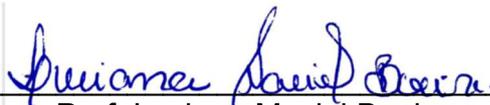
BANCA EXAMINADORA



Prof. Cleidson Carneiro Guimarães
CETEC/UFRB



Prof. Renê Medeiros de Sousa
CETEC/UFRB



Prof. Luciana Maciel Boeira
CETEC/UFRB

SANTOS, Bruno Sousa dos

Reforço de Matrizes Cimentícias Empregando Fibra de Bananeira:
Busca pelo estado da arte / Bruno Sousa dos Santos. – Cruz das Almas,
2021.

13f. il.:

Orientador: Prof. Cleidson Carneiro Guimarães.

TCC (Curso de Graduação em Engenharia Civil) UFRB/ Universidade
Federal do Recôncavo da Bahia.

1. Fibra de bananeira 2. Construção civil 3. Reforço de Matrizes Cimentícias.

CDU: 2.ed.



Reforço de Matrizes Cimentícias Empregando Fibra de Bananeira: Busca pelo estado da arte

Reinforcement of Cement Matrices Employing Banana Fiber: Search for the state of the art

Bruno Sousa dos Santos¹
Cleudson Carneiro Guimarães²

Resumo: Na construção civil, o grande consumo de recursos naturais na produção de seus materiais é uma grande preocupação ambiental. Visando mitigar os impactos ambientais, o desenvolvimento de estratégias é fundamental para tornar a indústria da construção civil sustentável. Estudos anteriores apontam que a utilização de fibras naturais como reforço na composição de matrizes cimentícias é uma estratégia de grande potencial de aplicação e vem atraindo a atenção dos profissionais, por ser um material leve e de grande geração como resíduos na agricultura. O objetivo dessa revisão foi fazer uma análise da aplicação do emprego da fibra de pseudocaule de bananeira como reforço em matrizes cimentícias, por meio de uma revisão sistemática da literatura. No total, 11 artigos relacionados com o tema foram analisados. A utilização de fibras vegetais no reforço de matrizes cimentícias não é recente, entretanto a literatura sobre reforço de matrizes cimentícias reforçadas com fibra de bananeira é recente escassa.

Palavras-chave: Fibra de bananeira; Construção civil; Reforço de Matrizes Cimentícias.

¹ UFRB - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

² UFRB - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Abstract: In civil construction, the large consumption of natural resources in the production of its materials is a major environmental concern. In order to mitigate environmental impacts, the development of strategies is essential to make the construction industry sustainable. Previous studies point out that the use of natural fibers as a reinforcement in the composition of cementitious matrices is a strategy with great potential for application and has been attracting the attention of professionals, as it is a light and high-generation material as waste in agriculture. The purpose of this review was to make an analysis of the application of the use of banana pseudostem fiber as reinforcement in cementitious matrices, through a systematic review of the literature. In total, 11 articles related to the topic were analyzed. The use of vegetable fibers in the reinforcement of cementitious matrices is not recent, however the literature on the reinforcement of cementitious matrices reinforced with banana fiber is recent scarce.

Keywords: Banana fiber; Construction; Reinforcement of Cement Matrices.

1. Introdução

Ao longo do tempo, a utilização de fibras naturais sempre estiveram presentes em materiais de construção, a história mostra que os egípcios já faziam uso de compósitos cimentícios, utilizando a palha para reforçar tijolos de argila e tal fato aumentava a resistência dos mesmos (Oliveira, 2017).

Com o início da industrialização dos países, os materiais tradicionais começaram a ser substituídos pelos materiais industriais, como as fibras de asbesto e as fibras sintéticas, que foram originadas a partir de pesquisas nas áreas de engenharia de materiais. No entanto, a preocupação com o desenvolvimento sustentável e os riscos associados a saúde relacionados as fibras de asbesto, incentivaram a integração de novos projetos com os materiais e práticas já utilizadas anteriormente (Hamdaoui et al., 2020).

Os compósitos cimentícios reforçados com fibra natural são considerados ecologicamente correto, uma vez que sua utilização busca minimizar ou eliminar os impactos provenientes de seus processos produtivos, ou seja, busca-se não agredir o meio ambiente e a saúde de quem os utiliza, contribuindo para um modelo sustentável de consumo diário. Além disso, os compósitos cimentícios reforçados com fibra natural são capazes de aumentar a resistência e a rigidez do material, necessárias para sustentar as cargas. As propriedades químicas e mecânicas dos compósitos cimentícios são restritas aos seus diferentes componentes, porém, o material compósito resultante apresenta diferentes características em que os componentes constituintes não podem produzir individualmente (Elbehiry et al., 2020).

Existem vários tipos de fibras naturais que são utilizadas como reforço em compósitos cimentícios, a exemplo das fibras de coco, sisal, malva e as fibras de pseudocaule de bananeira. As bananeiras foram uma das primeiras plantas cultivadas e existem mais de 300 espécies pertencendo a família Musaceae. Cerca de 10 milhões de hectares são cultivados em mais de 160 países no mundo, o que resulta em milhares de toneladas de resíduos gerados após a colheita. Na maioria das vezes, esses resíduos não tem uma destinação final definida e são descartados em aterros sanitários, liberando uma grande quantidade de dióxido de carbono (Akinyemi et al., 2020).

Estudos anteriores como os de Ige O., Danso H. (2020), Dhawan et al. (2020), Poongodi et al. (2020) e Elbehiry et al. (2020) investigaram a adequação das fibras de pseudocaule de bananeira e neles foram possíveis examinar as propriedades físicas e químicas das fibras. De acordo com Ige O., Danso H. (2020), a celulose é o principal componente químico das fibras de pseudocaule de bananeira, com cerca de 55% de conteúdo e os outros conteúdos químicos são hemicelulose e lignina.

Celulose, hemicelulose e lignina são os componentes botânicos mais importantes das fibras naturais. A celulose é o principal composto químico responsável por formar o componente estrutural das fibras naturais, gerando a resistência e estabilidade a toda a fibra (Tian et al., 2015).

Dessa forma, as fibras naturais com alto teor de celulose, como a fibra de sisal e a fibra de pseudocaule de bananeira melhoram as propriedades mecânicas, como a resistência à flexão e compressão dos compósitos cimentícios.

A presença de lignina, celulose e hemicelulose em fibras naturais foi relatada como um obstáculo, e a razão para isso é o desenvolvimento de um complexo de quelato que impede a formação de produtos de hidratação do cimento necessários para o desenvolvimento de resistência (Akinyemi et al., 2020).

Dessa forma, os primeiros estudos sobre compósitos cimentícios reforçados com fibras naturais não receberam muita atenção, pois as fibras naturais eram frágeis e fáceis de degradar, especialmente em meios alcalinos. No entanto, por meio da modificação específica, na qual é necessária a remoção da hemicelulose e a lignina, a fim de melhorar sua durabilidade, as fibras naturais têm se mostrado capazes de melhorar o comportamento mecânico dos compósitos (Tian et al., 2015).

Considerando o potencial das fibras naturais em contribuir como reforço em compósitos de cimento Portland, este estudo tem como principal objetivo revisar trabalhos acadêmicos com contribuições da fibra de pseudocaule de bananeira para o tópico em estudo. Nos últimos anos, houve um aumento no número de estudos que investigam o potencial das fibras naturais na substituição de materiais industriais para produção de matrizes científicas.

Como é possível observar ao longo desse trabalho, embora crescente, a quantidade de trabalhos relacionados com utilização da fibra de pseudocaule de bananeira como reforço ainda é baixa, tendo em vista a quantidade de estudos relacionados com outras fibras, como por exemplo, a fibra de sisal.

2. Metodologia de pesquisa

Este artigo realizou uma revisão sistemática da literatura sobre o reforço de matrizes cimentícias empregando fibra de pseudocaule de bananeira. A revisão sistemática da literatura foi realizada com o intuito de identificar, avaliar e interpretar as pesquisas disponíveis relevantes para o tópico de interesse. O processo de revisão foi estruturado em algumas etapas principais, como podemos observar na Imagem 1 abaixo:

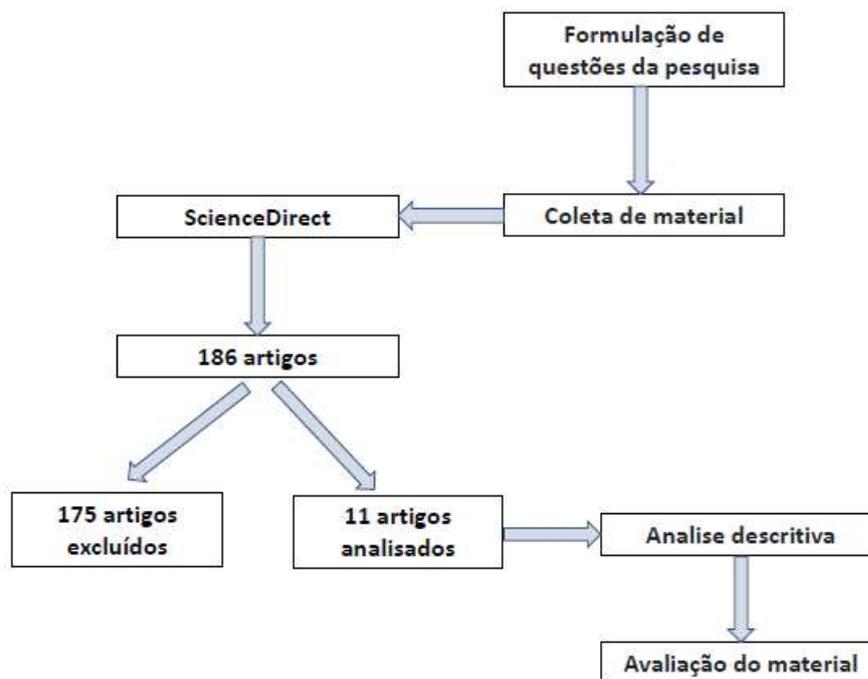


Imagem 1: Estrutura da revisão.

De acordo com a Imagem 1, primeiramente foi definido o foco da pesquisa, e então partiu-se para a coleta de materiais. Como critério de exclusão e inclusão dos artigos, foi realizada a avaliação dos títulos e dos resumos identificados na busca inicial, que foram obtidos utilizando as seguintes palavras chaves como filtro: fibra de bananeira, construção civil e reforço de matrizes cimentícias.

Dessa forma foi separado os resultados relevantes para o estudo, certificando-se de que todos os artigos importantes ou que poderiam ter algum impacto na conclusão da revisão fossem incluídos nos dados da pesquisa. Esse procedimento foi realizado por meio de uma análise descritiva, onde os materiais selecionados foram avaliados e analisados afim de obter informações realmente importantes sobre a amostra estudada. Por fim, foi realizada a avaliação do material de forma a obter o resultado da pesquisa.

3. Coleta de Materiais

A coleta de material foi realizada através do ScienceDirect, que é uma plataforma para acesso de revistas científicas e e-books e foi empregado para a pesquisa porque confere um amplo banco de dados apoiando o processo de produção de uma pesquisa confiável (Sciencedirect, 2021).

Para encontrar estudos relacionados com reforço de matrizes cimentícias empregando fibra de pseudocaulé de bananeira a seguinte consulta foi formulada: “banana fiber and cement”. Na busca ScienceDirect, os critérios de pesquisa foram encontrar os termos em: Título, Palavras-chave do Autor e Resumo no período entre 2015 e 2020.

A base de um processo de revisão é a delimitação da unidade de análise, ou seja, a seleção das referências utilizadas para a análise de dados deve ser bem definida, com autores e obras especializados na área do tema estudado. Nesta pesquisa, um artigo ou revisão é a base para o processo de análise. Dessa forma, os resultados da busca foram limitados a “Artigos de Revisão” e “Artigos de Pesquisa”.

A pesquisa foi realizada em 30 de dezembro de 2020, e a busca no ScienceDirect resultou em 186 resultados. A partir desses resultados, foram realizadas avaliações para selecionar os trabalhos com foco em reforço de matrizes cimentícias empregando fibra de pseudocaule de bananeira. Como podemos observar na Imagem 2, apenas 11 trabalhos foram extraídos para pesquisa, sendo os outros 175 registros relacionados a outros tipos de fibras naturais.

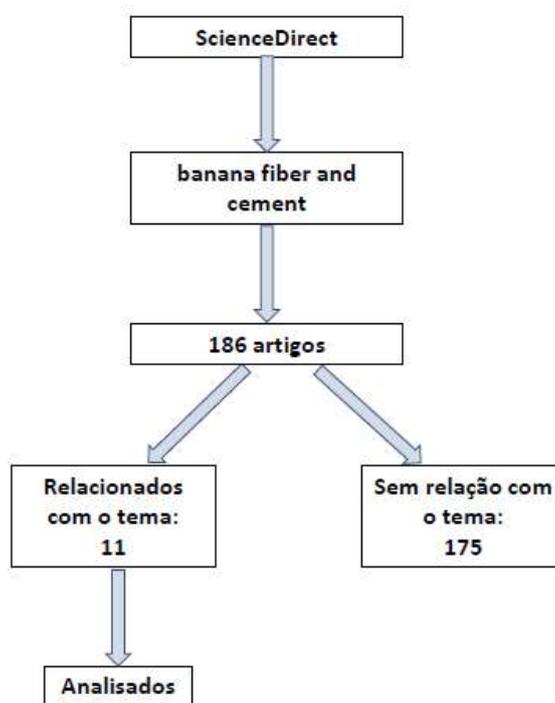


Imagem 2: Fluxograma de seleção.

4. Resultados

4.1 Evolução da pesquisa

É cada vez maior o interesse científico pela utilização das fibras naturais empregadas aos materiais da construção civil. A Imagem 3 mostra os resultados encontrados para a busca por “banana fiber and cement” na plataforma ScienceDirect, no período de 2015 a 2020 e é possível notar que a quantidade de estudos relacionados com a utilização de fibras de pseudocaule de bananeira vem crescendo, principalmente nos dois últimos anos, onde volta a ter crescimento significativo com quantidade de publicações superiores aos anos passados, chegando a 47 artigos relacionados com o tema em 2020.

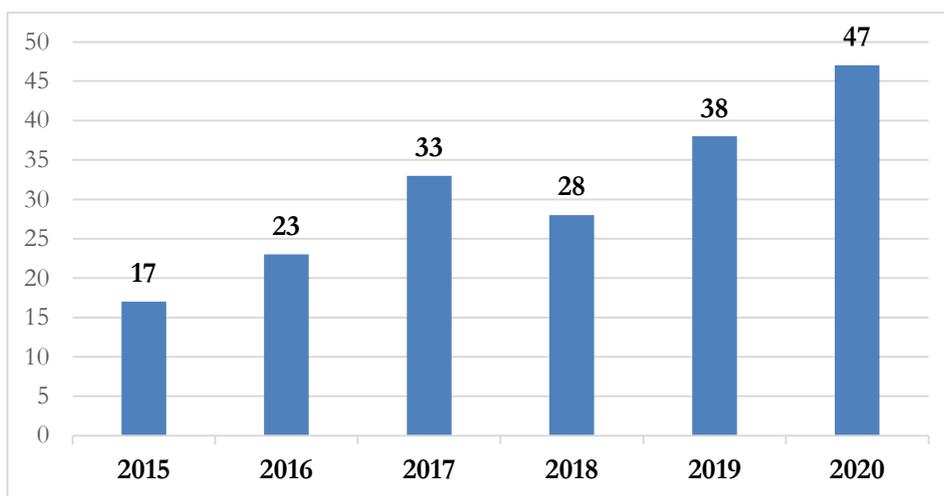


Imagem 3: Evolução dos estudos publicados para a busca “banana fiber and cement”, na plataforma ScienceDirect.

4.2 Tratamento químico da superfície da fibra

Como destacado por Akinyemi et al., (2020), a lignina, celulose e hemicelulose presentes nas fibras naturais foi relatada como um obstáculo, uma vez que a hidratação do cimento necessária ao desenvolvimento de resistência é impedida pela formação de um complexo do composto químico quelato.

Dessa forma, uma modificação específica é necessária para remoção da hemicelulose e a lignina, a fim de melhorar a durabilidade da fibra. Dentre os trabalhos analisados, Akinyemi et al., (2020), Elbehiry et al., (2020) e Tian et al.,(2015), fazem o tratamento da fibra de pseudocaule de bananeira com uma concentração de hidróxido de sódio (NaOH) definidos pelos autores, entre 3% e 5%. Segundo Akinyemi et al., (2020), este tratamento alcalino reduz o conteúdo de lignina, além de melhorar a rugosidade da superfície das fibras para uma melhor ligação com a matriz.

Nos outros trabalhos, as fibras de pseudocaule de bananeira são lavadas e postas para secar em estufa ou ao ambiente por períodos determinados por cada autor, sendo posteriormente cortadas em dimensões específicas a cada tipo de ensaio realizado. Apenas Ige O., Danso H. (2020) traz o uso somente da fibra de pseudocaule de bananeira como reforço em unidades de alvenaria de tijolos de adobe, enquanto os outros trabalhos, buscando ampliar a sustentabilidade e melhorar as propriedades mecânicas das matrizes cimentícias desenvolvidas, também fazem uso de outras fibras naturais em conjunto com a fibra de pseudocaule de bananeira, a destacar cinza de casca de arroz e a cinza de madeira.

4.3 Matrizes desenvolvidas

Na Tabela 1 a seguir, é possível observar o resumo das matrizes cimentícias desenvolvidas, a maioria dos artigos buscam desenvolver concretos utilizando a composição de vários tipos de fibras, inclusive a fibra de pseudocaule de bananeira, uma vez que o concreto é o

material de engenharia mais dinâmico na indústria da construção civil devido as suas propriedades de resistência e durabilidade.

O consumo de matérias-primas não apenas diminui os recursos naturais, mas também aumenta a quantidade de resíduos no meio ambiente gerados pelas indústrias de construção. Os produtos substitutos foram encontrados para minimizar os impactos causados ao meio ambiente e aos recursos naturais. No mesmo contexto, algumas composições usuais de mistura de concreto são substituídas por resíduos industriais / naturais, como cinza volante, cinza de bagaço de cana e fibra de pseudocaule de bananeira (Dhawan et al., 2020).

Tabela 1: Resumo das matrizes investigadas.

Autores	Materiais Utilizados	Matriz Desenvolvida
(Akinyemi et al., 2020)	(Cinza de madeira + fibra de bananeira)	Argamassa
(Dhawan et al., 2020)	(Cinza de madeira + cinza volante + fibra de pseudocaule de bananeira)	Concreto
(Poongodi et al., 2020)	(Cinza de casca de arroz + microsilica + agregado de casca de coco + fibra de bananeira)	Concreto autoadensável leve
(Elbehiry et al., 2020)	(Barras de fibra de bananeira em substituição às barras de aço)	Concreto
(Poongodi; Murthi, 2020)	(Cinza de casca de arroz + microsilica + agregado de casca de coco + fibra de bananeira)	Concreto autoadensável leve
(Poongodi et al., 2020)	(Escória de Alto-forno granulada + Nanossilica + fibra de aço + fibra de bananeira)	Concreto híbrido
(Hamdaoui et al., 2020)	(fibra de Posidonia-Oceanica como reforço em pasta de cimento)	Pasta de cimento
(Ige O., Danso H., 2020)	(fibra de bananeira como reforço em unidades de alvenaria de adobe)	Blocos de adobe
(Tian et al., 2015)	(fibra de bagaço + fibra de aço + cinza volante)	Compósitos de cimento

Notamos na Tabela 1 acima que os estudos estão focados, em sua maioria, em desenvolvimento de concretos sustentáveis, com utilização de fibras naturais e compostos recicláveis.

De acordo com Poongodi K., Murthi P., Gobinath R., (2020), um dos principais benefícios da utilização da fibra de banana como reforço de matrizes cimentícias é a redução do peso próprio dos elementos, sendo o concreto considerado concreto leve quando sua densidade é

inferior a 1850 kg/m^3 . Assim, as propriedades do concreto leve são diferentes do concreto normal, resultando que a resistência à tração e a deformação final são mais baixas do que o concreto normal, além da resistência à compressão maior.

4.4 Desempenho dos materiais desenvolvidos com fibra de pseudocaulé de bananeira

Apesar dos trabalhos desenvolvidos buscarem por adições e outras fibras naturais além da fibra de pseudocaulé de bananeira, os resultados mostram que as argamassas e os concretos desenvolvidos possuem melhores resultados quanto as propriedades mecânicas como a resistência à tração, à flexão e ao impacto (Poongodi et al., 2020). Todos os trabalhos experimentais utilizam corpo de prova original, que são aquelas amostras de matriz cimentícia sem a utilização de adições ou qualquer tipo de fibra, como amostra de controle para comparação dos resultados.

Os estudos permitem determinar o teor de fibra que confere melhor resultado para as propriedades do material desenvolvido. Na Tabela 2 abaixo, estão listadas as principais propriedades investigadas por cada autor.

Tabela 2: Principais propriedades investigadas por cada autor.

Autores	Propriedades Investigadas
(Akinyemi et al., 2020)	Módulo de elasticidade, módulo de ruptura, resistência à tração parcial, análise microestrutural.
(DHAWAN et al., 2020)	Resistência à compressão e resistência à flexão.
(Poongodi; Murthi; Gobinath, 2020)	Índice de ductilidade, resistência à compressão e resistência à flexão.
(Elbehiry et al., 2020)	Resistência à flexão.
(POONGODI; MURTHI, 2020)	Resistência ao impacto.
(POONGODI et al., 2020)	Resistência à compressão e resistência à tração.
(Hamdaoui et al., 2020)	Condutividade térmica, resistências à tração e à compressão e à tenacidade.
(IGE; DANSO, 2020)	Resistência à tração, resistência à compressão e condutividade térmica.
(TIAN et al., 2015)	Resistência à compressão, módulo de Young, comportamento à flexão.

4.4.1 Resistência à flexão e resistência à compressão

Todos os estudos que avaliaram a resistência à flexão e resistência à compressão dos materiais desenvolvidos chegaram a teor de fibra que melhoram essas propriedades significativamente, sendo as propriedades mais investigadas nas pesquisas de Dhawan et al., (2020), Poongodi et al., (2020), Elbehiry et al. (2020), Hamdaoui et al., 2020, Ige O., Danso H. (2020) e Tian et al., (2015). A exemplo, no trabalho desenvolvido por Dhawan et al., 2020, para um conjunto de 9 corpos de prova desenvolvidos com diferentes teores de fibra de pseudocaule de bananeira, a força da compressão de uma das amostras foi aproximadamente 14% melhor do que o concreto convencional e a resistência à flexão também melhorou até 22%.

Em seu trabalho Poongodi et al., 2020, verificou que a resistência à compressão de amostras reforçadas com teor de 1,25% de fibra de pseudocaule de bananeira, foi determinada como 44,8 MPa, que é calculada como 17% maior que o concreto de controle (38,3 MPa). A partir das curvas de deflexão de carga dos ensaios, com utilização de 7 corpos de prova, foi observada uma diferença significativa no desempenho após a adição de fibra de pseudocaule de bananeira, que resultou em um aumento linear na primeira carga de fissura. Nos resultados foram observados que a adição de 1,25% de fibra de banana aumenta a carga da primeira fissura em até 91% mais do que o corpo de prova de controle.

A avaliação feita por Elbehiry et al., (2020) em 7 corpos de prova, mostrou que a utilização das barras de fibra de banana como reforço para vigas de concreto dão mais resistência à flexão em comparação com o concreto simples em cerca de 25%. Com desenvolvimento e 21 corpos de prova, Poongodi et al., (2020) demonstra que a melhora gradual na resistência após a adição de fibra de bananeira é notada até a dosagem de fibra de 1,25%. A resistência à compressão do concreto investigado chega a ser 14% maior do que o concreto de controle.

No desenvolvimento de um concreto sustentável, Poongodi et al., (2020) chegou à conclusão de que a adição acima de 2% de fibra de pseudocaule de bananeira causa uma redução significativa na resistência à compressão, resultando em um teor de adição de fibra de pseudocaule de bananeira de 0,2% do volume de concreto.

Analisando os resultados obtidos em 5 corpos de prova desenvolvidos, Hamdaoui et al., (2020) conclui que a resistência à compressão tem o mesmo comportamento que a resistência à tração obtida pelo teste de flexão: aumenta com a adição de fibras e depois diminui, mas permanece maior do que a resistência da pasta de cimento de controle. O pico correspondente a um aumento de 27% da resistência à compressão é obtido com 10% da fração de volume das fibras de pseudocaule de bananeira. Ige O., Danso H. (2020) resumiu que as fibras de pseudocaule de bananeira melhoraram as propriedades mecânicas dos tijolos de solo estabilizado, quando

comparados com tijolos de solo não estabilizado, onde foi obtido uma melhoria média de cerca de 26% com relação a resistência à compressão.

Em todos os trabalhos, foram observados que as maiores quantidades de conteúdo de fibra de pseudocaule de bananeira desenvolveram formação de bolas de fibra e também aumentaram o ar aprisionado no interior da matriz desenvolvida, aumentando a porosidade, causando a redução de capacidade de carga dos corpos de prova.

4.5 Implicações para o desenvolvimento sustentável

A indústria da construção civil está entre as mais críticas para se alcançar uma sociedade mais sustentável. Dada a dimensão do setor e a importância do concreto para as suas operações, é fundamental identificar novos caminhos para reduzir os seus impactos ao nível da sustentabilidade econômica, ambiental e social (Merli et al., 2020). Os trabalhos acadêmicos podem contribuir para esse objetivo investigando estratégias para tornar a produção de matrizes cimentícias mais sustentáveis.

A utilização de matérias-primas provenientes de resíduos de plantas e materiais obtidos com pouco esforço e sem a necessidade de mão de obra qualificada oferece diversos benefícios ambientais e econômicos. Recentemente, o uso de materiais naturais como substituto de materiais industriais é considerado um material ecologicamente correto para diversas obras (Elbehiry et al., 2020).

A redução dos danos causados ao meio ambiente e suas propriedades específicas são as principais causas que atraem o interesse do pesquisador por compósitos de fibras naturais. Bem como a produção de baixo custo, o menor consumo de energia, a disponibilidade, a biodegradabilidade e a baixa densidade. Além das fibras de pseudocaule de bananeira, uma variedade de fibras naturais estão disponíveis na natureza e já vem sendo estudadas como reforço na matriz cimentícia, como a lã, sisal e coco (Sood et al., 2018).

5. Conclusão

Os resultados mostram que o uso de fibras naturais de pseudocaule de bananeira tem grande potencial de uso como reforço de matrizes cimentícias. A utilização de fibras naturais em geral, aplicadas como reforço em matrizes cimentícias é um tema de pesquisa que vem ganhando cada vez mais atenção entre profissionais, especialmente com foco na análise de propriedades mecânicas das matrizes desenvolvidas.

No trabalho, verificou-se que as matrizes desenvolvidas utilizando fibras naturais de pseudocaule de bananeira apresentam aumento no desempenho com relação as propriedades de resistência à compressão, resistência à flexão, ductilidade, resistência ao impacto e condutividade térmica.

Embora a viabilidade técnica seja a principal protagonista na literatura analisada, alguns autores destacam as implicações da utilização das fibras naturais na redução da quantidade de resíduos nos aterros e a preservação das matérias-primas. A grande maioria dos artigos analisados adotou a abordagem de estudo experimental, principalmente investigando as propriedades mecânicas das matrizes desenvolvidas.

A análise permitiu observar que na maioria das vezes a investigação da fibra de pseudocaule de bananeira como reforço, sempre está conjunta com outros tipos de fibras naturais ou adições à matriz cimentícia desenvolvida, isso devido a intenção de proporcionar um material o mais adequado possível à sua utilização, além de sustentável.

Dessa forma, tendo em vista a relevância da indústria da construção civil e, por consequência, dos materiais utilizados visando a sustentabilidade, é reconhecida que a utilização de fibras de pseudocaule de bananeira é uma lacuna de grande potencial a investir, uma vez que poucos estudos realizados já apontam um caminho promissor.

6. Referências

- AKINYEMI, B. A.; DAI, C. Development of banana fibers and wood bottom ash modified cement mortars. **Construction and Building Materials**, v. 241, 2020.
- DHAWAN, A. et al. Evaluation of mechanical properties of concrete manufactured with fly ash, bagasse ash and banana fibre. **Materials Today: Proceedings**, n. xxxx, p. 6–11, 2020.
- ELBEHIRY, A. et al. Performance of concrete beams reinforced using banana fiber bars. **Case Studies in Construction Materials**, v. 13, 2020.
- HAMDAOUI, O. et al. Thermal and mechanical properties of hardened cement paste reinforced with Posidonia-Oceanica natural fibers. **Construction and Building Materials**, v. 269, p. 1–12, 2020.
- IGE, O.; DANSO, H. Physico - mechanical and thermal gravimetric analysis of adobe masonry units reinforced with plantain pseudo-stem fibres for sustainable construction. **Construction and Building Materials**, n. xxxx, 2020.
- MERLI, R. et al. Recycled fibers in reinforced concrete: A systematic literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 248, 2020.
- OLIVEIRA, M. S. DE. Desenvolvimento e caracterização de telhas cimentícias reforçadas com tecido de fibras vegetais da amazônia. p. 118, 2017.
- POONGODI, K. et al. Strength properties of hybrid fibre reinforced quaternary blended high performance concrete. **Materials Today: Proceedings**, n. xxxx, 2020.

POONGODI, K.; MURTHI, P. Impact strength enhancement of banana fibre reinforced lightweight self-compacting concrete. **Materials Today: Proceedings**, v. 27, p. 1203–1209, 2020.

POONGODI, K.; MURTHI, P.; GOBINATH, R. Evaluation of ductility index enhancement level of banana fibre reinforced lightweight self-compacting concrete beam. **Materials Today: Proceedings**, n. xxxx, p. 0–5, 2020.

SCIENCEDIRECT. **ScienceDirect A plataforma líder de literatura revisada por pares para o avanço de sua pesquisa**. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/>>. Acesso em: 3 jan. 2021.

SOOD, M.; DWIVEDI, G. Effect of fiber treatment on flexural properties of natural fiber reinforced composites: A review. **Egyptian Journal of Petroleum**, v. 27, n. 4, p. 775–783, 2018.

TIAN, H. et al. Mechanical behaviours of green hybrid fibre-reinforced cementitious composites. **Construction and Building Materials**, v. 95, p. 152–163, 2015.