

ESTUDO DE TRAÇOS DE ARGAMASSAS CIMENTÍCIAS COM A ADIÇÃO DE FIBRAS COCO (COCOS NUCIFERA)

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.III-025>

Christian Souza Barboza (*), Agleison Ramos Omidó, Andressa Ponse Santos, Matheus Rodrigues Pereira do Nascimento, Gabriel Borges da Silva

* Universidade Federal da Grande Dourados, christianbarboza@ufgd.edu.br

RESUMO

A busca de materiais construtivos de origem renovável em substituição aos materiais não renováveis, teve uma abordagem abrangente nos últimos anos pela comunidade acadêmica em relação à incorporação de fibras naturais como elementos de reforço em compósitos cimentícios, devido à alta disponibilidade, ao baixo custo de extração, produção da maioria destas fibras naturais e por contribuir com a sustentabilidade. Porém, mesmo com a mitigação de impactos ambientais com o uso de fibras naturais em alternativa ao uso de fibras sintéticas como as poliméricas, mais difundidas e utilizadas por toda cadeia produtiva da construção civil no aumento de resistência à tração nestes compósitos, na literatura há falta de estudos relacionados ao desempenho físico-mecânico de fibras de coco quando adicionados em argamassas cimentícias. Diante deste cenário, o presente trabalho tem por objetivo analisar o comportamento físico e mecânico de argamassas de cimento Portland reforçadas com fibras de coco (Cocos nucifera). Para tanto, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, buscando se obter parâmetros físicos e mecânicos de outros trabalhos que auxiliaram na definição dos valores iniciais utilizados para a realização de ensaios laboratoriais com os materiais estudados, bem como, o arcabouço técnico envoltório ao tema investigado. Na segunda fase da pesquisa, realizou-se ensaios físicos e mecânicos caracterizando argamassas, nos estados fresco e endurecido, com diferentes concentrações de fibras de coco (3, 5 e 7%) em comparação com um traço de argamassa sem a adição de fibras, adotado com referência (0%). Os resultados demonstraram que, no estado fresco, a consistência ideal é dada pela faixa de espalhamento medida por meio do ensaio de mini tronco de cone de 160-180mm. No estado endurecido, observou-se que as argamassas com adições de fibras tiveram resistências à compressão menores do que a argamassa de referência, em média 2,0 MPa a menos. Porém, o oposto foi verificado para as resistências à tração aos 7 dias, sendo que o traço com 5% de adição de fibras atingiu uma resistência 35% superior ao traço de referência. A partir da síntese dos resultados obtidos, se verificou o potencial da incorporação das fibras de coco para a utilização em argamassas cimentícias, sendo que a sua utilização melhorou significativamente o comportamento à tração dos traços analisados, característica bastante desejada para estes materiais.

Compósitos Cimentícios, Economia Circular, Materiais alternativos

INTRODUÇÃO

Com a evolução das pesquisas e desenvolvimento de polímeros, com a utilização destes materiais em praticamente toda as indústrias e sub cadeias produtivas, a construção civil, à exemplo dos demais setores de transformação passa, cada vez mais, a utilizar estes materiais em seus produtos. Especialmente para materiais cimentícios, a produção de compósitos que aliem a capacidade de durabilidade, resiliência estrutural e elevada resistências aos esforços de tração às potencialidades de concretos e argamassas correntes, tais como, altas resistências à compressão, fragilidade, boa resistência à ataques químicos e outros, impulsionou o interesse do mercado e centros de pesquisa para a utilização destes materiais para a criação de compósitos alternativos.

Em contrapartida, as discussões acerca dos impactos ambientais das atividades produtivas, evidencia que a construção civil deve preocupar-se também sobre como o seu desenvolvimento e expansão está impactando o planeta e, neste sentido, a adoção utilização métodos que contabilizam como a produção de materiais construtivos contribuem para a degradação dos ecossistemas desde a sua fase produtivo até o seu desuso é relevante. Nesta lógica, para o alcance de horizontes mais sustentáveis, especificamente para materiais construtivos, a utilização de sub materiais, como os poliméricos – oriundos de petróleo, de origem não renovável não se apresenta como uma boa saída.

Neste cenário, volta-se o olhar para técnicas milenares de construção, que utilizam, em sua maior parte de recursos renováveis e de grande oferta, tais como o uso de fibras naturais para reforço de materiais frágeis, tais como em um primeiro momento os de matrizes de solo, passando pelo concreto romano e, nas últimas décadas, os materiais que usam o Cimento Portland como o seu principal aglomerante. Segundo Toledo Filho et al (1997), a utilização de resíduos de materiais sem valor agregado obtidos a partir de fontes renováveis como as fibras naturais, oferecem a possibilidade de combinar técnicas de construção tradicionais com elementos não convencionais.

O interesse em substituir fibras sintéticas por fibras de origem vegetal é crescente, especialmente as provenientes de vegetais que possuem abundância em regiões com as condições bioclimáticas semelhantes ao Brasil (VILPERT e ANTUNES, 2018). Devido ao seu baixo custo de produção e disponibilidade, as fibras naturais possuem grande destaque na produção de compósitos cimentícios reforçados, principalmente em países em desenvolvimento (SAVASTANO, 2003).

Pesquisas sobre novas soluções construtivas utilizando fibras naturais estão em ascensão globalmente, principalmente em países como o Brasil, Estados Unidos e Índia. Sendo o Brasil um dos principais centros de pesquisa nessa área, com apoio tanto de agências de financiamento quanto de centros de pesquisa dedicados a essa temática. Este cenário, observado ao longo das últimas duas décadas, se apresenta como principal justificativa para o grande potencial de produção de materiais constituídos com fibras naturais nestas regiões (BARBOZA et al., 2020).

As fibras naturais quando utilizadas como reforços em matrizes cimentícias, podem contribuir para o aumento da resistência mecânica de compósitos, promovendo uma otimização da ligação das partículas através distribuição da energia absorvida, evitando a dissipação de trincas (CARVALHO et al., 2015).

De acordo com Lacerda e Leitão (2021) há uma intensa produção de resíduos naturais nas cidades brasileiras, especialmente as litorâneas, pelo descarte inadequado de cascas de coco verde, produto de ampla comercialização e aceitação de mercado por todo o território nacional. O coco, após consumido se torna passivo ambiental, poluindo mananciais, áreas de várzea, praias e mangues. As cascas deste fruto, onde há uma maior concentração de fibras, são descartadas sem uma destinação correta (SILVEIRA, 2008). Porém, segundo Lacerda e Leitão (2021), há um grande potencial, seguindo-se a lógica de uma economia circular, para a criação de um novo setor industrial ligado ao beneficiamento destes resíduos sólidos, contribuindo com a geração de riquezas a partir do que seria passivo, em um modelo de desenvolvimento baseado em uma economia linear.

Neste contexto, a indústria da construção civil se apresenta como uma alternativa favorável para o reaproveitamento desse resíduo por meio da aplicação das fibras de coco em compósitos cimentícios (CARNEIRO, 2010). Os materiais cimentícios, especialmente as argamassas por não apresentarem grandes exigências estruturais, na maior parte dos casos, possuem grande potencial de incorporação de fibras de coco (recicladas) em suas composições. De acordo com Papayianni et al. (1995), as argamassas se distinguem em três tipos: argamassa para o revestimento de pavimentos, argamassa para reboco e argamassa estrutural. As argamassas com funções de reboco e revestimento de pavimentos não possuem muitas exigências quanto à resistência, diferente da argamassa estrutural, menos utilizada (SAKIR et al., 2020).

Segundo Darsana et al. (2016), as propriedades físicas e mecânicas do compósito analisado de cimento Portland com adição de fibras de coco, como módulo de ruptura na compressão e ductilidade, tiveram resultados superiores em relação ao de referência sem adição desta fibra, observando-se também trincas menos acentuadas nos compósitos onde não há o reforço de fibra de coco.

Sabendo-se que fibras de coco quando utilizadas como reforço em compósitos cimentícios, demonstra um dos maiores valores de alongamento na ruptura dentre as fibras naturais, de 13,70 a 41%, quando comparado ao da fibra sintética de polipropileno, 22,30 a 26%, além de apresentarem uma resistência à tração de até 251,9 MPa (TOLEDO FILHO et al., 1997).

Há porém, ao se analisar a literatura da área, uma falta de trabalhos que avaliem o comportamento de compósitos de Cimento Portland, especialmente para as argamassas cimentícias, quanto às suas características físicas e mecânicas, fundamentais para a sua utilização em edifícios e edificações, produtos da construção civil.

OBJETIVOS

Analisar o comportamento físico e mecânico de argamassas de cimento Portland reforçadas com fibras de coco (Cocos nucifera).

METODOLOGIA

O presente trabalho se embasa na revisão de parâmetros por meio de buscas sistemáticas na literatura, para a realização de estudo de traços com diferentes percentuais de fibras orgânicas em argamassas cimentícias, sendo elas extraídas de matriz orgânica: Coco (Cocos nucifera).

De modo geral, o fluxograma esquemático das etapas metodológicas desta pesquisa é apresentado na Figura 1, sendo a principal fonte de consulta de publicações acadêmicas nesta temática, a base de dados e gerenciador de periódicos Web of Science (WOS), além do mecanismo de busca virtual Google Scholar e bibliografias impressas.

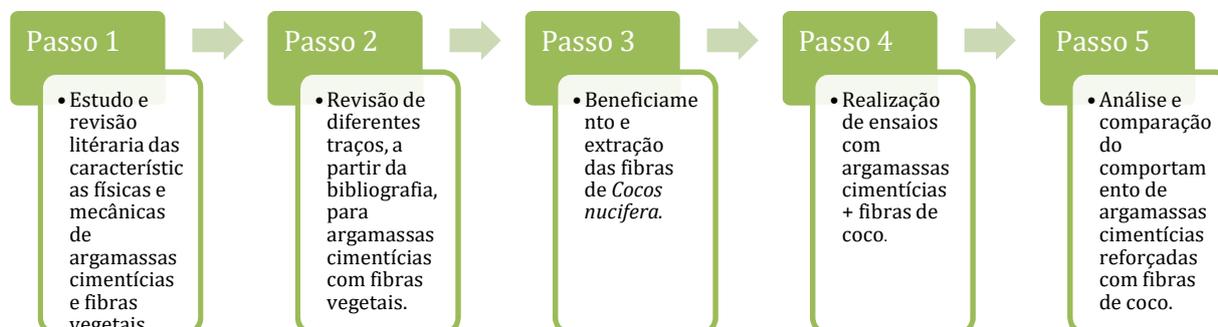


Figura 1: Fluxograma sintético das etapas metodológicas deste trabalho. Fonte: Autores, 2023.

Para a realização dos passos 1 e 2 (Figura 1), os estudos foram direcionados à seleção de palavras-chaves relacionadas ao tema de interesse, sendo “Argamassas Cimentícias”, “Argamassas Estruturais”, “Fibras Orgânicas”, com o intuito da busca e estudo de trabalhos relacionados às interações físicas e mecânicas destes materiais. Na sequência, de forma a encontrar referências mais específicas relacionadas ao tema do presente estudo, foi selecionado as seguintes palavras-chaves, relacionadas às fibras orgânicas objeto do presente: “Compósitos Cimentícios”, “Argamassas Reforçadas com Fibras Sintéticas”, “Compósitos Reforçados com Fibras de Coco” e “Concretos Reforçados”.

Em seguida, foi realizada a revisão literária, com intuito de analisar os resultados das propriedades físicas e mecânicas das fibras orgânicas de coco na argamassa, bem como os traços a serem utilizados, com maiores potenciais para aplicabilidade em argamassas cimentícias que atendem as características mínimas para a aplicação em peças estruturais.

No passo 3, foi realizada a extração das fibras da matriz orgânica coco (*Cocos nucifera*), através da separação e retirada do mesocarpo do fruto - parte fibrosa. Para a retirada das fibras, o material foi dividido de 4 a 8 partes, seco ao sol e posteriormente processado mecanicamente por meio de um triturador do tipo forrageiro.

Para a realização do estudo de traços, seguiu-se as etapas metodológicas conforme fluxograma esquemático do planejamento experimental para o estudo de traço (Figura 2).

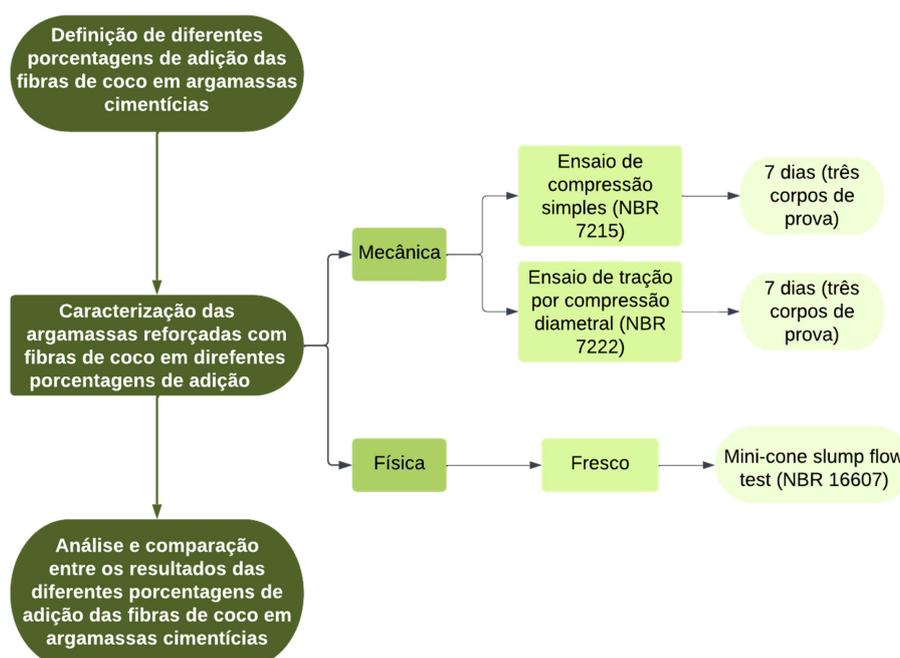


Figura 2: Fluxograma sintético do planejamento experimental para estudo de traço de argamassas cimentícias com adição de fibras naturais. Fonte: Autores, 2023.

Por fim, aferiu-se a atenção os limites mínimos das suas características físicas e mecânicas, para sua utilização em comparação com fibras sintéticas utilizadas comumente na construção civil, na substituição de fibras de aço ou armaduras presentes em estruturas feitas a partir de materiais cimentícios.

RESULTADOS

Características físicas e mecânicas das fibras de Cocos Nucifera

Conforme descrito por Ali et al. (2012), a faixa ideal do tamanho das fibras de coco é entre 25 e 50 mm. A partir da medição dos comprimentos e diâmetros de uma amostra contendo 50 fibras, foram obtidos os seguintes valores médios de 35,64 mm para o comprimento e 0,27 mm para o diâmetro, valores dentro do intervalo adequado.

Toledo Filho et al. (1997), caracterizou as fibras de coco utilizadas para matérias cimentícios com os seguintes parâmetros:

- Absorção de água na saturação (%) = 85 a 135
- Alongamento na ruptura (%) = 13,70 a 41,00
- Resistência à tração (MPa) = 108,26 a 251,90

Caracterização das argamassas analisadas

Segundo Maier et al. (2020), é observada uma tendência na contenção do desenvolvimento de trincas nas amostras de argamassas cimentícia com adição de fibras de bambu com dimensões entre 300 µm a 500 µm, adicionadas na proporção de 4, 6 e 8% da massa total do traço. Já para Ali et al. (2012), as melhores propriedades mecânicas foram observadas com a adição de 5% de fibra de coco em relação à massa de cimento em corpos de prova de concreto, com o comprimento nominal das fibras de aproximadamente 50mm, comparado aos teores de 1, 2 e 3%, cujos comprimentos são respectivamente 25, 50 e 75 mm.

Para este trabalho foram utilizados os traços para as argamassas, conforme Tabela 1.

Traço	Partes de Cimento	Partes de Agregado miúdo	Percentual de adição de fibra
AFC_REF	1	3	0
AFC_3	1	3	3%
AFC_5	1	3	5%
AFC_7	1	3	7%

Tabela 1. Traços utilizados para o estudo de traço. Fonte: Autores, 2023.

Avaliação dos índices de consistência

A consistência das argamassas em estado fresco é um importante parâmetro a ser analisado, pois, este tem influência direta no tipo de uso, percentual de preenchimento, resistências iniciais e finais, além das características físicas das argamassas cimentícias produzidas (CARASEK et al., 2016).

Para o presente trabalho, verificou-se que, para a proposta de utilização das argamassas a consistência ideal se deu à um diâmetro de espalhamento na faixa compreendida entre 160 à 180mm para o ensaio de mini tronco de cone NBR 16607 (ABNT, 2017).

Parâmetros físicos e mecânicos para argamassas reforçadas com fibras naturais

A avaliação dos parâmetros físicos e mecânicos das argamassas cimentícias se dá principalmente pela avaliação do comportamento destas nos seus estados frescos e endurecidos, sendo que, estes parâmetros dão um bom indicio de como eles elementos construtivos se comportarão quando aplicados em uma determinada estrutura espacial.

Para as argamassas analisadas, verifica-se a partir da Figura 3 as resistências características à compressão, realizada para corpos de prova com 7 dias de idade.

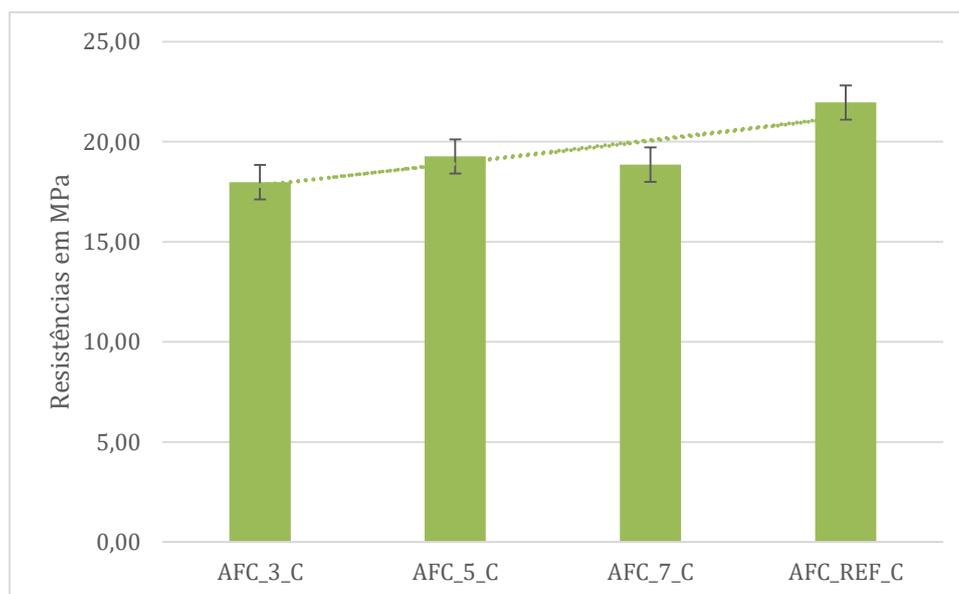


Figura 3: Resistência à compressão aos 7 dias de cura para as argamassas de referência e com adição de fibras em diferentes percentuais. Fonte: Autores, 2023.

Concordando com a literatura revisada (TOLEDO FILHO et al., 1997), verifica-se por meio da Figura 3, que a argamassa de referência (AFC_REF_C) apresentou as maiores resistências características, em comparação com as demais aonde havia a inserção de percentuais de fibras naturais inseridas. Já entre as argamassas com fibras, as com 5% apresentaram os melhores comportamentos sendo que as suas resistências foram 12% menores que a de referência e 2% maior do que as resistências das argamassas com a adição de 7% de fibras.

Observa-se que o ganho de resistências à compressão não está linearmente relacionado ao aumento ou diminuição dos percentuais de fibras naturais nos traços, sendo que, para a amostra analisada o percentual de 5% de adição apresentou os melhores valores, porém, abaixo da argamassa de referência.

O comportamento das argamassas à tração é apresentado na Figura 4.

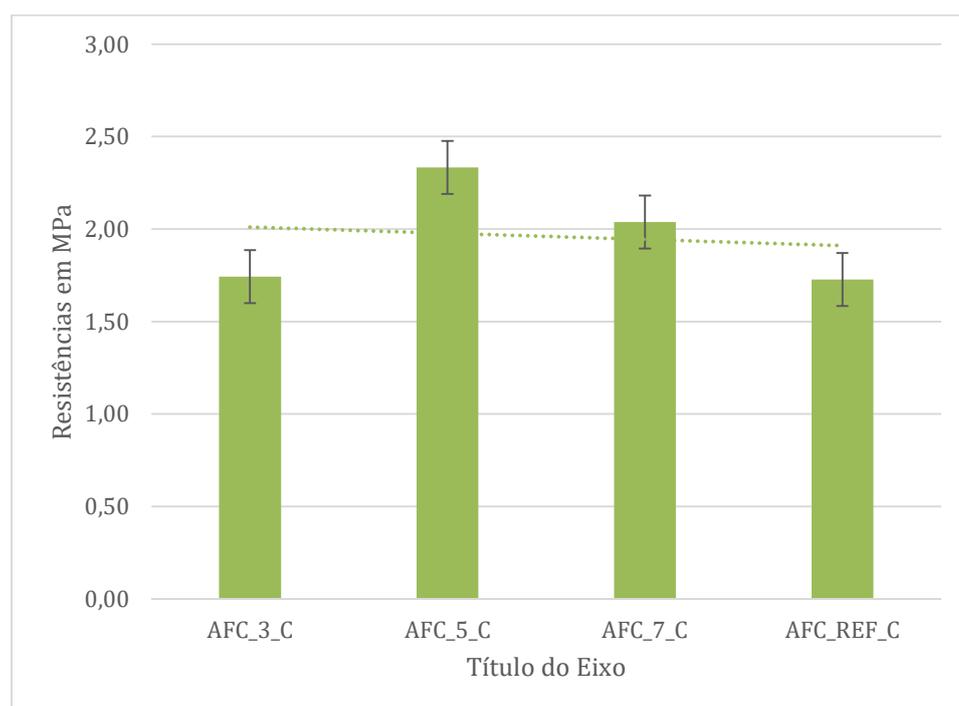


Figura 4: Resistência à tração aos 7 dias de cura para as argamassas de referência e com adição de fibras em diferentes percentuais. Fonte: Autores, 2023.

A partir da Figura 4, se verifica que a adição de fibras a matrizes cimentícias contribui para o aumento de resistências mecânicas à tração, sendo que o traço com a adição de 5% de fibras de coco apresentou resistência uma resistência 35% superior ao traço de referência e, ainda, quanto maiores foram os percentuais de inserção de fibras, maiores foram as resistências observadas.

CONCLUSÕES

A partir do presente trabalho, verificou-se que a inserção de fibras naturais em matrizes de Cimento Portland interfere diretamente nas propriedades das argamassas, tanto em seu estado fresco como no endurecido. Para as resistências finais, tanto à tração como à compressão as amostras com 5% de adição apresentaram os melhores resultados, sendo que, para tração estas apresentaram valores maiores (2,33MPa) que o traço referência (1,73MPa) e para compressão, valores menores (19,26MPa) do que o traço sem adições (21,96MPa).

Estudos complementares necessitam ser realizados, mas, os presentes resultados apontam que a incorporação de fibras naturais em argamassas pode ser uma importante solução para a destinação destes resíduos sólidos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) pelo fomento à pesquisa através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e pelo apoio fornecido ao longo deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALI, M.; LI, Xiaoyang; CHOUW, N. **Experimental investigations on bond strength between coconut fibre and concrete**, Materials and Design, v.44, p.596-605, 2013.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16607: **Cimento Portland — Determinação dos tempos de pega**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ufgd.edu.br>. Acesso em: 06/08/2023.
3. CARASEK, Helena; ARAÚJO, Renato Costa; CASCUDO, Oswaldo; ANGELIM, Renato. **Parâmetros da areia que influenciam a consistência e a densidade de massa das argamassas de revestimento Sand parameters influencing the consistency and bulk density of renderings mortars**. [S. l.], p. 714–732, 2016.
4. CARVALHO, A. C. **Fabricação e caracterização de compósitos à base de resina epóxi e fibras de bananeira**. UFSJ, 2015.
5. DARSANA, P. R. A.; ANU, J.; ARAKKAL, J.; BINURAJ, P. R., JITHIN, S. **Development of Coir-Fibre Cement Composite Roofing Tiles**. Elsevier, 2016.
6. LACERDA, Monique Silva; LEITÃO, Fabrício Oliveira. **DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA ECONOMIA CIRCULAR: O CASO DOS RESÍDUOS DO COCO VERDE/Challenges and opportunities of the circular economy: the case of green coconut residues**. Informe Gepec, v. 25, n. 2, p. 164-181, 2021
7. PAPAYIANNI, I.; KARAVEZIROGLOU, M.; ATHANASSIOU, F.; GEORGISOUDI, K.; REVITHIADOU, K. **Mortars used for intervention in archaeological site of Ancient Olynthos**. Trans. Built Environ. 1995.
8. MAIR, M.; JAVADIAN, A.; SAEIDI, N.; UNLUER, C.; TAYLOR, H. K.; OSTERTAG, C. P. **Mechanical Properties and Flexural Behavior of Sustainable Bamboo Fiber-Reinforced Mortar**. Appl. Sci, 2020.
9. SAKIR, S.; RAMAN, S.; SAFIUDDIN, M.; KAISH, A.; MUTALIB, A. **Utilization of By-Products and Wastes as Supplementary Cementitious Materials in Structural Mortar for Sustainable Construction**. 2020.
10. SAVASTANO Jr., H. **Viabilidade Do Aproveitamento De Resíduos De Fibras Vegetais Para Fins De Obtenção De Material De Construção**. Elsevier, 2003.
11. Toledo Filho, R. D.; England, G. L.; Ghavami, K. **Comportamento em compressão de argamassas reforçadas com fibras natu- rais**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, v.1, p.79-88, 1997.

12. VILPERT, G.; ANTUNES, E. **Telha de Concreto: Adição de Fibra Derivada de Bagaço de Cana-de-Açúcar**. 2018. 19p. Univ. do Extremo Sul Catarinense -UNESC, Criciúma.
13. WEB OF SCIENCE. Disponível em: <[http://apps.webofknowledge.ez50.periodicos.capes.gov.br/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=8Fywb6IZj1Fx9uFWY5F&preferencesS](http://apps.webofknowledge.ez50.periodicos.capes.gov.br/WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID=8Fywb6IZj1Fx9uFWY5F&preferencesSaved=>)>. Acesso em: 06/08/2023.