

## **ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO TEOR DE FIBRAS VEGETAIS NAS PROPRIEDADES DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO**

### *ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF VEGETABLE FIBER CONTENT ON THE PROPERTIES OF RENDERING MORTARS*

Aramys Júlio da Silva Montenegro <sup>1</sup>; Yasmin Victória Ribeiro Araújo <sup>2</sup>; Livia Maria Guimarães Gonçalves <sup>3</sup>; Mariana Souza e Silva <sup>4</sup>; Rodrigo Cesar Pierozan <sup>5</sup>; Valéria Costa de Oliveira <sup>6</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia Civil | [aramys.montenegro@estudante.ifro.edu.br](mailto:aramys.montenegro@estudante.ifro.edu.br) | IFRO | Porto Velho, Brasil; <sup>2</sup>Graduando em Engenharia Civil | [yasminvicra14@gmail.com](mailto:yasminvicra14@gmail.com) | IFRO | Porto Velho, Brasil; <sup>3</sup>Graduando em Engenharia Civil | [liviamaerialola@gmail.com](mailto:liviamaerialola@gmail.com) | IFRO | Porto Velho, Brasil; <sup>4</sup> Graduação em Engenharia Civil | [marianases.arq@hotmail.com](mailto:marianases.arq@hotmail.com) | UFTPR | Campo Mourão, Brasil; <sup>5</sup> Doutor em Geotecnia / [rodrigopierozan@uftpr.edu.br](mailto:rodrigopierozan@uftpr.edu.br) / UFTPR / Campo Mourão, Brasil; <sup>6</sup> Doutora em Engenharia Civil | [valeria.oliveira@ifro.edu.br](mailto:valeria.oliveira@ifro.edu.br) | IFRO | Porto Velho, Brasil.

#### **Resumo:**

As fibras vegetais minimizam as fissuras em argamassas. Este trabalho tem como objetivo avaliar o teor crítico de incorporação das fibras vegetais de sisal e tucumã em argamassas de revestimento. A metodologia adotada consistiu em um programa experimental que produziu argamassas com fibras de sisal e tucumã nos teores de 1,5%, 2,0% e 3,0% em relação à massa do cimento. A adição de fibras resultou na redução da densidade de massa no estado fresco e no aumento do teor de ar incorporado nas argamassas. Os resultados demonstraram que as argamassas com 1,5% de fibras apresentaram aumento da resistência à tração na flexão, enquanto os teores de 2,0% e 3,0% promoveram redução dessa propriedade mecânica. Em relação à absorção de água por capilaridade, observou-se que o teor de fibras influencia diretamente a porosidade da argamassa. Teores mais elevados, especialmente com a fibra de tucumã, aumentaram a absorção de água, comprometendo o desempenho quanto à durabilidade. Em contrapartida, a adição de 1,5% de fibras reduziu a absorção em comparação à argamassa de referência, configurando-se como a dosagem mais adequada para aplicações em revestimentos.

#### **Palavras-chave:**

*Fibras Vegetais de Sisal; Fibras Vegetais de Tucumã; Reforço; Argamassa; Sustentabilidade.*

#### **Abstract:**

Plant fibers minimize cracks in mortars. This study aims to evaluate the critical incorporation rate of sisal and tucumã plant fibers in coating mortars. The methodology adopted consisted of an experimental program that produced mortars with sisal and tucumã fibers at levels of 1.5%, 2.0% and 3.0% in relation to the cement mass. The addition of fibers resulted in a reduction in the mass density in the fresh state and an increase in the air content incorporated in the mortars. The results showed that mortars with 1.5% fibers presented an increase in flexural tensile strength, while levels of 2.0% and 3.0% promoted a reduction in this mechanical property. Regarding water absorption by capillarity, it was observed that the fiber content directly influences the porosity of the mortar. Higher levels, especially with tucumã fiber, increased water absorption, compromising durability performance. In contrast, the addition of 1.5% fibers reduced absorption compared to the reference mortar, making it the most appropriate dosage for coating applications.

#### **Keywords:**

*Sisal Plant Fibers; Tucumã Plant Fibers; Reinforcement; Mortar; Sustainability.*

## 1. INTRODUÇÃO

Considerando que a argamassa é um dos materiais mais utilizados na construção civil — empregada em assentamentos, revestimentos e rejuntamentos — devido à sua capacidade de aderência e resistência mecânica (Carasek, 2007), este artigo propõe a adição de fibras de origem vegetal, materiais de fácil acesso e com potencial para atuarem como agregados que contribuem para o aumento da resistência da matriz.

As fibras de tucumã, derivadas da palmeira amazônica *Astrocaryum aculeatum*, têm ganhado destaque como material alternativo de reforço, especialmente por sua ampla disponibilidade regional e potencial de aplicação em soluções sustentáveis (Barbosa *et al.*, 2025). As fibras de sisal, por sua vez, são extraídas da *Agave sisalana*, planta nativa das regiões semiáridas do Nordeste brasileiro, tradicionalmente utilizadas na fabricação de fios, cordas e mantas.

As fibras vegetais desempenham um papel relevante na proteção ambiental e no desenvolvimento sustentável das sociedades modernas, por serem materiais biodegradáveis e possuírem propriedades dúcteis. No entanto, apesar dessas vantagens, a influência do teor de fibras no desempenho mecânico e na durabilidade de argamassas de revestimento ainda é uma questão em aberto na literatura técnica.

Dessa forma, o objetivo deste estudo é avaliar o teor percentual crítico de incorporação de fibras vegetais em argamassas de revestimento. Para isso, buscou-se caracterizar as argamassas produzidas com fibras vegetais nos teores de 1,5%, 2,0% e 3,0% sobre a massa do cimento, no estado fresco; determinar a resistência à tração na flexão das argamassas; e analisar a absorção de água por capilaridade em função da variação do teor de fibras incorporadas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

A região amazônica brasileira é reconhecida por sua rica biodiversidade (Alelvan *et al.*, 2023; Stegmann *et al.*, 2024). No entanto, é essencial promover uma bioeconomia sustentável na região, aplicando tecnologias verdes para o desenvolvimento de produtos com valor agregado (Chai *et al.*, 2023; Feng *et al.*, 2024; Freitas *et al.*, 2024). Essa abordagem visa impulsionar as economias locais, estimular o desenvolvimento regional e contribuir para a mitigação das emissões de carbono (Bousfield *et al.*, 2022).

A crescente preocupação com os impactos ambientais e com a saúde humana tem impulsionado a busca por métodos construtivos mais sustentáveis e inovadores, sem comprometer a qualidade das edificações (Picanço, 2007). Considerando que o setor da construção civil é um dos maiores geradores de resíduos, tem-se buscado estratégias para aumentar a durabilidade e o desempenho das construções. Nesse contexto, a adição de fibras vegetais em argamassas configura-se como uma solução de bom custo-benefício, especialmente porque cerca de 10% a 30% dos custos totais de uma obra estão relacionados aos revestimentos (Fiorito, 2003).

De acordo com a ISO/TR 10014 (ABNT, 2000), a gestão da qualidade influencia o desempenho econômico de uma organização tanto no curto quanto no longo prazo. Assim, o uso de fibras vegetais pode ser uma estratégia eficaz não apenas para melhorar as propriedades mecânicas das argamassas, mas também para reduzir a ocorrência de anomalias construtivas. Além disso, o uso dessas fibras promove benefícios sociais e econômicos às comunidades envolvidas em sua produção, contribuindo para a geração de renda de forma sustentável.

Além de melhorar as propriedades mecânicas, a adição de fibras também favorece o acabamento dos revestimentos, reduzindo as manifestações patológicas como fissuras relacionadas à retração da argamassa (Silva, 2011). Nesse contexto, as fibras vegetais se destacam como uma alternativa promissora para agregar valor a recursos locais e promover o desenvolvimento socioeconômico sustentável, especialmente no uso de fibras naturais da Amazônia na construção civil (Khan *et al.*, 2024). Tais fibras têm sido exploradas como materiais de reforço em diferentes matrizes, como cimento (Fu *et al.*, 2024; Gamage *et al.*, 2024), compósitos poliméricos (Azka *et al.*, 2024),

argamassas (Nascimento *et al.*, 2024; Barbosa *et al.*, 2025) e pavimentos asfálticos (Zhao *et al.*, 2024).

Apesar dos avanços científicos, ainda é necessário aprofundar a compreensão sobre o uso de materiais de construção reforçados com fibras vegetais da Amazônia, como as fibras de tucumã e sisal.

As fibras de tucumã, por exemplo, vêm sendo exploradas em aplicações industriais, como produção de biocombustíveis, carvão ativado e elementos de reforço (Machado *et al.*, 2022). Embora seu uso em compósitos poliméricos já seja conhecido (Kieling *et al.*, 2023), há carência de estudos sobre seu desempenho em compósitos cimentícios.

As fibras de sisal, por sua vez, têm potencial para substituir fibras sintéticas em compósitos à base de cimento ou polímeros (Zhang *et al.*, 2024). Sua adição ao concreto altera o modo de ruptura de frágil para dúctil, sendo o tratamento superficial essencial para garantir boa aderência à matriz (Wang *et al.*, 2023). Resultados promissores foram observados nos estudos de Savastano Júnior (2000), que relataram cargas de ruptura superiores a 680 N em ensaios de flexão, além de boa dispersão e aderência na matriz cimentícia.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia seguiu um Programa experimental e foi dividido em materiais e métodos.

#### 3.1 MATERIAIS

As fibras vegetais (Figura 1) utilizadas neste estudo foram adquiridas de duas empresas brasileiras especializadas na produção das fibras de sisal e tucumã. Não foi necessário a aplicação de tratamentos adicionais aos produtos, uma vez obtidos em forma de carretel. O procedimento realizado antes do corte das fibras foi o desfibrilamento das linhas cruzadas produzidas para a comercialização destes materiais.

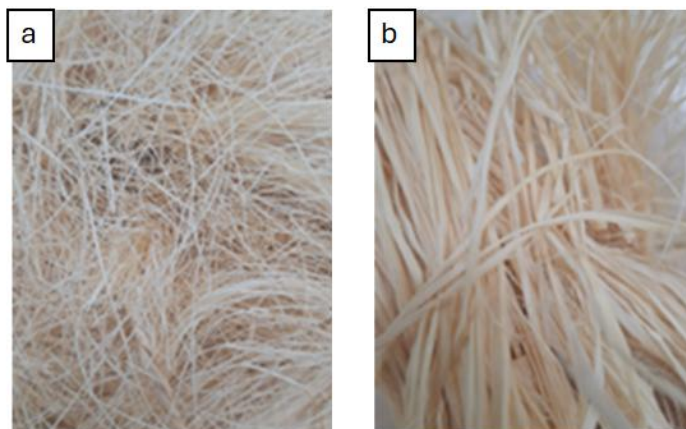


Figura 1: a) Fibras de sisal; b) Fibras de tucumã  
Fonte: Os autores (2025).

Antes de sua incorporação nas argamassas, as fibras foram cortadas manualmente em comprimentos padronizados de  $10 \pm 1$  mm, nas proporções de 1,5%, 2,0% e 3,0% em relação a massa do cimento, utilizando régua e tesouras para garantir a uniformidade dimensional.

O cimento utilizado foi o tipo CP V-ARI. O agregado miúdo apresentou diâmetro máximo característico de 1,18 mm. Para melhorar a trabalhabilidade das argamassas, foi incorporado um aditivo plastificante no percentual de 0,20% sobre a massa de cimento. A dosagem utilizada empregou o método de Selmo (1989). O parâmetro E utilizado foi 5. Desta forma, o traço empregado

para a dosagem das argamassas foi 1:5 (cimento:agregado miúdo) e a relação água aglomerante 0,96 de forma a atender o espalhamento para a argamassa de referência 260±5mm.

### 3.2 MÉTODOS

Inicialmente, os materiais secos (cimento e agregados) foram misturados com o aditivo e a água em um misturador de eixo horizontal. Em seguida, visando manter o mesmo volume-base para a adição dos diferentes teores de fibras, quatro lotes de argamassa foram homogeneizados no equipamento, e as fibras foram posteriormente incorporadas em porções de 2 litros de argamassas, homogeneizadas em um misturador planetário.

Os ensaios no estado fresco foram realizados imediatamente após a produção das amostras. As argamassas foram caracterizadas quanto à consistência, densidade de massa e teor de ar incorporado. Na sequência, foi realizado a moldagem de 6 corpos de prova prismáticos (4cmx4cmx16cm) para os ensaios no estado endurecido, sendo 3 amostras destinadas aos ensaios de resistência à tração na flexão e compressão e 3 corpos de prova para a caracterização quanto a absorção de água por capilaridade. Após 24 horas, os corpos de prova foram desmoldados, iniciando-se o processo de cura. Aos 28 dias, foram realizados os ensaios no estado endurecido, incluindo resistência à tração na flexão e absorção de água por capilaridade, permitindo uma análise detalhada do desempenho das argamassas de revestimento com adição de fibras vegetais.

A absorção de água por capilaridade foi realizada conforme Honório e Carasek (2010). Esse estudo desenvolveu gráficos para o cálculo dos coeficientes angulares das retas ajustadas aos pontos da leitura do ensaio.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, apresenta-se uma análise descritiva e a discussão dos principais resultados, destacando os fatores contribuintes e as implicações das observações experimentais. A Figura 2 apresenta os valores de consistência das argamassas.

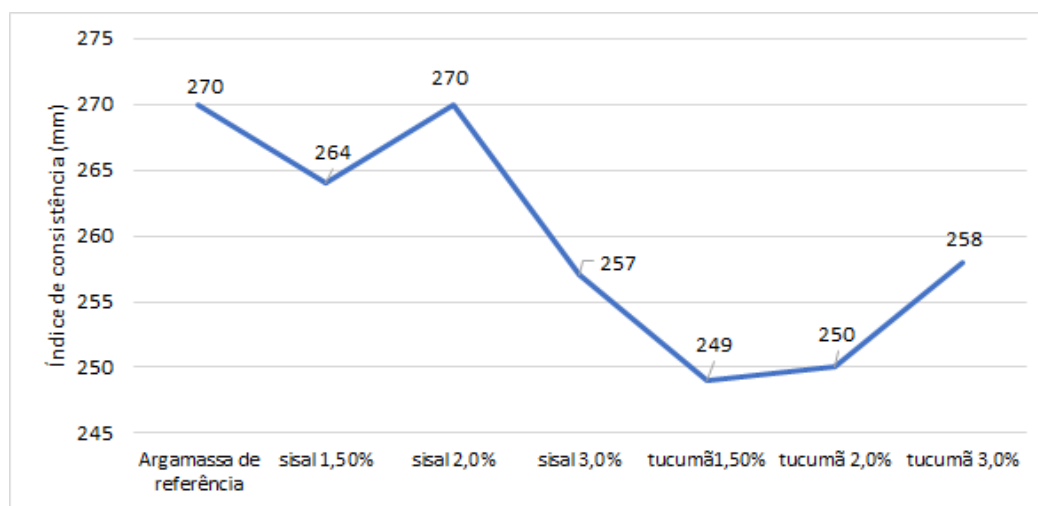


Figura 2: Índice de consistência versus dosagens das argamassas  
Fonte: Os autores (2025).

De acordo com a Figura 2, observa-se que a incorporação de fibras provocou uma diminuição progressiva da trabalhabilidade em comparação à argamassa de referência, com exceção da amostra de argamassa produzida com sisal no percentual de 2,0%. As fibras de tucumã demonstraram uma maior perda de consistência quando comparadas às argamassas produzidas com fibras de sisal. Para o teor de 1,5%, essa redução foi de 2% para as fibras de sisal e de 8% para as fibras de tucumã.

A Figura 3 apresenta os resultados de densidade e teor de ar incorporado das argamassas produzidas com fibras vegetais de sisal e tucumã.

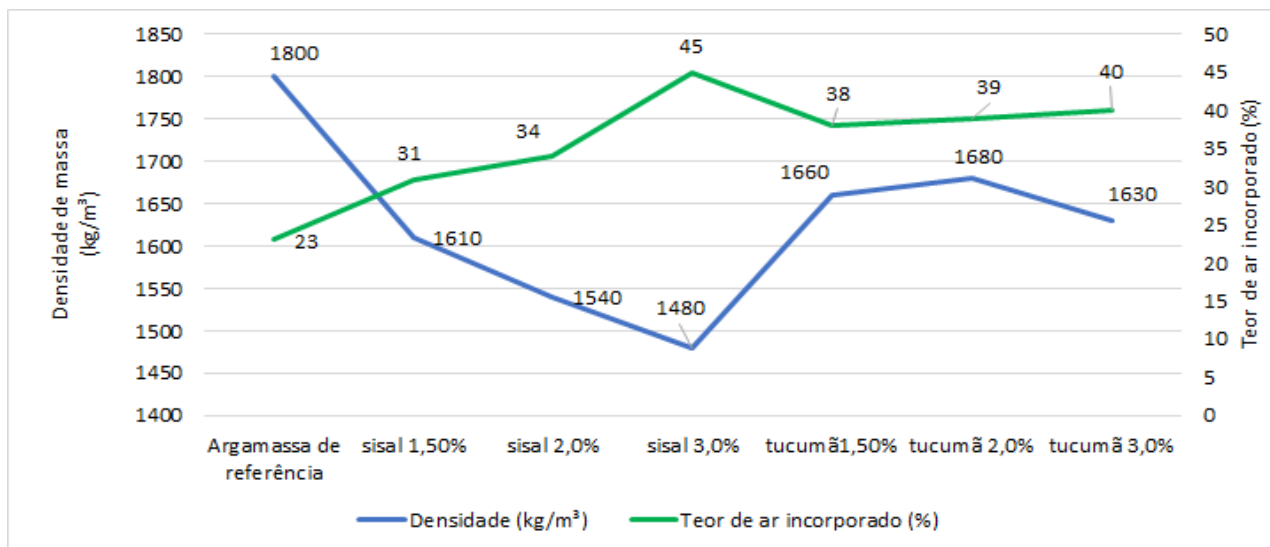


Figura 3: Densidade e teor de ar incorporado *versus* dosagens das argamassas  
Fonte: Os autores (2025).

Verificou-se que a adição de fibras vegetais acarreta uma redução na densidade de massa no estado fresco das argamassas em virtude do maior teor de ar incorporado proporcionado conforme o incremento percentual de fibras. No teor de 3%, as fibras de sisal resultaram em perdas de densidade de até 18%, enquanto as de tucumã ocasionaram redução de até 9%. No teor de 1,5%, as fibras de sisal promoveram redução de 11%, e as de tucumã, de 8%, valor semelhante ao obtido com 3%.

Os comportamentos observados de densidade e teor de ar incorporado são inversamente proporcionais, conforme indicado por Oliveira *et al.* (2020) e Barbosa *et al.* (2025). Demirdag *et al.* (2024) também destacam que a presença de fibras pode ocasionar a formação de cavidades na microestrutura dos compósitos cimentícios, o que justifica a diminuição da densidade e o aumento do teor de ar incorporado.

A Figura 4 ilustra os resultados de resistência à tração na flexão A dosagens das argamassas.

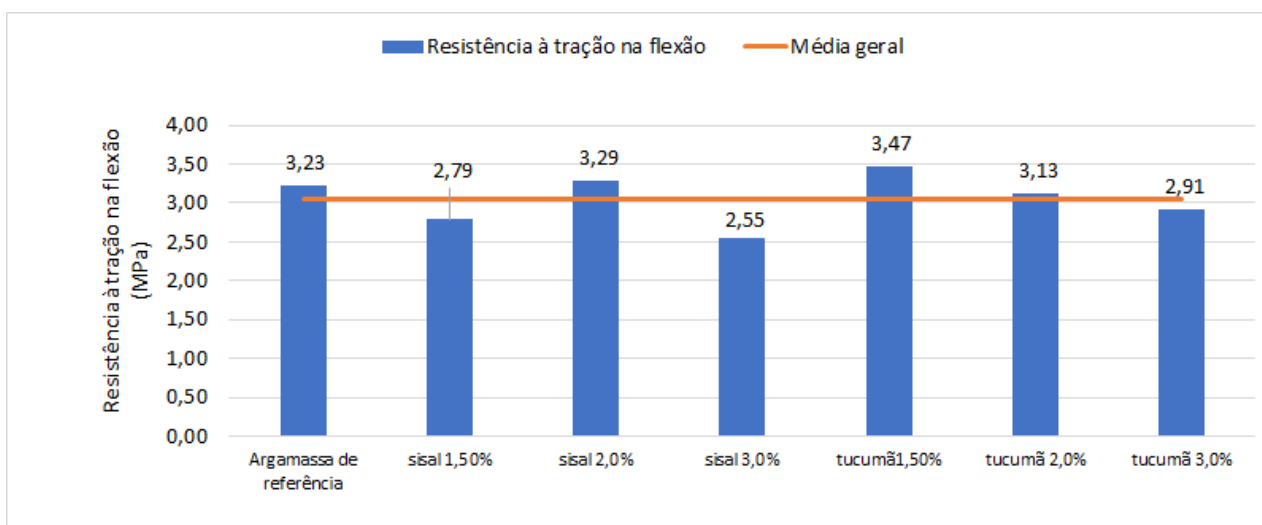


Figura 4: Resistência à tração na flexão *versus* dosagens das argamassas  
Fonte: Os autores (2025).

As argamassas com fibras de sisal a 2% e de tucumã a 1,5% apresentaram melhoria na resistência à tração na flexão. No entanto, para o teor de 1,5% de fibras de sisal, observou-se uma redução de 14% na resistência aos 28 dias. Em contrapartida, o teor de 2% gerou um aumento de 2%, seguido de nova redução ao se empregar 3% de fibras. Destaca-se que a forma de rompimento das argamassas produzidas com fibras gera fissuras imperceptíveis, demonstrando um comportamento mais dúctil enquanto a argamassa referência a falha é frágil.

Islam e Ahmed (2018) observaram que o aumento do teor de fibras pode acarretar reduções progressivas nas propriedades mecânicas, o que foi confirmado nos resultados das argamassas com fibras de tucumã. Nesse caso, o teor de 1,5% proporcionou um aumento de 7% na resistência, enquanto os teores de 2% e 3% resultaram em reduções de 3% e 10%, respectivamente.

Choi (2022) aponta que essa redução pode estar associada à presença de compostos químicos nas fibras naturais, que interferem nos processos de hidratação do cimento. Ainda assim, a adição de fibras atua como reforço discreto, prevenindo falhas repentinas na matriz cimentícia. Quando a tensão de tração excede a capacidade da matriz, as fibras mantêm a estrutura coesa, inibindo rupturas frágeis (Barbosa *et al.*, 2025).

A Figura 5 insere os coeficientes angulares das retas da absorção de água por capilaridade *versus* as dosagens das argamassas estudadas.

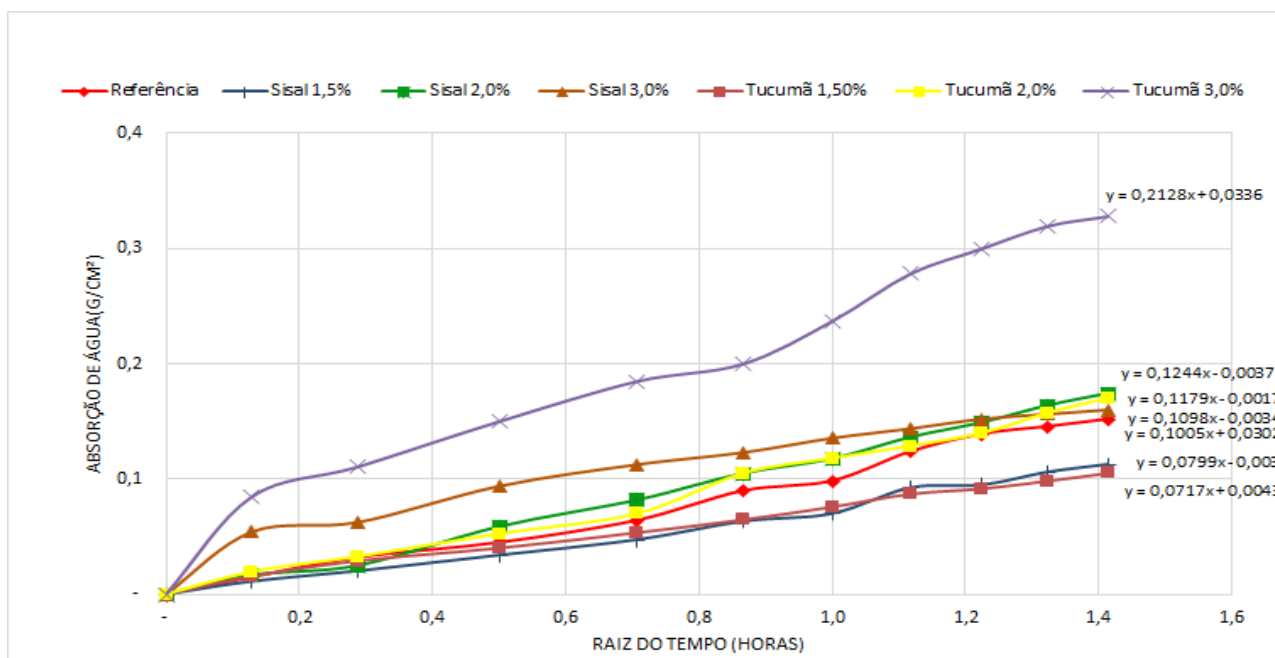


Figura 5: Absorção de água por capilaridade *versus* raiz do tempo.

Fonte: Os autores (2025).

O coeficiente angular do gráfico representa a absorção de água por capilaridade ao longo do tempo. A argamassa de referência apresentou coeficiente angular de 0,1005. As dosagens de argamassas produzidas com 1,5% de fibras apresentaram os menores coeficientes de 0,0717 (tucumã) e 0,0799 (sisal). Já para o teor de 2%, os valores dos coeficientes angulares foram 0,1179 (tucumã) e 0,1244 (sisal). Com 3% de fibras, os coeficientes foram de 0,2128 (tucumã) e 0,1098 (sisal).

Os dados indicam que o aumento do teor de fibras está relacionado ao aumento da absorção de água por capilaridade, especialmente nas dosagens com 2% e 3%, cujos coeficientes foram superiores ao da argamassa de referência e às dosagens com 1,5%. A literatura aponta que a adição de fibras contribui para a formação de porosidades interconectadas, o que favorece a absorção de água (Wang *et al.*, 2016).

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo apontam que a incorporação de fibras vegetais de sisal e tucumã influencia o desempenho das argamassas no estado fresco e endurecido, com efeitos distintos conforme o tipo e o teor de fibra utilizado.

No estado fresco, observou-se redução da trabalhabilidade das argamassas com o aumento do teor de fibras, especialmente com o uso de fibras de tucumã. Entretanto, no teor de 1,5%, as fibras de sisal apresentaram desempenho mais próximo ao da argamassa de referência, indicando melhor compatibilidade com a matriz cimentícia nessa proporção.

A adição de fibras também resultou em redução da densidade aparente, atribuída ao aumento do teor de ar incorporado. Neste aspecto, as fibras de tucumã demonstraram melhor desempenho, mantendo níveis mais elevados de densidade, o que sugere maior coesão da mistura e menor interferência na estrutura da argamassa.

No estado endurecido, destaca-se que a forma de rompimento das argamassas produzidas com fibras gera fissuras imperceptíveis, demonstrando um comportamento mais dúctil enquanto a argamassa referência a falha é frágil. As fibras de tucumã se destacaram quanto à melhoria da resistência à tração na flexão, especialmente no teor de 1,5%, que promoveu ganhos mecânicos em relação à argamassa de referência. Teores percentuais de fibras superiores, entretanto, comprometeram o desempenho mecânico, provavelmente devido ao aumento da porosidade e à interferência nos processos de hidratação do cimento.

Quanto à absorção de água por capilaridade, constatou-se que o acréscimo de fibras aumentou a permeabilidade das argamassas, sobretudo nos teores de 2% e 3%, o que pode impactar negativamente sua durabilidade a longo prazo.

De forma geral, os resultados indicam que a utilização de fibras vegetais da Amazônia, como sisal e tucumã, é uma alternativa viável para reforço de argamassas, desde que utilizados teores adequados. O teor de 1,5% revelou-se o mais eficiente em termos de equilíbrio entre desempenho mecânico, trabalhabilidade e durabilidade. Além dos benefícios técnicos, o uso dessas fibras contribui para o desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva regional, agregando valor a recursos naturais renováveis e promovendo uma construção civil mais ecológica e inclusiva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 10014:2000** - Gestão da qualidade - Diretrizes para obter benefícios financeiros e econômicos. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ALELVAN, G.M., SANTOS, H.N.C., PIEROZAN, R.C., OLIVEIRA, L.K. de. Key Success Factor for the Practical Application of New Geomaterials. **Sustainability**, 15 (17), 12929, 2023.

AZKA, M.A., SAPUAN, S.M., ABRAL, H., ZAINUDIN, E.S., AZIZ, F.A. An examination of recent research of water absorption behavior of natural fiber reinforced polylactic acid (PLA) composites: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, 268(1): 131845, 2024.

BARBOSA, C. E.S.M., KEMP, T. K., DA SILVA, T. R., GONZAGA, L. B. T., RIBEIRO, F. R. C., PIEROZAN, R. C., & DE OLIVEIRA, V. C. Feasibility of Amazonian Natural Fibers as Sustainable Alternatives for Mortar Reinforcement. **Waste and Biomass Valorization**, 1-23, 2025.

BOUSFIELD, C.G., MASSAM, M.R., PERES, C.A., EDWARDS, D.P. Carbon payments can cost-effectively improve logging sustainability in the Amazon. **Journal of Environmental Management**, 314(1): 115094, 2022.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, G. C. (Ed.). *Materiais de Construção Civil*. São Paulo: **Ibracon**, cap. 26, p. 863-904, 2007.

- CHAI, S.Y.W., NGU, L.H., HOW, B.S., CHIN, M.Y., ABDOUKA, K., ADINI, M.J.B., KASSIM, A.M. Review of CO<sub>2</sub> capture in construction-related industry and their utilization. **International Journal of Greenhouse Gas Control**, 119(1): 103727, 2022.
- CHOI, Y.C. Hydration and internal curing properties of plant-based natural fiber-reinforced cement composites. **Case Studies in Construction Materials**, 17(1): e01690, 2022.
- DEMIRDAG, C., NODEHI, M., BIDECCI, A., BIDECCI, O.S., TUNCER, M., GENCEL, O., OZBAKKALOGLU, T. The use of natural (coconut) and artificial (glass) fibers in cement - polymer composites: An experimental study. **Construction and Building Materials**, 412(1): 134895, 2024.
- FENG, Y., HAO, H., LU, H., CHOW, C.L., LAU, D. Exploring the development and applications of sustainable natural fiber composites: A review from a nanoscale perspective. **Composites Part B**, 276(1): 111369, 2024.
- FREITAS, L.C., SANTOS, R.W.S. DOS, REIS, F.R., HAMINIUK, C.W.I., CORAZZA, M.L., MASSON, M.L. Green extraction technologies: A path to the Amazon bioeconomy development. **Trends in Food Science & Technology**, 147(1): 104462, 2024.
- FU, Z., YAO, Y., DUAN, Y., WANG, B., LI, X. Failure mechanism of bonding between natural fiber and cement matrix at high temperature. **Construction and Building Materials**, 412(1): 134724, 2024.
- GAMAGE, N., PATRISIA, Y., GUNASEKARA, C., LAW, D.W., HOUSHYAR, S., SETUNGE, S. Shrinkage induced crack control of concrete integrating synthetic textile and natural cellulosic fibres: Comparative review analysis. **Construction and Building Materials**, 427(1): 136275, 2024.
- HONÓRIO, T.; CARASEK, H. Influência da absorção de água do substrato na resistência superficial de revestimentos de argamassa. In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, 3., 2010, Lisboa. **Anais [...]**. Lisboa, 2010.
- ISLAM, M.S., AHMED, S. J. Influence of jute fiber on concrete properties. **Construction and Building Materials**, 189(1): 768-776, 2018.
- KHAN, F., HOSSAIN, N., HASAN, F., RAHMAN, S.M.M., KHAN, S., SAIFULLAH, A.Z.A., CHOWDHURY, M.A. Advances of natural fiber composites in diverse engineering applications—A review. **Applications in Engineering Science**, 18(1): 100184, 2024.
- KIELING, A.C., NETO, J.C. DE M., PINO, G.G. DEL, SANTOS, M.D. DOS, SANTANA, G.P., SILVA, R.J. DA, PANZERA, T.H., VALENZUELA, M. DAS G. DA S., DÍAZ, F.R.V. Epoxy-based hybrid composites reinforced with Amazonian *Tucumã* endocarp and kaolin: A statistical approach to mechanical properties. **Materialia**, 30(1): 101808, 2023.
- MACHADO, A.P. DA F., NASCIMENTO, R. DE P. DO, ALVES, M. DA R., REGUENGO, L.M., JUNIOR, M.R.M. Brazilian tucumã-do-Amazonas (*Astrocaryum aculeatum*) and tucumã-do-Pará (*Astrocaryum vulgare*) fruits: bioactive composition, health benefits, and technological potential. **Food Research International**, 151(1): 110902, 2022.
- NASCIMENTO, C.B., OLIVEIRA, V.C. DE, PIEROZAN, R.C., GONZAGA, L.B., RIBEIRO, F.R.C. Analysis of mortar performance with tucumã vegetable fibers treated with silane-siloxane. **Mix Sustent.**, 10 (5), 97-110, 2024.
- OLIVEIRA, V. C.; GODINHO, J. P.; GRINGS, K.J.O.; OLIVEIRA, R. A.; SANTOS, E. G. F. Performance as for watertightness of rendering mortars using admixtures. **Journal of Building Pathology and Rehabilitation**, v.6, p.2, 2020.
- PICANÇO, M. S. GHAVAMI, K. Comportamento à compressão de argamassas reforçadas com fibras vegetais da Amazônia. **Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 61, n. 1, p. 13-18, mar. 2008.
- SELMO, S. M.S. **Dosagem de argamassas de cimento Portland e cal para revestimento externo de fachada dos edifícios**. 1989. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo. São Paulo, 1989.

SILVA, N. G. **Avaliação da retração e da fissuração em revestimento de argamassa na fase plástica**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

SAVASTANO JUNIOR, H.; PIMENTEL, L. L. Viabilidade do aproveitamento de resíduos de fibras vegetais para fins de obtenção de material de construção. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 135-140, jan./abr. 2000

STEGMANN, L.F., FRANÇA, F.M., CARVALHO, R.L., BARLOW, J., BERENQUER, E., CASTELLO, L., JUAN, L., BACCARO, F.B., VIEIRA, I.C.G., NUNES, C.A., OLIVEIRA, R., VENTICINQUE, E.M., SCHIETTI, J., FERREIRA, J. Brazilian public funding for biodiversity research in the Amazon. **Perspectives in ecology and conservation**, 22(1): 1-7, 2024.

WANG, X., JIN, Y., HUANG, W., LI, X., MA, Q. Effect of hybrid basalt and sisal fibers on durability and mechanical properties of lightweight roadbed foam concrete. **Case Studies in Construction Materials**, 19(1): e02592, 2023.

ZHANG, A., LIU, K., LI, J., SONG, R., GUO, T. Static and dynamic tensile properties of ultra-high performance concrete (UHPC) reinforced with hybrid sisal fibers. **Construction and Building Materials**, 411(1): 134492, 2024.

ZHAO, L., DING, Y., LI, S., SONG, Y., GONG, H., ZHANG, Y. Silane treatment for sisal fibers to improve the degradation resistance and interface with cement matrix. **Construction and Building Materials**, 429 (1): 136435, 2024.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores expressam sua sincera gratidão ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio institucional.