

## POTENCIAL USO DA FIBRA DE BANANEIRA COMO REFORÇO DE ARGAMASSAS PARA REDUZIR A FISSURAÇÃO

GABRIEL PEREIRA GONÇALVES<sup>1</sup>, ESTER OLIVEIRA TEIXEIRA<sup>2</sup>, PIETRO VALDO ROSTAGNO<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>M.Sc. em Engenharia Civil, Prof. Centro Universitário UniRedentor, Itaperuna-RJ, gabriel.goncalves@uniredentor.edu.br;

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Civil, Centro Universitário UniRedentor, Itaperuna-RJ, esteroliveirarteixeira@gmail.com;

<sup>3</sup> Engenheiro Civil, Prof. Especialista Centro Universitário UniRedentor, Itaperuna-RJ, gabriel.goncalves@uniredentor.edu.br;

**RESUMO:** Todo o desenvolvimento da construção civil tem como consequência o comprometimento da sustentabilidade por conta da alta demanda de recursos naturais e elevados índices de resíduos que são gerados. Com o intuito de propor novas técnicas alinhadas ao conceito de sustentabilidade para esta indústria, este trabalho propôs a substituição das fibras sintéticas por fibras de bananeira em argamassas de revestimento para retardar a fissuração. A fibra natural estudada é um resíduo gerado em grandes proporções no Brasil e que apresenta características potenciais quando utilizadas como material de reforço de matriz cimentícia. Foi padronizado um traço e então confeccionados 12 corpos de prova com diferentes valores de fibra de bananeira, variando de 0 a 2,4% em relação à massa do cimento do traço, ao atingirem a idade de cura de 28 dias foram submetidos a ensaios mecânicos para comparação dos resultados. De acordo com os valores apresentados pelos ensaios de tração na flexão a fibra de bananeira mostrou ser um material com potencial, visto que a resistência aumentou conforme a adição de fibra no traço. O ensaio de resistência à compressão não apresentou aumento da capacidade de resistir, porém os resultados ficaram dentro dos limites propostos. Tanto os ensaios de tração na flexão quanto o ensaio de compressão apresentaram valores aceitáveis de acordo com a ABCP, evidenciando a viabilidade da argamassa reforçada com fibra de bananeira.

**PALAVRAS-CHAVE:** Argamassa, fibra de bananeira, reforço, fissuração.

### POTENTIAL USE OF BANANA FIBER AS REINFORCEMENT OF MORTARS TO REDUCE CRACKING

**ABSTRACT:** The entire development of civil construction has as a consequence the commitment of sustainability due to the high demand for natural resources and high levels of waste that are generated. In order to propose new techniques aligned with the concept of sustainability for this industry, this work proposed the replacement of synthetic fibers by banana fibers in coating mortars to delay cracking. The natural fiber studied is a waste generated in large proportions in Brazil and which has potential characteristics when used as a reinforcing material for cementitious matrix. A trace was standardized and then 12 specimens were made with different values of banana fiber, ranging from 0 to 2,4% in relation to the mass of the trace, when they reached the curing age of 28 days they were subjected to mechanical tests for comparison. of the results. According to the values presented by the flexural tensile tests, the banana fiber proved to be a material with potential, since the strength increased with the addition of fiber in the trace. The compressive strength test did not show an increase in the resistance capacity, but the results were within the proposed limits. Both the flexural tensile tests and the compression test showed acceptable values according to the ABCP, evidencing the viability of the mortar reinforced with banana fiber.

**KEYWORDS:** Mortar, banana fiber, reinforcement, cracking.

## INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é uma das responsáveis pelo desenvolvimento socioeconômico, mas em contrapartida é um dos setores que mais causa impactos ambientais. Os altos investimentos que este setor atrai acaba gerando uma alta demanda de recursos naturais, causam mudanças drásticas no ambiente e geram elevados índices de resíduos.

Considerando os danos ambientais causados pela construção civil, o conceito de sustentabilidade tem se tornado tema de discussão pelo mesmo. Tem sido desafiador nos últimos anos encontrar materiais de construção que atendam a demanda de infraestrutura da população que tenham um baixo consumo de energia, sejam duráveis e ecológicos.

A construção civil está passando por transformações e cada vez mais está sendo induzida a desenvolver e incorporar inovações em um processo estruturado em três dimensões: empresarial (geração de valor), humana (segurança, saúde, social e pessoas) e ambiental (meio ambiente), este conjunto forma diretrizes de sustentabilidade que potencializam a busca a busca por novos materiais e tecnologias (CARRARO, 2018, p. 23).

Uma das propostas tem sido a incorporação de materiais alternativos em materiais utilizados por esta indústria. Dentre as diversas possibilidades de alternativas sustentáveis está a utilização das fibras naturais, algumas já foram estudadas e apresentaram boas características mecânicas, força específica e rigidez estrutural, além de representarem uma prática sustentável.

O papel das fibras vegetais na construção civil é o mesmo das fibras sintéticas, o de fortalecer os compostos cimentícios absorvendo as energias geradas pelas cargas externas ao longo do mesmo, uma ponte de transferência de tensões (DIAS et al, 2021). As fibras naturais aplicadas nas estruturas cimentícias trabalham de forma retardante na fissuração dos elementos (PEREIRA et al, 2015).

Considerando a fissuração de rebocos como uma patologia frequente nas edificações residenciais e a necessidade de integrar práticas sustentáveis na construção civil com a incorporação de novas técnicas e materiais, este estudo propõe o uso da fibra de bananeira como possível solução.

Levando em consideração a fragilidade da argamassa, uma vez adicionadas fibras a este material, o mesmo pode apresentar um aumento na capacidade de resistência, deformação e de tenacidade. E quanto ao uso da fibra de bananeira pondera-se a popularidade desta planta, principalmente no Brasil. De acordo com o Censo Agro do IBGE (2017), o Brasil possuía uma área de produção de mais de 300.000 hectares de banana, no período em questão.

Conforme os fatos evidenciados, o presente estudo tem o objetivo de analisar a viabilidade da fibra de bananeira incorporada à argamassa de revestimento de cimento Portland e cal, analisando suas propriedades mecânicas. Com o objetivo de resolver o problema de uma das patologias mais comuns deste material alinhado a um processo para redução dos impactos ambientais. A fibra de bananeira é um material de baixo custo com características capazes de aprimorar um material da construção que precisa ser otimizado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliar o comportamento de argamassas reforçadas com fibras naturais, foram confeccionados corpos de prova com um traço de argamassa utilizando cimento, areia natural, cal hidratada, água e a fibra de bananeira como fase de reforço da matriz. Posteriormente, após a cura, os corpos de prova com diferentes teores de fibra natural foram submetidos a ensaios laboratoriais destrutivos e normalizados de flexão e compressão.

A fibra de bananeira utilizada neste trabalho tem a função de reforçar a matriz cimentícia contra a fissuração no lugar das fibras sintéticas. Após o procedimento manual de extração das fibras de bananeira, as mesmas foram cortadas mantendo um padrão de até 50 mm de comprimento.

As argamassas produzidas seguiram as principais diretrizes da NBR 16541 (2016), o preparo do traço foi padronizado com a relação 1:1:6 (cimento, cal areia), dentro da proporção recomendada pelo fabricante da cal hidratada utilizada para confecção de argamassa para emboço/reboco. As fibras foram inseridas em quatro proporções, adicionando os valores em 0%, 0,8%, 1,6% e 2,4%, em relação à massa do cimento, recebendo as seguintes nomenclaturas, AR1, AR2, AR3 e AR4, respectivamente.

Devido à ausência de informações sobre a quantidade de água para a mistura, foram realizadas diversas tentativas para alcançar o índice de consistência recomendado pela norma supracitada (260mm  $\pm$  5mm). Por fim, foi estabelecida a relação água/materiais secos em 20,7% para a argamassa sem fibra, sendo repetida esta mesma relação para as outras argamassas com adição de fibras.

O índice de consistência (IC) da argamassa confeccionada seguiu as diretrizes da NBR 13276 (2016), sendo utilizada a mesa de abatimento de tronco de cone, realizando 30 golpes seguidos e medindo o espalhamento da argamassa em três orientações. O valor de IC da argamassa sem fibra incorporada (AR1) foi de 258,3mm, enquanto as adicionadas com fibras AR2, AR3 e AR4 provocaram um espalhamento menor, reduzindo, em 2,8%, 3,9% e 7%, respectivamente, o valor do abatimento.

A moldagem e cura das argamassas produzidas seguiram as diretrizes da NBR 13279 (2005). Foram confeccionados 12 corpos de prova prismáticos de 40 mm x 40 mm x 160 mm divididos em grupos de três com teores diferentes de fibra incorporada, aos quais foram submetidos ao ensaio de tração na flexão ao atingirem a idade de cura de 28 dias.

Os corpos de prova (CP's) prismáticos foram submetidos ao ensaio de compressão após o rompimento dos mesmos pelo ensaio de tração na flexão, conforme recomendação da NBR13729 (2005). Foram rompidas seis "metades" dos corpos de prova prismáticos de cada teor (%) de fibra de bananeira.

Figura 1. Seção dos CP's com diferentes teores de fibra de bananeira (AR1, AR2, AR3 e AR4, respectivamente).



Fonte: Autores (2022).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ensaios mecânicos executados foram à resistência à tração na flexão e à resistência à compressão, sendo seus resultados apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados do ensaio de tração na flexão.

Teor de fibra	Ensaio de Tração na flexão		Ensaio de compressão CP's prismáticos	
	Resistência Média (MPa)	Desvio Absoluto (MPa)	Resistência Média (MPa)	Desvio Absoluto (MPa)
AR1 (0%)	1,25	0,09	4,51	0,22
AR2 (0,8%)	1,37	0,15	4,35	0,34
AR3 (1,6%)	1,39	0,18	4,36	0,30
AR4 (2,4%)	1,30	0,14	4,27	0,15

Fonte: Autores (2022).

Analisando os resultados dos ensaios de tração na flexão, é possível verificar um aumento na média da resistência a este tipo de esforço com a incorporação da fibra natural na argamassa, se comparada a argamassa sem fibra de bananeira. A resistência média dos CP's de AR2 (0,08% de fibra) aumentou em mais de 9%, se comparada com os valores de resistência apresentados pela matriz cimentícia sem fase de reforço. E, vale destacar o valor médio apresentado pelo AR2( concentração de

1,6% de fibra na argamassa), sendo o maior valor médio obtido nos ensaios, onde o aumento da resistência à flexão foi superior a 11% em relação à argamassa sem fibra de bananeira.

Foi verificado um desvio absoluto variando entre 0,09 MPa a 0,18 MPa, esses valores ficaram dentro dos padrões estabelecidos pela NBR 13279 (2005), onde a referida norma estabelece um valor máximo de 0,3 MPa cujo o resultado constituído deverá sair da média de no mínimo dois corpos de prova.

Pôde ser apurado também que o valor médio de resistência a flexão reduziu com o aumento da incorporação de fibra de 1,6% para 2,4% na argamassa (AR4). Esta redução nos valores em materiais com fibras vegetais pode ter como justificativa o comprometimento do adensamento da mistura com o aumento da adição de fibras de origem natural. (TOLEDO FILHO et al. MONTEIRO, 2006). Contudo, apesar do valor médio da resistência ter reduzido com o aumento do volume da fase de reforço em AR4, o resultado apresentado por esta quantidade incorporada à matriz cimentícia ainda é maior do que a resistência média da argamassa sem material de reforço, com um resultado satisfatório, aumentando em 4% sua capacidade de resistência a este tipo de esforço.

Por fim, todos os resultados obtidos para a resistência à tração mostraram-se adequados, se enquadrando dentro dos limites médios (tabela 2) estabelecidos pela Associação Brasileira de Cimento Portland, sendo aptas, neste critério, para o uso como argamassa de revestimento (emboço).

No ensaio de resistência à compressão, foram verificados os valores de seis partes dos corpos de prova com adições diferentes da fibra de bananeira (ver tabela 1). Conforme os resultados obtidos, pôde-se constatar uma redução nos valores médios de resistência com o aumento dos valores de fibras naturais incorporadas à argamassa. Embora essa redução tenha sido verificada, os valores de resistência à compressão ficaram dentro dos limites médios estabelecidos pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), conforme a tabela 2 apresentada.

Tabela 2 – Limites propostos pela ABCP.

<b>Limites médios estabelecidos</b>	
Resistencia à tração	Resistência à compressão
Acima de 1,2 MPa	3,0 a 4,0 (Máx. 5,0) MPa

Fonte: ABCP (apud GONÇALVES, 2011, p. 70).

A diminuição da resistência à compressão apresentada pode estar vinculada ao tamanho da fibra adotada e/ou às falhas na mistura e adensamento dos CP's produzidos. O tamanho das fibras incorporadas pode ter causado uma aglomeração do material e gerando bolsões nos corpos de prova, tornando as regiões mais frágeis, levando a uma concentração de tensões e, por consequência, facilitando a ruptura. Referente a produção da argamassa, esta, se deu de forma manual, sem o auxílio de um misturador mecânico, podendo ter comprometido, em partes, a homogeneidade da mistura, o que pode ser verificado nos resultados de consistência das argamassas produzidas com fibras. A incorporação da fibra diminuiu o espalhamento na mesa de consistência, o que evidencia uma leve perda na trabalhabilidade da massa confeccionada.

## CONCLUSÃO

Os resultados apresentados pelos ensaios realizados em argamassas com diferentes teores de fibra natural da bananeira apresentaram valores satisfatórios e viáveis para a sua aplicabilidade em argamassa de revestimento.

Analisando a argamassa no estado fresco, o acréscimo da fibra de bananeira reduziu o diâmetro de espalhamento da argamassa, pois, além dos prováveis motivos retratados acima (tamanho da fibra e mistura manual na hora preparo), a fibra utilizada pode reter as partículas de diâmetro maior do agregado miúdo, e, por ser natural, pode absorver água da matriz cimentícia, o que poderia ser comprovado em um ensaio específico. Mesmo com a redução do espalhamento, não houve perda significativa na trabalhabilidade que o impossibilitasse o seu manuseio e moldagem.

No estado endurecido, destacam-se os valores obtidos pelo ensaio de resistência à tração na flexão, aos quais apresentaram um aumento na capacidade de resistir a este tipo de esforço conforme foi incorporado um valor maior de fibras de bananeira à matriz cimentícia, tendo como melhor resultado o

valor de AR3%, uma adição de 1,6% de fibra em massa. É válido ratificar o significativo ganho de resistência à tração, o que torna as argamassas com adição de fibras mais eficientes no quesito resistência à fissuração quando comparada a argamassa de referência (AR1).

Para os ensaios de resistência à compressão os valores não apresentaram um aumento em relação à matriz sem fase de reforço, contudo os resultados ainda se mantiveram dentro do estabelecido pela ABCP, evidenciando ainda o potencial deste material como revestimento.

É importante salientar que a fibra natural utilizada neste trabalho não passou por tratamento (térmico e/ou químico) antes de ser adicionada ao traço de argamassa, desta forma, este trabalho não levou em consideração os efeitos a longo prazo de um material orgânico aplicado em um composto cimentício. É fundamental uma análise de biodegradação desta fibra natural.

De forma geral, este estudo evidenciou o potencial da aplicação da fibra de bananeira como fase de reforço em argamassas de revestimento, responsáveis pela absorção de energia dos esforços e, assim, retardando a fissuração do material. Os resultados dos ensaios mecânicos evidenciaram a capacidade de fortalecimento que a fibra natural apresenta quando utilizada como material de reforço.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). Manual de Revestimentos de Argamassa. 104 p. São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: Abnt, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro: Abnt, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16541: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura para realização de ensaios. Rio de Janeiro: Abnt, 2016.

CARRARO, C. G. Tratamento de fibras de bambu com polipropileno para utilização em concreto estrutural. 121 f. Dissertação (Engenharia de Materiais) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo. 2018.

DIAS, L. S.; BESERRA, A. V. S.; DOS SANTOS, R. A.; DE SOUZA, A. A.. et al. Incorporação de resíduos da produção de fibras de sisal em argamassa: Efeitos nas propriedades físicas e mecânicas. Revista Matéria (RIO J.) 26 (03), 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620210003.13034>

GONÇALVES, G. P. Estudo da substituição da cal hidratada por resíduo de mármore na produção de argamassa. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes/RJ, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. Cartograma - Banana do Brasil por Quantidade produzida. 2017. CENSO AGRO 2017. Disponível em: [https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76237](https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76237). Acesso em: 14 jun. 2021.

MONTEIRO, S.N., TERRONES, L.A.H., CARVALHO, E.A. et al., “Efeito da interface fibra/matriz sobre a resistência de compósitos poliméricos reforçados com fibras de coco”, Revista Matéria, v.11, n.4, pp.395-402, 2006.

PEREIRA, M.V., FUJIYAMA, R., DARWISH, F., et al., “On the Strengthening of Cement Mortar by Natural Fibers”, Materials Research, v.18, n.1, pp.177-183, 2015