

PROPRIEDADES MECÂNICAS DE ARGAMASSAS CONTENDO FIBRA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

MECHANICAL PROPERTIES OF MORTARS CONTAINING SUGARCANE BAGASSE FIBER

Gustavo Palma gustavo.palma20@hotmail.com
Centro Universitário Facens – Sorocaba, SP , Brasil

Gabriela Prado gabrielaprado_98@hotmail.com
Centro Universitário Facens – Sorocaba, SP , Brasil

Rodrigo Henrique Geraldo rodrigo.geraldo@facens.br
Centro Universitário Facens – Sorocaba, SP , Brasil

Submetido em: 18 maio 2021. Aceito em: 30 nov. 2021.

RESUMO

A argamassa é um material fundamental para a construção civil, sendo aplicada em assentamentos, revestimentos e rejuntamentos. Trata-se de um material com altas capacidade de aderência e resistência mecânica. O presente estudo teve como objetivo avaliar a incorporação de fibras do bagaço da cana-de-açúcar (BCA), um material natural que comumente é descartado na natureza, em argamassas de cimento Portland. Para tal, foram avaliados três teores de adição de fibras (2,5%, 3,0% e 3,5%, em massa) e conduzidos ensaios de resistência à tração na flexão e de resistência à compressão. As argamassas apresentaram redução nas propriedades mecânicas com a adição da fibra; entretanto, os valores alcançados foram bastante significativos considerando as aplicações mais comuns de argamassas na construção civil. O trabalho apresenta indícios que, considerando aspectos mecânicos, o uso de fibras de BCA em materiais cimentícios pode ser uma alternativa tecnicamente viável para sua destinação final.

Palavras-chave: Argamassa. Sustentabilidade. Cana-de-açúcar. Fibra natural.

ABSTRACT

Mortar is an important material for civil construction, applied in settlements, coatings, and grouting. Mortar had high adhesion capacity and mechanical strength. The present study aimed to evaluate the incorporation of sugarcane bagasse (SCB) fibers, a natural material that is commonly launched in nature, in the production of Portland cement mortars. To it, mortars were produced containing three different fiber contents (2.5%, 3.0%, and 3.5%, in mass) and flexural and compressive strengths were conducted. The mortars had lower mechanical strength with fiber addition; however, the values achieved were significant considering the most usual applications of mortars in civil construction. The work shows some evidence that, considering mechanical aspects, the use of SCB fibers can be a technically feasible alternative to their final destination.

Keywords: Mortar. Sustainability. Sugar cane. Natural fiber.

INTRODUÇÃO

As argamassas apresentam eficiência em várias aplicações na construção civil, seja para unir as unidades de alvenaria, de forma a construir um elemento único, contribuindo na resistência aos esforços laterais, selando juntas, garantindo estanqueidade à penetração de águas nas paredes, absorvendo deformações naturais de origem térmica e/ou distribuindo cargas

atuantes (CARASEK, 2007).

As fibras industrializadas ainda possuem um valor de mercado muito elevado, por conta de todo processo de produção e, com isso, as fibras de origem vegetal vêm ganhando espaço no ramo da construção civil (SAVASTANO JÚNIOR e PIMENTEL, 2000).

O aproveitamento do resíduo da cana-de-açúcar para sua aplicação como fibra vegetal é de elevado interesse por ele possuir grande disponibilidade, sendo gerado por uma das maiores indústrias do mundo, a sucro-alcooleira, na qual o Brasil se mostra como um dos maiores produtores e exportadores de açúcar e etanol do mundo (ASSAD, 2017). Além disso, as fibras são biodegradáveis mas o seu bagaço, se destinado de modo inadequado no meio ambiente ou queimado, gera consideráveis impactos ambientais (PELLEGRIN, 2016).

Estimativas apontam que para cada tonelada de cana-de-açúcar processada para obtenção do açúcar sejam gerados cerca de 250 kg de bagaço (DE MOURA, 2018).

Segundo o GEPLACEA (1990), a umidade do bagaço de cana-de-açúcar é muito alta, devido à grande porosidade de suas partículas, variando de 80 a 85%. Por tal motivo, antes de sua utilização faz-se necessária a realização de procedimentos específicos.

Algumas características físicas da fibra do bagaço de cana-de-açúcar a diferenciam das demais fibras de origem vegetal, principalmente no que diz respeito a comprimento, largura, entre outras, especialmente se comparadas à fibra de coco, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Características físicas de algumas fibras vegetais.

Fibra	Absorção de água (%)	Massa específica (kg/m ³)	Comprimento (mm)	Largura (µm)	Lúmen (µ)
Cana-de-açúcar	5,62	750,9	1,70	25,7	11,7
Coco	1,27	1076,5	0,70	0,7	---
Sisal	2,39	1270,0	2,90	19,0	7,0
Bambu	1,45	1158,5	2,95	17,3	3,6

Fonte: CEPED (1982).

Sarmiento (1996) avaliou a incorporação de fibras de bagaço da cana-de-açúcar em materiais cimentícios. No estudo em questão foi feito um tratamento do bagaço da cana-de-açúcar em água destilada fervente com silicato de sódio e sulfato de alumínio a fim de mineralizar as fibras, por 30 minutos. Posteriormente, o material foi lavado em água corrente e seco à temperatura ambiente para depois então ser levado à estufa (temperatura de 70 °C por 24 horas).

Entende-se que a argamassa reforçada com as fibras do bagaço da cana-de-açúcar pode vir a resultar em um material com propriedades adequadas para a construção civil, desde que a incompatibilidade química entre a cana e o cimento Portland seja solucionada, bem como os procedimentos sejam minuciosamente desenvolvidos, desde a separação até neutralização.

O presente trabalho analisou o comportamento mecânico de argamassas de cimento Portland com a incorporação de bagaço da cana-de-

açúcar como fibra natural. A pesquisa busca, assim, o reaproveitamento de resíduos para fins de obtenção de um material de construção civil alternativo e mais sustentável.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

Os materiais utilizados para desenvolvimento do estudo foram: água, cimento Portland de alta resistência inicial (CPV-ARI, marca: Supremo), bagaço de cana e areia fina de quartzo, oriunda da região de Sorocaba/SP, possuindo as seguintes características: massa unitária = 1430 kg/m³ (ABNT, 2005); massa específica = 2520 kg/m³ (ABNT, 2009); módulo de finura = 1,37 (ABNT, 2005); e dimensão máxima característica = 1,18 mm (ABNT, 2005). Já o bagaço de cana-de-açúcar foi coletado de um produtor local da cidade de Vargem Grande Paulista/SP, material este que seria descartado após a extração do caldo de cana. As fibras foram selecionadas com tamanhos semelhantes e com ausência de coloração escura ou danos em sua extensão. A água empregada foi a proveniente do sistema de abastecimento regional do SAAE de Sorocaba/SP. A Figura 1 apresenta os materiais secos empregados na produção das argamassas.

Figura 1 – Aspecto visual da areia, fibra e cimento Portland empregados na pesquisa.



Fonte: Autores.

O bagaço de cana inicialmente passou por um processo de secagem em estufa (temperatura de 72°C ± 5 °C por 24 horas) para fins de eliminação da umidade. Posteriormente, o bagaço de cana foi manualmente desfiado e peneirado em peneira com abertura de malha de 2,4 mm, sendo então submetido a um tratamento à base de cal hidratada em proporção de 1:0,1 (água:cal hidratada, em massa), com intuito de neutralizar quimicamente a fibra (Figura 2). O material permaneceu imerso na solução de cal hidratada por 24 horas, sendo então coletado e levado à estufa (temperatura de 72°C ± 5 °C por 24 horas) para secagem.

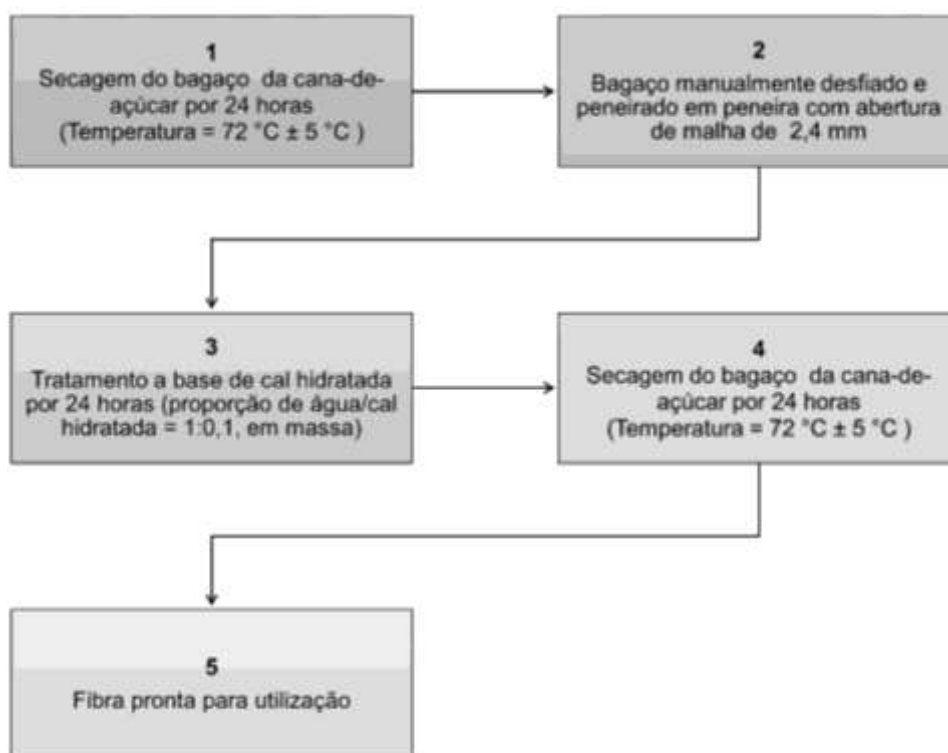
A Figura 3 ilustra o processo realizado com os resíduos da cana-de-açúcar.

Figura 2 – Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar.



Fonte: Autores.

Figura 3 – Fluxograma do tratamento aplicado ao bagaço de cana-de-acúcar.



Fonte: Autores.

O tratamento do bagaço da cana-de-açúcar para o estudo foi conduzido com a finalidade de aumentar a compatibilidade da fibra com a matriz cimentícia, buscando diminuir principalmente o efeito sobre a pega do cimento Portland, uma vez que o bagaço contém, normalmente, elevado teor de açúcares e entende-se que a lavagem pode ser efetiva na remoção desse material (SARMIENTO, 1996).

Misturas experimentais

Para fins comparativos, foi produzida uma argamassa comum com traço de referência, e outras três argamassas com adição da fibra do bagaço de cana-de-açúcar, mantendo as mesmas quantidades de cimento Portland, areia e água, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Misturas experimentais (traços em massa).

Identificação	Cimento Portland (g)	Areia (g)	Relação água/cimento	Adição de fibra (% massa)
REF	1000	3000	0,65	0,0
C2,5	1000	3000	0,75	2,5
C3,0	1000	3000	0,75	3,0
C3,5	1000	3000	0,75	3,5

Fonte: Autores.

A mistura foi realizada em um equipamento mecânico de movimento planetário (Fortest, com capacidade de 5 litros) até a completa homogeneização dos materiais. A fibra foi adicionada vagarosamente para que esta pudesse ser incorporada uniformemente por todo volume da argamassa. O traço empregado foi de 1:3:0,65 (cimento Portland, areia e relação água/cimento). Na preparação da argamassa com adição de fibras, levou-se em conta a trabalhabilidade da mesma, bem como a capacidade de absorção de água pelas fibras. Com isso, a proporção de água pré-determinada para a mistura com adição da fibra foi aumentada em 100 g.

Métodos

Para realização dos testes, foram moldados corpos de prova prismáticos (40 mm x 40 mm x 160 mm) seguindo critérios da NBR13279 (ABNT, 2005), sendo estes adensados manualmente com o auxílio de um soquete metálico (duas camadas de 30 golpes).

Os corpos de prova foram mantidos por 24 horas nos moldes, tendo sido então desmoldados.

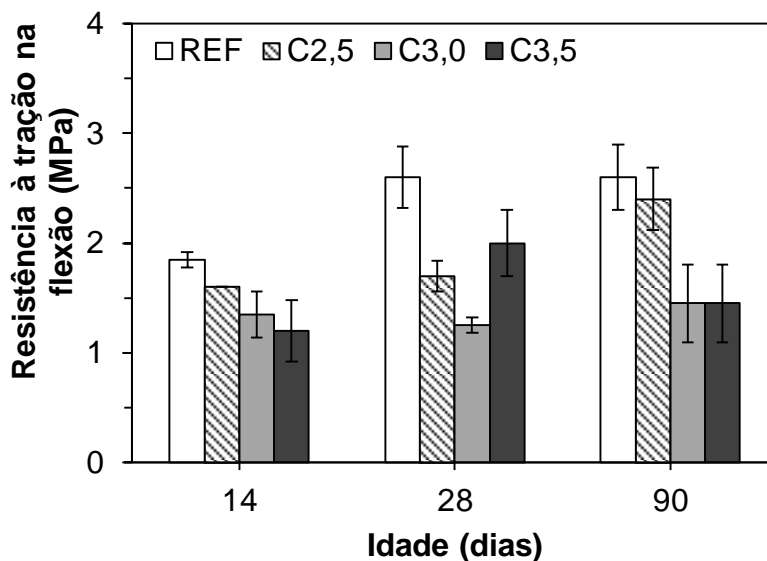
A cura foi realizada em câmara úmida, porém não submersa em água, uma vez que a capacidade de absorção das fibras vegetais é muito alta (SAVASTANO JÚNIOR, 1992).

Os corpos de prova foram submetidos aos ensaios de resistência à tração na flexão e resistência à compressão em três idades diferentes (14, 28 e 90 dias).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

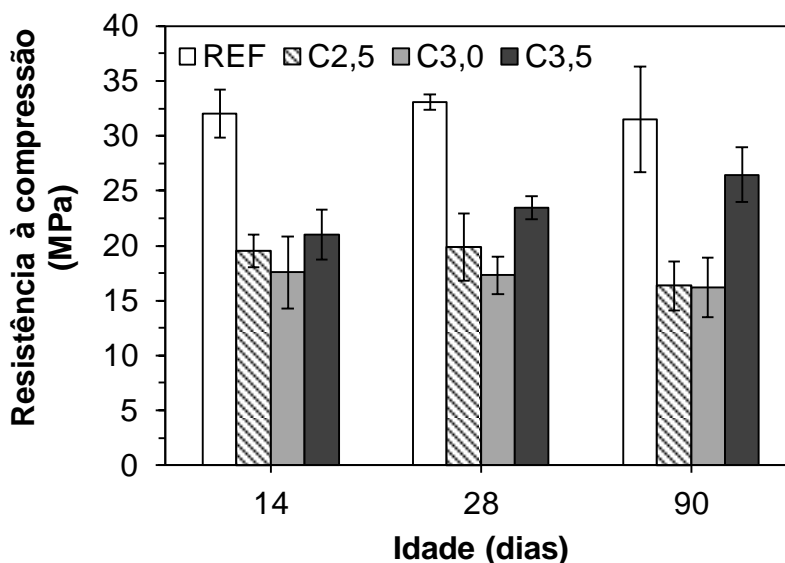
A Figura 4 e a Figura 5 apresentam os resultados de resistência à tração na flexão e de resistência à compressão, respectivamente.

Figura 4 – Resultados de resistência à tração na flexão das argamassas.



Fonte: Autores.

Figura 5 – Resultados de resistência à compressão axial das argamassas.



Fonte: Autores.

Os resultados indicam que a incorporação de fibras do bagaço de cana-de-açúcar nas argamassas ocasionou diminuição nas propriedades mecânicas, similar ao reportado por Da Silva *et al.* (2012).

Em termos de resistência à tração na flexão, as amostras C2,5, C3,0 e C3,5 tiveram quedas de 34,6%, 51,9% e 23,1%, respectivamente, quando comparadas com o traço REF. Considerando a resistência à compressão, as argamassas C2,5, C3,0 e C3,5 apresentaram decréscimos de em 39,9%, 47,7% e 29,1% em relação ao traço REF, considerando os dados de 28 dias.

Sabe-se que o aumento no teor de fibras implica diminuição da trabalhabilidade das misturas, conforme reportado por Sarmiento (1996). A água adicional, empregada para diminuir essa perda de trabalhabilidade devido

à absorção de água pelas fibras, pode ter contribuído na diminuição das propriedades mecânicas.

Os resultados obtidos dão indicativos de que o maior teor de fibras utilizado implicou menor perda de resistência à compressão.

Em relação à resistência mecânica ao longo do tempo, poucas modificações foram observadas, sendo que, aos 14 dias, as propriedades já foram significativas devido ao uso de CPV-ARI.

CONCLUSÕES

A adição de fibras de bagaço de cana-de-açúcar em argamassas de cimento Portland pode ser uma opção para a sua destinação final, sendo ambientalmente adequada e evitando o descarte inapropriado desse resíduo, além de reduzir os impactos ambientais causados principalmente pelas queimadas, as quais possuem grande potencial de afetar a biodiversidade. Desta forma, se mostra como uma opção de material mais sustentável para a construção civil.

Os resultados obtidos no estudo mostraram que, em termos de desempenho mecânico, a incorporação das fibras de bagaço de cana-de-açúcar em argamassas resultou em diminuições de 36% na resistência à tração na flexão e de 39% na resistência à compressão aos 28 dias, considerando a média entre os teores avaliados comparados com a argamassa de referência (sem fibras).

Apesar da menor resistência mecânica, as argamassas com adição das fibras apresentaram valores entre 1–2 MPa de resistência à tração na flexão e entre 17–23 MPa, aos 28 dias, sendo esses resultados significativos e relevantes para diferentes aplicações na construção civil.

Futuros estudos podem ser realizados no sentido de avaliar as demais porcentagens de incorporação de fibras, além de verificar o impacto dessas em outras propriedades das argamassas, bem como eventuais melhorias dos resultados.

REFERÊNCIAS

ASSAD, L. Aproveitamento de resíduos do setor sucroalcooleiro desafia empresas e pesquisadores. **Ciência e Cultura**, n.04, v.69, p. 13-16, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto – Especificações. Rio de Janeiro, 2005.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52**: Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

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

CEPED – CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. **Utilização de Fibras vegetais no fibro-cimento e no concreto-fibra**. Rio de Janeiro, BNH/DEPEA, 72 p. 1982.

MOURA, A. A. de. **Argamassa com substituição parcial do cimento por resíduos industriais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Londrina, 107 p., 2018.

GRUPO DE PALSES LATINOAMERICANOS Y DEL CARIBE EXPORTADORES DE AZUCAR. **Manual de los derivados de la celia de azucar**. 1990, 447 p.

PELLEGRIN, M. Z. **Desenvolvimento de um compósito argamassa/celulose da cana-de-açúcar**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 93 p., 2016.

SARMIENTO, C. **Argamassa de cimento reforçada com fibras de bagaço de cana-de-açúcar e sua utilização como material de construção**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual Campinas, São Paulo, 120 p., 1996.

SAVASTANO JÚNIOR, H. **Zona de transição entre fibras e pasta de cimento Portland: Caracterização e inter-relação com as propriedades mecânicas do compósito**. Tese de Livre Docência. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 209 p., 1992.

SAVASTANO JÚNIOR, H.; PIMENTEL, L. Viabilidade do aproveitamento de resíduos de fibras vegetais para fins de obtenção de material de construção. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 1, p. 103-110, 2000.

SILVA, A. O. da *et al.* **Adição de diferentes níveis de fibras de bagaço de cana-de-açúcar em argamassa de cimento**. VI Jornada Acadêmica. Unidade Universitária de Santa Helena de Goiás, 4 p., 2012.