

## Substituição de agregado miúdo por cinza do bagaço da cana-de-açúcar em argamassas

## Replacement of small aggregate with sugarcane bagasse ash in mortar

### RESUMO

**Júlia Helena Cardamone Lombardi**  
[julia.lombardi@hotmail.com](mailto:julia.lombardi@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

**Silvia Paula Sossai Altoé**  
[silviaaltoe@utfpr.edu.br](mailto:silviaaltoe@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

**Sarah Honorato Lopes da Silva**  
[sarahh@utfpr.edu.br](mailto:sarahh@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Este trabalho tem como objetivo avaliar a substituição parcial do agregado miúdo por cinza do bagaço da cana-de-açúcar em argamassas, dando uma destinação viável ao resíduo e reduzindo o consumo de recursos naturais. A pesquisa foi realizada substituindo agregado miúdo por cinza do bagaço da cana-de-açúcar em proporções de 0%, 10%, 15%, 20%, 25% e 30% comparando resistência mecânica e absorção de água aos 28 dias. Os resultados obtidos de resistência mecânica e absorção de água apontam que nenhum traço ultrapassou a argamassa referência, entretanto obtiveram valores muito próximos, na qual o traço T15 alcançou uma resistência de 13,47MPa. O mesmo ocorreu para a absorção de água por capilaridade, na qual os valores de absorção das argamassas com cinza do bagaço da cana-de-açúcar estiveram bem próximos da argamassa referência.

**PALAVRAS-CHAVE:** Argamassa. Cinza do bagaço da cana-de-açúcar. Substituição.

**Recebido:** 19 ago. 2019.

**Aprovado:** 01 out. 2019.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



### ABSTRACT

THIS WORK HAS AS OBJECTIVE EVALUATE THE PARTIAL REPLACEMENT OF THE FINE AGGREGATE FOR SUGARCANE BAGASSE ASH IN MORTARS, WHICH GIVES A VIABLE DESTINATION FOR WASTES AND REDUCING THE CONSUMPTION OF NATURAL RESOURCES. THE RESEARCH WAS REALIZED REPLACING THE FINE AGGREGATE FOR SUGARCANE BAGASSE ASH ON PROPORTIONS OF 0%, 10%, 15%, 20%, 25% AND 30% EVALUATING MECHANICAL RESISTANCE AND WATER ABSORPTION AT 28 DAYS. THE RESULTS OF MECHANICAL RESISTANCE AND WATER ABSORPTION SHOW THAT NO TRACE EXCEEDED THE MORTAR REFERENCE, HOWEVER THEY OBTAINED CLOSER VALUES, WHICH TRACE T15 REACH A RESISTANCE OF 13,47 MPa. THE SAME HAPPEN FOR THE WATER ABSORPTION, WHICH VALUES OF ABSORPTION IN THE MORTARS WITH SUGARCANE BAGASSE ASH HAVE BEEN MORE CLOSER TO REFERENCE..

**KEYWORDS:** Mortar. Sugarcane bagasse ash. Replacement.

## INTRODUÇÃO

O crescimento econômico e populacional impulsiona o desenvolvimento de tecnologias para atender o mercado com alto poder de consumo. Para atender essa demanda utiliza-se cada vez mais matéria prima e como todo processo produtivo gera resíduo, a produção deste aumenta.

A utilização de materiais alternativos ou a substituição de recursos naturais seria uma solução para minimizar os danos causados ao meio ambiente e garantir a continuidade da produção. A construção civil é um dos setores mais propícios para a utilização desses recursos como fonte de matéria prima, além de ser um dos principais geradores de resíduos (ALTOÉ, 2017).

Um dos resíduos mais promissores utilizados na construção civil é a cinza do bagaço da cana-de-açúcar. O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, sendo que para produzir açúcar e álcool gera-se o bagaço que ao ser queimado produz energia elétrica para a indústria (BERENGUER, et al, 2018).

Dessa queima do bagaço gera-se a cinza do bagaço da cana-de-açúcar que pode ser utilizada como adição mineral em concretos e argamassas (ALTOÉ, 2017). Porém muitas vezes ela é descartada no solo prejudicando os aspectos físicos, químicos e biológicos (PITA, 2009).

O descarte indiscriminado de resíduos potencialmente recicláveis em aterros sanitários diminui a capacidade destes a longo prazo (BESSA, 2011). A substituição de agregado miúdo por cinza do bagaço da cana-de-açúcar é importante para reduzir a destinação inadequada de resíduos, poluição ambiental e utilização de recursos naturais. Nesse sentido, a pesquisa apresenta os métodos e resultados a partir da fabricação de argamassas de revestimento com substituição parcial do agregado miúdo por cinza do bagaço da cana-de-açúcar.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a fabricação das argamassas foram utilizados cimento CP II-F 32, areia média proveniente da cidade de Apucarana, cinza do bagaço da cana-de-açúcar coletada na Usina Santa Terezinha no distrito de Iguatemi, próximo a Maringá e água.

Realizou-se o ensaio de mini espalhamento conforme Silva (2016) para a viabilidade da pesquisa. Neste ensaio, verifica-se o diâmetro de espalhamento do material para avaliar a fluidez, na qual preenche-se um cilindro (30 mm de diâmetro e 50 mm de altura) com a mistura de cimento, cinza e água em uma superfície lisa. Ao retirar o cilindro a mistura espalha-se e forma-se um círculo. Mediu-se esse diâmetro e encontrou-se a relação que para cada porcentagem de cinza adicionada, seria necessário a mesma quantidade de água para manter a mesma fluidez da pasta referência.

Os teores de substituição de cinza do bagaço da cana-de-açúcar e suas respectivas dosagens estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Teor de substituição e dosagem

Traço	CBC (%)	Cimento (kg)	Areia (kg)	CBC (kg)	Água (ml)
T0	0	1,00	3,00	-	55
T10	10	1,00	2,70	0,30	61
T15	15	1,00	2,55	0,45	63
T20	20	1,00	2,40	0,60	66
T25	25	1,00	2,25	0,75	69
T30	30	1,00	2,10	0,90	72

Fonte: Autoria própria (2019).

As argamassas foram confeccionadas de acordo com o traço 1:3 (cimento: areia) em massa, com fator água cimento 0,55, porém com a quantidade de água estabelecido na Tabela 1.

A moldagem dos corpos de prova ocorreu no Laboratório de Materiais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná em nove corpos de prova cilíndricos (50 mm de diâmetro e 100 mm de altura) para cada traço seguindo a NBR 7215/1996.

O adensamento será manual dividido em duas camadas aplicando 12 golpes em cada uma com o uso de um soquete metálico. As argamassas foram desmoldadas três dias depois e levadas a cura em tanque úmido conforme NBR 7215/1996.

Os ensaios realizados foram o de resistência mecânica conforme NBR 7215/1996 e absorção de água de acordo com NBR 9778/1987 com três corpos de prova para cada um dos ensaios aos 28 dias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cinza do bagaço da cana-de-açúcar é classificada como Resíduo Não Perigoso e Não Inerte – Classe II A – de acordo com a ABNT NBR 10004/2004, pois podem conter propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água.

Os resultados do ensaio de resistência mecânica estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resistência à compressão

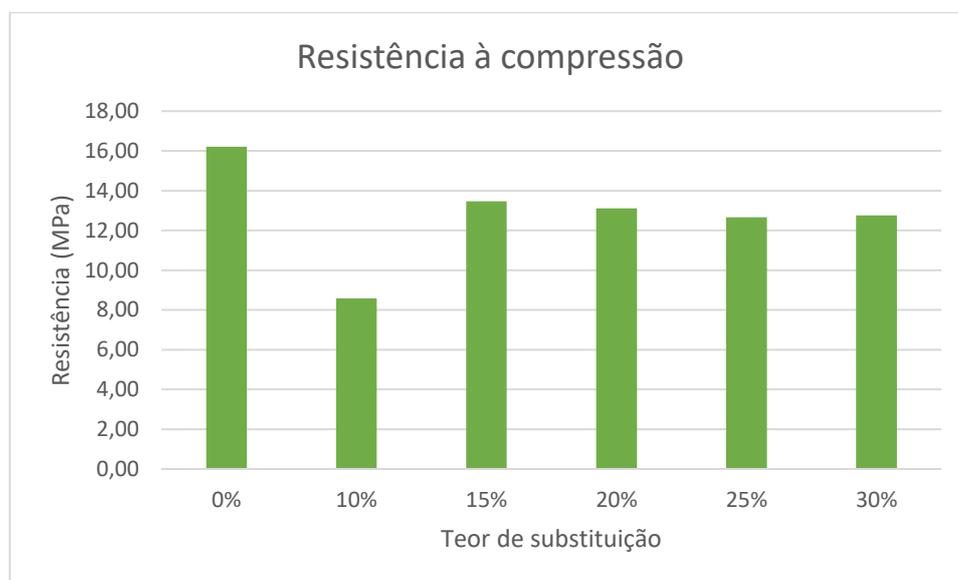
Traço	Teor de substituição (%)	Resistência (Mpa)
T0	0	16,21
T10	10	8,59
T15	15	13,47
T20	20	13,10
T25	25	12,66
T30	30	12,76

Fonte: Autoria própria (2019).

Os resultados dos ensaios de resistência mecânica mostram que as argamassas confeccionadas com a cinza do bagaço da cana-de-açúcar apresentam resistência muito próximos da argamassa referência. O traço cuja resistência apresentou um resultado mais próximo da argamassa referência foi o T15 com 13,47 Mpa apenas 16,9% abaixo da argamassa referência, porém todos os resultados ficaram próximos, exceto o traço T10, cuja porcentagem de substituição é a menor. Foram ensaiados três corpos de prova para cada traço.

A Figura 1 a seguir apresenta o gráfico com os valores da resistência mecânica aos 28 dias.

Figura 1: Resistência à compressão



Fonte: Autoria própria (2019)

A média dos resultados dos ensaios de absorção de água por capilaridade estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Absorção por capilaridade

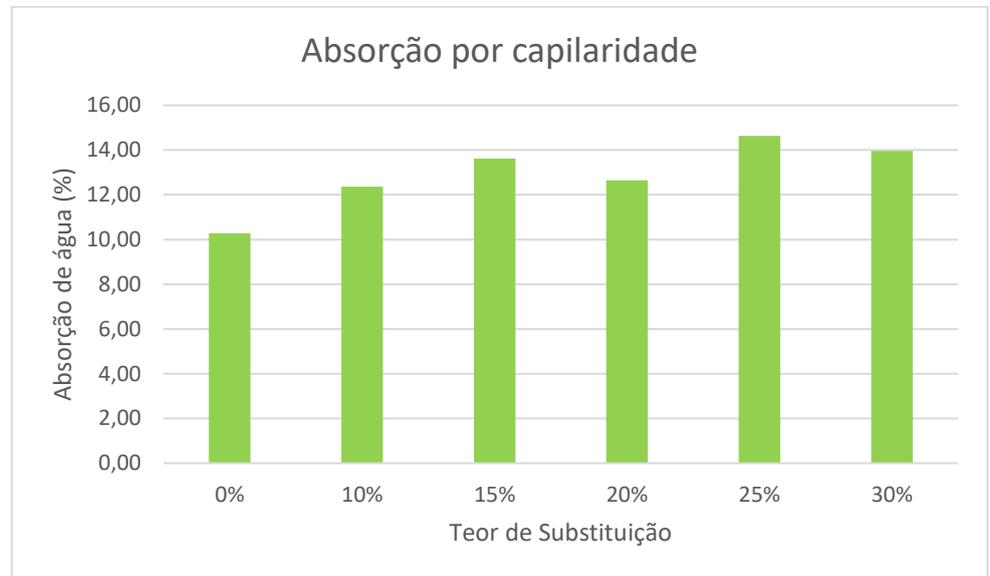
Traço	Teor de substituição (%)	Absorção de água (%)
T0	0	10,28
T10	10	12,37
T15	15	13,62
T20	20	12,25
T25	25	14,67
T30	30	13,96

Fonte: Autoria própria (2019).

Os resultados do ensaio de absorção de água apresentam uma maior absorção de água nas argamassas com adição de cinza do bagaço da cana-de-açúcar.

A Figura 2 apresenta um gráfico com os valores de absorção aos 28 dias.

Figura 2: Absorção de água



Fonte: Autoria própria (2019).

## CONCLUSÃO

A substituição de agregado miúdo por cinza do bagaço da cana-de-açúcar em argamassas atingiu bons resultados no que se refere a resistência mecânica e absorção de água por capilaridade. O traço T15 alcançou o valor de resistência mais próximo da argamassa referência. Porém todos os traços tanto de resistência quanto de absorção estiveram bem próximos dos valores de referência, indicando a viabilidade da substituição.

Deve-se levar em conta que os resultados apresentados têm como referência os materiais utilizados na pesquisa, como a areia e a cinza, as técnicas utilizadas e as condições do local.

Dessa forma, a cinza do bagaço da cana-de-açúcar não aumentou a resistência das argamassas, no entanto contribuiu para a redução do uso de matéria prima, dos resíduos gerados e da liberação de gás carbônico.

## REFERÊNCIAS

ALTOÉ, S.P.S. **Resíduos de pneus e da queima do bagaço da cana-de-açúcar na fabricação de blocos de concreto para pavimentação (pavers)**. 2017. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7215**: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por imersão-Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BERENGUER, R.A.; NOGUEIRA SILVA, F.A.; MARDEN TORRES, S.; BARRETO MONTEIRO, E.C; HELENE, P; MELO NETO, A.A. (2018), “**A influência das cinzas de bagaço de cana-de-açúcar como substituição parcial do cimento na resistência à compressão de argamassa**”, Revista ALCONPAT, 8(1), pp. 30-37, DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8il.187>

BESSA, S. A. L. **Utilização da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como agregado miúdo em concretos para artefatos de infraestrutura urbana**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

SILVA, S. H. L. da. **Desenvolvimento de formulações de argamassas autonivelantes para pisos e avaliação da retração por secagem**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

PITA, P. V. V. **Valorização agrícola de cinza da co-combustão de bagaço de cana-de-açúcar e biomassa lenhosa**. 2009. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.