

**Análise da reatividade pozolânica da cinza do bagaço da cana-de-açúcar****Analysis of sugar cane pasta gray pozolanic reactivity**

DOI:10.34117/bjdv6n1-106

Recebimento dos originais: 30/11/2019

Aceitação para publicação: 10/01/2020

**Karen Lopes Lima**

Graduanda em Engenharia Civil pelo Instituto Federal Goiano  
Instituição: Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde  
Endereço: Rua 003, conjunto Vila Verde, cidade Rio Verde - GO, Brasil  
E-mail: karen\_lopeslima@hotmail.com

**Lorena Araújo Silva**

Mestre em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade pelo Instituto Federal Goiano  
Instituição: Universidade de Rio Verde - UniRV  
Endereço: Fazenda Fonte do Saber, campus Universitário, cidade Rio Verde - GO, Brasil  
E-mail: araujolorena.s@gmail.com

**Bacus de Oliveira Nahime**

Doutor em Ciências dos Materiais pela Universidade Estadual Paulista  
Instituição: Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde  
Endereço: Rua 003, conjunto Vila Verde, cidade Rio Verde - GO, Brasil  
E-mail: bacusnahime@ifgoiano.edu.br

**Alexsandro dos Santos Felipe**

Doutor em Ciências dos Materiais pelo Instituto Militar de Engenharia  
Instituição: Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde  
Endereço: Rua 003, conjunto Vila Verde, cidade Rio Verde - GO, Brasil  
E-mail: alexunesp@yahoo.com.br

**Idalci Cruvinel dos Reis**

Doutor em Ciências dos Materiais pela Universidade Estadual Paulista  
Instituição: Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde  
Endereço: Rua 003, conjunto Vila Verde, cidade Rio Verde - GO, Brasil  
E-mail: idalcireis@yahoo.com.br

**Igor Soares dos Santos**

Graduando em Engenharia Civil pelo Instituto Federal Goiano  
Instituição: Instituto Federal Goiano, campus Rio Verde  
Endereço: Rua 003, conjunto Vila Verde, cidade Rio Verde - GO, Brasil  
E-mail: higorignorsantos@hotmail.com

**RESUMO**

Embora a construção civil constitua uma atividade propulsora do desenvolvimento, provoca diversos impactos ambientais, como a emissão de gases do efeito estufa. A produção de cimento, um dos produtos mais consumidos em construções, é uma das atividades mais poluidoras da atmosfera. Esse trabalho teve como objetivos analisar a reatividade pozolânica da cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC) e verificar sua viabilidade como substituto parcial do cimento para produção de concreto autoadensável (CAA). O procedimento experimental abordou o ensaio de índice de atividade

pozolânica (IAP), conforme NBR 5752 (ABNT, 2014), e produção de CAA com substituição parcial do cimento Portland por CBC para análise das propriedades das misturas no estado fresco. O resultado do IAP confirma a reatividade da CBC, comprovando sua empregabilidade como material pozolânico no âmbito da construção civil. O CAA com CBC apresentou trabalhabilidade adequada, viabilizando a reutilizando do resíduo agroindustrial.

**Palavras-chave:** Resíduos agroindustriais; Matriz cimentícia; Sustentabilidade; Comportamento mecânico.

## ABSTRACT

Although construction is a driving force for development, it causes several environmental impacts, such as greenhouse gas emissions. Cement production, one of the most consumed products in construction, is one of the most polluting activities in the atmosphere. This study aimed to analyze the pozzolanic reactivity of sugarcane bagasse ash (CBC) and to verify its viability as a partial cement substitute for self-compacting concrete production (CAA). The experimental procedure approached the pozzolanic activity index (IAP) test, according to NBR 5752 (ABNT, 2014), and CAA production with partial replacement of Portland cement by CBC to analyze the properties of the mixtures in the fresh state. The result of the IAP confirms CBC's reactivity, proving its employability as a pozzolanic material in the field of construction. The CAA with CBC presented adequate workability, enabling the reuse of agro-industrial waste.

**Keywords:** Agro-industrial waste; Cementitious matrix; Sustainability; Mechanical behavior.

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil constitui um dos setores mais dinâmicos e se destaca por gerar grande número de empregos e desenvolvimento econômico (OLIVEIRA, 2012). Dentre os diversos materiais utilizados na construção civil, destaca-se o uso do concreto, que possui uma vasta gama de aplicação. No entanto, sua produção tem provocado escassez de matérias-primas e impactos ambientais. As indústrias de cimento são responsáveis por cerca de 7% da emissão de gás carbônico na atmosfera, ao qual contribui significativamente para o aquecimento global. Este fenômeno acontece devido o processo de calcinação do carbonato de cálcio e o processo de queima dos combustíveis utilizados na fabricação do clínquer (CASTALDELLI, 2013).

Considerando que a problemática ambiental pode comprometer até o setor da construção civil, cresce o interesse e a necessidade de se desenvolver novos produtos e tecnologias mais sustentáveis. Assim, estudos realizados na última década comprovaram que resíduos orgânicos da agroindústria, como a cinza da casca de arroz, da madeira e do bagaço da cana-de-açúcar, que devido a sua abundante produção e disponibilidade, podem ser utilizados como matérias-primas para fabricação de novos produtos. (FAZZAN, PEREIRA, AKASAKI, 2016; JÚLIO et al., 2011; CASTALDELLI, 2013).

A cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC) é um resíduo proveniente da queima do bagaço da cana-de-açúcar nas indústrias canavieiras, a qual apresenta altas porcentagens de sílica e de outros óxidos, tendo potencial para ser utilizada como material pozolânico (PAULA *et al.*, 2009).

Considerando a necessidade de se investigar mais a respeito da propriedade pozolânica da CBC e seu possível emprego na construção civil, o presente trabalho teve como objetivo analisar a reatividade pozolânica da CBC e verificar sua viabilidade como substituto parcial do cimento para produção do concreto autoadensável (CAA).

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

O índice de atividade pozolânica (IAP) da CBC foi estabelecido, de acordo com a NBR 5752 (ABNT, 2014). Neste ensaio foram preparadas duas argamassas com dosagens diferentes. A primeira dosagem constituiu a referência (Argamassa A) e a segunda apresentou em sua composição a substituição de 25% do cimento por CBC (Argamassa B). Para a confecção da Argamassa A foram usados 624 g de cimento CP II F 40; 1872 g de areia e 300 g de água e para Argamassa B o cimento foi substituído parcialmente pela CBC e houve a utilização de 0,7% de aditivo superplastificante (Plastol).

O agregado miúdo e a CBC foram preparados conforme as orientações da NBR 7214 (ABNT, 2015), sendo que todo o material foi seco em estufa por 24h. Após este período, ocorreu o peneiramento da areia nas faixas granulométricas de 2,4 mm e 1,2 mm; 1,2 mm e 0,6 mm; 0,6 mm e 0,3 mm; 0,3 mm e 0,15 mm, obtendo em cada faixa 468 g de areia. O preparo da CBC foi efetuado com a peneira de 150 mm para se obter um material com a aparência semelhante à do cimento.

O método de realização do ensaio das argamassas seguiu o protocolo estabelecido pela NBR 7215 (1996). Os materiais foram misturados no misturador mecânico e depois levados à mesa de fluidez para realização do índice de consistência. Em seguida, os corpos de provas foram confeccionados e deixados em cura submersa por 28 dias até serem rompidos.

O IAP foi obtido através da divisão entre o valor da resistência média obtida aos 28 dias dos corpos de prova moldados somente com cimento CP II F 40, pelo valor da resistência média aos 28 dias dos corpos de prova moldados com a substituição do CP II F 40 por 25% de CBC.

A fim de analisar a viabilidade da substituição do cimento Portland pela CBC, realizou-se a dosagem de dois CAA: uma mistura referência e outra com substituição de 20% do cimento pela CBC. Analisou-se os concretos quanto às suas características no estado fresco.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 1 apresenta os valores dos ensaios de resistência à compressão simples, que foram obtidos dos seis corpos de provas de referência e seis corpos de provas com a substituição do cimento por 25% de CBC, os quais foram rompidos com 28 dias.

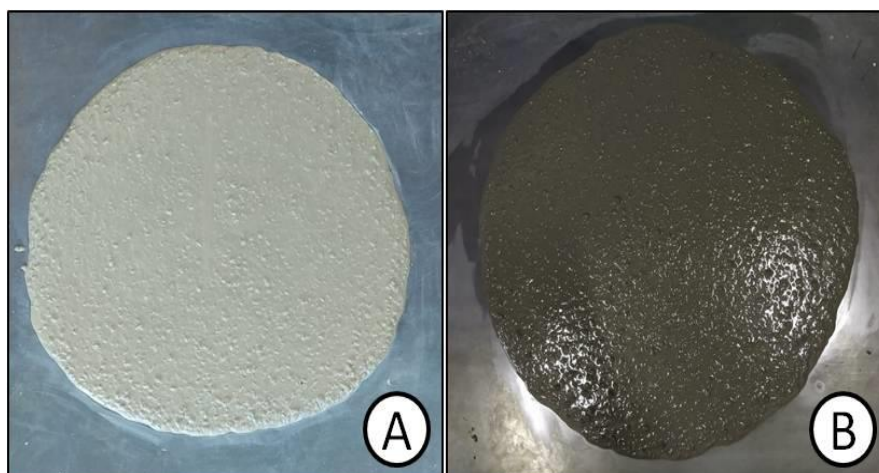
A resistência à compressão simples para cada argamassa foi obtida através da média das resistências de cada corpo de prova. Entretanto, analisando os resultados obtidos na Tabela 1, pode-se alcançar aos 28 dias de cura para a Argamassa A uma resistência de 32,87 MPa e para Argamassa B uma resistência de 48,21 MPa. Dessa forma, comprovou-se que a argamassa com pozolana obteve maior resistência à compressão aos 28 dias. Estes resultados são esperados uma vez que o ensaio de IAP apresentou um valor de 146 % comprovando a reatividade da CBC.

A substituição do cimento por 20% de CBC na produção de CAA, gerou uma mistura com as propriedades de fluidez superior ao do CAA referência e a mesma amostra não apresentou índices de segregação ou exsudação, conforme apresentado na Figura 1, viabilizando a aplicação da CBC no âmbito da construção civil.

Dessa forma, de acordo com as exigências da NBR 12653 (ABNT, 2014) a CBC atende os parâmetros estabelecidos e também tem a capacidade de reagir com o hidróxido de cálcio na presença de água formando composto com propriedades cimentícias.

**Tabela 1 – Resultado da resistência à compressão simples aos 28 dias.**

	Argamassa A	Argamassa B
CP 1	23,90	46,28
CP 2	23,93	50,12
CP 3	34,22	50,91
CP 4	38,71	49,28
CP 5	40,59	47,10
CP 6	35,87	45,53



*Figura 1 – Obtenção do concreto autoadensável: a) CAA referência; b) CAA com 20% de substituição de CBC.*

**4 CONCLUSÃO**

O índice de atividade pozolânica comprova a reatividade da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material pozolânico. Assim, é possível considerar que este resíduo produzido pelas indústrias canavieiras pode ser utilizado no setor da construção civil como substituto parcial do cimento na produção do concreto autoadensável, uma vez que poderia refletir na diminuição da taxa de emissão de gás carbônico provocado pelas indústrias cimentícias proporcionando maior sustentabilidade.

**REFERÊNCIAS**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5752: Materiais pozolânicos – Determinação do índice de desempenho com cimento Portland. Rio de Janeiro, ABNT, 2014.
- \_\_\_\_\_. NBR 7214: Areia normal para ensaio de cimento. Rio de Janeiro, ABNT, 2015.
- \_\_\_\_\_. NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, ABNT, 1996.
- \_\_\_\_\_. NBR 12653: Materiais pozolânicos - Requisitos. Rio de Janeiro, ABNT, 2014.
- CASTALDELLI, V. N. Estudo de geopolímeros utilizando cinzas residuais do bagaço de cana-de-açúcar. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Departamento de Estruturas. Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2013.
- FAZZAN, J. V.; PEREIRA, A. M.; AKASAKI, J. L. Estudo da viabilidade de utilização do resíduo de borracha de pneu em concretos estruturais. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista. Brasil, v.12, n. 6, p. 118 – 132, 2016.
- JULIO, A. L., GRUB, J., BAGNARA, D., DIPP, G.H., ABREU, A. G. Utilização de cinzas provenientes da queima de madeira em caldeira de agroindústria. In: VI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DO ESPIRITO SANTO, 9., 2011, Vitória. Anais... FAESA, 2011.
- MORAES, M. J. B.; FILHO, F. F. F.; AKASAKI, J. L. Estudo comparativo de quatro materiais pozolânicos para utilização em construções sustentáveis. Revista Científica ANAP Brasil. Brasil, v9, n. 15, p. 51- 67, 2016.
- OLIVEIRA, V. F. O papel da Indústria da Construção Civil na organização do espaço e do desenvolvimento regional. Congresso Internacional de Cooperação Universidade-Indústria. Taubaté (SP), 2012.
- PAULA, M. O., TINÔCO, I. F. F., RODRIGUES, C.S., SILVA, E. N., SOUZA, C. F. Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v 13, p. 353-357, 2009, Campina Grande, PBUAEA/ UFCG.