

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

Replacement of small aggregate with ash from sugarcane bagasse in concrete

RESUMO

Beatriz Yukari Kawakita Franco
beatriz.y.k.franco@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Silvia Paula Sossai Altoé
silviaaltoe@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Sarah Honorato Lopes da Silva
sarahh@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Uma das alternativas apontadas por pesquisadores para diminuir a exploração de recursos naturais e a geração de resíduos prejudiciais ao meio ambiente é a utilização de resíduos agroindustriais nos materiais da construção civil. Sendo assim, a pesquisa tem como objetivo o estudo da utilização da cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC) na substituição parcial do agregado miúdo na fabricação de concreto. Para atingir esse objetivo, foram realizadas a caracterização da cinza, além dos ensaios de resistência à compressão e absorção de água no concreto. A análise do estudo foi realizada avaliando a adição da CBC no concreto em teores de 10%, 15%, 20%, 25% e 30%, comparando com o traço referência. Os resultados obtidos mostraram a viabilidade da substituição da areia por CBC, por apresentar propriedades similares ou superiores ao traço referência sendo os melhores resultados nos traços de 20% e 25%.

PALAVRAS-CHAVE: Cinza do bagaço de cana-de-açúcar. Concreto. Agregado miúdo.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

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



ABSTRACT

ONE OF THE ALTERNATIVES SUGGESTED BY RESEARCHERS TO REDUCE THE EXPLORATION OF THE NATURAL RESOURCES AND THE GENERATION OF THE WASTE HARMFUL TO THE ENVIRONMENT IS THE USE OF AGROINDUSTRIAL WASTE IN CONSTRUCTION MATERIALS. THUS, THE RESEARCH AIMS TO STUDY THE USE OF ASH FROM SUGARCANE BAGASSE (CBC) IN PARTIAL REPLACEMENT OF SMALL AGGREGATE IN CONCRETE MANUFACTURING. TO ACHIEVE THIS OBJECTIVE, THE ASH CHARACTERIZATION WAS PERFORMED IN ADDITION TO THE TESTS OF COMPRESSIVE STRENGTH AND WATER ABSORPTION IN THE CONCRETE. THE ANALYSIS OF THE STUDY WAS PERFORMED BY EVALUATING THE ADDITION OF CBC IN THE CONCRETE IN 10%, 15%, 20%, 25% AND 30% CONTENTS, COMPARING WITH THE REFERENCE TRAIT. THE OBTAINED RESULTS SHOWED THE VIABILITY OF THE SUBSTITUTION OF SAND BY CBC, FOR PRESENTING SIMILAR PROPERTIES OR SUPERIOR TO THE REFERENCE TRAIT BEING THE BEST RESULTS IN THE TRAITS OF 20% AND 25%.

KEYWORDS: Ash from sugarcane bagasse. Concrete. Small aggregate.

INTRODUÇÃO

O crescimento econômico e o aumento da população mundial aliados aos altos padrões de consumo da sociedade atual, estimulam o desenvolvimento de tecnologias e o aumento da produção, gerando conseqüentemente um aumento da exploração de recursos naturais e a geração de resíduos. Uma das soluções para minimizar esses impactos causados ao meio ambiente é a utilização de materiais alternativos em substituição aos recursos naturais (JOHN, 2000; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2005; ALTOÉ, 2013).

No Brasil, destaca-se a utilização de resíduos agroindustriais em materiais da construção civil devido a sua elevada geração anual, falta de destinação correta e melhoria das propriedades dos materiais (MARTINS FILHO, 2015). Entre os resíduos, destaca-se os produzidos pela queima do bagaço da cana-de-açúcar para a produção de energia elétrica nas usinas que gera assim a cinza do bagaço de cana-de-açúcar (CBC).

Estudos apontam que a cinza do bagaço de cana-de-açúcar pode ser utilizada para diminuir a absorção de água por capilaridade e penetração por íons de cloreto (CORDEIRO, 2006); para aumento de resistência à compressão (NUNES, 2009; SALES E LIMA, 2010).

O presente trabalho tem como objetivo estudar o reaproveitamento da cinza do bagaço de cana-de-açúcar como substituição parcial do agregado miúdo para a confecção de concreto. Para isso, foram analisadas as características da CBC, além da realização de ensaios de resistência à compressão e absorção de água.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a moldagem dos corpos de prova, foram utilizados os seguintes materiais: aglomerante CP II-F 32, regulamentado pela norma brasileira NBR 16697 (ABNT, 2018); agregado miúdo proveniente da região de Apucarana de origem quartzito; agregado graúdo (brita um e dois) originários da região de Apucarana de origem basáltica; água fornecida pela Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR); e cinza do bagaço de cana-de-açúcar (CBC) proveniente da termoelétrica de Santa Terezinha no distrito de Iguatemi, Paraná.

Para a caracterização da cinza do bagaço de cana-de-açúcar, foram realizados o ensaio de atividade pozolânica segundo a NBR 15895 (ABNT, 2010); a análise granulométrica conforme a NBR 7181 (ABNT, 1984); a determinação da massa específica de acordo com a NBR 6508 (ABNT, 1984); e os ensaios de lixiviação e solubilização seguindo a NBR 10005 (ABNT, 2004) e NBR 10006 (ABNT, 2004), respectivamente. Os resultados da caracterização foram retirados da pesquisa realizada por Altoé (2017) por se tratar da mesma amostra de cinza.

Para a fabricação do concreto de referência e com as substituições, utilizou-se o traço 1:2:3, em massa, e a relação a/c de 0,55. Através do traço citado, foi possível calcular o consumo de material para cada traço (Quadro 1).

Quadro 1 – Materiais para a fabricação do concreto

Traço	Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)	CBC (kg)	Água (L)
0%	4,5	9,00	13,5	-	2,475
10%	4,5	8,10	13,5	0,90	2,475
15%	4,5	7,65	13,5	1,35	2,475
20%	4,5	7,20	13,5	1,80	2,475
25%	4,5	6,75	13,5	2,25	2,475
30%	4,5	6,30	13,5	2,7	2,475

Fonte: Autoria própria (2019).

Após a escolha do traço e os teores de substituição, foram moldados os corpos de prova no Laboratório de Materiais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Apucarana. Foram moldados seis corpos de prova para cada traço com dimensões de (100 mm x 200 mm), sendo três utilizados para o ensaio de resistência à compressão e três para o ensaio de absorção. Os corpos de prova foram colocados em cura úmida até a realização dos ensaios, aos 28 dias.

A resistência de compressão do concreto foi determinada através do rompimento dos corpos de prova, segundo a NBR 5739 (ABNT, 2018). O ensaio de absorção de água por imersão foi realizado segundo a NBR 9778 (ABNT, 2005). Estes ensaios citados têm como finalidade caracterizar o concreto endurecido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

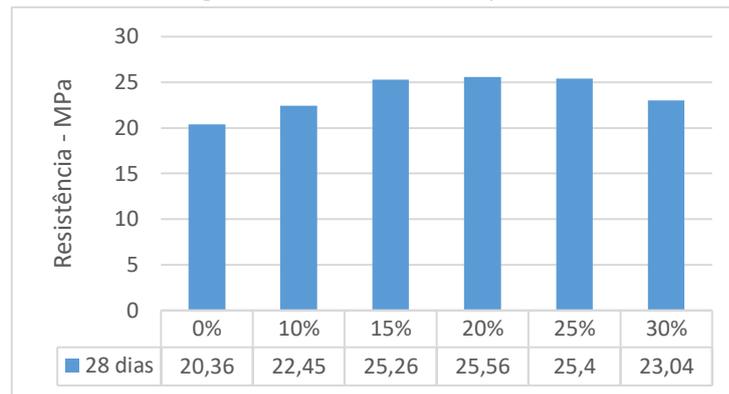
Quanto ao ensaio de atividade pozolânica da cinza, a amostra apresentou 137 mg de $\text{Ca(OH)}_2/\text{g}$. Para ser caracterizado como um material pozolânico, o índice deveria ser maior ou igual a 750 mg de $\text{Ca(OH)}_2/\text{mg}$. Portanto, a amostra possui indicativo de material não pozolânico (ALTOÉ, 2017).

A análise granulométrica da amostra resultou na classificação da cinza como um material semelhante à areia fina, em que 79% da CBC ficou retida nas peneiras 0,06 a 0,2 mm. O ensaio de massa específica apresentou um resultado igual a 2,7 g/cm^3 .

Os valores do extrato lixiviado mantiveram-se dentro dos parâmetros estabelecidos pela NBR 10004 (ABNT, 2004) classificando o resíduo como não perigoso.

Os resultados do ensaio de resistência à compressão do concreto (Figura 1) fabricado com CBC indicou um aumento dessa resistência até o teor de substituição de 25%; porém, o traço com 30% de substituição de agregado miúdo por areia apresentou uma diminuição dessa resistência. Notou-se por meio da Figura 1 que o traço com melhor resultado foi o traço com teor de 20% de substituição, com um acréscimo de resistência de 25,5% em relação ao traço referência.

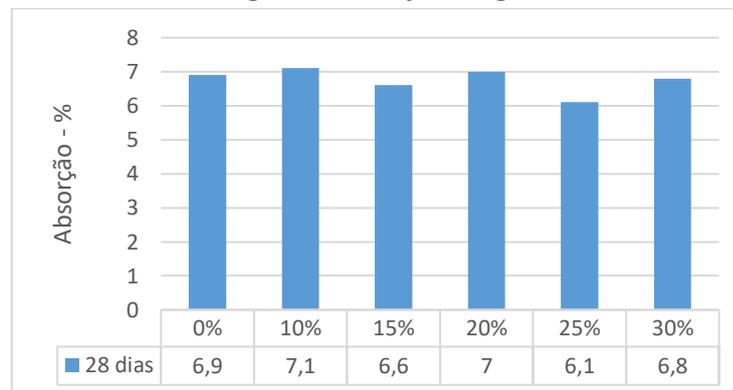
Figura 1 – Resistência à compressão



Fonte: Autoria própria (2019).

Os resultados obtidos no ensaio de absorção de água constam na Figura 2.

Figura 2 – Absorção de água



Fonte: Autoria própria (2019).

Os resultados do ensaio de absorção nos traços com substituição de agregado miúdo por CBC ficaram próximos do traço referência, sendo que o traço com 25% de substituição apresentou o melhor resultado.

CONCLUSÃO

O uso da CBC no concreto em substituição parcial ao agregado miúdo apresentou resultados viáveis em relação as características analisadas neste estudo. No ensaio de resistência à compressão, o concreto apresentou um aumento considerável em relação ao traço referência, em teores de 10%, 15%, 20%, 25% e 30%. O melhor resultado de resistência à compressão ocorreu com o teor de 20% de substituição, com um acréscimo de 25,5% em relação ao traço referência. O aumento da substituição de agregado miúdo por CBC não influenciou significativamente no ensaio de absorção de água, em que o melhor resultado ocorreu com 25% de substituição.

Em relação a questões ambientais, a utilização da CBC em substituição parcial ao agregado miúdo contribui para minimizar o recurso da natureza e também a destinação correta do resíduo da queima do bagaço de cana-de-açúcar. Ressalta-

se que, os resultados desta pesquisa têm como referência os materiais, técnicas e equipamentos disponíveis locais.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná e a Professora Dra. Silvia Paula Sossai Altoé.

REFERÊNCIAS

ALTOÉ, S. P. S. **Estudo da potencialidade da utilização de cinza de bagaço de cana-de-açúcar e resíduos de pneus inservíveis na confecção de blocos de concreto para pavimentação.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012. Disponível em: <http://www.peu.uem.br/SilviaAltoe.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2019.

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 Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/9605>. Acesso em: 10 jun. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.** Rio de Janeiro, 2018.

_____. **NBR 6508: (Grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm – Determinação da massa específica** Rio de Janeiro, 1984

_____. **NBR 7181: Solo – Análise granulométrica.** Rio de Janeiro, 1984.

_____. **ABNT NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica.** Rio de Janeiro, 2005.

_____. **ABNT NBR 10004: Resíduos sólidos - classificação.** Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10005: Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido.** Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro, 2004._____. **NBR 15895: Materiais pozolânicos – Determinação do teor de hidróxido de cálcio fixado – Método Chapelle modificado.** Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 16697: Cimento Portland – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2018.

CORDEIRO, Guilherme Chagas. **Utilização de cinzas ultrafinas do bagaço de cana-de-açúcar e da casca de arroz como aditivos minerais em concreto.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:
http://www.coc.ufrj.br/pt/component/docman/?task=doc_download&gid=848&Itemid=. Acesso em: 13 jun. 2019.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil:** contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em:
http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV_Vanderley_John_-_Reciclagem_Residuos_Construcao_Civil.pdf. Acesso em: 15 jun. 2019.

MARTINS FILHO, S. T. **Utilização da cinza leve e pesada do bagaço de cana-de-açúcar como aditivo mineral na confecção de blocos de concreto para pavimentação.** 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015. Disponível em:
<http://www.peu.uem.br/SergiTunis.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Consumo sustentável: Manual de educação.** Brasília: *Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC*, 2005. 160p.

NUNES, I. H. S. *et al.* **Estudo das características físicas e químicas da cinza do bagaço de cana-de-açúcar para uso na construção.** 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009. Disponível em:
<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/view/8728/0>. Acesso em: 15 jun. 2019.

SALES, Almir; LIMA, Sofia Araújo. **Use of Brazilian sugarcane bagasse ash in concrete as sand replacement.** *Waste Management, S.i.*, p.1114-1122, 2010. Disponível em:
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X10000681>>. Acesso em: 5 abr. 2019.