

## ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DAS CINZAS DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR *IN NATURA*

Daniela Fernanda Silva<sup>1</sup>, Adonai Gomes Fineza<sup>2</sup>, Leandro Rafael  
Viana Batista<sup>3</sup>

**Resumo:** Esta pesquisa é voltada para o estudo das propriedades físicas das cinzas do bagaço de cana-de-açúcar (CBC) *in natura*, comumente encontradas nas usinas sucroalcooleiras. A queima é realizada como alternativa de redução do rejeito sólido e principalmente para a cogeração de energia. Realizou-se ensaios de composição granulométrica, inchamento, material fino e massa unitária, todos no laboratório de materiais de construção civil da Univiçosa. Tornou-se necessário o estudo das propriedades físicas da CBC, para análise de viabilidade de uma posterior substituição do agregado miúdo no concreto estrutural por estas cinzas, promovendo assim, um descarte consciente deste resíduo poluidor. Os ensaios comprovaram que, a CBC possui propriedades físicas semelhantes às do agregado miúdo natural, capaz de substituí-lo de forma satisfatória levando em consideração apenas as propriedades estudadas, sendo necessário um estudo das propriedades mecânicas, para análise do comportamento do rejeito quanto ao melhoramento ou estabilidade da resistência à compressão e tração.

**Palavras-chave:** Agregado, materiais, resíduos, reutilização

### Introdução

A utilização de resíduos de outros materiais para a produção de novos materiais é uma solução socioeconômica e ambientalmente viável que promove a incorporação de recursos naturais renováveis,

<sup>1</sup> Graduada em Engenharia Civil - FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA e-mail: dani.vhr@hotmail.com

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Civil, Mestrado e Doutorado em Geotecnia -. e-mail: engcivil@univicosa.com.br

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Civil – FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA. e-mail: leandroviannatst@gmail.com

poupando a retirada de novas matérias primas da natureza.

Cerca de 95% do bagaço proveniente da extração do caldo da cana é comumente queimado nas usinas brasileiras para a produção de energia, resultando deste processo, um grande volume de cinzas. Estas cinzas, por serem de difícil degradação, são geralmente misturadas a uma borra úmida e jogadas sobre a lavoura para adubar o solo, sendo a técnica mais difundida para o descarte do subproduto.

A sílica atua no cimento como agente pozolânico, formando compostos estáveis de poder aglomerante (OLIVEIRA et al., 2004). Quando queimados, as cinzas da maioria dos produtos agrícolas apresentam grande potencial energético por possuírem composição predominante de Dióxido de Silício ( $\text{SiO}_2$ ) e uma pequena porcentagem de carbono.

Diante do exposto, torna-se importante o estudo das propriedades físicas destas cinzas para análise de viabilidade de utilizar-se deste resíduo no ramo da engenharia civil, como aliado no melhoramento da resistência de concretos e argamassas.

## **Material e Métodos**

Conduziu-se esta pesquisa no Departamento de Engenharia Civil da Univiçosa com o apoio do Laboratório de Materiais de Construção Civil da mesma instituição, a fim de estudar-se as propriedades físicas das cinzas do bagaço de cana-de-açúcar (CBC). Para caracterização do material executou-se os ensaios de composição granulométrica, inchamento, material fino e massa unitária.

Obteve-se a CBC utilizada para a realização desta pesquisa através da queima do bagaço de cana moído, pela Usina de Jatiboca, no município de Urucânia - MG. Realizou-se a coleta em sacos plásticos de 15 litros, no pátio da empresa, imediatamente após a retirada das cinzas das caldeiras. Não houve nenhum processo de queima, armazenamento e estocagem diferente do habitual da usina, uma vez que o objetivo principal da pesquisa é a análise das propriedades do resíduo com o mínimo de intervenções especiais

possíveis para que os resultados se apliquem a qualquer CBC produzida no Brasil. Após a chegada no laboratório, peneirou-se as cinzas, em peneira de malha #4,8 mm para eliminar partículas que não sofreram a combustão completa e posteriormente secou-se a amostra total do material em estufa a uma temperatura de  $100 \pm 5^\circ\text{C}$  por um período de 24 horas.

### Resultados e Discussão

Realizou-se ensaios físicos de caracterização do agregado miúdo, para complemento do banco de dados, verificação dos limites estabelecidos por norma e traço do concreto. Os resultados dos respectivos ensaios estão expressos na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1- Resultados dos ensaios físicos da cinza do bagaço da cana (CBC)

Ensaio	Resultados
Dimensão máxima característica (mm)	2,40
Módulo de Finura (%)	2,22
Massa Unitária ( $\text{kg}/\text{dm}^3$ )	1,07
Material Fino (%)	1,40
Inchamento (%)	22

A dimensão máxima característica do agregado se dá pela abertura da malha da peneira que tenha uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5%. O módulo de finura é determinado a partir da soma das porcentagens retidas acumuladas das peneiras de série normal, dividido por 100. A partir dos limites estabelecidos na NBR 7211 da ABNT e as porcentagens retidas e acumuladas nas peneiras durante a realização do ensaio, traçou-se o gráfico expresso pela Figura 1, para análise da qualidade granulométrica da CBC.

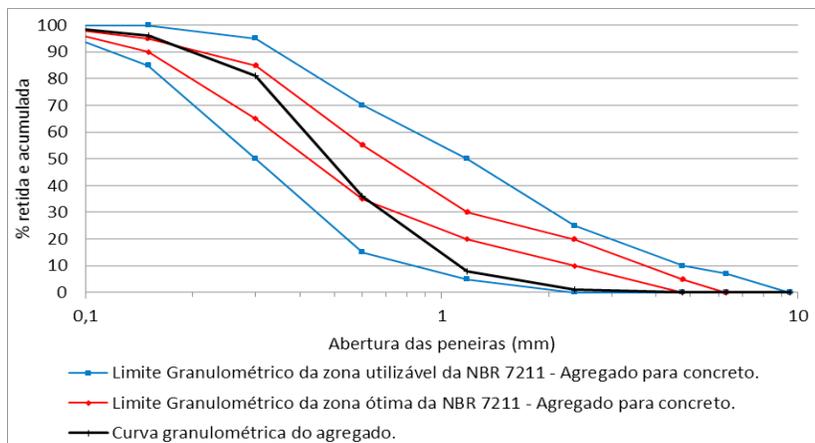


Figura 1 - Curva granulométrica da CBC. Fonte: Autor.

Entende-se por material fino, todo material passante na peneira #0,075mm por lavagem, que é caracterizado como um material nocivo para o concreto. A NBR 7211 da ABNT estabelece os limites toleráveis de material fino presente em uma amostra de material que é de 3% para concretos submetidos à desgaste superficial e de 5% para concretos protegidos do desgaste superficial.

Inchamento trata-se de um fenômeno relativo a variação do volume aparente, provocado pela absorção de água livre pelos grãos do agregado, que altera sua massa unitária (NBR 6467, 2006). A partir dos dados coletados durante o ensaio, traça-se um gráfico para a determinação do inchamento, conforme Figura 2. Estima-se uma umidade natural de 3% para CBC, quando adicionada ao concreto.

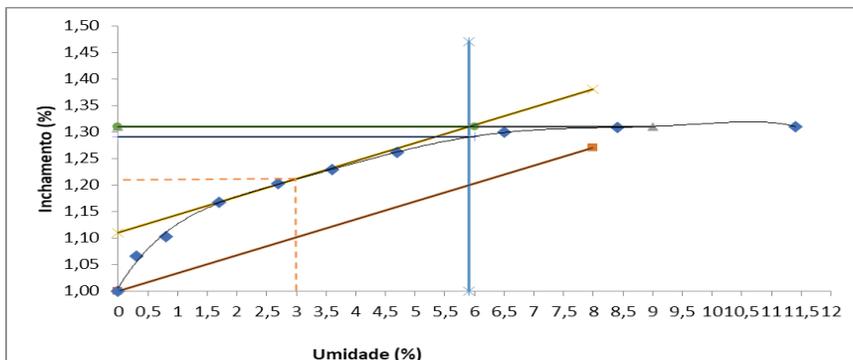


Figura 2 - Curva de inchamento da CBC. Fonte: Autor.

## Conclusões

Baseando-se nos resultados dos ensaios laboratoriais descritos, com a finalidade da análise das propriedades físicas das cinzas do bagaço de cana-de-açúcar, pode-se concluir que, a CBC in natura possui um módulo de finura elevado, classificando-a como areia média.

A composição granulométrica da CBC não obedece de forma integral aos limites da zona ótima estabelecidos pela NBR 7211, porém, dentro dos limites de granulometria utilizável.

Constatou-se através do ensaio de Massa Unitária que a CBC é relativamente mais leve que a areia natural, que possui em média, uma massa unitária de  $1,50 \text{ kg/dm}^3$ .

A CBC possui menos material nocivo que o limite estabelecido por norma, atendendo aos requisitos estabelecidos para concretos submetidos ou protegidos a desgastes superficiais.

Através da análise do gráfico, determinou-se que, a uma umidade natural de 3%, o inchamento médio da CBC é de 22%.

Como a metodologia de queima é basicamente a mesma em todas as usinas sucroalcooleiras brasileiras, estima-se que, os resultados das propriedades físicas estudadas são as mesmas em todo o território, uma vez que o estudo foi realizado com o subproduto bruto.

## **Agradecimentos**

Ao técnico laboratorista Sr. José Tarcísio, por compartilhar toda sua gama de conhecimento possibilitando a realização desta pesquisa.

## **Referências Bibliográficas**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6467: **Agregados – Determinação do inchamento de agregado miúdo – Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2009. 5p.

OLIVEIRA, M. P; NÓBREGA, A. F; DI CAMPOS, M. S; BARBOSA, N. P. **Estudo do caulim calcinado como material de substituição parcial do cimento Portland**. Conferência Brasileira de Materiais e Tecnologia Não-Convencionais: Habitação e infraestrutura de interesse social Brasil – NOCMAT 2004. Pirassununga. USP, 2004. 15p.