

## **A VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND PELAS CINZAS DO BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR**

Ricardo Vieira Alves; Kaliel Gomes Andrade  
Centro Universitário de João Pessoa - UNIPÊ, ricardorvaa1@gmail.com  
Centro Universitário de João Pessoa - UNIPÊ, kaliel.gomes@hotmail.com

### **Introdução**

Na busca de minimizar os impactos ambientais provocados pela construção, surge o paradigma da construção sustentável. As cinzas do bagaço de cana ou CBC são constituídas basicamente de dióxido de silício  $\text{SiO}_2$  e pode substituir em parte o cimento no concreto e argamassas sem prejudicar suas características físicas e químicas. O presente trabalho visa analisar a viabilidade da substituição parcial do cimento Portland pelas cinzas do bagaço de cana-de-açúcar CBC e medir a compressibilidade do material, a partir de experimentos, com corpos de prova (cimento junto com a CBC), mostrando a viabilidade técnica, econômica e ambiental da utilização das cinzas do bagaço de cana. Os desafios para o setor da construção são diversos, porém, em síntese, consistem na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído (Ministério do Meio Ambiente). A busca de alternativas de materiais para utilização na construção civil não é nova, e constantemente novas pesquisas e materiais começam a surgir, dentre eles a utilização de cinzas na confecção de concreto e argamassa (LOPES et al. 2014), à exemplo tem-se estudos da viabilidade da substituição parcial do cimento por cinza de casca de arroz, cinza de casca de castanha de caju, cinza de queima de madeira e cinza de bagaço de cana-de-açúcar.

### **Metodologia**

Materiais a serem utilizados na pesquisa: cimento Portland, agregado miúdo (areia), agregado graúdo (brita), cal hidratada, cinzas do bagaço de cana-de-açúcar (CBC). A CBC foi obtida do bagaço da cana-de-açúcar, originária da Companhia Usina São João (Santa Rita – PB, Usina São João). Os experimentos de medição da compressibilidade e resistência, foram realizados no Complexo Laboratorial de Engenharia, do Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ. O bagaço de cana foi coletado e queimado em mufla, durante 6 horas, a 700 °C, seguida de resfriamento natural. Na produção das pastas e argamassas foram empregadas as seguintes taxas de substituição parcial do cimento por CBC: 0, 10, 20 e 30%. As relações entre cimento – CBC nas argamassas e a nomenclatura adotada para as pastas e argamassas, são: C1 (100-0), C2 (90-10), C3 (80-20) e C4 (70-30), em que os valores representam os percentuais de cimento e CBC; foram usados o cimento Portland CPV ARI PLUS da marca Barroso e o traço 1:3, com areia normal brasileira. Para se avaliar a influência da adição de CBC na argamassa, realizaram-se ensaios de tempo de pega inicial e final, resistência a compressão. Para se avaliar a influência da adição de CBC na argamassa, foram realizados ensaios de tempo de pega inicial (7 dias) e final (28 dias), resistência a compressão de acordo com a Norma NBR 7215 (1991) da ABNT, todos os ensaios foram realizados com base na Associação Brasileira de Normas Técnicas. O experimento foi desenvolvido adotando-se delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), que leva em conta os princípios de repetição e casualização. Constituído de 4 tratamentos, ou seja: 3 níveis de adição de CBC e um testemunho (100% cimento), com 3 repetições. Os melhores níveis de adição de CBC

foram avaliados com base no teste de médias Tukey (teste de comparação de médias) para todas as combinações, aos 7 e 28 dias (DE PAULA, 2006). A Resistência Característica do Concreto à Compressão ( $f_{ck}$ ) é um dos dados utilizados no cálculo estrutural. Sua unidade de medida é o MPa (Mega Pascal). O concreto convencional de uso corrente na construção civil tem resistências de até 30 MPa (SALGADO, 2009, p. 93).

## Resultados e discussão

Os ensaios de resistência a compressão foram realizados de acordo com a NBR 5739-2007 – (Ensaio de compressão de corpo de prova cilíndrico). Foi determinada a resistência nas idades de 7 e 28 dias, foram rompidos 3 corpos de prova para cada idade com as diferentes combinações de cimento cinza, a saber: C1 (100-0), C2 (90-10), C3 (80-20) e C4 (70-30) [ % de cimento - % de cinza em peso]. Observa-se que a resistência a compressão das argamassas aos 7 dias é inversamente proporcional ao teor de cinza adicionado. Aos 7 dias de idade, independentemente da adição de CBC considerada, o tratamento C1 = 45,10 MPa apresentou-se estatisticamente diferente em relação aos demais. As combinações C2 = 43,13 MPa e C3 = 41,70 MPa não foram diferentes entre si, assim como as combinações C3 = 41,70 MPa e C4 = 40,37 MPa. Com a idade de 28 dias os corpos de prova C1, C2, C3 e C4 apresentaram como valores médios da resistência a compressão ( $f_{cm}$ ), respectivamente, 47,80 MPa, 48,00 MPa, 46,90 MPa e 40,70 MPa. Considerada aos 28 dias, a análise estatística mostrou que os maiores valores de resistência foram alcançados pelas combinações C1, C2 e C3, estatisticamente iguais entre si. Os resultados dos ensaios de compressão aos 28 dias indicam a viabilidade de substituição de até 20% de cimento por CBC sem prejuízo da resistência. Se um saco de cimento tem 50 kg e 20% dele for substituído por CBC, tem-se uma redução de 10 kg de cimento. Se um saco de cimento de 50 kg custa em média R\$ 19,00 tem-se então uma redução de R\$ 3,80 no custo do saco, evidenciando, desta forma, a viabilidade sustentável e econômica da substituição parcial do cimento Portland pelas cinzas do bagaço de cana-de-açúcar CBC.

## Conclusões

Portanto a utilização pela construção civil de resíduos gerados em outros setores da economia é vantajosa não apenas em virtude do aumento da atividade industrial e, conseqüentemente, de subprodutos, mas, sobretudo, devido à redução da disponibilidade de matérias-primas não renováveis, tão necessárias às atividades da construção civil convencional. Cerca de 95% de todo o bagaço produzido no Brasil são queimados em caldeiras para geração de vapor gerando, como resíduo, a cinza de bagaço, cuja disposição não obedece, na maior parte dos casos, as práticas propícias, podendo-se configurar em sério problema ambiental. Utilizados como matéria-prima em artefatos da construção civil os resíduos deixariam de a ser causa primária de problemas ligados à saúde pública e ao meio ambiente, somando-se que o setor da construção civil consome grandes quantidades de recursos naturais, logo, as ações desses setores devem ser integradas e voltadas para a melhoria da qualidade de vida da população. Em um mundo em constantes transformações a sustentabilidade não é algo a ser perseguido, mas já é realidade.

**Palavras-Chave:** sustentabilidade; bagaço-de-cana; cimento

## Referências

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 5739** - Ensaio de compressão de corpo cilíndrico. Rio de Janeiro, 2007, 6p.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 5739** - Ensaio de compressão de corpo cilíndrico. Rio de Janeiro, 2007, 6p.

DE PAULA, M. O. **Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland**. Dissertação de Pós-Graduação – Viçosa: UFV, 2006. xv, 60f.: il.; 29cm; CDD 22. ed. 628.746

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificação**. 3ª ed. – São Paulo: Érica, 2014.