

## **FABRICAÇÃO DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO COM ADIÇÃO DE CINZA PROVENIENTE DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR**

ÁLVARO HENRIQUE CÂNDIDO DE SOUZA<sup>1</sup>, VLADIMIR JOSÉ FERRARI<sup>2</sup>, MAIARA  
KAWANA APARECIDA REZENDE<sup>3</sup>, MARCELO ZOLIN LORENZONI<sup>3</sup>, CÁSSIO DE  
CASTRO SERON<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, Mestrando, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Depto. de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá –PR, Fone: (0xx44) 9894-4272, alvarohcs@hotmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro Civil, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Civil, DEC/UEM, Maringá– PR

<sup>3</sup> Engenheiro(a) Agrícola, Mestrando(a), Depto. de Agronomia – PGA/UEM, Maringá – PR

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** Uma das principais vantagens da construção com tijolos de solo-cimento são possuir o seu principal componente da mistura em abundância na natureza “o solo”, permitir o processo construtivo simples e gerar o custo de obra mais barato que obras com materiais convencionais. A mistura solo-cimento também colabora com a preservação do meio ambiente por não necessitar de queima de lenha para cozimento dos tijolos produzidos. A pesquisa teve como objetivo geral avaliar a viabilidade de utilização de um Latossolo Vermelho Distrófico e como objetivo específico analisar o potencial de adição de material pozzolânico – CBC, como material de substituição parcial do cimento Portland, com vistas à fabricação de tijolos vazados de solo-cimento. As misturas testadas foram de 7% de aglomerante (100% Cimento + 0% CBC; 90% Cimento + 10% CBC; 80% Cimento + 20% CBC) em massa. Os tijolos fabricados com as duas misturas de maior teor de cimento, apresentaram valores médios de resistência à compressão simples após 14 dias de idade, superior ao valor mínimo de 2,0 Mpa exigido pela NBR 10834 (ABNT, 1994). Para o ensaio de absorção de água as três misturas obtiveram valores médios abaixo do valor máximo permitido pela NBR 10834 (ABNT, 1994).

**PALAVRAS-CHAVES:** Solo-cimento, Sustentabilidade, Cinza

### **FABRICATION OF BRICKS OF SOIL-CEMENT WITH THE ADDITION OF ASH FROM THE BAGASSE OF CANE SUGAR**

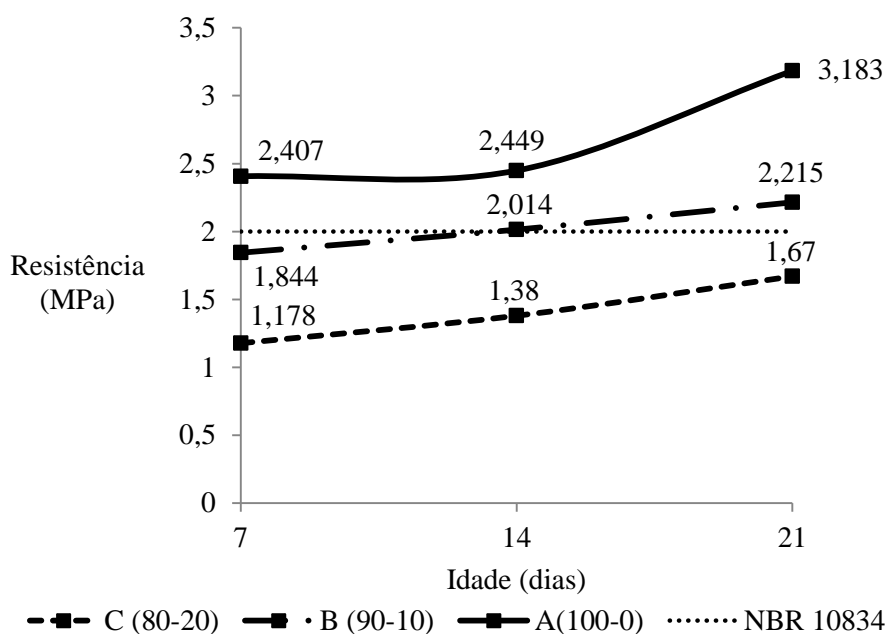
**ABSTRACT:** One of the main advantages of building with bricks of soil - cement are owning your main component of the mixture in abundance in nature " soil ", enable simple construction process and generate the cost of cheap labor that constructions with conventional materials. The soil-cement mixture also contributes to the preservation of the environment by not requiring the burning of firewood for baking bricks produced. The research investigation aims to assess the feasibility of using an Dystrophic Red Latosol and as a specific objective to analyze the potential of pozzolanic materials - CBC as partial cement replacement material, with a view to making hollow brick soil-cement. The tested mixtures were 7% of binder (100% Cement + 0% CBC; 90% Cement + 10% CBC; 80% cement + 20% CBC) by weight. The bricks made from mixtures of the two largest cement content, showed average values of compressive strength after 14 days of age, higher than the minimum value of 2.0 MPa required by NBR 10834 (ABNT, 1994). For the water absorption test the three mixtures had average values below the maximum value allowed by the NBR 10834 (ABNT, 1994).

**KEYWORDS:** Soil-cement, Sustainability, Ash

**INTRODUÇÃO:** A preocupação com o meio ambiente é relativamente nova para o ser humano, e vem ganhando força nas últimas décadas. A partir desse novo cenário as empresas de diversos seguimentos de produção vêm procurando cada vez mais ser ambientalmente sustentável. A tecnologia solo-cimento é um produto endurecido, resultante da cura de uma mistura íntima compactada de solo, cimento e água, em teores estabelecidos através de dosagem (ABNT NBR 12023, 1992). O estudo desta mistura é viável, por ter o solo seu principal componente em abundância na natureza, possuir processo construtivo simples, ser material de boa resistência, apresentar impermeabilidade satisfatória e podendo ser produzido no local da construção evitando gastos com transporte. Os materiais pozolânicos são silicosos ou silicoaluminosos que na presença da água formam compostos com propriedades aglomerantes (ABNT NBR 12653, 1992). A substituição parcial do cimento Portland por material pozolânico para fabricação dos tijolos pode reduzir os custos de produção dos tijolos solo-cimento, para que se torne financeiramente mais acessível a todos e principalmente às comunidades carentes, uma vez que o material que encarece a mistura é o cimento Portland. A adição da cinza proveniente do bagaço da cana-de-açúcar na produção dos tijolos colabora com a preservação dos recursos naturais, onde diminuirá a extração das rochas na jazida para fins de produção de cimento, contribuindo para o desenvolvimento sustentável. Neste contexto, o presente trabalho apresenta resultados da produção de tijolos com adição de material pozolânico.

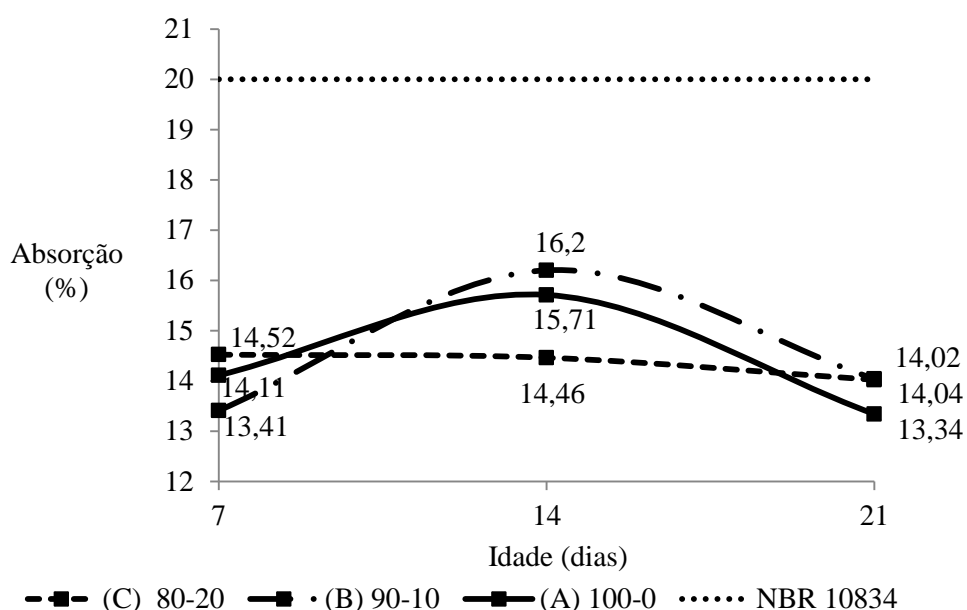
**MATERIAL E MÉTODOS:** Os tijolos solo-cimento foram moldados com utilização de um Latossolo Vermelho Distrófico extraído do Campus do Arenito - Universidade Estadual de Maringá, município de Cidade Gaúcha-PR. De acordo com a NBR 12253 (ABNT, 1992) o teor de cimento aplicado às misturas de solo-cimento deve seguir a classificação de solo TRB – Transportation Research Board, que considera a granulometria do solo. Para os solos de Cidade Gaúcha o teor de cimento selecionado a partir da classificação TRB foi de 7% em massa. A partir do valor selecionado consideraram-se três misturas com valores diferenciados para a substituição parcial do cimento Portland por CBC - Cinza do bagaço da cana-de-açúcar, onde os 7% de cimento equivalem às misturas A = (100% Cimento - 0% CBC), B = (90% Cimento - 10% CBC) e C = (80% Cimento - 20% CBC). Para determinação da umidade ótima das três misturas em estudo, foram realizados em laboratório os testes de compactação para cada mistura. Este ensaio tem por objetivo encontrar a relação entre o teor de umidade e a massa específica aparente seca de misturas de solo e cimento, que foram compactadas na energia normal. A partir dessa relação gera-se uma parábola, onde podemos encontrar a umidade ótima da mistura, que na curva corresponde ao valor máximo da massa específica aparente seca (ABNT NBR 12023, 1992). Os solos foram coletados e preparados conforme o método descrito pela norma NBR 6457 (ABNT, 1986). Os tijolos foram moldados com a utilização de uma prensa manual da marca VimaqPrensas, com as devidas proporções de solo, cimento, cinza e água. Realizou-se a cura dos tijolos uma vez ao dia durante os sete primeiros dias após a moldagem dos tijolos. Os testes de absorção de água por imersão e compressão simples foram realizados com 7, 14 e 21 dias de idade seguindo as recomendações da NBR (ABNT, 10836). Para o teste de compressão utilizou-se uma prensa elétrica da marca EMIC com auxílio de duas placas niveladoras (superior e inferior). O capeamento dos tijolos foi realizado com enxofre derretido e as dimensões foram mensuradas com o auxílio de paquímetro. No ensaio de absorção de água por imersão os tijolos foram colocados na estufa a 105° C por um período de 24 horas, após os tijolos atingirem a constância da massa submergiram-nos em tambores de água por 24 horas. O cálculo da porcentagem de absorção de água foi referente à diferença do peso seco e do peso molhado dos tijolos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1 apresenta os valores de resistência á compressão simples obtida nos ensaios que foram realizados nos tijolos vazados com 7, 14 e 21 dias após a moldagem, seguindo as recomendações da NBR 10836 (ABNT, 1994).



**Figura 1.** Valores de resistência á compressão simples em diferentes dias de idade.

Todas as misturas obtiveram aumento de resistência no decorrer dos dias, mas somente a mistura A com 7 dias de idade e a mistura B com 14 dias de idade apresentaram resistência superior ao valor mínimo exigido pela NBR 10836 (ABNT, 1994). A mistura A obteve o maior valor de resistência à compressão simples em 7, 14 e 21 dias após a moldagem dos tijolos comparada as misturas B e C. FERRAZ & SEGANTINI (2004) obtiveram com uma mistura de 6% e 8% de cimento, respectivamente os valores de 1,6 e 2,3 MPa para resistência à compressão simples em tijolos com 7 dias de cura. Em trabalho realizado por GRANDE (2003) com a mistura solo-cimento ele utilizou um teor de 8,34% de cimento e obteve 0,97 MPa; 1,75 MPa; 2,24 MPa; 2,92 MPa; 2,92 MPa, respectivamente para 7, 14, 28 e 63 dias de idade. VALENCIANO E FREIRE (2004) trabalharam com solos arenosos com uma adição de 3% de aglomerante sendo ( 0% Cimento + 0% CBC; 100% Cimento + 0% CBC; 80% Cimento + 20% CBC) os valores para o ensaio de compressão simples aos 28 dias após a moldagem foram respectivamente de 1,33; 1,92; 1,94 MPa. A utilização dos solos de Cidade Gaúcha para fabricação de tijolos apresentaram valores de resistência à compressão superiores aos autores citados, isso pode ser explicado pela composição granulométrica do solo com predominância de partículas grandes. A presença de partículas maiores exige menor quantidade de cimento para a estabilização da mistura comparado á solos finos. A Figura 2 apresenta os valores de absorção de água por imersão obtida nos ensaios, realizada conforme recomendações da NBR 10836 (ABNT, 1994). A mistura A e B possuíram um aumento na absorção de água aos 14 dias de água, esse comportamento pode estar relacionado á quantidade de cimento elevada das duas misturas. Para o ensaio de absorção de água por imersão, o valor médio de absorção de água das misturas A, B e C para 7, 14 e 21 dias após a moldagem dos tijolos estão de acordo com a NBR 10834 (ABNT, 1994) que permite o valor máximo de absorção de 20%. FERRAZ & SEGANTINI (2004) obtiveram com uma mistura de 6% e 8% de cimento, respectivamente os valores de 17,5 e 17,2 % de absorção de água por imersão em tijolos com 7 dias de cura.



**Figura 2.** Valores de absorção de água por imersão em diferentes dias de idade.

**CONCLUSÕES:** Levando em consideração este estudo, pode-se afirmar que o solo do Campus do Arenito, é recomendado para a produção de tijolos de solo-cimento, não necessitando de correção granulométrica. O valor médio de absorção de água das misturas A, B e C para 7, 14 e 21 dias após a moldagem dos tijolos estão de acordo com a NBR 10834 (ABNT, 1994) que permite o valor máximo de absorção de 20%. Baseado nos resultados de compressão simples, absorção de água e na economia de cimento a mistura B é a mais recomendada, indicando a possibilidade de emprego a partir dos 14 dias de idade.

#### REFERÊNCIAS:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10834:** Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural. Rio de Janeiro, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10836:** Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural-Determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Rio de Janeiro. 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12023:** Solo-cimento – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12253:** Solo-cimento – Dosagem para emprego como camada de pavimento. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12653:** Materiais pozolânicos. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457:** Amostra de solo-Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986.
- FERRAZ, A. L. N.; SEGANTINI, A. A. S. Estudo da Aplicação de resíduo de argamassa de cimento nas propriedades de tijolos de solo-cimento. **Holus Environment**. 4 v. n 1. 16 P. 2004.
- GRANDE, F. M. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa**. 2003. 165 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.
- VALENCIANO, M. D. C. M.; FREIRE, W. J. Características físicas e mecânicas de misturas de solo, cimento e cinzas de bagaço de cana-de-açúcar. **Revista Engenharia Agrícola**. Jaboticabal. 24v. n3. 9p. 2004.