

## **UTILIZAÇÃO DA CINZA PESADA DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA CONFECCÃO DE ARTEFATOS DE CIMENTO PARA PAVIMENTAÇÃO**

**JOÃO PEDRO LOPES<sup>1\*</sup>, SILVIA PAULA SOSSAI ALTOÉ<sup>2</sup>, THAINÁ RUDNICK<sup>3</sup>, CARLOS HUMBERTO MARTINS<sup>4</sup>, ALMIR SALES<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil, UEM, Maringá, PR, engjoapedrolopes@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Mestre da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Apucarana, PR, silviasossai@hotmail.com

<sup>3</sup> Graduanda em Engenharia Civil, UEM, Maringá, PR, thainarudnick@gmail.com

<sup>4</sup> Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Civil, UEM, Maringá, PR, chmartins@uem.br

<sup>5</sup> Prof. Dr. Da Universidade Federal De São Carlos, UFSCAR, São Carlos, SP, almir@ufscar.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia – CONTECC'2016  
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

**RESUMO:** A produção excessiva de resíduos agroindustriais sem uma solução adequada é uma realidade no Brasil, merecendo destaque as Usinas Sucroalcooleiras, que produzem quantidades consideráveis de cinzas provenientes da queima do bagaço da cana-de-açúcar utilizado para co-geração de energia elétrica. Sendo assim esse trabalho teve como objetivo o estudo da potencialidade da utilização da cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC) pesada na substituição do agregado miúdo na confecção de blocos de concreto para pavimentação (*pavers*), sujeitos a solicitações leves. Para atingir este objetivo a metodologia adotada compreendeu etapas como: a caracterização dos resíduos a serem utilizados, confecção dos *pavers* com substituição de 5% e 25% de agregado miúdo e determinação da resistência mecânica e da absorção de água dos *pavers*. Com os resultados obtidos, verificou-se que apenas o traço com 25% de substituição por CBC alcançou a resistência mínima estipulada em norma de 35 MPa. Em relação à absorção verificou-se que os 3 traços atenderam ao requisito da norma que seria uma absorção máxima de 6%. Desta forma, conclui-se que há viabilidade no uso de CBC substituindo parcialmente o agregado miúdo em *pavers*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cinza do Bagaço de Cana-de-Açúcar; *Pavers*; Reciclagem.

### **UTILIZATION OF SUGARCANE BAGASSE'S ASHES IN THE CONFECTION OF CEMENT ARTIFACTS FOR PAVING**

**ABSTRACT:** The excessive production of agro-industrial waste without adequate solution is a reality among Brazil, with particular attention to sugar-alcohol mills, which produce a considerable amount of ashes generated from sugarcane bagasse burning, that is used for co-generation of electrical power. Thus, this work's objective was to study the potential of using the sugarcane bagasse's ashes (SBA) weighed in the substitution of small aggregates on the confection of concrete blocks for paving (*pavers*), subject to slight alterations. To reach that goal the methodology adopted covered steps as: characterization of utilized waste, *paver's* confection with 5% and 25% substitution of small aggregate and determination of mechanical resistance as well as water absorbance of the *pavers*. With the results obtained, it has been found that only the mix with 25% of substitution by SBA reached the minimum resistance stipulated in standards of 35MPa. In relation to absorbance, it was noticed that the three mixes met the requirement of the standards, that would be a maximum absorption of 6%. Therefore, it can be concluded that there is viability in the usage of SBA, partially replacing the small aggregate in *pavers*.

**KEY WORDS:** Sugarcane Bagasse's Ashes; *Pavers*; Recycling

### **INTRODUÇÃO**

Atualmente, há uma grande preocupação da sociedade quando se trata de preservação do meio ambiente e desenvolvimento sustentável. A reciclagem de resíduos industriais para substituir recursos

naturais acarretará em uma redução da destruição da fauna e flora, proporcionando maior vida útil às reservas naturais de recursos. (CHAMBERS; CHEN, 1999 apud JOHN, 2000).

O Brasil é o maior produtor de açúcar do mundo, em consequência um grande gerador de subprodutos tal qual o bagaço da cana-de-açúcar. O bagaço é utilizado como combustível para geração de energia dentro das usinas. No processo de queima são geradas as cinzas, leve e pesada. A cinza que fica no fundo da caldeira é classificada como pesada.

Um dos destinos da cinza do bagaço da cana-de-açúcar é como compostos que servem como adubo na agricultura, porém não apresentam bons resultados com esta finalidade. Outro destino que a CBC tem é no descarte ilegal em aterros. O reaproveitamento se dá por substituição parcial da areia empregada na confecção de concretos, o que contribuiria para diminuição da extração deste material de forma irregular nos rios, evitando assim a degradação do ecossistema local, devido ao assoreamento causado pela extração. (MARTINS E ALTOÉ, 2015).

Com o objetivo de reduzir a disposição inadequada desses resíduos, o presente trabalho analisa a confecção de blocos de concreto (pavers) para pavimentação com substituição parcial do agregado miúdo pela CBC pesada. Sendo provada a eficiência do produto, o mesmo apresentará um preço mais acessível por se tratar de um agregado reciclado, além de reduzir impactos ambientais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a confecção dos pavers foram utilizados os materiais citados a seguir, apresentando suas características, como procedência, tipo de material e transporte.

- ◆ Cimento: CP V-ARI da marca Cauê
- ◆ Agregado miúdo: proveniente das margens do Rio Paraná.
- ◆ Agregado Graúdo: brita 0 proveniente das mineradoras na região de Maringá.
- ◆ Água: fornecida pela rede de abastecimento do município de Maringá.
- ◆ Aditivo: Sika Paver HC-10 fornecido pela Sika Brasil.
- ◆ Cinza pesada do bagaço de cana-de-açúcar (CBC): fornecida pela Usina Santa Terezinha USAÇUCAR, distrito de Iguatemi na região de Maringá, PR.

A execução da pesquisa, dividiu-se em 3 etapas principais: moldagem dos pavers, ensaio de resistência a compressão e ensaio de absorção de água. Estes ensaios são os obrigatórios da ABNT NBR 9871:2013.

A fabricação dos pavers seguiu um consumo de cimento na ordem de 437kg/m<sup>3</sup>, e a porcentagem de resíduo utilizado em cada traço está disposta na tabela 1. A moldagem foi executada em uma prensa pneumática com auxílio de um técnico na Fábrica de Artefatos de Concreto da Universidade Estadual de Maringá. As peças moldadas passaram por processo de cura durante 28 dias em uma câmara úmida. A figura 1 mostra alguns pavers após a moldagem.

Tabela 1 – Porcentagem de substituição do agregado miúdo por resíduos

TRAÇOS	CBC (%)
T0	0
T1	5
T2	25

Figura 1 – Pavers após a moldagem



Para determinar a resistência característica à compressão de cada traço, foram seguidas as recomendações das normas ABNT NBR 9781:2013. Para a realização deste ensaio foram fabricados 18 pavers por traço, que foram rompidos aos 28 dias.

Para o ensaio de absorção de água, realizado na idade de 28 dias, usou-se a ABNT NBR 9781:2013. Foram fabricados 3 pavers para cada traço.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 apresenta os resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão

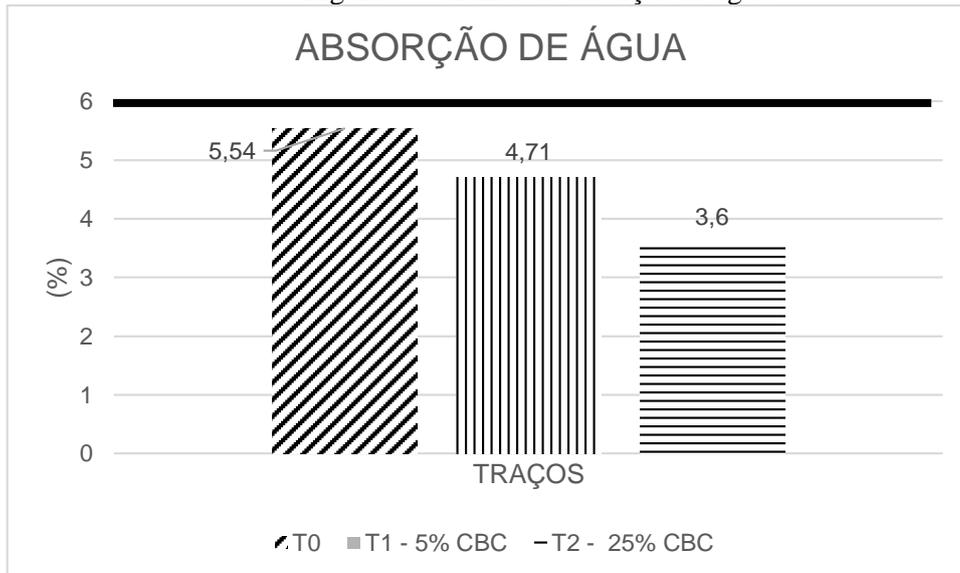
Figura 2 – Gráfico de Resistência à Compressão (28 dias) por traço



Analisando o gráfico pôde-se observar o aumento significativo da resistência com a substituição parcial da areia pelo CBC. Os resultados mostram que o traço T1 com 5% de substituição da areia pela CBC já apresenta um aumento em sua resistência. O traço T2, com uma substituição de 25% apresenta um ganho de mais de 15%. Segundo a ABNT NBR 9781:2013 a resistência mínima para blocos de pavimentação é de 35 MPa. Uma das possíveis causas do ganho de resistência apresentado se dá graças ao chamado efeito *filler*, que causa maior empacotamento dos grãos devido ao menor módulo de finura das partículas da CBC.

Os resultados do ensaio para absorção de água estão contidos na figura 3. Os dois traços apresentam uma diminuição na absorção de água quando comparados com o traço referência devido ao módulo de finura da cinza. Vale ressaltar que a norma considera o valor máximo para absorção menor do que 6%.

Figura 3 – Gráfico de absorção de água



## CONCLUSÃO

Com os ensaios realizados em consonância com as normas pertinentes, é possível afirmar que o uso pela substituição parcial do agregado miúdo pela CBC na confecção de pavers é viável. De acordo com a norma ABNT NBR 9781:2013, o uso de pavers destinado para pavimentação para tráfego leve, é necessária uma resistência de no mínimo 35 MPa. Com os dados obtidos, verifica-se que apenas o traço com 25% de substituição por CBC alcança essa resistência. Em relação à absorção verificou-se que os 3 traços atendem ao requisito da norma que seria uma absorção máxima de 6%.

Tendo em vista que houve aumento na resistência à compressão dos pavers com o aumento do teor de substituição de areia por CBC, seria interessante um estudo futuro com teores de substituição maiores que 25%. Outro estudo a ser realizado seria a diminuição do consumo de cimento, já que a substituição de areia por cinza aumenta a resistência.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudos concedida.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9781: Peças de concreto para pavimentação. Rio de Janeiro, 2013.
- JOHN, V. M. Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 113 f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2000.
- MARTINS, C. H.; ALTOÉ, S. P. S. AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DA CINZA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA CONFEÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO - Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá (PR), 2015