



## ESTUDO DA POTENCIALIDADE DA UTILIZAÇÃO DA MISTURA DE CINZA DE BAGAÇO DE CANA DE AÇÚCAR E RESÍDUOS DE PNEUS NA CONFECÇÃO DE CONCRETOS E PAVERS PARA PAVIMENTAÇÃO

*Silvia Paula Sossai Altoé<sup>1</sup>, Carlos Esdras Minikoski Arancibia<sup>2</sup>, Carlos Humberto Martins<sup>3</sup>*

**RESUMO:** Os processos produtivos de uma forma geral geram resíduos, e a forma adequada de manejo e reaproveitamento destes como matéria-prima vem sendo alvo de diversos estudos no meio acadêmico, abordando principalmente a reciclagem destes resíduos através da sua aplicação na construção civil. Esta pesquisa objetivou analisar a viabilidade da utilização de dois resíduos largamente gerados em nossa região na confecção de concretos, em substituição da areia e sua utilização para fins de pavimentação, na forma de pavers, visando contribuir para diminuição do simples despejo destes resíduos na natureza, além de buscar formas econômicas e eficazes de sua reciclagem. Os dois resíduos utilizados foram: a cinza do bagaço de cana-de-açúcar e o resíduo de borracha proveniente de pneus. O trabalho estudou a resistência mecânica de corpos de prova de concreto. Foram realizados diversos ensaios de compressão para comparar a resistência mecânica dos *corpos de prova* moldados somente com a areia sendo o agregado miúdo, e os moldados com a substituição da areia por esses resíduos. Os resultados mostraram que a melhor substituição parcial de areia por CBC é de 25 % e a de resíduo de pneu é 5 %.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cinza do bagaço de cana-de-açúcar, pneus, concretos, reciclagem.

### 1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos nos processos produtivos industriais, sejam eles na agroindústria, na construção civil ou na indústria automotiva causam impactos irreversíveis ao meio ambiente. O volume ocupado por estes em aterros, o nível de contaminação do solo, ar e água, a disseminação de vetores causadores de doenças, são alguns dos tantos problemas originados pela má destinação de resíduos. Como forma de diminuir, monitorar e penalizar qualquer tipo de tratamento ou disposição inadequada foi aprovada em 2 de agosto de 2010, a Lei n.º 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Este trabalho visa o reaproveitamento de dois resíduos, gerados pela agroindústria e pela indústria automotiva, a cinza do bagaço da cana-de-açúcar e o resíduo de pneus, resíduos estes que tem tempo de decomposição lenta e que normalmente ocupam grande volume em aterros, ou ainda, são lançados inadequadamente e de forma indiscriminada

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá, Maringá – Paraná. email: [silviasossai@hotmail.com](mailto:silviasossai@hotmail.com).

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá, Maringá – Paraná. Bolsista do Programa de Iniciação Científica da UEM (PIC/UEM), email: [esdras\\_minikoski@hotmail.com](mailto:esdras_minikoski@hotmail.com)

<sup>3</sup> Orientador, Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e do Curso de Engenharia Civil, da Universidade Estadual de Maringá, Maringá – Paraná. email: [chmartins@uem](mailto:chmartins@uem).

no meio ambiente. Além disto, este 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. O emprego do resíduo de pneu evita que seja realizada a queima deste produto, com a finalidade de sua eliminação, assim reduzimos também a quantidade de CO<sub>2</sub> emitida durante esta queima.

Pelo ponto de vista técnico várias pesquisas já foram realizadas com ambos resíduos obtendo grande sucesso, sendo algumas delas:

- A cinza do bagaço da cana-de-açúcar, quando adicionada ao concreto em substituição parcial da areia, em porcentagens em torno de 25%, contribui para o aumento da resistência à compressão do concreto, além disto, devido ao grande teor de finos a mesma proporciona um concreto menos permeável, o que aumenta a expectativa de sua vida útil (MARTINS, 2010)

- O resíduo de pneu tem se mostrado viável na aplicação de concretos com baixas resistências, normalmente aplicados em elementos de pavimentação. Isto se dá pela redução da resistência a compressão observada em várias pesquisas (GRANZOTTO, 2010).

A proposta deste trabalho é analisar o comportamento do concreto com a adição dos dois resíduos, já que ambos têm influenciam de formas diferentes às características mecânicas do concreto. Para uma melhor análise do desempenho deste concreto é sugerido também o emprego deste na fabricação de pavers, buscando assim uma melhor análise das possíveis aplicações, além de ter um modelo que leva a um melhor convencimento do mercado que poderia estar absorvendo este material.

Este trabalho tem como objetivo geral o estudo da potencialidade da utilização da cinza do bagaço da cana-de-açúcar e do resíduo de recauchutagem de pneus na substituição de agregado miúdo, areia, na confecção de concretos e pavers para pavimentação.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

Os materiais utilizados para o molde dos corpos de prova foram: resíduos de Pneu; cinza de bagaço de cana-de-açúcar (CBC); areia; pedrisco; água; cimento Portland composto com pozolana - CII-Z32.

### *1. Método da análise granulométrica dos materiais*

O ensaio granulométrico foi realizado no Laboratório de Materiais de Construção Civil, localizado na Universidade Estadual de Maringá, no bloco P02. O ensaio da composição granulométrica do agregado miúdo foi realizado conforme a NBR 7217 (1987).

Foram coletadas amostras de areia, resíduos de pneu, CBC e pedriscos utilizados para fabricação de concreto, depois peneiradas e classificadas quando a sua composição granulométrica, que é a proporção relativa (expressa em porcentagem) dos diferentes grãos que constituem o material, podendo ser expressa pelo material retido nas peneiras, pelo material que passa ou pela quantidade acumulada.

### *2. Método da moldagem dos corpos-de-prova de concreto*

Os ensaios de moldagem e cura dos corpos-de-prova de concreto também foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção Civil, segundo a norma NBR 5738 (1994).

Foram fabricados corpos-de-prova de concreto com um traço A, em massa, utilizando moldes metálicos cilíndricos de dimensões 10,0 x 20,0. Todos os ensaios destinados a determinação da resistência à compressão simples. Os traços divergem em quantidades de CBC e pneu, mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1** Quantidade de materiais para moldagem de 36 corpos de prova com o traço A.

Traço	Cinza(%)	Pneu(%)	Cimento(g)	Areia(g)	Pedrisco(g)	Cinza(g)	Pneu(g)	Água(ml)
T1	0	0	6800	8160	8160	---	---	3740
T2	5	5	6800	7344	8160	408	408	3740
T3	10	10	6800	6528	8160	816	816	3740
T4	15	15	6800	5712	8160	1224	1224	3740

Posteriormente foi fixada a porcentagem de resíduos em 5% de pneu e variada a porcentagem de CBC em 5%, 10%, 15%, 20% e 25%, de acordo com a Tabela 2.

**Tabela 2** Quantidade de materiais para moldagem de 36 corpos de prova com o traço A

Traço	CBC (%)	Pneu (%)	Cimento (g)	Areia (g)	Pedrisco (g)	CBC (g)	Pneu (g)	Água (ml)
T1	0	0	6800	8160	8160	---	---	3740
T2	5	5	6800	7752	8160	408	408	3740
T3	10	5	6800	7344	8160	816	408	3740
T4	15	5	6800	6936	8160	1224	408	3740
T5	20	5	6800	6528	8160	1632	408	3740
T6	25	5	6800	6120	8160	2040	408	3740

A mistura dos materiais foi realizada em uma betoneira e em seguida moldados os corpos-de-prova. Após um período inicial de 24h, foram retirados das formas e colocados em uma câmara úmida até o dia de seu rompimento.

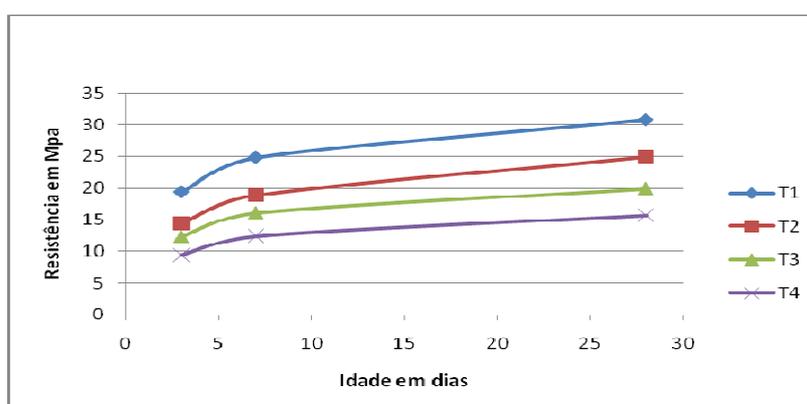
### 3. Determinação da resistência a compressão simples dos corpos-de-prova

O ensaio para determinar a resistência à compressão simples das argamassas e do concreto foi realizado segundo a norma NBR 5739 (1994). Após a moldagem desses corpos-de-prova, foi realizado o ensaio para determinar as cargas de ruptura nas idades de 3, 7 e 28 dias.

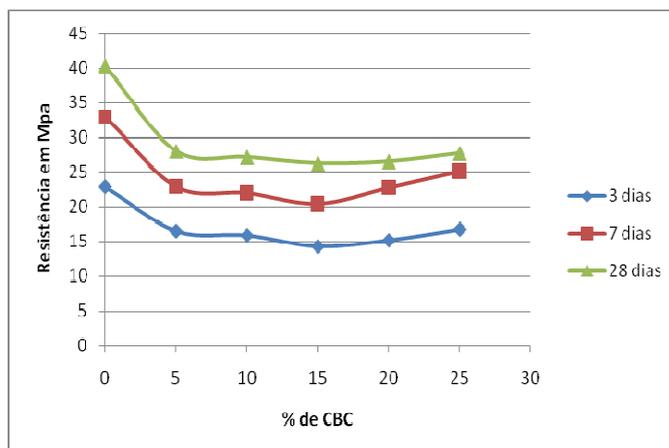
## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Determinação da Resistência à Compressão Simples

Os corpos-de-prova de concreto confeccionados, de acordo com o Traço A, foram ensaiados em laboratório e apresentaram as seguintes cargas de nas idades 3, 7 e 28 dias após a moldagem, como mostra a Figura 01.

**Figura 01** – Valores médios de resistência à compressão simples – Traço A

Pela figura 01 percebe-se a diminuição da resistência à compressão simples dos corpos de prova quando há o aumento na substituição parcial da areia por pneu. Optou-se por substituir a areia por 5 % de resíduo de pneu e com isto, obteve-se o Traço B com porcentagem fixa de 5% para pneu e determinando a maior resistência em virtude da variação de porcentagem de substituição de areia por CBC, conforme mostra a figura 2.



**Figura 02** – Valores médios de resistência à compressão simples dos CP's

## 4 CONCLUSÃO

Através da Figura 01, avalia-se que a melhor substituição parcial de areia por resíduo de pneu, para ser usada em concreto para fabricação de pavers, é a de 5%. Na Figura 02 para os valores de 28 dias, temos que a melhor porcentagem de substituição parcial de CBC por areia é de 25%. Porém estudos futuros devem ser feitos para determinar resistências com mais de 25% de CBC para a mesma quantia de pneu, pois, pelo o que se observa no gráfico, a tendência é o crescimento da resistência mecânica.

Esse aumento na resistência à compressão simples da CBC se dá pelo fato de serem partículas muito pequenas, dando ao concreto um melhor empacotamento, o chamado efeito *filler*. Já o resíduo de pneu diminui a resistência consideravelmente (o que é ligeiramente compensada pela a CBC), mas com um acréscimo a ductibilidade do concreto, conforme estudos de Silva et al. (2007). Como se pode constatar na Figura 07, a diminuição da resistência mecânica entre um concreto sem nenhuma substituição de pneu e CBC e o com substituição de 5 % de fibra de pneu e 25 % de CBC foi de 40,3 %.

É importante ressaltar que os resultados aqui obtidos, são específicos para a cinza de bagaço de cana-de-açúcar obtida na Usina Santa Terezinha. Diferentes procedimentos de queima podem ser empregados para obtenção de cinza, diferenciando-as quanto ao seu local de origem. Isso não vale para os resíduos de pneus, visto que são todos de recauchutagem, com fabricação padronizada.

Finalmente, concluem-se nesses estudos que as cinzas do bagaço da cana de açúcar, devidamente tratadas, podem ser utilizadas na substituição da areia fina para a confecção de concretos para produção de pavers destinados a pavimentação e construção. E a fibra de pneu como meio para aumentar a ductibilidade, dando dessa forma um destino final para este subproduto.

Porém, são necessários ainda outros ensaios e testes para comprovar de maneira mais eficiente tal afirmação, tais como: consumo de água para um mesmo abatimento e ensaios de durabilidade á longo prazo.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738: Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**, Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636> – Acesso em 27 jun 2011

GRANZOTTO, L. **Concreto com adições de borracha: uma alternativa ecologicamente viável**, 2010. 132f. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá, 2010, Maringá.

MARTINS, C.H.; MACHADO, P.H.T. Estudo da utilização da cinza de bagaço de cana-de-açúcar em argamassas em concretos. In: ECMEC 2010 – Encontro Nacional de Materiais de Estruturas Compositas, 2010, Porto. **Anais...** ECMEC, 2010. Editora da Universidade do Porto, 2010, v.1, p 1-1.

SILVA, L.B.A; SILVA, J.M.;DIAS,F.M., **Adição de borracha de pneu em concreto**, In. 51º. Congresso Brasileiro de Cerâmica, Salvador, BA, Brasil, 2007.