

# **APLICABILIDADE DE RESÍDUOS E REJEITOS AMBIENTAIS PARA APROVEITAMENTO EM PAVIMENTAÇÃO**

**Aluna: Lucianna Szeliga**  
**Orientadora: Michéle Dal Toé Casagrande**

## **Introdução**

O solo natural é um material complexo e variável, sendo comum que este não preencha total ou parcialmente as exigências de projeto geotécnico. Uma alternativa disponível ao engenheiro geotécnico para viabilizar técnica e economicamente a realização de obras de pavimentação rodoviária sobre solos ruins é remover o material existente no local e substituí-lo por outro com características adequadas ou modificar e melhorar as propriedades do solo existente, de modo a criar um novo material com características de resistência e deformabilidade adequadas para ser utilizado em obras de pavimentação rodoviária.

O aumento da produção anual de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), as preocupações ambientais com os métodos de deposição tradicionais e a falta de espaço para a instalação de aterros sanitários, têm levado a que sejam incentivadas formas alternativas de gestão dos resíduos, tais como a incineração. Esta, além de ser frequentemente associada à recuperação de energia como uma componente na gestão dos RSU, é uma alternativa capaz de conseguir significativa redução do seu volume, da ordem de 70-90%. Novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas com a finalidade de mitigar os impactos ambientais destas usinas incineradoras.

Diante da escassez de recursos financeiros para aplicação nos mais diversos setores econômicos e da necessidade de proteção ambiental, torna-se viável o uso de técnicas e materiais alternativos para pavimentação que consome volumes consideráveis de material.

Dentro deste contexto, o presente trabalho buscou contribuir para melhor interpretação e compreensão do comportamento do solo misturado com as cinzas de RSU, podendo potencializar a sua utilização em obras de pavimentação rodoviária, dando um fim mais nobre a este material.

## **Objetivos**

O objetivo principal foi avaliar o potencial de utilização das cinzas de RSU, provenientes da Usina Verde S.A., como aditivo em uma amostra de solo regional, para aplicação em bases de pavimentos rodoviários. Este objetivo foi alcançado através da avaliação do comportamento físico, químico e mecânico de algumas misturas, estabelecendo padrões de comportamento que possam medir a influência da adição de cinzas, relacionando-a com os parâmetros de deformabilidade do solo.

## **Metodologia**

Trabalhou-se com três tipos de materiais distintos: solo, cinza volante e cinza de fundo, bem como as misturas decorrentes destes materiais com diferentes teores de cinza. O solo é procedente de uma jazida localizada no bairro de Campo Grande – RJ. A coleta foi feita no mês de Junho/2009.

A cinza volante e a cinza de fundo são provenientes da incineração do Resíduo Sólido Urbano (RSU) na Usina Verde, que fica localizada na Ilha do Fundão – Município de Rio de Janeiro – RJ. O RSU utilizado na Usina Verde vem da Companhia Municipal de Limpeza Urbana do Rio de Janeiro (Comlurb), já pré-tratados, provenientes do aterro sanitário da

Comlurb, no bairro Cajú/RJ. Todavia, ao chegar à usina, passa por uma nova triagem. Em funcionamento desde 2004, a Usina recebe diariamente 30 toneladas de resíduos sólidos.

O objetivo da realização deste programa experimental foi a caracterização do solo e do solo-cinza, evidenciando os parâmetros que possam ser correlacionados com o real desempenho em camadas de pavimentos e, dessa forma, contribuir para o melhor conhecimento sobre o comportamento das misturas estudadas.

A seguir são apresentados os ensaios laboratoriais realizados para caracterização do solo e do solo-cinza: (i) Propriedades físicas e de classificação dos materiais (Densidade Real dos Grãos; Limites de Atterberg; Análise granulométrica); (ii) Propriedades químicas (Análise química total; Determinação de matéria orgânica; Solubilização); (iii) Propriedades mecânicas (Compactação; Modulo de Resiliência).

### **Conclusões**

Conclui-se que: (i) A influência das cinzas ao solo proporciona o desenvolvimento de um novo material geotécnico com características próprias, observado pela melhoria das propriedades mecânicas deste novo material; (ii) Os resultados obtidos permitem concluir que o solo estudado nesta pesquisa é do tipo CH (argila inorgânica de alta plasticidade). Pela classificação SUCS, é um solo do tipo A-7-6 (sistema AASHO de classificação) e NG' (não-laterítico argiloso) pela classificação MCT. Estas três classificações assinalam que o comportamento mecânico deste material não é recomendável para ser utilizado como solo de base de pavimentos; (iii) A composição química do solo revela seu caráter de solo residual, pela predominância de óxidos, sobretudo SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, isto pode favorecer o mecanismo de estabilização química com a adição de cinzas de RSU; (iv) A composição química da Cinza Volante de RSU mostra teores médios de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, elevado teor de CaO e valores baixos de teor de matéria orgânica, sendo que estes compostos influenciam favoravelmente o mecanismo de estabilização química. Já a Cinza de Fundo de RSU, apresenta composição química similar à da Cinza Volante, porém tendo menor teor de CaO e elevado teor de matéria orgânica, o que pode influenciar negativamente a estabilização química do solo; (v) A adição de Cinzas de RSU tem o efeito de reduzir a Massa específica seca aparente, obtida por compactação Proctor, devido à menor densidade real dos grãos das cinzas, quando comparado às partículas do solo; (vi) Os parâmetros de compactação são influenciados pelo teor e tipo de cinza adicionado, sendo que para cada teor deve-se obter uma curva de compactação; (vii) A adição de cinzas ao solo teve uma influência favorável, reduzindo a expansibilidade do solo estudado, sendo que a cinza volante tem maior ação estabilizante, ressaltando-se a dependência no teor de cinza utilizado. A adição de um teor de 40% de cinza volante conseguiu reduzir a expansibilidade do solo até menos de 0,5%, viabilizando assim seu emprego em base de pavimentos.

### **Referências**

- AMERICAN COAL ASH ASSOCIATION (ACAA). (2003) Fly Ash Facts for Highway Engineers. Edição 4.
- Bin-Shafique, S., Kahman, K., Yaykiran, M., Azfar, I. (2009) The Long-term performance of two fly ash stabilized fine-grained soil subbases. Resources, Conservation and Recycling.
- Nogami, J. S., Villibor, D. F. (1995) Pavimentos de Baixo Custo com Solos Lateríticos, Editora Villibor, São Paulo. 240 p.
- Vizcarra, G.O.C. (2010) Aplicabilidade de Cinzas de Resíduo Sólido Urbano Para Base de Pavimentos. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio.