

# 1

## Introdução

### 1.1.

#### Relevância e justificativa da Pesquisa

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.

A incineração, além de ser freqüentemente 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.

As cinzas, subproduto da incineração de resíduo sólido urbano (RSU), são rejeitos que já vem sendo utilizados de várias formas em outros países desenvolvidos, como por exemplo, a Suécia, Dinamarca, França, Estados Unidos, dentre outros.

No Brasil, país em franco desenvolvimento, a produção de energia mediante incineração de RSU está na sua etapa inicial, como por exemplo, com a implantação da chamada Usina Verde no campus da UFRJ, com a conseqüente produção de subprodutos, como as cinzas, que atualmente são dispostas no Aterro Metropolitano Jardim Gramacho, no Município de Rio de Janeiro.

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. O aproveitamento de cinzas é vantajoso para a indústria que gera este rejeito, e pode ser vantajoso para sua utilização pela indústria de construção civil como alternativa ao uso de estabilizantes convencionais para solos, tais como cal, cimento ou outros. Para a primeira pode agregar-se valor ao rejeito e diminuir os gastos com a ocupação de áreas de deposição e tratamentos impostos pelas regras de proteção ambiental. Para a construção, o preço do material para pavimentação pode cair, especialmente se as cinzas forem tecnicamente competitivas.

A utilização das cinzas de RSU em camadas de pavimentos já vem sendo realizada há vários anos em diversos países, como Suécia, Dinamarca, França e Estados Unidos (FHWA, 2008). No Brasil não foram detectados relatórios sobre a utilização deste tipo de resíduos na pavimentação rodoviária, durante esta pesquisa.

Para que sejam concebidos novos materiais é relevante que se conheçam as propriedades mecânicas, físicas e químicas dos materiais de constituição, bem como suas possíveis combinações. O conhecimento do mecanismo de estabilização é de grande importância no entendimento da resposta da mistura no que tange ao seu comportamento mecânico. Este mecanismo depende de vários fatores relacionados com o solo e as cinzas, como granulometria, teor de umidade, densidade e composição química.

Dentro deste contexto, o presente trabalho busca 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.

## **1.2.**

### **Objetivos**

O objetivo principal desta pesquisa é avaliar o potencial de utilização das cinzas de RSU, provenientes da Usina Verde S.A., como aditivo em uma amostra de solo da região, para aplicação em bases de pavimentos rodoviários.

Este objetivo será 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.

A partir do objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Realizar caracterização física, química e geotécnica, do solo quanto das cinzas de RSU e misturas solo-cinza, através de ensaios laboratoriais normatizados;
- Avaliar o comportamento mecânico do solo e das misturas através de ensaios experimentais;
- Analisar e comparar os parâmetros químicos, mecânicos e de deformabilidade do solo e das misturas estudadas para aplicação em base de pavimentos;
- Realizar o dimensionamento de base de pavimentos, com o objetivo de comparar os materiais estudados mediante análises mecanístico-empíricas;
- Através da análise dos resultados obtidos, concluir se há viabilidade técnica e ambiental de uma mistura que possa ser aproveitada na construção de base de pavimentos.

### **1.3.**

#### **Organização da Dissertação**

Este trabalho está dividido em cinco capítulos, de acordo com as etapas de pesquisa realizadas, iniciando com este capítulo introdutório (Capítulo 1), seguido do Capítulo 2, onde é apresentada uma revisão da literatura existente, compreendendo os tópicos referentes aos principais assuntos abordados nesta pesquisa.

No Capítulo 3 é descrito detalhadamente o programa experimental, bem como é apresentada uma descrição dos materiais utilizados, dos equipamentos e dos métodos de ensaios, e também as variáveis investigadas em cada fase do trabalho.

No Capítulo 4 são apresentados os resultados dos ensaios de caracterização física, química e mecânica realizados, da classificação geotécnica do solo e das misturas solo-cinza e do dimensionamento da base de uma estrutura típica de pavimento. Estes resultados são analisados e discutidos em comparação com outras pesquisas realizadas nacional e internacionalmente.

As principais conclusões que representam a síntese do conhecimento adquirido durante a realização deste trabalho estão apresentadas no Capítulo 5, onde se encontram também as sugestões para continuidade da pesquisa.