

# 1 Introdução

Um grande desafio atualmente no âmbito da geotecnia tem sido a questão da expansão e manutenção da rede de transportes, onde se incluem rodovias, ferrovias e aeroportos, nos quais os maiores problemas ambientais encontrados relacionam-se à erosão dos solos.

Através de Contrato de Prestação de Serviços firmado com INFRAERO<sup>1</sup>, a Embrapa Solos<sup>2</sup> vem desenvolvendo, desde o ano 2000, o projeto intitulado “Diagnóstico Ambiental, Elaboração de Projeto e Transferência de Tecnologias para a Conservação do Solo e Recuperação de Áreas Degradadas em Unidades Aeroportuárias”. No projeto estão previstas atividades e serviços de recuperação de áreas degradadas (RAD), bem como a manutenção de áreas em processo de recuperação ambiental.

Existem diversos métodos para o controle de feições erosivas e técnicas de bioengenharia aplicadas a taludes de corte. Mecanismos relacionados e variáveis envolvidas são estreitamente ligados ao balanço hídrico, sendo o conhecimento dos mecanismos de interceptação, retenção e redistribuição das águas pluviais pela vegetação, bem como a variabilidade de perfis de sucção de umidade volumétrica, de fundamental importância.

Apesar de parcelas experimentais já terem sido avaliadas em larga escala, com diversas pesquisas já realizadas e em andamento, inclusive no Estado do Rio de Janeiro, estudos deste gênero considerando as propriedades geotécnicas de solos residuais, avaliações de escoamento superficial com registro automatizado, perfis de sucção e umidade através de instrumentação de campo, e utilização de parâmetros da vegetação na determinação de balanços hídricos detalhados, constituem inovação. Observam-se poucas referências mesmo em relação a

---

<sup>1</sup> INFRAERO - Empresa Brasileira de Infra-Estrutura Aeroportuária.

<sup>2</sup> Embrapa Solos - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Solos/ CNPS.

medições convencionais de parcelas de controle de erosão submetidas a técnicas de bioengenharia em taludes de corte (Rego, 1978; Coelho, 1999; Coelho *et al.*, 2001).

Sob este pretexto, em novembro de 2006, especificamente para o desenvolvimento desta tese, foi elaborado o projeto de desenvolvimento de uma estação experimental para avaliação do efeito de técnicas de bioengenharia em parâmetros hidrossedimentológicos em um talude de corte. Para tal foi selecionada uma vertente degradada, anteriormente um local explorado como área de empréstimo dentro Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro Tom Jobim durante a década de 1970.

Paralelamente à recuperação ambiental da área e à conformação do talude, instalação de parcelas de erosão e implantação de diferentes técnicas de bioengenharia foi instalada, adaptada e desenvolvida uma instrumentação específica para o monitoramento automatizado dos diversos parâmetros hidrossedimentológicos em escala temporal de detalhe.

### **1.1. Objetivo Geral**

Esta tese teve como objetivo geral contribuir para o desenvolvimento de técnicas de monitoramento de parâmetros hidrossedimentológicos no sistema solo-planta-atmosfera, procurando-se estabelecer uma articulação entre avaliações de campo, ensaios em laboratório e modelos conceituais e analíticos de interpretação.

As parcelas de controle de erosão foram consideradas ponto de partida de todas as demais avaliações, controlando aspectos como o tipo de instrumentação viável, espaçamento entre sondas, espécies vegetais, espaçamento entre mudas e especificações em bioengenharia de solos.

### **1.2. Metas**

Para o desenvolvimento do objetivo geral exposto acima foram desenvolvidas algumas pesquisas específicas, referentes aos diferentes parâmetros envolvidos neste tipo de avaliações, que constituem deste modo as metas desta tese.

- Conformação de um talude de corte e proteção de seu entorno mediante a aplicação de práticas de RAD.
- Instalação de parcelas de controle de erosão e aplicação de diferentes tipos de técnicas de bioengenharia para avaliação de seus efeitos no balanço hidrossedimentológico do talude.
- Avaliação de três técnicas de Bioengenharia de Solos: um método adaptado da Embrapa Solos para talude de corte envolvendo plantio em linhas de capim Vetiver e utilização de leguminosas arbóreas, inoculadas com bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos; aplicações de plantios de gramíneas e leguminosas rasteiras através de hidrossemeadura e de plantio com semeadura a lanço e aplicação de biomanta anti-erosiva.
- Avaliação de taxas de crescimento e desenvolvimento, índices de área foliar e sistemas radiculares nestes tratamentos. Estas informações foram utilizadas na interpretação e modelagem dos dados de balanços hídricos.
- Avaliação de Parâmetros meteorológicos através da instalação de uma estação meteorológica e aquisição e interpretação de dados climáticos em relação a registros de estações vizinhas. Neste sentido a estação meteorológica de GEORIO foi estabelecida para termos de comparações.
- Caracterização do perfil estratigráfico sob o ponto de vista geotécnico, visando à determinação de parâmetros hidráulicos e de parâmetros relacionados à erodibilidade dos solos nas diferentes camadas delimitadas, bem como a determinação de um modelo 3D para ser utilizado em avaliações dos processos hidrológicos.
- Avaliação dos perfis de sucção e umidade volumétrica mediante montagem de um sistema para medições simultâneas e horárias com FDR e GMS.
- Determinação das equações de calibração referentes a cada uma das camadas identificadas no perfil estratigráfico.
- Desenvolvimento de um sistema de Monitoramento automatizado da erosão superficial. Neste sentido foi testado um sistema para medição de parcelas de controle de erosão através da adaptação de vertedores tipo Calha Parshall, transmissores de nível ultra-sônicos e turbidímetros.
- Estimativa dos balanços hídricos de cada parcela em estudo. As avaliações tiveram como inovação a associação de um conjunto particular de variáveis

medidas em campo, tendo sido utilizada a formulação original da equação de Penman-Monteith no cálculo da  $ET_{rc}$ .

- Comparação entre resultados de campo de monitoramento da sucção e do teor de umidade volumétrico com simulações numéricas mediante a utilização do software *VADOSE/W2007*.

### **1.3. Linha de Pesquisa**

Esta tese encontra-se dentro do contexto dos seguintes projetos de pesquisa:

- PRONEX-Rio intitulado “Geotecnia Aplicada à Avaliação, Prevenção e Remediação de Problemas Ambientais”;
- MCT/CNPq/CT-HIDRO/Aperfeiçoamento de técnicas de diagnóstico e recuperação de áreas degradadas por processos erosivos: contribuição para minimização de produção de sedimentos em bacias hidrográficas.

### **1.4. Organização da Tese**

O desenvolvimento desta tese foi subdividido em seis capítulos incluindo a introdução. No Capítulo II são discutidos aspectos gerais da área de estudos (a Área Z onde se insere o Talude), tendo sido realizado um diagnóstico do estado de degradação com a elaboração de estratégias de RAD no local de execução do talude e seu entorno, sendo também descritos aspectos da conformação do talude, implantação das parcelas de erosão, técnicas de bioengenharia e parâmetros para modelagem de processos erosivos.

Posteriormente, o Capítulo III teve como objetivo principal caracterizar o perfil estratigráfico do talude, abordando aspectos geotécnicos, hidráulicos, químicos, mineralógicos, micromorfológicos e relativos à erodibilidade dos solos. No subitem 3.1. é apresentada uma delimitação para os diferentes materiais sob o ponto de vista geotécnico, identificados no perfil estratigráfico a partir de uma análise geral de estruturas, processos sedimentares e características pedológicas.

Foram identificadas neste sentido cinco diferentes camadas de solo, que constituem o objeto de estudo das análises experimentais no decorrer deste capítulo. Esta caracterização foi utilizada como embasamento para a interpretação dos dados hidrológicos e de erosão dos solos obtidos mediante técnicas de monitoramento *in situ*.

No Capítulo IV, visando abranger os diferentes compartimentos hidrológicos do sistema solo-planta-atmosfera avaliados em campo no âmbito desta tese, são comentados aspectos da interpretação de dados de sistemas de monitoramento automatizado, importantes para o desenvolvimento de análises baseadas em balanços de água e energia. Finalmente, no Capítulo V, visando organizar todos os resultados anteriores, são apresentados os resultados de monitoramento dos parâmetros de campo aferidos no talude, inclusive relacionando através de análises comparativas de simulações com as propriedades geotécnicas dos materiais.

Após este conjunto de capítulos no Capítulo VI é exposta a conclusão, com tópicos referentes a cada um dos assuntos pesquisados, bem como sugestões para pesquisas futuras.