

# 1 Introdução

Alguns problemas de engenharia geotécnica e ambiental estão associados a problemas de fluxo saturado e não saturado. Problemas como escorregamentos devidos à redução da sucção pela infiltração da água da chuva têm causado grande número de vítimas e danos materiais.

Quando acontecem variações no teor de umidade volumétrico ( $\theta$ ) do solo produzido por algum fator externo como a chuva, isso afeta diretamente a carga de pressão ( $h$ ) e a permeabilidade não saturada  $k(h)$ . Assim sendo o conhecimento da relação entre o teor de umidade e sucção é fundamental em projetos que tratem do comportamento de solos não saturados.

As relações dos solos não saturados são: a curva característica ou de retenção ( $h \times \theta$ ) e curva de condutividade hidráulica ( $k \times h$ ). A curva característica é uma propriedade fundamental para o estudo de fluxo em solos não saturados, a partir da qual pode-se obter valores da condutividade hidráulica não saturada, por exemplo. O conhecimento destas relações é essencial para que a engenharia geotécnica possa dispor de ferramentas adequadas para analisar e prever diversos problemas como o de escorregamentos.

O método de estimativa de parâmetros envolve a estimativa indireta das funções hidráulicas do solo através da solução numérica da equação que governa o processo de fluxo sujeita às condições de contorno impostas. Primeiramente, as propriedades hidráulicas são supostas para poderem ser descritas por um modelo analítico com valores de parâmetros desconhecidos. Durante a execução de um ensaio um os mais atributos são medidos (dados observados) ex. carga de pressão no tempo. Subsequentemente, a equação de fluxo é resolvida numericamente usando funções hidráulicas com estimativas iniciais fornecidas. Os parâmetros das funções hidráulicas são otimizadas pela minimização da função referida os dados observados e os preditos pelo modelo, usando a simulação numérica repetida do processo de fluxo (Eching *et al.*, 1993).

A vantagem da utilização da estimativa de parâmetros é que permite uma abordagem flexível que permite determinar a curva característica e a curva de condutividade hidráulica simultaneamente (Kool *et. al.*, 1987).

As relações de curva de retenção ( $h \times \theta$ ) e a curva de condutividade hidráulica ( $k \times h$ ) podem ser determinadas no laboratório, mediante ensaios de placa de pressão, papel filtro, entre outros, uma desvantagem destes ensaios é o erro causado pelo efeito escala. Tem-se desenvolvido diversos ensaios de campo que usam medidas de carga de pressão no tempo para a determinação das propriedades hidráulicas ( $h \times \theta$ ,  $k \times h$ ), o qual permite o conhecimento da variabilidade espacial das características hidráulicas do solo, importante na determinação dos processos de fluxo (Kool *et. al.*, 1985).

O principal objetivo deste trabalho é a avaliação de um método que permita a estimativa dos parâmetros do modelo de van Genuchten - Mualem, a partir de alguns dados coletados no campo ou no laboratório. A partir desta estimativa de parâmetros se realiza a análise de fluxo saturado - não saturado.

Como parte integrante deste trabalho foram avaliados ensaios de campo e de laboratório a fim de determinar seu potencial na estimativa de parâmetros e se realizou o análise de sensibilidade de cada um dos parâmetros estimados.

Nesta dissertação realizou-se diversos ensaios de campo utilizando um procedimento simples para a identificação de alguns parâmetros. Finalmente se realizou a simulação de fluxo saturado – não saturado em dois taludes do Rio de Janeiro.

No trabalho foi utilizado o programa HYDRUS 2D-3D, desenvolvido por Simunek *et al.*(2006).

O capítulo 2 apresenta a equação governante de fluxo saturado - não saturado, assim como uma breve descrição das propriedades hidráulicas.

O capítulo 3 apresenta os métodos de estimativa de parâmetros, a definição da função objetivo, os métodos de solução e a análise de sensibilidade.

No capítulo 4 apresentam-se a metodologia dos ensaios de campo e laboratório.

No capítulo 5 apresentam-se os locais dos ensaios, os resultados dos ensaios a serem simulados, e os estudos anteriores.

No capítulo 6 apresentam-se os resultados da estimativa de parâmetros (retroanálise) dos ensaios propostos e os resultados da análise de fluxo das encostas de Rio de Janeiro.

No Capítulo 7 apresentam-se as conclusões e sugestões.