

1 INTRODUÇÃO

As análises de estabilidade de taludes são tradicionalmente feitas mediante métodos determinísticos, que são baseados na obtenção de um fator de segurança (FS). O valor de FS depende dos valores estimados para os parâmetros do solo. Portanto o próprio fator de segurança é uma variável aleatória que depende de outras variáveis.

Análises determinísticas são influenciadas pelo julgamento do engenheiro e não expressam mais que um só dado (Fator de Segurança). Isto dificulta a análise sobre qual variável (parâmetros de resistência do solo, poro pressões, espessuras do material, etc.) pode afetar mais a estabilidade. Ferramentas adicionais precisam ser usadas para permitir ao engenheiro tomar uma melhor decisão sobre a performance da estrutura.

Os métodos probabilísticos de análise de estabilidade de taludes podem permitir superar os problemas encontrados nas análises tradicionais de estabilidade de taludes, por métodos determinísticos. Além do valor de FS, a avaliação da probabilidade de ruptura é muito útil, podendo indicar os parâmetros que influenciam mais a estabilidade.

Estes métodos probabilísticos não são novos, na realidade existem há algumas décadas. São poucos os engenheiros, porém que os usam na prática da engenharia. Um dos objetivos principais desta presente dissertação é, portanto, mostrar casos reais da engenharia geotécnica, nos quais as análises probabilísticas devem ou podem ser feitas com conhecimentos adequados de probabilidade e estatística.

Um dos principais problemas encontrados no momento de fazer as análises probabilísticas é quantificar adequadamente o valor do desvio padrão e da média dos parâmetros. Estes valores são influenciados pela quantidade de amostras a ser analisadas, a qual depende das limitações do orçamento do projeto.

Devido a esta limitação o valor do desvio padrão obtido em geral é maior que o valor real encontrado no campo. Ademais, os métodos mais usuais de probabilidade de estabilidade de taludes não consideram o efeito de uma correlação espacial das propriedades do solo. Assim, uma propriedade num ponto X_i pode ter as mesmas características num ponto X_{i+1} que se encontra a uma distância r_0 (Distância de Autocorrelação). Quanto menor é esta distância r_0 , maior é a correlação (igualdade) entre as propriedades. A maiores distâncias, esta correlação diminui gradativamente.

O principal erro cometido em não considerar esta correlação das propriedades do solo é superestimar o desvio padrão do parâmetro no comprimento ou distância de interesse. Isto leva à obtenção de probabilidades de rupturas elevadas. El-Ramly (2001) desenvolveu uma metodologia de análises de probabilidade de ruptura de taludes, mediante o método de Monte Carlo, considerando a correlação espacial das propriedades do solo dentro de sua estrutura.

Duncan et al (2003) criticaram o uso da técnica de El-Ramly (2001), devido às dificuldades práticas para o uso diário na engenharia. Os autores argumentaram que as técnicas usuais de probabilidade de estabilidade de taludes podem ser usadas junto com um fator de correção que considere as distâncias de autocorrelação existentes na área de estudo, para poder quantificar a redução do desvio padrão.

Por todo o exposto, o objetivo desta dissertação é apresentar o uso das técnicas tradicionais de probabilidade de estabilidade de taludes (por exemplo, Segundo Momento ou Estimativas Pontuais), incorporando um fator de correção devido à correlação espacial das propriedades do solo. São considerados projetos

tradicionais na prática geotécnica, de forma a quantificar melhor as incertezas existentes na obtenção dos valores médios dos parâmetros.

A presente dissertação está composta por 8 capítulos. No 2º capítulo, são expostos os conceitos tradicionais de probabilidade e estatística utilizados em engenharia. No 3º capítulo, apresentam-se os conceitos principais da variabilidade espacial das propriedades do solo e as incertezas associadas na obtenção das médias. No 4º capítulo são apresentados os métodos tradicionais de análise probabilística de estabilidade de taludes, e um resumo das probabilidades de ruptura aceitáveis recomendadas na literatura técnica.

No capítulo 5 apresenta-se um exemplo de análises probabilísticas de estabilidade de taludes, referente a uma barragem de rejeitos no Canadá. No capítulo 6, é exposta outra análise probabilística sobre um talude de solo natural, o qual foi inicialmente escavado com inclinação pronunciada e levada por sucessivas re-escavações até a ruptura.

No capítulo 7, apresenta-se outro exemplo de análise probabilística aplicada à construção de aterros construídos sobre argilas moles, amplamente utilizados na construção de estradas. No capítulo 8, são listadas as conclusões obtidas sobre a presente dissertação.