

1 Introdução

A estabilidade de uma obra geotécnica é avaliada, tradicionalmente, através de métodos determinísticos. A estabilidade, nesse caso, é determinada através de um coeficiente de segurança, que varia de acordo com a responsabilidade do empreendimento e os graus de incertezas. No entanto, os parâmetros geotécnicos utilizados nos métodos determinísticos são considerados em valores absolutos, desprezando-se as freqüentes variações que sofrem devido às incertezas do problema.

Uma forma alternativa de se avaliar a segurança de uma obra geotécnica é a utilização de abordagens probabilísticas. Os métodos probabilísticos quantificam essas incertezas por meio de um índice de confiabilidade (β), que expressa o quanto o fator de segurança é confiável. Correlacionada a esse índice, encontra-se, também, a probabilidade de fracasso da obra, considerada um importante instrumento para elaboração de projetos. O índice β é, por conseguinte, um parâmetro relativo, pois não exprime todas as incertezas contidas em uma obra geotécnica.

Existem diversos fatores, de difícil avaliação, que não são considerados nas análises probabilísticas como, por exemplo: erros humanos, erros relativos aos equipamentos de ensaio, erros relativos às diferenças entre campo e laboratório, entre outros. Geralmente, levam-se em conta somente as incertezas relativas à geometria, às cargas e aos parâmetros do solo. Quanto maior for o número de fontes de incertezas que fizer parte do estudo probabilístico, mais próximo do real será o índice de confiabilidade β . Portanto, já que o índice β não é absoluto, torna-se fundamental o julgamento pessoal e a experiência do engenheiro geotécnico sobre o valor recomendado para β , para que se estabeleça uma faixa admissível para tal fator.

Considerando a grande quantidade de incertezas inerentes aos problemas da Engenharia, os fatores de segurança determinísticos comumente adotados em obras geotécnicas nem sempre garantem a estabilidade do empreendimento. Além disto, os valores médios dos parâmetros geotécnicos, adotados nos cálculos determinísticos, não levam em conta as variações desses parâmetros. Assim, valores de segurança elevados podem ocultar uma baixa confiabilidade, justificando, em alguns casos, rupturas de obras consideradas estáveis.

A bibliografia técnica indica que a abordagem probabilística em obras de engenharia ainda é pouco utilizada. Tal situação se justifica, especialmente, pelo considerável volume de cálculos que esse tipo de análise exige. No entanto, os avanços na área computacional vêm, cada vez mais, possibilitando a aplicação de métodos probabilísticos na análise de confiabilidade de obras de engenharia.

Dessa forma, nota-se uma crescente necessidade de aprimoramento das técnicas de análise por meio de abordagens probabilísticas, permitindo a melhor compreensão dos efeitos dos parâmetros de projeto e suas variações na estabilidade de obras de engenharia.

Face a esse panorama, a presente pesquisa tem como objetivo a comparação de dois métodos de análises probabilísticas – Estimativas Pontuais e Segundo Momento – empregados na análise da estabilidade de uma barragem e de um muro de contenção, dando-se ênfase à influência do nível d'água na probabilidade de ruptura das obras analisadas. Para o cumprimento de tal propósito, o trabalho é organizado da forma a seguir descrita.

No Capítulo inicial, há uma breve introdução ao tema da dissertação. Posteriormente, são apresentados dois capítulos de revisão bibliográfica. No Capítulo 2, faz-se a apresentação dos métodos determinísticos utilizados para avaliação do fator de segurança em taludes e muros de contenção. No Capítulo 3, apresentam-se os conceitos básicos de probabilidade e estatística pertinentes ao presente trabalho e descrevem-se os três métodos probabilísticos freqüentemente empregados em geotecnia: Simulação de Monte Carlo, Estimativas Pontuais e Segundo Momento.

Os Capítulos 4 e 5 apresentam os casos de estudo considerados nesta pesquisa. O Capítulo 4 apresenta uma comparação das análises probabilísticas de estabilidade da barragem de Curuá-Una, feitas pelos métodos das Estimativas Pontuais e do Segundo Momento, para diversos níveis do reservatório. Pesquisou-se, também, a influência da fixação ou não da superfície de ruptura nos resultados das análises. O Capítulo 5 apresenta uma comparação das análises probabilísticas de estabilidade de um muro de arrimo, feitas pelos métodos das Estimativas Pontuais e do Segundo Momento, para diversas alturas do nível d'água a montante da obra de contenção.

O Capítulo 6 apresenta as principais conclusões e sugestões sobre os casos de estudo analisados.

Nas páginas seguintes ao Capítulo 6 são apresentados três anexos. O Anexo 1 contém as tabelas de Student e Gauss. Os Anexos 2 e 3 contém, respectivamente, as tabelas relativas aos cálculos dos índices de confiabilidade da barragem de Curuá-Una e do muro de contenção.