

# 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos, com a crescente disponibilidade de microcomputadores e de modernas técnicas numéricas, importantes modificações na sistemática de cálculo da estabilidade de taludes em solo foram introduzidas. Análises mais gerais e abrangentes podem agora ser executadas, incluindo considerações do ponto de vista da mecânica dos corpos deformáveis que não seriam possíveis sem o auxílio de microcomputadores e de métodos numéricos.

A utilização generalizada de técnicas computacionais influenciou a análise de problemas de estabilidade de taludes sob dois aspectos principais:

- a) um grande número de potenciais superfícies de deslizamento pode ser pesquisado, tornando possível a localização da superfície crítica (circular ou não-circular) com um alto grau de precisão;
- b) análises podem ser executadas usando métodos de cálculo avançados que satisfazem de maneira mais aproximada as equações de equilíbrio (ou equações de movimento) que mecanicamente descrevem o problema. Assim, alguns aspectos relacionados com os efeitos das hipóteses simplificadoras introduzidas em formulações do método de equilíbrio limite podem, por sua vez, serem melhor estimados e compreendidos, qualitativa e quantitativamente.

Métodos de equilíbrio limite têm sido amplamente empregados para análise de estabilidade de taludes sob carregamentos estáticos, principalmente devido à simplicidade matemática com que são formulados e resolvidos. Entretanto, podem fornecer resultados incorretos em certas situações como, por exemplo, onde a ruptura do talude é fundamentalmente governada pela presença no perfil de solo de regiões com muito menos, ou com muito mais, resistência do que a massa de solo circundante, ou então em problemas envolvendo anisotropia das propriedades de resistência do solo. A literatura técnica registra várias publicações (Tavenas et al., 1990; Ching & Fredlund, 1983; Donald & Giam, 1988; Giam & Donald, 1988; Huang et al., 1989) que discutem a validade, vantagens e limitações da análise da estabilidade de taludes através de métodos de equilíbrio limite para carregamentos estáticos.

A consideração em problemas de geotecnia de relações tensão x deformação x resistência, que mais fielmente reproduzem o comportamento de solos em obras de engenharia tem sido possível, com bastante sucesso e aceitação por parte das comunidades técnica e acadêmica, através da utilização de métodos numéricos, principalmente o versátil método dos elementos finitos (MEF). Entretanto, para aplicações específicas na área da estabilidade de taludes o método não se tornou uma ferramenta popular, como poderia ser esperado, contando com um número relativamente pequeno de publicações sobre o assunto, sendo uma das mais prováveis e aparentes causas de sua restrita utilização o esforço computacional exigido em análises rigorosas, principalmente no caso de carregamentos dinâmicos ou sísmicos.

Neste trabalho, a análise da estabilidade dinâmica de taludes de solo através do método dos elementos finitos será investigada, comparando-se os

resultados com aqueles obtidos através de métodos pseudo-estáticos simples onde se procura incorporar, numa abordagem clássica do método de equilíbrio limite, os efeitos das forças de inércia na estabilidade do talude pela inclusão de forças horizontais proporcionais ao peso da massa ou da fatia de solo sob análise. Estas forças durante a análise são mantidas constantes e não mudam de sentido no decorrer do carregamento dinâmico / sísmico.

Esta dissertação está subdividida em seis capítulos e um apêndice que abordam os seguintes assuntos relacionados com o objetivo e tema centrais desta pesquisa:

Capítulo 2 - apresenta uma descrição dos métodos de estabilidade pseudo-estáticos para análise dinâmica da estabilidade de taludes de solo, mencionado as hipóteses simplificadoras inerentes a cada uma das técnicas revisitadas.

Capítulo 3 – revisão bibliográfica sobre aplicações do método dos elementos finitos na estabilidade de taludes, classificando as análises em métodos diretos, onde os resultados numéricos do MEF são diretamente empregados para cálculo de fatores de segurança e posicionamento da superfície crítica de deslizamento, e em métodos indiretos, onde os resultados numéricos são acoplados com um procedimento de cálculo alternativo para estudo do problema como, por exemplo, com técnicas baseadas em equilíbrio limite. O método clássico de Newmark (1965) para cálculo de deslocamentos é também apresentado neste capítulo.

Capítulo 4 - introduz conceitos fundamentais da análise sísmica, definindo terminologias básicas, apresentando a equação do movimento na forma discretizada, discutindo os cuidados necessários para uma adequada modelagem

de problemas sísmicos pelo método dos elementos finitos, detalhando o algoritmo de Newmark para integração implícita no tempo, entre outros aspectos.

Capítulo 5 - apresenta os resultados obtidos por análises pseudo-estáticas e pelo método dos elementos finitos em relação à estabilidade dinâmica de 47 perfis dos taludes da região de Costa Verde, junto à faixa litorânea da cidade de Lima, Peru.

O capítulo 6 contém as conclusões finais do trabalho, enquanto que o apêndice apresenta detalhadamente os valores dos fatores de segurança e posições das respectivas superfícies potenciais de ruptura para os 47 perfis de solo analisados neste trabalho.