

# ESTABILIDADE DE TALUDES NATURAIS E DE ESCAVAÇÃO

**Aluna: Tathiana Caram S. Paula**  
**Orientador: Pedricto Rocha Filho**

## Introdução

Foi feito um estudo sobre a relação entre peso e coeficiente de atrito estático para um único bloco rígido, a partir do qual foi possível um melhor entendimento das fórmulas de análise de resistência de solos e rochas. Posteriormente esse estudo foi estendido para a análise de  $n$  blocos possibilitando o equacionamento do fator de segurança geral para taludes. A partir desses conceitos básicos, estudou-se dois métodos de equilíbrio-limite muito utilizados – Fillenius e Bishop simplificado – que permitem descrever de forma simplificada grande parte dos escorregamentos. Finalmente foram pesquisados e enumerados os principais tipos de movimentos de taludes e suas causas.

## Objetivos

Desenvolver, sob orientação, os conceitos fundamentais que regem os movimentos de taludes naturais e de escavação e analisar suas implicações. Estudar alguns dos métodos utilizados na modelagem de escorregamentos. Criar um mini-manual que organize tipos de escorregamentos e suas causas.

## Metodologia

O coeficiente de atrito estático pode ser teoricamente obtido a partir de um simples equilíbrio de forças. Considerando um corpo rígido de peso  $P$  apoiado sobre uma superfície horizontal rugosa, a força necessária para retirá-lo de inércia é proporcional ao seu peso. Analisando essa situação para diversos corpos de prova, é possível plotar um gráfico com esses valores donde observa-se que essa relação é linear.

Caso o material analisado tenha algum nível de coesão, ainda é possível modelar a situação como um bloco rígido, imaginando que haja uma cola, ou adesivo, no contato entre o corpo e a superfície, que potencialize o atrito entre esses. A força que emprega o movimento continuará linearmente proporcional, mas inicialmente terá que aumentar até um nível  $c$  necessário para vencer o efeito da cola. A inclinação dessas retas obtidas experimentalmente, de igual valor para o mesmo material, é o coeficiente de atrito  $\tan f$ .

Dividindo todos os termos da equação da reta do segundo caso (mais geral) pela área de contato, obtém-se a expressão do critério de ruptura Coulomb-Mohr, definição de resistência ao cisalhamento em termos de tensões efetivas para solos e rochas. Essa relação é de fundamental importância na análise de taludes de escavação para locais com predominância de areias, materiais não-coesivos. Nesse caso, o termo referente à coesão é anulado, sendo a resistência ao cisalhamento função apenas do coeficiente de atrito característico e das tensões efetivas no solo. Caso haja no local um fluxo de água ascendente associado a um gradiente hidráulico igual ao crítico, ocorre o fenômeno de areia movediça, em que o solo perde totalmente sua estabilidade e capacidade de suporte.

Analisando a mesma situação, bloco rígido apoiado sobre superfície rugosa, desta vez considerando uma inclinação  $\alpha$  do plano, observa-se que o peso contribui para o deslocamento com sua componente tangencial e o inibi com sua componente normal ao plano. Os valores dessas componentes são função do ângulo de inclinação da superfície em que o bloco está

apoiado e do peso-próprio do corpo. Sendo o coeficiente de atrito do material  $\tan f$ , o ângulo  $\alpha$  de inclinação do talude pode variar de 0 (zero) a  $f$ ; quando  $\alpha \approx f$ , o bloco está em iminência de movimento. Quando a força normal gerada pelo contato do corpo com o plano inclinado anula a componente normal do peso  $P_N$  e a componente tangente do peso  $P_T$  é suficientemente grande para vencer o atrito entre as superfícies, o bloco desliza.

A relação entre as forças estabilizantes e as que ocasionam o movimento do corpo, denomina-se Fator de Segurança. Para haver equilíbrio, seu valor deve ser sempre maior que 1 (um). Quando ele se iguala a esse valor (solicitações tem o mesmo valor que as resistências), o corpo está em iminência de movimento. Quando a relação é menor que 1, o deslizamento já ocorreu, ou seja, as forças “de inércia” são superadas pelas de movimento.

A análise de blocos é uma boa aproximação da realidade, mas pode ser mais precisa quando discretizada. Diversos blocos terão diversas inclinações, diversos coeficientes de atrito (se forem de materiais diferentes) e diversas componentes do peso. O Fator de Segurança será o somatório do mesmo para cada um dos blocos analisado separadamente.

Métodos de equilíbrio-limite consideram que as forças solicitantes são perfeitamente equilibradas pelas resistivas. São mais utilizados pois permitem simplificar ao máximo muitas variáveis - como as ligadas à geometria, a fatores geológicos-geotécnicos e hidrológicos envolvidos. Um desses é o Método Sueco, que analisa o talude dividindo-o em fatias pois foi observado que a massa de material que escorrega tende a se fragmentar ao fazê-lo, formando segmentos com faces verticais. Esse método foi desenvolvido por diversos pesquisadores, mas duas das análises mais simplificadas, são as de Bishop e Fillenius, que permitem descrever a maioria dos escorregamentos. A linha de ruptura para ambos é circular, ao contrário da análise física desenvolvida anteriormente, planar.

## Conclusões

O estudo teórico permitiu uma maior compreensão do comportamento estático e dinâmico de taludes naturais e de escavação. A partir do estudo do tutorial do programa GGU-Stability, foi possível observar aplicações dos conceitos desenvolvidos e bem como do Método Bishop Simplificado, solidificando as etapas para análise de estabilidade de taludes.

O levantamento dos tipos de escorregamentos e suas causas é de grande utilidade para profissionais da área geotécnica. De um modo geral, o projeto será de útil para estudantes que estão sendo introduzidas aos conceitos tratados.

## Bibliografia

HIBBLER, R.C. Resistência dos Materiais. Pearson Prentice Hall. São Paulo, 2004.

MASSAD, F. Obras de Terra – Curso Básico de Geotecnia. Oficina de Textos. São Paulo, 2003.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C.M. Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação. Editora Edgard Blücher LTDA. São Paulo, 1993.

CAPUTO, H.P. Mecânica dos Solos e suas Aplicações – Mecânica das Rochas, Fundações, Obras de Terra. Vol 2. Livros Técnicos e Científicos Editora. Rio de Janeiro, 1981.