

## Geotecnia aplicada a taludes

## Geotechnics applied to slopes

DOI: 10.34188/bjaerv5n4-013

Recebimento dos originais: 06/05/2022

Aceitação para publicação: 30/06/2022

### **Beatriz Coelho Cabral dos Santos**

Graduanda de Engenharia Civil

Instituição: Universidade de Vassouras

Endereço: Rua Coronel Manoel Bernardes- 83/ Vassouras -RJ, CEP: 27700000

E-mail: beatrizcoelhocabral@gmail.com

### **Jonathan Vieira de Assunção**

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Universidade de Vassouras

Endereço: Rua Rio Tocantins 250 / Volta Redonda - RJ, CEP: 27250-220

E-mail: jonathanassuncao775@gmail.com

### **Ester Lage de Souza Almeida**

Graduanda em Engenharia Civil

Instituição: Universidade de Vassouras

Endereço: Rua Capitão Júlio Vieira, 307 apto 302 / Mendes RJ 26700-000

E-mail: ester.seguranca1@gmail.com

### **Cláudio Bonfante de Oliveira**

Mestrado profissional em gestão de Sistemas de Engenharia.

Instituição: Universidade de Vassouras

Endereço: Rua João Fabrício José, 195 - Vila Isabel Três Rios RJ, CEP: 25812-030

E-mail: claudiobonfa@yahoo.com.br

## **RESUMO**

Atualmente, o movimento de massa e taludes das estradas gera alguma preocupação, principalmente para quem transita ou se desloca nas proximidades e grande parte dessas massas de terra não possui nenhum tipo de monitoramento ou controle tecnológico, pois qualquer fator externo anormal pode interferir no seu físico. forma, ocasionando sua instabilidade e contribuindo para sua quebra. Para isso, existem diversos tipos de métodos e controles tecnológicos com determinados estudos e testes em dimensões reais em software de auxílio ao trabalho, desta forma é possível testar e analisar quais serão as adaptações mais favoráveis ao ambiente de estudo. O objetivo principal deste trabalho é apresentar possíveis soluções para a estabilização desse movimento, seria utilizando testes com amostras de solo, obtendo dados para uma análise aprofundada, analisando diversos fatores, buscando pelas razões da sua instabilidade e indicando as soluções mais adequadas, assim usando a teoria do equilíbrio limite e as análises de tensão. Pensando nisso, o presente trabalho, baseado em levantamento bibliográfico, visa demonstrar uma visão dos geotecnia aplicadas a taludes.

**Palavras-chave:** Taludes, ruptura, escoamento.

## ABSTRACT

Currently, the mass movement and slopes of the roads generate some concern, especially for those who transit or move in the vicinity and most of these land masses do not have any type of monitoring or technological control, as any abnormal external factor can interfere with their physical appearance shape, causing its instability and contributing to its breakage. For this, there are several types of methods and technological controls with certain studies and tests in real dimensions in work aid software, in this way it is possible to test and analyze which will be the most favorable adaptations to the study environment. The main objective of this work is to present possible solutions for the stabilization of this movement, using tests with soil samples, obtaining data for an in-depth analysis, analyzing several factors, looking for the reasons for its instability and indicating the most appropriate solutions, thus using the limit equilibrium theory and stress analysis. With that in mind, the present work, based on a bibliographic survey, aims to demonstrate a vision of geotechnics applied to slopes.

**Keywords:** Slopes, rupture, flow.

## 1 INTRODUÇÃO

Pode-se definir um talude como sendo qualquer superfície inclinada em relação à horizontal que delimita a massa de solo, rocha ou outro material empregado em obras de engenharia, segundo a Norma Brasileira ABNT NBR 11.682, publicada em 2009. Presentes em diversas obras, eles podem ser naturais, por vezes simplesmente chamados de encosta, ou artificiais, construídos pelo homem, incluindo os taludes de corte e aterro. Os taludes são determinados pela sua geometria algumas terminologias são utilizadas como referência tanto para análise de cálculo quanto para identificação na pesquisa planialtimétrica. Os taludes podem estar sujeitos a variabilidade que levam a rupturas indesejadas. Caracterizados como movimentos de massa. Logo, após analisar as suas formas e particularidades é possível estudar como tais episódios ocorrem e compreender os escorregamentos de taludes.

Quando se fala em projetos geotécnicos de encostas e taludes, dentre as pautas mais importantes a se tratar é o estudo de estabilidade e os diferentes métodos de cálculo para determinação do fator de segurança. Cada procedimento leva em consideração algumas hipóteses de cálculo para o alcance dos potenciais superfícies de ruptura. Nesta dissertação, discutiremos a teoria de equilíbrio limite para análise de estabilidade e os principais métodos para análise do fator de segurança. Tratar de condições críticas e influência nos parâmetros de resistência ao cisalhamento. Neste interim, a água tem um papel importante nas análises e no encadeamento de instabilização do maciço de solo, sendo significativo estudar sua captação e seu escoamento, por meio dos dispositivos de drenagem.

## 2 MOVIMENTO DE MASSA

Como outros materiais, o terreno ou a própria roca desagregada sofre uma energia contínua da gravidade. Quando a grandeza dos agentes resistentes, quão ligação e atrito, for menor que a constituinte de cisalhamento atuante (gs), haverá crise. Comumente associada à crise de taludes, existem vários sistemas de conceituação para movimentos de pasta. Existem vários sistemas de conceituação de movimentos de pasta, que se baseiam em critérios derivados do paradigma de material (roca, terreno, detritos etc.), cinética do movimento (velocidade, administração dos deslocamentos), geometria das massas mobilizadas (tamanho e forma) e a categoria de deformação do movimento. De tratado com a conceituação de Varnes (1978), mais utilizada internacionalmente, os movimentos restabelecidos agrupados em quedas, tombamentos, escorregões, expansões laterais, corridas/fluxos e complexos. De tratado com a conceituação de Varnes (1978), mais utilizada internacionalmente, os movimentos restabelecidos agrupados em quedas, tombamentos, escorregões, expansões laterais, corridas/fluxos e complexos. Augusto Filho (1992) trata dos movimentos de pasta no horizonte da dinâmica ambiental brasileira.

Figura 1 – Nomenclatura utilizada para taludes.



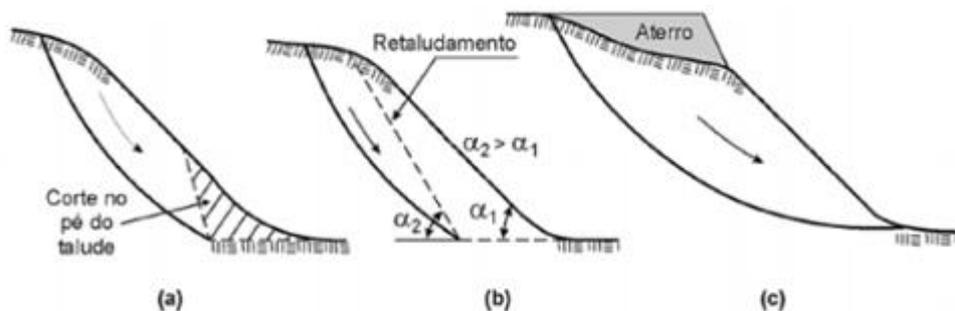
Fonte: Elaborada pela autora Flávia Gonçalves Pissinati Pelaquim.

### 2.1 MECANISMOS DE DEFLAGRAÇÃO DOS ESCORREGAMENTOS

Os deslizamentos de terra ocorrem em que ocasião as forças de cisalhamento mobilizadas no sólido curado iguais à solidez ao cisalhamento do material. fatores predisponentes aos movimentos de pasta, relacionados às condições geológicas e geomorfológicas, curado as discontinuidades decorrentes de fraturas de rochas, falhas e orientação da folheação em maciços rochosos. A infiltração de chuva aumenta a adensamento da pasta de solo, ou seja, o vazio curado facciosamente preenchidos por chuva, causando sobrepeso e redução da solidez. Há também a consequência do exercício humana (energia humana) na marcha de desestabilização,

atravessadamente da excitação da geometria do talude, pelo refúgio do pé do talude, cortes ou escavações.

Figura 2 – Processo de instabilidade por atividades antrópicas.



Fonte: Massad (210, p.88).

## 2.2 IDENTIFICAÇÃO, INVESTIGAÇÃO E TIPOS DE SOLUÇÃO PARA OS MOVIMENTOS DE MASSA:

Segundo Guidicini e Niebli (1983), tais características restabelecido agrupadas em: a Características geométricas e morfológicas. b características em cláusula de substância e estado do material envolvido. com características estruturais: homogeneidade ou hibridez est rotura, existência de falhas. de Características mecânicas: propriedade do penedo entre descontinuidades, precaução de conduta para diferentes solicitações. e Mecanismo de funcionamento: início, evolução, desenvolvimento, velocidade, duração, reconhecimento do motor causante e forma de ação. distinção geológico-geotécnica é necessária para pesquisar o decurso de funcionamento de massa. As investigações de subsuperfície podem existir realizadas por métodos indiretos (geofísicos, sensoriamento remoto) e/ou diretos, utilizando poços, trincheiras, perfuração com trado, perfuração por embate e/ou perfuração rotativa.

Figura 3 – Fases de diagnóstico.

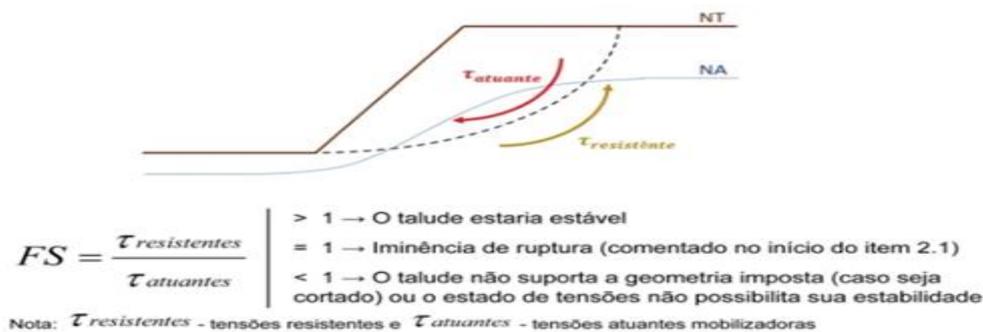


Fonte: adptada de Georio (1999).

### 2.3 DEFINIÇÃO DO FATOR DE SEGURANÇA

Os deslizamentos de terra ocorrem por processos que desencadeiam um aumento das forças de cisalhamento e/ou baixa da solidez ao cisalhamento do solo. A esquadramento de estabilidade de um escarpamento pela aproximação determinística pode existir exposta quão um esquadramento quantitativo manifestado na forma de um causa de segurança (FS) No Brasil, este FSmin é regido pela NBR 11.682 (ABNT, 2009) e depende, entre outros fatores, das consequências de uma ocasionaria ruptura. É essencial reconhecer primeiramente quais fatores estão causando a crise e, com fundação nos resultados de testes de prado e de laboratório, é realizada um esquadramento de estabilidade.

Figura 4 – Análise determinística de estabilidade de taludes.



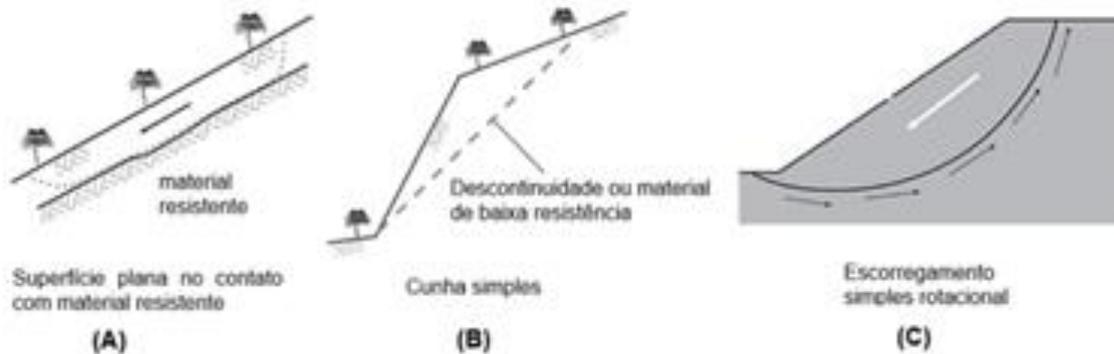
Fonte: Fonte elaborada pela autora Flávia Gonçalves Pissinati Pelaquim.

### 3 SUPERFÍCIE DE RUPTURA

Em concordância com as condições geomorfológicas do maciço são formados potenciais superfícies de ruptura, podendo elas ser circulares, planares, mistas ou em cunhas.

Os escorregamentos translacionais também chamados de planares, possuem descontinuidades, estratificações e contato solo-rocha, sendo recorrente em solos que foram transportados pela ação da gravidade e de pequena espessura. Quando as camadas de menor resistência não são paralelas ao plano do talude e/ou quando as superfícies de fraqueza se encontram, ocorre a forma de cunha. Porém a superfície de ruptura tende a ser arredondado, também chamada de rotacional, na presença de solos parcialmente homogêneos.

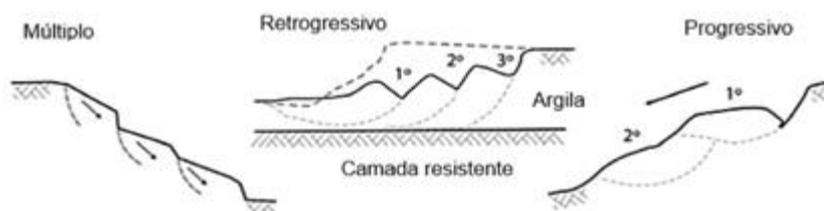
Figura 05 – Superfície típica de ruptura.



Fonte: Fonte elaborada pela autora Flávia Gonçalves Pissinati Pelaquim.

Os escorregamentos rotacionais podem ser diversos, quando a mais de uma superfície de ruptura é deslocada. Por conseguinte, neste caso pode-se chamar de retrogressivos, havendo sequência de movimentação por descalçamento, evoluindo para o sentido de crista com o passar do tempo.

Figura 6 – Escorregamentos rotacionais múltiplos.



Fonte: Gerscovitch (2016, p. 27).

### 3.1 MÉTODO DE EQUILÍBRIO LIMITE

Pode haver determinação da estabilidade de taludes, naturais ou artificiais, por meio do fator de segurança, havendo duas formas de abordagem determinísticas: análise de tensões e teoria do equilíbrio limite. As teorias envolvendo a análise de tensões são feitas com a ajuda de programas computacionais, baseado nos métodos de elementos finitos ou das alteridades finitas, em contrapartida o método de equilíbrio limite se baseia em estáticas.

Nessa visão, o equilíbrio limite se fundamenta na determinação do equilíbrio de uma massa de solo na iminência de ruptura, responsável por causar a desestabilização no maciço. Para a aplicação desse processo, algumas premissas são necessárias:

- O comportamento do solo é rígido-plástico, o material tem tendência a romper bruscamente, sem se deformar.
- Constitui-se um determinado plano potencial de ruptura, de geometria qualquer, em que o solo acima da superfície é compreendido como um corpo livre.
- Os cálculos de equilíbrio são efetuados por equações da estática, considerando que sejam válidas até a ameaça de ruptura.
- Admite-se que o fator de segurança é contínuo ao longo da superfície de ruptura, ou seja, todos os pontos da linha de fraturamento atingem ao mesmo tempo a resistência ao cisalhamento.

Não obstante, o método de equilíbrio limite apresenta como benefícios a simplicidade e precisão dos resultados, o que o torna uma ferramenta indispensável no estudo de estabilidade de encostas e taludes.

Quanto à divisão da massa de solo possivelmente instável, os meios de equilíbrio limite pode ser classificados em:

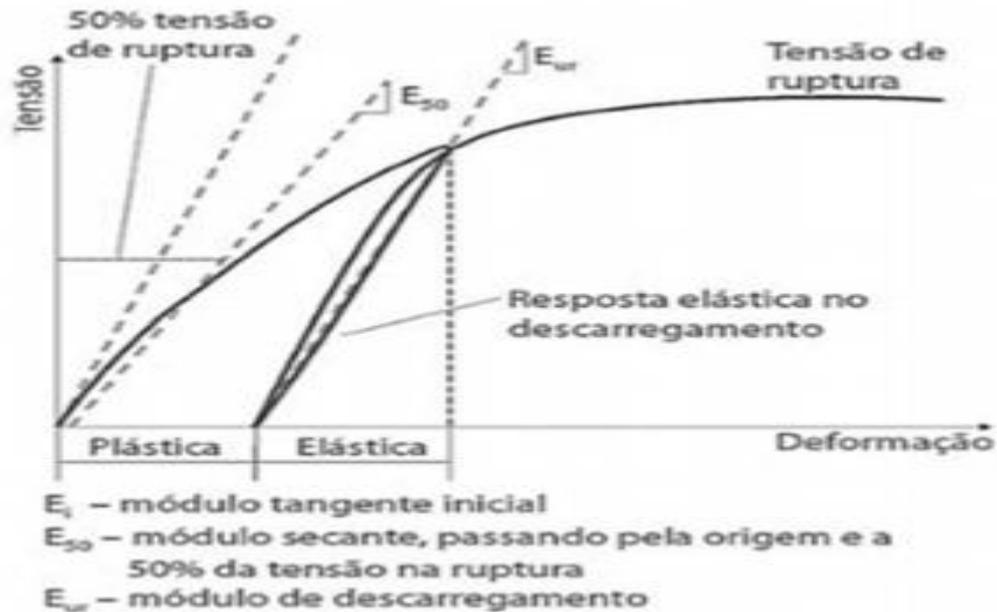
- Método geral: as condições de equilíbrio são aplicadas a toda massa de solo, em que seu comportamento é admitido como de um corpo rígido.
- Método das fatias ou lamelas: a massa potencialmente instável é segmentada em fatias e as condições de equilíbrio são aplicadas a cada fatia isoladamente.
- Método das cunhas: a massa de solo é subdividida em zonas ou cunhas, sendo aplicadas a cada zona isoladamente as condições de equilíbrio.

## 4 ANÁLISE DE TENSÕES

Inicialmente, é importante entender que pressupostos quanto ao comportamento do solo (por exemplo, se eles se comportam como elástico-linear ou rígido-plástico) são estabelecidos de maneira a simplificar as análises e permitir uma solução analítica. Dito isso, na figura 7 é

apresentada a relação tensão versus deformação tipicamente demonstrada pelos solos, em que é possível observar uma relação não linear.

Figura 7 – Comportamento tensão versus deformação.



Fonte: Gerscovich (2016, p.43).

Nesse sentido, o módulo de deformabilidade ou de elasticidade, ou módulo de Young ( $E$ ), caracterizado pela inclinação da curva, é afetado pelo nível de tensão e trajetória de tensão, isto é, fases de carregamentos e descarregamentos resultam em diferentes respostas mecânicas. Posteriormente à etapa de descarregamento, são observadas duas parcelas de deformação, sendo uma recuperável (elástica) e outra não recuperável ou permanente (plástica), fazendo com que o solo se comporte como um material elastoplástico (GERSCOVICH, 2016).

A Lei de Hooke dita o comportamento tensão-deformação para materiais isotrópicos, elásticos lineares. Embora o solo não se comporte com essas características, são assumidas algumas simplificações, fazendo com que o conceito seja bastante utilizado na prática, principalmente em função do nível de deformação admissível em projeto e condições de solicitação.

#### 4.1 RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO

A resistência ao cisalhamento de solos está associada ao imbricamento dos grãos e resistência entre partículas, a qual é dependente do atrito entre os grãos e da existência e magnitude de ligações físico-químicas entre partículas (coesão).

Ao se dimensionarem diversas obras geotécnicas, como aterro, taludes, barragens, estruturas de contenção, é importante estabelecer um critério de ruptura para o material e, conseqüentemente, obter parâmetros associados à sua resistência ao cisalhamento.

Em geotecnia, conforme explicado por Guidicini e Nieble (1983), é comum adotar o critério de Mohr-Coulomb, que lineariza a envoltória de resistência de Mohr, e a ruptura é dependente da combinação de tensões normal e cisalhante em que a tensão de cisalhamento é máxima. Abaixo podemos ver a equação utilizada para resolver esses casos.

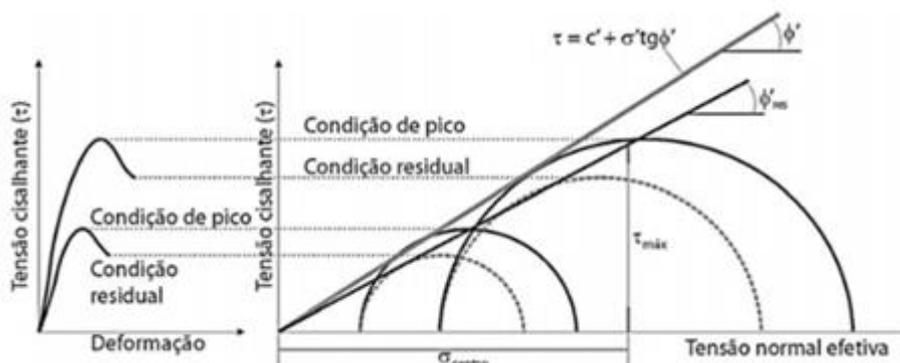
Figura 8 - Equação

$$\tau = c' + \sigma' \tan \phi'$$

Fonte: Elaborada pela autora Flávia Gonçalves Pissinati Pelaquim.

A partir de ensaios, é possível obter as curvas de tensão versus deformação e, conseqüentemente, construir o círculo de Mohr e determinar a envoltória de resistência, como podemos verificar na figura 9. Após a condição de pico, associada à máxima tensão cisalhante, o material passa por uma reorganização do contato entre as partículas, denominada condição residual, com diferentes e inferiores parâmetros de resistência ( $c'$  e  $\Phi'$ ).

Figura 9 – Determinação da envoltória de ruptura de Mohr-Coulomb.



Fonte: Gerscovich (2016, p. 83).

## 4.2 RETALUDAMENTO

Frente à avaliação da estabilidade de encostas e taludes por meio do equilíbrio limite e/ou análise de tensões, algumas soluções para conter a desestabilização e/ou assegurar sua estabilidade por toda a extensão do período de projeto se fazem necessárias.

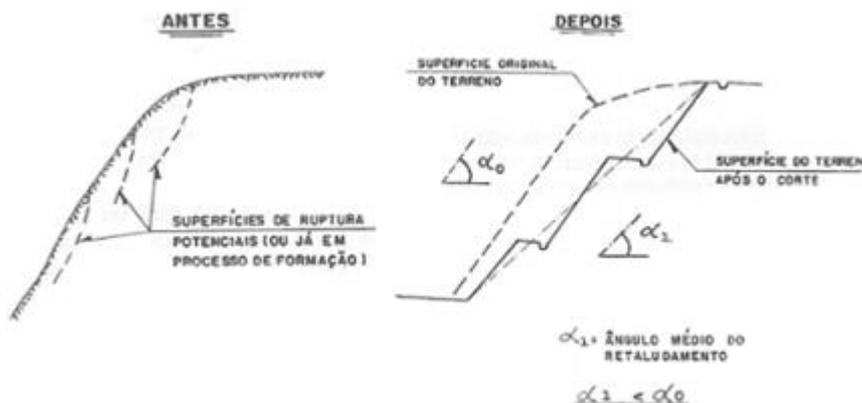
Entre as obras de estabilização, o retaludamento, devido à sua simplicidade e eficácia, é a técnica mais aplicada. Muitas vezes, a simples modificação da harmonia da ladeira já assegura sua estabilidade.

Essa técnica consiste em uma terraplanagem, no qual a geometria do solo ou campo com inclinação acentuada original é alterada por cortes e aterros, realizando um jogo de pesos, de maneira a aliviá-los junto à crista e acrescentá-los junto ao pé do talude, de maneira a contribuir com a parcela de resistência.

Nesse ponto, executando tanto a suavização da inclinação quanto a redução da altura do talude total com a criação de taludes intermediários mais baixos.

Vale pontuar que o aproveitamento dessa solução carece de análise minuciosa, em razão da remoção da camada vegetal existente para realização de cortes, exploração de jazidas e exposição de superfície suscetível aos processos de erosão e infiltração de água, além da possibilidade da interceptação dos aquíferos artesianos livres. A seguir teremos um retaludamento com diminuição do acentive/declive como um exemplo (Figura 10).

Figura 10 – Retaludamento com abrandamento da encosta.



Fonte: Adaptada de DER-SP (1991, p.188).

## 5 DRENAGEM

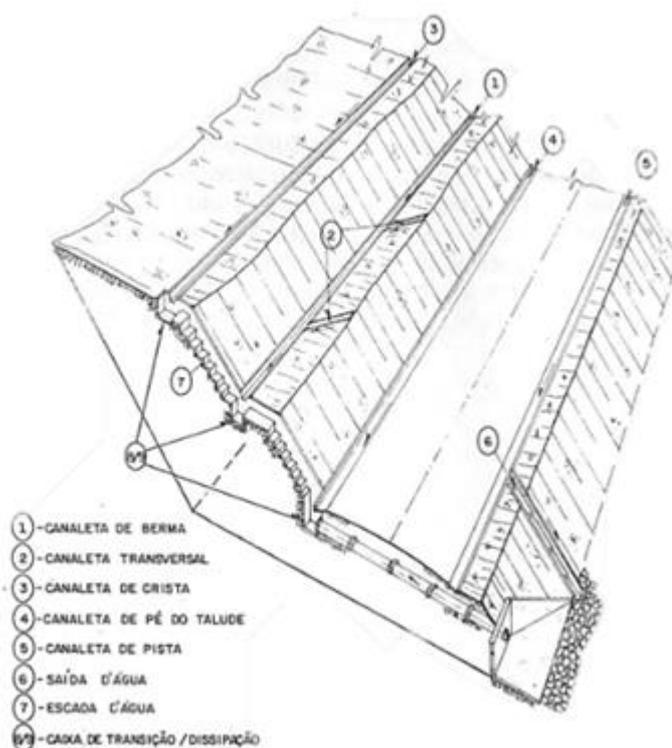
Os conjuntos de drenagem superficial e profunda, além de contribuírem para a estabilização, são elementos obrigatórios nos projetos, visto que os fluídos são um dos principais agentes de desestabilização. A previsão de sua captação e o direcionamento da água se fazem necessários em diversos projetos de construção civil, inclusive em obras que envolvem taludes.

Os elementos de drenagem têm por objetivo a retirada de parte da água de percolação no âmago do sólido, captando-as e direcionando-as para local conveniente. Trata-se de um dos procedimentos mais eficazes e mais empregados na estabilização da maioria dos taludes.

## 5.1 ESCOAMENTO EXTERNO

Tem como premissa captar as águas superficiais e conduzi-las para local adequado, com a finalidade de evitar fenômenos de erosão dos taludes e reduzir a infiltração da água nos maciços de solo. Na Figura 11 estão demonstrados os principais dispositivos de drenagem evidente.

Figura 11 – Principais dispositivos de drenagem evidente.



Fonte: DER-SP (1991, p.228).

Nesse sentido, podem-se citar como principais dispositivos:

- **Canaletas longitudinais de berma:** são construídas no sentido longitudinal das bermas dos taludes, com a intenção de coletar as águas pluviais que escoam em suas superfícies.
- **Canaletas transversais de berma:** são construídas no sentido transversal das bermas e têm por objetivo impedir que as águas da chuva que atingem a berma escoem longitudinalmente.
- **Canaletas de crista:** são construídas em proximidade à crista do talude de corte, com o intuito de interceptar o fluxo de água resultante da área a montante.
- **Canaletas de pé:** são construídas próximo à base do talude, com o propósito de coletar as águas provenientes da superfície do talude. Além disso, esses dispositivos previnem a ocorrência de erosão no pé do talude.
- **Canaletas de pista:** são construídas na lateral das pistas, com a finalidade de captar as águas pluviais provenientes da pista.

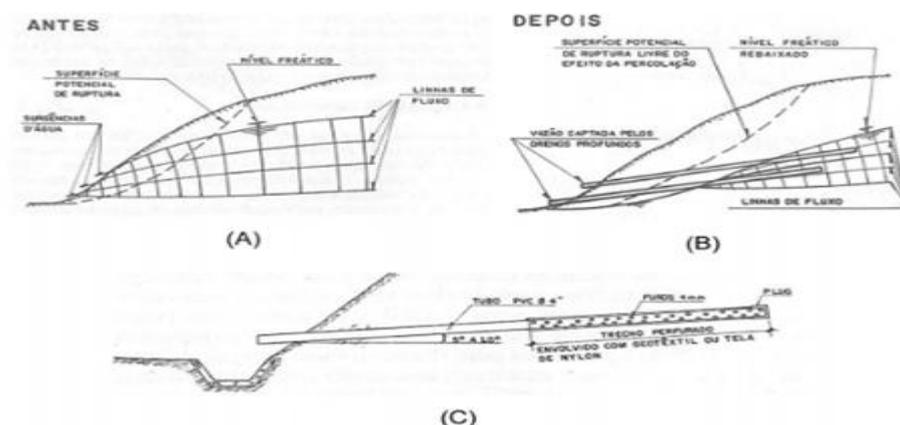
- **Saídas d'água:** são canais construídos para captar as águas provenientes das canaletas e encaminhá-las para drenagens naturais ou bueiros.
- **Escadas d'água:** construídas em forma de degraus, sua função é coletar e conduzir as águas interceptadas pelas canaletas, de maneira que não atinjam velocidades de escoamento elevadas.
- **Caixa de dissipação:** em geral de concreto, são caixas construídas nas canaletas e extremidades das escadas d'água, com o intuito de dissipar a energia hidráulica das águas coletadas.
- **Caixa de transição:** são caixas, geralmente de concreto, construídas nas canaletas e nos locais em que ocorrem mudanças bruscas de direção de escoamento, assim como na união de canaletas. Também possibilitam a dissipação de energia e direcionam o encaminhamento das águas.

## 5.2 DRENAGEM FUNDA

A drenagem profunda tem como propósito reduzir a água infiltrada no maciço, com o objetivo de reduzir a vazão de percolação e efeitos oriundos do acréscimo de pressão neutra.

Um dos métodos mais utilizados são os drenos sub-horizontais, também denominados drenos horizontais profundos – DHP, comumente de pequeno diâmetro e executados em grande quantidade. A figura 12 exemplifica essa solução. Vale observar o detalhe executivo na figura C, em que a extremidade interna é perfurada e revestida com geotêxtil, com a finalidade de impedir a colmatção e o carreamento de partículas.

Figura 12 – Estabilização de talude por drenagem profunda.



Fonte: Adaptada de DER-SP (1991, p.240).

Além disso, podem ser executados drenos enterrados, denominados trincheiras drenantes, com o propósito de coletar a água percolada pelo maciço e conduzi-la até o local de captação, assim como filtros e drenos granulares ou em geossintéticos. Vale ressaltar que a retirada de água interna do maciço está relacionada, impreterivelmente, com obras de drenagem superficiais.

## **6 CONCLUSÃO**

Após a conclusão de todas as etapas, observa-se o impacto de cada análise proposta no desempenho, identificando as lacunas no modelo geomecânico mostrando os resultados. Desde a primeira etapa, onde são analisados os dados e os eventos circundantes, que influenciam no entendimento do método de fratura, na seleção e coleta de ensaios, classificação correta desses maciços e suas modificações externas, naturais e não naturais, pelas descobertas com sondagens do solo. Logo, auxiliando por meio de técnicas matemáticas e práticas da geotecnia, para o melhor estudo e compreensão desses casos, mostrando os pontos importantes a serem vistos como o processo de retaludamento, contenções e escoamento, sendo assim para melhor uso dessas técnicas e aproveitamento do espaço.

Recomendam-se no uso dessa metodologia, é a oportunidade de identificar erros ou lacunas, como certos tipos de mitigação de dados, como certos tipos de uso de ideias, em todas as como e desenvolver planos para melhorar as informações dos estudos para futuras alternativas. Identificar e considerar lacunas tanto no modelo geomecânico quanto nos parâmetros de fratura é importante para o desenvolvimento de conceitos apropriados e para definir os próximos passos para aquisição de dados e desenvolvimento de análise. O estabelecimento de ideias auxiliares o trabalho, os pontos importantes a serem vistos e vice-versa, para melhorar a qualidade do modelo.

Recomendam-se futuras investigações nas rupturas de massa do tipo cunha, por ser a principal movimentação de massas e causar grandes prejuízos a sociedade.

## REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11.682: estabilidade de encostas. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

AUGUSTO FILHO, O. **Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica.** In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1992, Rio de Janeiro. Anais [...] Rio de Janeiro: v. 2, p. 721-733, 1992. GEORIO.

**Manual de técnico de encostas.** Rio de Janeiro: Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro, 1999

GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de taludes.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 192 p.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação.** 2. ed. São Paulo: Blucher, 1984. 192 p. MASSAD, F. **Obras de terra: curso básico de geotecnia.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 216 p

.USGS. UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. Landslide Types and Processes. 2004. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/pdf/fs2004-3072.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2021. VARNES, D. J.

Slope Movement Types and Processes. In: COMMITTEE ON LANDSLIDE

INVESTIGATIONS. Landslides, analysis and control: Special Report 176. Denver, CO: National Academy of Sciences, 1978.p. 11-33. Disponível em: <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/sr/sr176/176-002.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2021.

DAS, B. M.; SOBHAN, K. **Fundamentos de engenharia geotécnica.** 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014. 632 p. GERSCOVICH, D. M. S. Estabilidade de taludes. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 192 p.

VILAR, O. M.; BUENO, B. S. **Mecânica dos solos.** v. 2. Notas de Aula. Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/apostila-mecanica-dos-solos-volume-2/5054109/>. Acesso em: 24 jan. 2021.

DER-SP. DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de geotecnia: taludes de rodovias: orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991. 388 p. Disponível em: <http://www.der.sp.gov.br/WebSite/Documentos/Geotecnia.aspx>. Acesso em: 2 fev. 2021.

FESTI, A. V. **Coletânea das equações de chuva do Brasil.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: ABRHidro, 2007. Disponível em: <https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=3&ID=19&SUMARIO=267>. Acesso em: 2 fev. 2021.

GEORIO, P. **Manual de técnico de encostas**. v. 2. Rio de Janeiro: Fundação Instituto de Geotécnica do Município do Rio de Janeiro, 1999. GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de taludes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 192 p.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo: Blucher, 1983. 217 p. BITTENCOURT, D. M. A.

**Estruturas de contenção: conceitos fator fluxo**. Aula 21 – Geotecnia II, PUC Goiás, 2021. Disponível em: [http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17430/material/GEO\\_II\\_10\\_Estruturas%20de%20conten%C3%A7%C3%A3o%20e%20Fator%20de%20Fluxo.pdf](http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17430/material/GEO_II_10_Estruturas%20de%20conten%C3%A7%C3%A3o%20e%20Fator%20de%20Fluxo.pdf). Acesso em: 26 abr. 2021.

DAS, B. M.; SOBHAN, K.

**Fundamentos de engenharia geotécnica**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014. 632 p.

GERSCOVICH, D. M. S.; DANZIGER, B. R.; SARAMAGO, R. **Contenções: teoria e aplicações em obras**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 319 p. MIKOS, A. P. et al.

**Manifestações patológicas decorrentes em solo grampeado e cortina atirantada**. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES, 2., 2017.

Curitiba. Anais... Curitiba: Centro Politécnico UFPR, 2017, p. 537-546. PALMEIRA, E. M. **Geossintéticos em geotecnia e meio ambiente**. São Paulo: Oficina de Textos, 2018. 294 p.

**GEOTECNIA**, Entenda o que é geotecnia, quais suas aplicações e o papel do geotécnico.

Disponível em: <https://www.geoscan.com.br/blog/geotecnia/> 13/07/2020 atualizado em 08/10/2020.