



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL**

HELOISA KAREM DE OLIVEIRA DINIZ

**ESCORREGAMENTOS DE ENCOSTAS E MÉTODOS DE ESTABILIZAÇÃO
POR FLEXÃO E GRAVIDADE**

**UBÁ – MG
2017**

HELOISA KAREM DE OLIVEIRA DINIZ

**ESCORREGAMENTOS DE ENCOSTAS E MÉTODOS DE ESTABILIZAÇÃO
POR FLEXÃO E GRAVIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá – FUPAC, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Me. Liliane Souza Oliveira Moni

**UBÁ – MG
2017**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por me amparar em todos os momentos.

Agradeço a minha amada mãe, Rosélia, pelo amor e incentivo dado durante as cansativas semanas de provas e trabalhos. Ao meu pai, Heloisio, obrigado pelos esforços feitos para que eu conseguisse vencer essa etapa. Aos meus irmãos, Sarah e Isaque, agradeço por serem meus companheiros.

Ao meu namorado, Lincoln, agradeço pelo amor, apoio e carinho, por me encorajar nos momentos de fraqueza e por compreender que às vezes era necessário não nos vermos para que eu pudesse estudar.

As minhas amigas Maria Dagmar e Ana Paula, pelas tardes de estudo, por sempre nos ajudarmos e pelos incríveis momentos divertidos que vivemos.

Agradeço a minha Prof. Liliâne Souza Oliveira Moni, pela orientação dada durante a realização deste trabalho. Agradeço aos professores Juliano e Dionísio pelas sábias palavras ditas durante minha defesa.

A todos professores agradeço pelos ensinamentos transmitidos, cada um foi fundamental nesta caminhada.

E a todos aqueles que, direta e indiretamente, colaboraram e tornaram possível a realização deste trabalho.

RESUMO

As cidades têm sofrido com um aumento no índice populacional atualmente e, por isso, crescem de forma desordenada e sem o planejamento correto elaborado por profissionais especializados. Esse crescimento inesperado tem causado expansão das cidades para áreas menos valorizadas como morros, encostas e aterros que não deveriam ser alterados sem o acompanhamento de um responsável técnico preparado. Porém, na maioria das vezes, esse acompanhamento não acontece e causa diversos transtornos para as cidades. Além disso, é necessário que obras de infraestrutura também sejam feitas para dar acessibilidade as cidades e durante o processo executivo pode ser que aconteça acidentes inesperados, entre eles, podemos destacar os deslizamentos de terra gerados por intervenções humanas, cortes e aterros em taludes. Portanto, este trabalho objetiva apresentar um estudo sobre escorregamentos de encostas, demonstrar os tipos de escorregamento e suas causas, bem como apresentar métodos de estabilização como forma de garantir a segurança dos usuários. É sabido que deslizamentos ocorrem em diversos locais, por esse motivo o profissional de engenharia é indispensável na execução de obras, principalmente que envolvam movimentação de terra, para planejar as melhorias necessárias, com o objetivo de garantir a estabilidade de taludes e prevenir possíveis ocorrências desastrosas.

Palavras-chave: Taludes. Deslizamentos. Estabilidade de taludes.

ABSTRACT

Cities have suffered an increase in the population index nowadays and consequently they grow in a disorderly fashion without proper planning of qualified professionals. This unexpected growth has caused the expansion of cities into less-valued areas such as hills, slopes, embankments, which are areas that should not be altered without the monitoring of a trained technical manager. However, in most cases, this monitoring does not occur causing several inconveniences to the cities. Moreover, it is also necessary infrastructure works are made to provide accessibility to cities, and during the executive process unexpected accidents may happen, among them we can highlight landslides generated by human interventions, cuts and embankments on hillsides. Therefore, the aim of this work is to present a study on hillside slipping's, demonstrating the types and their causes as well as stabilization methods, in order to guarantee the users' safety. It is known that landslides occur in several locations, hence the supervising engineer is indispensable in the execution of works, mainly involving soil movement, to plan the necessary improvements to guarantee the stability of slopes and to prevent possible disasters.

Key-words: Slopes. Landslide. Stability of slopes.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as cidades têm crescido de forma desordenada e sem planejamento correto, devido à mudança em massa da população de lugares menos desenvolvidos para as metrópoles em busca de melhores condições, deixando as zonas rurais.

Com a mudança para os centros urbanos, as pessoas pretendem encontrar mais empregos proporcionando um vencimento financeiro que supra suas necessidades básicas, boas condições para tratamentos de saúde, escolas melhores capazes de oferecer um ensino de qualidade para seus filhos, entre outras.

Porém, quando se mudam, na maioria das vezes, essas pessoas não encontram o desenvolvimento que buscaram, deparando-se com uma desigualdade social e econômica muito grande.

Essas pessoas, à procura de melhores condições acabam sendo deslocadas para as periferias das cidades e obrigadas a viver em locais impróprios. Algumas constroem suas habitações em áreas de preservação permanente, em encostas, aterros e terrenos dos quais não são donos.

Seguindo este ritmo é necessário a construção de pontes, para transpor obstáculos possibilitando a ligação entre os locais, assim como a execução de rodovias para atender as necessidades de bem-estar e moradia da população.

Além das intervenções sem acompanhamento técnico feitas pelos habitantes, estas obras civis de infraestrutura das cidades também podem ocasionar deslizamentos de terras, isto porque para sua implantação é vital que seja feito o correto dimensionamento da estrutura e que os processos construtivos sejam todos supervisionados para prevenir que as interferências nos taludes se tornem acidentes.

Sob o nome de taludes compreendem-se todas as superfícies inclinadas que limitam um maciço de terra, de rocha ou de terra e rocha. Podem ser naturais, caso das encostas, ou artificiais, como os taludes de cortes e aterros (CAPUTO, 2010).

É sabido que toda obra deve ser acompanhada por um responsável técnico, principalmente obras que envolvem intervenções em taludes, pois podem se movimentar e gerar deslizamentos. Estes deslizamentos, a depender do grau, causam grandes destruições materiais e podem provocar até mortes.

Portanto, este trabalho tem o objetivo de demonstrar os tipos de movimentação de massas, conhecidas como deslizamentos de terra, bem como apresentar algumas formas de estabilização de taludes por gravidade e flexão.

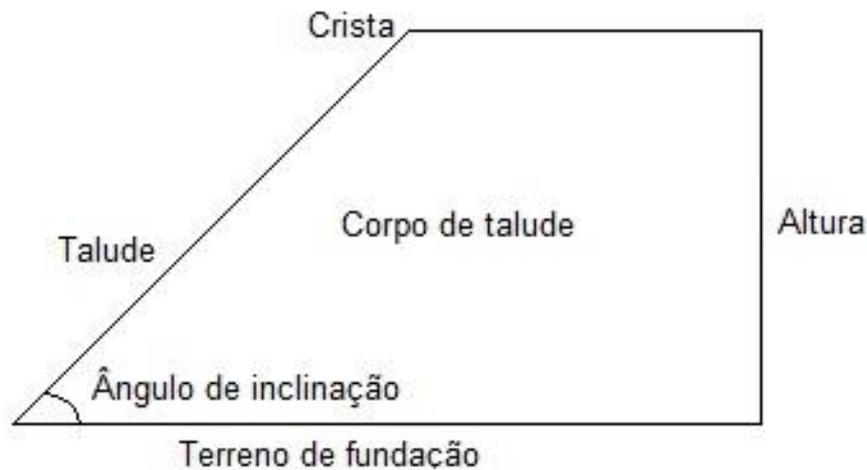
2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Taludes

A estabilidade de um talude está condicionada à natureza dos materiais constituintes e agentes perturbadores, sejam eles geológicos, antrópicos ou geotécnicos (FIORI E CARMIGNANI, 2009).

Sob o nome de taludes compreendem-se todas as superfícies inclinadas que limitam um maciço de terra, de rocha ou de terra e rocha. Podem ser naturais, caso das encostas, ou artificiais, como os taludes de cortes e aterros (CAPUTO, 2010).

Figura 1 - Terminologia para Talude.



Fonte: FIORI E CARMIGNANI, 2009, p.169.

2.1.1 Taludes Naturais

O talude natural é formado pela ação da natureza por meio de decomposição das rochas, ou seja, sem interferência humana (MASSAD, 2010). Em caso de serem formados por solos:

2.1.1.1 Solos Residuais

Solos que, após a decomposição de rocha, permanecem no mesmo local de sua formação. O tipo de solo resultante vai depender de algumas condições: natureza da rocha matriz, clima, topografia, processos orgânicos (MASSAD, 2010).

O QUADRO 1 mostra, segundo Gerscovich (2012), os tipos de solos de acordo com a decomposição das rochas.

Quadro 1 - Composição do solo em função da rocha mãe.

ROCHA	TIPO DE SOLO
Basalto	Argiloso
Quartzito	Arenoso
Filito	Argiloso
Granito	Arenoargiloso (micáceo)
Calcário	Argiloso
Gnaisse	Siltoso e micácio

Fonte: GERSCOVICH, 2012, p.17.

2.1.1.2 Solos coluvionares

É quando o solo residual é transferido por uma distância pequena pela movimentação de massas. Normalmente ficam depositados no pé dos taludes naturais (MASSAD, 2010).

O colúvio é chamado de Tálus, quando há grande acúmulo de blocos rochosos de dimensões significativas. Este tipo de solo é de difícil identificação, pois o intemperismo destrói traços geológicos deixando o solo homogêneo (SOUZA, 2014).

2.1.2 Taludes Artificiais

São resultantes da ação humana com realização de cortes e aterros em encostas naturais (SOUZA, 2014).

2.2 Causas de Movimentos de Massas

Fatores naturais e antrópicos podem ocasionar movimentos de massa. Os naturais podem ser divididos em dois grupos sendo:

Os agentes predisponentes, que são o conjunto de características intrínsecas do meio físico natural, como morfologia, litologia, solo, clima, hidrologia, cobertura vegetal e força da gravidade. E os agentes efetivos, que desencadeiam diretamente o processo de movimentação de massas, como chuva, erosão, vibração, vento, ondas, variação de temperatura e umidade, oscilação do nível d'água e ação do homem (CARVALHO et al., 2007, p. 40).

Highland e Bobrowsky (2008) dividiram em dois grupos principais as causas naturais e as agrupou no QUADRO 2.

Quadro 2 - Causas Naturais.

CAUSAS NATURAIS	
Causas Geológicas	Causas Morfológicas
Materiais frágeis, tais como algumas encostas vulcânicas ou sedimentos marinhos não consolidados	Levantamento tectônico ou vulcânico
Materiais sensíveis	Ressalto glacial
Materiais intemperizados	Explosão de degelo glacial
Materiais cisalhados	Erosão fluvial na base da inclinação
Materiais em dialisados ou fissurados	Erosão causada por ondas na base da encosta
Descontinuidade de massa negativamente orientada (estratificação, xistosidade, etc.)	Erosão das margens laterais
Descontinuidade estrutural orientada em contraste (falha, inconformidade, contato etc.)	Erosão subterrânea (dissolução, canalização)
Contraste de permeabilidade	Deposição da carga no talude ou na crista
Contraste de rigidez (material denso e rígido, sobre material plástico)	Remoção da vegetação (por incêndios florestais, seca)

Fonte: HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008, p.82.

Entre os fatores antrópicos podemos destacar remoção da vegetação, intervenções irregulares em taludes, aumento da percolação de água no solo através de bloqueio e/ou execução impróprio de redes de drenagem (CARVALHO et al., 2007).

Highland e Bobrowsky (2008) reuniram algumas causas humanas que podem gerar instabilidade no talude, conforme mostra o QUADRO 3.

Quadro 3 - Causas Humanas.

CAUSAS HUMANAS

Escavação do talude ou de sua base

Uso de terras instáveis para construções

Carregamento sobre o declive ou sua crista, tais como aterros no topo de uma encosta

Escoamento e enchimento (de reservatórios)

Desmatamento, corte de árvores/ extração de madeira e (ou) desmatamento para cultivo; estradas instáveis de acesso florestal

Irrigação do gramado

Retenção de resíduos de mineração / minas

Vibração artificial como cravação de estacas, explosões, ou outras vibrações fortes no solo

Vazamento de água de infraestruturas, tais como tubulações de água ou esgoto

Desvios (planejados ou não) de um rio, córrego ou corrente litorânea através de construção de pilares, diques, barragens, etc

Fonte: HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008, p.82.

Além disso, “a execução de cortes nos maciços pode condicionar movimentos de massa, desde que as tensões cisalhantes ultrapassem a resistência ao cisalhamento dos materiais, ao longo de determinadas superfícies de ruptura” (MARANGON, 2009).

Por isso, “a identificação precisa dos fatores responsáveis pela movimentação é fundamental para a adoção das medidas corretivas ou preventivas mais acertadas do ponto de vista técnico-econômico” (ABREU, 2007).

2.3 Tipos de Deslizamentos

Deslizamento é um movimento de descida de rocha, solo, ou ambos, em declive, que ocorre na ruptura de uma superfície — ruptura curva (escorregamento rotacional) ou ruptura plana (escorregamento translacional) — na qual a maior parte do material move-se como uma massa coerente ou semicoerente, com pequena deformação interna (HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008, p. 7).

Os deslizamentos podem ser subdivididos em movimentos gravitacionais de massa, definido como todos aqueles que são induzidos pela aceleração gravitacional, e em movimentos de transporte de massa, onde o material movimentado é transportado por um meio qualquer, como água, gelo ou ar (ABREU, 2007).

Deslizamentos são acontecimentos naturais e fazem parte da evolução geomorfológica das regiões. A ação humana, sem elaboração correta do uso e ocupação do solo, tem provocado acidentes que podem atingir dimensões de desastres (LIMA, 2015).

Segundo Bandeira (2003), a classificação de deslizamentos de Cruden e Varnes proposta em 1996, é a mais aceita em todo mundo, ela é bem simples e baseia-se na forma do movimento e do material transportado.

Os tipos de materiais dessa classificação são: rocha, solos e detritos; e os tipos de movimento são: quedas, tombamentos, escorregamentos, espalhamentos e corridas. As corridas são subdivididas conforme a velocidade e conteúdo de água dos materiais mobilizados (BANDEIRA, 2003, p. 6).

Neste sentido, esta classificação proposta de Cruden e Varnes (1996 *apud* BANDEIRA, 2003, p. 7), encontra-se no QUADRO 4.

Quadro 4 - Classificação dos Movimentos pelo tipo de Material.

TIPO DE MATERIAL			
TIPO DE MOVIMENTO	ROCHA	SOLO	
		PREDOMINANTEMENTE GROSSO	PREDOMINANTEMENTE FINO
Queda	Queda de Rocha	Queda de detritos	Queda de solo
Tombamento	Tombamento de Rocha	Tombamento de detritos	Tombamento de solo
Escorregamento	Escorregamento de Rocha	Escorregamento de detritos	Escorregamento de solo
Expansões laterais	Expansões laterais de Rocha	Expansões laterais de detritos	Expansões laterais de solo
Escoamento	Movimento lento / corrida de massa	Movimento lento / Corrida de detritos	Movimento lento / Corrida de solo

Fonte: CRUDEN E VARNES, 1996 apud SOUZA, 2014, p.34.

2.3.1 Queda

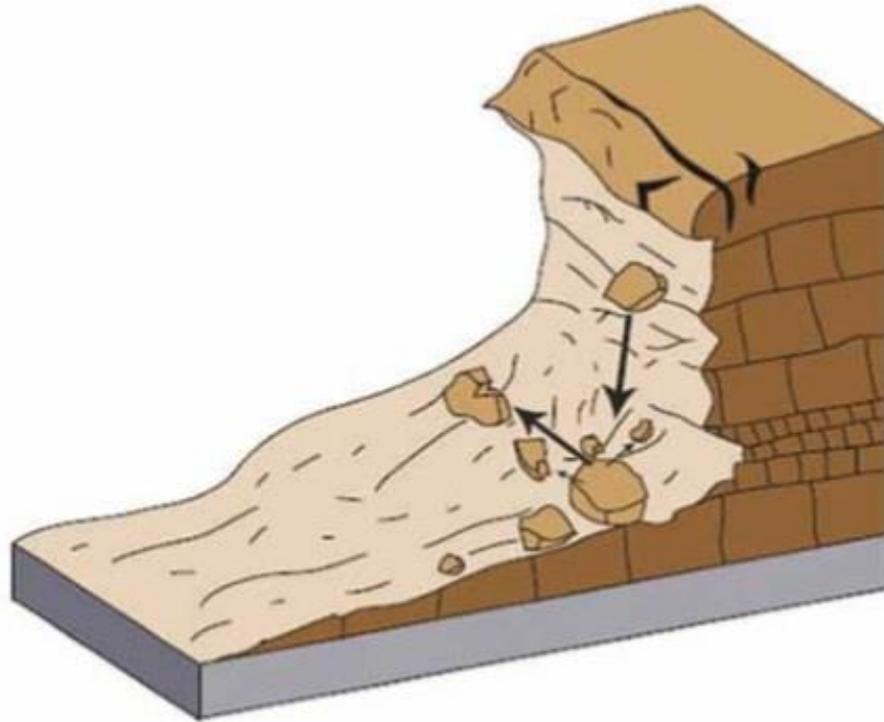
“Uma queda começa com a separação do solo ou da rocha, de um talude íngreme, na extensão de sua superfície, onde tenha ocorrido pouco ou nenhum deslocamento por cisalhamento” (HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008).

2.3.1.1 Queda Rochosa

O material que desce, geralmente bate nas paredes inferiores do talude num ângulo menor que o ângulo da queda, causando saltos. A massa em queda pode quebrar no impacto, pode iniciar um rolamento em taludes mais íngremes e pode continuar até a cota mais baixa do terreno (HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008, p. 8).

“A formação dos blocos surge com a ação do intemperismo nas fraturas, pressões hidrostáticas na fratura, perda de desconfinamento lateral, decorrentes de obras subterrâneas, vibrações” (SOUZA, 2014). Um exemplo de queda rochosa está representado na Figura 2.

Figura 2 – Demonstração de Queda Rochosa.

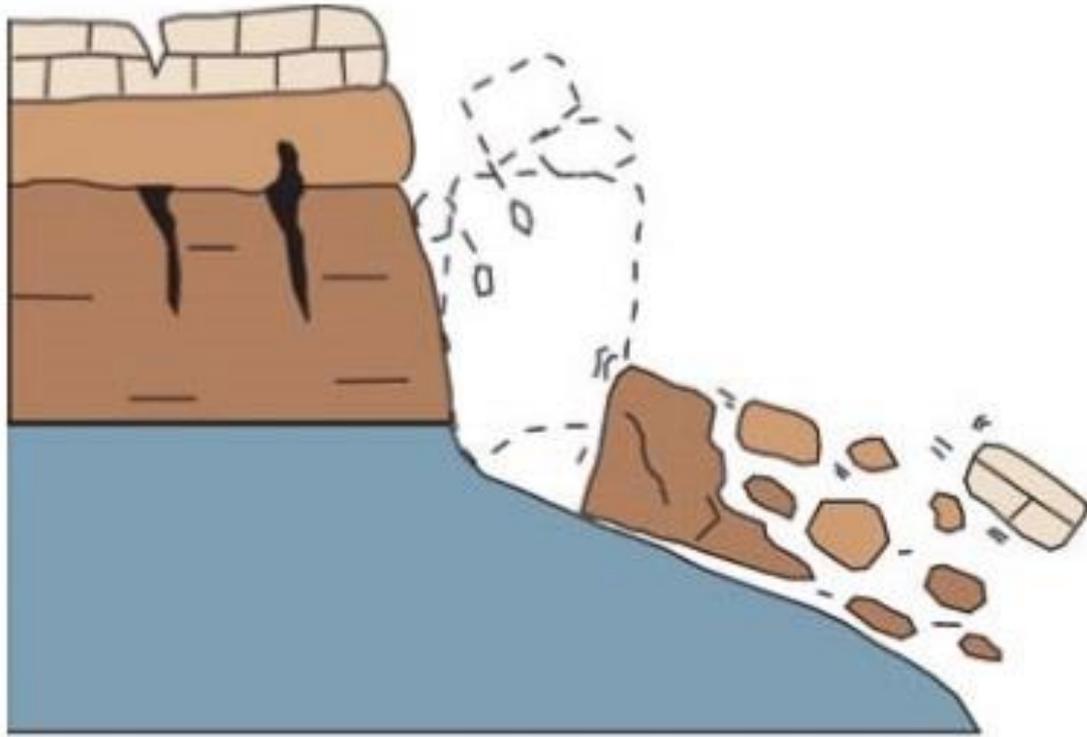


Fonte: HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008, p.10.

2.3.1.2 Tombamento

“É uma rotação frontal da massa de solo ou rocha para fora do talude em torno de um ponto, ou eixo, abaixo do centro de gravidade da massa deslocada” (HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008).

Figura 3 - Demonstração de Queda por Tombamento.



Fonte: HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008, p.10.

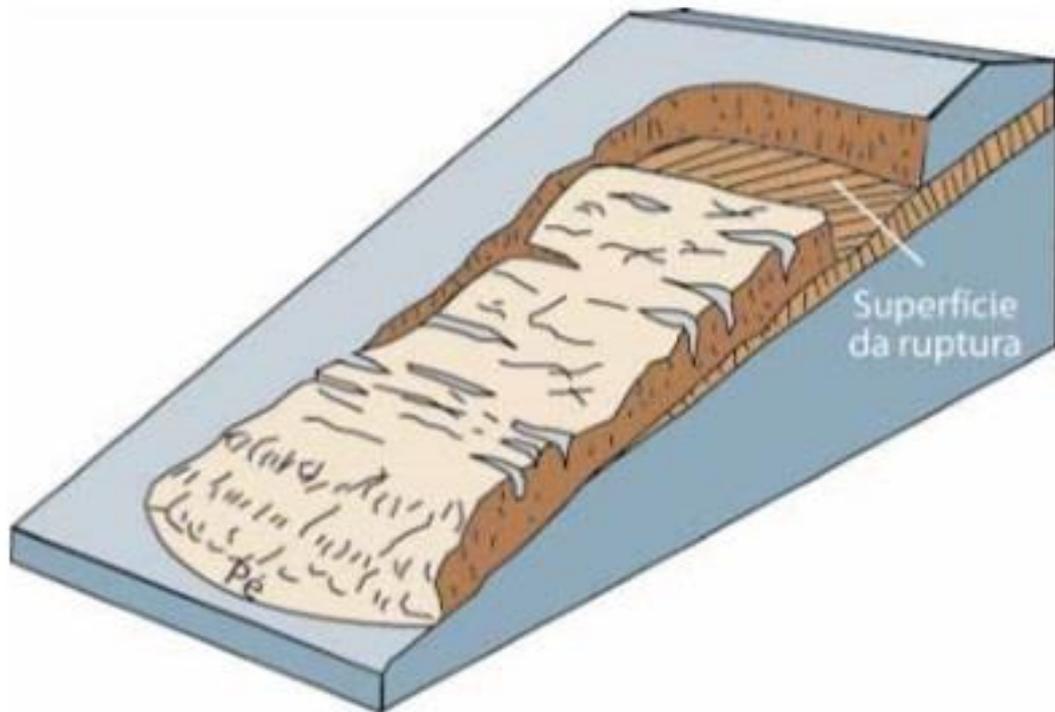
2.3.2 Escorregamentos

“Movimentos rápidos, com superfície de ruptura definida, com duração relativamente curta, massas de terreno geralmente bem definido quanto ao seu volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude” (SOUZA, 2014). Os escorregamentos são divididos em três grupos:

2.3.2.1 Planares ou Translacionais

Ocorrem predominantemente em solos pouco desenvolvidos com altas declividades. A ruptura é por cisalhamento e caracteriza-se pelo deslocamento da massa sobre uma superfície relativamente plana, de pequena espessura e comprimentos bem superiores às larguras (SOUZA, 2014, p. 38).

Figura 4 - Demonstração de Escorregamentos Translacionais.

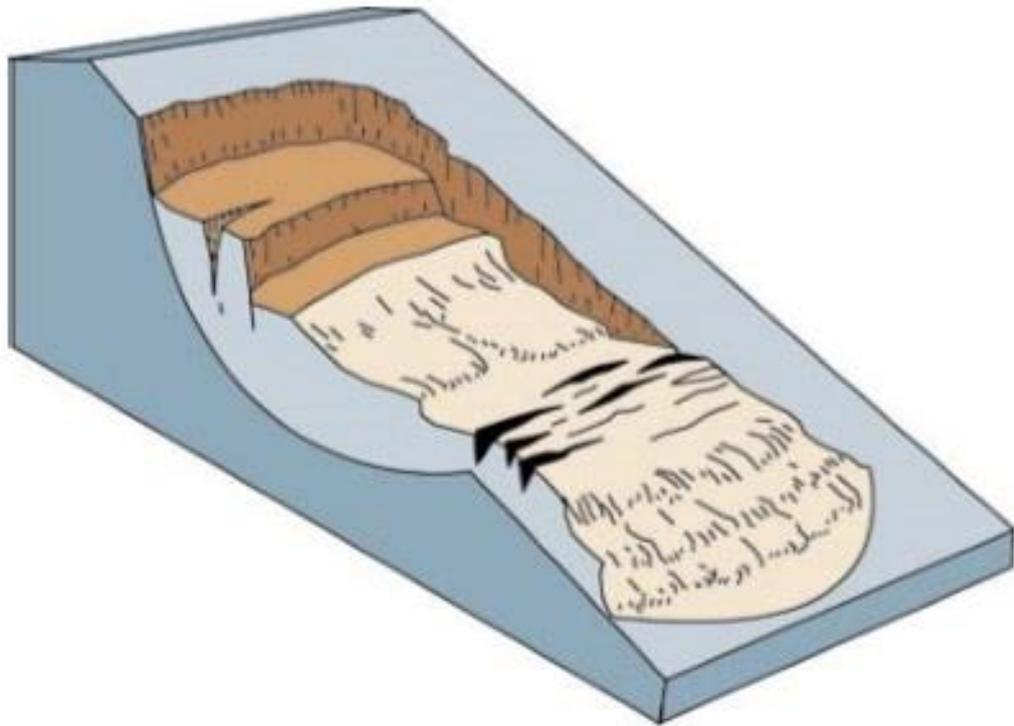


Fonte: HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008, p.17.

2.3.2.2 Rotacionais

“É um tipo de deslizamento em que a superfície da ruptura é curvada no sentido superior (em forma de colher) e o movimento da queda de barreira é mais ou menos rotatório em torno de um eixo paralelo ao contorno do talude” (HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008).

Figura 5 Demonstração de Escorregamento Rotacional.



Fonte: HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008, p.14.

2.3.2.3 Cunha

Ocorrem em rochas e/ou em cortes de taludes que apresentam fraqueza em dois planos que se intercedem causando deslizamento. Em grande parte, o escorregamento em cunha é causado devido a cortes e aterros (CARVALHO *et al*, 2007).

2.3.3 Escoamento

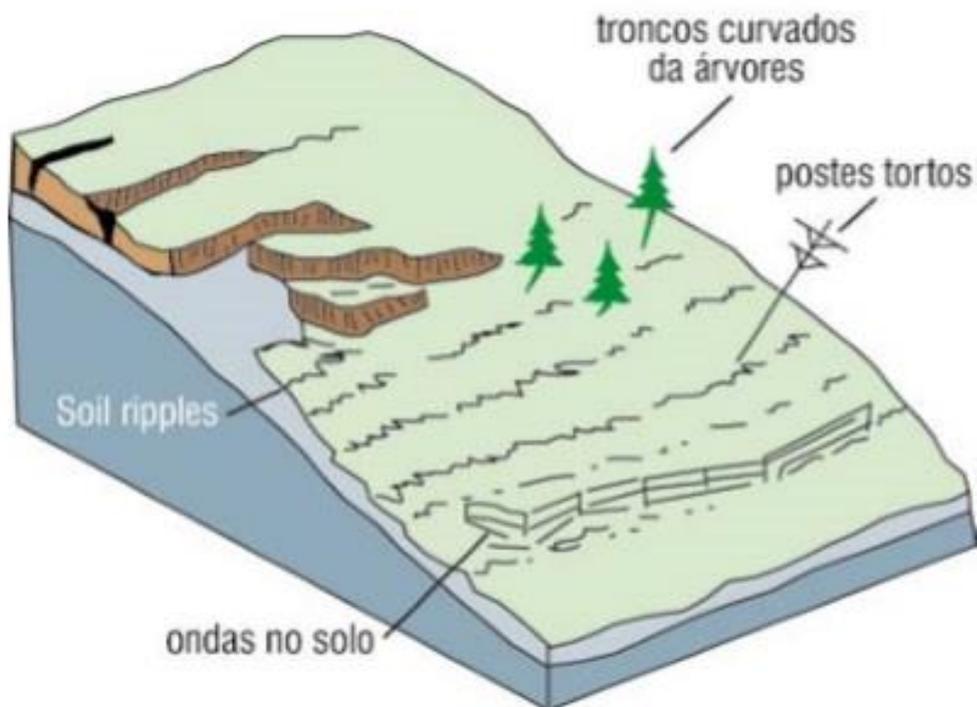
O escoamento tem deslocamento semelhante ao de um líquido viscoso, pois é um movimento contínuo sendo que as superfícies de cisalhamento têm vida curta, espaço reduzido entre si e não são preservadas. Quando este movimento é lento é chamado rastejo, e com alta velocidade corrida (SOUZA, 2014).

2.3.3.1 Rastejo – Creep

Este movimento é quase imperceptível devido a sua baixa velocidade, deslocando o solo para baixo do talude e, na maioria das vezes, não apresenta uma superfície de ruptura definida (SOUZA, 2014).

“Esse tipo de deslocamento é causado por tensão de cisalhamento interna suficiente para causar deformação, mas insuficiente para causar rupturas. Sua velocidade chega a ser menos de 1 metro por década” (HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008).

Figura 6 - Demonstração de um Rastejo.

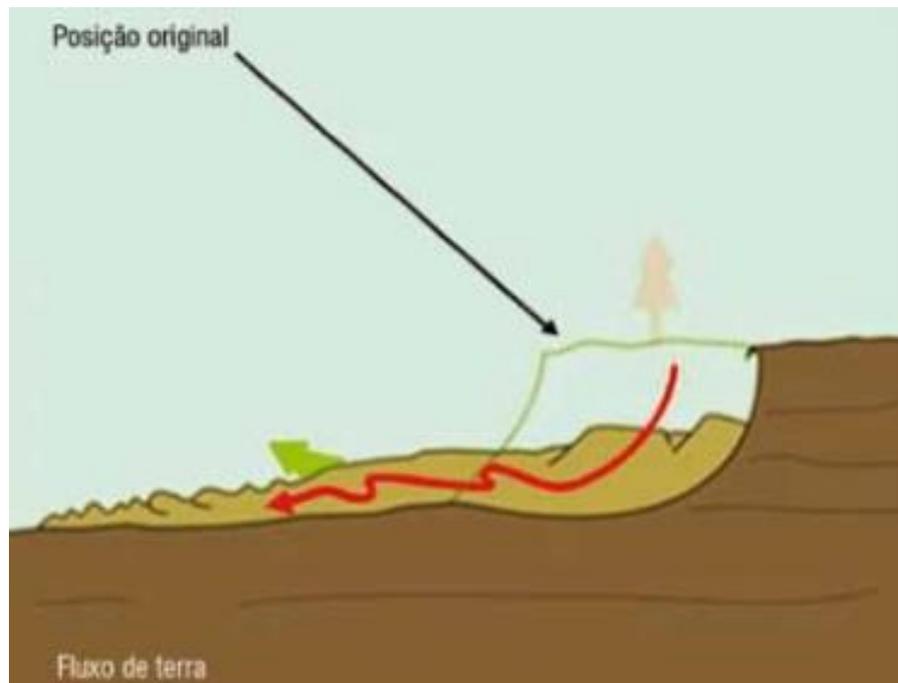


Fonte: HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008, p.32.

2.3.3.2 Corrida

Esse movimento é caracterizado pela alta velocidade e por causar grande destruição. Tem caráter essencialmente hidrodinâmico, provocado pela perda de resistência do material, devido ao excesso de água (BANDEIRA, 2003).

Figura 7 - Demonstração de Corrida.



Fonte: HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008, p.31.

2.3.4 Expansão Lateral

São movimentos caracterizados pela expansão de solos coesivos ou de uma massa rochosa aliada à separação espontânea do material fraturado. “A superfície de ruptura não se apresenta como uma superfície de intenso cisalhamento. Expansões laterais podem resultar da liquefação ou escoamento de materiais” (SOUZA, 2014).

2.4 Estabilização de Talude

A Associação Brasileira de Geologia de Engenharia¹ define estabilização de talude ou encosta como um tratamento aplicado a uma vertente de terreno, natural ou modificada, para melhorar as suas características de resistência, intervindo nos condicionantes relativos à natureza dos seus materiais constituintes e nos agentes de deflagração de processos responsáveis pela sua instabilidade.

“Para estabilizar um talude, é necessário identificar o que afeta a estabilidade da encosta; e determinar a técnica apropriada que precisa ser suficientemente

¹ <http://abge.org.br/page/glossario>

aplicada para reduzir a influência desse processo” (HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008).

Movimentos de terra ocorrem devido ao aumento das solicitações (tensões cisalhantes) ou pela redução de resistência do solo, portanto investigação da estabilidade de taludes pode ser o suficiente para prevenir desastres (LIMA, 2015).

Souza (2014) afirma que para estabilizar um talude é necessário que a metodologia abaixo seja seguida:

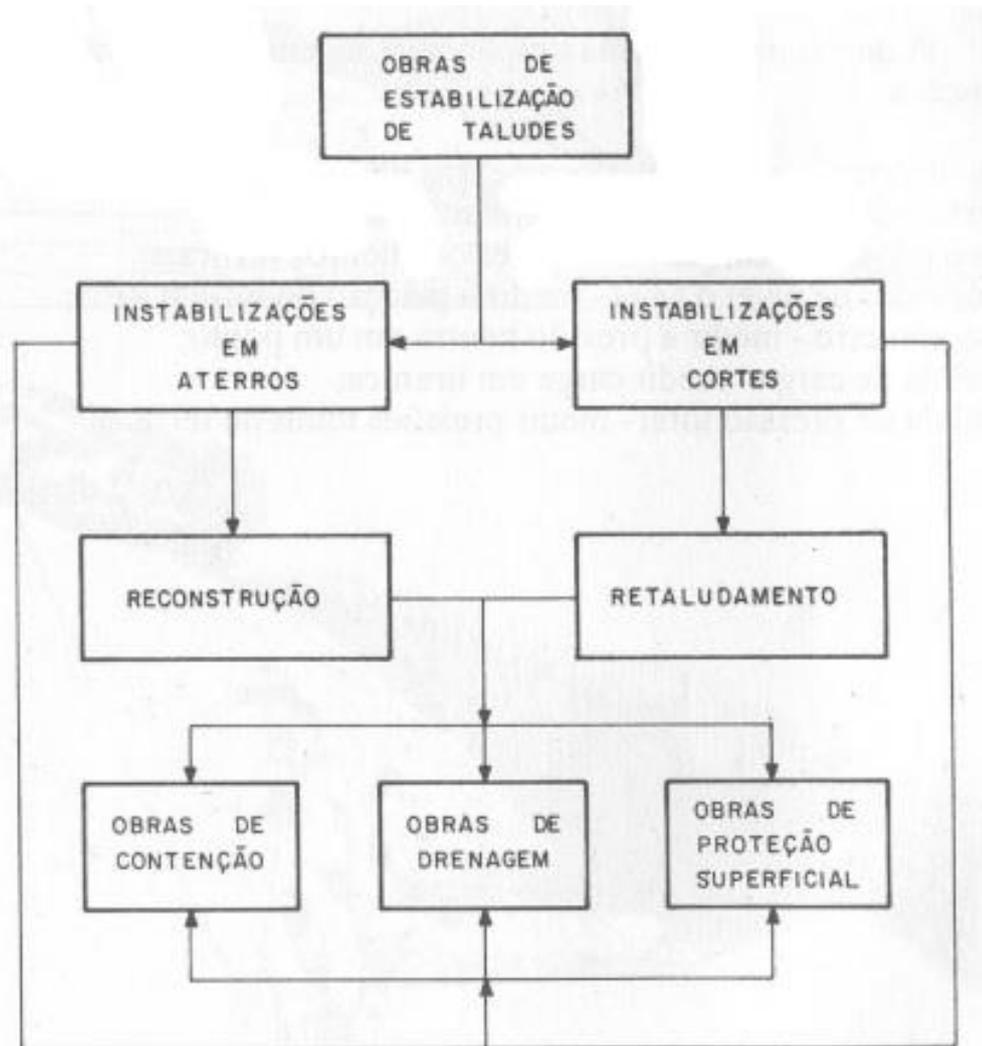
- a) Definição da topografia do talude;
- b) Definição das sobrecargas a serem aplicadas sobre o talude, caso existam;
- c) Execução das investigações de campo para definir a estratigrafia e identificar os elementos estruturais eventualmente enterrados na massa e os níveis freáticos;
- d) Definição das condições críticas do talude, considerando diversos momentos da vida útil da obra;
- e) Definição dos locais de extração de amostras indeformadas;
- f) Realização de ensaios de caracterização, resistência ao cisalhamento e deformabilidade (para estudos de análise de tensões);
- g) Análise dos resultados dos ensaios para definir os parâmetros de projeto;
- h) Adoção de métodos de dimensionamento para a obtenção do fator de segurança (FS) ou das tensões e deformações.

Não existe um padrão de ações a serem tomadas caso haja um deslizamento, pois cada um deve ser estudado em sua individualidade levando em consideração suas características (DYMINSKI, 2012).

Deve-se procurar fazer obras de estabilização com soluções mais simples e acessíveis, utilizando apenas obras complexas e caras quando as primeiras foram inviáveis, sabendo que mesmo com a prática correta não existe risco zero de uma nova movimentação de massas (CARVALHO, 1991).

Segundo Carvalho (1991), algumas medidas e os tipos de obras mais comuns podem ser vistos no Fluxograma 1.

Fluxograma 1 Tipos de obras para estabilização de taludes



Fonte: CARVALHO, 1991, p.168.

Conforme demonstra o fluxograma acima existem três formas principais de restabelecer a estabilidade dos taludes. Entre elas, a mais difundida e evoluída são obras estruturais de contenção (CARVALHO, 1991).

2.5 Obras de Contenção

Obras de contenção são consideradas estruturas que, depois de implantadas no talude, oferecem resistência à movimentação deste, ou à sua ruptura, além de reforçar a parte do maciço instável (CARVALHO, 1991).

“Essas estruturas de contenção podem ser muros, solos grampeados ou cortinas ancoradas”. Os muros podem ser divididos em dois tipos: os de gravidade e os de flexão (LUIZ, 2014).

2.5.1 Muros de Gravidade

“Nos muros de gravidade, a reação ao empuxo do solo é proporcionada pelo peso do muro e pelo atrito em sua fundação, função direta desse peso” (CARVALHO, 1991).

Segundo Luiz (2014), a reação ao empuxo do solo pelo peso próprio do muro e dos esforços da base são capazes de garantir a estabilidade dos muros.

Este tipo de muro é empregado desde a Antiguidade do homem que construía estruturas de arrimo para proteger casas próximas a taludes. Atualmente, estes muros clássicos evoluíram usando concreto para aperfeiçoar a execução da obra (CARVALHO, 1991).

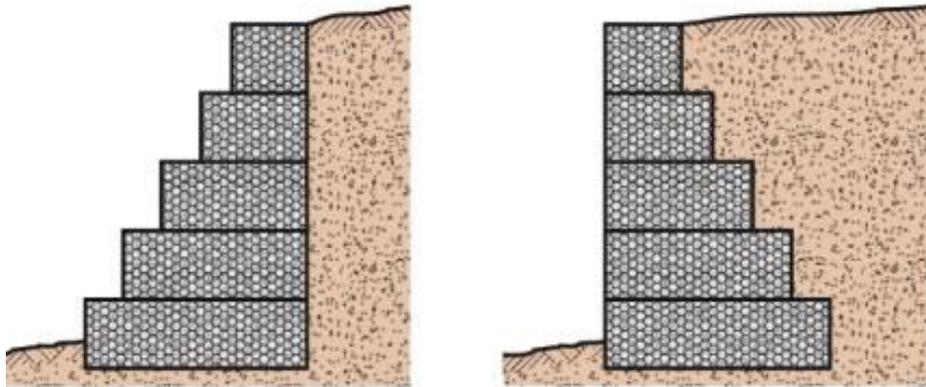
2.5.1.1 Muros de Gabiões

“São gaiolas de arame galvanizado, preenchidas com pedra britada ou seixos, que são colocadas justapostas e costuradas umas às outras por arame, formando muros de diversos formatos” (CARVALHO, 1991).

Um muro de gabiões é construído a partir do empilhamento das gaiolas de acordo com a combinação do ângulo da encosta e altura no talude. Geralmente este muro sai barato por serem materiais acessíveis e pela simplicidade em executá-lo (HIGHLAND E BOBROWSKY, 2008).

As principais características dos muros de gabião são a sua flexibilidade, podendo suportar movimentos da fundação, e sua permeabilidade devido à utilização de pedras ou seixos para sua composição, proporcionando uma excelente drenagem (LIMA, 2015).

Figura 8 - Demonstração de Muro de Gabião.

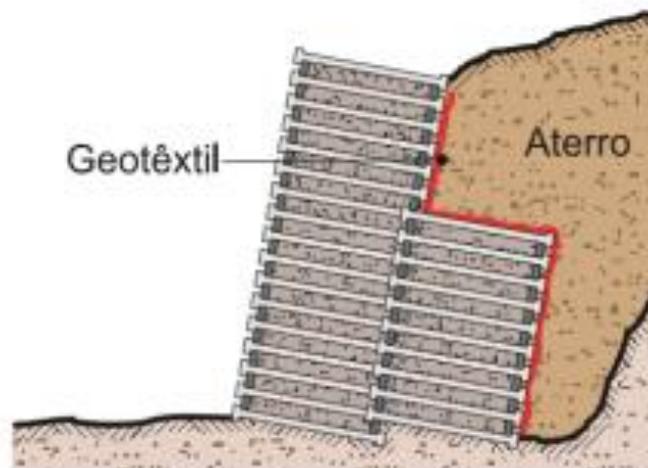


Fonte: TÉCHNE, ed. 37, nov. 1998.

2.5.1.2 Muro de peças pré-moldadas de concreto (crib-wall)

“Sistema de peças de concreto encaixadas entre si formando ou fogueiras preenchidas com terra ou blocos de rocha, seixos de maiores dimensões ou entulho. Era uma opção aos muros de pedra, mas está sendo cada vez menos utilizado” (TÉCHNE, ed. 37, nov. 1998).

Figura 9 - Demonstração de muro de arrimo celular de peças pré-moldadas de concreto (crib-wall)

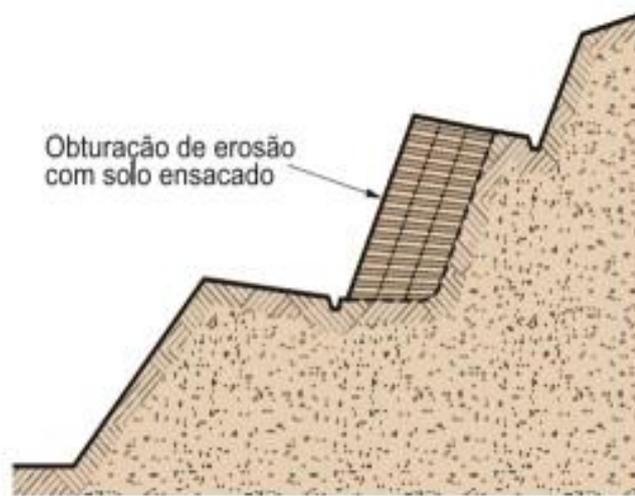


Fonte: TÉCHNE, ed. 37, nov. 1998.

2.5.1.3 Muro de solo-cimento ensacado

“O solo-cimento pode ser utilizado para proteger superficialmente o talude, ou para construir muros de arrimo de gravidade. Muitas vezes, quando utilizado ensacado funciona como dupla função de proteção superficial e contenção” (CARVALHO, 1991).

Figura 10 - Demonstração de Muro de Arrimo de solo-cimento ensacado



Fonte: TÉCHNE, ed. 37, nov. 1998.

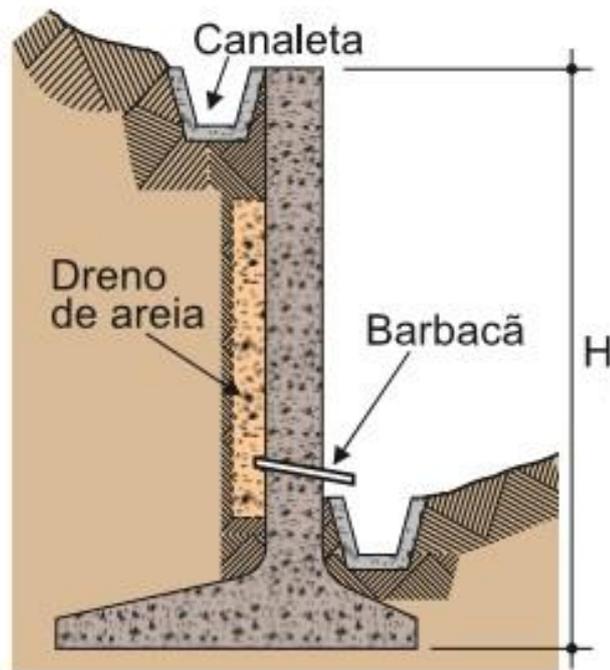
2.5.2 Muro de Flexão

2.5.2.1 Concreto Armado

O peso próprio somado ao peso de uma porção de solo são indispensáveis para a estabilidade de um muro de concreto armado. É também imprescindível a execução de sistema de drenagem interna ao muro (CARVALHO, 1991).

Este tipo de muro possui principalmente o formato de “L”, pois é possível a construção de uma seção transversal esbelta proporcionando maior aproveitamento da área onde foi construído (TÉCHNE, ed. 37, nov. 1998).

Figura 11 - Demonstração de Muro de Concreto Armado, em forma de L

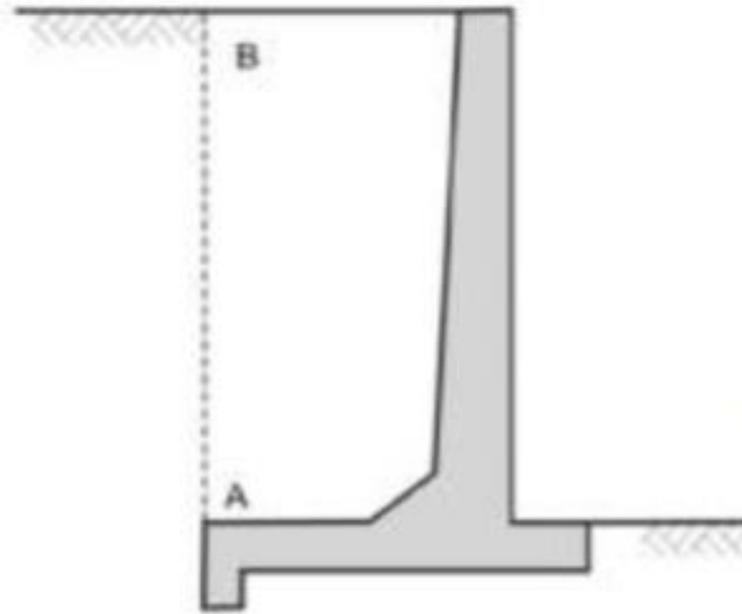


Fonte: TÉCHNE, ed. 37, nov. 1998.

Devido ao emprego de armaduras de aço em seu interior, podem ser executados em grandes alturas, sendo pouco viáveis quando ultrapassam os 7 metros. Para maiores alturas é necessária a construção de contrafortes ou gigantes, que são estruturas verticais, em forma de pilares com grande área, destinadas a aumentar a rigidez da estrutura. Desde que atendam às enumerações dos projetos, podem ser realizados em diferentes formas geométricas e, dependendo do tamanho da estrutura, com fundação direta ou profunda (SANTANA, 2014, p. 22).

“Suas seções transversais na maior parte dos casos são em L (FIG. 11), porém podem ser feitos em forma de T invertido (FIG. 12). Este pode ser usado para proporcionar alturas maiores” (LUIZ, 2014).

Figura 12 - Demonstração de Muro de Concreto Armado, em forma de T invertido



Fonte: LUIZ, 2014, p.9.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deslizamentos ocorrem por diversas situações e podem causar grandes danos à população afetada. Por isso é necessário que todas as obras ligadas à intervenção em taludes sejam acompanhadas por responsáveis técnicos.

Na ocorrência de deslizamentos, a fase mais importante é a de investigação do problema. Esta fase deve preceder à elaboração de um projeto de estabilização, uma vez que ela determina o sucesso, a economia e a segurança da obra.

No intuito de evitar acidentes, como deslizamentos, são necessários estudos sobre os riscos da área a ser utilizada, bem como planejamento das ações a serem tomadas caso haja um acidente.

Além disso, é imprescindível um conjunto de esforços políticos e técnicos para a elaboração de um planejamento adequado, tendo em vista a segurança da população.

Portanto, o conhecimento de técnicas de estabilização nos taludes é indispensável ao profissional de engenharia, não apenas para se proceder aos reparos necessários nos maciços, mas também para garantir que, após reparados, não voltem a causar danos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Solange Hingst Campoi. **Escorregamento de encostas em áreas urbanas habitadas por população de baixa renda**. 2007. 67 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação do Curso de Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11682**. Estabilidade de taludes. Rio de Janeiro, 2009.

BANDEIRA, Ana Patrícia Nunes. **Mapa de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no município de Camaragibe-PE**. 2003. 233 p. Tese (Mestre Em Ciências Em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações: Mecânica das Rochas - Fundações - Obras de Terra**. 6. Ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2010. 498 p. v. 2.

CARVALHO, Celso Santos; MACEDO, Eduardo Soares de; OGURA, Agostinho Tadashi (Org.). **Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007

CARVALHO, Pedro Alexandre Sawaya (Coord.). **Manual de geotecnia: taludes de rodovia: orientação para diagnóstico e solução de seus problemas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991. (Publicação IPT, nº 1843).

CRUDEN, D. M.; VARNES, D. **Landslide Types and Processes. In Landslides Investigation and Mitigation. Special Report**. 1996. 247 p. apud BANDEIRA, Ana Patrícia Nunes. **Mapa de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no município de Camaragibe-PE**. 2003. 233 p. Tese (Mestre Em Ciências Em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

DYMINSKI, Andrea Sell. *Noções de estabilidade de taludes e contenções*. p. 28. Notas de Aula

ESTABILIDADE DE TALUDE. **Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**. Disponível em: <<http://abge.org.br/page/glossario>>. Acesso em: 15 de out. 2017

FIORI, Alberto Pio; CARMIGNANI, Luigi. **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas: aplicações na estabilidade de taludes**. 2. ed. Curitiba: Oficina dos textos - UFPR, 2009. 604 p. v. 1.

GERSCOVICH, Denise M. S. **Estabilidade de Taludes**. 1. ed. São Paulo: Oficina dos textos, 2012. 168 p.

HIGHLAND, Lynn M.; BOBROWSKY, Peter. **O manual de deslizamento: um guia para a compreensão de deslizamentos**. Virginia: Circular dos Estudos Geológicos dos EUA, 2008. 129 p.

LIMA, Leonardo Santana de Souza. **Estudo das instabilidades de taludes e apresentação de métodos para estabilização dos mesmos**. 2015. 30 p. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Engenharia Civil) - Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá – FUPAC, Ubá, 2015.

LUIZ, Bruna Julianelli. **Projeto geotécnico de uma estrutura de concreto armado**. 2014. 124 p. Projeto de Graduação (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

MARANGON, Márcio. Análise de estabilidade de taludes. *In:_____ Tópicos em geotecnia e obras de terra*. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2006. Unidade 3, p. 1-25.

MASSAD, Façal. **Obras de terra: curso básico de geotecnia**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 216 p. v. 1.

MEDEIROS, Marcelo. *Sistemas de contenções*. p. 148. Notas de Aula.

NAKAMURA, J. A engenharia oferece soluções de contenção variadas, adequadas para as situações mais diversas. Geologia do terreno, estudo de riscos, custo e cronograma da obra influenciam a escolha da técnica de execução. **Revista Construção Mercado**, ed. 154, maio, 2014.

NARESI JÚNIOR, Luiz Antônio. Cortinas Cravadas. Disponível em <<https://sites.google.com/site/naresi1968/naresi/42-cortinas-cravadas>>. Acesso em 06 de nov. de 2017.

PENA, Rodolfo F. Alves. "Efeitos da especulação imobiliária nas cidades"; **Brasil Escola**. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/geografia/efeitos-especulacao-imobiliaria-nas-cidades.htm>>. Acesso em 27 de setembro de 2017.

SANTANA, Jorge Henrique Felipe. **Estudo comparativo de variações de contenção de taludes verticais**. 2014. p.73. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Formiga – UNIFOR, Formiga, 2014.

SANTOS, Muller. **Saiba mais sobre contenção de taludes**. Disponível em: <<https://blogdaengenharia.com/saiba-mais-sobre-contencao-de-taludes/>>. Acesso em: 02 out. 2017.

SOUZA, Anna Paula Leopoldo. **Estudos geotécnicos e de estabilidade de taludes da encosta do Alto do Padre Cícero no município de Camaragibe-PE**. 2014. 177 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geotécnica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

TÉCHNE. Pini, 37 ed. 1998. Mensal.

IV CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTA, 2005, Salvador. **Muro de solo grampeado com face em blocos pré-moldados**. Rio de Janeiro: Terrae Engenharia, 2005. p. 827-833.