

MOVIMENTOS DE MASSA: A SOLUÇÃO POR MEIO DOS MUROS DE CONTENÇÃO

MASS MOVEMENTS: THE SOLUTION THROUGH CONTAINMENT WALLS

FREITAS, Priscila Sant'ana de¹; SANTOS, Paula Roberta dos²; PINTO, Edilson Moura³;
ESTEVEVES, Ian César Amos⁴.

RESUMO

Os movimentos de massa no solo são instabilidades frequentes no Brasil, principalmente porque o país possui um clima predominantemente tropical. Portanto, com a chegada do verão é característico o enorme volume pluviométrico em curto período alterando as condições do solo promovendo deslizamentos de terra, rompimentos de barragens de contenção dentre outros tipos de movimentos de solo. Por esta razão, a compreensão, prevenção e remediação das causas e efeitos destes eventos são de fundamental importância, uma vez que impactam no cotidiano das pessoas, cidades, rios e florestas, alterando a paisagem, causando danos ambientais e por vezes ceifando vidas preciosas. Neste sentido, este trabalho busca elucidar e apresentar de forma clara e resumida os fatores determinantes para estes eventos, seus processos de remediação e correção. O trabalho versa sobre os movimentos de massa de solo e as soluções por meio da construção de muros de contenção. Em seus capítulos, trata acerca do solo, o elemento central, atingido pelas instabilidades, suas classificações e composições e o estudo aborda os movimentos das massas, buscando esclarecer os estágios de evolução, bem como as espécies existentes. São apresentadas as técnicas de estabilização, bem como suas divisões em categorias, para no fim, serem apresentados os tipos de muros de contenção mediante a sua especificidade. O trabalho teve como metodologia a retomada dos conhecimentos a partir de busca em campo e em artigos e trabalhos científicos e acadêmicos devotados ao tema de modo a ressaltar a importância do estudo do solo, além da conscientizar acerca do uso das técnicas de estabilização para a sociedade civil e o Poder Público, chamando-os ao dever de tomar frente e solucionar os problemas que acarretam nos acidentes e fatalidades.

Palavras chaves: Solo; Movimento; Massa; Muro; Contenção.

ABSTRACT

¹ Discente do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Ensino Superior do Interior Paulista – FAIP. E-mail: priscilasantana@hotmail.com

² Docente do curso de Engenharias Civil da Faculdade de Ensino Superior do Interior Paulista – FAIP. E-mail: paulasantos.civil@gmail.com

³ Docente do curso de Engenharias Civil da Faculdade de Ensino Superior do Interior Paulista – FAIP. E-mail: edilson.m.pinto@gmail.com

⁴ Docente do curso de Engenharias Civil da Faculdade de Ensino Superior do Interior Paulista – FAIP. E-mail: estevesian3@gmail.com

Soil mass movements are frequent instabilities in Brazil, mainly because the country has a predominantly tropical climate. Therefore, with the arrival of summer, the large volume of rainfall is characteristic in a short period, altering the soil conditions, promoting landslides, ruptures of containment dams and other types of soil movements. For this reason, the understanding, prevention and remediation of the causes and effects of these events are of fundamental importance, since they impact the daily life of people, cities, rivers and forests, changing the landscape, causing environmental damage and sometimes harvesting precious lives. In this sense, this work seeks to elucidate and present in a clear and summarized way the determining factors for these events, their remediation and correction processes. The work deals with the movements of soil mass and the solutions by means of the construction of retaining walls. In its chapters, it deals with the soil, the central element, reached by the instability, its classifications and compositions and the study approaches the movements of the masses, seeking to clarify the stages of evolution, as well as the existing species. Stabilization techniques are presented, as well as their divisions into categories, in order to present the types of retaining walls by their specificity. The work had as methodology the resumption of knowledge from the field search and scientific and academic articles and works devoted to the theme in order to emphasize the importance of soil study, besides raising awareness about the use of stabilization techniques for society civil society and the Public Power, calling them to the duty of facing and solving the problems that result in accidents and fatalities.

Keywords: Solo; Movement; Mass; Wall; Containment.

1 INTRODUÇÃO

O trabalho tem como objetivo primordial retratar os Movimentos de Massa, bem como as técnicas adotadas no cerne da Engenharia Civil, especialmente os Muros de Contenção, que visam a estabilização de tais incongruências.

Será dissertado acerca do solo, que é o corpo cuja instabilidade é atingida, produzindo as movimentações de massa. Será descrito acerca das suas composições, bem como dos diversos tipos de solo existentes na natureza.

Este trabalho também visa demonstrar a importância do estudo geotécnico, bem como, apresenta as classificações dos movimentos de massa, os estágios de sua ocorrência, além dos fatores que influenciam tais instabilidades.

Serão exibidos ainda acontecimentos históricos para ilustrar as tragédias provocadas por tais movimentos no âmbito nacional e internacional, visando clarear a importância que deve ser dada para o presente tema.

Além disto, busca demonstrar a relevância da adoção das técnicas de estabilização pelos Engenheiros Civis na estruturação de uma obra, bem como a importância da prevenção,

especialmente por parte do Poder Público, que deve atuar nestes acontecimentos, especialmente pelos Órgãos de Defesa Civil, visando poupar vidas humanas.

Serão demonstradas as diversas técnicas existentes para conter os movimentos de massa, dividindo-os em três grandes grupos de classificação, e por fim, serão expostas as espécies de Muros de Contenção, especificando cada uma das existentes que são utilizadas usualmente.

Este trabalho tem como objetivo abordar os temas pertinentes à segurança dos muros de contenção referentemente à movimentação de massa por meio de técnicas para a estabilização do solo de forma segura e eficiente. O estudo se direciona ao conhecimento de técnicas de modo a minimizar os riscos de acidentes neste tipo de construção.

2 MÉTODO

Foi realizado um estudo detalhado, buscando informações em livros recentes dedicados ao tema todos publicados entre 1991, 2003 e 2015 bem como foi feita uma pesquisa exploratória com base em artigos científicos e trabalhos monográficos, que foram utilizados para um direcionamento apurado sobre o assunto.

Devido ao impacto deste problema na comunidade leiga e suas repercussões e controvérsias, foram também utilizados como exemplos do estudo, materiais disponíveis nas bases de dados de jornais, pesquisas da internet e reportagens de TV.

A natureza da pesquisa é qualitativa, pois, apresenta dados secundários predominantemente descritivos; (LÜDKE; ANDRÉ, 2007), com uma revisão bibliográfica apresentada na forma narrativa apresentando os temas pertinentes ao problema (TRENTINI; PAIM, 1999), buscando esclarecer os temas a partir de informações publicadas em revistas, livros, periódicos dentre outros (MARTINS; PINTO, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como discussão sobre o tema apresenta-se as técnicas de estabilização dos movimentos de massa, suas características e aplicações tal como segue.

3.1 Definição

Movimentos de massa provocam instabilidades, é necessário conhecer quais as técnicas desenvolvidas e adequadas para conter tais instabilidades.

Os movimentos são frutos de inconsistências presentes no solo, desta forma, necessária a utilização de técnicas apropriadas com a finalidade de contê-los.

Portanto, técnicas de estabilização são medidas tomadas em terrenos ou taludes, que possuem vulnerabilidades, inconsistências ou fragilidades, visando assim, sanar todas as adversidades e eventuais oscilações de solo.

Insta registrar novamente a importância do estudo do solo, por meio da geologia, pois esta auxilia o Engenheiro Civil a conhecer as características daquele, assim permite que adote a melhor técnica possível para realizar a estabilização do terreno. Poderá assim, prever eventuais mecanismos de ruptura, projetando a imobilização de um talude, equilibrando as forças desestabilizadoras.

3.2 Técnicas de estabilização

Dentro da doutrina da Engenharia Civil, existem diversas técnicas utilizadas para realizar a estabilização de terrenos ou taludes. Para se ter uma boa técnica de estabilização é necessário um projeto completo, técnico e bem elaborado, contendo informações e detalhes.

Deve prever os custos, os equipamentos necessários, indicando a melhor forma de realizar a intervenção na contenção. Dentre os métodos existentes, pode-se agrupá-los em três categorias: medidas de proteção; medidas de correção; e medidas de reforço.

3.3 Medidas de proteção

Esta espécie de medida, como o próprio nome sugere, tem a finalidade de proteção, ou seja, são meios desenvolvidos para o anteparo de eventuais movimentos de massa. Caso ocorra a instabilidade do terreno, servirá como forma de salvaguarda.

Dentre as medidas de proteção existentes, pode-se citar as seguintes:

Valas de retenção: Esta medida de proteção, consiste em construir uma vala na base do talude, tendo como objetivo conter blocos rochosos que se desprendem. O seu dimensionamento depende da inclinação e da altura que o talude possui.

Banquetas: São plataformas em forma de degraus, que tem como propósito diminuir a movimentação de massa (ou erosão) e o efeito de águas pluviais. São construídos no sentido longitudinal nos taludes.

Redes: São usadas para o revestimento do talude, para evitar quedas de detritos ou blocos rochosos. Serve também para facilitar o crescimento da vegetação. Possui ainda resistência para suportar a movimentação de massa.

3.4 Medidas de correção

Reperfilamento do talude: Esta técnica é simples e eficaz, sendo utilizada como forma preliminar de correção, ou seja, uma reparação da encosta.

Consiste em realizar cortes ou aterros em taludes que possuem probabilidade de rompimento. Tais taludes devem ser avaliados em relação a sua altura e inclinação, fatores que são importantes para o uso da técnica.

Normalmente é utilizada acompanhado obras de drenagem, visando diminuir infiltrações e o escoamento superficial, minimizando, assim, os processos erosivos.

3.5 Medidas de reforço

Dentre as medidas de reforço, usualmente utilizadas para o complemento de taludes, ou seja, a suplementação das forças para manter o equilíbrio das encostas, temos os seguintes: Paredes de Contenção e Obras de Contenção.

Paredes de contenção: Geralmente é uma técnica utilizada quando não há condições favoráveis para se realizar escavação ou aterro. Dentre elas, pode-se citar as seguintes: Pregagens, Paredes Tipo Berlim, Cortinas de Estacas e as Paredes Ancoradas.

Obras de contenção: São estruturas que devem ser implantadas em um talude, com a finalidade de estabilizá-lo, evitando-se assim a ruptura de rochas e a movimentação de massa. Tem ainda como finalidade o reforço do solo.

Dentre as obras de contenção, pode-se classificá-los em: Obras especiais de estabilização, Soluções alternativas em aterro, e por fim, objeto principal do estudo deste trabalho, os Muros de Contenção.

3.6 Muros de contenção

Dentre os métodos para estabilização de taludes, pode-se utilizar as obras de contenção. Entre elas, há os Muros de Contenção, que são os objetos principais de estudo do presente trabalho.

Há diversas espécies de muros de contenção que podem ser adotados com a finalidade de estabilizar rupturas de maciços e assim evitar a movimentação de massa.

Os muros de contenção, também chamados de muros de arrimo, são estruturas construídas com a finalidade de estabilizar encostas, também empregados em edificações de áreas urbanas. Tem como características principais, em sua formação, o uso de estruturas de blocos (volumétricos).

São construídos em forma de paredes verticais ou quase verticais, podendo ser apoiados em fundações profundas ou rasas. É uma solução segura para terrenos em declive ou em aclive que poderão receber cortes para se tornarem planos.

Pode-se citar os seguintes muros:

3.6.1 Muros de pedra

É um tipo de muro muito utilizado antigamente. Atualmente seu uso não é muito comum, pois possui custos elevados, havendo dificuldades para se encontrar pedras de mesmo tamanho.

Tem como vantagens a simplicidade do método construtivo e não requer mão de obra especializada. O muro de pedra como apresenta a Figura 1, não possui argamassa é recomendado para alturas de até 2,0m.

Além desta altura, é aconselhável se utilizar da argamassa de cimento e areia, podendo assim preencher os espaços vazios, fixando melhor as estruturas. Caso se ocorra do uso da argamassa, necessário também implementar elementos para realizar a drenagem do sistema.

Figura 1 - Muro de pedra com argamassa



Fonte: Dicas de casa

3.6.2 Muros de gabião

São conhecidos pelo seu formato de caixas ou “gaiolas”, podendo ser construídos de arame galvanizado, preenchidos com pedras de britas ou seixos conforme ilustra Figura 2. Podem ser costurados por arame.

Figura. 2– Muro de Gabião



Fonte: Construindodecor

Esta estrutura é flexível e resistente a todos os tipos de esforços, sendo capaz de suportar, inclusive, a tração.

São utilizados como proteção de margens de rios, encostas, rodovias, entre outros, podendo chegar até 02 metros de comprimento e 01 metro de seção transversal.

3.6.3 Muros de concreto ciclópico

Este tipo de estrutura é composto de concreto, tendo como características agregados de grandes dimensões. São econômicos somente para alturas de até 4 metros. Sua drenagem pode ser feita com tubos direcionando a água para parte anterior do muro, evitando manchar a estrutura. Também pode ser empregado através de barbacãs e drenos de areia conforme apresenta Figura 3.

Figura. 3 – Muro de concreto ciclópico



Fonte: Leandro Bolzan, Engbolzan (2010)

3.6.4 Muros de pneus

Podem ser utilizados para contenções de construções e encostas, sendo do tipo convencional. São colocados e constituídos por camadas de pneus na horizontal, sendo empilhados e amarrados, formando assim um muro conforme apresenta a Figura 4.

Também podem ser preenchidos com solo, sendo compactados para se obter maior estabilidade. Sua altura pode atingir o máximo de 05 metros, tendo como vantagens o reaproveitamento de pneus descartados.

Figura. 4 – Muro de pneus



Fonte: Anderson Yoshihara, radioshiga (2015)

3.6.5 Muros de sacos de solo-cimento ensacados

Pode ser usado com a finalidade de proteger o talude. É uma solução prática e segura para conter terrenos inclinados com alto desnível conforme ilustra a Figura 5.

Figura. 5 - Muro de sacos de solo-cimento ensacados



Fonte: Cimento montes claros (2017)

O procedimento geralmente adotado é o seguinte:

São utilizados para a prática os seguintes tipos de sacos: de polipropileno, aniagem ou até mesmo rafia. Após, é feita uma mistura de solo com cimento e água, sendo colocada dentro dos sacos. Amarram-se com barbantes para finalizar a sua selagem.

Por fim, os sacos são organizados para formarem camadas, assim são socados para obter melhor fixação, sendo cobertos por outras fiadas, levantando-se as paredes. Podem chegar até 05 metros de altura, sendo aplicada em áreas sujeita a erosão e são ótimos muros de arrimo ecológicos.

3.6.6 Crib-walls

É uma estrutura com peças de concreto armado, metal ou madeira que são encaixadas entre si, formando assim uma espécie de caixa ou até mesmo “gaiola”.

Seu espaço interno é composto por módulos que são preenchidos por terra ou brita, criando assim um muro de contenção. É uma alternativa de baixo custo, estando entre as alternativas mais usadas, pois são pré-fabricadas. Este tipo de muro pode chegar até 20 metros de altura.

Devido a sua construção, tais muros são naturalmente bem drenados e sensíveis a movimentações e recalques, podendo ser executados em estradas e regiões de serras, Este tipo de sistema é apresentado na Figura 6.

Figura 6 - CRIB-WALLS



Fonte: Rodnei Corsini, infraestrutura urbana (2011)

3.6.7 Muros de concreto armado

Muros de concreto armado como o modelo ilustrado na Figura 7, são utilizados em terrenos irregulares com declive ou aclave, sendo formados por um conjunto de ferragens armadas que se unem com o concreto. Conseguem estabilizar taludes, solos, entre outros.

Figura. 7 - Muro de concreto armado



Fonte: Design, projetos engenharia (2009)

Normalmente tais muros estão vinculados à execução de aterros e reaterros, assim, sua estabilidade precisa contar, além do seu próprio peso, com o peso do solo adjacente, pois funcionaria como parte complementar da estrutura.

No muro de concreto armado é indispensável a instalação de um sistema de drenagem, que pode ser através de drenos de areia ou até mesmo por barbacãs.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se afirmar que a composição do solo é composta em sua grande maioria de 45% de minerais, 25% de água, 25% de matéria orgânica, além de outros elementos, existentes na natureza. Os quais podem ser separados em basicamente três tipos distintos, o arenoso, o siltoso e o argiloso. Cada um possui características específicas que influenciam, de certa forma, na movimentação de massa.

Por esta razão se ressalta a importância do estudo geotécnico, que eventualmente será objeto de uma edificação, visando conhecer as características deste e as possíveis zonas de rupturas que podem vir a acontecer que como apresentado estão relacionados à cerca de 90% dos acidentes envolvendo muros de arrimos e barreiras de contenção.

Ressalta-se que a movimentação de massa, que nada mais é do que a instabilidade do solo, de um terreno ou talude, que se desloca em virtude dos fatores naturais ou humanos que são de fundamental interesse para a sociedade e especificamente para a construção civil.

Desta forma, faz-se necessário classificar as espécies de movimentação de solo e, portanto, as figuras e imagens são de fundamental importância para este tipo de por melhor ilustrar tais acontecimentos, bem como os estágios de tal instabilidade.

Foi demonstrado que o movimento de massa, no geral, apresenta estágios, ou seja, fases que acaba percorrendo. Há o estágio da pré-ruptura, que em síntese são os primeiros processos que fornecem sintomas/sinais que de a instabilidade pode vir a acontecer.

É importante destacar a necessidade de se identificar os estágios da ruptura e pós ruptura e de reativação para desta forma evitar as tragédias que frequentemente atingem o Brasil.

Foram elucidados os fatores que contribuem para a movimentação de massa, sendo os naturais e os humanos. Dentre aqueles, pode-se citar a água, que é a principal vilã de tais fatalidades. Além desta, há as características geomorfológicas, a declividade do terreno, que podem ser corrigidas após o apropriado estudo do solo, bem como a cobertura vegetal existente.

Dentre os fatores humanos foram apresentados como causa o desmatamento florestal, bem como a indevida ocupação em encostas, que são uma realidade do brasileiro, especialmente daqueles que residem em áreas de pouco zelo do Poder Público.

Vimos que o Brasil e a Venezuela são os Países que mais sofrem com os movimentos de massa, logo, os governos destes países deveriam ter uma maior atenção acerca deste problema, procurando intervir de forma precoce para assim evitar futuras fatalidades. Tais países forem um dos que mais tiveram calamidades de grandes proporções em virtude do presente objeto de estudo.

Foram demonstradas as diversas técnicas de estabilização dos movimentos de massa, sendo divididas em três categorias, sendo: as medidas de proteção, que são aquelas que não impedem em si as instabilidades, mas servem de salvaguarda caso ocorram; as medidas de correção, que em síntese visam corrigir o terreno, para assim evitar a ocorrência da falta de estabilidade; e das medidas de reforço, as quais, como o próprio nome sugere, servem para o suplemento das forças, evitando-se, assim, desmoronamentos de taludes.

Dentro das medidas de reforço estão as Paredes de Contenção e as Obras de Contenção. Dentre esta última, é que se encontram os Muros de Contenção, que são o objetivo deste presente trabalho.

Por fim, foi demonstrado as diversas espécies de Muro de Contenção, entre eles, os muros de pedra, muros de concreto ciclópico, muros de gabião, muros de pneus, muros de

sacos de solo-cimentos ensacados, Crib-Walls e os muros de concreto armado, bem como ilustrações e especificações de cada um.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, P. A. (1991). **Manual de geotecnia: Taludes de rodovias**. São Paulo: IPT.
COSTA NUNES, Antônio José da. Acidentes em estruturas de arrimo. Revista Estrutura, n. 72, 1975.

ESTADÃO. **Catastrofe no Rio de Janeiro**. 2011. Disponível em: <<<http://internacional.estadao.com.br/blogs/olhar-sobre-o-mundo/catastrofe-no-rio-de-janeiro/>>>. Acesso em 26 de maio de 2018.

FIORI, A. P. (2015). **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas**. São Paulo: Oficina de textos.

GERSCOVICH, D. (2012). **Estabilidade de taludes**. São Paulo: Oficina de textos.

KÜNST, L. **O solo**. 2017. Disponível em: <<<https://www.estudopratico.com.br/o-solo-partes-composicao-e-tipos-de-solo/>>>. Acesso em 24 de maio de 2018.

LAMEIRINHAS, R. (01 de Janeiro de 2010). **Vargas, Venezuela: o “inferno de lama”**. 2010. Disponível em: <<<http://internacional.estadao.com.br/blogs/radar-global/vargas-venezuela-o-inferno-de-lama/>>>. Acesso em 28 de 05 de 2018.

MASSAD, F. **Obras de Terra curso basico de Geotecia**. 2ed. Sao Paulo: Oficina de Textos, 2003.

MOLITERNO, A. **Caderno de muros de arrimo**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 1980.

TERRA. **Brasil e Venezuela estão entre países com mais vítimas de desastres naturais**. 2015. Disponível em: <<<https://www.terra.com.br/noticias/ciencia/brasil-e-venezuela-estao-entre-paises-com-mais-vitimas-de-desastres-naturais,e4686e7e31e048a75b4e08d247bd49d3h1xy9ay3.html>>>. Acesso em 28 de maio de 2018.