

## A RELEVÂNCIA DE SOLOS GRAMPEADOS NA CONTENÇÃO DE TALUDES

Claudio Bonfante de Oliveira<sup>1</sup>

Maiara Aguiar Saldanha<sup>2</sup>

Caique Ferreira da Silva<sup>3</sup>

Flávio do Val Almeida<sup>4</sup>

**RESUMO:** A estabilidade de encostas no momento atual tornou-se um agente fundamental de segurança, considerando que as áreas de encostas naturais estão cada vez mais ocupadas devido a expansão populacional desgovernada. Este artigo tem como objetivo debater uma definição breve e concisa de talude, pautando as principais formas de deslizamentos que podem vir a suceder e os tipos de estruturas de contenção que são utilizadas para estabilizar as massas de solo. Apontando o que é solo grampeado, sua origem, as principais etapas do processo de implantação, sua importância, e seus pontos positivos no quesito estabilidade.

**Palavras-chave:** Solo Grampeado. Estruturas de Contenção. Estabilidade de taludes.

**ABSTRACT:** The stability of slopes at the present time has become a fundamental security agent, considering that areas of natural slopes are increasingly occupied due to uncontrolled population expansion. This article aims to discuss a brief and concise definition of slope, guiding the main forms of landslides that may occur and the types of containment structures that are used to stabilize the soil masses. Pointing out what nailed soil is, its origin, the main stages of the implantation process, its importance, and its positive points in terms of stability.

1511

**Keywords:** Nailed Soil. Containment Structures. Slope Stability.

### INTRODUÇÃO

Muito se discute sobre a estabilidade de encostas e taludes, referindo-se ao alto índice de acidentes causados por deslizamentos de encostas, o que de fato, mostra a seriedade com que esse tema precisa ser tratado. Pode-se dizer que aqui no Brasil, possuímos solos irregulares e propensos a catástrofes, condicionados pelas chuvas e características relativas ao solo e ao relevo. Onde túneis e rodovias acabam sofrendo pela falta da estrutura de apoio gerando graves acidentes. Além disso, boa parte das obras exigem cortes no terreno devido as irregularidades ou exigências específicas do projeto, causando o desnivelamento e tornando-se uma área com risco de deslizamento.

<sup>1</sup>Mestrado Profissional em Gestão De Sistemas de Eng. Universidade de Vassouras.

<sup>2</sup>Graduanda de Engenharia Civil, Universidade de Vassouras.

<sup>3</sup>Graduando de Engenharia Civil, Universidade de Vassouras.

<sup>4</sup>Graduando de Engenharia Civil, Universidade de Vassouras.

Este artigo, tem como objetivo debater em uma definição breve e concisa de talude, algumas técnicas de contenção de encostas apresentando soluções a esses problemas. Apontando o que é solo grampeado, as principais etapas do processo de implantação e sua importância. Também citaremos, os tipos de contenção de taludes com formas diversas, embora não siga um padrão predeterminado, há diferenças entre os projetos de acordo com as especificidades de cada um, como por exemplo: Cortina atirantada; Reforço de solo com utilização de calda/nata de cimento; Estabilização de maciços/solos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 CONTENÇÃO E ESTABILIDADE DE TALUDES

Talude nada mais é que um declive que define uma superfície terrosa ou rochosa, cujo principal objetivo é garantir a estabilidade do local e a segurança das edificações desenvolvidas ao seu redor. É normal por exemplo, que os taludes ocorram naturalmente por deslizamentos de terra isso o classifica como forma natural ou artificial, quando é de maneira projetada para construção de estradas, rodovias, pontes, viadutos e outras estruturas. De qualquer forma, os serviços de contenção e estabilização de taludes são essenciais para que o talude permaneça em perfeitas condições sem deslizamentos e outros acidentes gravíssimos.

1512

Os sistemas de contenção de taludes têm uma ampla gama de áreas, no entanto, o efeito da construção no perímetro urbano foi desfrutado a partir de técnicas anteriormente usadas em áreas mais remotas, para dentro das cidades, com mais equipamentos eficientes, eles fazem trabalhos que antes eram considerados perigosos e não realizáveis em projetos viáveis e rapidamente implementados.

Materiais que vão desde materiais baratos até aqueles que exigem mais investimento podem ser usados para essas obras de contenção, dependendo do nível de segurança e da necessidade de rigidez na área.

O principal problema é a drenagem. A drenagem, responsável direta pelos principais eventos ocorridos, desempenha um papel significativo durante a pesquisa e execução das obras. Depois de pensar e projetar, surgem as formas mais determinantes, usando lona plástica, óleo queimado, terra ensacada, pneus, capim e plantio de vegetação de raízes profundas.

Existem também alguns métodos com maior investimento devido à maior necessidade de segurança, como solo grampeado com tirantes, blocos de concreto e concreto armado.

## 2.2 TIPOS DE CONTENÇÃO

Baseado nesses fatores, citaremos os tipos mais usados em construções, tais como:

- Muros de arrimo por flexão: Eles são formados por estruturas mais elegantes com seção em “L”, que resistem à tensão de flexão usando parte do peso próprio do maciço, que se apoia na base para manter o equilíbrio.
- Gabiões: São estruturas constituídas por elementos metálicos confeccionados com telas e preenchidos com pedras (Barros, 2005)
- Cortina cravada: Seu poderoso método pode ser cravação ou furação e concretagem no local. O espaçamento, diâmetro e disposição das estacas é consequência da carga que devem suportar, podendo ser distribuída, tangencial ou cisalhante.
- Cortina atirantada: A suspensão do cabo consiste em uma parede de concreto armado, geralmente entre 20 e 30 cm de espessura, dimensionada de acordo com a carga. Esta construção tem rigidez suficiente para minimizar os deslocamentos do solo.
- Crib-walls: Mais conhecido como “fogueira” devido a sua estrutura e forma de sobrepor e se encaixar como fogueiras, madeiras interligadas cujo é preenchido por material granular graúdo resistente.

Dentre esses citados, temos também o Solo Grampeado que será nosso principal foco neste artigo.

1513

## 3 DESCRIÇÃO DO SOLO GRAMPEADO

O solo grampeado é um tipo de contenção que possui restrições, sobretudo se o talude for inclinado. Em diversos casos, ocorre de ser aplicado garantindo a estabilização de taludes e escavações através do reforço do solo (barras de aço misturados com calda de cimento no maciço ligado a um revestimento em concreto projetado e tela de aço) conhecido também como “in situ”. Oferece baixo custo em relação a uma contenção mais eficiente.

As barras são inseridas através de um corte e logo em seguida uma perfuração no terreno composta pela calda de cimento. Com a soma desses aglomerados, temos o grampo.

A divisão dos grampos acontece principalmente através da inclinação do solo, ou seja, da geometria das composições mecânicas do solo e até mesmo dos grampos.

A execução de uma obra em solo grampeado acontece após 3 fases: Perfuração; Centralização da barra de furo, Injeção da primeira linha de grampos; Revestimento com tela metálica e concreto projetado.

Segue abaixo imagens ilustrativas deste processo.

Na figura 1, temos a representação do corte sendo feito na geometria do projeto;

Na figura 2, temos a representação da perfuração;

Na figura 3, podemos observar a aplicação dos chumbadores;

Logo em seguida, temos a figura 4 com a representação do revestimento do concreto projetado.

**Figura 01 - Corte**



Fonte: <https://www.engestab.com.br/contencao-taludes-solo-grampeado>

1514

**Figura 2 - Perfuração**



Fonte: <https://www.engestab.com.br/contencao-taludes-solo-grampeado>

**Figura 3** - Grampos instalados e alojados para a injeção



Fonte: <https://www.engestab.com.br/contencao-taludes-solo-grampeado>

**Figura 4** - Revestimento Concreto projetado



Fonte: <http://www.wyde.com.br>

### 3.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS

O uso do Solo Grampeado como solução de contenção tem vários aspectos positivos em comparação com outras. Podemos evidenciar como vantagens: Velocidade de desempenho e menor complexibilidade; Custos mais baixos em comparação com a maioria das outras soluções; Acúmulo de equipamentos e materiais de construção minimizados; Permite a implantação em

áreas de difícil acesso (adapta-se às condições locais); Estrutura instável e compacta; Tem maiores chances de implementação em solos heterogêneos; Permite ajustes de projeto no caso de alteração de materiais expostos à escavação e responde bem à presença de cavidades e deformação

Como pontos negativos temos: A necessidade de trabalhadores especializados; Devido à dificuldade de lavra não é viável em solos e solos arenosos abaixo do nível da água; Vida útil em risco em ambientes agressivos ou deslizantes.

### 3.2 A ORIGEM

A técnica do solo grampeado surgiu em 1945 através do professor Landislau Von Rabcewicz. Nasceu a partir da técnica de desenvolvimento de suportes de geleiras e túneis denominados NATM (“New Austrian Tunneling Method”) muito utilizado na engenharia de minas para o progresso das escavações em túneis rochosos.

Este método consiste na ideia de aplicação de um suporte flexível de modo que reduza as chances de deslocamento de pequenas lascas e abertura de ruptura pré-existentes. Deste modo, após a fixação das lascas é possível evitar o aumento das descontinuidades, e diminuir as chances de acidentes.

O solo grampeado foi utilizado a primeira vez na França, em 1961, logo depois em Versailles em 1972 com uma técnica mais moderna. Em 1986 foi investido US\$ 4 Mio em um projeto chamado CLOUTTERRE. Desde então essa técnica vem avançando nos processos executivos e materiais aplicados de maneira que, o crescimento e a utilização de ensaios laboratoriais e de campo garantem mais economia e segurança.

Pode-se também atribuir o desenvolvimento do solo grampeado à tecnologia do solo reforçado, que acabou sendo muito semelhante na prática ao solo grampeado.

As primeiras estruturas de solo grampeado em tamanho real foram usadas na Alemanha. A estrutura foi construída impondo uma sobrecarga em cima dela e fez com que ela falhasse.

Nos EUA, SHEN (1981) sugeriu que a pregagem de solo existe desde a década de 1960, mas a primeira aplicação documentada foi em 1976, durante a escavação da fundação do Good Samaritan Hospital em Oregon.

No Brasil, algumas empresas e consultorias de contenção estão seguindo os passos dos europeus, oferecendo tecnologia para incorporadoras e construtoras. Prédios dos grandes centros urbanos brasileiros já podem se beneficiar dessa tecnologia.

As primeiras descobertas em solo grampeado no Brasil começaram em 1992 com um projeto da FUNDAÇÃO GEO - RIO. O objetivo era determinar o comportamento mecânico e as

propriedades da força produzida pela cravação dos grampos na inclinação natural de uma encosta estacionária em solo residual não saturado, geralmente tropical.

#### 4 ANÁLISE LABORATORIAL

Este projeto foi realizado como demonstração de um Solo Grampeado. O processo de desenvolvimento foi pensando nos mínimos detalhes para que de fato a visualização fosse de uma estrutura real. Toda a etapa deste projeto foi feita em laboratório.

Um dos fatores mais essenciais em projetos do Solo Grampeado é a robustez de cisalhamento em contato com o solo. Nesses fatores de grande influência temos: a natureza da terra e o tipo de tecnologia utilizada nos processos administrativos, como as propriedades do grampo, métodos de perfuração, limpeza de buraco, características do cimento e o uso de aditivos. Para a demonstração utilizamos

Na figura 1, isopor de laje colado em camadas, tinta látex marrom para pintar o talude, tela de pinteiro, tinta látex preta para pintar o asfalto, tinta látex branco e amarelo para pintar a sinalização e tinta látex cinza para pintar as canaletas de escoamento.

Logo na segunda etapa, na figura 2, utilizamos grama sintética para ilustrar a vegetação.

Na figura 3, acrescentamos postes de iluminação, parafuso, porcas e arruelas para a ilustração dos grampos. 1517

E por último, não menos importante, madeira pintada na cor prata fosco para fazer o Guard Rail na figura 7, e o resultado final na figura 8.

As demais figuras são imagens ilustrativas do processo sendo finalizado.

**Figura 1** - Ilustração com pintura e instalação da tela de pinteiro.



Fonte: Autores, obtida em 04/05/2023.

**Figura 2** - Ilustração da vegetação com grama sintética.



**Fonte:** Autores, obtida em 04/05/2023.

**Figura 3** - Colocação dos postes e grampos.



**Fonte:** Autores, obtida em 04/05/2023.

Figura 4 - Ilustração do processo.



Fonte: Autores, obtida em 04/05/2023.

Figura 5 - Ilustração do trabalho em andamento.



Fonte: Autores, obtida em 04/05/2023

**Figura 6 – Equipe.**



Fonte: Autores, obtida em 04/05/2023.

1520

**Figura 7 – Acrescentando Guard Rail.**



Fonte: Autores, obtida em 04/05/2023.

Figura 8 – Resultado final.



Fonte: Autores, obtida em 04/05/2023.

## CONCLUSÃO

1521

Neste contexto, podemos dizer que o Solo Grampeado é uma técnica bastante eficaz para fortalecer taludes naturais ou solos resultantes do processo de escavação.

Esta técnica, resume-se em somar a massa de solo, elementos passivos e não rígidos denominados “grampos”, mas em alguns cenários os grampos podem ser ativos.

Este tipo de solução é muito utilizado em obras de proteção de encostas tanto na mineração quanto em encostas naturais. O Solo Grampeado foi amplamente utilizado na construção de estradas e túneis. Isso porque o uso garante uma certa segurança e economia da obra.

O objetivo principal do sistema de reforço do solo é aumentar a coerência da série de reforço afim de alcançar a estabilidade da massa do terreno.

## REFERÊNCIA

**Entenda para que serve os sistemas de contenção em obras.** Minuto Engenharia. Disponível em: <http://www.minutoengenharia.com.br/postagens/2020/12/01/entenda-para-que-serve-ossistemas-de-contencao-em-obras/#:~:text=Hoje%20em%20dia%2C%20existem%20v%C3%A1rios%20tipos%20de%20sistemas,execu%C3%A7%C3%A3o%20diferenciados%20e%20s%C3%A3o%20indicadas%20para%20projetos%20espec%C3%ADficos.> Acesso em: 09 de março de 2023.

**Contenção e estabilização de taludes.** Engestab. Disponível em: <https://www.engestab.com.br/contencao-e-estabilizacao-taludes#:~:text=A%20conten%C3%A7%C3%A3o%20e%20estabiliza%C3%A7%C3%A3o%20de,possam%20interferir%20no%20seu%20empreendimento>. Acesso em: 21 de março de 2023.

**Contenção de taludes.** Unicon Engenharia. Disponível em: <https://www.unicomengenharia.com.br/contencao-de-taludes>. Acesso em: 21 de março de 2023.

**Saiba mais sobre contenção de taludes.** Engenharia 360. Disponível em: <https://engenharia360.com/dicas-para-quem-vai-comecar-curso-de-engenharia/>. Acesso em: 21 de março de 2023.

VIDAL, Juliano Nunes. **Estudo comparativo entre solo grampeado e cortina atirantada para contenção de taludes.** 2018.

DE SOUZA, George Joaquim Teles; PITTA, Cairbar Azzi; ZIRLIS, Alberto Casati. **Solo Grampeado-Aspectos Executivos do Chumbador.** São Paulo.

D3M, Engenharia. **Técnicas de contenção de encostas e taludes.** Disponível em: <https://d3mengenharia.com.br/blog/tecnicas-de-contencao-de-encostas-e-taludes>. Acesso em: 21 de março de 2023.

MELLO, Patricia Ferreira de et al. **Influência de face do talude na estabilidade de obras geotécnicas em solo grampeado.** 2018.

SHNEIDER, Nelso. **Solo grampeado: o que é? Projeto e execução.** Disponível em: <https://nelsoschneider.com.br/solo-grampeado/>. Acesso em 30 de maio de 2023. 1522