

## **Análise do uso de vegetação na contenção de taludes**

**Analysis of vegetation use in slopes containment**

**Análisis del uso de vegetación en contención de pendientes**

Recebido: 25/03/2022 | Revisado: 07/04/2022 | Aceito: 13/04/2022 | Publicado: 18/04/2022

**Paleonar Dias Neres**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9975-0156>  
Universidade de Gurupi, Brasil  
E-mail: [paleonar@gmail.com](mailto:paleonar@gmail.com)

**Juliana Alves Lima**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7631-9307>  
Universidade de Gurupi, Brasil  
E-mail: [juhalveslima84@gmail.com](mailto:juhalveslima84@gmail.com)

**Camila Ribeiro Rodrigues**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9417-376X>  
Universidade de Gurupi, Brasil  
E-mail: [camilaribeiro@unirg.edu.br](mailto:camilaribeiro@unirg.edu.br)

### **Resumo**

Objetivou-se com este trabalho promover uma contextualização, de forma a reunir informações técnicas, normativas e práticas que possam contribuir com os técnicos e acadêmicos da área de engenharia civil para a conscientização sobre a importância dos estudos e projetos adequados para a segurança de encostas. Para atingir o objetivo desse trabalho optou-se por uma revisão atualizada do tema, através de pesquisa bibliográfica da literatura. Os taludes, por sua vez, se classificam como uma região qualquer inclinada de um bloco de solo ou rocha. Além disso, podem ser naturais, vertentes ou casos de encostas, naturais ou artificiais e aterros. Três fatores atuam concomitantemente para dar estabilidade à uma encosta ou talude: sua geometria, suas propriedades geológicas e condições ambientais do território onde o mesmo se encontra. A vegetação possui uma importante relevância afim de que a estabilidade de encostas seja protegida, visto que a erradicação da própria pode causar áreas de risco. Dentre esses riscos, estão as erosões que se classificam em erosão por colisão da chuvarada (*splash*), erosão laminar ou em lençol, erosão linear ou por fluxo concentrado. O aproveitamento de vertentes com revestimento com vegetação vem sendo um importante meio de evitar o desgaste aparente, sendo considerada uma técnica de prevenção, na qual a plantação de grama é uma técnica de ótimo custo benefício e de fácil execução. Sendo assim, a vegetação favorece para a constância do solo, especialmente pela ampliação da resistência ao cisalhamento pela contribuição oferecida pelas raízes.

**Palavras-chave:** Taludes; Estabilidade; Processos erosivos; Ensino.

### **Abstract**

The objective of this work was to promote contextualization, to gather technical, normative, and practical information that can contribute to technicians and academics in the area of civil engineering to raise awareness about the importance of adequate studies and projects for the stabilization of slopes. To achieve the objective of this work, an updated review of the subject was chosen, through bibliographical research of the literature. Slopes, in turn, are classified as the inclined surface of a block of soil or rock. In addition, they can be natural, slopes or cases of slopes, natural or artificial, embankments or cut slopes. Three factors act simultaneously to give stability to a slope or slope: its geometry, its geological properties, and the environmental conditions of the territory where it is located. Vegetation has important importance for the stability of slopes to be protected since the removal of the vegetation itself can cause risk areas. Among these risks are erosions that are classified as erosion by raindrop collision (*splash*), laminar or sheet erosion, linear erosion, or concentrated flow. The use of slopes covered with vegetation has been an important means of avoiding surface erosion, being considered a prevention technique, where grass planting is a low-cost and easy-to-perform technique. Thus, the vegetation favors the constancy of the soil, especially due to the increase in shear strength due to the contribution offered by the roots.

**Keywords:** Slopes; Stability; Erosive processes; Teaching.

### **Resumen**

El objetivo de este trabajo fue promover una contextualización, con el fin de recabar información técnica, normativa y práctica que pueda contribuir con técnicos y académicos del área de la ingeniería civil a generar conciencia sobre la importancia de estudios y proyectos adecuados para la estabilización. De pistas. Para lograr el objetivo de este trabajo se eligió una revisión actualizada del tema, mediante una búsqueda bibliográfica de la literatura. Las pendientes, a su vez, se clasifican como cualquier superficie inclinada de un bloque de suelo o roca. Además, pueden ser naturales,

taludes o casos de taludes, naturales o artificiales, terraplenes o taludes cortados. Tres factores actúan simultáneamente para dar estabilidad a un talud o talud: su geometría, sus propiedades geológicas y las condiciones ambientales del territorio donde se ubica. La vegetación tiene una importancia importante para la estabilidad de los taludes a proteger, ya que la remoción de la propia vegetación puede generar áreas de riesgo. Entre estos riesgos se encuentran las erosiones que se clasifican como erosión por colisión de gotas de lluvia (salpicadura), erosión laminar o laminar, erosión lineal o por flujo concentrado. El uso de taludes cubiertos de vegetación ha sido un medio importante para evitar la erosión superficial, considerándose una técnica de prevención, donde la plantación de pastos es una técnica de bajo costo y fácil realización. Así, la vegetación favorece la constancia del suelo, sobre todo por el aumento de la resistencia al cizallamiento, por el aporte que ofrecen las raíces.

**Palabras clave:** Pendientes; Estabilidad; Procesos erosivos; Enseñanza.

## 1. Introdução

A utilização e a formação do solo nos municípios do Brasil por muitos anos realizaram-se sem a apropriada importância das restrições geotécnicas, o que proporcionou incontáveis desastres, especialmente em zonas urbanas. Essa apropriação, repetidamente utilizada por preferências econômicas e por ausência de planejamento, ocorre de forma desorganizada, induzindo a usos indevidos, limitando a qualidade de vida dos habitantes presentes no local e gerando inúmeros transtornos, tais como erosões, assoreamentos, escorregamentos, alagamentos, recalques de solos, dentre outros, e que, diversas vezes, colocam em perigo a vida do cidadão local. Dentre estes transtornos, os escorregamentos são de grande preocupação no Brasil, pois podem provocar destruições que causam impactos diretos na natureza e na sociedade em geral (Samia *et al.*, 2017).

Uma encosta, em sua posição apropriada, é acondicionada respectivamente por três fatores principais: suas propriedades geométricas; suas propriedades geológicas (classificação zonal e composição das rochas) e pelo ambiente fisiográfico em que se implanta (o clima, revestimento vegetal, drenagens naturais, entre outros) (Azevedo, 2011). Esses fatores quando alterados, provocam de início movimentos suaves e podem chegar a tipologia mais intensa, causando assim um desequilíbrio.

Ocampo-Araya (2016) menciona que os escorregamentos podem ser determinados como todo e qualquer deslocamento que envolva insumo terroso ou rochosos que, por alguma causa, métodos ou agilidades, sofrem deslocamentos movidos pelo agente gravidade. Há um acordo generalizado da qual as matas exercem um desempenho importante na preservação do solo e que o desmatamento pode proporcionar não apenas o começo da erosão, mas movimentos coletivos de solos. A proteção vegetal é o mecanismo mais acessível e eficiente no revestimento de declives contra erosão causada pela chuva e vento (Prandini, 1976).

Conforme Motamedi & Liang (2014), a maioria das atividades antrópicas provocam múltiplos impactos ambientais e estes acabam por causar o declínio de inúmeros ecossistemas com o passar do tempo. Vários desses impactos acontecem devido a alterações realizadas na paisagem, induzindo o solo ao nível extremo de deterioração. A deterioração do solo ameaça a produtividade das terras e as especificidades das águas. O solo perde a sua finalidade e sua estabilização ecológica. O problema é otimizado porque considera, que a recuperação natural de algumas características do terreno é lenta.

Segundo a Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), de acordo com sua NBR 10703 (ABNT, 1989), a degradação da superfície é apontada por ser uma alteração adversa singularidades do solo em associação aos seus possíveis usos, tanto os estabelecidos em planejamento, como os potenciais. As interferências humanas na natureza tais como a remoção da vegetação pela supressão vegetal e o acesso à terra em etapas de terraplenagem, provocam áreas inconstantes e suscetíveis a erosão.

Esse manuseio acarreta, em diversos casos, taludes de corte, ficando estes desprovidos de vegetação, com baixa produtividade e com nível de compactação elevado. Os métodos naturais geológicos e a análise inadequada em desiguais atribuições civis, industriais e agrícolas ocasionam a eclosão de áreas danificadas que contrastam com nitidez suas propriedades de solo, hídricas, geomorfológicas e diversidade biológica original (ABNT, 2009).

Conforme Magalhães e Azevedo (2016), os taludes expostos sofrem processos erosivos, redução de solo fértil, desgaste ecossistêmico e podem gerar acidentes, assim que a força da gravidade se evidencia aos motivos de resistência do bloco que se desfaz e ocorrem os deslocamentos de massas gravitacionais. Com o propósito de diminuir esta realidade, faz-se indispensável a restauração ambiental do solo danificado. Essa prática é muito aplicada em projetos de criação de rodovias, ferrovias, entre outros, como medida mitigatórias no enfraquecimento dos impactos desfavoráveis provocados pelas obras, e tem como intuito recuperar e determinar algumas utilidades para o território degradado por interferências humanas, decorrentes da extração de terra e vegetação.

Objetivou-se com este trabalho promover uma contextualização, para reunir informações técnicas, normativas e práticas que possam contribuir com os técnicos e acadêmicos do âmbito de engenharia civil para a conscientização sobre a importância dos estudos e projetos adequados para o alicerçamento de taludes.

## 2. Metodologia

Para atingir o objetivo desse trabalho optou-se por uma revisão narrativa atualizada do tema, por pesquisa bibliográfica da literatura. Com o intuito de caracterizar a literatura a partir de uma visão crítica, a revisão narrativa não estabelece um padrão de pesquisa ou conteúdo, sendo possível utilizar variadas fontes de referencial, além de obter uma visão ampla a cerca do tema por diferentes autores.

Analisaram-se as formas de investigação para esse problema, as restrições de controle de talude através de vegetação, e as possíveis soluções adotadas para situações deste tipo. Com a pesquisa bibliográfica buscou-se então envolver uma série de publicações relacionadas ao tema abordado em livros, revistas científicas, dissertações e em publicações com outra percepção, além das palavras-chave e delimitadores como: taludes, vegetação utilizadas na manutenção de taludes, solos e processos erosivos e ensino.

Em vista disso, a proposta ao tema e o modelo de metodologia empregado adequaram-se para um fim, isto é, entender a temática sobre a relevância dos fatores condicionantes de retenção de talude através de vegetação.

Denota-se que a pesquisa teve como objetivo conhecer e buscar informações e técnicas que visam solucionar os problemas de estabilidade de encostas, evitando danos materiais e de vidas.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1 Classificação de taludes

Nomeia-se um talude, uma superfície qualquer inclinada de um bloco de solo ou rocha. Além disso, podem ser naturais, vertentes ou casos de encostas, naturais ou artificiais, aterros ou taludes de cortes. É possível, até mesmo, distinguir tal superfície conforme sua origem (Santos *et al.*, 2012).

Qualifica-se um talude a superfície resultante da ação humana, no decorrer do andamento do empreendimento de obras de terra como cortes e aterros, indispensáveis na maioria das obras lineares, em contrapartida, as encostas são as superfícies de origem natural, determinadas por apresentar geometria oriunda de técnicas de desenvolvimento do relevo ou movimentos gravitacionais de massa decorridas (Carvalho, 1991).

Resumidamente, uma encosta ou talude é formada pelas seguintes estruturas: coroamento ou crista, corpo, ângulo de inclinação, terreno de fundação, altura e pé como é mostrado na Figura 1.

**Figura 1** - Composição de um talude.



Fonte: Caputo (2008).

O ângulo de um talude natural é o maior ângulo de alicive para um estipulado espécie de solo evidenciado ao tempo, alcançado sem interruptora da estabilidade do bloco. Nos solos não coesivos (areias) esse ângulo cerca de corresponde com o ângulo de atrito interno, e nos solos coesivos (argilas), sendo suficientemente impenetráveis, hipoteticamente equivale a  $90^\circ$ . Entretanto, o aparecimento de falhas devido ao retraimento por molhagem e secagem, acaba possibilitando o acesso de água no corpo do talude, levando à sua instabilização. Em consequência, o ângulo de um talude natural de solo coesivo encontra-se em torno dos  $40^\circ$  (Dutra,2013).

Entende-se da sua descrição que a imobilidade das encostas influencia condicionantes próprios à natureza dos materiais intervenientes e dos agentes perturbadores, podendo ser de natureza geológica, antrópica ou geotécnica.

Segundo Gerscovich, (2016), o diagnóstico de firmeza de taludes visa avaliar a estabilidade de um declive e desta forma distinguir o risco de ocorrência de deslocamentos de massa. No objetivo de avaliar a estabilidade do maciço classificam-se as propriedades geotécnicas e as influências externas como carregamentos, precipitação e ações humanas.

### 3.2 Taludes e seus movimentos de massa

Os deslocamentos de massas podem surgir por diferentes formas de movimentos de blocos e fluxos no relevo. É possível entender, dessa forma, que o agente e a causa dos deslocamentos de massas realizam-se devido à imobilidade de taludes (Guidicini & Nieble, 2016).

Conforme Caputo (1987), devido aos modelos de instabilidade nem sempre se mostrarem bem caracterizados e definidos, a classificação pode ser feita em três grandes grupos: desprendimento de terra ou rocha, escorregamentos e rastejo.

Sendo assim, a classificação para cada fluxo, é a forma de elemento abrangido, sendo considerados quedas (falls), tombamentos (topples), escorregamentos (slides), espalhamentos (lateral spreads), corridas (flows) e complexos (complex), e os materiais envolvidos são rocha ou solo, conseqüentemente o último subdividido segundo com a granulometria (Almeida, 2016). Quanto às formas de inconstância de blocos terrosos, estas não se mostram bem caracterizadas e definidas, conseguindo dividir em grupos, sendo eles: escorregamento, rastejo, quedas e corridas, como está descrito no Quadro 1, mostrando os processos e suas demais características.

**Quadro1** - Processos de massa de um talude.

PROCESSOS	CARACTERISTICA, MATERIAL E GEOMETRIA		
Rastejo ou fluência	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Múltiplos planos de deslocamentos</li> <li>- Baixas velocidades (cm/ano)</li> <li>- Constantes, sazonais ou intermitentes</li> <li>- Solo, deposito, rocha alterada</li> <li>- Geometria indefinida</li> </ul>		
Escorregamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poucos planos deslocamento</li> <li>- Velocidades médias (km/h)</li> <li>- Pequenos a grandes volumes de material</li> <li>- Geometria variável</li> </ul>	Planares	Solos pouco espessos, com plano de fraqueza
		Circulantes	Solos espessos homogêneos
		Em cunha	Solos com dois planos de fraqueza
Queda	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sem planos de deslocamento</li> <li>- Queda livre ou plano inclinado</li> <li>- Velocidade muito altas (m/s)</li> <li>- Material predominante rochoso</li> <li>- Pequenos e médios volumes</li> <li>- Geometria variável</li> </ul>		
Corrida	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muitas superfícies de deslocamento</li> <li>- Comportamento viscoso</li> <li>- Velocidade médias a altas</li> <li>- Grandes volumes de material</li> <li>- Extensão raio de alcance</li> </ul>		

Fonte: Augusto Filho (1992).

### 3.3 Estabilização dos taludes

A análise de contenção de taludes engloba diversos fatores, que influenciam na escolha do método mais apropriado para cada situação. Para prevenir a estabilidade de um talude deve-se relacionar o planejamento com as exigências das características do solo e de fluxos locais, alinhando a correta inclinação e altura (Diminski *et. al*, 2010).

Caputo (2008), especifica que as dificuldades associadas à instabilidade de vertentes são encarregadas por possibilitar a incidência de movimentos gravitacionais de massa. As técnicas de análise de preservação de taludes são divididas em duas classes: métodos determinísticos, em que a medida da segurança do talude é realizada em um fator de segurança e métodos probabilísticos, em que a medida é realizada em termos da probabilidade ou do risco de quadro da ruptura.

### 3.4 Fatores desestabilizadores

Três fatores atuam concomitantemente para dar estabilidade a uma encosta ou talude: sua geometria, suas propriedades geológicas e condições ambientais do território onde o mesmo se encontra (vegetação, clima, capacidade de drenagem, entre outros). A vegetação possui uma importante relevância para que a estabilidade de encostas seja protegida, visto que a erradicação da própria pode causar áreas de risco. Ainda, o declive provocado por técnicas de movimentação de terra, além da inexistência de revestimento vegetal contribuem para condições ideais para o deslizamento em taludes, pôr o material exposto às intempéries fica sujeito a ocorrências de movimentação de massa, com exceção de comprometer a melhoria da vegetação da área (Guidicini & Nieble, 1983).

A compreensão dos motivos dos processos de instabilização de taludes de cortes, aterros e encostas naturais é um princípio que se faz indispensável para certificar a eficácia das obras da perspectiva técnica e econômica, haja vista que esse entendimento irá determinar a continuidade ou a interrupção para construção de obras de estabilização, de modo a manter a qualidade e principalmente a segurança (Tabalipa & Fiori, 2008).

No momento em que se conjectura a possível instabilidade de um talude, precisam ser tomadas medidas de estabilização interessadas em evitar uma eventual catástrofe. O mesmo acontece sempre que, por causas ambientais, econômicas ou construtivas, feito a escavação de um talude de ângulo superior ao existente (Mineiro, et. al, 2021). Os padrões de estabilização precisam ser adotados conforme circunstâncias reais, para que, a realização de estudos geotécnicos e geológicos irá permitir a definição das características geotécnicas dos materiais presentes bem como a definição dos prováveis mecanismos de interrupção. A estabilidade de um talude pode ser realizada de duas formas, reduzindo as forças instabilizadoras ou aumentando as forças estabilizadoras (Holanda *et. al*, 2008).

### 3.5 Processos erosivos nas encostas

Os tipos básicos de métodos erosivos que acontecem nas encostas são: erosão por colisão da gota de chuva (splash), erosão laminar ou em lençol, erosão linear ou por fluxo concentrado.

A erosão por colisão ou salpicamento tem como resultado a desestruturação dos agregados quando atingidos pelo contato com a gota d'água da chuva, e o deslocamento de substâncias despedaçadas a partir do lançamento destas, tanto na direção para baixo como para cima da encosta. Em uma área nivelada, o arrasto de partículas causadas por uma erosão por salpico é de maneira uniforme espalhada em todas as direções. Ou seja, as partículas do solo são arremessadas com uma simetria circular em torno da área. Já em regiões de declive, a topografia desempenha influência na direção da classificação do material salpicado, tendo geralmente, maior deslocamento das partículas na direção da baixa encosta (Mouzai & Bouhadeh, 2011).

O escoamento superficial das águas das chuvas, retira sua cobertura superficial, desgastando-o. Assim que o vazamento centraliza por linhas de escoamento bem intenso, três categorias de aspectos lineares podem ser causadas: sulcos, ravinas e voçorocas. Os sulcos compõem formas distendidas e baixas (menor que 50 cm); as ravinas são buracos causados na maioria das vezes por erosão, de máximo porte, de largura mutável, de forma afunilada e não chegam até o lençol de água subterrânea e as voçorocas tem extensões elevados às ravinas e atingem o lençol de água subterrânea, tendo assim o processo de erosão subterrânea (EMBRAPA, 2000).

A erosão laminar acontece de forma demorada e é de complexa mensuração, mas se propaga por diversas superfícies, cerca de dois terços ou do mesmo modo das encostas, em uma bacia de esgotamento, durante um temporal. Apesar que a maioria dos resíduos de erosão de uma bacia hidrográfica possam ser guiados para os rios através de sulcos, ravinas e/ou voçorocas, esses detritos foram difundidos principalmente por um escoamento superficial (Coelho, 2007).

A erosão por fluxo concentrado acontece em linhas de talvegue ou nos cursos de drenagem de primeira ordem, derivando no entalhamento vertical do terreno, no rebaixamento das encostas laterais e na extensão do vale de esgotamento. Apesar que as voçorocas consistirem em forma acentuada, o seu progresso é limitado e raramente excede 15% da área de uma bacia hidrográfica (Araujo *et. al*, 2007).

### 3.6 Revestimento vegetal

O revestimento vegetal pode ser caracterizado por promover diversos benefícios ao meio ambiente, o que proporciona melhoria no microclima, na fauna e flora do solo e fundamentalmente maximiza a resistência ao cisalhamento. Além da cobertura vegetal formar uma proteção acima do solo, com camadas de folhagens e material orgânico enfraquecendo o impacto das chuvas com o escoamento da água sobre as folhas e evita erosões, a mesma cria uma malha de raízes que favorecem a estrutura do solo e diminui sobretudo a deformação da superfície dos taludes (Guidicini, 1984).

Dentre as consequências da remoção da cobertura vegetal das áreas de encostas, estão os riscos de deslizamentos ou erosões, o que podem trazer consequências para as rodovias ou estradas, gasodutos, linhas de transmissão, construções próximas a essas áreas, dentre outros transtornos públicos. Assim sendo, a manutenção e recuperação de taludes sem vegetação se torna



uma ação ou processo essencial de modo a prevenir acidentes, preservar o solo da sua condição natural ou modificada, evitar perdas e prejuízos e manter um equilíbrio para que as chuvas não saturam o solo com infiltração excessivas e provoquem desastres (Gerscovich, 2012).

Outras características que o revestimento vegetal, mais especificamente as raízes, podem trazer ao solo é através da estrutura do sistema radicular das plantas, que pode ser classificado em raízes pivotantes e fasciculadas. Enquanto as raízes pivotantes possuem uma estrutura principal, que penetra verticalmente no solo e a partir dessa saem as raízes secundárias, as fasciculadas formam uma “cabeleira” de finas e diâmetro pequeno. Porém, apenas de possuir classificações diferentes a função e o desempenho das raízes viabilizam funções semelhantes de estruturação e resistência ao cisalhamento do solo, principalmente devido seu sistema de agrupamento.

Segundo Barbosa e Lima (2013), os taludes que possuem cobertura vegetal são mais resistentes devido o reforço proporcionado pelas raízes que contribuem para a resistência ao cisalhamento. Segundo os autores, em experimento realizado com capim-vetiver perceberam que o mesmo ofereceu um incremento de coesão aparente ao solo e ajudou na estabilização de planos superficiais de taludes em ruptura. Lemes (2001), também observou em trabalhos realizados com solos contendo raízes, que a resistência do solo foi reduzida após a morte das plantas, pois as raízes iniciaram o processo de degeneração, diminuindo a parcela de coesão aparente do solo.

### **3.7 Técnicas de revestimento vegetal**

A implantação de talude revestido com vegetação, telas, argamassa ou concreto jateado vem sendo um importante meio de evitar a erosão superficial, ou seja, a perda de material do maciço, sendo considerada uma técnica de prevenção, onde o plantio de grama é uma técnica de baixo custo e de fácil execução (Massad, 2010).

Couto et al. (2010) verificaram que a inserção da vegetação ou cobertura vegetal em solos expostos é um procedimento usual para se adquirir os efeitos almejados na reabilitação natural de ambientes com áreas afetadas, principalmente, porque a composição da fertilidade do solo é composta pela atividade que as plantas proporcionam.

O sistema radicular das plantas (herbácea, arbustiva e arbórea) destroem a estrutura compactada e carregada do solo, trabalhando no reestabelecimento da macro e microfauna do solo, especialmente, devido ao desenvolvimento de novas raízes e a degradação das que vão morrendo promovem a adubação e a estrutura. Esse ciclo de mudança engloba ao solo boa parte de nutrientes que auxiliam no desenvolvimento das raízes novas e conseqüentemente gera a fertilidade do solo. As leguminosas, por exemplo, possuem a capacidade na sua estrutura de captar e fixar o nitrogênio por meio das bactérias simbióticas (Cunha, 1991).

Segundo Carvalho et al. (1993), o consórcio de gramíneas e leguminosas oferece um desenvolvimento expansivo do sistema radicular, auxilia na produção de matéria orgânica, ampliando no solo a capacidade de o solo em reter oxigênio e da água das chuvas. Além disso, essa combinação de plantas como revestimento proporciona uma redução da incidência solar sobre o solo e minimiza o impacto das gotas da chuva, resguardando a estrutura do solo de processos erosivos, provocado pelo carreamento do próprio solo ou a alteração severa da temperatura.

Os solos dos taludes, teoricamente, exibem baixa fertilidade, com reduzidos teores de nutrientes, principalmente os taludes dos cortes, estabelecendo espontaneamente a análise edáfica e pedológica dos solos e subsolos, visando diferenciar a aparência da fertilidade e granulometria, por experimentos sobre a toxidez e acidez dos mesmos, ajustado por calcário dolomítico e adubos minerais. Na preparação da descrição do projeto ambiental é necessário realizar um estudo sobre a composição edáfica e pedológica dos solos nessas áreas, objetivando constatar as carências de nutrientes e recomendar uma adubação indispensáveis para as plantas recomendadas ao projeto de regeneração vegetal (EMBRAPA, 2000).

A cobertura vegetal tem uma função positiva em relação ao meio ambiente, possibilitando os seguintes benefícios:

- Proteção dos aspectos de aterro ou de corte contra a erosão, por meio da diminuição do transporte de resíduos contraídos pelas raízes, que acrescentam fragmentos d'água e ampliam a resistência do solo. Os caules das plantas expandem a rugosidade, diminuindo a energia possível do fluxo d'água;
- Reestruturação do meio ambiente com semelhança à água, ao ar, à fauna, à flora e ao solo, situando condições apropriados à vida animal e vegetal, e reabilitação ou restituição do cenário circundante;
- Diminuição do run-off, no decorrer do acréscimo da infiltração no solo, devido às raízes das plantas, até mesmo, ampliando o tempo de infiltração, beneficiado pela porosidade;
- O revestimento vegetal diminui a decomposição dos fragmentos devido à colisão dos pingos de chuva sobre as áreas sem cobertura no solo, diminuindo a erosão laminar o que se sugere a escolha por plantas de folhas estreitas com raízes pivotantes ou profundas.

#### 4. Conclusão

A maneira mais acessível e com maior eficácia de proteção de taludes é o revestimento vegetal. A vegetação favorece para a constância do solo, especialmente pela ampliação da resistência ao cisalhamento pela contribuição oferecida pelas raízes.

Taludes vegetados são mais resistentes contra oscilações de massa e erosão pela água. O uso de gramíneas proporciona múltiplas aplicações a favor do ambiente: controla a erosão, trabalha como filtro biológico, recarrega aquíferos, ajudam na recuperação das zonas justafluviais ou degradadas. As barreiras desenvolvidas por estas vegetações influenciam na velocidade de declive da água no nível do terreno e suas raízes auxiliam na estabilização e estruturação do solo, assim como na prevenção de deslizamentos.

A realização deste trabalho proporciona um embasamento para novas pesquisas, além de provocar ao ambiente acadêmico a atualização sobre o uso de vegetação na contenção de taludes, visando servir como base de dados e informações para futuros trabalhos, incentivando a preservação, a sustentabilidade e estimulando as ações de educação ambiental perante a sociedade. Os fundamentos elencados na revisão também subsidiam na criação de ferramentas de prevenção, índices de segurança e medidas mitigatórias fundamentais no planejamento territorial, reduzindo as possibilidades de adversidades decorrentes da alteração ou ocupação indevida do solo. Além disso reforça a importância do uso solo com uma vegetação, frente as limitações, fragilidades e manejo correto.

#### Referências

- ABNT, N. (2009). ISO 31000 Gestão de riscos: Princípios e diretrizes. *Committee Draft of ISO, 31000*.
- ABNT. (1989). NBR 10703; *degradação do solo terminologias*. ABNT.
- ABNT. (2009). NBR 11682: *Estabilidade de encostas*.
- Almeida, A. D. C. (2016). *Avaliações orçamentárias para estabilização de talude na rodovia BR-230*. Trabalho de conclusão de curso. 2016. Universidade Federal da Paraíba.
- Araujo, G., Almeida, J. & Guerra, A. (2005). *Gestão ambiental de áreas degradadas*. Bertrand Brasil.
- Augusto Filho, O. & Virgili, J. C. (1998). *Estabilidade de taludes*. In: Oliveira, A. M. S.; Brito, S. N. A. (Eds.) Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. p. 243-269.
- Azevedo, G. F. (2011). *Análise da Relação Chuva-Escorregamentos em Regiões Tropicais Montanhosas Urbanas, Caso de Estudo Rio de Janeiro, Brasil*. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM - 198/11. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 120p.
- Barbosa, M. C. R. & De Lima, H. M. (2013). Resistência ao cisalhamento de solos e taludes vegetados com capim vetiver. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37(1), 113-120.
- Caputo, H. P. (1989). *Mecânica dos solos e suas aplicações*. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, (6a ed.) 1.



- Caputo, H. P. (2008). *Mecânica dos solos e suas aplicações*. Fundamentos. (6a ed.) Livros Técnicos e Científicos. Volume 1.
- Carvalho, P. A. S. (1991). *Manual de geotecnia: Taludes de rodovias: orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas*. São Paulo: Departamento de Estradas e Rodagens do Estado de São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 388 p. (Publicação IPT; n.1843).
- Carvalho, S. R., Dias, P. F. & Aronovich, S. (1993). *Importância de gramíneas forrageiras perenes na recuperação de solos degradados*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro. Anais. Niterói: Sociedade Brasileira de Zootecnia.
- Coelho, A. T. (2007). *Efeitos da vegetação herbácea associada a técnicas de bioengenharia de solos no controle de erosão em margens de áreas de reservatório da UHE Volta Grande, nos municípios de Água Comprida/MG e Miguelópolis/SP*. Tese de Doutorado. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Couto, L., Gonçalves, W., Coelho, A. T., Paula, C. C., Garcia, R. Azevedo, R. F., Locatelli, M. V., Advíncula, T. G. L., Brunetta, J. M. F., Costa, C. A. B., Gomide, L. C. & Motta, P. H. (2010). *Técnicas de Bioengenharia para Revegetação de Taludes no Brasil*. Boletim Técnico CBCN, Viçosa, n.1.
- Cunha, M. A. (1991). *Ocupação de encostas*. São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo.
- Dutra, V. A. S. (2013). *Projeto de Estabilização de Taludes e Estruturas de Contenção englobando Dimensionamento Geotécnico e Estrutural*. 83 p. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (2000). *Fertilidade de Solos. Interpretação de resultados de análise do solo*.
- Gerscovich, D. (2012) *Estabilidade de Taludes*. 1.ed. Rio de Janeiro: Oficina de Textos, Rio de Janeiro.
- Guidicini I, G. & Nieble, C. M. (2016). *Estabilidade de taludes*. (2a ed.) Oficina de Textos.
- Guidicini, G. & Nieble, C. M. (1983). *Estabilidade de taludes naturais e de escavação*. Editora Edgar Blücher.
- Guidicini, G. (1984). *Estabilidade de Taludes naturais e de Escavação*. Editora da USP.
- Holanda, F. S. R., Rocha, I. P. & Oliveira, V. S. (2008) Estabilização de taludes marginais com técnicas de bioengenharia de solos no Baixo São Francisco. *REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL*. 12(6).
- Lemes, M. R. T. (2001). *Revisão dos efeitos da vegetação em taludes*. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Magalhães, T. A. & Azevedo, C. P. B. (2016). Análise Técnica e Econômica de Estruturas de Contenção de Taludes. In *XVIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica*.
- Massad, F. (2003). *Obras de Terra – Curso Básico de Geotecnia*. Editora Oficina de Textos.
- Mineiro, T. C., Calado, G. M. C., Guimaraes, W. L., Souza, A. B. de & Oliveira, S. M. F. (2021) . Geomechanical classification and stability analysis of road slopes in rock masses in stretches of the PE-160 and BR-104 roadways. *Research, Society and Development*, 10(16), e209101623637.
- Motamedi, M. & Liang, R.Y. (2014). Probabilistic landslide hazard assessment using copula modeling technique. *Landslide*, 11(4): 565-573.
- Mouzai, L. & Bouhadef, M. (2011). Shear strength of compacted soil: effects on splash erosion by single water drops. *Earth Surface Processes and Landforms*. v. 36, 87–96.
- Ocampo-Araya, M. D. C. (2016). *Sistema de Classificação Geotécnica de Encostas para Projetos de Estradas Baseado no Índice de Qualidade HSQI: Aplicação na Costa Rica [Distrito Federal]*. Dissertação de Mestrado, Publicação G.DM-266/16, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 135 p.
- Prandini, L. F., Guidicini, G., Bottura, J. A., Ponçano, W. L., & Santos, A. R. (1976). *Atuação da cobertura vegetal na estabilidade de encostas: uma resenha crítica*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, 38p. (Relatório n.1074).
- Samia, J., Temme, A., Bregt, A., Wallingab, J., Guzzettie, F., Ardizzonee, F., & Ross, M. (2017). Characterization and quantification of path dependency in landslide susceptibility. *Geomorphology*, p.16 – 24.
- Santos, S. N., Gerscovich, D. M. S., Danziger, B. R. & Ribeiro, D. S. (2012). *Previsão da Carga Transmitida a Dutos Enterrados Utilizando Métodos Analíticos e Numéricos*. In: XV Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Porto de Galinhas. XV COBRAMSEG.
- Silva Neto, M. A., Villwock, R., Scheer, S., Steiner, M. T. A. & Dyminski, A. S. (2010). Técnicas de mineração visual de dados aplicados aos dados de instrumentação da barragem de Itaipu. *Gestão & Produção*, 17 (4), 721-734.
- Tabalipa, N. L., & Fiori, A. P. (2008). Influência da vegetação na estabilidade de taludes na bacia do Rio Ligeiro (PR). *Geociências*, 27(3).