Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.02, 2025
ISSN 2178-6925

RECUPERAÇÃO DE TALUDE: ESTRATÉGIAS DE ESTABILIZAÇÃO E CONTROLE DE EROSÃO NA RODOVIA MT-358

SLOPE RECOVERY: STABILIZATION AND EROSION CONTROL STRATEGIES ON HIGHWAY MT-358

Guilherme Nathan de Miranda Genuino
Graduando de Engenharia Civil
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Brasil
E-mail: nathan.genuino@unemat.br

Silvio Tupinambá Fernandes de Sá
Engenheiro Civil, graduado pela Universidade Veiga de Almeida
Professor da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Brasil
E-mail: silvio.tupinamba@unemat.br

Resumo

Os taludes são estruturas fundamentais nas rodovias, responsáveis por fornecer estabilidade aos cortes e aterros solo do corpo estradal e evitar patologias como erosões e Estados Limites. Este trabalho tem como objetivo estudar a recuperação de um talude localizado no km 84 da rodovia MT 358, próximo ao município de Tangará da Serra/MT, que apresentou um movimento de massa causado por chuvas intensas. O processo de recuperação incluiu o retaludamento da área, ajustes na inclinação para maior estabilidade, a reconstrução do sistema de drenagem e a aplicação de grama em tapetes para controle de erosão. Os resultados demonstraram que as intervenções foram eficazes, garantindo a estabilidade do talude e a segurança da rodovia até o momento da conclusão do estudo.

Palavras-chave: Talude; Erosão; Rodovia; Recuperação; Geotecnia.

Abstract

The slopes are fundamental structures in highways, responsible for providing stability to soil cuts and embankments of the road body and preventing pathologies such as erosion and limit states. This

study aims to analyze the recovery of a slope located at kilometer 84 of the MT 358 highway, near the municipality of Tangará da Serra/MT, which experienced a mass movement caused by heavy rainfall. The recovery process included re-sloping the area, adjusting the inclination for greater stability, reconstructing the drainage system, and applying grass mats for erosion control. The results showed that the interventions were effective, ensuring the stability of the slope and the safety of the highway up to the conclusion of the study.
Keywords: Slope; Erosion; Highway; Recovery; Geotechnics.

1. INTRODUÇÃO

O transporte é uma atividade milenar que acompanha a evolução da humanidade e da civilização desde os primórdios, desempenhando atualmente, um papel crucial no desenvolvimento econômico do Brasil (Genuino *et al.*, 2024). A manutenção constante do pavimento é essencial para o pleno funcionamento das rodovias, mas as estruturas laterais, como o bordo da pista e a faixa de domínio, também requerem atenção equivalente.

Dentre as estruturas laterais das rodovias, destacam-se os taludes, que, segundo Gerscovich (2016), são chamados de encostas quando naturais, ou artificiais, construídos pelo homem, como os aterros e cortes de taludes.

Os taludes têm como função principal assegurar a estabilidade do solo e da rocha, consequentemente, a segurança das rodovias, prevenindo erosões e Estados Limites. Quando o terreno natural não é adequado para suportar estruturas, podem ser realizadas modificações geotécnicas, como a construção de taludes de corte e/ou aterros, adaptando-o às necessidades específicas do projeto.

Entretanto, uma projeção ou execução inadequada dos taludes pode gerar graves problemas de engenharia e comprometer a segurança do local. Fatores como inclinação inadequada, precipitação intensa e outros agentes externos podem levar o talude ao Estado Limite Último (ELU), caracterizado pelo movimento de massa (deslizamento), o que pode comprometer tanto a lateral quanto a própria rodovia, representando riscos severos aos usuários, em especial, riscos de vida

Diante da importância das estruturas laterais das rodovias, este estudo tem como objetivo apresentar os métodos e etapas para a recuperação de um talude

erodido (retaludamento) localizado na rodovia MT-358, próximo ao município de Tangará da Serra, Mato Grosso. A pesquisa inclui uma revisão bibliográfica sobre o tema e a aplicação prática das etapas de recuperação.

2. REVISÃO LITERÁRIA

2.1 Rocha

A rocha é definida como um agregado sólido de minerais que ocorrem naturalmente, contendo, entre outros, minerais como quartzo, calcita e talco. As rochas podem ser classificadas como ígneas (ou magmáticas), sedimentares e metamórficas (Das, 2007).

As rochas ígneas são formadas pela solidificação e resfriamento do magma, podendo se originar tanto na superfície quanto no interior da crosta terrestre. As rochas sedimentares são resultantes da consolidação de materiais provenientes da desagregação de outras rochas, devido ao intemperismo físico e químico. Exemplos incluem arenito e dunas.

O metamorfismo é a transformação das rochas em estado sólido, essa transformação pode ocorrer devido a mudança de temperatura e pressão, modificando a organização dos átomos. Rochas ígneas e sedimentares podem sofrer essa metamorfose.

2.2 Solo e coesão

O solo é resultado do intemperismo das rochas, processo no qual agentes físicos (variações térmicas, cristalização, congelamento e ação de vegetais) e químicos (hidratação, hidrólise, oxidação e carbonatação) desintegram e decompõem os minerais originais.

O solo brasileiro é predominantemente formado por intemperismo físico-químico de rocha matriz, chamados de solos tropicais (Bosch, 1996). Visando a resistência ao cisalhamento do talude, o solo deve ter coesão, as partículas que compõem o material devem ter força de adesão (Bosch, 1996).

O solo coesivo, composto de partículas que se unem capazes de resistir a forças externas, como construções e chuva, sendo fundamental para manter a integridade da estrutura, evitando assim deslizamentos e movimentos de massa, além de possuir possuírem baixa permeabilidade, impedindo que tenha grande circulação de água dentro do solo.

Os solos coesivos mais comuns são a argila e silte, possuem poucos espaços vazios e absorvem lentamente a água, ao contrário de solos compostos de areia e pedregulhos, denominados não coesivos (granulares arenosos), tem como característica a baixa ou nula aderência, podendo ser apenas apoiadas entre si, além de grandes vazios.

2.3 Tipos de solo

Os solos são agrupados com base em suas características geotécnicas, como granulometria, permeabilidade e resistência. Essa classificação auxilia na previsão do comportamento do solo em diversas aplicações, como a construção de taludes, fundações e barragens.

Para determinar a granulometria do solo, utiliza-se a peneira nº 200, com abertura de 0,074 mm. Solos finos, como silte e argila, têm mais de 50% de seu material passando pela peneira, enquanto solos granulares, como areia e pedregulhos, possuem a maior parte do material retida.

2.4 Erosão

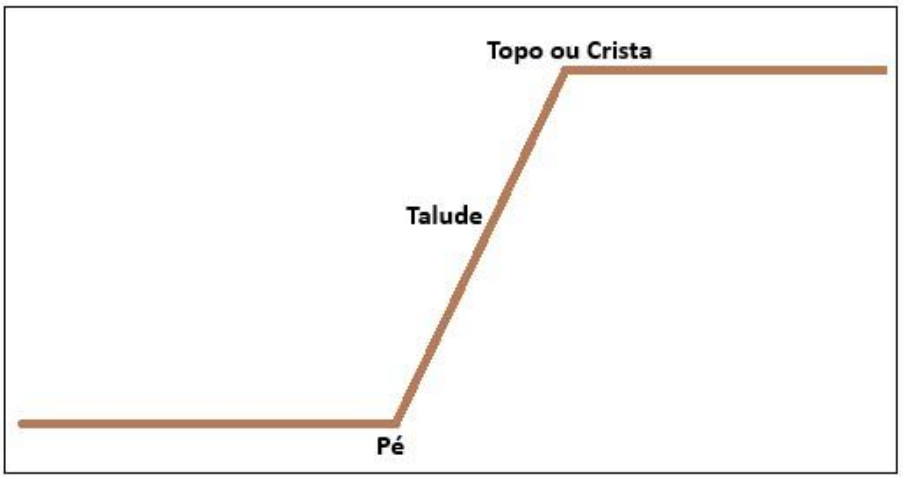
A erosão é um processo natural de transporte de sedimentos devido à ação de agentes como água e vento. A ação humana, entretanto, pode intensificar esse fenômeno, causando erosão antrópica (Mariani, 2016).

Durante a construção de rodovias, a exposição do solo e o relevo inclinado aumentam a vulnerabilidade à erosão. Segundo Alho (2006), o declive de taludes pode levar a uma perda de solo até 20 vezes maior do que em áreas agrícolas. Esse processo causa impactos ambientais, como o assoreamento de rios (Abdon, 2004).

2.5 Talude

O talude é definido pela NBR 11682 (2009) como um "terreno inclinado", podendo ser natural ou artificial. Os taludes artificiais são frequentemente resultado de cortes ou aterros realizados durante obras de engenharia, e sua estabilidade é determinada pela inclinação e resistência do solo.

Figura 1 - Talude



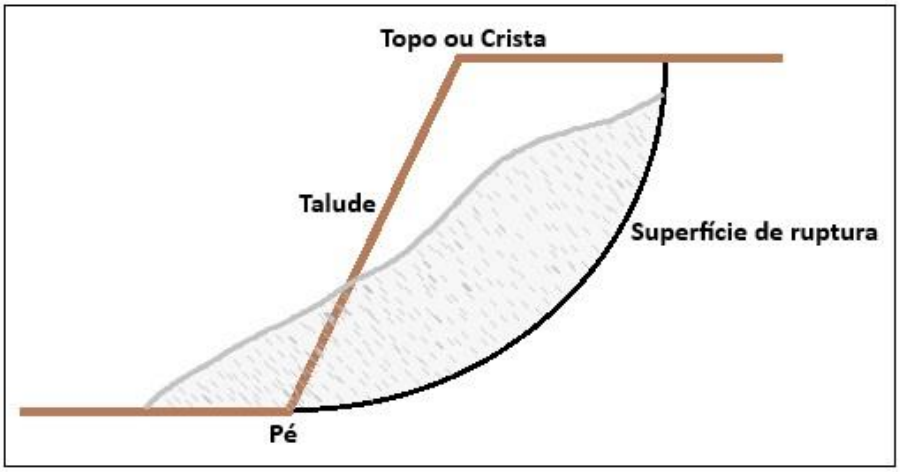
Fonte: Autores, 2025

Conforme ilustrado na Figura 1, os taludes podem apresentar diferentes formas e inclinações, dependendo das propriedades do solo e da função geotécnica.

2.6 Estabilização de talude

A ruptura de um talude é caracterizada pela formação de uma superfície ou cunha de cisalhamento na massa do solo, sendo o cisalhamento um tipo de solicitação que ocorre nos materiais. O rompimento do talude pode ter formato aproximadamente circular, bem como com formato plano e de cunha (Gerscovich, 2016).

Figura 2 - Movimento de massa



Fonte: Autores, 2025

Durante o processo de ruptura, ocorre uma degradação progressiva das propriedades de resistência de uma camada de solo, formando a zona cisalhada. Essa evolução culmina na geração da superfície de cisalhamento. Geralmente, os primeiros sinais da instabilidade surgem na crista do talude, com o aparecimento de trincas e fissuras, configurando o Estado Limite de Serviço (ELS). Nessa fase, é imprescindível que as patologias sejam reparadas para evitar agravamentos que possam culminar no Estado Limite Último (ELU), quando ocorre a ruptura total, resultando em movimentos de massa, como desmoronamentos ou deslizamentos.

Segundo Gaioto (1977), uma superfície inclinada de um terreno está constantemente sujeita à ação da gravidade, que a força a mover-se para baixo. Esse fenômeno é denominado movimento de massa de terra, podendo ocorrer de forma lenta ou súbita, com ou sem provocações aparentes, sendo a água o principal agente responsável. O escoamento hídrico, em determinadas condições, pode atingir velocidades capazes de provocar erosões significativas.

Esses escorregamentos acontecem devido ao aumento das forças atuantes e à diminuição da resistência do solo ao cisalhamento. A relação entre resistência ao cisalhamento e forças cisalhantes precisa ser analisada para garantir a estabilidade do talude (Gaioto, 1977), também conhecido como FATOR DE SEGURANÇA (FS).

A pressão neutra, também conhecida como poropressão, refere-se à pressão que a água exerce sobre o solo. Ela é fundamental para compreender o comportamento do solo, pois reduz a tensão efetiva do material, influenciando diretamente sua estabilidade, em especial, quando existe uma acentuada precipitação pluviométrica

Diversos métodos se destacam no tratamento e estabilização de taludes. Um deles é a hidrossemeadura, que consiste no recobrimento vegetal, geralmente com grama. Essa técnica reduz o impacto das chuvas no solo, aumenta o escoamento superficial e diminui a infiltração, prevenindo erosões.

Outra abordagem eficiente é o uso de geomantas e biomantas, que criam uma camada protetora sobre o terreno, minimizando os efeitos de deslizamentos e das ações pluviais. A principal diferença entre esses materiais reside na composição: as geomantas são fabricadas com materiais sintéticos, enquanto as biomantas são biodegradáveis.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido através do estudo de caso em um talude erodido na rodovia MT 358, próximo a cidade de Tangará da Serra-MT, complementado por uma revisão bibliográfica, para obter um embasamento teórico sobre taludes e seus processos de estabilização. Dessa forma, busca-se demonstrar as etapas de recuperação da obra citada acima.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com Genuino *et al.* (2024), no contexto de rodovias, a manutenção constante é essencial para a boa conservação, e, no caso de taludes, a atenção deve ser redobrada. Priorizar a contenção da erosão é crucial para evitar seu agravamento, que pode levar ao movimento de massa (Estado Limite Último – ELU).

O talude analisado possui aproximadamente 23 metros de extensão, desde o topo até a base, localizado na rodovia MT 358, próximo à cidade de Tangará da Serra, no estado de Mato Grosso, Brasil.

Figura 3 - Localização



Fonte: Google Earth, 2025

O primeiro registro do problema ocorreu em março de 2024, um mês marcado por alto índice pluviométrico na região, com precipitação total de 227 mm, segundo o Climate Data. O mês anterior apresentou precipitação semelhante, com 226 mm. Esse padrão constante de chuvas provavelmente foi o principal fator que levou o talude ao ELU, culminando no movimento de massa.

A umidade elevada resultou no aumento da poropressão, reduzindo a tensão efetiva do solo, o que, por sua vez, desencadeou o deslizamento de terra.

Figura 4 - Precipitação em Tangará da Serra/MT 2024

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	25.2	25	25	24.6	23.5	23	23	25.1	26.7	26.7	25.7	25.5
Temperatura mínima (°C)	22.3	22.1	22	21.1	19.4	18	17.3	18.9	21.3	22.6	22.4	22.4
Temperatura máxima (°C)	29.2	29	29.1	28.9	28.2	28.7	29.2	31.7	32.6	31.7	30	29.6
Chuva (mm)	251	226	227	121	47	13	7	18	64	129	177	219
Umidade(%)	81%	82%	82%	79%	74%	66%	58%	48%	55%	68%	77%	79%
Dias chuvosos (d)	18	18	19	12	6	2	1	2	7	13	16	18
Horas de sol (h)	9.5	9.1	8.6	8.4	8.2	8.8	9.3	10.1	10.0	9.8	9.3	9.6

Fonte: Climate Data, 2025

No dia 05 de março de 2024, foi registrado o primeiro movimento de massa, que ocasionou o desmoronamento de parte do solo no bordo da pista. Além disso, a drenagem do barranco foi comprometida, aumentando o risco de erosões em caso de chuvas intensas. Apesar da magnitude do evento, não houve comprometimento da estabilidade do solo da rodovia, nem riscos para os usuários.

Figura 5 - Primeiro registro 05/03/2024



Fonte: Autores, 2025

Pouco mais de um mês depois, em 26 de abril de 2024, foi feito o segundo registro. Apesar de não haver alterações significativas no movimento de massa ou no processo erosivo, observou-se o crescimento de vegetação selvagem (mato) no entorno do talude.

Figura 6 - Segundo registro 26/04/2024



Fonte: Autores, 2025

A fim de evitar o aumento da erosão devido às chuvas, o talude rompido foi coberto por manta geotêxtil, assim aumentando a impermeabilidade e evitando o aumento da poropressão, ou seja, o aumento da pressão da água no solo. Esse processo pode ser visto na figura 7.

Figura 7 - Terceiro registro 04/05/2024



Fonte: Autores, 2025

A recuperação completa da área iniciou-se no mês de abril, onde incluiu o retaludamento do local, alterando a inclinação original do talude para melhorar sua estabilidade e a da rodovia. A execução do novo talude antrópico demandou o uso de maquinário para aterramento, seguido pela compactação do solo, etapa que reduziu a altura inicial e os vazios, aumentando a resistência do material.

Figura 8 – Retaludamento



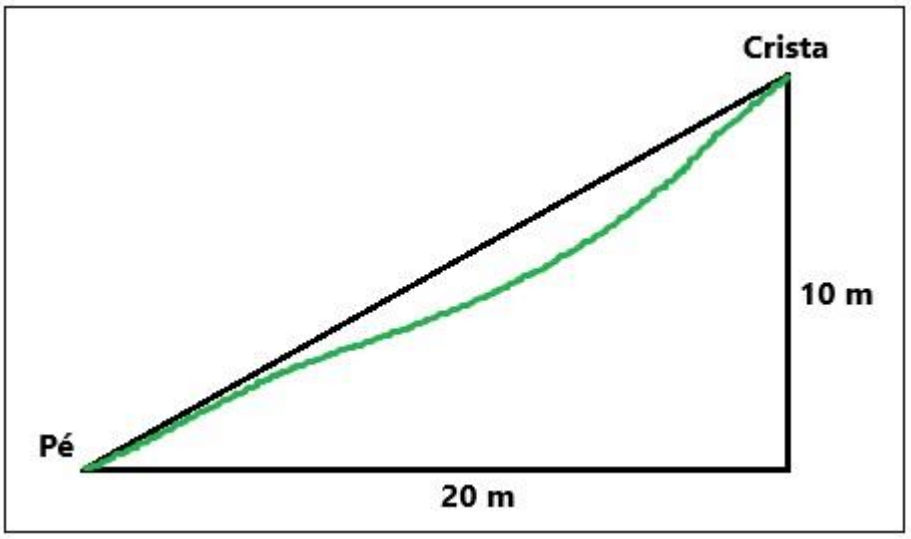


Fonte: Autores, 2025

Com dimensões aproximadas de 10 metros de altura e 20 metros de comprimento, foi calculado o ângulo do talude com a fórmula:

$$tan^{-1}\left[\frac{10}{20}\right] = 26{,}56°$$

Figura 9 - Dimensões do talude



Fonte: Autores, 2025

Esse valor indica que o ângulo do talude é de aproximadamente 26°, dentro do intervalo usual de 25° a 30°, ou seja, o talude possui uma inclinação dentro dos padrões. Além disso, o tipo de solo predominante na região – argiloso – favorece a estabilidade devido à sua alta coesão e permeabilidade controlada.

Após o aterramento e adensamento do solo, a etapa seguinte envolveu a recuperação da drenagem danificada. Foram reconstruídos o meio-fio e uma nova descida d'água tipo rápida (DAR). Segundo o Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (2006):

> Dissipadores de energia, como o nome indica, são dispositivos destinados a dissipar energia do fluxo d'água, reduzindo consequentemente sua velocidade, quer no escoamento através do dispositivo de drenagem, quer no deságue para o terreno natural.

Dissipadores de energia feitos de pedras foram instalados na base da descida, conforme o Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (2006, p.199), reduzindo a velocidade do escoamento e prevenindo novas erosões.

Figura 10 - Sistema de drenagem



Fonte: Autores, 2025

A execução completa da drenagem é essencial para a durabilidade do pavimento e das faixas de domínio, protegendo-os contra danos causados pelas águas pluviais (DNIT, 2006).

Finalmente, foi realizada a plantação de grama em tapetes, utilizando a técnica de hidrossemeadura. Esse processo auxilia na estabilidade do talude e no controle da erosão, criando uma camada vegetal que reduz o impacto das chuvas, melhora a impermeabilização e direciona o escoamento sem causar erosões.

Figura 11 - Plantio de grama



Fonte: Autores, 2025

Nos meses de outubro, novembro e dezembro, que apresentaram fortes chuvas, e até janeiro de 2025, o talude não demonstrou sinais de erosão, trincas ou movimento de massa. Sua drenagem e o pavimento associado permanecem em ótimo estado de conservação.

5. CONCLUSÃO

De acordo com a Lei nº 5.795 de 2016, a faixa de domínio é definida como a área localizada nas laterais da pista. O cuidado e a conservação dessa área não devem se limitar apenas ao pavimento, mas também se estender a todo o entorno e às estruturas que compõem a rodovia.

O pleno funcionamento do tráfego está diretamente relacionado à qualidade da rodovia, e os taludes desempenham um papel essencial ao estabilizar o solo que suporta as cargas provenientes do pavimento e dos veículos que por ali transitam. Preservar a integridade dos taludes é vital para evitar patologias futuras, como erosões que possam afetar tanto o talude quanto o pavimento, ou até mesmo levar ao desmoronamento de ambos.

No caso do talude analisado neste artigo, inicialmente, foi registrada uma ruptura que resultou em um movimento de massa, comprometendo o sistema de drenagem local ao danificar o dispositivo de descida d'água. Apesar da magnitude do desmoronamento, não foram observados riscos para os usuários da rodovia, nem surgiram patologias no pavimento até aquele momento.

Com o objetivo de preservar a integridade da pista e seu entorno, foi realizado o retaludamento da estrutura, além da construção de um novo sistema de drenagem no local. Essas intervenções cessaram as erosões e solucionaram as complicações no talude antrópico. Até a presente data, a ausência de sinais de erosão ou indícios de novas rupturas no local evidencia que todas as etapas de construção do talude foram executadas corretamente, proporcionando estabilidade e segurança à rodovia.

Referências

ABDON, M. M. **Os impactos ambientais no meio físico – erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária**. 2004. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

ALHO, A. A. **Erosão e estabilização biológica de taludes**. 2. ed. Lisboa: SIME, 2006.

BARBOSA, Michele Cristina Rufino; LIMA, Hernani Mota de. Resistência ao cisalhamento de solos e taludes vegetados com capim vetiver. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 37, p. 113-120**, 2013. (hidrossemeadura)

BOSCH, Dante Rene. **Interpretação do ensaio pressiométrico em solos coesivo-friccionais através de métodos analíticos**. 1996.

CARVALHO, PAS de et al. **Manual de geotecnia: taludes de rodovias; orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas**. 1991.

DAS, Braja M.; SOBHAN, Khaled. **Fundamentos de engenharia geotécnica**. 2007.

DRUMOND, Lucas Bianchetti. **Análise de vibrações e desenvolvimento de poropressão em rejeito de mineração**. 2018.

FARIAS, Rideci et al. **Investigações geotécnicas e proposta para estabilização e recuperação de taludes na Rodovia BR-010 no trecho Aparecida do Rio Negro a Goiatins, estado do Tocantins**. 2016.

FERNANDES, Leonardo Silva et al. Uso de geomantas no controle da erosão superficial hídrica em um talude em corte de estrada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, p. 199-206**, 2009.

GAIOTO, Nélio. **Estabilidade de taludes**. Apostila da escola de engenharia de São Carlos. 1977.

GENUINO, G. N. de M.; BUENO, V. H. B.; SOARES, C. E. B. Recuperação do pavimento flexível - MT 358, Tangará da Serra - estudo de caso. **REVISTA DELOS, [S. l.], v. 17, n. 62, p. e3363**, 2024.

GERSCOVICH, Denise MS. **Estabilidade de Taludes (2ª edição)**. Oficina de textos, 2016.

HOLANDA, Francisco SR; ROCHA, Igor P. da; OLIVEIRA, Vandemberg S. Estabilização de taludes marginais com técnicas de bioengenharia de solos no Baixo São Francisco. **Revista Brasileira de engenharia agrícola e ambiental, v. 12, p. 570-575**, 2008.

LONDE, Patrícia Ribeiro; BITAR, Norma Aparecida Borges. Importância do uso de vegetação para contenção e combate à erosão em taludes do lixão desativado no município de Patos de Minas (MG). **Perquirere, v. 2, n. 8, p. 224-249**, 2011.

MAGALHÃES, Cláudio Henrique Milfont; DE AZEVEDO, José Roberto Gonçalves. **PROCESSO DE EROSÃO HÍDRICA E RECUPERAÇÃO DO TALUDE NO CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO DA COMPESA NO BAIRRO DE DOIS IRMÃOS, RECIFE/PE**.

Manual de Drenagem de Rodovias. DNIT, Publicação IPR -724, 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/724_manual_drenagem_rodovias.pdf>.

MARIANI, Priscila Pacheco. **Produção e aplicação de biomantas para controle de erosão em taludes**. 2016.

MELO, Frances Ley et al. Vegetação como instrumento de proteção e recuperação de taludes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 8, n. 5, p. 16**, 2013.

ROSSI, Jamile Giriboni. **Fundações circulares apoiadas em camadas de solo-cimento de área variável implantadas em solo coesivo-friccional de baixa capacidade de suporte**. 2019.

SANTOS, Luana Maria dos. **Erosão em taludes de corte: métodos de proteção e estabilização**. 2015.

SANTOS, Vinicius Rodrigues dos. **Caracterização e recuperação de talude e aterro em dique de partida de pilha de rejeitos em mineração de ferro**. 2023.

SILVA, Fábio Krueger et al. **Estabilidade de taludes: Análise da solução geotécnica adotada na rodovia SC 427**. 2016.

SOUZA, Cintia Rodrigues de. **Avaliação de diferentes coberturas do solo no controle da erosão em taludes de estradas florestais**. 2000. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.