2026 contecc
CONGRESSO TÉCNICO-CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA

IMPACTOS DA ARBORIZAÇÃO NA FUNCIONALIDADE DE SISTEMAS DE DRENAGEM EM TALUDES NO INTERIOR DA AMAZÔNIA

MURILO FERREIRA DOS SANTOS[1], DANILO SOUZA FERREIRA[2] e TORBEN ULISSES DA SILVA CARVALHO[3]

[1]Engenheiro Civil, Esp. Engenharia Geotécnica, ANHANGUERA, Oriximiná-PA, mullsantos@gmail.com;
[2]Engenheiro Civil, Msc. em Processos Construtivos e Saneamento Urbano, UFPA, Belém-PA, ferreira.danilo@itec.ufpa.br;
[3]Engenheiro de Materiais, Mestrando em Engenharia Industrial; UFPA, Belém-PA, torbenusc@hotmail.com;

RESUMO: A eficiência dos sistemas de drenagem superficial é essencial para a estabilidade geotécnica e a segurança operacional de taludes rodoviários e ferroviários. Este estudo analisa os impactos da presença de árvores de médio e grande porte sobre dispositivos de drenagem em uma rodoferrovia na região Amazônica, com base em inspeções rotineiras de campo. Foram identificadas obstruções recorrentes em canaletas, descidas d'água e outros dispositivos, provocadas pelo acúmulo de resíduos vegetais e pela retenção de sedimentos, comprometendo o escoamento das águas pluviais. Esses efeitos são intensificados durante o período chuvoso amazônico, devido aos elevados índices pluviométricos e ventos intensos. Os resultados indicam que, mesmo com manutenção periódica, a elevada produção de material vegetal reduz a eficiência hidráulica dos sistemas, favorecendo processos erosivos, saturação do solo e instabilidade dos taludes. Conclui-se que o manejo da vegetação deve integrar as estratégias de manutenção preventiva e gestão de riscos em corredores de transporte.
PALAVRAS-CHAVE: Sistemas de drenagem, Taludes, Vegetação arbórea, Manutenção preventiva, Segurança operacional.

IMPACTS OF VEGETATION ON THE FUNCTIONALITY OF SLOPE DRAINAGE SYSTEMS IN THE INTERIOR OF AMAZON

ABSTRACT: The efficiency of surface drainage systems is essential for the geotechnical stability and operational safety of road and railway slopes. This study analyzes the impact of medium- and large-sized trees on drainage structures along a combined road-rail corridor in the Amazon region, based on routine field inspections. Recurring obstructions were identified in channels, downspouts, and other structures caused by the accumulation of plant debris and sediment retention which impaired stormwater runoff. These effects are intensified during the Amazonian rainy season due to high rainfall and strong winds. The results indicate that, even with periodic maintenance, the high volume of plant material reduces the systems' hydraulic efficiency, thereby promoting erosion, soil saturation, and slope instability. It is concluded that vegetation management must be integrated into preventive maintenance and risk management strategies for transport corridors.
KEYWORDS: Drainage systems, Slopes, Tree vegetation, Preventive maintenance, Operational safety.

INTRODUÇÃO

Embora a vegetação desempenhe papel importante na proteção superficial dos taludes, a presença de árvores de médio e grande porte próximas aos dispositivos de drenagem podem ocasionar impactos negativos significativos sobre o seu desempenho hidráulico.

Para Rodrigues (1998), o revestimento vegetal é o meio mais simples e eficiente de proteção de taludes contra a erosão provocada pelas águas da chuva e do vento. Augusto Filho (1994) atribui, como efeitos favoráveis, a redistribuição da água da chuva e o acréscimo da resistência do solo devido à presença das raízes (reforço mecânico e escoramento).

Fiori & Borchardt (1997) propõem um importante estudo sobre o papel negativo que a vegetação pode desempenhar no índice de segurança das encostas. De acordo com o trabalho realizado pelos

autores na região de Guaraqueçaba, litoral do Paraná, averiguou-se que em situação de rajadas de vento de 90 km/h, atuando no sentido da inclinação da vertente, a presença de vegetação situada em solos residuais, passa a contribuir negativamente na estabilidade de vertentes.

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. Segundo Gray (1995) na medida em se remove a vegetação das encostas, tem-se um incremento do enfraquecimento e desestabilização solos das encostas. Um dos primeiros estudos sobre esta questão foi conduzido por Bishop & Stevens (1964), ao investigarem áreas no sudeste do Alaska, verificaram um grande aumento na frequência dos escorregamentos e na área por eles afetada, após a derrubada de árvores. Eles afirmam que os escorregamentos são devidos à deterioração e à destruição gradual do sistema de raízes.

Ocampo-Araya (2016) menciona que os escorregamentos podem ser determinados como todo e qualquer deslocação 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).

Esta pesquisa teve como objetivo analisar os impactos da vegetação arbórea sobre os sistemas de drenagem em taludes rodoviários e ferroviários, com base em evidências obtidas por inspeções de campo. O estudo busca contribuir para o conhecimento técnico-científico e fornecer subsídios ao gerenciamento de riscos, destacando a importância do manejo adequado da vegetação e da manutenção preventiva para a conservação, estabilidade dos taludes e segurança operacional das infraestruturas de transporte.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em um segmento de rodoferrovia localizado na região Amazônica, caracterizada por elevados índices pluviométricos anuais, alta umidade relativa do ar e ocorrência frequente de eventos de precipitação intensa, especialmente durante o período conhecido regionalmente como inverno amazônico. A área analisada apresenta taludes de corte e aterro dotados de sistemas de drenagem superficial compostos por canaletas, descidas d'água, caixas coletoras e demais dispositivos destinados ao controle e direcionamento do escoamento pluvial.

Ao longo da faixa de domínio, observou-se a presença de vegetação arbórea de médio e grande porte nas proximidades dos dispositivos de drenagem instalados principalmente nas áreas de taludes em corte, constituindo potencial fonte de interferência no funcionamento hidráulico desses sistemas.

A pesquisa possui caráter descritivo e exploratório, sendo baseada na análise de dados obtidos por meio de inspeções rotineiras realizadas pela equipe de manutenção da infraestrutura. Foram utilizados registros fotográficos, relatórios de inspeção e histórico de solicitações de serviços emitidas para limpeza e desobstrução dos dispositivos de drenagem ao longo do período analisado.

Os registros permitiram identificar as condições operacionais dos sistemas de drenagem, bem como documentar os principais tipos de interferências associadas à vegetação arbórea existente nas áreas adjacentes aos taludes.

As ocorrências identificadas durante as inspeções foram classificadas em categorias de acordo com o material predominante responsável pela obstrução dos dispositivos de drenagem:

- Obstrução por galhos e troncos;
- Obstrução por folhas e material vegetal fino;
- Obstrução por acúmulo de sedimentos associados ao material vegetal;
- Obstrução mista (combinação de resíduos vegetais e sedimentos);

• Transbordamento decorrente de obstrução parcial ou total dos dispositivos.

Para cada ocorrência foram avaliados os possíveis impactos sobre o escoamento superficial e a eficiência hidráulica dos dispositivos de drenagem.

Os dados coletados foram organizados em planilhas eletrônicas para quantificação das ocorrências registradas. Foram analisados indicadores como frequência de obstruções, número de solicitações de serviços de limpeza, recorrência das ocorrências por período do ano e relação entre os eventos observados e a presença de árvores de médio e grande porte próximas aos dispositivos de drenagem.

Os registros fotográficos foram utilizados como evidências qualitativas para validação das condições observadas em campo, permitindo correlacionar a deposição de resíduos vegetais e sedimentos com os eventos de transbordamento e perda de eficiência do sistema de drenagem.

O estudo concentra-se na avaliação operacional dos dispositivos de drenagem e na identificação das interferências causadas pela vegetação arbórea, não contemplando análises hidrológicas detalhadas ou modelagens geotécnicas específicas. Entretanto, os resultados obtidos por meio das inspeções de campo fornecem subsídios relevantes para o planejamento das atividades de manutenção preventiva e para a gestão dos riscos associados à drenagem superficial em ambientes sujeitos a elevados índices pluviométricos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos registros de inspeção evidenciou que a presença de árvores de médio e grande porte nas proximidades dos dispositivos de drenagem contribuiu significativamente para a ocorrência de obstruções nos sistemas de drenagem superficial. Os registros fotográficos demonstraram que os materiais mais frequentemente encontrados nos dispositivos de drenagem foram galhos, folhas, sementes, material orgânico em decomposição e sedimentos retidos pela vegetação. Em diversos pontos observou-se a formação de barreiras físicas que reduziram a capacidade de escoamento das canaletas e descidas d'água.

As solicitações de serviço emitidas para limpeza e desobstrução indicaram elevada recorrência das ocorrências, principalmente durante o período chuvoso da região Amazônica, quando o aumento da intensidade dos ventos favorece o desprendimento de galhos e folhas das árvores localizadas próximas aos taludes. Os resultados demonstraram que as obstruções provocaram redução significativa da eficiência hidráulica dos dispositivos de drenagem. Em diversos trechos foram observados transbordamentos das canaletas, ocasionados pela retenção de resíduos vegetais que dificultavam o fluxo normal da água.

Outro aspecto observado foi a retenção de sedimentos arenosos pelas folhas e galhos acumulados nos dispositivos. Esse fenômeno favoreceu a formação de barreiras progressivas, aumentando o nível de água nas canaletas e reduzindo sua capacidade de transporte durante eventos de precipitação intensa.

Os registros de campo indicaram que a combinação entre resíduos vegetais e sedimentos foi a principal causa dos transbordamentos observados, demonstrando que o problema não está relacionado apenas à queda de material arbóreo, mas também à capacidade desse material em reter partículas transportadas pelo escoamento superficial.

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a presença de árvores de médio e grande porte nas proximidades dos dispositivos de drenagem superficial de taludes rodoferroviários pode comprometer significativamente a eficiência hidráulica desses sistemas. As inspeções rotineiras, associadas à análise de registros fotográficos e histórico de solicitações de serviços, evidenciaram que a queda constante de galhos, folhas e demais resíduos vegetais favorece a ocorrência de obstruções recorrentes em canaletas, descidas d'água e estruturas de drenagem.

Verificou-se ainda que os resíduos vegetais atuam como elementos de retenção de sedimentos transportados pelo escoamento superficial, acelerando o processo de assoreamento e reduzindo a capacidade de condução das águas pluviais. Como consequência, foram observados episódios de

transbordamento dos dispositivos, favorecendo o surgimento de processos erosivos e aumentando o potencial de degradação dos taludes.

Os resultados também indicaram que, embora as atividades de manutenção e limpeza sejam essenciais para a preservação da funcionalidade dos sistemas de drenagem, sua eficácia torna-se limitada durante o período chuvoso da região Amazônica. Os elevados volumes de precipitação e a ocorrência frequente de ventos intensos promovem o rápido acúmulo de resíduos vegetais, gerando novas obstruções em intervalos inferiores à capacidade operacional das equipes de manutenção.

Figura 1: Croqui da disposição mais comum encontrada nas inspeções

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2026.

CONCLUSÃO

Dessa forma, conclui-se que a gestão da vegetação deve ser tratada como um componente estratégico da manutenção da infraestrutura rodoferroviária, não se restringindo apenas às atividades corretivas de limpeza. Medidas como o manejo seletivo da vegetação, a definição de faixas de afastamento entre árvores e dispositivos de drenagem, a realização de podas preventivas e a adoção de critérios técnicos para o controle da arborização próxima aos taludes podem contribuir para a redução das ocorrências observadas. Por fim, este trabalho demonstra a importância das inspeções rotineiras como ferramenta de identificação precoce de falhas e apoio à tomada de decisão na gestão de ativos de infraestrutura. Recomenda-se que estudos futuros avaliem quantitativamente os custos associados às intervenções de manutenção, bem como os benefícios operacionais e econômicos decorrentes da implementação de programas de manejo da vegetação em corredores logísticos localizados em regiões de elevada pluviosidade.

AGRADECIMENTOS

A todos que colaboraram direta ou indiretamente para esta pesquisa, em especial nossas famílias.

REFERÊNCIAS

ABNT. (1989). NBR 10703; degradação do solo terminologias. ABNT.

AUGUSTO FILHO, O. Cartas de risco de escorregamento: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilhabela, SP. São Paulo, 1994. 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

BISHOP, A.W. & STEVENS, M.E. Landslide on logged areas in southeast Alaska. United States Department of Agriculture, Forest Service, Northern Forest Experiment Station, Juneau, AK, Research Paper NOR-1, 18 p., 1964.

FIORI, A.P. & BORCHARDT, N. Influência da vegetação na estabilidade de taludes naturais. Curitiba: Boletim Para-naense de Geociências, n. 45, p. 43-58, 1997.

GRAY D.H. Consequences of vegetation removal. In: D.H. BARKER (Ed.), Vegetation and Slopes: Stabilisation, Protection and Ecology. London: Thomas Telford, 296 p., 1995.

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).

RODRIGUES, B.B. Inventário e análise de suscepti-bilidade aos escorregamentos de massa gravitacionais e erosão na região de Águas de Lindóia – SP – Escala 1:10.000. São Carlos, 1998. 163 p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos.