

# **A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO DE DRENAGEM NOS CORTES E ATERROS DA FERROVIA**

**The importance of the maintenance of drainage in the cuts and clogging of the railway**

Evaristo Felipe da Silva<sup>1</sup>  
Luís Gustavo Schroder e Braga<sup>2</sup>

## **Resumo**

A ferrovia participa diretamente na economia do Brasil, pelo seu custo baixo, geração de empregos, além de ser uma grande alternativa de transporte mais sustentável abastecendo os portos nacionais. A malha ferroviária brasileira começou a ser implantada em 1854, com a construção da Estrada de Ferro Mauá, no Rio de Janeiro. Devido ao constante uso da malha ferroviária é necessário realizar manutenções dos dispositivos de drenagem para a proteção da superestrutura de via e garantia da estabilidade dos cortes e aterros. Este trabalho visa identificar quais impactos positivos a manutenção da drenagem nos cortes e aterros na ferrovia geram na matriz de prioridade das grandes intervenções. Para o desenvolvimento desta análise, traçou-se como objetivo geral a influência da manutenção da drenagem na proteção das cristas e saias dos aterros, além de seu potencial impacto ao estabelecer novas prioridades das obras de grande porte ao substituir, em partes, por pequenas intervenções, buscando-se, ainda, entender a sinergia entre as áreas de Engenharia e manutenção. Para atingir seu objetivo principal, foram estabelecidos objetivos específicos, tais como analisar os casos na ferrovia onde a manutenção dos dispositivos de drenagem trouxe benefícios em função da redução de grandes intervenções, e analisar o tempo de atendimento e prolongamento da vida útil do corte ou aterro ferroviário. O presente trabalho é uma revisão bibliográfica onde busca sobre assunto em pauta já foi discutido de forma igual ou semelhante, ou até mesmo com aspectos secundários na busca desejada.

**Palavras-chave:** Drenagem, Manutenção, Ferrovia.

## **ABSTRACT**

The railroad participates directly in the Brazilian economy, due to its low cost, job creation, in addition to being a great alternative for more sustainable transport, supplying national ports. The Brazilian railway network began to be implemented in 1854, with the construction of the Estrada de Ferro Mauá, in Rio de Janeiro. Due to the constant use of the railway network, it is necessary to carry out maintenance of drainage devices to protect the track superstructure and guarantee the stability of cuts and embankments. This work aims to identify which positive impacts the maintenance of drainage in cuts and embankments on the railroad generate in the priority matrix of major interventions. For the development of this analysis, the general objective was the influence of maintaining drainage in protecting the ridges

---

<sup>1</sup> Rede de Ensino Doctum – Unidade Dom Orione – evaristolipe1@gmail.com – graduando em Bachelarelado em Engenharia Civil

<sup>2</sup> Rede de Ensino Doctum – Unidade xxxx – e-mail (orientador do trabalho)

and skirts of landfills, in addition to its potential impact in establishing new priorities for large works by replacing, in parts, with small interventions , also seeking to understand the synergy between the Engineering and Maintenance areas. In order to achieve its main objective, specific objectives were established, such as analyzing the cases on the railway where the maintenance of drainage devices brought benefits due to the reduction of major interventions, and analyzing the service time and extending the useful life of the cut or embankment. railway. The present work is a bibliographic review where the search on the subject in question has already been discussed in the same or similar way, or even with secondary aspects in the desired search.

**Keywords:** Drainage, Maintenance, Railroad

## 1 Introdução

A ferrovia no Brasil participa diretamente na economia do país devido ao seu baixo custo, fornecimento de empregos, além de ser uma grande alternativa de transporte mais sustentável abastecendo os portos nacionais. A ferrovia contribui para exportação de insumos agrícolas, minérios, grãos e cargas gerais consequentemente tornando o mercado brasileiro mais competitivo (CAMPBELL, ET AL, 2020).

A malha ferroviária brasileira começou a ser implantada em 1854<sup>3</sup>, com a construção da Estrada de Ferro Mauá, no Rio de Janeiro. Chegou a ter cerca de 37.000 km, na década de 1950. Com a criação da Rede Ferroviária Federal 1957, foi utilizada grandiosamente e operou por mais de 40 anos. No ano de 1999 ocorreu a realização de concessões, a malha da extinta RFFSA passou a ser operada por empresas privadas e o patrimônio da estatal foi transferido para o DNIT.

Conforme informa Almeida, Dias (2019) a ferrovia é um sistema de transporte terrestre cujo propósito está em conduzir os veículos ferroviários, distribuir e suportar as cargas transmitidas a esta, pelas rodas metálicas do veículo. Como principal finalidade das rodovias é a integração das regiões por meio das cadeias produtivas, com conexões voltadas para o comércio, e transporte de passageiros, com um desenvolvimento socioeconômico nas regiões que ficam retidas, sendo que estas atividades causam grande impacto ambiental, pela paisagem modificada (ALVES, MATEUS, 2018).

---

<sup>3</sup> Dados disponíveis em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/ferrovias#:~:text=A%20malha%20ferrovi%C3%A1ria%20brasileira%20come%C3%A7ou,at%C3%A9%20ser%20liquidada%20em%201999>. Acesso em 26 mar. 2023

A infraestrutura ferroviária é a parte da via permanente constituída da terraplenagem, no entanto todas as demais obras são situadas abaixo do greide. São aparelhos que formam a plataforma da ferrovia para que este suporte a superestrutura da via permanente. Contudo é constituída do corpo estradal, ou seja, abaixo do pavimento, das estruturas de drenagem, de pontes e viadutos, de túneis que proporcionam o suporte à via férrea (CORDEIRO, GUIMARÃES, MARQUES, 2016).

Por esse motivo, assim como em outros sistemas de transporte a ferrovia necessita de constante manutenção. A manutenção dos dispositivos de drenagem na ferrovia é tema de grande valia para a proteção da superestrutura de via e garantia da estabilidade dos cortes e aterros (ROSA, PELIZONI, 2022). Considerando-se que a confiabilidade e estabilidade da infraestrutura ferroviária está diretamente ligada aos recursos disponibilizados para a manutenção da drenagem, que lhe conferem aumento de vida útil e mitigam potenciais eventos que poderão interromper a circulação de trens.

Este trabalho visa identificar quais impactos positivos a manutenção da drenagem nos cortes e aterros na ferrovia geram na matriz de prioridade das grandes intervenções. Assim, como mote principal desta pesquisa, buscou-se questionar: A causa da anomalia na época chuvosa de um ponto de ocorrência ferroviária ocorrido em um trecho no sudeste de Minas, afim de analisar a importância do ciclo de manutenção preventivas e corretivas.

Para o desenvolvimento desta análise, traçou-se como objetivo geral a influência da manutenção da drenagem na proteção das cristas e saias dos aterros, além de seu potencial impacto ao estabelecer novas prioridades das obras de grande porte ao substituir, em partes, por pequenas intervenções, buscando-se, ainda, entender a sinergia entre as áreas de Engenharia e manutenção.

Para atingir seu objetivo principal, foram estabelecidos objetivos específicos, tais como analisar os casos na ferrovia onde a manutenção dos dispositivos de drenagem trouxe benefícios em função da redução de grandes intervenções, e analisar o tempo de atendimento e prolongamento da vida útil do corte ou aterro ferroviário.

## 2 Referencial Teórico

A estrada de ferro ou a ferrovia no Brasil foi um dos maiores investimentos ocorridos durante o século XIX. Com a intensão de transporte de cargas e passageiros trouxe grande evolução na economia do país. Mesmo que o investimento inicial seja alto, a estrada de ferro tende a redução de custos no transporte (OLIVEIRA, 2020).

A utilização da rede ferroviária ocorreu principalmente na era do ciclo do café, que durante o século XIX foi o principal produto de exportação do país. A primeira ferrovia brasileira foi inaugurada em 1854, e estava situada entre o Porto de Mauá e a cidade de Fragoso, no Rio de Janeiro, idealizada pelo então de Barão de Mauá (OLIVEIRA, 2020).

Uma das empresas de transporte ferroviário localizada na região sudestes obteve um volume total transportado de 178,2 milhões de toneladas, chegando a 4,9% do total no país. Em termo de valores pode-se dizer que aproximou a R\$ 5,6 bilhões de reais. A figura 1 traz um contraste do volume transportado via ferrovia ente 2018-2022, apesar do decréscimo de 2018 para 2019 no volume transportado, de 2019 a 2022 acontece uma crescente de volume transportado superando o valor de 2018.

Figura 1 – Volume transportado via ferrovia ente 2018-2022

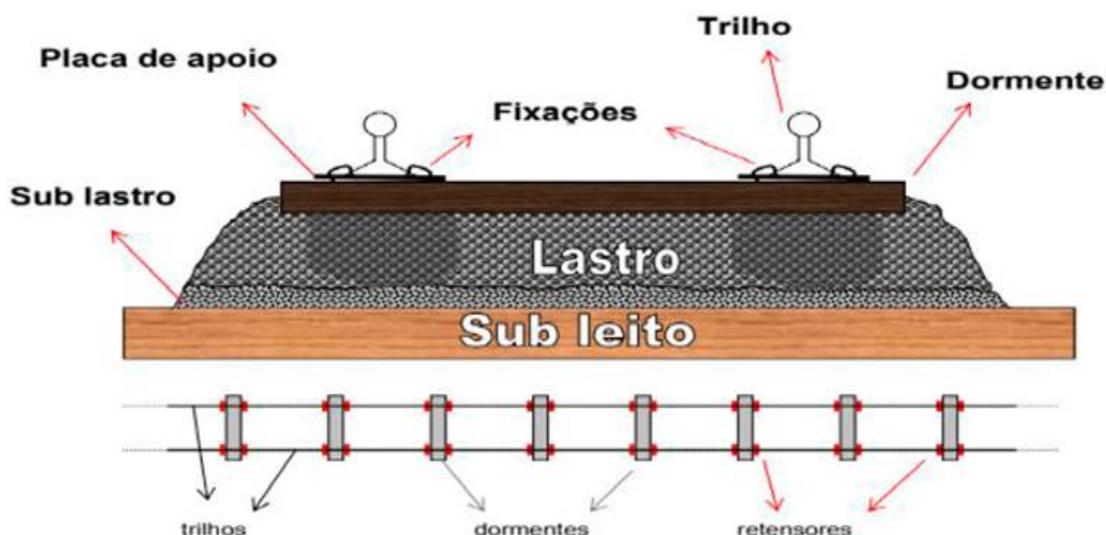


Fonte: MRS- Relatório anual 2022

## 2.1 Estrutura da Ferrovia

Pelo fato da maioria das ferrovias terem sido construídas no século XIX até meados do século XX, necessitam de manutenção frequentemente, para garantir o investimento financeiro e o sucesso deste meio de transporte. A Figura 2 demonstra que a via férrea é composta por elementos de estrutura e mecanismo.

Figura 2 - Estruturação de uma via permanente



Fonte: Almeida, Dias (2019)

Conforme observado por Almeida, Dias (2019) dos elementos estruturais, três se destacam, sendo estes: sublastro, lastro e dormente. Quanto ao mecanismo da via permanente, o trilho apoia-se sobre os elementos de estrutura, sendo fixado por elementos auxiliares estruturais como: elementos de fixação e talas de junções. O quadro 1 traz informações sobre os elementos estruturais e auxiliares.

Quadro 1 – elementos estruturais e auxiliares

|           |  |
|-----------|--|
| Sublastro | Faz parte da subestrutura ferroviária, comumente compostos por materiais encontrados próximos ao local de construção da via.   |
| Lastro    | Situado entre o dormente e o sublastro, o lastro tem como principais funções a distribuição de esforços de carga sobre o sublastro; impedir deslocamento transversal e longitudinal dos trilhos e permitir a drenagem. |
| Dormentes | Conhecido como Peça de madeira, concreto ou aço, onde os trilhos são apoiados e fixados e que transmitem ao lastro   |

|                      |  |
|----------------------|--|
|                      | parte dos esforços e vibrações produzidos pelos trens.   |
| Elementos de fixação | São responsáveis por restringirem a movimentação longitudinal, vertical e transversal dos trilhos.                 |
| Talas de junção      | São duas peças de aço colocadas às extremidades dos trilhos, visando uni-los conferindo um aspecto contínuo a via. |

Fonte: Almeida, Dias (2019)

## 2.2 Possíveis anomalias nos dispositivos de drenagem da ferrovia

Assim como em outras formas de trajeto a ferrovia possui intempéries que necessitam ser analisado. Conforme a utilização da ferrovia e a qualidade de seus entornos ficam demasiadamente prejudicadas. Alguns desvios na geometria da via são agravados pela baixa qualidade do material (dormentes, trilhos, componentes de fixação) socaria insuficiente e raio de curva pequeno (apertado) (SILVA, 2006).

Além da ferrovia têm-se os problemas ocasionados por intempéries na infraestrutura, que envolve os dispositivos de drenagem, dos cortes e aterros da ferrovia, e anomalias como acúmulo de água na plataforma, drenagem obstruída (canaleta, bueiro, vala, canais, ente outros), ausência de drenagem, fluxo de água indisciplinado, erosões, e o saneamento vegetal, abertura e melhoria de caminhos de serviços (ROSA, RIBEIRO, 2016; MIGUEL, VINHAL 2021).

Os danos causados pela retenção das águas na plataforma tornam os trabalhos de reparação muito dispendiosos por exigirem a remoção da grade de trilhos e a substituição do leito da via férrea, causando um expressivo passivo, após a concessão, se não reparado. O enraizamento do subleito também provoca a perda de suporte da capacidade da infraestrutura provocando deformações e perda da correção geométrica da grade de trilhos. Quando as drenagens forem invadidas pelo desenvolvimento sem controle da vegetação, prejudicando o escoamento das águas, considera-se obrigatória uma limpeza geral antes do período de chuvas (MIGUEL, VINHAL 2021, p 18).

A limpeza de cortes, bueiros e canaletas, fazem parte da drenagem obstruída, e precisam ser mantidos em estado adequado para funcionamento, para assegurar o escoamento das águas, que provocam instabilidades de taludes de cortes e aterros. Outro problema é o acúmulo de água na plataforma, que tornam os trabalhos de reparação muito dispendiosos por necessitar da remoção da grade de trilhos e a substituição do leito da via férrea. O enraizamento do subleito também provoca a perda de suporte da capacidade da infraestrutura provocando deformações e perda da correção geométrica da grade de trilhos. Quando as drenagens forem invadidas

pelo desenvolvimento sem controle da vegetação, prejudicando o escoamento das águas, considera-se obrigatória uma limpeza geral antes do período de chuvas (MIGUEL, VINHAL 2021).

A drenagem é essencial para garantir o funcionamento adequado com segurança para a locomoção. Sua principal função está em eliminar a água de determinado local, conduzindo-a de forma segura para outro. Um projeto eficaz de drenagem possui um desempenho estrutural e garantia da vida útil no local drenado. Os sistemas de drenagem são classificados em dois grandes grupos: drenagem superficial e drenagem de profunda. Esta classificação é baseada a partir da localização dos drenos (OLIVEIRA, 2020).

A drenagem é considerada superficial quando os drenos estão na superfície e os mesmos são responsáveis pela condução da água do escoamento superficial. A Drenagem subterrânea ou profunda é a drenagem abaixo da superfície. A drenagem profunda tem como principal objetivo drenar a água em excesso do terreno e fazer sua correta destinação (OLIVEIRA, 2020). Quando ocorre algum tipo de obstrução nas canaletas, a drenagem não tem seu fluxo correto, passando a obstruir o local.

A erosão são crateras corridas ao redor dos trilhos, geralmente provocadas por excesso de temporais que atingiram a região, provocando o deslizamento de aterro que sustentava parte da linha férrea (CARRASCO, 2014) (Figura 3).

Figura 3 - Erosão em ferrovia



Fonte: <https://www.alagoas24horas.com.br/630132/ferrovia-e-interditada-por-causa-de-deslizamento-de-terra/>. Acesso em: 01 de maio. 2023

Para evitar tais transtornos a Diretoria de Infraestrutura Ferroviária do DNIT tem por atribuição a realização de obras na malha ferroviária sob sua responsabilidade, em especial aquelas destinadas à eliminação de conflitos entre ferrovias e vias urbanas (OLIVEIRA, 2019).

Ainda na visão de Oliveira (2019, p. 20)

Os elementos da estrada de ferro que formam a superestrutura da via férrea são fundamentais para estabilidade operacional da via, portanto um estudo detalhado é necessário visando os principais pontos de falhas que provocam os acidentes que impactam diretamente no processo produtivo da empresa.

Têm-se também as normas para a construção e manutenção da estrada de ferro, como a NBR 5462 (1994) define os termos relacionados com a confiabilidade e a manutenibilidade da ferrovia. Entre as ações previstas tem-se um conjunto de ações de manutenção a serem efetuadas em um nível de intervenção especificado, sendo estes:

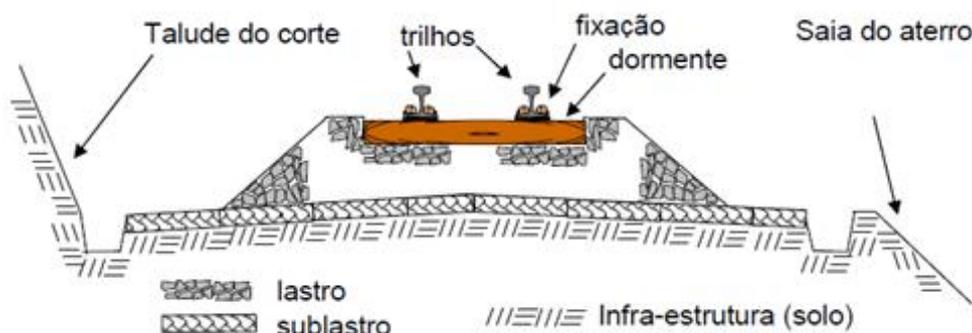
- Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item;
- Manutenção corretiva: efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida;
- Manutenção controlada ou preditiva: permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva;
- Manutenção programada: efetuada de acordo com um programa preestabelecido;
- Manutenção não programada: que não é feita de acordo com um programa preestabelecido, mas depois da recepção de uma informação relacionada ao estado de um item;
- Manutenção deferida: não é iniciada imediatamente após a detecção da pane, mas é retardada de acordo com certas regras de manutenção (ABNT, NBR 1994, p. 7).

### **2.3 Sistemas de drenagem da ferrovia**

Para que se possa entender como ocorre o sistema de drenagem da ferrovia é preciso conhecer a estrutura da mesma. A composição da ferrovia implica diversos subsistemas, cuja principal característica é a permanência dos trilhos paralelos, instalados de forma permanente sobre os leitos. Podem existir variações quanto ao tipo de estrutura da ferrovia, dimensão dos trilhos, material das rodas, do leito ferroviário, entre outros (COIMBRA, 2008; MOURA, 2018). A ferrovia pode ser

dividida em dois subsistemas básicos: material rodante, que inclui veículos tratores e rebocados, e a via permanente, que por sua vez, se divide em infraestrutura e superestrutura. A figura 4 detalha dois importantes subsistemas que serão tratados neste trabalho: a infraestrutura e a superestrutura, também chamada de Via Permanente (ANDRADE 2021).

Figura 4- Corte transversal de seção da Via Permanente, mostrando elementos da infra e da superestrutura.



Fonte: Pedroni (2008).

Observa-se que a infraestrutura precisa ser resistente e ter capacidade de suporte e estabilidade devida à repetição de carregamentos, além de não possuir falhas de fundação e depressões, buracos ou pontos moles em seu interior. Tais falhas podem comprometer o entorno da ferrovia.

Ribeiro (2012) acrescenta que o sistema de drenagem da via é um dos principais componentes da infraestrutura, por manter o lastro seco. O sistema de drenagem deve considerar as águas superficiais e as subsuperficiais, adequando-se os elementos de escoamento, como por exemplo, a construção de canaletas para retirada de águas superficiais e rebaixamento de lençol para águas subsuperficiais. Ainda o autor complementa que os taludes laterais da infraestrutura devem receber elementos que possam conter a chegada de água à estrutura da via.

Pedroni (2008) ressalta que a infraestrutura é a soma dos elementos da terraplanagem, drenagem e obras de arte correntes e as obras de arte especiais. Câmara (2016) divide de uma forma diferente. Para ele, a infraestrutura é formada por cortes, aterros, obras de arte corrente e obras de arte especiais.

Os principais sistemas de drenagem são canaletas, valas não revestidas e bueiros, que serão abordados como tema principal na pesquisa. Para evitar que alguns trechos da via-férrea fiquem obstruídos por vegetação em excesso, é

necessário que se faça a limpeza dos locais. As figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10 demonstram o antes e depois de bueiros que foram limpos.

Figura 5- Limpeza de Bueiros (antes)



Fonte: O Autor (2023)

Figura 6- Limpeza de Bueiros (Depois)



Fonte: O Autor (2023)

A limpeza tem como objetivo assegurar a remoção de entulhos e sedimentos depositados em locais próximos a ferrovia, que impedem o escoamento normal das águas fluviais, que podem comprometer a integridade dos terrenos e estabilidade dos taludes (MRS, 2021).

Figura 7- Limpeza de Canaleta (antes)



Fonte: O Autor (2023)

Figura 8- Limpeza de Canaleta (depois)



Fonte: O Autor (2023)

A Limpeza e manutenção de Valas são descrita pelo Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Espírito Santo (DAER, 2007) como sendo

de responsabilidade da empresa detentora do serviço, e deverá ser executada no intuito de estabelecer a condição de escoamento rápido das águas para que as valas funcionem como canais para manter as águas distantes da pista.

Figura 9- Limpeza de Vala não revestida (antes)



Fonte: O Autor (2023)

Figura 10- Limpeza de Vala não revestida (depois)



Fonte: O Autor (2023)

Os serviços, no que corresponder, seguirão as orientações básicas da Especificação DAER-ES-D 14/91 (Limpeza e Desobstrução de Dispositivos de Drenagem). As etapas executivas do serviço têm a seguinte sequência:

- a) - SINALIZAR o trecho de acordo com as Instruções para Sinalização Rodoviária do DAER;
- b) - ROÇAR a vegetação em torno da vala se for o caso;
- c)- REMOVER entulhos, sedimentos, materiais terrosos, pedras e DESOBSTRUIR os terminais da vala na faixa de domínio ou junto às caixas coletoras, utilizando processos mecânicos ou manuais, conforme o caso;
- d)- TRANSPORTAR os restos da limpeza e roçada para locais adequados;
- e) - RETIRAR a sinalização e
- f) - LIBERAR o trecho ao tráfego. É importante executar o serviço com toda a precaução para não ocasionar danos aos demais dispositivos e à seção de projeto (DAER, 2007).

### 3 Metodologia

O presente trabalho é uma revisão bibliográfica, pois, segundo Gil (2019) é a pesquisa onde busca sobre assunto em pauta já foi discutido de forma igual ou semelhante, ou até mesmo com aspectos secundários na busca desejada. Com alusão às principais conclusões que outros autores afirmaram e os estudos de casos já existentes, busca-se contribuir com comportamentos e atitudes, reafirmá-los ou mesmo contradizê-los.

A evolução da malha ferroviária tem trazido transtornos para a manutenção de seu entrono. As anomalias mais comuns são as obstruções dos dispositivos de drenagem, a ausência desses, o fluxo indisciplinado e erosões.

As anomalias registradas são do período de janeiro a março de 2023 entre as cidades de Juiz de Fora a Barbacena, cujo trecho possui 1 Km de ferrovia de km 317 ao Km 318, indicando as interfaces provocadas pela falta de manutenção e intempéries da chuva na ferrovia. O artigo em questão é uma análise de dados em uma ferrovia localizada no sudeste de Minas Gerais que atende também a outros estados como Rio de Janeiro e São Paulo. São 1.643 km de ferrovia, aproximadamente 6% da estrutura nacional.

Figura 11 - Mapa da malha regional sudeste



Fonte: <https://www.mrs.com.br/empresa/ferrovia-frota/>

#### 4 Análise de Dados

Como observado anteriormente o estudo em questão aborda as anomalias provocadas pela da chuva na ferrovia. O foco do estudo será uma intempérie conhecido como cabeça D'água.

Conforme Collischonn, Kobiyama (2019, p. 3) “cabeça d'água é o nome pelo qual se conhece, em grande parte do Brasil, eventos de cheia repentinos que ocorrem, tipicamente, em rios e córregos de grande declividade localizados ao longo de serras e montanhas”. É considerado como um aumento no nível da água em determinado local. Os dados retirados para análise do estudo foram de um Laudo Técnico da Empresa MRS Logística.

O local do estudo foi a Malha Regional Sudeste próximo a BR-040 no KM ferroviário 317-318, no trecho de Minas Gerais, na cidade de Santos Dumont. O local é parte de um relevo montanhoso, situado ao lado direito da plataforma ferroviária, onde existe uma encosta de aclave acentuado, coberta predominantemente por vegetação rasteira (MRS, 2023). No local encontra-se talude que separa a ferrovia de um curso d'água (Figuras 12 e 13).

Figura 12- Mapa do local da ocorrência



Fonte: MRS (2023)

Figura 13- Mapa do local da ocorrência



Fonte: MRS (2023)

Devido às chuvas fortes que ocorreram na região estudada, ainda nos primeiros meses de 2023, ocorreu um deslizamento de terra na altura do Km 318+350 e do Km 317+450. Com o grande volume de água que desceu das encostas os bueiros não comportaram e transpuseram a plataforma ferroviária em direção ao talude que margeia o rio, à sua esquerda (MRS, 2023).

As chuvas ocorridas em janeiro de 2023 na região de Santos Dumont, com volumes 70% superiores à média histórica dos últimos anos no mesmo período, resultaram na saturação do solo e consequentemente um deslizamento de massa. O grande volume de água que desceu das encostas não foi comportado pelos dispositivos de drenagem existentes, fazendo com que a água ultrapassasse a plataforma ferroviária, provocando erosões ao longo da crista do aterro.

Conforme o relatório da empresa MRS “o movimento de massa carregou algumas árvores existente na base da encosta e parte da lama assoreou as valetas e invadiu a linha férrea” (MRS, 2023, p. 4). Devido a ultrapassagem do fluxo de água na plataforma ferroviária, ocorreram erosões no talude marginal ao rio em parte do trecho, atingindo a projeção da plataforma provocando rupturas do solo e do aterro existentes (Figuras 14, 15, 16 e 17).

Figura 14- Foto da erosão do talude.



Fonte: MRS (2023)

Figura 15- Foto da erosão da plataforma ferroviária



Fonte: MRS (2023)

Figura 16- Foto do material proveniente da erosão



Fonte: MRS (2023)

Figura 17- Foto do acúmulo de material na malha ferroviária



Fonte: MRS (2023)

## 4.1 Laudo Técnico

Conforme a descrição sucinta da área em relação aos componentes ambientais e interferências em Áreas de Preservação Permanente (APP), foi informando o tipo de cobertura vegetal e o quantitativo de área afetada em determinados trechos da área afetada estão inseridos na APP do curso d'água paralelo à ferrovia. Contudo, não há Unidades de Conservação ou zonas de amortecimento na área atingida.

A cobertura vegetal nos locais afetados pelo deslizamento e pelas erosões era composta predominantemente por vegetação rasteira, e havia algumas árvores isoladas. A região está inserida no bioma Mata Atlântica, conforme mapa do IBGE, mas em área antropizada composta por pastos, plantações de eucalipto e residências, cerca de 1,7 quilômetros do trecho urbanizado do município de Santos Dumont-MG. (Figura 18).

Figura 18- A cobertura vegetal nos locais afetados pelo deslizamento



Fonte: MRS (2023)

Durante o atendimento à emergência não houve supressão de vegetação nativa, somente o recolhimento das árvores carreadas pelo deslizamento e sua deposição em áreas adjacentes a ferrovia, dentro da faixa de domínio, para incorporação ao solo.

O laudo técnico traz também a Descrição das obras, serviços e intervenções destinadas às correções realizadas e/ou que se fazem necessárias, acompanhado de croquis ou projeto básico. Foram realizadas as seguintes intervenções para atender a ocorrência e restabelecer o fluxo de trens: construção de novas valetas para melhorar o escoamento superficial; retirada da vegetação carreada pelo deslizamento e incorporação ao solo em áreas adjacentes dentro da faixa de domínio; limpeza em pontos da plataforma ferroviária. (Figuras 19 e 20)

Figura 19- Estaqueamento do aterro com trilhos

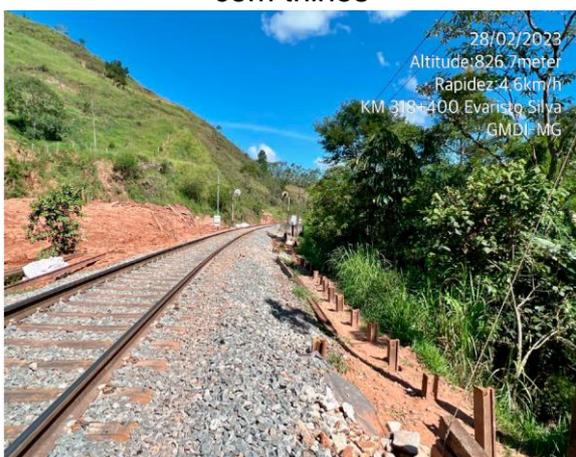
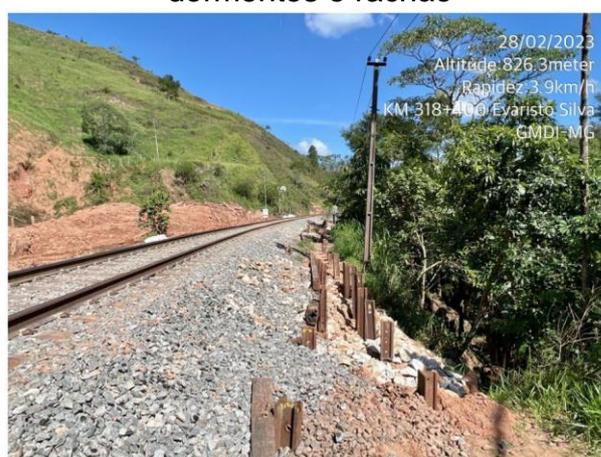


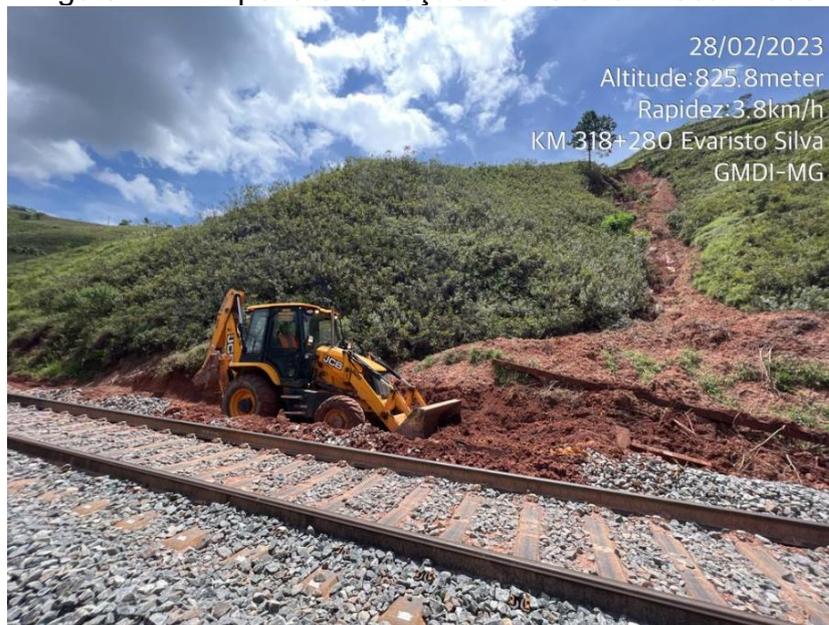
Figura 20- Contenção de trilhos dormentes e rachão



Fonte: MRS (2023)

Como desdobramento das ações já realizadas em campo após as ocorrências, a Gerência Geral de Infraestrutura da MRS, já providenciou uma visita técnica às áreas afetadas para que seja avaliada a necessidade de obras de contenção adicionais ou a suficiência das estruturas já executadas para a garantia da segurança operacional. Caso seja confirmada a necessidade, serão elaborados projetos para o seu atendimento. (Figura 21).

Figura 21- Limpeza e remoção de material mecanizado



Fonte: MRS (2023)

As medidas mitigadoras implementadas e/ou que se fazem necessárias para reduzir rapidamente os impactos causados à circulação ferroviária e mitigar as erosões, as equipes da Gerência Geral de Infraestrutura e Gerência Geral de Malha Ferroviária foram mobilizadas para atendimento no local.

Figura 22- Abertura de vala mecanizada

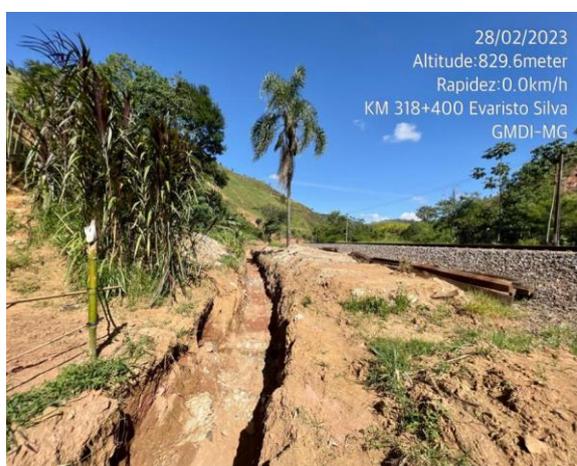
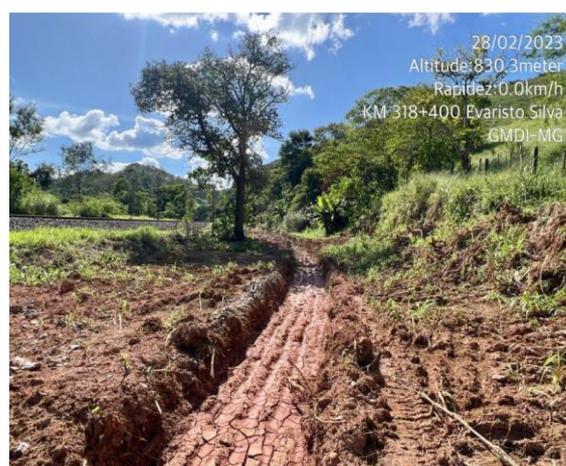


Figura 23- Abertura de vala mecanizada



Fonte: MRS (2023)

As seguintes intervenções paliativas foram implementadas: execução de cortinas de trilhos (compostas por estacas cravadas com intervalos de espaço

constantes entre si); paliçada de trilhos e dormentes (estacas de trilhos cravados no solo, com a porção superior não cravada realizando a função de contenção, sendo o paramento constituído de dormentes); desobstrução de dispositivos de drenagens existentes e abertura de valas.

### **Considerações finais**

É comum ocorrer em algumas regiões do Brasil, instabilidade de encostas naturais, que são isentas da ação antrópica é a água. Geralmente as áreas de risco são decorrentes das características do solo associadas a ação hidráulica. Conforme observado às áreas afetadas são propensas a deslizamentos, principalmente pela precariedade dos sistemas de drenagem e de infraestrutura.

Para evitar tais riscos é preciso que se tenha um sistema eficiente de drenagem eficiente para evitar infiltrações no maciço que resultem em quedas de barreiras ou rochas, assim como instabilidades que resultem em escorregamentos em aterros, problemas em travessia em linhas de drenagem e nos sistemas de drenagem.

Conforme a análise de dados pode-se verificar como apresentado na figura 1 que o volume de transporte tem um crescimento médio por ano de aproximadamente 7% entre os anos de 2019 a 2022, e por este motivo, ocorrem transtornos para a manutenção do seu entorno. As anomalias citadas na malha ferroviária entre cidades de Juiz de Fora a Barbacena foram provocadas pelas chuvas, como denominado de cabeça d'água.

A situação no local após a queda da encosta atingiu as valetas e invadiu a linha férrea, provocando também rupturas do solo e do aterro existentes, havia também queda de árvores no local. A empresa responsável pela ferrovia, realizou intervenções para atender a ocorrência e restabelecer o fluxo de trens.

É muito importante a manutenção inspeção com maior recorrência, para identificar possíveis anomalias dos dispositivos de drenagem é crucial para evitar problemas de drenagem, proteger a infraestrutura ferroviária e garantir a operação segura e eficiente da ferrovia. Essa prática ajuda a prevenir inundações, preservar a integridade da via, proteger contra danos estruturais e minimizar atraso e interrupções no serviço ferroviário.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, André De Queiroz Henriques; DIAS, Francisco Saraiva. *A importância do esmerilhamento na manutenção de vias férreas*. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Mecânico. Niterói. 2019.

ALVES, Camila Adriana Oliveira; MATEUS, Thiago Vaz. *Estabilidade de taludes: Estudo das condições de estabilização em taludes naturais*. Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de bacharel em Engenheiro Civil no curso de Engenharia Civil, da Faculdade Doctum de João Monlevade. João Monlevade, 2018.

ANDRADE, Carlos Cícero Reis. *Avaliação das características químicas, mecânicas e metalográficas do defeito de canoamento em solda por centelhamento de trilhos ferroviários*. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Materiais, da Universidade Federal do Pará, Campus Ananindeua, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Materiais. Ananindeua, 2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT- NBR 5462  
Confiabilidade e manutenibilidade, 1994. Disponível em:  
<https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/8044/nbr5462-confiabilidade-e-mantenibilidade>. Acesso em 23 mar. 2023

CAMPBELL, Hugo, et al. *Otimização da Logística de Manutenção baseada no Planejamento da Distribuição de Materiais em uma Malha Ferroviária*. LII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. João Pessoa, 2020. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/345777394\\_Otimizacao\\_da\\_Logistica\\_de\\_Manutencao\\_baseada\\_no\\_Planejamento\\_da\\_Distribuicao\\_de\\_Materiais\\_em\\_uma\\_Malha\\_Feroviaria](https://www.researchgate.net/publication/345777394_Otimizacao_da_Logistica_de_Manutencao_baseada_no_Planejamento_da_Distribuicao_de_Materiais_em_uma_Malha_Feroviaria). Acesso em: 30 mar. 2023

CARRASCO, Filipe Miguel Véstia. *Licenciado em Engenharia Geológica Reabilitação de taludes de aterro em encostas: análise de um caso numa ferrovia em Odemira*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geológica (Geotecnia). 2014.

COLLISCHONN, Walter; KOBAYAMA, Masato. A hidrologia da cabeça d'água (1): ocorrências e observações no Brasil. XXIII Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos, 2019.

CORDEIRO, William Rubbioli; GUIMARÃES, Antônio Carlos Rodrigues, MARQUES, Maria Esther. *Manutenção preditiva de infraestrutura ferroviária em um trecho da malha de SP*. 2016. Disponível em:  
<https://transportes.ime.eb.br/etfc/monografias/MON098.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2023

MIGUEL, Daniel; VINHAL, Silvio et al. *Manual de fiscalização do transporte ferroviário*. 3ª Ed. Brasília, DF, 2021. Disponível em:

<https://portal.antt.gov.br/documents/359178/0/MANUAL+DE+FISCALIZA%C3%87%C3%83O+DO+TRANSPORTE+FERROVI%C3%81RIO+++++3%C2%AA+EDI%C3%87%C3%83O.pdf/118f7954-7ec7-b951-546c-7d0da1e0c4e1?t=1640140505377>. Acesso em: 12 abr 2023

MOURA, Diogo Furtado. *Priorização da manutenção de superestrutura ferroviária através de programação por metas*. Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil – Área de Concentração em Transportes. Vitória, 2018.

MRS. Especificação técnica de serviço: sarjetas, canaletas e valetas. Registro Interno. EPS-INF-0605/03.00, 2021.

OLIVEIRA, Luiz Carlos. *Estudo da confiabilidade operacional da malha ferroviária na região dos Convertedores Da Arcelormittal Tubarão*. Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Confiabilidade, do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

OLIVEIRA, Nathalya Raquel Nobre. *Sistema de drenagem em pátios de estocagem: um estudo de caso em Serra Norte – Carajás*. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Tecnológico Vale, como parte dos requisitos para obtenção do título de especialista lato sensu em Beneficiamento Mineral. Parauapebas, 2020.

PEDRONI, Patrick Guedes. *Análise de Falhas das Fraturas de Trilhos: O Caso da Ferrovia do Aço*. Rio de Janeiro: IME, 2008.

ROSA, Diego Leonardo; PELIZONI, Andrea Balbuzano. *Proposta Preliminar de Plano de Manutenção para Taludes Ferroviários na Malha Ferroviária da MRS*. IN ANDRADE, Darly Fernando. *Engenharia no Século XXI*, v 8. Organização Editora Poisson, Belo Horizonte, MG: Poisson, 2019.

ROSA, Rodrigo de; RIBEIRO, Rômulo Castello Henriques. *Estradas de ferro: projeto, especificação e construção*. Dados eletrônicos. Vitória: EDUFES, 2016. Disponível em <https://repositorio.ufes.br/handle/10/11609>. Acesso em: 12 abr. 2023.

SILVA, Eduardo Teixeira Fonseca. *Análise da evolução dos defeitos de bitola na via permanente da MRS para planejamento de intervenções preditivas de manutenção*. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Transporte Ferroviário de Carga do Instituto Militar de Engenharia, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Transporte Ferroviário de Carga. Rio de Janeiro, 2006.