

IMPACTOS DA DEFICIÊNCIA DO SISTEMA DE DRENAGEM EM VIAS FÉRREAS

Wender Messiatto da Silva

Engenheiro Civil; Mestrando em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais – UNESP;
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

RESUMO

A gestão de ferrovias no Brasil teve grandes mudanças em função do aumento de mercadorias transportadas, porém é necessário confiabilidade operacional e limite orçamentário para que o custo do transporte não inviabilize a operação. Os impactos causados no lastro ferroviário por agentes externos limítrofes à ferrovia ocasionam prejuízos quanto à confiabilidade de trânsito na linha férrea. A colmatagem do lastro ferroviário devido agentes externos incorre em anomalias na via férrea. Cada vez mais a tomada de decisão quanto aos requisitos para eficiência operacional da manutenção são exigidos com relação ao ciclo de vida do lastro ferroviário para que haja conservação, remodelação e renovação da via férrea.

PALAVRAS-CHAVE: lastro colmatado; ferrovias; sistema de drenagem.

INTRODUÇÃO

O transporte ferroviário ocorre pelo tráfego de veículos ferroviários de manutenção, inspeção, trens de carga e trens de passageiros através da via férrea. A via férrea possui infraestrutura e superestrutura, esta que também é denominada de via permanente. A superestrutura ferroviária tem como seus elementos os trilhos, dormentes, fixação e lastro que são apoiados no sub-lastro. O conjunto formado por trilhos, fixação e dormentes também é denominado de grade.

Abaixo da superestrutura, tem-se a infraestrutura, que é constituída de plataforma, cortes, aterros, obras de arte corrente e especiais, bem como os seus respectivos elementos do sistema de drenagem.

A eficiência do sistema ferroviário depende da capacidade operacional da circulação dos veículos ferroviários de acordo com o estado de conservação da via férrea e da demanda transportada, para que o sistema ferroviário tenha boa integração com outros sistemas de transporte pela intermodalidade.

COSTA (2015) afirmou que houve aumento da demanda do transporte ferroviário na última década, ou seja, houve crescimento da necessidade de maior volume de carga transportada em menor intervalo de tempo, desta forma aumentou também o número de solicitações na superestrutura e infraestrutura ferroviária.

Com o aumento da demanda de transportes de cargas pelo modo ferroviário, sobretudo o transporte de *commodities*, levou a grande redução no transporte de passageiros. O Quadro 1 apresenta a informação de que atualmente 1647,8 km das vias férreas possuem operação de transporte regular de passageiros.

Quadro 1. Transporte ferroviário de passageiros no Brasil.

TRECHO	UF	EXTENSÃO (km)
Corcovado/Cosme Velho	RJ	3,8
Curitiba/Morretes/Paranaguá	PR	110
Paraupébas/São Luis	PA/MA	870
Vitória/Belo Horizonte	ES/MG	664

Fonte: Adaptado de ANTT (2016)

A densidade de transporte é o parâmetro que mede a razão entre o número de quilômetros de via por 1000 km² de território. O modo ferroviário possui densidade de transporte com o valor de 3,4 enquanto que o hidroviário e rodoviário possuem valor de 2,6 e 25,0, respectivamente, segundo a Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2015).

2 TRAÇADO FERROVIÁRIO

Ocupações humanas surgiram ou desenvolveram-se com a presença da ferrovia. Com o crescimento da urbanização, mediante as alterações de uso e ocupação do solo, houve aumento de áreas impermeáveis que outrora eram trechos rurais ou com pouco uso e ocupação do solo no período da concepção do projeto da ferrovia. Há, portanto pontos com incoerência entre o sistema de drenagem dos municípios e o sistema de drenagem das ferrovias. Pela Figura 1 é possível perceber o impacto ocasionado por águas pluviais urbanas no município de Penápolis-SP, sendo a erosão na plataforma (delineada em vermelho) e talude de corte (delineado em preto).

Os impactos de agentes externos que causam danos nos equipamentos ferroviários são mais intensos no ambiente urbano do que no meio rural. Os trechos ferroviários circunvizinhos de áreas com menor porcentagem de urbanização ou de menor atividade humana possuem menor necessidade de manutenção. Sendo assim, os custos logísticos, bem como a segurança ferroviária estão ligados à locação do traçado em que se encontra a via férrea.

Figura 1. Erosão na plataforma e talude de corte.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

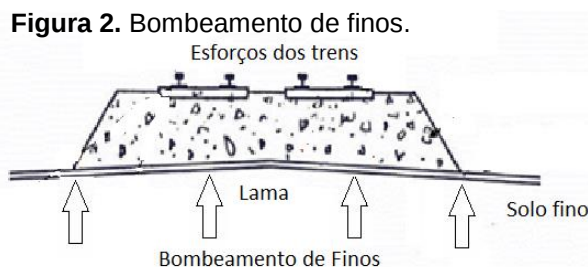
3 LASTRO FERROVIÁRIO

Conforme SGA VIOLI (2015), o lastro ferroviário tem a função de suportar e distribuir tensões verticais, em função do tráfego, da grade para a plataforma ferroviária, além de amortecer vibrações e ruídos. A estabilidade da grade ferroviária frente a forças longitudinais, laterais e verticais é garantida pelo lastro ferroviário que mantém o nivelamento necessário para o contato roda-trilho.

A colmatagem do lastro trata-se da obstrução dos vazios do lastro ferroviário, que incorre na diminuição da capacidade drenante, conforme OLIVEIRA (2013). De acordo com COSTA (2014), com a concentração de materiais finos presentes no lastro ferroviário em presença de umidade, formam-se uma lama que causa lubrificação excessiva, causando plasticidade do lastro. Por outro lado, se os materiais finos nos vazios estão secos pode ocorrer aderência ao material graúdo elevando a rigidez do lastro. A colmatagem do lastro pode ocorrer pela degradação da plataforma que na época da construção da via férrea foi dimensionada para suportar um número menor de toneladas por eixo. O processo é desencadeado pela penetração da brita na plataforma, que acarreta a percolação vertical do solo fino pelos vazios do lastro ferroviário segundo STEFFLER (2013).

Porto (2004) afirma que a presença de água conjuntamente com a super solicitação e a existência de solo fino no subleito acarreta o bombeamento de finos. O surgimento de água na plataforma ou em taludes ferroviários ocorre por falta de elementos no sistema de drenagem sub-superficial. A presença constante de água

na infraestrutura ferroviária favorece a colmatção de lastro pela aceleração do processo de bombeamento de finos. A Figura 2 demonstra o processo de bombeamento de finos.



Fonte: Adaptado de Porto (2004) e Coimbra (2008).

A colmatção do lastro pode ocorrer por materiais finos provenientes da granulometria inadequada da brita, em que o material miúdo causa a colmatção (STEFFLER, 2013) e pela quebra da própria brita (SELIG; COLLINGWOOD; FIELD, 1994 apud SGAVIOLI, 2015).

O lastro pode ser colmatado por fatores externos com origem da própria operação de transporte ferroviário. Durante a operação do transporte, inclusive operações de carga e descarga em pátios e terminais a colmatção pode ocorrer pela queda de produtos a granel. STEFFLER (2013) recomendou o controle do desenvolvimento da vegetação através de capina, pois a queda de produtos agrícolas, durante a operação de transporte, acarreta em maior germinação e, posteriormente, maior presença de material orgânico entre os vazios do lastro.

A colmatção por fatores externos, também pode ocorrer pelo carreamento de material orgânico e não orgânico proveniente do escoamento superficial do sistema de drenagem circunvizinho a ferrovia. A Figura 3 mostra a colmatção do lastro ferroviário pelo carreamento de solo em uma passagem em nível no município de Fernandópolis-SP.

O lastro ferroviário deve permitir, entre seus vazios, a drenagem superficial. A presença de lastro colmatado gera defeitos nos componentes da grade ferroviária (STEFFLER, 2013). A ocorrência de colmatção do lastro por fatores externos, quanto ao carreamento de material indesejável para a ferrovia, é intensificado no período chuvoso. A precipitação gera escoamento superficial e com isso ocorre carreamento de material indesejável para a ferrovia, que acarreta obstrução do sistema de drenagem inclusive do lastro ferroviário.

Figura 3: Lastro colmatado por carreamento de material indesejável em passagem em nível



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Quando os elementos de drenagem superficial da plataforma ferrovia como caixas coletoras, bueiros de greide e valetas de proteção estão obstruídos ou insuficientes, aumenta-se a possibilidade de colmatção de lastro devido maior escoamento superficial pela ferrovia. No entorno da ferrovia, no caso de bocas de lobo e galerias estiverem obstruídas ou insuficientes, aumenta a possibilidade de colmatção de lastro devido à maior incidência de escoamento superficial para ferrovia.

À medida que ocorre avanço na urbanização, durante a etapa inicial das obras de engenharia ocorre a presença de solo exposto. O solo exposto nas circunvizinhanças da ferrovia de acordo com a diferença de nível topográfico, com o escoamento superficial aumenta a probabilidade de colmatção de lastro.

O processo de erosão em taludes de cortes pode ser acelerado pela ausência de vegetação, o solo fica exposto. O solo erodido do talude de corte da ferrovia fica que depositado na plataforma obstrui o escoamento superficial da valeta de plataforma, com isso, gera problemas no sistema de drenagem ferroviário e, por fim a colmatção de lastro.

A presença de vegetação inadequada de grande porte nos taludes de corte da ferrovia também provoca queda de solo, de material rochoso e da própria vegetação na plataforma, sobretudo durante eventos de chuva em que o solo permanece saturado. Outro fator, porém com processo mais lento, ocorre quanto a presença de vegetação inadequada de grande porte em taludes de corte, é o crescimento prejudicial das raízes, de forma que há desprendimento de solo, rocha, e até mesmo da própria vegetação. A queda deste material indesejável causa danos no sistema de drenagem da ferrovia, e assim ocasiona colmatção do lastro.

A ferrovia possui uma área destinada a funcionalidade do sistema de drenagem, porém, ocasionalmente, existem interferências externas na faixa de domínio da ferrovia que obstruem elementos do sistema de drenagem, que além de causar colmatção do lastro, traz risco a segurança aos próprios invasores. A obstrução do sistema de drenagem por construções na faixa de domínio da ferrovia, lançamento de lixo e entulho, e também, a construções de passagens clandestinas de pedestres e veículos geram prejuízos quanto à colmatção do lastro e segurança ferroviária. Através da Figura 4 podemos perceber os efeitos de colmatção no lastro devido interferências externas como invasão de faixa de domínio, lançamento de lixo e entulho, bem como construção clandestina de passagem de pedestres e veículos no município de Cordeirópolis-SP.

Figura 4. Impacto no lastro ferroviário decorrente de interferências externas agrupadas.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Em locais onde há incidência de deformação no subleito, opta-se pela elevação das camadas de lastro para que as tensões propagadas para o subleito sejam reduzidas; porém se a drenagem e a geometria estão debilitadas, recomenda-se a limpeza do lastro (SGAVIOLI, 2015).

STEFFLER (2013) afirma que a limpeza de lastro mecanizada, utilizando máquinas de grande porte, possui maior produtividade, comparando-se com a limpeza de lastro manual. A execução da limpeza de lastro pode ser realizada de forma total ou parcial. Na limpeza de lastro parcial o lastro colmatado é retirado nos ombros e nos entremeios dos dormentes e repõe-se com brita nova. O levantamento da linha permite novo nivelamento com inserção de brita nova imediatamente na face inferior do dormente formando-se um calo. De outro modo, na limpeza de lastro

total, todo o lastro colmatado é substituído por brita nova, inclusive o da camada inferior do dormente.

4 INTERFERÊNCIA DO LASTRO COLMATADO NA OPERAÇÃO

O ciclo de vida útil do lastro ferroviário após limpeza de lastro parcial é de dois a três anos, pois apenas retarda os efeitos do lastro colmatado e os sistemas podem operar com eficiência (SGAVIOLI, 2015).

Com a presença do lastro colmatado a capacidade de drenagem diminui e modifica-se a resposta resiliente da via férrea, nas condições seca ou úmida, alterando o comportamento mecânico da ferrovia, sobretudo com super solicitação no contato roda-trilho.

A má drenagem favorece o abatimento da plataforma e o surgimento de laqueado, em que a água penetra e fica confinada na plataforma. A presença de água na plataforma favorece o bombeamento de finos e, conseqüentemente, danos a grade ferroviária e faz-se necessário impor restrição de velocidades para manter a segurança de tráfego.

As restrições de velocidade aumentam o *headway* (que é o intervalo entre os trens). Com menor capacidade de circulação dos trens há impacto direto na balança comercial do país, principalmente se a restrição de velocidade ocorre em um corredor de exportação.

5 CONCLUSÃO

A colmatção do lastro devido a agentes externos inviabiliza o processo de manutenção por acelerar o processo de degradação da via permanente. A verificação das causas da colmatção é uma ferramenta na tomada de decisão na gestão da manutenção diante de impactos causados por externalidades (STEFFLER, 2013).

O conhecimento da origem do elemento que colmata o lastro pode auxiliar na redução de custos de manutenção, a partir do uso de medidas para mitigar ou solucionar o problema da colmatção, garantindo aumento de durabilidade dos componentes da via sem paradas na operação.

REFERÊNCIAS

AFONSO, H.C.A.G. Análise dos custos de transporte da soja brasileira, 138p Dissertação (mestrado) - Instituto Militar de Engenharia - Rio de Janeiro, 2006.

ALIAS, Jean. *La Voie Ferrée: Techniques de Construction Et d'Entretien*. Paris, Eyroles, 1977. 472p.

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres, <<http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/4741.html>>

BRINA, H.I. Estradas de Ferro - 1 - Via Permanente. São Paulo, Livros Técnicos e Científicos Editora. 1979, 258p.

CNT – Confederação Nacional dos Transportes. Entraves Logísticos ao Escoamento da Safra de Soja e Milho no Brasil. Publicações: Economia em Foco <http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/ECONOMIA%20FOCO/economia_em_foco_22jun2015.pdf>

COIMBRA, M.V. Modos de Falha dos Componentes da Via Permanente Ferroviária e seus Efeitos no Meio Ambiente, 165 p.: il., graf., tab. Dissertação (mestrado) – Instituto Militar de Engenharia – Rio de Janeiro, 2008.

COSTA. R. C. et al. Avaliação da Contaminação de Lastro Ferroviário. ANPET – XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Curitiba – PR, 2014, 12 p.

COSTA. R. C. et al. Dispositivo de Medição de Deslocamentos em Via Permanente Para Determinação de Módulo de Via. ANPET – XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte, Ouro Preto – MG, 2015, 12p.

CRUZ, I. CAMPOS, V. B. G. Sistemas de Informações Geográficas aplicados à análise espacial em transportes, meio ambiente e ocupação do solo. Rio de Transportes III, 2005.

OLIVEIRA, A.C. Impactos Ambientais na Operação de Ferrovias. Trabalho de Conclusão de Curso. 87p, Universidade Anhembí Morumbi. São Paulo, 2013.

PORTO, T.G. PTR 2501 – Ferrovias. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Departamento de Engenharia de Transportes), 2004.

SGAVIOLI, F. et al. Análise do custo do ciclo de vida do lastro ferroviário na estrada de ferro Vitória Minas. Revista Transporte, V.23, n.4. 2015, 12p.

STEFFLER, Fábio. Via Permanente Aplicada: Guia teórico e Prático. Rio de Janeiro Livros Técnicos e Científicos Editora, 2013. 314p.

STOPATTO, Sérgio. Via Permanente Ferroviária: Conceitos e Aplicações. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987. 250p.

VALE. Manual Técnico de Via Permanente, 363p, EFVM-Estrada de Ferro Vitória-Minas, 2009.