

# Acidentes ferroviários: revisão bibliográfica acerca de atropelamento em via férrea

Samantha Aparecida Silva Veloso – samanthaveloso2008@hotmail.com  
MBA em Engenharia Ferroviária  
Instituto de Pós-Graduação – IPOG  
São Luís – MA, 14 de abril de 2020

## Resumo

*A sociedade permanece a se preocupar com a segurança do tráfego em vias férreas. Por ano, de forma direta ou indireta, os custos atribuídos a atropelamentos em estrada de ferro atingem a ordem de bilhões, considerando-se cotação em dólares. Nessa estimativa, não se inclui perdas humanas visto que estas não cabem em estimativas financeiras das tragédias no setor. Assim, o presente trabalho busca, sob os moldes de revisão bibliográfica, apontar fatores que oportunizam atropelamentos em ferrovias, descrever os acidentados na elaboração de seus perfis e identificar os métodos preventivos na mitigação desses acidentes. Em suma, a abordagem desta revisão aponta um perfil predominante de acidentados: sexo masculino, fase adulta, saúde em bom estado e classe social e econômica baixa. Falhas mecânicas não incidiram entre os principais fatores favoráveis aos atropelamentos em ferrovias, mas entre esses estão o consumo de droga e/ou medicamentos e álcool, práticas de suicídio e atenção insuficiente e até a falta da mesma. Mediante as causas críticas citadas, os resultados indicam medidas preventivas para mitigá-las: conscientização e educação, punições e comunicação. Além disso, os resultados se dão como base para estudos vindouros, dando-se abertura a linhas de pesquisas não menos importantes no setor ferroviário: segurança no tráfego.*

**Palavras-chave:** *Acidentes Ferroviários. Segurança em Ferrovia. Atropelamentos em Ferrovia.*

## 1. Introdução

Há uma proporção direta entre transporte público e desenvolvimento urbano, pois, sendo que estes apresentam íntima ligação, observa-se que, à medida que o transporte público (tanto rodoviário quanto ferroviário) evolui, o desenvolvimento urbano também progride num fluxo de crescimento que segue para as extremidades urbanas partindo de seus centros, e esse fluxo de crescimento é um padrão observado em diversas cidades (TEIXEIRA *et al.*, 2014:4).

Em cidades grandes, há alguns anos, argumentações públicas têm sido intensa e amplamente abertas a assuntos acerca da mobilidade urbana. Quanto mais relevante torna-se a mobilidade urbana para os pilares sociais, econômicos e ambientais da sociedade, esta é tratada com mais ênfase, reconhecimento e atenção pública (ABREU, 2020:41).

Em face dos debates públicos abertos à mobilidade urbana, um sistema de transporte exerce impactos econômicos positivos, sendo que este é operado no intuito de dar acesso a exercícios produtivos cotidianos em massa. Logo, regiões distintas são beneficiadas economicamente pela operação de um sistema de transporte, o qual é um fator propício ao desenvolvimento. Em contraste com os impactos econômicos

positivos, um sistema de transporte é agressivo ao meio ambiente, em especial, quando seus efeitos não são acompanhados. Assim, a negligência aos cuidados ambientais adequados reflete impactos negativos no próprio ambiente e, por consequência, diminuição da qualidade de vida da população adjacente às vias (DALEPRANE, 2007:19). Adequando-se esse contexto ao sistema ferroviário, medidas preventivas são de extrema urgência em vista dos acidentes ferroviários que afetam a vida da população em torno.

Assim como o sistema de transporte metroviário, o sistema de transporte ferroviário compõe na estrutura urbana vias de melhoria de mobilidade e acessibilidade e, ainda, valorização de imóveis adjacentes. A instalação desses sistemas na matriz de transporte de uma cidade influencia na sua dinâmica, atendendo grande massa de usuários (GUAZZELLI, 2011:13).

Na menção feita por Abreu (2020:41) quanto as vantagens desse sistema, uma das mais importantes é sua operação relativamente menos agressiva ao meio ambiente se comparado a alguns outros meios de transporte, além de sua regularidade e de ser alternativa para percorrer médias e longas distâncias economicamente. Mas, por ser um sistema que evidencia alguns aspectos negativos, Abreu (2020:41) os elenca da seguinte maneira:

Entretanto, a grande externalidade negativa consiste no fato do transporte ferroviário segregar a região em que está inserida em duas distintas áreas que, apesar de próximas fisicamente, apresentam poucas conexões, tais como passagens de nível (PNs), passarelas e viadutos. O deslocamento de pedestres em passagens de nível, quando essas não apresentam permissão para deslocamento (sinal fechado, por exemplo), e em passagens clandestinas (PCs) (caminhos abertos ilegalmente pela população), ocasiona acidentes ferroviários que em sua maioria resultam em mortes ou ferimentos graves (ABREU, 2020:41).

Padrões e objetivos expressos em contratos e editais de concessão, juntamente com leis de cunho federal submetem as ferrovias às suas diretrizes e são explícitas quanto as permissões e vetos de operação. Dentre outros parâmetros e metas, consta o zelo e conservação do meio ambiente, necessidade de ações mitigatórias e artifícios de diminuição de acidentes na ferrovia e, vinculado a esses requisitos, está o esclarecimento e demonstrações de investimento para essas finalidades. Assim, observa-se a preocupação acerca de acidentes, e indica-se como indispensável a vigilância técnica para atenuar seus índices e evitar suas ocorrências em qualquer gênero (DALEPRANE, 2007:20).

Alguns fatores são considerados para que se considere definitivamente um evento como acidente ferroviário: atuação direta de veículo ferroviário no evento inesperado; restrição de tráfego; danos diversos sofridos pelo próprio veículo, demais envolvidos como o ambiente no qual a via está instalada, possíveis animais, pessoas e também a própria estrutura da via permanente. O autor reflere em sua abordagem o conceito de acidente ferroviário expresso nas diretrizes da Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT e dá ênfase, a além dos fatores já citados, a transtornos de tempo e paradas de produção (BRASIL, 2006 apud ABREU:2020:42).

Geralmente, acidentes ferroviários resultam da junção de efeitos de causas múltiplas simultâneas ou sequenciais, pode-se considerar altamente isolados os casos em que uma única causa é suficiente para justificar tecnicamente o acidente. A estrutura e os princípios operacionais do sistema ferroviário é predominantemente mecânico, seria coerente se falhas mecânicas figurassem altos números na estatística de acidentes ferroviários, porém, a influência do fator humano nesses eventos é sobresaliente

sobre falhas mecânicas, sendo a principal causa ou causa coadjuvante (ABREU, 2020:42). Segundo Trottenberg e Rivkin (2013), colisões ferroviárias geram bilhões de dólares de custos pessoais e sociais a cada ano.

De forma crítica, a sociedade expressa preocupações com a segurança do tráfego em vias férreas, pois, numa ampla coerência entre vários autores como Oh *et al.* (2006), Hu *et al.* (2010), Russo (2013), Hao e Daniel (2014), Liu *et al.* (2015), Liu *et al.* (2016), Zhao e Khattak (2015) e Zhang *et al.* (2018), acidentes mortais entre trens e veículos a motor, especialmente na classe ferrovia-rodovia em cruzamentos, são extensivamente examinados por pesquisadores rodoviários e ferroviários.

A maioria desses pedestres envolvidos foram denunciados como invasores, por não estarem autorizados a transitar em propriedade ferroviária utilizada para operações e cuja presença é proibida e ilegal. Em 2015, os pedestres que invadiram as propriedades ferroviárias contribuíram para que resultasse em mais de 450 mortes e 300 feridos. Fatalidades relacionadas a invasão de pedestres e os ferimentos continuaram a aumentar nos últimos anos, o que justifica a preocupação crítica da sociedade perante a esses dados crescentes no sistema ferroviário (FEDERAL RAILROAD ADMINISTRATION – FRA, 2015). Logo, segundo Zhang *et al.* (2018), com aumento da exposição de invasores e atividades de trem, colisões ferroviárias com invasores de pedestres continuarão sendo uma preocupação crítica.

A FRA define invasores como indivíduos que não devem estar presentes na via férrea. Com base no local do acidente, pode-se considerar os invasores em dois grupos: invasores no nível rodoviário-ferroviário travessias e não travessias (na ou ao longo da via férrea). Normalmente uma pessoa na passagem de nível rodoviário-ferroviário não seria reconhecida como invasora, a menos que a pessoa circule ou atravesse cruzamentos com barreiras físicas, por exemplo, quando os portões estão fechados. Então, a pessoa ou veículo que ignora deliberadamente a barreira na tentativa de atravessar será codificado como invasor (FRA, 2011).

Segundo George (2008), a maioria dos invasores são pedestres, mas alguns são indivíduos que andam de bicicleta ou dirigem um veículo do tipo ATV (todo-o-terreno), moto de neve, carro (como no acidente ilustrado na Figura 1) e etc. Invasores motorizados e invasores pedestres devem ser discutidos em análises segregadas porque, se comparados, além de outros comportamentos e peculiaridades, estes apresentam velocidade de locomoção largamente distintas. Logo, é uma ressalva determinante mencionar que o presente artigo se dedica vítimas pedestres e que os funcionários ferroviários de plantão são excluídos, pois são trabalhadores ferroviários cuja presença é legal e não será considerada como invasores nos relatórios de falhas (ZHANG *et al.*, 2018:428).



Figura 1 – Exemplo de acidente ferroviário envolvendo indivíduos motorizados  
Fonte: Almeida (2014:63)

Nesse contexto, dedica-se a presente revisão de literatura a eventos classificados como acidentes ferroviários, porém, apenas envolvendo o veículo ferroviário e pedestres: atropelamento em via férrea.

## 2. Envolvimento das passagens de nível em atropelamentos em vias férreas

Em diversas instalações dos modais ferroviário e rodoviário, estes estão bem próximos e também se cruzam num mesmo plano, o cruzamento desses modais nesta condição é compreendido como passagem de nível (PNs). Nesses pontos de cruzamento, são eminentes riscos tanto para a sociedade quanto para a operação da ferrovia, pois, nesses pontos de contato entre rodovia e ferrovia, há conflitos de tráfego entre pedestres, veículos rodoviários e esses conflitos se intensificam quando veículos ferroviários trafegam por esses pontos, como os casos ilustrados na Figura 2. Os veículos ferroviários trafegam conforme cronogramas rígidos e apresentam algumas outras limitações como a sua movimentação limitada a apenas dois sentidos e também à contenção do tráfego dentro do corredor ferroviário. Visto esses fatos e pondo-os em analogia paralela a outros sistemas de transporte, a contribuição das passagens de nível em eventos de acidente pode parecer rígida, isto é, não apresenta variações significativas no envolvimento em acidentes (ABREU, 2020:42). Porém esta analogia é de cunho teórico, pois, na prática, o envolvimento das PN's em eventos de acidente é muito dinâmico e expressamente variante devido à soma das influências de interferências humanas e falhas técnicas alargarem a viabilidade dos acidentes nesses cruzamentos (READ *et al.*, 2013).



Figura 2 – Passagens de nível em Caieiras, Estado de São Paulo.  
Fonte: Fornaro (2009:1)

Para tornar essa situação ainda mais crítica, traz-se uma circunstância a qual pode ser observada como fator humano no tocante aos pedestres: em muitas áreas urbanas em que estão instaladas, as ferrovias atravessam o percurso entre pontos de grande interesse da população, assim, a inexistência de acesso a ambos os lados da via férrea induz a população a obstruí-la e a criarem acessos ilegais (invasão da ferrovia), geralmente, ocorre quando a população necessita encurtar percursos entre ambos os lados da linha férrea. Tais acessos ilegais são criados por pessoas da sociedade que levam em consideração apenas o encurtamento da distância ao fazê-las, não se atentam à necessidade de sinalização fiel à dinâmica da via. No entanto, não há segurança em passagens clandestinas, pois, estas não são adequadamente sinalizadas, o que pode transmitir interpretações totalmente errôneas à condução veículo ferroviário e causar acidentes com perdas irreparáveis. Duas outras

características críticas das passagens clandestinas são a visibilidade de pedestres prejudicada para atravessar a via e a inexistências de condições técnicas. Um estudo mais apurado desses fatores poderia mitigar as raízes desse problema e, diretamente, evitar ou reduzir drasticamente os atropelamentos em ferrovias que, em grande parte dos eventos de acidentes, são fatais (ABREU; TRINDADE, 2019).

Em revisão de literatura, constatou-se sob a menção de Pelletier (1997), Lobb *et al.* (2003), Lobb (2006) e Silla e Luoma (2009), que processamentos estatísticos apontam que acidentes em vias férreas tendem a inserir atores ilegais em suas causas, ou seja, veículos e pessoas que estejam irregularmente transitando nos limites do corredor ferroviário (invasores). Em análise desse contexto em lugares onde a rede ferroviária é expressiva, é conveniente trazer a esse discurso o caso da Grã-Bretanha, onde a rede ferroviária atende a todo o país e que, segundo Evans (2003), em um período de pesquisa, morreram mais invasores do que pessoas com acesso legalizado como trabalhadores de linhas férreas, pedestres com permissão de passagem sinalizada por cancelas e sinais abertos. A morte de invasores atingiu um número equivalente ao triplo das fatalidades com atores legais no sistema ferroviário. Segundo Lundström (2008), no ano de 2006, mais de 50% das mortes fatais em acidentes ferroviários envolveram atos ilegais de pedestres, carros, ônibus e demais veículos motorizados. Dentre outras distinções, há diferença de velocidade entre invasores motorizados e pedestres, o que torna necessário tratá-los de forma separada. Portanto, no presente trabalho, dedica-se a revisão aos transgressores pedestres.

Essas falhas contribuem substancialmente para causar acidentes ferroviários com mortes ou com ferimentos. Numa observação comum a Pelletier (1997), Lobb *et al.* (2003), Silla e Luoma (2009), Silla e Luoma (2012) e Rådbo e Andersson (2012), os acidentes ferroviários com esses resultados, envolvendo veículos ferroviários e pedestres, são evidentemente necessitados de maior atenção pelo fato de gerarem um número significativo de mortes e ferimentos e este ainda ser um assunto relativamente discutido em segundo plano. E quanto ao impacto financeiro desses acidentes, pode-se citar, segundo observações comus a Goldberg *et al.* (1998), Trottenberg e Rivkin (2013); Sousa *et al.* (2014) e Zhao *et al.* (2019), bilhões de dólares são consumidos anualmente, direta ou indiretamente justificados pelos efeitos dos atropelamentos ferroviários. Sousa *et al.* (2014) e Zhao *et al.* (2019), ressaltam que, no dimensionamento desses custos anuais exorbitantes, não está incluso perdas irreparáveis e incalculáveis como a morte de pessoas nessas tragédias. Segundo a *Federal Railroad Administration – FRA* (2015), com base em processamentos estatísticos, todo esse cenário se tornou mais crítico pelo fato de os atropelamentos em linhas férreas terem se tornado mais frequentes e gerado mais vítimas no decorrer dos últimos anos.

Diversos fatores podem conduzir uma operação ferroviária a um evento de acidente, por isso, em diversas metodologias de investigação de atropelamentos ferroviários, dectar as suas causas é um processo de perícia de tamanha complexidade. Esses fatores consistem em condições que viabilizam o acidente acontecer, mas, o que de fato o impulsiona é a sua causa raiz. A propabilidade considerável de o acidente não ocorrer é condicionada ao não desencadeamento da sua causa raiz. Nesse pleito, evitar repetições de atropelamentos ferroviários é uma meta plenamente possível através de advertências e medidas preventivas, as quais podem ser determinadas com base no estudo desses fatores e na apuração de dados técnicos e definição de perfil de pedestres já envolvidos e os com tendência a se envolverem nesses atropelamentos (ABREU, 2020:43).

### 3. Perfil de pedestres atropelados em linha férrea

Com base em revisão bibliográfica, dentre as literaturas assimiladas na elaboração do presente trabalho no intuito de analisar também o perfil das vítimas, estudos que investigaram o gênero dos atropelados como o de Sousa *et al.* (2014), FRA (2013), Rådbo e Andersson (2012), Silla e Luoma (2012), Ozdoğan *et al.* (2006), Rådbo *et al.* (2005), Agalar *et al.* (2000), Davis *et al.* (1997), Pelletier (1997) e Cina *et al.* (1994), apontaram que os as vítimas de atropelamento ferroviário são predominantemente do sexo masculino e, segundo Nixon *et al.* (1985), isso se justifica pela associação deste sexo à atitudes comportamentais ousadas e arriscadas (atitudes impulsivas e sem análise de repercussão das mesmas).

Logo, para descrições de perfil comuns aos estudos de FRA (2013), Silla e Luoma (2012), Ozdoğan *et al.* (2006), Rådbo *et al.* (2005), Lobb *et al.* (2001), Agalar, *et al.* (2000), *Centers For Disease Control And Prevention* (1999), Davis *et al.* (1997), Pelletier (1997) e Cina *et al.* (1994), os homens acidentados na ferrovia se expuseram a essa situação de risco por agir impulsivamente e sem nenhuma analogia das consequências. Com base especificamente nos estudos de Davis *et al.* (1997), Pelletier (1997) e Cina *et al.* (1994), a faixa etária de pedestres que mais tendem a se envolverem em atropelamentos ferroviários compreende o intervalo de idades de 20 a 39 anos. Lobb *et al.* (2001) destaca o conhecimento quanto aos riscos como uma característica muito relevante a ser considerada no estudo de perfil, este autor considera que as mulheres e os idosos têm mais conhecimentos dos riscos em condições específicas de tráfego do que homens jovens e adultos.

Pelletier (1997) e Cina *et al.* (1994) também consideram em seus estudos as limitações e condições de saúde e indicam que, num exemplo comparativo em relação a pessoas com mobilidade mais reduzida, pessoas saudáveis apresentam maior tendência a serem partes envolvidas nos atropelamentos ferroviários. Pelletier (1997) aborda ainda o nível de escolaridade dos tendentes a esse tipo de acidente e indica que pessoas que não cursaram o ensino médio são as mais propícias vítimas de atropelamento ferroviário. Considerando-se o nível socioeconômico, FRA (2013) acrescenta pessoas de nível socioeconômico baixo como uma das características dos que mais tendem a ser vítimas nesses eventos.

### 4. Fatores que oportunizam atropelamentos em ferrovia

Quanto ao estudo das causas de atropelamentos ferroviários, resultados comuns aos estudos de Burkhardt *et al.* (2014), Sousa *et al.* (2014), Rådbo e Andersson (2012), Silla e Luoma (2012), Ozdoğan *et al.* (2006), Rådbo *et al.* (2005), Agalar *et al.* (2000) e Symonds (1994) descrevem como uma das causas mais recorrentes o suicídio. Porém, segundo os estudos de Sousa *et al.* (2014), Silla e Luoma (2009) e Mishara (2007), durante a apuração das causas dos acidentes, a subjetividade das argumentações dificulta a distinção de uma fatalidade, isto é, determinar se a morte da vítima do atropelamento ferroviário não foi intencionada (acidental) ou se esta foi premeditada por ela mesma (suicídio). Além da subjetividade das argumentações, segundo Lobb (2006), alcançar uma definição clara de suicídio ferroviário, como a causa do acidente se torna ainda mais complexa devido a implicações éticas, sociais, financeiras e legais. A presença de espectador ou maquinista (testemunhas) é fundamental para desencadear os resultados da apuração nos casos de morte por intoxicação ou afogamento, pois, estes detêm descrições determinantes quanto a conduta da vítima antes do acidente. A morte nessas circunstâncias não atribui tanta

complexidade à apuração da causa quanto nos demais tipos de mortes no sistema ferroviário (SOUSA *et al.*, 2014; REYNDERS *et al.*, 2011).

Segundo Lobb *et al.* (2001) e Zhang *et al.* (2018), a distração quanto ao tráfego de trens se enquadra entre os motivos que mais oportunizam atropelamentos ferroviários. Ward e Wilde (1995) e Lobb *et al.* (2001) relatam que diversos pedestres habituados a transitar nos limites da ferrovia excluem, não baseados em regras de segurança e sim na confiança depositada em suas experiências, a possibilidade de serem atingidos por trens, assim, afetando a sua capacidade de conhecimento e, segundo Lerer e Matzopoulos (1996), Cina *et al.* (1994) e Pelletier (1997), ocasionando falhas de percepção. Diversos autores contribuem para a discussão da distração e quais fatores a podem potencializar: Witte e Donohue (2000) e Lerer e Matzopoulos (1996) citam aventuras, experiências de emoção e brincadeiras na área dos trilhos; a utilização de celular e fone de ouvido é fator de distração mencionado por Wali *et al.* (2018); Pelletier (1997) e Cina *et al.* (1994) mencionam como a causa principal da distração a ingestão separada ou simultânea de álcool e drogas.

Os percentuais de álcool no organismo de envolvidos nos atropelamentos ferroviários têm sido o maior manifesto concreto acerca do desempenho do álcool nesses eventos (ABREU, 2020:44). Conforme os estudos de Berman *et al.* (2014), Sousa *et al.* (2014), FRA (2013), Silla e Luoma (2012), Silla e Luoma (2009), *Centers For Disease Control And Prevention* (1999), Davis *et al.* (1997), Pelletier (1997), Hedelin *et al.* (1996), Lerer e Matzopoulos (1996) e Cina *et al.* (1994), a apuração do percentual de álcool no sangue dos feridos ou mortos em atropelamentos ferroviários indica que a intoxicação por álcool constou nos diagnósticos repetidas vezes.

Quanto ao local de ocorrência dos atropelamentos, consta nos estudos de Hedelin *et al.* (1996), Berman *et al.* (2014), Nixon *et al.* (1985), Matzopoulos e Lerer (1998) e Lobb (2006) que o maior número de ocorrências se concentrou em perímetro suburbano e urbano com povoação densa, por exemplo, com trens dentro das estações ou em áreas adjacentes a elas. De acordo com Botha *et al.* (2014) e Savage (2007), os picos de acidentes variaram mensalmente, porém, quanto aos horários de ocorrência dos atropelamentos, Silla e Luoma (2012) e Lerer e Matzopoulos (1996) apontaram que as ocorrências dos atropelamentos constituíram ápice justamente nos horários em que as operações ferroviárias estiveram mais frenéticas, isto é, horários de pico.

Segundo Berman *et al.* (2014) e Zhang *et al.* (2018), a ausência de barreiras de restrição de acesso à faixa de domínio é uma característica comum a diversas das ferrovias em que grande parte dos atropelamentos se sucedeu. Savage (2007), FRA (2013) e Zhang *et al.* (2018) ressaltam atitudes dos pedestres que propiciaram a desatenção dos mesmos: grande parte dos casos abrangeu pedestres que possivelmente se posicionaram deitadas ou sentadas sobre os trilhos da linha férrea.

## 5. Medidas preventivas

A compreensão acerca dos acidentes ferroviários tem colidido com os obstáculos impostos pela inexatidão das apurações, logo, a uniformização dos diagnósticos de acidentes em ferrovias expressos em relatórios é necessária para minorar esses eventos. Nesse pleito, simplificar e impor o cumprimento dos parâmetros de padronização deve resultar da concordância entre órgãos encarregados da segurança no transporte ferroviário e o governo. Assim, a parceria entre instituições para esforços preventivos se faz necessária (ABREU, 2020:45).

Destaca-se ainda a necessidade de uma colaboração mútua entre instituições em nível local ou nacional para reduzir os atropelamentos ferroviários. Dessa forma, propõe-se que os tomadores de decisão responsáveis pela segurança do setor ferroviário encontrem parceiras para mitigação de riscos, tais como empresas, grupos comunitários, lojas locais, sindicatos, urbanistas, engenheiros de transporte, sobreviventes de atropelamentos ferroviários, entre outros (ABREU, 2020:45).

Segundo Abreu (2020:45), diversos fatores devem ser levados em consideração na avaliação da segurança em vias ferroviárias como os fatores favoráveis aos acidentes e os possíveis violadores da privacidade necessária e segura dos trilhos, sendo esses os indivíduos que mais tendem a se tornarem vítimas de atropelamentos ferroviários de acordo com a discussão expressa nas seções anteriores. Com a complementação literária de diversos autores, o presente artigo trouxe à sua discussão diversas causas que oportunizam os atropelamentos em linha férrea: os estudos de Pelletier (1997), Lerer e Matzopoulos (1996) e Cina *et al.* (1994) indicaram que percepções errôneas como causas de acidentes ferroviários involuntários; Burkhardt *et al.* (2014) e Symonds (1994) contribuem para o elenco de causas discutindo sobre o suicídio no sistema ferroviário; Witte e Donohue (2000) e Lerer e Matzopoulos (1996) mencionam aventureiros em busca por experiências de emoção nos trilhos; Wali *et al.* (2018), Lobb *et al.* (2001) e Pelletier (1997) mencionam atitudes inadequadas e amplamente desatentas; Ward e Wilde (1995) e Lobb *et al.* (2001) acrescentam a lista de causa a consideração de julgamentos e conhecimentos como suficientes; Berman *et al.* (2014) e Silla e Luoma (2009) citam a ingestão de drogas e/ou medicamentos; Pelletier (1997), Lerer e Matzopoulos (1996) e Cina *et al.* (1994) destacam que a conduta insegura é mais exagerada em casos de intoxicação por álcool. Logo, atropelamentos ferroviários podem ser voluntariamente ou involuntariamente causados por diversas fontes de riscos.

Quanto a medidas preventivas, diversos estudos apontaram a necessidade de formulação e adoção artifícios de conscientização (como a campanha de sensibilização ilustrada na Figura 3), dispositivos e mecanismos para intervir o acesso às dependências de risco do sistema ferroviário. Com o intuito de minorar acidentes ferroviários como atropelamentos, tais estudos se complementam na elaboração das ações estratégicas. Havârneanu *et al.* (2015) sugere a instalação de dispositivos que identifiquem os riscos, sejam sensíveis ao trânsito de veículos ferroviários e emitam alertas sonoros e visuais para que a sociedade seja avisada quanto à aproximação e presença dos mesmos. Silla e Luoma (2009) e Lobb *et al.* (2001) indicam investir esforços através da educação para conscientização quanto a legalidade e riscos. Lobb *et al.* (2003) sugere recompensar ou punir condutas seguras ou inseguras nas dependências do sistema ferroviário.



Figura 3 – Campanha de sensibilização quanto a segurança em passagens de nível  
Fonte: Almeida (2014:68)

Rådbo e Andersson (2012) e Ozdoğan *et al.* (2006) apontam restringir pedestres de acessarem o corredor ferroviário e indicam vetar ou dificultar o acesso aos limites dos trilhos através de obstáculos de contenção, por exemplo, cercas. Silla e Luoma (2012) e Lobb *et al.* (2001) indicam a instalação de sinalização contra infratores. Havârneanu *et al.* (2015) e Houwelingen (2011) evitar que o ambiente seja atrativo a invasores e dificultar tentativas de suicídio por meio da modificação visual da paisagem em terrenos adjacentes aos domínios da ferrovia. Não é suficiente apenas a instalação desses mecanismos de intervenção ferroviária, mas também constatar suas respectivas eficácias por meio de avaliações dentro de uma abrangência considerável (LOBB *et al.*, 2003).

Há algumas observações exclusivas para prevenção de suicídios em ferrovia com base no que a maior parte dos estudos sugerem. Para Routley *et al.* (2004), deve-se direcionar maior atenção e medidas de prevenção onde casos de suicídio são mais assíduos. Quanto aos lugares que carecem de maiores ações preventivas contra o suicídio, Houwelingen (2011) destaca as áreas adjacentes a hospitais de psiquiatria, Lindqvist *et al.* (2004) cita as pontes, Rådbo e Andersson (2012) citam locais onde há povoamento mais expressivo. Segundo Havârneanu *et al.* (2015) menciona que segmentos da ferrovia onde suicídios são casos mais críticos devem ser cercados.

Mediante as estatísticas de mortes em atropelamentos ferroviários discutidos na bibliografia consultada, observa-se ampla demanda e espaço para se iniciar frentes de atividades de conscientização da população quanto às passagens clandestinas no intuito de combatê-las. Considera-se que educar, comunicar e punir indivíduos ilegais em domínios de ferrovias são ferramentas e artifícios legais eficazes para zerar ou minimizar ao máximo a presença de pedestres clandestinos nos domínios da linha férrea (LOBB *et al.*, 2003). Abreu (2020:45) menciona a necessidade de conhecimento quanto a todas as passagens instaladas por toda a extensão da ferrovia para que se mantenha um mapeamento em atualização periódica, para que equipes de policiamento sejam direcionadas a pontos específicos de maior frequência de obstrução de itens de segurança e da via e medidas de prevenção sejam aplicadas em áreas onde a segurança enfrenta mais perigos e, ainda, para que sejam pensadas decisões sob medidas para quaisquer eventos de acidentes nas vias férreas.

## 6. Conclusões

Analogamente, os privilégios que o transporte ferroviário oferece sem ser confortável, pontual e relativamente econômico não isenta as regiões nas quais está instalado de suas desvantagens. No contexto de atropelamentos ferroviários discutido no presente artigo evidencia que a desvantagem que afeta a sociedade de modo irreparável é a repartição de regiões densamente habitadas. A segregação dessas regiões impõe a necessidade de conexões entre ambos os lados da ferrovia para que a passagem transversal à ferrovia seja segura para quem necessita fazê-la, seja veículos ou pedestres. Assim, se fazem extremamente fundamentais as passagens de nível, viadutos e passarelas conforme as características do plano. A circulação de invasores, isto é, pedestres irregulares quanto à permissão de circulação das dependências da ferrovia, e o exercício de passagens clandestinas contribuem substancialmente para a ocorrência de atropelamentos em ferrovias que resultam ferimentos graves e até são fatais, nos casos de morte.

Nesse contexto, o presente artigo conteve em sua elaboração os seguintes objetivos ordenados: definir as características de perfil de pedestres vitimados em atropelamentos ferroviários; descrever as condições e condutas que oportunizam esses acidentes e concluir, sob revisão de literatura, as ações preventivas mediante

as causas de atropelamentos ferroviários. Em conclusão, de acordo com os critérios expressos nas menções da literatura consultada e aqui citada, as tendências de acidentes apontam os homes saudáveis, com bom estado de saúde e nível socioeconômico baixo como as vítimas mais frequentes. Diversos estudos quanto a causa raiz dos atropelamentos apontam como as principais causas o suicídio, alcoolismo, ingestão de drogas e medicamentos e a distração em perímetros ferroviários. E os locais que mais concentram essas ocorrências são os que contém estações de trem que coincidem ou têm proximidade com regiões populosas e, geralmente, os eventos de acidente ocorrem quando o tráfego de trens é mais frenético, em horários de pico.

Em suma, mediante a apuração dos acidentes estudados e suas causas, previa-se medidas preventivas e de minoração dos atropelamentos ferroviários distribuídas para diversos pontos do sistema ferroviário e suas áreas de influência. Portanto, identificou-se como necessário: o mapeamento e o gerenciamento visual de toda a extensão da ferrovia para atividades de vigilância e proteção da integridade dos dispositivos de segurança e da via férrea, para evitar obstruções e passagens clandestinas; linhas de pesquisas para identificação das condições que conduzem os invasores aos domínios da ferrovia e o estudo de seus perfis; de tornar uniforme os parâmetros dos relatórios com informações diagnósticas quanto as acidentes ferroviários ocorridos; e necessidade de conscientização da população por meio de programas educativos, de expressar as consequências da legislação para infratores e os benefícios para os de conduta regular e segura perante o sistema ferroviário.

Assim, a relevância do presente artigo consiste em sinalizar e orientar as instituições de administração pública e privada encarregadas de manter o sistema ferroviário seguro a reduzir perdas sociais, econômicas e ambientais através da mitigação dos atropelamentos ferroviários. Quanto a indicações para estudos futuros, além de enfatizar amplo espaço para estudos sobre a segurança no tráfego ferroviário, aponta-se a necessidade desse mesmo estudo ser mais aplicado no Brasil, isso se justifica pela escassez de publicações nacionais e também na língua local. Durante as pesquisas, observou-se que a atualização de relatórios anuais quanto ao sistema ferroviário não é tão assídua quanto é nos demais modais e que acidentes ferroviários não são tratados abertamente e importantes estatísticas quanto a eles não são tão acessíveis.

## Referências

ABREU, Victor Hugo Souza de; TRINDADE, Daniela Quintaes Louvain. Um estudo cientométrico e sistemático sobre acidentes de pedestres em vias ferroviárias. *In: XXXIII Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, 2019.

ABREU, Victor Hugo Souza de. Atropelamentos ferroviários: uma revisão da literatura. *Revista Brasileira de Estudos de Segurança Pública*, v. 13, n. 1, p. 41-48, 2020.

AGALAR, F.; CAKMAKCI, M.; KUNT, M. M. Train-pedestrian accidents. *European journal of emergency medicine: official journal of the European Society for Emergency Medicine*, v. 7, n. 2, p. 131-133, 2000.

ALMEIDA, Valter Alexandre Bártolo de. **Atravessamentos de Linhas Ferroviárias por Vias Rodoviárias**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil: Especialização em Vias de Comunicação) - Departamento de Engenharia Civil,

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – FEUP, 2014.

BERMAN, Alan L. et al. Suicide on railroad rights-of-way: A psychological autopsy study. **Suicide and Life-Threatening Behavior**, v. 44, n. 6, p. 710-722, 2014.

BOTHA, Jan L.; NEIGHBOUR, Marissa K.; KAUR, Satnam. An Approach for Actions to Prevent Suicides on Commuter and Metro Rail Systems in the United States. **MTI Report**, 12-33. 2014.

BURKHARDT, J. M.; RÅDBO, H.; SILLA, A.; PARAN, F. A model of suicide and trespassing processes to support the analysis and decision related to preventing railway suicides and trespassing accidents at railways. **Transport Research Arena (TRA)**, Paris, 2014.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Injuries among railroad trespassers – Georgia, 1990-1996. **MMWR: Morbidity and mortality weekly report**, v. 48, n. 25, p. 537-541, 1999.

CINA, Stephen J.; KOELPIN, J.; NICHOLS, C.; CONRADI, S. A decade of train-pedestrian fatalities: the Charleston experience. **Journal of Forensic Science**, v. 39, n. 3, p. 668-673, 1994.

DALEPRANE, Olivio Beltrame. **Estruturação de um plano de contingência para o serviço de transporte ferroviário de carga**. 2007. 121 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2007.

DAVIS, Gregory G.; ALEXANDER, C. Bruce; BRISSIE, Robert M. A 15-year review of railway-related deaths in Jefferson County, Alabama. **The American journal of forensic medicine and pathology**, v. 18, n. 4, p. 363-368, 1997.

EVANS, Andrew W. Accidental fatalities in transport. **Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)**, v. 166, n. 2, p. 253-260, 2003.

FEDERAL RAILROAD ADMINISTRATION – FRA. **Casualty Summary Tables**. 2015. Disponível em: <<http://safetydata.fra.dot.gov/OfficeofSafety/default.aspx>>. Acessado em: 25 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. **FRA Guide for Preparing Accident/Incident Reports**. 2011. Disponível em: <<https://safetydata.fra.dot.gov/OfficeofSafety/default.aspx>>. Acessado em: 25 mar. 2020.

\_\_\_\_\_. **State Rail Plan Guidance**. 2013. Disponível em: <<https://railroads.dot.gov/rail-network-development/planning/state-rail-plan-guidance>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

FORNARO, Alexandre C. Passagens em nível nas ferrovias brasileiras: algumas implicações para os sistemas de transportes e para a população. **Instituto de Geociências, UNICAMP**, Campinas – SP, 2009. Disponível em: <[http://ferroviaesociedade.com.br/artigos/FORNARO\\_PIBIC\\_2009.pdf](http://ferroviaesociedade.com.br/artigos/FORNARO_PIBIC_2009.pdf)>. Acesso em:

13 abr. 2020.

GEORGE, Bruce F. **Rail Trespasser Fatalities - Developing Demographic Profiles**. 2008. Disponível em: <<https://railroads.dot.gov/elibrary/rail-trespasser-fatalities-developing-demographic-profiles-march-2008>>. Acesso em: 25 mar.2020.

GOLDBERG, Benjamin A.; MOOTHA, Ravi K.; LINDSEY, Ronald W. Train accidents involving pedestrians, motor vehicles, and motorcycles. **American journal of orthopedics (Belle Mead, NJ)**, v. 27, n. 4, p. 315-320, 1998.

GUAZZELLI, Cauê Sauter. **Contribuição ao dimensionamento e a avaliação operacional de terminais urbanos de passageiros metroviários e ferroviários**. 2011. 105 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

HAO, Wei; DANIEL, Janice. Motor vehicle driver injury severity study under various traffic control at highway-rail grade crossings in the United States. **Journal of safety research**, v. 51, p. 41-48, 2014.

HAVÂRNEANU, Grigore M.; BURKHARDT, Jean-Marie; PARAN, Françoise. A systematic review of the literature on safety measures to prevent railway suicides and trespassing accidents. **Accident Analysis & Prevention**, v. 81, p. 30-50, 2015.

HEDELIN, Annika; BJÖRNSTIG, Ulf; BRISMAR, Bo. Trams: a risk factor for pedestrians. **Accident Analysis & Prevention**, v. 28, n. 6, p. 733-738, 1996.

HU, Shou-Ren; LI, Chin-Shang; LEE, Chi-Kang. Investigation of key factors for accident severity at railroad grade crossings by using a logit model. **Safety science**, v. 48, n. 2, p. 186-194, 2010.

HOUWELINGEN, Cornelis Arie Johannes Van. **Studies into train suicide: the contribution of psychopathology, railway parameters and environmental factors**. PhD Thesis. Vrije Universiteit, The Netherlands, 2011.

LERER, Leonard B.; MATZOPOULOS, Richard. Meeting the challenge of railway injury in a South African city. **The Lancet**, v. 348, n. 9028, p. 664-666, 1996.

LINDQVIST, P.; JONSSON, A.; ERIKSSON, A.; HEDELIN, A.; BJÖRNSTIG, U. Are suicides by jumping off bridges preventable? An analysis of 50 cases from Sweden. **Accident Analysis & Prevention**, v. 36, p. 691-694, 2004.

LIU, Jun; BARTNIK, Bryan; RICHARDS, Stephen H. Driver behavior at highway–rail grade crossings with passive traffic controls: A driving simulator study. **Journal of Transportation Safety & Security**, v. 8, n. sup1, p. 37-55, 2016.

LIU, Jun; KHATTAKB, Asad J.; RICHARDS, Stephen H.; NAMBISAN, Shashi. What are the differences in driver injury outcomes at highway-rail grade crossings? Untangling the role of pre-crash behaviors. **Accident Analysis & Prevention**, v. 85, p. 157-169, 2015.

LOBB, Brenda. Trespassing on the tracks: A review of railway pedestrian safety research. **Journal of Safety Research**, v. 37, n. 4, p. 359-365, 2006.

LOBB, Brenda; HARRÉ, Niki; TERRY, Nicola. An evaluation of four types of railway pedestrian crossing safety intervention. **Accident Analysis & Prevention**, v. 35, n. 4, p. 487-494, 2003.

LOBB, Brenda; HARRE, Niki; SUDDENDORF, Thomas. An evaluation of a suburban railway pedestrian crossing safety programme. **Accident Analysis & Prevention**, v. 33, n. 2, p. 157-165, 2001.

LUNDSTRÖM, A. Accidents to unauthorised persons and suicides. In: **ERA seminar on trespassers on railway lines and suicides**. 2008.

MATZOPOULOS, R.; LERER, L. B. Hours to hell and back: A railways: a study of injuries to individuals with particular reference to children and to nonfatal trauma. **Accident Analysis & Prevention**, v. 17, n. 3, p. 217-222, 1998.

MISHARA, Brian L. Railway and metro suicides: understanding the problem and prevention potential. **Crisis: Journal of Crisis Intervention and Suicide Prevention**, v. 28, n. S1, p. 36-43, 2007.

NIXON, James; CORCORAN, A.; FIELDING, L.; EASTGATE, J. Fatal and nonfatal accidents on the railways – a study of injuries to individuals. with particular reference to children and to nonfatal trauma. **Accident Analysis & Prevention**, v. 17, n. 3, p. 217-222, 1985.

OZDOĞAN, M.; CAKAR, S.; AĞALAR, F.; ERYILMAZ, M.; AYTAÇ, B.; AYDINURAZ, K. The epidemiology of the railway related casualties. **Turkish Journal of Trauma and Emergency Surgery**, v. 12, p. 235-241, 2009.

OH, Jutaek; WASHINGTON, Simon P.; NAM, Doohee. Accident prediction model for railway-highway interfaces. **Accident Analysis & Prevention**, v. 38, n. 2, p. 346-356, 2006.

PELLETIER, Andrew. Deaths among railroad trespassers: the role of alcohol in fatal injuries. **Journal of the American Medical Association – JAMA**, v. 277, n. 13, p. 1064-1067, 1997.

RÅDBO, Helena; ANDERSSON, Ragnar. Padrões de suicídio e outras mortes fatais em ferrovias estatais na grande Estocolmo; implicações para a prevenção. **Revista internacional de pesquisa ambiental e saúde pública**, v. 9, n. 3, p. 772-780, 2012.

RÅDBO, Helena; SVEDUNG, Inge; ANDERSSON, Ragnar. Suicides and other fatalities from train-person collisions on Swedish railroads: a descriptive epidemiologic analysis as a basis for systems-oriented prevention. **Journal of Safety Research**, v. 36, n. 5, p. 423-428, 2005.

READ, Gemma J. M.; SALMON, Paul M.; LENNÉ, Michael G. Sounding the warning bells: The need for a systems approach to understanding behaviour at rail level

crossings. **Applied ergonomics**, v. 44, n. 5, p. 764-774, 2013.

REYNDERS, A.; SCHEERDER, G.; VAN AUDENHOVE, C. The reliability of suicide rates: an analysis of railway suicides from two sources in fifteen European countries. **Journal of Affective Disorders**. v. 131, p. 120-127, 2011.

ROUTLEY, V.; STAINES, C.; HAWORTH, N.; SYMMONS, M.; OZANNE-SMITH, J. **Railrelated suicides in Victoria, analysis of databases and literature review**. Monash University Accident Research Centre, 2004.

RUSSO, Brendan. **Examination of factors affecting frequency and severity of crashes at rail-grade crossings**. Transportation Research Board 92nd Annual Meeting, 2013.

SAVAGE, Ian. Trespassing on the railroad. **Research in Transportation Economics**, v. 20, p. 199-224, 2007.

SILLA, Anne; LUOMA, Juha. Trespassing on Finnish railways: identification of problem sites and characteristics of trespassing behaviour. **European Transport Research Review**, v. 1, n. 1, p. 47-53, 2009.

SILLA, Anne; LUOMA, Juha. Main characteristics of train–pedestrian fatalities on Finnish railroads. **Accident Analysis & Prevention**, v. 45, p. 61-66, 2012.

SOUSA, Sérgio; SANTOS, Liliana; DINIS-OLIVEIRA, Ricardo Jorge; MAGALHÃES, Tereza; SANTOS, Agostinho. Pedestrian fatalities resulting from train–person collisions. **Traffic Injury Prevention**, v. 16, n. 2, p. 208-212, 2014.

STEFANOVA, T.; OVIEDO-TRESPALACIOS, O.; FREEMAN, J.; WULLEMS, C.; RAKOTONIRAINY, A.; BURKHARDT, J. M.; DELHOMME, P. Contextual factors explaining risk-taking intentions at Australian level crossings. **Safety Science**, v. 110, p. 145-161, 2018.

SYMONDS, R. Psychiatric and preventative aspects of rail fatalities. **Social Science & Medicine**, v. 38, n. 3, p. 431-435, 1994.

TEIXEIRA, Sivanilza Machado *et al.* Qualidade do transporte urbano de passageiros: uma avaliação do nível de serviço do sistema do metropolitano de São Paulo. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233)**, v. 4, n. 1, p. 3-20, 2014.

TROTTEBERG, Polly; RIVKIN, R. S. Guidance on treatment of the economic value of a statistical life in US Department of Transportation analyses. **Revised departmental guidance, US Department of Transportation**, 2013.

WALI, Behram; KHATTAK, Asad J.; ZHANG, Meng. **Injury Severity Analysis of Pedestrian and Bicyclist Trespassing Crashes at Non-Crossings: Application of Predictive Text Analytics**. Presented at 2018 Transportation Research Board at Washington D.C., 2018.

WARD, Nicholas John; WILDE, Gerald J. S. Field observation of advance warning/advisory signage for passive railway crossings with restricted lateral sightline visibility: an experimental investigation. **Accident Analysis & Prevention**, v. 27, n. 2, p. 185-197, 1995.

WITTE, Kim; DONOHUE, William A. Preventing vehicle crashes with trains at grade crossings: the risk seeker challenge. **Accident Analysis & Prevention**, v. 32, n. 1, p. 127-139, 2000.

ZHANG, Meng; KHATTAKB, Asad J.; LIU, Jun; CLARKED, David. A comparative study of rail-pedestrian trespassing crash injury severity between highway-rail grade crossings and non-crossings. **Accident Analysis & Prevention**, v. 117, p. 427-438, 2018.

ZHAO, Shanshan; IRANITALAB, Amirfarrokh; KHATTAK, Aemal J. A clustering approach to injury severity in pedestrian-train crashes at highway-rail grade crossings. **Journal of Transportation Safety & Security**, v. 11, n. 3, p. 305-322, 2019.

ZHAO, Shanshan; KHATTAK, Aemal. Motor vehicle drivers' injuries in train-motor vehicle crashes. **Accident Analysis & Prevention**, v. 74, p. 162-168, 2015.