

Atropelamentos ferroviários: uma revisão da literatura

Victor Hugo Souza de Abreu

Mestre em Engenharia de Transportes pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, COPPE – Brasil.

E-mail: vhsa@poli.ufrj.br

RESUMO

A segurança do transporte ferroviário continua sendo uma preocupação da sociedade. Atropelamentos ferroviários anualmente demandam bilhões de dólares em custos diretos e indiretos. Isso sem mencionar o fator humano incalculável que cada tragédia representa. Dessa forma, este artigo tem como objetivo realizar uma revisão sobre o perfil dos acidentados, bem como identificar os fatores que propiciam os atropelamentos ferroviários e as medidas de prevenção para redução desses incidentes. Este estudo trata de uma pesquisa bibliográfica de experiência didática que busca alertar a sociedade sobre a necessidade de realização de pesquisas sobre a temática, que ainda carece de investigação. Identifica-se com essa revisão que a maioria dos atropelamentos ferroviários envolve homens, adultos, saudáveis e de baixo nível socioeconômico. Dentre os fatores que mais propiciam os atropelamentos, estão o suicídio, a falta de atenção e o consumo de álcool, medicamentos e/ou drogas. Além disso, os resultados aqui expressos buscam fornecer embasamento para outros estudos sobre o assunto, assim como indicar os pontos críticos que merecem atenção e as principais medidas de prevenção como a punição, educação e comunicação.

Palavras-chave: Acidentes ferroviários.

Atropelamentos ferroviários. Segurança ferroviária. Pesquisa bibliográfica.

ABSTRACT

Rail safety remains a concern for society. Train-pedestrian accidents annually demand billions of dollars in direct and indirect costs. Not to mention the incalculable human factor that each tragedy represents. Thus, this paper aims to research about the profile of injured, such as the factors that cause train-pedestrian accidents and preventive measures to reduce these incidents. This study is a bibliographical research of didactic experience that seeks to alert the society about the need to carry out studies on the subject, which still lacks related research. It is identified from this review that the majority of train-pedestrian accidents involve men, adults, healthy and of low socioeconomic level. Among the factors that most propitiate this accident are suicide, lack of attention and the consumption of alcohol, medicines and/or drugs. In addition, the

results expressed here seek to provide the basis for further studies on the subject, as well as to indicate the critical points that deserve attention and the main prevention measures such as punishment, education and communication.

Keywords: Railroad accidents. Train-pedestrian accidents. Railway safety. Bibliographical research.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a questão da mobilidade urbana nas grandes cidades tem ganhado crescente espaço no debate público, à medida que se reconhece a sua destacada relevância nos cenários econômico, social e ambiental. Segundo Teixeira *et al.* (2014), o desenvolvimento urbano está intimamente ligado à evolução do transporte público, que possibilita a expansão territorial urbana do centro para a periferia, nas diversas cidades do mundo. Arelado a isso, de acordo com Daleprane (2007), a correta operação de um sistema de transporte é fator de crescimento econômico para qualquer região, pois propicia acesso às atividades essenciais cotidianas.

Guazzelli (2011) destaca o transporte ferroviário como uma boa alternativa para melhoria da acessibilidade, da mobilidade e da qualidade de vida da população urbana. Isso porque o transporte sobre trilhos tem como vantagens ser regular, econômico e confortável, sendo utilizado principalmente para deslocamentos de média e longa distâncias. Além disso, as ferrovias possuem uma relação menos impactante com o meio ambiente em comparação com as rodovias, por exemplo.

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.

Daleprane (2007) aponta que as ferrovias brasileiras estão submetidas à legislação criada pelos órgãos reguladores federais e às regras e metas definidas nos editais e contratos de concessão da operação da malha ferroviária, sob pena da perda do direito de exploração das mesmas. Entre essas regras e metas, está expressa a necessidade de que as empresas zelem pela preservação do meio ambiente e reduzam os números de acidentes ferroviários, apresentando, sempre que exigidos, os investimentos e as ações realizadas para o

cumprimento de tais requisitos. Dessa forma, o monitoramento de ferrovias tem sido imprescindível para evitar acidentes de vários gêneros e índices de consequências.

Acidente é uma ocorrência inesperada que interfere ou interrompe os processos normais de uma atividade, ocasionando perda de tempo útil, lesões e mortes, perdas materiais, danos à propriedade e ao meio ambiente. De acordo com a Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) (BRASIL, 2006), “[...] considera-se acidente ferroviário a ocorrência que, com a participação direta de trem ou veículo ferroviário, provocar danos a este, a pessoas, a outros veículos, a instalações a via permanente, ao meio ambiente ou a animais, desde que ocorra a paralisação do tráfego”. Um acidente ferroviário raramente é o resultado de um único evento, ou seja, geralmente envolve uma combinação de ocorrências não relacionadas que ocorrem simultaneamente ou em sequência. O elemento humano é, na maioria dos casos, o responsável ou parte ativa desses eventos.

Diante disso, esta pesquisa se concentra nos acidentes envolvendo pedestres e veículos ferroviários, ou seja, atropelamentos ferroviários. Embora esses incidentes sejam relativamente pouco discutidos (RÅDBO; ANDERSSON, 2012; ZHANG *et al.*, 2018), constituem uma considerável proporção de mortes e ferimentos (PELLETIER, 1997; SILLA; LUOMA, 2012; RÅDBO; ANDERSSON, 2012; FRA, 2015; STEFANOVA *et al.*, 2018; ZHANG *et al.*, 2018).

Nesse sentido, este artigo tem como objetivo traçar o perfil dos acidentados, bem como descrever os fatores que propiciam os atropelamentos ferroviários e identificar ideias que busquem reduzir esse problema, ou seja, suas medidas de prevenção. Este estudo torna-se pertinente ao tratar de um assunto de amplitude mundial que ainda carece de pesquisas relacionadas, apesar de sua grande relevância.

Para cumprir os objetivos propostos, este artigo encontra-se assim estruturado. A Seção 1 trata da contextualização, da problemática e dos objetivos do trabalho. A Seção 2 apresenta um apanhado geral sobre a problemática, destacando as transgressões nas passagens, legais e clandestinas, e os atropelamentos ferroviários. A Seção 3 aborda o procedimento metodológico. A Seção 4 apresenta o perfil dos acidentados, discute os fatores que propiciam os atropelamentos ferroviários e indica ideias para minimizar os problemas identificados. E, por fim, a Seção 5 traz as considerações finais, seguida das referências que fundamentam esta análise.

2 AS PASSAGENS NA LINHA FÉRREA E A SUA RELAÇÃO COM OS ATROPELAMENTOS FERROVIÁRIOS

Entende-se por passagem de nível o cruzamento dos modais rodoviário e ferroviário em um mesmo plano. Esses cruzamentos são pontos de conflito com o tráfego de veículos urbanos e a

circulação de pedestres, que colocam em risco a operação ferroviária e a comunidade local. O desempenho das PNs, quanto à ocorrência de acidentes, pode parecer rígido em comparação a outros sistemas de transporte, dado que um trem só pode se mover em duas direções, dentro de limites bem definidos (ou seja, corredor ferroviário) e seguindo um cronograma rigoroso. No entanto, na realidade, seu desempenho é altamente variável e dinâmico (READ; SALMON; LENNÉ, 2013), uma vez que falhas técnicas e fatores humanos podem propiciar a ocorrência de acidentes.

Para piorar essa situação, quando a população sente a necessidade de realizar deslocamentos mais curtos entre os dois lados da linha férrea e não apresenta acesso para fazê-lo, cria passagens clandestinas, invadindo o espaço da ferrovia. No entanto, esses caminhos clandestinos não oferecem segurança, por não serem adequadamente sinalizados e não possuírem condições técnicas e de visibilidade para travessia de pedestres. Esses problemas, muitas vezes, causam atropelamentos ferroviários, em sua maioria fatais, que poderiam ser evitados caso houvesse um melhor estudo a respeito do problema (ABREU; TRINDADE, 2019).

A análise das estatísticas de acidentes ferroviários sugere que estes são mais propensos a envolver transgressores (isto é, usuários, pedestres ou veículos, que estão ilegalmente no corredor ferroviário) (PELLETIER, 1997; LOBB; HARRÉ; TERRY, 2003; LOBB, 2006; SILLA; LUOMA, 2009). Evans (2003) relata que, na Grã-Bretanha, três vezes mais invasores foram mortos, durante o período pesquisado, do que passageiros, trabalhadores de vias férreas e pedestres em cruzamentos legais combinados com deslocamento permitido (sinal e cancela abertos, por exemplo). Na União Europeia, mais da metade de todas as mortes fatais envolveram transgressões em 2006 (LUNDSTRÖM, 2008). Esses transgressores podem ser divididos em não motorizados (pedestres) e motorizados (carros ônibus, etc.). Os transgressores motorizados e não motorizados devem ser tratados separadamente devido às diferenças de velocidade e outras características. Nesse sentido, este estudo se concentra apenas nos transgressores não motorizados, ou seja, pedestres.

Embora acidentes relacionados a trens e pedestres sejam relativamente subdiscutidos, essas falhas constituem uma considerável parcela de mortes e ferimentos em acidentes relacionados a ferrovias (PELLETIER, 1997; LOBB; HARRÉ; TERRY, 2003; SILLA; LUOMA, 2009; SILLA; LUOMA, 2012; RÅDBO; ANDERSSON, 2012). Além disso, esses acidentes anualmente demandam bilhões de dólares em custos diretos e indiretos (GOLDBERG; MOOTHA; LINDSEY, 1998; TROTTENBERG; RIVKIN, 2013; SOUSA *et al.*, 2014; ZHAO; IRANITALAB; KHATTAK, 2018). Isso sem mencionar o fator humano incalculável que cada tragédia representa (SOUSA *et al.*, 2014; ZHAO; IRANITALAB; KHATTAK, 2018). Para piorar essa situação, segundo estudos estatísticos da *Federal*

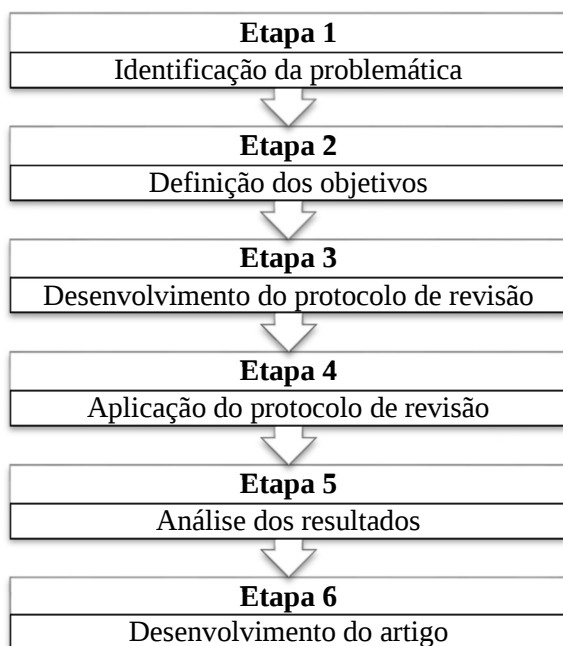
Railroad Administration (FRA), as vítimas de atropelamentos ferroviários continuaram a aumentar nos últimos anos (FRA, 2015).

Em muitos processos de apuração de atropelamentos ferroviários, a definição das causas é um trabalho complexo, pois um evento pode ter sido propiciado por diversos fatores. Esses fatores são causas atuantes para o acontecimento do acidente, porém, se o fator de alavancagem não tivesse atuado (causa raiz), provavelmente o acidente não teria ocorrido. Nesse sentido, a apuração e o estudo dessas causas, bem como a identificação do perfil dos pedestres mais propensos a se envolverem nesses incidentes, são fundamentais para a definição de ações preventivas e recomendações que têm como finalidade: evitar sua recorrência.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A fim de traçar o perfil dos acidentados, descrever os fatores que propiciam os atropelamentos ferroviários e identificar suas medidas de prevenção, o procedimento metodológico desta pesquisa constitui-se nas etapas apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Etapas do Procedimento Metodológico



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

As etapas apresentadas na Figura 1 podem ser descritas conforme segue:

- Identificação da problemática: busca-se diagnosticar os atropelamentos ferroviários, dada a relevância do assunto;
- Definição dos objetivos: busca-se averiguar o perfil dos acidentados e os fatores que propiciam os atropelamentos ferroviários e identificar as medidas de

prevenção para minimizar a ocorrência desses incidentes;

- Desenvolvimento do protocolo de revisão: busca-se obter artigos qualificados e diretamente aplicáveis à problemática e aos objetivos, através de revisão bibliográfica realizada por meio de buscas diretas na base de dados *Web of Science* e por buscas cruzadas, ou seja, buscas em citações presentes nos artigos encontrados pela busca direta. O Quadro 1 apresenta as estratégias de pesquisa para realização da busca direta, baseadas em Abreu e Trindade (2019). Após a inclusão desses artigos no repositório de pesquisa, realizou-se a busca cruzada, de modo a obter uma maior quantidade de estudos aplicáveis à pesquisa;

Quadro 1 – Descrição da estratégia de pesquisa.

Busca Direta	Descrição
Tópico	TS = ("rail*" AND "pedestrian*" AND "accident*")
Base de Dados	Web of Science
Indexes	SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI
Data do Estudo	17 de abril de 2019, as 10h00min

Fonte: Abreu e Trindade (2019).

- Aplicação do protocolo de revisão: busca-se averiguar cada estudo quando aos critérios de inclusão e qualificação, qualidade e aplicabilidade ao assunto, conforme identificado no Quadro 2, também baseados em Abreu e Trindade (2019);

Quadro 2 – Critérios de inclusão e qualificação.

Critério	Descrição
Inclusão	(I) Tempo de cobertura: todos os anos (1945 – 2019); (II) Enquadramento com o objetivo proposto; (III) Fator de impacto do periódico; e (IV) Tipos de documentos: artigos e relatórios governamentais.
Qualificação	(I) A pesquisa apresenta uma revisão bibliográfica bem fundamentada? (II) O estudo apresenta inovação técnica? (III) As contribuições são discutidas? (IV) As limitações são explicitamente declaradas? e (VI) Os resultados e conclusões são consistentes com os objetivos pré-estabelecidos?

Fonte: Abreu e Trindade (2019).

- Análise dos Resultados: busca-se sintetizar e interpretar evidências que analisam criticamente o assunto sob análise;
- Desenvolvimento do artigo: busca-se elaborar o referencial teórico com os principais resultados de pesquisas relevantes sobre o assunto em estudo.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta seção tem como objetivo traçar o perfil dos pedestres envolvidos em atropelamentos ferroviários, bem como os fatores que propiciam esses incidentes e suas medidas de prevenção. Espera-se que as informações aqui fornecidas permitam que os órgãos públicos e privados responsáveis pela segurança ferroviária identifiquem, com precisão, segmentos da população para os quais devem concentrar esforços de mitigação de risco e proponham medidas de prevenção diretamente relacionadas a esses segmentos e aos fatores que propiciam os atropelamentos ferroviários.

4.1 Perfil dos acidentados

Dentre os estudos que examinaram o gênero das vítimas, Cina *et al.* (1994), Pelletier (1997), Davis, Alexander e Brissie (1997), Agalar, Cakmakci e Kunt (2000), Rådbo, Svedung e Andersson (2005), Ozdoğan *et al.* (2006), Silla e Luoma (2012), Rådbo e Andersson (2012), FRA (2013) e Sousa *et al.* (2014) constataram que as fatalidades ocorrem predominantemente em homens por motivos associados ao comportamento de risco e ousadia (NIXON *et al.*, 1985). Comportamento de risco e ousadia consiste na conduta de um indivíduo que age por impulso e sem considerar as consequências, expondo-se a situações de perigo. Além disso, pedestres entre 20 e 39 anos estão mais propensos a sofrerem acidentes de acordo com vários estudos (CINA *et al.*, 1994; PELLETIER, 1997; DAVIS; ALEXANDER; BRISSIE, 1997; CDC, 1999; AGALAR; CAKMAKCI; KUNT, 2000; LOBB; HARRÉ; SUDDENDORF, 2001; RÅDBO; SVEDUNG; ANDERSSON, 2005; OZDOĞAN *et al.*, 2006; SILLA; LUOMA, 2012; FRA, 2013). Em comparação com mulheres e idosos, os jovens e adultos do sexo masculino apresentam pouca consciência dos perigos para situações específicas de tráfego (LOBB; HARRÉ; SUDDENDORF, 2001).

Destaca-se ainda que alguns estudos apontam que pessoas saudáveis são as mais propensas a se envolverem em atropelamentos ferroviários (CINA *et al.*, 1994; PELLETIER, 1997) do que pedestres com mobilidade reduzida, por exemplo. Nota-se também que alguns estudos verificaram que os pedestres mais propensos a realizarem as transgressões são de baixo nível socioeconômico (PELLETIER, 1997; FRA, 2013) e sem ensino médio (PELLETIER, 1997).

4.2 Fatores que propiciam os atropelamentos ferroviários

Estudos relataram o suicídio como um dos principais motivos dos atropelamentos (SYMONDS, 1994; AGALAR; CAKMAKCI; KUNT, 2000; RÅDBO; SVEDUNG; ANDERSSON, 2005; OZDOĞAN *et al.*, 2006; SILLA; LUOMA, 2012; RÅDBO; ANDERSSON, 2012; SOUSA *et al.*, 2014; BURKHARDT *et al.*, 2014). Entretanto, determinar se uma fatalidade é

suicídio ou acidente (não intencional) foi sempre questionada, devido à natureza muitas vezes subjetiva da argumentação MISHARA, 2007; SILLA; LUOMA, 2009; SOUSA *et al.*, 2014). Além do que, implicações sociais, legais, financeiras e éticas também levam à dificuldade em identificar o suicídio ferroviário como uma causa de fatalidade (LOBB, 2006). No entanto, determinar a intenção subjacente às mortes em trens é geralmente mais simples do que outros tipos de mortes, como afogamento ou intoxicação, porque nesses casos uma testemunha (maquinista ou espectador) está quase sempre presente e pode fornecer informações valiosas sobre o comportamento da vítima nos momentos que antecedem o evento (REYNDERS; SCHEERDER; VAN AUDENHOVE, 2011; SOUSA *et al.*, 2014).

A falta de atenção é um dos motivos que mais propiciam a ocorrência de atropelamentos ferroviários (LOBB; HARRÉ; SUDDENDORF, 2001; ZHANG *et al.*, 2018). Muitos pedestres, por já estarem acostumados a trafegar pelas passagens na linha férrea, possuem certa confiança de que não serão atingidos pelos trens (LOBB; HARRÉ; SUDDENDORF, 2001; WARD; WILDE, 1995). Isso acarreta erros de percepção (CINA *et al.*, 1994; LERER; MATZOPOULOS, 1996; PELLETIER, 1997), conhecimento e/ou julgamento (LOBB; HARRÉ; SUDDENDORF, 2001; WARD; WILDE, 1995). A falta de atenção pode ser potencializada por meio dos seguintes fatores: conversas ao celular (WALL; ASAD; MENG, 2018), uso de fone de ouvido (WALL; ASAD; MENG, 2018), brincadeiras nos trilhos e busca por emoção (LERER; MATZOPOULOS, 1996; WITTE; DONOHUE, 2000) e, principalmente, consumo de drogas e/ou álcool (CINA *et al.*, 1994; LERER; MATZOPOULOS, 1996; PELLETIER, 1997).

De longe, a mais forte descoberta até agora diz respeito ao papel do álcool em atropelamentos ferroviários. Diversos estudos que mediram os níveis de álcool no sangue dos mortos ou feridos nesses acidentes descobriram que uma alta proporção de vítimas foi intoxicada por álcool (CINA *et al.*, 1994; LERER; MATZOPOULOS, 1996; HEDELIN; BJORNSTIG; BRISMAR, 1996; PELLETIER, 1997; DAVIS; ALEXANDER; BRISSIE, 1997; CDC, 1999; SILLA; LUOMA, 2009; SILLA; LUOMA, 2012; FRA, 2013; SOUSA *et al.*, 2014; BERMAN *et al.*, 2014). Cina *et al.* (1994), por exemplo, relataram que 80% das fatalidades, em estudo da Carolina do Sul, tinham álcool no sangue com níveis superiores a 99 miligramas por decilitro (mg/dl). Lerer e Matzopoulos (1996) descobriram que 78% das mortes por atropelamentos ferroviários, na Cidade do Cabo, apresentavam níveis elevados de álcool no sangue. Pelletier (1997) relatou que 82% das mortes por transgressões em trilhos, em coleta de dados na Carolina do Norte, apresentaram resultado positivo para uso de álcool e 78% tinham níveis de álcool no sangue superiores a 100 mg/dL.

Menciona-se também que houve variabilidade do pico temporal (relativo aos meses do ano) dos atropelamentos (SAVAGE, 2007; SILLA; LUOMA, 2012; BOTHA; NEIGHBOUR; KAUR, 2014). Entretanto, diversos estudos indicaram um ápice correspondente aos horários de pico de operações

ferroviárias (LERER; MATZOPOULOS, 1996; SILLA; LUOMA, 2012). Além disso, em relação à localização dos acidentes, diversos estudos demonstram que a maioria dos atropelamentos ocorreu nas estações de trem, ou perto delas, ou seja, em área urbana e suburbana densamente povoada (NIXON *et al.*, 1985; LERER; MATZOPOULOS, 1996; HEDELIN; BJORNSTIG; BRISMAR, 1996; PELLETIER, 1997; MATZOPOULOS; LERER, 1998; LOBB; HARRÉ; TERRY, 2003; LOBB, 2006; SILLA; LUOMA, 2012; RÅDBO; ANDERSSON, 2012; BERMAN *et al.*, 2014).

Muitos estudos relatam ainda que a maioria dos atropelamentos ocorreu em vias ferroviárias que não apresentavam uma barreira (ou seja, PCs) para restringir o acesso à faixa de domínio (CINA *et al.*, 1994; PELLETIER, 1997; RÅDBO; SVEDUNG; ANDERSSON, 2005; RÅDBO; ANDERSSON, 2012; BERMAN *et al.*, 2014; ZHANG *et al.*, 2018) e que a maioria dos casos envolveu pessoas que provavelmente estavam sentadas ou deitadas nos trilhos do trem, prática que facilita a desatenção (CINA *et al.*, 1994; PELLETIER, 1997; DAVIS; ALEXANDER; BRISSIE, 1997; RÅDBO; SVEDUNG; ANDERSSON, 2005; SAVAGE, 2007; FRA, 2013; ZHANG *et al.*, 2018).

4.3 Medidas de prevenção

Para minimizar a ocorrência de atropelamentos ferroviários, é necessário que sejam realizados estudos sobre a padronização de relatórios sobre acidentes ferroviários. Isso porque a natureza imprecisa das análises tem dificultado muito a compreensão a respeito do assunto. Nesse sentido, o governo e os organismos responsáveis pela segurança do transporte ferroviário precisam concordar em facilitar e fazer cumprir as regras de padronização.

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 (HAVÂRNEANU; BURKHARDT; PARAN, 2015).

Além disso, para avaliar a segurança, é necessário considerar os indivíduos mais propensos a realizar as transgressões e, conseqüentemente, a se envolverem em atropelamentos ferroviários, bem como os fatores que propiciam os acidentes, conforme aqui discutido. Este artigo mostra que os acidentes ferroviários podem ser involuntariamente causados devido a erros de percepção (CINA *et al.*, 1994; LERER; MATZOPOULOS, 1996; PELLETIER, 1997), conhecimento ou julgamento (LOBB; HARRÉ; SUDDENDORF, 2001; WARD; WILDE, 1995), suicídio (SYMONDS, 1994; BURKHARDT *et al.*, 2014), atividades impróprias que geram desatenção (PELLETIER, 1997; LOBB; HARRÉ;

SUDDENDORF, 2001; WALI; ASAD; MENG, 2018), busca por emoção (LERER; MATZOPOULOS, 1996; WITTE; DONOHUE, 2000), dentre outros motivos. Em todos esses casos, o comportamento inseguro parece ser exacerbado por intoxicação alcoólica (CINA *et al.*, 1994; LERER; MATZOPOULOS, 1996; PELLETIER, 1997) e/ou uso de medicamentos e/ou drogas (SILLA; LUOMA, 2009; BERMAN *et al.*, 2014).

Também se faz necessário identificar os mecanismos de intervenção ferroviária. Nesse sentido, diversos estudos apresentam estratégias de minimização dos atropelamentos ferroviários, tais como: a limitação de pedestres ao acesso ao corredor ferroviário (OZDOĞAN *et al.*, 2006; RÅDBO; ANDERSSON, 2012); educação pública sobre risco e ilegalidade (LOBB; HARRÉ; SUDDENDORF, 2001; LOBB; HARRÉ; TERRY, 2003; SILLA; LUOMA, 2009); implantação de barreiras físicas (cercas, por exemplo) (LOBB; HARRÉ; SUDDENDORF, 2001; OZDOĞAN *et al.*, 2006; SILLA; LUOMA, 2011; RÅDBO; ANDERSSON, 2012); mudança da paisagem ou do terreno próximo à ferrovia, para que o suicídio se torne mais difícil e a transgressão menos atraente (VAN HOUWELINGEN, 2011; HAVÂRNEANU; BURKHARDT; PARAN, 2015); implantação de detectores de risco que alertam a população da aproximação de um veículo ferroviário (HAVÂRNEANU; BURKHARDT; PARAN, 2015); sinalização anti-transgressão (LOBB; HARRÉ; SUDDENDORF, 2001; SILLA; LUOMA, 2012); recompensa (ou punição) por comportamento seguro (ou inseguro) (LOBB; HARRÉ; SUDDENDORF, 2001; LOBB; HARRÉ; TERRY, 2003). Entretanto, destaca-se que é importante, além de indicar, avaliar a eficácia de qualquer uma dessas intervenções (LOBB; HARRÉ; SUDDENDORF, 2001; LOBB; HARRÉ; TERRY, 2003) em uma determinada área de abrangência.

Para o caso específico dos suicídios em linhas férreas, uma grande parte da literatura recomenda cercas nos pontos críticos de suicídio (HAVÂRNEANU; BURKHARDT; PARAN, 2015): deve-se dar prioridade a locais onde os suicídios ocorrem com maior frequência (ROUTLEY *et al.*, 2004), áreas densamente povoadas (RÅDBO; ANDERSSON, 2012), pontes (LINDQVIST *et al.*, 2004) e áreas próximas a hospitais psiquiátricos (VAN HOUWELINGEN, 2011).

Identifica-se ainda a necessidade de aprimoramento dos mecanismos de combate à utilização de PCs como programas de conscientização da população. Punição, educação e comunicação, por exemplo, são consideradas medidas eficazes na prevenção de invasão do território das ferrovias (LOBB; HARRÉ; TERRY, 2003). Menciona-se ainda a necessidade da realização de um mapeamento das passagens existentes (irregulares ou não) já instaladas, assim como dos trechos onde há permanentemente destruição dos muros para PCs, de modo a buscar a melhor solução (utilização de policiamento, por exemplo) para segurança dessas áreas potencialmente perigosas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o transporte ferroviário apresente inúmeras vantagens como ser regular, econômico e confortável, segrega a região em que está inserido em duas áreas distintas. Isso faz com que a população necessite descolar-se pelos dois lados da linha férrea por conexões (PNs, passarelas e viadutos). O deslocamento de pedestres em PNs, sem permissão para deslocamento, e em PCs faz com que ocorram atropelamentos ferroviários que em sua maioria resultam em mortes ou ferimentos graves.

Nesse sentido, este estudo objetivou: (i) apresentar o perfil dos pedestres envolvidos em atropelamentos ferroviários; (ii) apontar quais são os fatores que mais propiciam esses incidentes; e (iii) identificar as medidas de prevenção. Dessa forma, os resultados mostram que a maioria dos atropelamentos ferroviários envolve: (i) homens; (ii) adultos; (iii) saudáveis; e (iv) de baixo nível socioeconômico. Além disso, dentre os fatores que mais propiciam os atropelamentos identifica-se: (i) suicídio; (ii) falta de atenção; e (iii) consumo de álcool, medicamentos e/ou drogas. Aponta-se ainda que a maioria desses atropelamentos ocorre durante o pico de operações ferroviárias em áreas densamente povoadas como as estações de trem.

Como medidas de minimização dos atropelamentos ferroviários identificam-se: (i) necessidade de padronização dos relatórios de acidentes ferroviários; (ii) desenvolvimento de pesquisa acerca do perfil e dos fatores que motivam as transgressões ferroviárias; (iii) estudo sobre os mecanismos de intervenção ferroviária e de combate à utilização de PCs; e (iv) realização de um mapeamento das passagens já existentes e dos trechos onde há, permanentemente, destruição dos muros para criação de PCs. Este artigo torna-se relevante ao direcionar os órgãos públicos e privados responsáveis pela segurança do transporte ferroviário aos esforços de minimização dos atropelamentos ferroviários que geram prejuízos econômicos, sociais e ambientais.

REFERÊNCIAS

- ABREU, V. H. S.; TRINDADE, D. Q. L. Um estudo cientométrico e sistemático sobre acidentes de pedestres em vias ferroviárias. In: **XXXIII Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes**, ANPET, 2019.
- AGALAR, F.; CAKMAKCI, M.; KUNT, M. Train-pedestrian accidents. **European Journal of Emergency Medicine**, v. 7, n. 2, p. 131-133, 2000.
- BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). **Resolução nº 1431 de 26/04/2006**. ANTT, 2006. Disponível em: <https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/102804-acidentes-ferroviarios-estabelece-procedimentos-para-a-comunicacao-de-acidentes-ferroviarios-u-ant-pelas-concessionarias-e-autorizatorias-de-servico-publico-de-transporte-ferroviario.html>.
- BERMAN, A. L.; SUNDARARAMAN, R.; PRICE, A.; AU, J. S. Suicide on railroad rights-of-way: a psychological autopsy study. **Suicide & Life-Threatening Behavior**, v. 44, n. 6, p. 710-722, 2014.
- BOTHA, J. L.; NEIGHBOUR, M.; KAUR, S. **An approach for actions to prevent suicides on commuter and metro rail systems in the United States**. 2014. Disponível em: <https://transweb.sjsu.edu/sites/default/files/1129-2-preventing-suicide-on-US-rail-systems.pdf>.
- 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.
- CDC. CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Injuries among railroad trespassers—Georgia, 1990-1996. **MMWR Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 48, n. 25, p. 537, 1999.
- CINA, S. J.; KOELPIN, J.; NICHOLS, C.; CONRADI, S. A decade of train-pedestrian fatalities: the Charleston experience. **Journal of Forensic Sciences**, v. 39, n. 3, p. 668-673, 1994.
- DALEPRANE, O. B. **Estruturação de um plano de contingência para o serviço de transporte ferroviário de carga**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2007.
- DAVIS, G. G.; ALEXANDER, C. B.; BRISSIE, R. 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, A. W. Accidental fatalities in transport. **Journal of the Royal Statistical Society: Series A**, v. 166, n. 2, p. 253-260, 2003.
- FRA. FEDERAL RAILROAD ADMINISTRATION. **State Rail Plan Guidance**, 2013. Disponível em: [file:///C:/Users/Rosa/Downloads/Final_State_Rail_Plan_Guidance_September_2013%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Rosa/Downloads/Final_State_Rail_Plan_Guidance_September_2013%20(1).pdf).
- FRA. FEDERAL RAILROAD ADMINISTRATION. **Casualty Summary Tables**, 2015. Disponível em: <http://safetydata.fra.dot.gov/OfficeofSafety/default.aspx>.
- GUAZZELLI, C. S. **Contribuição ao dimensionamento e a avaliação operacional de terminais urbanos de passageiros metroviários e ferroviários**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Carlos. São Paulo, SP, 2011.

GOLDBERG, B. A.; MOOTHA, R. K.; LINDSEY, R. W. Train accidents involving pedestrians, motor vehicles and motorcycles. **Journal of Orthopaedics**, v. 27, n. 4, p. 315-320, 1998.

HAVÂRNEANU, G. M.; BURKHARDT, J. M.; PARAN, F. 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, A.; BJORNSTIG, U.; BRISMAR, B. Trams: a risk factor for pedestrians. **Accident Analysis & Prevention**, v. 28, p. 733-738, 1996.

LERER, L. B.; MATZOPOULOS, R. Meeting the challenge of railway injury in a South African city. **The Lancet**, v. 348, n. 9028, p. 664-668, 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.

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

LOBB, B.; HARRÉ, N.; SUDDENDORF, T. An evaluation of a suburban railway pedestrian crossing safety programme. **Accident Analysis & Prevention**, v. 33, p. 157-165, 2001.

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

LUNDSTRÖM, A. **Accidents to unauthorized persons and suicides**. 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, B. 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, J.; 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.; ÇAKAR, 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.

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

RÅDBO, H.; ANDERSSON, R. Patterns of Suicide and Other Trespassing Fatalities on State-Owned Railways in Greater Stockholm; Implications for Prevention. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 9, n. 3, p. 772-780, 2012.

RÅDBO, H.; SVEDUNG, I.; ANDERSSON, R. Suicides and other fatalities from train-person collision on Swedish railroads: a descriptive epidemiologic analysis as a basis for systems-oriented prevention. **Journal of Safety Research**, v. 36, p. 423-428, 2005.

READ, G. J. M.; SALMON, P. M.; LENNÉ, M. G. Sounding the warning bells: the need for a systems approach to understanding behaviour at rail level crossings. **Applied Ergonomics**, v. 44, n. 5, September, 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 – Report #215, 2004.

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

SILLA, A.; LUOMA, J. 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, A.; LUOMA, J. Effect of three countermeasures against the illegal crossing of railway tracks. **Accident Analysis & Prevention**, v. 43, n. 3, p. 1089-1094, 2011.

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

SOUSA, S.; SANTOS, L.; DINIS-OLIVEIRA, R. J.; MAGALHÃES, T.; SANTOS, A. 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, S. M.; REIS, J. G. M.; SANTOS, R. C.; OLIVEIRA, R. V.; VERGARA, W. H.; JORDAN, R. A. Qualidade do transporte urbano de passageiros: uma avaliação do nível de serviço do sistema do metropolitano de São Paulo. **RMS – Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 4, n. 1, 2014.

TROTTEBERG, P.; 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.

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

ZHANG, M.; KHATTAK, A. J.; LIU, J.; CLARKE, D. 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, S.; IRANITALAB, A.; KHATTAK, A. J. A clustering approach to injury severity in pedestrian-train crashes at highway-rail grade crossings. **Journal of Transportation Safety & Security**, p. 1-18, 2018.

WALI, B.; ASAD, J. K.; MENG, Z. **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, N. J.; WILDE, G. J. S. Field observation of advanced 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, K.; DONOHUE, W. Preventing vehicle crashes with trains at grade crossings: The risk-seeker challenge. **Accident Analysis & Prevention**, v. 32, p. 127-139, 2000.

Submetido em 04/04/2019 e aceito para publicação em 17/12/2019
