

UM ESTUDO CIENTOMÉTRICO E SISTEMÁTICO SOBRE ACIDENTES DE PEDESTRES EM VIAS FERROVIÁRIAS

Victor Hugo Souza de Abreu

Daniela Quintaes Louvain Trindade

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia (COPPE)

RESUMO

Os atropelamentos ferroviários demonstraram ser a principal causa de fatalidade em acidentes relacionados a trens em todo o mundo. Atrélado a isso, eventos dessa magnitude acarretam em um grande impacto econômico, ambiental e social. Entretanto, embora seja necessário desenvolver projetos que busquem minimizar esse problema, na literatura, existem poucos trabalhos científicos que tratam especificamente sobre esse assunto. Dessa forma, este artigo busca identificar os principais estudos relevantes sobre essa temática, avaliados por meio de criteriosos filtros de inclusão e qualificação, bem como realizar análises estatísticas, cientométricas e sistemáticas sobre eles. Os resultados demonstram, por exemplo, que assunto continua em expansão, com ápice no número de publicações e de citações em 2017. Além disso, nota-se que, entre os artigos mais citados da base de dados, cinco tratam do mapeamento de atropelamentos de pedestres por veículos ferroviários e dois abordam sobre a avaliação de programas de intervenção realizados para reduzir a ocorrência desses atropelamentos.

ABSTRACT

Train-pedestrian collisions have been shown to be the leading cause of fatality in train-related accidents worldwide. Linked to this, events of this magnitude have a great economic, environmental and social impact. However, although it is necessary to develop projects that seek to minimize this problem, in the literature, there are few scientific works that deal specifically with this subject. Thus, this article seeks to identify the main relevant studies on this subject, evaluated through careful inclusion and qualification filters, as well as to perform statistical, scientometric and systematic analyzes on them. The results demonstrate, for example, that the subject continues to expand, with a peak in the number of publications and citations in 2017. In addition, it is noted that, among the most cited articles in the database, five deal with the mapping of train-pedestrian collisions and two deal with the evaluation of intervention programs carried out to reduce the occurrence of these collisions.

1. INTRODUÇÃO

Uma infraestrutura de transporte eficiente e segura é vital para o crescimento econômico de qualquer cidade no mundo, principalmente, para os centros urbanos de países em desenvolvimento (Lerer e Matzopoulos, 1996). O transporte ferroviário se encaixa nesse perfil, se apresentando como um modal bastante econômico, seguro e sustentável, que pode ser utilizado tanto em áreas rurais, quanto em áreas urbanas.

Entretanto, mesmo sendo mais seguro que outros modos, a segurança do transporte ferroviário continua sendo uma preocupação da sociedade em razão da severidade dos acidentes (Zhang *et al.*, 2018). Ainda que os acidentes ferroviários constituem-se em uma proporção muito pequena quando comparados aos acidentes rodoviários, por exemplo, seu impacto é alto em termos humanos e financeiros porque, embora nem todos resultem em ferimentos graves, muitos causam morte ou alta morbidade, como amputação de membros (Moore *et al.*, 1991; Smith, 1995; Blazar *et al.*, 1997).

Além disso, embora os acidentes envolvendo veículos rodoviários (carro e ônibus, por exemplo) e ferroviários (trens e bondes, por exemplo) sejam largamente estudados (Oh *et al.*, 2006; Hu *et al.*, 2010; Russo, 2013; Hao e Daniel, 2014; Liu *et al.*, 2015a; Liu *et al.*, 2015b; Zhao e Khattak, 2015), são poucos os trabalhos científicos relacionados especificamente aos atropelamentos de pedestres em passagem de nível e/ou em passagens clandestinas (Zhang *et*

al., 2018). Entretanto, os atropelamentos de pedestres podem ser considerados a principal causa de fatalidade em acidentes de trem em todo o mundo (Pelletier, 1997; Matzopoulos e Lerer, 1998; Lobb *et al.*, 2003; Evans, 2003).

Nesse sentido, este artigo tem como objetivos verificar, na base dados *Web of Science*, quais são os artigos mais relevantes sobre acidentes envolvendo atropelamentos de pedestres nas linhas férreas, bem como avaliar esses estudos, utilizando métodos estatísticos aliados à cientometria e à análise sistemática. Para cumprir seus objetivos, este estudo encontra-se estruturado conforme segue. A Seção 1 trata da contextualização, da problemática e dos objetivos do trabalho. A Seção 2 apresenta um apanhado geral sobre as passagens de nível, oficiais e clandestinas, bem como os atropelamentos ferroviários. A Seção 3 aborda sobre o procedimento metodológico utilizado para condução das buscas bibliográficas. A Seção 4 apresenta e discute os resultados. E por fim, a Seção 5 contém as considerações finais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Passagens de Nível (PNs) são interseções onde as vias rodoviárias e as faixas ferroviárias se encontram no mesmo nível, proporcionando uma área compartilhada para tráfego de veículos e outros componentes da via como os pedestres (Stefanova *et al.*, 2018). As PNs podem ser classificadas em duas grandes categorias: passivas e ativas. As passivas são equipadas com sinais de aviso estáticos. As ativas são equipadas com controles automáticos ou controladas por ferrovias, que alertam o usuário da via sobre a aproximação de um trem.

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, um corredor ferroviário) e seguindo um cronograma rigoroso. No entanto, na realidade, seu desempenho é altamente variável e dinâmico (Read *et al.*, 2013), uma vez que falhas técnicas e fatores humanos podem propiciar a ocorrência de acidentes.

Arelado a isso, os usuários das PNs não têm acesso a informações sobre o estado atual do sistema e suas falhas potenciais (Read *et al.*, 2016) e é provável que tomem decisões com base em suas expectativas. Assim sendo, o estado enganosamente rígido do sistema pode ser particularmente perigoso para os usuários, especialmente quando os trens passam "inesperadamente". Por essa razão, melhorar a segurança dos pedestres nas PNs tornou-se um objetivo importante para os órgãos públicos.

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 (PCs), invadindo o espaço da ferrovia. PCs são feitas pela própria população que derruba a contenção (muros ou grades) que separa a ferrovia do seu entorno, em pontos estratégicos, geralmente, próximos a estações e áreas de comércio, o que oferece aos pedestres economia no tempo de seu deslocamento, principalmente, em locais onde existe pouca disponibilidade de passagens oficiais.

No entanto, esses caminhos clandestinos não oferecem segurança, por não serem adequadamente sinalizados e não possuem condições técnicas e de visibilidade para travessia de pedestres. Esses problemas muitas vezes causam acidentes, em sua maioria fatais, que poderiam ser evitados, caso houvesse um melhor estudo a respeito do problema. Embora

os atropelamentos ferroviários sejam menos comuns do que outras formas de acidentes de pedestres, como os atropelamentos rodoviários, eles são mais propensos a resultar em morte ou dano irreparável como amputação ou paralisia (Nixon *et al.*, 1985; Moore *et al.*, 1991; Hedelin *et al.*, 1996; Blazar *et al.*, 1997; Goldberg *et al.* 1998; Evans, 2003).

Segundo Lobb (2006), a análise das estatísticas de acidentes ferroviários sugere que os atropelamentos são mais propensos a envolver transgressores (isto é, pessoas que estão ilegalmente no corredor ferroviário). Evans (2003) relatou que, na Grã-Bretanha, três vezes mais transgressores foram mortos durante período pesquisado, do que passageiros, trabalhadores de vias férreas ou pedestres em cruzamentos legais. Estudos na Nova Zelândia (TranzRail, 1999), Carolina do Sul (Cina *et al.*, 1994), Carolina do Norte (Pelletier, 1997) e Cidade do Cabo (Lerer e Matzopoulos, 1996) também revelaram que a maioria das fatalidades relacionadas aos atropelamentos ferroviários têm sido provocadas por pessoas deslocando-se ilegalmente através ou ao longo das faixas, ou sentadas ou deitadas ou muito perto das linhas férreas.

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O procedimento metodológico deste artigo adota uma abordagem quantitativa e qualitativa, utilizando métodos estatísticos aliados à cientometria e à análise sistemática para mapeamento dos principais estudos sobre a temática averiguada.

Para Price (1969), a cientometria é o estudo quantitativo da atividade científica. A cientometria é definida como o estudo das medidas e índices de avaliação da pesquisa científica que apresenta duas aplicações principais: (I) Avaliação da produção científica para distribuição de verbas para pesquisa; e (II) Aplicação de critérios de qualidade para orientar os leitores na seleção da melhor evidência científica. O fator de impacto dos periódicos é publicado anualmente pelo *Institute for Scientific Information* (ISI), e pode ser considerado o mais conhecido dos índices cientométricos. Outra medida que vem ganhando importância nos últimos anos é o índice *h*. Esta medida é utilizada principalmente para avaliação dos pesquisadores, e reflete tanto o número de publicações, como também o número de citações dos trabalhos.

A análise sistemática tem como objetivo identificar, avaliar e integrar todos os resultados de estudos relevantes e de boa qualidade que abordam uma ou mais questões relacionadas ao estudo proposto (Abreu, 2017). Durante esta revisão devem ser utilizadas fontes que fundamentam a presença do problema sob investigação (Barnes, 2005). Essa atividade permite ao pesquisador fornecer um sólido argumento relacionado à necessidade do estudo, bem como o ponto onde a literatura se encaixa com o objetivo estipulado.

Com o intuito de mapear as publicações científicas mais relevantes sobre atropelamentos de pedestres em vias ferroviárias, utilizou-se a base de dados *Web of Science*, que apresenta um alcance e cobertura satisfatórios (Chen, 2010). Neste contexto, a condução das pesquisas seguiu os passos apresentadas na Figura 1 (conforme sugerido por Gomes Júnior *et al.*, 2019).

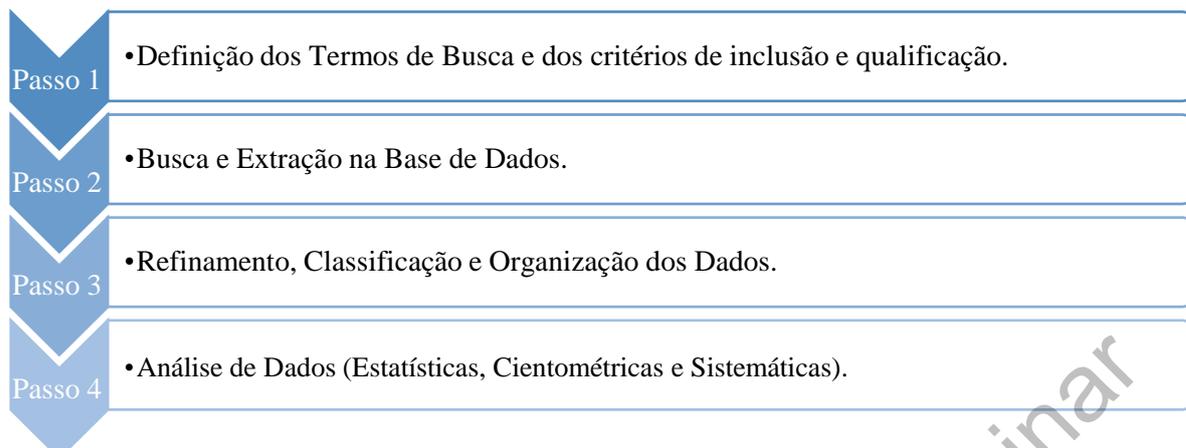


Figura 1: Passos da Pesquisa.

No Passo 1, os termos de pesquisa mais adequados para coleta de dados foram definidos por meio de uma pesquisa minuciosa de fontes primárias. Além disso, também foram definidos os critérios de inclusão dos artigos, necessários para a filtragem inicial, e os critérios de qualificação, necessários para uma filtragem mais aprofundada. A descrição de todas as estratégias de pesquisa encontra-se na Tabela 1 (conforme elaborada por Abreu e Ribeiro, 2019; e Gomes Júnior *et al.*, 2019).

Tabela 1: Descrição da estratégia de pesquisa.

Critério	Descrição
Tópico	TS ¹ = ("rail*" AND "pedestrian*" AND "accident*")
Base de Dados	Web of Science
Indexes	SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI
Inclusão	(I) Tempo de cobertura: todos os anos da base de dados (1945 – 2019); (II) Enquadramento com o objetivo proposto; (III) Fator de impacto do periódico; e (IV) Tipos de documentos: somente artigos.
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?
Data do Estudo	17 de abril de 2019, as 10h00min

Notas: (1) TS = Tópico, que significa as palavras que serão pesquisadas nos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos.

No Passo 2, os termos escolhidos e os filtros de inclusão são introduzidos na base de dados e os artigos encontrados por eles são extraídos para futura análise. No Passo 3, há o refinamento (critérios de qualificação) e a classificação dos artigos selecionados e organização do banco de dados. As atividades realizadas no Passo 3 são de suma importância porque podem identificar artigos que apesar de terem sido inicialmente incluídos, não apresentam relação direta (qualidade e aplicabilidade) com o tema estudado. No Passo 4, ocorre a análise dos dados, conforme é descrito na Seção 4.

4. RESULTADOS

A partir da busca realizada no banco de dados *Web of Science*, constatou-se que apenas 56 publicações estavam aptas a serem incluídas no repositório da pesquisa (atendiam aos critérios de inclusão e qualificação, aplicabilidade e qualidade). Menciona-se, entretanto, que os artigos aqui analisados não excluem a existência de outros estudos que podem ter ficado de fora da pesquisa, devido à escolha dos termos de busca, bem como da base de coleta de dados.

A Figura 2 mostra a evolução das publicações sobre o assunto em estudo. Verifica-se que a primeira publicação foi registrada em 1991, mas houve uma constância nas publicações apenas a partir de 2009 (ou seja, a partir desse ano, todos os anos subsequentes tiveram pelo menos uma publicação sobre o assunto). Há um aumento do interesse pela temática a partir de 2011 e o assunto continua em avanço, com ápice em 2017. Além disso, a curva acumulada representa o interesse acumulado sobre o tema ao longo dos anos.

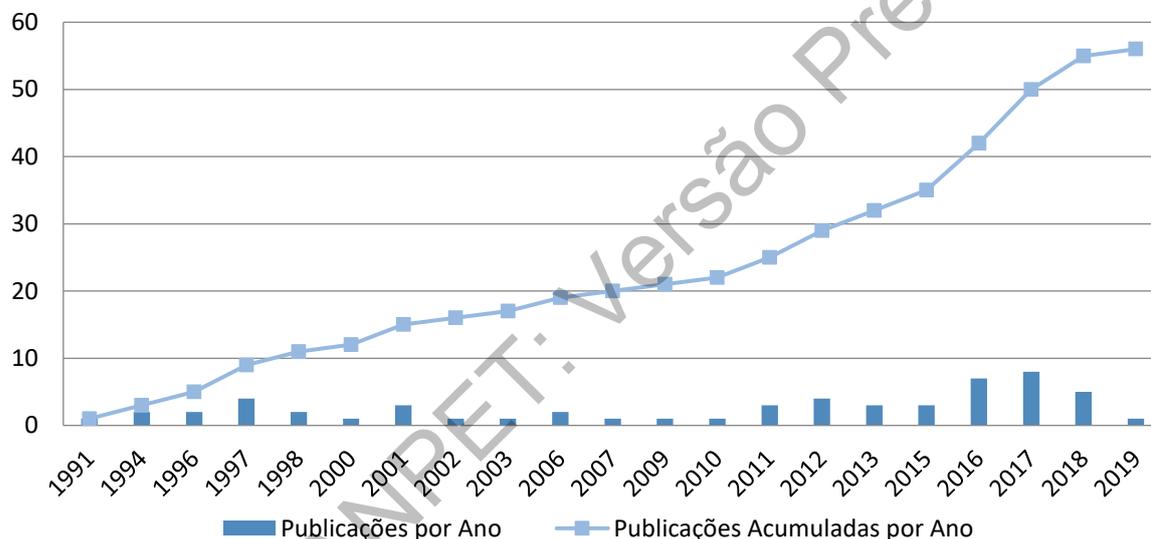


Figura 2: Evolução das publicações sobre o assunto em estudo.

Em relação aos principais autores, a Tabela 2 apresenta aqueles cujo volume de publicação é, no mínimo, igual a dois artigos. Menciona-se que aproximadamente 156 autores estão listados nas 56 publicações do repositório da pesquisa.

Tabela 2: Principais autores sobre o assunto.

Autores	P ¹	Índice h ²
Cazier, O.	3	3
Currie, G.	3	23
Freeman, J.	3	12
Ghazel, M.	3	7
Liang, C.	3	2
Lobb, B.	3	8
Rakotonirainy, A.	3	12
El-Koursi, E.	2	3

Autores	P ¹	Índice h^2
Evans, A. W.	2	20
Harre, N.	2	16
Havarneanu, G. M.	2	3
Lerer, L. B.	2	9

Notas: (1) P (Publicações) refere-se ao quantitativo de artigos publicados pelo autor sobre a área de interesse investigada. (2) Valor de índice h é baseado em uma lista de publicações classificadas em ordem decrescente pela contagem de número de citações. Um índice h significa que existem h artigos em que cada um foi citado pelo menos h vezes. O índice h é baseado na abrangência dos anos de sua assinatura do produto e do tempo estipulado selecionado. Os itens fonte que não fazem parte da assinatura não são fatorados no cálculo.

A Tabela 2 mostra que os autores que se destacam no desenvolvimento de publicações relacionadas ao tema são: Cazier, O.; Currie, G.; Freeman, J.; Ghazel, M.; Liang, C.; Lobb, B.; e Rakotonirainy, A., com três publicações cada. Entretanto, ao se considerar o índice h nota-se que os autores mais relevantes cientificamente entre os analisados são: Currie, G. (com índice igual a 23); Evans, A. W. (com índice igual a 20); e Harre, N. (com índice igual a 16).

Torna-se também pertinente avaliar os artigos por periódico de publicação de modo a identificar quais são as revistas que mais se interessam pelo assunto, bem como o fator de impacto de cada uma delas. Nesse sentido, a Tabela 3 apresenta os periódicos cujo volume de publicação é, no mínimo, igual a dois artigos.

Tabela 3: Principais periódicos sobre o assunto.

Periódicos de Publicação	P ¹	FI ²
<i>Accident Analysis and Prevention</i>	11	2,584
<i>Transportation Research Record</i>	8	0,695
<i>Safety Science</i>	4	2,835
<i>American Journal of Forensic Medicine and Pathology</i>	3	0,643
<i>Journal of Forensic Sciences</i>	2	1,184
<i>Traffic Injury Prevention</i>	2	1,274

Notas: (1) P (Publicações) refere-se ao quantitativo de artigos publicados no periódico sobre a área de interesse investigada. (2) FI (Fator de Impacto) é um método para avaliar a importância de periódicos científicos em suas respectivas áreas. Os valores apresentados na Coluna FI correspondem ao ano de 2017.

Com a Tabela 3, nota-se que os periódicos que mais se interessam pelo assunto são: *Accident Analysis and Prevention*, com 11 publicações, *Transportation Research Record*, com 8 publicações, e *Safety Science*, com 4 publicações. Salienta-se ainda que ao ordenar os periódicos por fator de impacto, identifica-se que aqueles mais relevantes são: *Safety Science*, *Accident Analysis and Prevention* e *Traffic Injury Prevention*.

Também se considerou pertinente avaliar quais são os países que mais desenvolvem artigos relevantes sobre o assunto. Dessa forma, os países com volume de publicações maior que dois artigos se encontram identificados na Tabela 4. Nela, nota-se que os países que mais se interessam pelo assunto são: EUA, com 14 publicações, Austrália, com 9 publicações, e França, com 6 publicações. Salienta-se ainda que entre os países mais relevantes, quatro são

da Ásia (Índia, China, Irã e Singapura), três são da Europa (França, Inglaterra e Suécia), dois são da Oceania (Nova Zelândia e Austrália), dois da América do Norte (EUA e Canadá) e um da África (África do Sul).

Tabela 4: Principais países de origem dos artigos mais relevantes sobre o assunto.

Países/Regiões	P ¹
EUA	14
Austrália	9
França	6
Inglaterra	4
Índia	4
China	4
Irã	3
Nova Zelândia	3
Canadá	2
Singapura	2
África do Sul	2
Suécia	2

Notas: (1) P (Publicações) refere-se ao quantitativo de artigos publicados por país sobre a área de interesse investigada.

Infelizmente, identifica-se que nenhum artigo sobre o assunto é originário de instituições de ensino brasileiras, mesmo essa temática sendo de suma importância, devido aos elevados impactos econômicos, ambientais e sociais envolvidos, principalmente, para países em desenvolvimento (Lerer e Matzopoulos, 1996). Entretanto, destaca-se que esta pesquisa pode ter deixado de fora trabalhos brasileiros sobre assunto, devido à escolha dos termos de buscas e da base de dados, bem como devido aos critérios de inclusão que consideraram apenas artigos, impossibilitando assim a inclusão de projetos de graduação, dissertações, teses e relatórios.

Acredita-se também interessante avaliar as principais palavras-chave encontradas nos artigos incluídos no repositório de pesquisa, conforme identificado na Figura 3.



Figura 3: Principais palavras-chave das publicações.

Com a Figura 3, nota-se que os termos em inglês *Accident* (acidente), *Railway* (ferrovia), *Safety* (segurança), *Prevention* (prevenção), *Railway Safety* (segurança ferroviária), *Suicide* (suicídio), *Train* (trem), *Ethanol* (etanol), *Level Crossing* (passagem de nível) e *Railroad* (ferrovia) são as palavras-chave com maior número de ocorrências.

Outra análise importante refere-se ao número de citações por ano, conforme apresentado na Figura 4. Nela, observa-se que o número de citações permaneceu praticamente constante de 1996 (ano da primeira citação) até 2010. A partir de 2010, o número de citação cresceu bastante, atingindo o ápice em 2017. Destaca-se ainda que ao todo foram identificadas 472 citações.

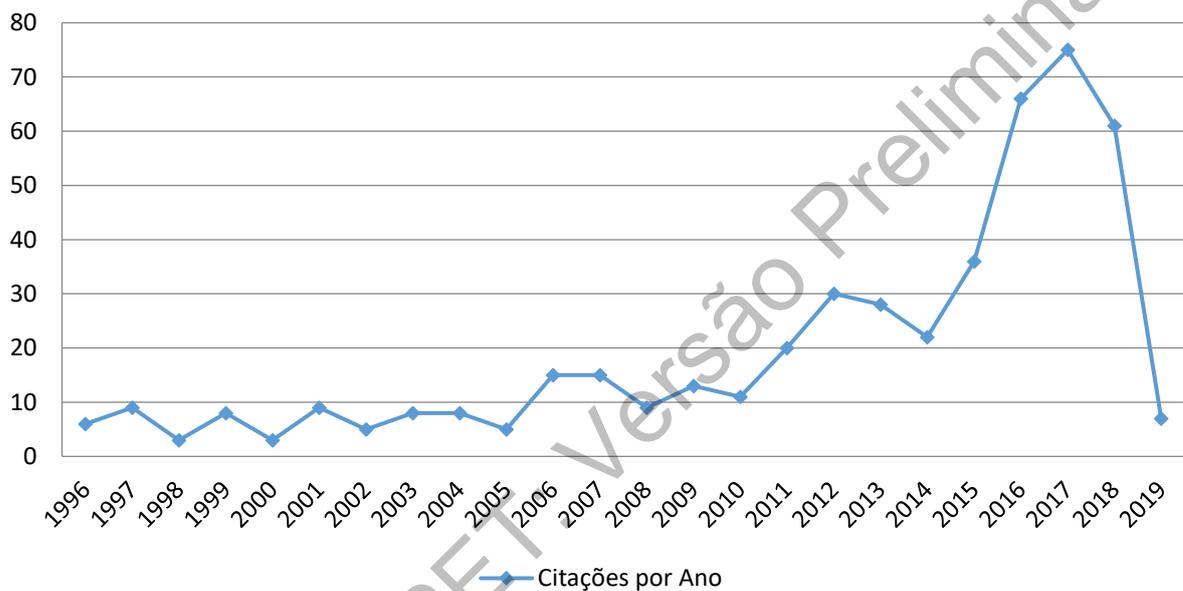


Figura 4: Evolução das citações por ano.

Ainda em relação ao número de citações, também é importante identificar os artigos mais citados na base de dados, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Artigos mais citados sobre o assunto.

Título	Referencia	Periódico	C ¹	MCA ²
<i>A decade of train-pedestrian fatalities - the charleston experience</i>	Cina <i>et al.</i> (1994)	<i>Journal of Forensic Sciences</i>	46	1,84
<i>An evaluation of a suburban railway pedestrian crossing safety programme</i>	Lobb <i>et al.</i> (2001)	<i>Accident Analysis and Prevention</i>	34	1,89
<i>An evaluation of four types of railway pedestrian crossing safety intervention</i>	Lobb <i>et al.</i> (2003)	<i>Accident Analysis and Prevention</i>	30	1,88

Título	Referencia	Periódico	C ¹	MCA ²
<i>Trespassing on the tracks: a review of railway pedestrian safety research</i>	Lobb (2006)	<i>Journal of Safety Research</i>	27	2,08
<i>Fatal accidents at railway level crossings in great britain 1946-2009</i>	Evans (2011)	<i>Accident Analysis and Prevention</i>	24	3,00
<i>Main characteristics of train-pedestrian fatalities on finnish railroads</i>	Silla e Luoma. (2012)	<i>Accident Analysis and Prevention</i>	21	3,00
<i>Trams - a risk factor for pedestrians</i>	Hedelin <i>et al.</i> (1996)	<i>Accident Analysis and Prevention</i>	21	0,91

Notas: (1) C (Citações) refere-se ao quantitativo de artigos que mencionam o artigo analisado. (2) MCA (Média de Citações por Ano) refere-se ao valor médio obtido pelo número de citações totais dividido pelos anos decorrentes desde sua publicação.

Com a Tabela 5, constata-se que o segundo artigo mais antigo desenvolvido sobre a temática (com data de publicação de 1994), é o estudo com maior número de citações (46 citações) com média de 1,89 artigos por ano, desde sua publicação. Nota-se ainda que dentre os artigos mais citados na base de dados, cinco foram publicados na *Accident Analysis and Prevention*, que apresenta fator de impacto igual a 2,584 e que é o periódico com maior número de publicações sobre o assunto (conforme exposto na Tabela 3). Além disso, destaca-se que o autor Lobb, B., que apresenta três publicações sobre o assunto (e inclusive é o autor principal de cada uma delas), tem todos esses três estudos entre os quatro mais relevantes da base de dados, demonstrando assim a sua importante contribuição para a temática estudada.

A fim de esclarecer sobre os principais assuntos analisados em artigos sobre a temática, busca-se apresentar um breve resumo sobre cada um dos estudos mais relevantes da base de dados. Para facilitar o entendimento, os artigos foram divididos em duas principais áreas de aplicação: (I) mapeamento de atropelamentos ferroviários; e (II) avaliação de programas de intervenção.

4.1. Mapeamento de acidentes e mortes

Cina *et al.* (1994) mapearam os acidentes e as mortes envolvendo atropelamentos ferroviários, durante o período de 11 anos (1982 - 1992). Os autores identificaram que vítimas eram predominantemente saudáveis, jovens e do sexo masculino. Além disso, um total de 60% dos casos envolveu pessoas que provavelmente estavam sentadas ou deitadas nos trilhos do trem e que 80% dos casos envolveram pedestres com elevado teor alcoólico no sangue. Constatou-se ainda que a análise toxicológica é essencial para discriminar o suicídio intencional da incapacitação induzida pelo álcool, resultando em morte acidental, e que o homicídio, disfarçado como um acidente ou suicídio, foi descartado em todos os casos. Essas análises são importantes porque a determinação correta do tipo de morte é uma questão essencial em relação ao litígio civil e à dispersão dos benefícios do seguro.

Lobb (2006) avaliou as principais pesquisas sobre acidentes de transporte ferroviário, realizadas em todo o mundo, para indicar o contexto geral sobre atropelamentos ferroviários.

Os resultados, baseados em aspectos cognitivos e comportamentais, comprovaram que os pedestres preferem trafegar por locais potencialmente perigosos a perderem tempo e esforço, utilizando uma rota alternativa mais segura, como uma passarela ou PN. Além disso, demonstram a necessidade de novas pesquisas para determinar empiricamente as magnitudes das intervenções (medidas de prevenção) oferecidas por várias modificações de engenharia projetadas para reduzir a incidência de comportamentos de risco dos pedestres.

Evans (2011) mapearam os acidentes e as mortes envolvendo atropelamentos ferroviários em PNs na Grã-Bretanha, durante o período de 64 anos (1946 - 2009), e avaliaram esses atropelamentos, separadamente, por tipo de PN: ativas (automáticas ou controladas por ferrovias) e passivas. Os resultados demonstraram que o desempenho quanto à segurança dos três tipos de travessias, considerados na pesquisa, foi muito diferente. As travessias controladas por ferrovias são o tipo de travessia com melhor desempenho. Os cruzamentos automáticos têm taxas de acidentes, por travessia, mais altas do que cruzamentos controlados por via ferroviária ou passivos. Além disso, as travessias passivas são de longe as mais numerosas, mas muitas são pouco utilizadas pelos usuários.

Silla e Luoma (2012) mapearam os acidentes e as mortes envolvendo atropelamentos ferroviários na Finlândia, durante o período de cinco anos (2005 - 2009). Os resultados mostraram que 311 usuários foram mortos em atropelamentos ferroviários. Nesses atropelamentos, a maioria das vítimas era do sexo masculino, com faixa etária de 20 a 29 anos e intoxicadas por álcool, medicamentos e/ou drogas. Salienta-se que esse perfil das vítimas coincide com o identificado por Cina *et al.* (1994). Os autores ainda constataram que os atropelamentos ocorreram com maior frequência no final da semana, mas nenhum pico específico para a época do ano foi encontrado. Além disso, a maioria das mortes de pedestres em colisões com trens aconteceu em áreas densamente povoadas como as estações de embarque e desembarque de passageiros.

Hedelin *et al.* (1996) mapearam os acidentes e as mortes envolvendo atropelamentos ferroviários (em bondes) em Gotemburgo, na Suécia. Os resultados mostram que a maioria (60%) das vítimas estava sob a influência do álcool (assim como identificado por Cina *et al.*, 1994, e Silla e Luoma, 2012) e que a maioria dos acidentes aconteceu próximo a uma parada de bonde (em concomitância com Silla e Luoma, 2012). Além disso, identificou-se que as melhores medidas de redução de acidentes a serem implementadas incluem grades de segurança nas paradas de bondes, barreiras laterais nos bondes para evitar quedas sob o bonde e velocidades dos veículos ferroviários mais baixas perto dos pontos de parada.

4.2. Avaliação de programas de intervenção

Lobb *et al.* (2001) avaliaram um programa de intervenções educacionais e de prevenção de acesso destinadas à redução do tráfego de pedestres em uma PC de um corredor ferroviário em uma estação suburbana em Auckland, Nova Zelândia. As pesquisas anônimas, realizadas imediatamente antes e três meses após as intervenções, indicaram que embora a conscientização sobre a ilegalidade de caminhar pelos trilhos tivesse aumentado ligeiramente, a percepção de risco não havia mudado (pelos mesmos aspectos cognitivos e comportamentais apontados por Lobb, 2006). Isso sugere que as intervenções educacionais podem ter menos efeito que as medidas de prevenção de acesso.

Em estudo complementar, Lobb *et al.* (2003) avaliaram um programa de intervenções (comunicação, educação e punição contínua e intermitente) destinadas a reduzir os deslocamentos de usuários na mesma PC do corredor ferroviário estudado por Lobb *et al.* (2001). Os autores concluíram que a punição é mais eficaz, na redução do comportamento inseguro, do que a educação direcionada, e é muito mais eficaz do que as comunicações para aumentar a conscientização da população e diminuir a ocorrência de acidentes.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destacada a necessidade de realização de pesquisas científicas que investiguem, especificamente, os atropelamentos de pedestres em vias ferroviárias, este artigo teve como objetivo verificar, na literatura científica, quais são os trabalhos mais relevantes sobre o assunto, bem como realizar análises estatísticas, cientométricas e sistemáticas sobre eles.

Os resultados demonstram que o assunto continua em expansão, com ápice no número de publicações e de citações em 2017, que aproximadamente 156 autores estão listados nas 56 publicações encontradas na base de dados, que os periódicos que mais se interessam pelo assunto são: *Accident Analysis and Prevention*; *Transportation Research Record*; e *Safety Science*, e que os países que mais se interessam pelo assunto são: EUA, Austrália, e França. Essa última análise (país de origem das intuições de ensino dos autores), inclusive, alerta a necessidade de realização de estudos brasileiros, dada a urgência da temática e a inexistência de estudos, incluídos no repositório de pesquisa, sobre o assunto na literatura brasileira.

Além disso, com a descrição dos estudos mais relevantes da base de dados, nota-se que cinco tratam do mapeamento de acidentes envolvendo atropelamentos de pedestres por veículos ferroviários (Cina *et al.*, 1994, Lobb, 2006, Evans, 2011, Silla e Luoma, 2012, e Hedelin *et al.*, 1996) e dois abordam sobre a avaliação de programas de intervenção realizados para reduzir a ocorrência desses atropelamentos (Lobb *et al.*, 2001, e Lobb *et al.*, 2003).

Frente à necessidade de aprimoramento desta pesquisa, destaca-se a necessidade de realização de novos trabalhos sobre o assunto, inclusive, a avaliação das mortes e ferimentos por atropelamentos ferroviários no Brasil, mapeamento das regiões críticas que carecem de análise como as passagens clandestinas na linha férrea, bem como identificação dos fatores que propiciam os acidentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, V. H. S. (2017). Revisão bibliográfica sistemática sobre o problema de localização de sensores de tráfego em redes. *In Congresso Nacional de Pesquisa em Transportes, ANPET.*
- Abreu, V. H. S., e Ribeiro, G. M. (2019). Mapeamento de Metaheurísticas aplicadas ao Problema de Localização de Sensores em Redes. *LI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, SBPO.*
- Barnes, S. J. (2005). Assessing the value of IS journals. *Communications of the ACM*, v. 48, n. 1, p. 110-112.
- Blazar, P. E., Dormans, J. P., & Born, C. T. (1997). Train injuries in children. *J. Orthop. Trauma*, v. 11, n. 2, p. 126-129.
- Chen, X. (2010). The Declining Value of Subscription-based Abstracting and Indexing Services in the New Knowledge Dissemination Era. *Serials Review*, v. 36, n. 2, p. 79-85.
- Cina, S.J., Koelpin, J., Nichols, C., Conradi, S. (1994). A decade of train-pedestrian fatalities: the charleston experience. *Journal of Forensic Sciences*, v. 39, n. 3, p. 668-673.
- Evans, A. W. (2003). Accidental fatalities in transport. *J. Royal Stat. Soc. Series A*, v. 166, n. 2, p. 253-260.
- Evans, A. W. (2011). Fatal accidents at railway level crossings in Great Britain 1946-2009. *Accid. Anal. Prev.*, v. 43, n. 5, p. 1837-1845.
- Goldberg, B. A., Mootha, R. K., Lindsey, R. W. (1998). Train accidents involving pedestrians, motor vehicles and motorcycles. *J. Orthopedics*, v. 27, n. 4, p. 315-320.

- Hedelin, A., Bjornstig, U., Brismar, B. (1996). Trams: a risk factor for pedestrians. *Accid. Anal. Prev.*, v. 28, p. 733–738.
- Hao, W., Daniel, J. (2014). Motor vehicle driver injury severity study under various traffic control at highway-rail grade crossings in the United States. *J. Saf. Res.*, v. 51, p. 41–48.
- Hu, S.R., Li, C.S., Lee, C.K. (2010). Investigation of key factors for accident severity at railroad grade crossings by using a logit model. *Saf. Sci.*, v. 48, n. 2, p. 186–194.
- Lerer, L. B., Matzopoulos, R. (1996). Meeting the challenge of railway injury in a South African city. *The Lancet*, v. 348, n. 9028, p. 664–668.
- Liu, J., Bartnik, B., Richards, S.H., Khattak, A.J. (2015a). Driver behavior at railway-highway grade crossings with passive traffic controls: A driving simulator study. *J. Transp. Saf. Secur.*
- Liu, J., Khattak, A.J., Richards, S.H., Nambisan, S. (2015b). What are the differences in driver injury outcomes at highway-rail grade crossings? Untangling the role of pre-crash behaviors. *Accid. Anal. Prev.* 85, 157–169.
- Lobb, B. (2006). Trespassing on the tracks: A review of railway pedestrian safety research. *J. Saf. Res.*, v. 37, n. 4, p. 359–365.
- Lobb, B., Harré, N., Suddendorf, T. (2001). An evaluation of a suburban railway pedestrian crossing safety programme. *Accid. Anal. Prev.*, v. 33, p. 157–165.
- Lobb, B., Harré, N., Terry, N. (2003). An evaluation of four types of railway pedestrian crossing safety intervention. *Accid. Anal. Prev.*, v. 35, p. 487–494.
- Matzopoulos, R., & Lerer, L. B. (1998). Hours to hell and back: A social epidemiology of railway injury in a South African city, 1890–1995. *Soc. Sci. Med.*, v. 47, n. 1, p. 75–83.
- Moore, T. J., Wilson, J. R., & Hartman, M. (1991). Train versus pedestrian accidents. *South Med. J.*, v. 84, p. 1097–1098.
- Nixon, J.; Corcoran, A.; Fielding, L.; Eastgate, J. (1985). Fatal and nonfatal accidents on the railways: a study of injuries to individuals with particular reference to children and to nonfatal trauma. *Accid. Anal. Prev.*, v. 17, n. 3, p. 217–222.
- Oh, J., Washington, S.P., Nam, D. (2006). Accident prediction model for railway-highway interfaces. *Accid. Anal. Prev.*, v. 38, n. 2, p. 346–356.
- Pelletier, A. (1997). Deaths among railroad trespassers: the role of alcohol in fatal injuries. *J. Amer. Med. Assoc.*, v. 277, n. 13, p. 1064–1067.
- Price, D. J. S. (1969). *The structures of publication in science and technology*. Factors in the transfer of technology. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Read, G. J. M., Salmon, P. M., Lenné, M. G. (2013). Sounding the warning bells: the need for a systems approach to understanding behaviour at rail level crossings. *Applied Ergonomics*.
- Read, G. J. M., Salmon, P. M., Lenné, M. G., Stanton, N. A. (2016). Walking the line: understanding pedestrian behaviour and risk at rail level crossings with cognitive work analysis. *Applied Ergonomics*, 53, 209–227.
- Russo, B. (2013). *Examination of factors affecting frequency and severity of crashes at rail grade crossings*. Proceedings of the Transportation Research Board 92nd Annual Meeting.
- Silla, A.; Luoma, J. (2012). Main characteristics of train-pedestrian fatalities on Finnish railroads. *Accid. Anal. Prev.*, v. 45, p. 61–66.
- Souza, W. B.; Abreu, V. H. S.; Ribeiro, M. I. P. (2019). Um estudo Bibliométrico e Sistemático sobre o Planejamento de Sistemas de Drenagem Urbana. *Revista Boletim do Gerenciamento*, v. 7, n. 7.
- Stefanova, T.; Oviédo-Trespalacios, O.; Freeman, J.; Wullems, C.; Rakotonirainy, A.; Burkhardt, J. M.; Delhomme, P. (2018). Contextual factors explaining risk-taking intentions at Australian level crossings. *Safety Science*, v. 110, p. 145–161.
- TranzRail. (1999). *Wellington, New Zealand: Unpublished pedestrian/train collision statistics*.
- Zhang, M.; Khattak, A. J.; Liu, J.; Clarke, D. (2018). A comparative study of rail-pedestrian trespassing crash injury severity between highway-rail grade crossings and non-crossings. *Accid. Anal. Prev.*, v. 117, p. 427–438.
- Zhao, S., Khattak, A. (2015). Motor vehicle drivers' injuries in train-motor vehicle crashes. *Accid. Anal. Prev.*, v. 74, p. 162–168.

Victor Hugo Souza de Abreu (victor@pet.coppe.ufrj.br)

Daniela Quintaes Louvain Trindade (daniela.trindade@pet.coppe.ufrj.br)

Programa de Engenharia de Transportes, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Av. Horácio Macedo, 2030, 101 – Cidade Universitária – Rio de Janeiro, RJ, Brasil