



CONFLITOS FERROVIÁRIOS EM PASSAGENS EM NÍVEL: UMA ABORDAGEM DOS CASOS CRÍTICOS EM CURITIBA, PR

Júlia Balen¹; Maria Eduarda Saquetto Michelinini²; Luis Henrique Menuci³; Anelise Schmitz⁴

^{1,2,3,4} Universidade Federal do Paraná, Departamento de Transportes

¹ juliabalen@ufpr.br, ² saquetto@ufpr.br, ³ luis.menuci@ufpr.br, ⁴ anelise.schmitz@ufpr.br

RESUMO

As passagens em nível constituem-se pelo cruzamento no mesmo nível entre uma ferrovia e uma rodovia. O conflito entre modal rodoviário e ferroviário representa um potencial risco de acidentes, que apesar da baixa probabilidade de ocorrência, possuem elevada severidade e impacto econômico. Assim, propôs-se com este artigo, o estudo de características que influenciam na acidentalidade e a avaliação do risco de acidentes de uma passagem em nível, através de dados da literatura internacional, além da análise do cenário brasileiro de segurança viária nos cruzamentos rodoferroviários, com foco na cidade de Curitiba, a partir dos dados do Anuário CNT do Transporte e do Relatório de Atualizações e Informações do PROSEFER. Como resultado, constou-se que existem 80 passagens em nível na cidade, destacando-se cinco em estado crítico, de acordo com o Relatório de Preposições para a Solução de Conflitos Ferroviários. A partir de uma avaliação multicritério, a resolução desses conflitos é prioritária para uma melhoria no quadro nacional e, portanto, é proposto a implantação de um contorno ferroviário para mitigação do problema.

PALAVRAS-CHAVE: Passagens em Nível, Ferrovias, Conflitos Ferroviários.

ABSTRACT

Level crossings are formed by the intersection between a railroad and a highway. The conflict between the highway and the railway modal represents a potential risk of accidents, that despite the low probability of occurrence, has a high severity and economical impact. Therefore, this article aims to study the characteristics that influences in the accident rate and the evaluation of the accident's risks of a level crossing, through international literature data, besides the analisys of the brazilian scenario in road safety in the highway and railroad intersections, with focus on Curitiba city, using data from CNT Yearbook of Transport and from the Update and Information Report of PROSEFER. As a result, it was concluded that exists 80 level crossings in the city, emphasizing five in critical state, according to the Report of Prepositions for the Solution of Railroad Conflicts. Through a multicriteria evaluation, the solution to this conflict is a priority for an improvement on a national picture and, therefore, it is propose the implementation of a rail outline for the mitigation of the problem.

PALAVRAS-CHAVE: Level Crossing, Railroad, Railway Conflict

1. INTRODUÇÃO

As ferrovias chegaram ao Brasil impulsionando o desenvolvimento das cidades. Com a expansão urbana e o crescente uso de veículos sobre rodas, acabaram surgindo conflitos entre as vias dos modais rodoviário e ferroviário, além do gradativo abandono do modal ferroviário. Em resposta a esses conflitos e visando a segurança viária, o art. 10 do Decreto nº1.832, de 4 de março de 1996 (BRASIL, 1996), passou a assegurar a travessia das linhas

férreas por outras vias, dando preferência para a realização das passagens em nível (PN's) diferentes, admitindo o cruzamento no mesmo nível da linha férrea em casos excepcionais.

Além disso, o decreto define a necessidade da gradativa eliminação das interseções rodoferroviárias em nível, e estabelece que o responsável pela via mais recente deve garantir as obras e instalações necessárias ao cruzamento, para a segurança no local. Entretanto, o que se observa na prática é um expressivo número de cruzamentos rodoferroviários ainda com PN's, o que faz destes locais potenciais geradores de acidentes. Segundo Castorino (2014), na resolução destes conflitos é necessário “um investimento de caráter marcadamente social”, pois tem como finalidade proteger a população urbana que vive em áreas adjacentes.

Em 2011, haviam 1856 PN's urbanas ao longo da malha ferroviária brasileira (CNT, 2011), sendo 279 delas consideradas críticas, com alta ocorrência de acidentes, localização imprópria, sinalização deficiente ou inadequada, e/ou clandestinas (VILAÇA, 2008). No relatório realizado em 2019 (PROSEFER, 2019), foram propostos 83 empreendimentos para mitigação dos conflitos relacionados às interseções rodoferroviárias, dentre os quais estão a construção de viadutos, passarelas de pedestres e contornos ferroviários. Um exemplo de sucesso ocorreu na Austrália, no estado de Victoria, em que, com a finalidade de aumentar a segurança viária, o número de PN's foi reduzido cerca de 30% entre os anos de 1970 e 2000, diminuindo 73% o número de colisões e 85% no número de mortes nas PN's (EDQUIST *et. al.*, 2009).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Sinalização de PN's

A sinalização das PN's pode ser de dois tipos: ativa ou passiva. A ativa, considerada dinâmica, é aquela que fornece um sinal aos veículos de que o trem está se aproximando através de semáforos, cancelas ou luzes intermitentes. A sinalização passiva, por outro lado, é estática, indicando ao motorista apenas que há uma passagem em nível e cabe a ele perceber se há movimento próximo na via férrea, como por exemplo, o uso de placas que orientam a parada dos veículos ou a Cruz de Santo André. Dessa forma, por demandar energia para funcionar, que pode advir das redes de distribuição de energia elétrica ou de

baterias solares, a sinalização ativa tem um custo de implantação e operação maior que a sinalização passiva (DNIT, 2015).

Sobre a efetividade dos dispositivos de segurança, alguns estudos indicam que PN's com sinalização apenas passiva estão associadas a uma maior acidentalidade e violações, em comparação às que estão equipadas com sinalização ativa. O Centro de Pesquisas de Acidentes da Universidade Monash, na Austrália, realizou um estudo de simulação com 25 australianos, com o objetivo de comparar a eficácia e percepção subjetiva dos motoristas em relação aos dispositivos de controle de PN's: luzes intermitentes associadas às cancelas, semáforo ou apenas placa de parada de veículos. A pesquisa mostrou que das 25 violações observadas, 14 foram no cruzamento com sinalização passiva (RUDIN-BROWN *et. al.*, 2012). Estes dados são consistentes com os resultados de outra simulação onde 40% dos motoristas violaram PN's controladas apenas por sinal de parada (LENNÉ *et. al.*, 2011) e que segundo Raub (2006), estão associadas a uma maior taxa de fatalidade nos acidentes.

Na investigação sobre 87 colisões fatais em passagens em nível da Austrália apontou que o erro não intencional (falha humana) foi a causa mais comum dos acidentes, e é provável que a proeminência, clara visibilidade e facilidade de compreensão dos dispositivos de controle do local estejam fortemente relacionados com o erro não intencional dos motoristas (SAFETY, 2002).

Visto as evidências que indicam que sinalização ativa é mais eficiente que a passiva, para a primeira ser realmente efetiva é necessário que os motoristas compreendam bem qual o comportamento adequado frente a estes dispositivos, quando devem parar de fato ou se podem prosseguir a viagem em segurança, já que uma possível causa de acidentes é a condução imprudente de motoristas em PN's (RUDIN-BROWN *et. al.*, 2012).

Na sinalização semafórica, Kobosil e Novák (2017) destacam problemas como a não percepção do motorista ao sinal (devido as obstruções ou até mesmo a incidência do sol) e o comprometimento do dispositivo. Porém, somado ao fato de que o cruzamento do trem pela PN demanda um tempo consideravelmente longo, ressalta-se que a situação mais perigosa é o cruzamento de motoristas imediatamente após o sinal ficar vermelho, ou seja, quando há fila na interseção. Este comportamento é especialmente prejudicial aos motoristas, pois pode passar a falsa impressão de que os veículos terão tempo suficiente para

passar o cruzamento. Uma opção para mitigar este problema seria a instalação de cancelas junto ao semáforo e o aumento da intensidade das luzes (Kobosil e Novák, 2017).

Segundo Kobosil e Novák (2017), os principais problemas da sinalização passiva são a obstrução da visão pela vegetação, os objetos próximos ao cruzamento e a não percepção do motorista às placas. Uma possível melhoria seria colocar o aviso de PARE na estrada, onde o motorista concentra sua atenção. No Brasil, essa sinalização horizontal é assegurada junto à obrigatoriedade de pavimentação asfáltica em pelo menos 40 m antes e depois da linha férrea. Além disso, deve ser verificado o triângulo de visibilidade para o veículo parado e em movimento, além de obras de corte e alargamento (DNIT, 2015).

O DNIT (2015) estabelece especificações quanto à distância de visibilidade obrigatória para cada velocidade, facilitando o cálculo para o triângulo de visibilidade, que é calculado por meio da distância percorrida durante o tempo de percepção e reação, a distância de frenagem e a distância entre os olhos do motorista e a linha férrea, relacionados com a distância necessária para o veículo atravessar o cruzamento com segurança. O intuito é garantir a visibilidade de áreas laterais à linha férrea, para que o motorista possa tomar a decisão de parar ou não (DO CARMO, 2006). Para Kobosil e Novák (2017), a maioria das causas de acidentes em PN's são atreladas ao erro humano, porém é preciso avaliar outros fatores, como a geometria, sinalização, fatores veiculares, entre outros, que podem interferir na segurança viária junto às PN's.

2.2. Métodos de avaliação de segurança de uma PN

Devido a numerosa quantidade de PN's no Brasil, dificilmente é possível propor estudos de ocorrências de acidentes e dispor de capital para realizar melhorias em todas elas. Por esse motivo, é preciso designar uma atuação prioritária, considerando e correlacionando as condições físicas com os riscos de acidentes, a ser determinado por equações matemáticas, das PN's (Carmo e Campos, 2009).

Segundo Carmo e Campos (2009), os parâmetros, como o Fator Ponderante de Acidentes (FPA), pertinente à quantidade de acidentes em determinada PN, fatores físicos, de operação, o Índice de Criticidade (IC) e o Indicador de Nível de Segurança (INS), buscam analisar o nível global de segurança de uma determinada PN. O IC usufrui concepções de Grau de Importância e Momento de Circulação. O IC tem por desígnio instruir a proteção, fundamentada em situações reais de tráfego e definir a melhor maneira para as intervenções.

O Indicador de Nível de Segurança (INS) dimensiona o grau de risco de uma travessia em uma PN e dá prioridade à manutenção de acordo com tal grau, considerando a natureza física e de operação obtidas com IC e com as características de risco de acidente. Nesse sentido, “estabelecer uma prioridade de intervenção é importante na medida em que não se tem recursos suficientes para atuar em todas as PN ao mesmo tempo”. (Carmo e Campos, 2009). Segundo os mesmos autores, para se escolher da melhor forma na PN a ser restaurada deve-se inspecionar e avaliar dados da PN, calcular IC, e assim definir a sinalização adequada. Simultaneamente, deve-se coletar e analisar dados dos acidentes nos últimos t anos, calcular FPA_t, INS e enfim definir qual PN tem prioridade para intervenção.

Para Hoel, Garber e Sadek (2012) os fatores de riscos nas PN's são relacionados às condições de pavimento, volume de tráfego, trânsito de pedestres, iluminação, distância de visibilidade, volume de tráfego ferroviário, rampa, histórico de acidentes e número de vias férreas. Além disso, conforme Pontes, Faria e Schmitz (2020) há convivência e conflitos entre ferrovia e áreas consolidadas com os mais diversos aproveitamentos, especialmente quando as vias estão localizadas em perímetros urbanos, com alta densidade.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de uma pesquisa bibliográfica e exploratória onde objetivou estudar as PN's, com ênfase em Curitiba-PR, e a influência delas nos acidentes com vítimas nas ferrovias. Cabe salientar que Curitiba, a capital do Paraná, possui uma área total de 434,892 km² e uma população estimada para 2020 de 1.948.626 pessoas (IBGE, 2020).

Dividida em uma etapa inicial com foco nos aspectos teóricos do tema e uma segunda etapa focada na análise prática de cenários. A revisão da literatura foi realizada de modo não-sistemático (narrativo), tendo como base o problema de pesquisa, avaliando como são tratadas e inseridas as variáveis que influenciam nas PN's, sinalização e métodos de avaliação de segurança de uma PN. Em virtude de o tema ainda ser incipiente nas pesquisas acadêmicas brasileiras, o delineamento da pesquisa e seu desenvolvimento ocorreu com o foco em apontar as PN's críticas e seus fatores que podem ser analisados quando da implantação e critérios de melhorias, em PN's de Curitiba, PR.

Os dados a respeito do número total de acidentes e número de acidentes com vítimas foram retirados do Anuário CNT do Transporte (2019), a relação das PN's foram retiradas

do relatório de Preposições para a Solução de Conflitos Ferroviários (Castorino, 2014) e do Relatório de Atualizações e Informações do Programa Nacional de Segurança Ferroviária em Áreas Urbanas (PROSEFER). Enquanto o mapeamento foi feito pelo software QGIS e as fotos retiradas do Google Earth e Street View.

Por fim foram apontados os Índices de Priorização do PROSEFER (IPP). Ressalta-se que quanto maior for o IPP, maior prioridade de execução do empreendimento. O sistema levou em conta a avaliação matricial multicritérios das quatro áreas de priorização: Potencialidade de Acidentes, Mobilidade Urbana, Operação Ferroviária e Avaliação Estratégica, as áreas foram divididas em itens de avaliação com seus respectivos critérios e pesos com base no PROSEFER (2019).

4. RESULTADOS

4.1. Análise global dos acidentes nas ferrovias brasileiras

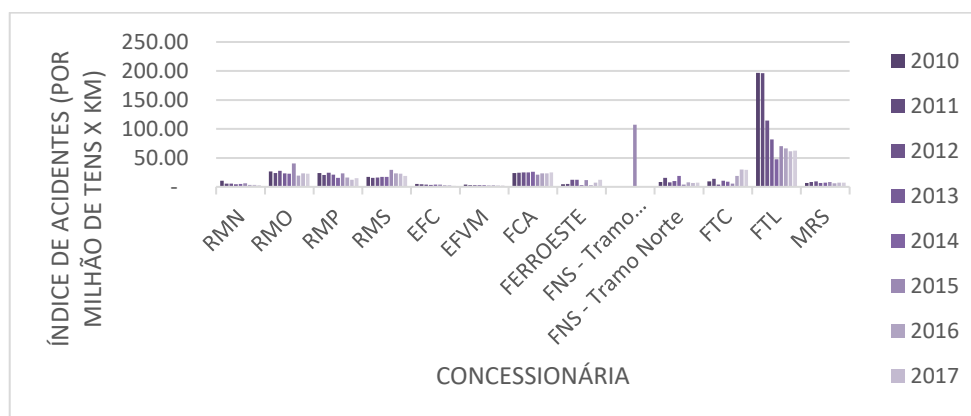
O Brasil tem um total de 30485 km de extensão de ferrovias, entre linhas principais e ramais, ao longo de seu território (CNT, 2019), operados por 12 principais concessionárias, reguladas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres – ANTT. O total de acidentes do último relatório divulgado pela CNT, ano de 2018, foi de 207,63 milhões de trens por quilômetro e, dentre todos os anos, o pior índice (entre 2010 a 2018) foi em 2010, com 336,37, e mais recentemente, em 2015, com 333,37 milhões de trens por quilômetro. Sendo que os piores índices ocorreram na Ferrovia Transnordestina Logística – FTL S/A, com exceção de 2015, em que se destaca a Ferrovia Norte-Sul Tramo Central. Na figura 1 está representado o gráfico que relaciona o índice de acidentes por concessionária e ano.

Outro relatório divulgado pela CNT, esse com informações de 2009 até 2013 apenas, é quanto a evolução do número de vítimas envolvidas em acidentes com trens de carga (Figura 2). No ano de 2012, foram registrados um total de 345 casos, foi o ano de maior número de vítimas, com 128 casos a mais que o ano com menor número, 2010, dentre os 5 anos analisados. A MRS é a que mais se destaca com acidentes com vítimas.

No total, entre os anos de 2009 e 2013, foram registradas 1.460 vítimas envolvidas em acidentes com trens de carga, sendo que foram 337 vítimas no último ano de registro, o segundo maior número entre os observados. Nesse ano, como nos 5 outros, a concessionária com os piores valores foi a MRS Logística, mesmo estando em 6º lugar quanto a extensão

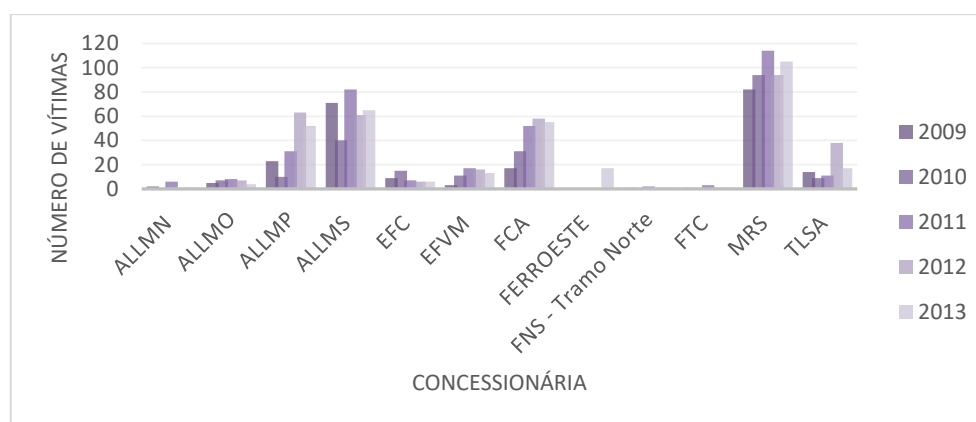
de linhas férreas. Lembrando que a América Latina Logística (ALL) e a RUMO se fundiram em 2015, sobre o nome RUMO. Ressalta-se que não existem informações disponíveis para estudo sobre a Ferrovia Norte-Sul Tramo Central.

Figura 2 - Evolução no índice de acidentes por concessionária



Fonte: Feito pelos autores, baseado na pesquisa de dados dos relatórios da CNT por ano

Figura 3 - Evolução do número de vítimas envolvidas em acidentes com trens de carga por concessionária



Fonte: Feito pelos autores, baseado na pesquisa de dados dos relatórios da CNT por ano

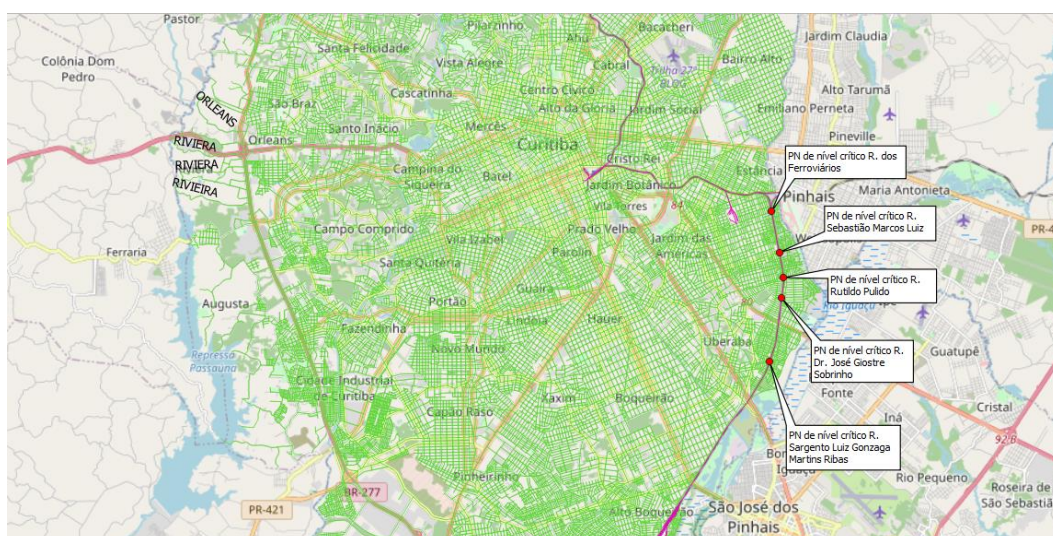
A ferrovia RUMO Malha Sul está compreendida nos estados de São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina com uma extensão total de 7223 km em bitola métrica (ANTT). Portanto, compreendendo a cidade objeto de estudo, Curitiba, PR, onde, de acordo com a PROSEFER (2019), é necessário solucionar 19,50 km do total de 85,77 km de extensão da malha que passa pelo município devido aos conflitos entre a ferrovia e a rodovia. Foram registradas 80 PN's que interferem no tráfego causando uma obstrução de, em média,

0,98 horas por dia. Além disso, passa uma média de 11,92 trens por dia pelo local, com uma taxa de ocupação de 74,82% das linhas (PROSEFER, 2019).

4.2. PN's críticas em Curitiba

Na capital paranaense existem atualmente, num total de 80 PN's, 5 PN's em estado crítico de acordo com o PROSEFER (2011 *apud* Castorino, 2014). Na figura 3 está um recorte da cidade de Curitiba com destaque às ruas (em *layer* verde) e ao traçado da ferrovia (em *layer* rosa), também estão marcados os cinco pontos de passagem em nível críticos (em vermelho), que se situam entre a malha ferroviária e seguintes ruas: 1) Rua dos Ferroviários; 2) Rua Sebastião Marcos Luiz; 3) Rua Rutildo Pulido; 4) Rua Dr. José Giostre Sobrinho; e 5) Rua Sargento Luiz Gonzaga Martins Ribas.

Figura 3 - Recorte da cidade de Curitiba com destaque às PN's críticas



Fonte: Feito pelos autores/ escala 1:120427

Todas as passagens mencionadas possuem sinalização passiva, ou seja, há apenas indicação de que existe uma ferrovia cortando a rua, deixando a decisão de passar ou esperar a cargo do motorista. A única exceção é na Rua Sargento Luiz Gonzaga Martins Ribas, em que não há sinalização alguma, justificando sua classificação como PN crítica (Figura 4).

Destaca-se também a PN da Rua José Giostre Sobrinho (Figura 5), onde há grande adensamento vegetal em um dos lados da rua, o que pode causar a obstrução da visibilidade da sinalização, fazendo com que os motoristas contem apenas com a própria audição para identificação da aproximação do trem e tomada de decisão.

Figura 4 – Fotografias locais das PN's críticas em Curitiba



Onde: a) R. Rutildo Pulido b) R. Sargento Luiz Gonzaga Martins Ribas, c) R. Sebastião Marcos Luiz. d) R. dos Ferroviários

Fonte: Google Earth

Figura 5 - R. José Giostre Sobrinho



Fonte: Google Earth

4.3. Possíveis intervenções nas PN's de Curitiba

O ideal, para o caso de Curitiba, seria a implementação de um contorno ferroviário para resolver os problemas da cidade (PROSEFER, 2011 *apud* Castorino, 2014). Esse empreendimento ficou em primeiro lugar na classificação de prioridade do PROSEFER com um valor de Índice de Priorização (IPP) 0,739. Para se ter um parâmetro, o segundo colocado foi Paranaguá com um IPP de 0,626. Nos parâmetros para essa classificação foi considerado: potencialidade de acidente (Curitiba recebeu nota 0,406), mobilidade urbana (Curitiba recebeu nota 0,168), operação ferroviária (Curitiba recebeu nota 0,140) e avaliação estratégica (Curitiba recebeu nota 0,024). O índice varia de 0,000 a 1,000 e quanto maior o for, maior será a preeminência da realização do empreendimento (Quadro 1).

Quadro 1 - Avaliação multicritério para IPP de um contorno ferroviário em Curitiba, PR

Avaliação do critério	Priorizações avaliadas	IPP – 0 a 1
Potencialidade de Acidentes	Grau de importância total, transporte de passageiros, transporte de produtos perigosos e invasões	0,406
Mobilidade Urbana	Número de PN's eliminadas (80 PN's), hierarquia do centro urbano (Metrópole), tempo de obstrução diário (0,98 horas/dia) e pátios e instalações ferroviárias (inexistente).	0,168
Ocupações Ferroviárias	Taxa de Ocupação da linha (74,82%), carga transportada (13.065.954 TU), velocidade média comercial (17 km/h), curva ferroviária (curva mínima de 117,36 m) e rampa ferroviária (rampa máxima de 1,68%).	0,140
Avaliação Estratégica	Custo de implantação (R\$ 2.318.018,85), complexidade da solução indicada, análise de sensibilidade (B/C = 0,18), ganho operacional (145.400.613,41 TU), fase de implantação de empreendimento e distância do porto (93 km).	0,024
Índice de Prioridade total		0,739

Fonte: Adaptada de PROSEFER (2019)

5. CONCLUSÕES

A exemplo de outros países e para obedecer ao Decreto nº1.832 (BRASIL, 1996), é necessário que o Brasil dispenda maiores esforços na diminuição e erradicação dos cruzamentos rodoferroviários em nível. Com 1856 PN's urbanas, sendo 279 críticas (CNT, 2011), e uma média de 292 vítimas por ano envolvidas em acidentes com trens de carga entre os anos de 2009 e 2013, o cenário ferroviário brasileiro demonstra que ainda há muito o que ser feito em relação à segurança viária.

Por meio da análise a nível regional no município Curitiba, PR, constatou-se que a cidade é atravessada pela ferrovia RUMO Malha Sul, onde consta 80 PN's, sendo 5 delas (6,25%) críticas, e dessas, 4 delas contemplam sinalização passiva e 1 não contém algum tipo de sinalização, todas estão situadas em regiões periféricas da cidade, à sudeste. A proposta atual e preferencial para mitigar o problema é a implementação de um contorno ferroviário que deslocaria parte ou toda a ferrovia para fora do perímetro urbano. A revisão da localização da ferrovia deve ser estudada e ponderada junto a análise de viabilidade técnica e ambiental, registros de acidentes, medidas de segurança na operação e ações compartilhadas que gerem aspectos positivos quanto à urbanização e ao transporte.



REFERÊNCIAS

BRASIL. DECRETO-LEI Nº1.832, DE 4 DE MARÇO DE 1996. Presidência da República. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/D1832.htm>. Acesso em: 26 set. 2020

CARMO E CAMPOS. **Indicadores de nível de segurança para PN's**. 2009.

CASTORINO, A. B. **Proposições para solução de conflitos ferroviários**. Brasília, DF: Agência Nacional de Transportes Terrestres, ANTT, 2014.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Anuário CNT de Transportes**. 2019. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2019/Ferrovuario/2-1-/Principais-dados>, Acesso em: 16 set. 2020.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de Ferrovias 2011**. Brasília, 2011

DNIT. DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **ISF-221: Projeto de Passagem em Nível**. 2015. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/ferrovias/instrucoes-e-procedimentos/instrucoes-de-servicos-ferroviarios/isf-221-projeto-de-passagem-em-nivel.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2020

DO CARMO, R. C. **PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DE PN'S**. Rio de Janeiro, 2006.

EDQUIST, J., STEPHAN, K., WIGGLESWORTH, E., LENNÉ, M.G. **A Literature Review of Human Factors Safety Issues at Australian Level Crossings**. Monash University, Clayton, VIC. 2009.

HOEL, L. A.; GARBER N. J.; SADEK A.W. **Engenharia de infraestrutura de transportes - Uma integração multimodal**. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2020). **Dados sobre o município de Curitiba, PR**. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/curitiba/panorama> >. Acesso em: 16 set. 2020

KOBOSIL, M.; NOVÁK, J. Level Crossing Safety in the Czech Republic. Vol. 11 (2017): **Modernization of Railway - IRICoN** . 2017.

LENNÉ, Michael G. *et al.* Driver behaviour at rail level crossings: Responses to flashing lights, traffic signals and stop signs in simulated rural driving. **Applied ergonomics**, v. 42, n. 4, p. 548-554, 2011.

PONTES, D. R.; FARIA, J.R. V. de; SCHMITZ, A. Ferrovias e Remoções: Uma Análise do Tratamento da Moradia Urbana em Faixas de Domínio. **Remoções Forçadas e a Administração Pública**. Imprensa Universitária da UFMG. Organizador: Daniel Gaio. Belo Horizonte. 2020.



PROSEFER - DIRETORIA DE INFRAESTRUTURA FERROVIÁRIA. **Relatório de Atualização do PROSEFER TOMO I e II**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/ferrovias/prosefer/rel_consolidado_tomo-ii.pdf>. Acesso em: 16 set. 2020

RAUB, Richard A. Examination of Highway-Rail Grade Crossing Collisions Over 10 Years in Seven Midwestern States. **ITE journal**, v. 76, n. 4, p. 16-26, 2006.

RUDIN-BROWN, Christina M. *et al.* Effectiveness of traffic light vs. boom barrier controls at road-rail level crossings: A simulator study. **Accident Analysis & Prevention**, v. 45, p. 187-194, 2012.

SAFETY, Australian Transport Safety Bureau Transport; UNIT, Statistics. Level crossing accidents: fatal crashes at level crossings. In: **7th International Symposium on Railroad-Highway Grade Crossing Research and Safety, Melbourne, Victoria, Australia, Monash University**. 2002.

VILAÇA, R. **Infraestrutura e Logística no Brasil: Transporte Ferroviário de Carga**. Brasília, 2008.