



26° Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) 49ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPV)

IDENTIFICAÇÃO DE TRECHO RODOVIÁRIO COM ALTO ÍNDICE DE ACIDENTES E PROPOSTA DE SOLUÇÕES – ESTUDO DE CASO

Victor Paiva¹ & Maria Rachel de Araújo Russo¹

RESUMO

No Brasil, o transporte rodoviário é responsável pela movimentação de 90% dos passageiros e mais de 60% das mercadorias. Apesar da importância, a infraestrutura rodoviária está longe da ideal. A frota de veículos vem aumentando e, como consequência, surgem trechos críticos onde os índices de acidentes aumentam devido a inconformidades nos projetos justificadas pela viabilidade econômica. A identificação desses trechos é importante, pois apresentam elevado índice de fatalidade e resultam em altos custos de operação, de vida e de hospitalização, contrariando sua justificativa econômica. O método é simples a partir de uma abordagem prática da avaliação de segurança viária por ferramentas acessíveis e permite o emprego de *softwares* e dados disponibilizados pelos órgãos competentes. Desse modo, este artigo apresenta as etapas para identificação de um trecho crítico através da taxa de severidade, análise e definição dos pontos indutores de acidentes através de imagens de satélite. As correções sugeridas na geometria viária podem adequar o segmento às normas vigentes, promovendo aumento de segurança e redução de acidentes.

PALAVRAS-CHAVE: trecho rodoviário crítico; pontos críticos; índice de acidentes; segurança viária; taxa de severidade.

ABSTRACT

In Brazil, road transport is responsible for the movement of 90% of passengers and more than 60% of goods. Despite its importance, the road infrastructure is far from ideal. The vehicle fleet has been increasing and, therefore, critical stretches arise where accident rates increase due to non-conformities in projects justified by economic viability. The identification of these sectors is important, as they have a high fatality rate and result in high operating, life and hospitalization costs, contradicting their economic justification. The method is simple, based on a practical approach to road safety assessment using accessible tools and allows the use of software and data made available by the competent organs. Therefore, this article presents the steps for identifying a critical section through the severity rate, analysis and definition of accident-inducing points using satellite images. The suggested corrections to the road geometry can adapt the segment to current regulations, promoting increased safety and reducing accidents.

KEY WORDS: critical road section; critical points; accident rate; road safety; severity rate.

¹ Universidade Federal de Itajubá, victor.gap@outlook.com; rachelrusso99@unifei.edu.br



1. INTRODUÇÃO

Acidentes de trânsito representam a segunda maior causa de mortes no Brasil, superada apenas pela violência interpessoal (GBD, 2016). De acordo com o NHTSA (2001), 61% das fatalidades ocorrem em rodovias, mesmo que o trânsito represente apenas 40% da quilometragem percorrida pelos veículos. Apesar de cerca de 50% dos sinistros serem causados por falhas humanas, um projeto que incorpore medidas de segurança pode reduzir o potencial de erro e suas consequências (DNIT, 2010).

Nesse sentido, nas últimas décadas surgiu o conceito de auditoria de segurança viária (ASV), uma técnica que visa identificar pontos propícios a acidentes, a fim de auxiliar os profissionais na avaliação da segurança nos projetos rodoviários (ASSUNÇÃO, 2015). A questão é que na maioria dos casos, especialmente no Brasil, essas auditorias não ocorrem, implicando na execução de projetos em desacordo com a segurança viária.

No planejamento e projeto de rodovias, a primeira decisão a ser tomada é a escolha da Classe e o nível de serviço. A segunda é a seleção dos critérios de projeto. Para muitos dos elementos do projeto há um intervalo de valores a serem adotados, variando entre níveis mínimo e máximo (DNIT, 2010). Mas, por questões econômicas, adotam-se valores mínimos que podem suprir as necessidades da via para a situação atual, mas à medida que o tempo passa e o tráfego se intensifica, deixa de oferecer a qualidade inicial, provocando queda de nível de serviço e aumento de conflitos entre veículos, resultando em trechos com elevado potencial de acidentes.

Parte-se da premissa que o elevado índice de sinistros em um determinado trecho está associado às suas características físicas, sendo possível de serem corrigidas. Para a análise, questões básicas são consideradas, como a existência de superlargura nas curvas, raios mínimos, curvas horizontais reversas e/ou curvas verticais com raios discrepantes, entre outros aspectos não menos importantes. Este trabalho tem por objetivo analisar um trecho de rodovia em operação para apontar as possíveis relações entre suas características físicas e o índice de acidentes, com base nos fatores intensificadores apontados no referencial teórico, e apresentar alternativas de intervenção para maximizar a segurança.

2. MÉTODO

Este trabalho é de natureza descritiva, tendo uma abordagem quali-quantitativa que se justifica pela necessidade de caracterização do trecho a ser estudado. A primeira etapa é a definição dos pontos críticos no trecho de rodovia escolhido, feita a partir do conceito de taxa de severidade associado a uma revisão bibliográfica e análise de documentos com dados estatísticos de sinistros de trânsito por quilômetro.

Com o diagnóstico, é possível caracterizar o trecho através do *Google Earth*, que permite a manipulação de imagens de satélite e definição do traçado, além de fornecer dados sobre relevo e topografia. A localização do trecho pode ser feita pela plataforma VGEO, Visualizador de Informações Geográficas do DNIT. Trata-se de uma aplicação em constante atualização com a finalidade de atender às demandas por informações georreferenciadas de forma interativa (DNIT, 2019). Essa ferramenta possui uma função chamada “Segmentador” que destaca a parte de uma rodovia quando informados os quilômetros inicial e final. É possível situar o trecho no *Google Earth Pro* utilizando a ferramenta “Caminho”. A partir do caminho criado, pode-se extrair, diretamente, dados de perfil e raios de curvas usando as ferramentas de medição.



Por fim, com base nos conceitos apresentados por Pimenta *et al.* (2021), DNIT e AASHTO (2013), associados às informações coletadas, é possível analisar o trecho apontando fatores indutores de acidentes e possíveis soluções alternativas para correções.

Conhecimento de um Trecho Crítico

A primeira etapa é a definição dos pontos críticos no trecho de rodovia. Analisando a distribuição dos acidentes no espaço, diversos critérios podem ser empregados na análise desses locais (interseções, trechos de vias, áreas ou locais com características similares). Alguns dos parâmetros normalmente usados são o número de acidentes, índice de severidade e custo dos acidentes. O emprego do número total de sinistros, sem diferenciação da gravidade, significa considerar equivalentes os acidentes sem vítimas, com vítimas e com vítimas fatais. Desse modo, seria possível que um ponto com dez acidentes sem vítimas fosse considerado mais crítico que um outro com nove vítimas fatais. Por conta dessa distorção, esse critério não expressa da melhor forma a dimensão da acidentalidade viária de um local (FERRAZ *et al.*, 2012).

O mais indicado é o emprego do índice de severidade, que pode ser obtido atribuindo-se pesos aos acidentes, como expresso na Equação 1:

$$S = 1 \times D + P_V \times V + P_F \times F \quad (1)$$

em que S : índice de severidade;

D : número de acidentes sem vítimas;

V : número de acidentes com vítimas não fatais;

F : número de acidentes com vítimas fatais;

P_V : peso atribuído a acidentes com vítimas não fatais;

P_F : peso atribuído a acidentes com vítimas fatais.

Apesar de mais adequado, esse critério apresenta uma dificuldade de aplicação que se refere à definição dos pesos. Uma maneira de defini-los é a partir dos custos unitários associados a cada tipo de acidente. No Brasil, esses custos podem ser obtidos através do IPEA (2015). Com base nesses valores, obtém-se a Equação 2:

$$S = 1 \times D + 4 \times V + 28 \times F \quad (2)$$

Porém, mais uma vez, existe um problema de inconsistência, já que ela resulta em pesos muito maiores por conta da grande diferença entre esses custos unitários, ao mesmo tempo em que existe uma certa aleatoriedade na diferença entre um acidente com vítimas fatais e não fatais, por exemplo. No Brasil, um estudo do DENATRAN preconiza os seguintes pesos e respectiva expressão (Equação 3) para determinação do índice de severidade (FERRAZ *et al.*, 2012):

$$S = 1 \times D + 5 \times V + 13 \times F \quad (3)$$

Esses valores foram também obtidos com base nos custos por acidente à época em que o estudo foi realizado, por isso, são discrepantes dos valores fornecidos pelo IPEA que são mais próximos da realidade atual. Mesmo desatualizado, como a diferença entre os pesos dos acidentes com vítimas fatais e não fatais é menor, levando-se em conta as considerações supracitadas, esses pesos expressam melhor a dimensão da acidentalidade em termos de risco.

A unidade do índice de severidade é definida pelo DENATRAN como UPS (Unidade Padrão de Severidade). Também pode ser utilizado o conceito de taxa de severidade obtida mediante o quociente do índice de severidade pelo volume de tráfego (UPS/veíc.), extensão da via (UPS/km) ou quantidade de transporte (UPS/veíc.km ou UPS/pass.km) (PARE, 2002).

Sendo o índice de severidade diretamente proporcional ao número total de sinistros, há uma tendência de se dirigir o foco para locais onde há um tráfego maior de veículos, enquanto na taxa de



severidade todos os pontos são comparados de igual para igual, possibilitando encontrar locais onde efetivamente há algo incomum que leva aos acidentes.

Diante dessa problemática, inúmeros fatores de risco podem ser identificados, como defeitos na superfície de rolamento, projeto geométrico inadequado, sinalização deficiente, interseções inadequadas, problemas na lateral da via, falta de iluminação etc. Como o trecho é analisado somente por imagens aéreas, é dada ênfase nas diretrizes abordadas por Pimenta *et al.* (2021) e pelo DNIT (2010):

a) Inconformidades no projeto geométrico:

- Existência de curva de pequeno raio após longo trecho em tangente e/ou curvas suaves;
- Sequência de curvas de pequeno raio;
- Trechos com distância de visibilidade de frenagem ou ultrapassagem incompatível com a velocidade usual na via;
- Superelevação e/ou superlargura inadequada nas curvas;
- Falta de legibilidade (o traçado da via não é suficientemente explícito para os usuários);
- Uso de raios mínimos ou próximos dos mínimos;
- Existência de curvas compostas;
- Curvas consecutivas de mesmo sentido com espaçamento inferior a 400 m.

b) Interseções inadequadas:

- Visibilidade ruim para aqueles que entram em um cruzamento com rodovia preferencial, devido à geometria inadequada ou existência de elementos próximos à via (construções, árvores, vegetação alta, postes, propaganda comercial, abrigos de ônibus etc.);
- Entrada e saída direta (sem pista de aceleração/desaceleração) nas vias de alta velocidade;
- Condições favoráveis ao desenvolvimento de velocidade excessiva nas aproximações;
- Sinalização deficiente.

c) Problemas na lateral da via

- Falta de acostamento;
- Presença de obstáculos próximos à pista.

Pimenta *et al.* (2021) destacam que, no Brasil, onde o modo rodoviário é responsável pela maior parte dos transportes e, sendo o país carente em infraestrutura, o volume de projetos justificados economicamente é superior à sua capacidade de funcionamento, levando a projetos menos prioritários e, em alguns casos, aqueles cujo traçado e/ou pavimento não atendem aos critérios de segurança e conforto. Adicionalmente, ainda hoje, muitas das rodovias não concessionadas estão em estado ruim ou péssimo de conservação.

3. RESULTADOS E ANÁLISE

Definição do Trecho

A partir de dados obtidos em Vias Seguras (2010), foi feita uma comparação entre segmentos de diversas rodovias federais, abordando trechos localizados em Minas Gerais e São Paulo. Os trechos em destaque caracterizam pontos com concentração anormal de acidentes, assim, esta é a primeira seleção feita. Os dados mais recentes se referem aos anos de 2018 e 2020, dependendo do trecho em questão. Foram utilizadas imagens de satélite registradas naqueles anos para analisar os segmentos, além de comparação com imagens mais atuais para verificar se os problemas foram corrigidos.

Seguindo a metodologia do Programa de Redução da Morbimortalidade por Acidentes de Trânsito (Secretaria de Políticas de Saúde/MS, 2002), apresentam-se na Tabela 1 os quantitativos de



sinistros sem vítimas, com vítimas não fatais e com vítimas fatais, e o índice de severidade de cada trecho. Para a obtenção desse índice foram utilizados os pesos sugeridos: 1 para acidentes sem vítimas, 5 para acidentes com vítimas não fatais e 13 para acidentes com vítimas fatais.

Os índices de severidade calculados pela Equação 3 permitem a obtenção da taxa de severidade, dividindo-os pela quantidade de veículos que passa pelo segmento (VDT - volume diário total ou VDMA - volume diário médio anual) em um determinado período. Como esses valores podem ser muito diferentes em diversos pontos de uma rodovia, é correto usar os valores referentes especificamente ao trecho analisado, porém, não foram encontrados registros de contagem de tráfego em todos os pontos na data correspondente. Sendo assim, partindo do princípio de que há uma manutenção na proporcionalidade do tráfego, foi utilizado o Plano Nacional de Contagem de Tráfego feito pelo DNIT (2017).

Tabela 1: Índice de severidade (próprios autores).

Rodovia	Trecho	Ano	Acidentes sem vítimas	Acidentes com vítimas não fatais	Acidentes com vítimas fatais	Índice de Severidade
BR 381-MG	km 400 a 409	2008	103	67	17	659
BR 381-MG	km 420 a 429	2008	139	88	11	722
BR 262-MG	km 380 a 389	2008	67	47	4	354
BR 116-SP	km 200 a 209	2010	138	48	11	521
BR 116-SP	km 210 a 219	2010	435	212	15	1690
BR 116-SP	km 269 a 279	2010	276	149	17	1242
BR 116-SP	km 280 a 289	2010	150	73	9	632
BR 116-SP	km 540 a 549	2008	198	41	2	429
BR 381-SP	km 080 a 089	2010	155	101	9	777

Tabela 2: Volumes diários médios anuais (VDMA) em ambos os sentidos (DNIT, 2017).

km inicial	km final	Extensão do trecho	VDMA
398,5	429,1	30,6	17905
398,5	429,1	30,6	17905
382,7	406,5	23,8	2628
199,6	217,3	17,7	67507
199,6	217,3	17,7	67507
268,9	284,0	15,1	16242
284,0	288,0	4,0	25462
476,5	551,2	74,7	21650
83,9	90,4	6,5	65187

Os valores escolhidos para cada trecho foram os VDMA equivalentes em uma dada seção da via, determinados a partir de observações no período de um ano (ANTT, 2003). Esses dados estão expressos na Tabela 2, e as taxas de severidade calculadas estão expressas na Tabela 3.



Tabela 3: Taxas de severidade (próprios autores).

Rodovia	Trecho	Índice de Severidade	VDMA	Taxa de Severidade
BR 381-MG	km 400 a 409	659	17905	0,036805
BR 381-MG	km 420 a 429	722	17905	0,040324
BR 262-MG	km 380 a 389	354	2628	0,134703
BR 116-SP	km 200 a 209	521	67507	0,007718
BR 116-SP	km 210 a 219	1690	67507	0,025034
BR 116-SP	km 269 a 279	1242	16242	0,076468
BR 116-SP	km 280 a 289	632	25462	0,024821
BR 116-SP	km 540 a 549	429	21650	0,019815
BR 381-SP	km 080 a 089	777	65187	0,01192

Caracterização do Trecho

O trecho da BR 262-MG (km 380 a 389) se destaca, apresentando uma taxa de severidade 76% maior que a segunda maior taxa, referente ao trecho da BR 116-SP (km 269 a 279). Desse modo, o trecho foi escolhido para o estudo, ilustrado na Figura 1.

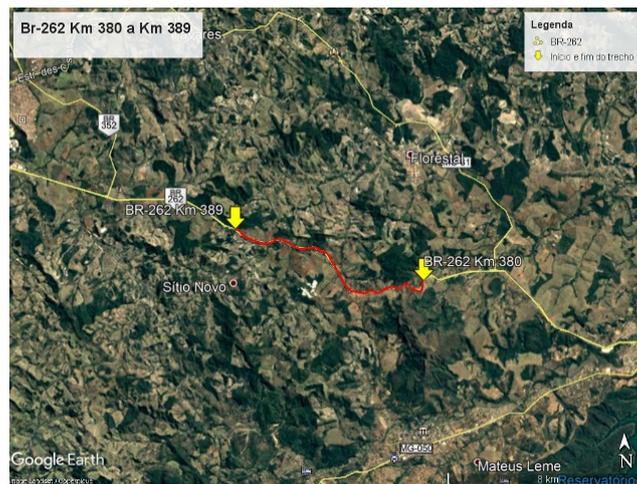


Figura 1: Trecho em estudo da BR 262 (Google Earth Pro).

No período em que foram registrados os dados o trecho conta com pista dupla convencional. Nesse tipo de via pode haver cruzamentos ou semáforos ocasionais, desde que espaçados para manter condições de fluxo contínuo na maior parte do trecho, em geral de três quilômetros (ROESS *et al.*, 2010).

- Rise & Fall (R&F): parâmetro que descreve a geometria vertical, é definido como o comprimento de aclives e declives, em m/km. Valores abaixo de 20 m/km estão associados a terrenos planos, enquanto um valor maior ou igual a 80 m/km indica um terreno montanhoso. Valores entre esses dois parâmetros caracterizam terrenos ondulados.



Figura 2: Perfil longitudinal (*Google Earth Pro*).

Por meio do perfil longitudinal da via, mostrado na Figura 2, foram registrados 281 m de aclives e 323 m de declives, totalizando 575 m de variação vertical no segmento. Dividindo pela distância de 9,2 km, tem-se R&F de 62,5 m/km, caracterizando o trecho como ondulado.

- Curvatura (C): parâmetro que descreve a geometria horizontal, é definida como a variação, em graus, por quilômetro de via. Valores inferiores a 100 °/km estão associados a estradas majoritariamente retilíneas, enquanto um valor de 500 °/km representa uma via sinuosa. Para obter a curvatura do trecho, é ideal calculá-la de maneira direta a partir de uma trilha registrada por GPS que contém, a determinados intervalos de tempo, o azimute em relação à posição do veículo. A curvatura é a relação entre a variação absoluta total dos azimutes e a extensão do trecho. Neste estudo, foi adotada uma simplificação, obtendo a curvatura do segmento a partir dos ângulos entre as tangentes das curvas. Foi obtido um total de 1016 graus no trecho de 9,2 km ($C = 110$ °/km), classificando o trecho como mais próximo de uma via retilínea.

DNIT (2016) apresenta o número de acidentes por quilômetro e os tipos de acidentes para as rodovias federais, subdividindo-os em: atropelamento de animal, atropelamento de pessoa, capotamento, colisão com obstáculo fixo, colisão frontal, colisão lateral, colisão transversal, colisão traseira, engavetamento, saída de pista, tombamento etc. Como os dados que definiram a escolha do trecho são referentes a 2010, e as imagens de satélite são de 2009 e 2007, foi feita uma análise dos dados de sinistros considerando os anos de 2007, 2008, 2009 e 2010. A primeira análise se refere ao número de acidentes por km.

Com a representação gráfica da Figura 3, fica nítido que os quilômetros iniciais são os que concentram a maior parte dos sinistros, podendo-se destacar os quilômetros 380 e 381. Outra análise feita é quanto aos tipos de sinistros mais frequentes (Figura 4).

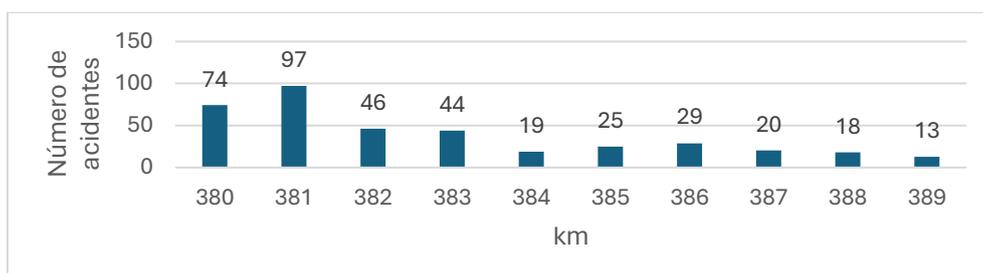


Figura 3: Número de acidentes por km (próprios autores).

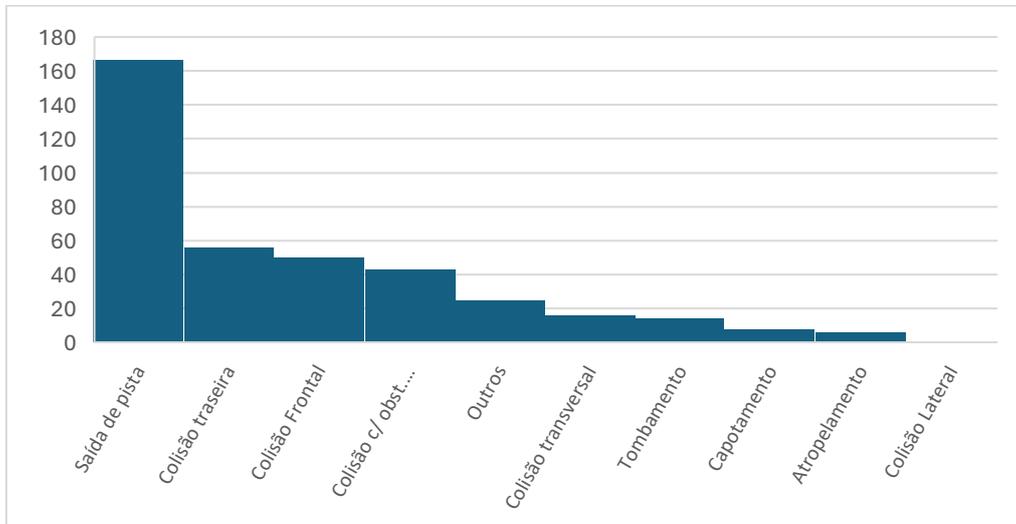


Figura 4: Quantitativo de acidentes por tipo (próprios autores).

O tipo de acidente mais frequente é “saída de pista”, representando mais de 40% do total de acidentes registrados no trecho nos quatro anos de análise.

Análise do Trecho

Inconformidades no projeto geométrico

Antes de tratar dos pontos críticos é importante fazer uma análise geral do traçado. No trecho de 9,2 km há 281 m de aclives e 323 m de declives, totalizando 575 m de variação vertical. Quanto às inclinações, o perfil gerado registrou valores máximos de 17,8% e -15,1%, caracterizando um trecho muito íngreme. Quanto às variações no traçado, existem 17 curvas horizontais e 4 verticais que podem ser vistas nas Figuras 2 e 5.



Figura 5: Geometria do trecho (próprios autores).

O trecho conta com pista simples, verificada nas imagens de satélite, e com VDM de 2628 veículos (Tabela 2). O trecho é classificado como ondulado, Classe 1B e velocidade de projeto de 80 km/h. Segundo o DNIT (2010), para essa classificação tem-se um raio mínimo de 200 m.



Por meio do *Google Earth Pro* foi possível quantificar o raio de cada uma das curvas, mostrados na Tabela 4. Das 17 curvas, 6 estão irregulares, segundo o DNIT. Foi desconsiderada nesta contagem a curva 3 que, por ser composta, é um caso à parte e se trata de uma inconformidade, conforme Pimenta *et al.* (2021).

Tabela 4: Raios das curvas (próprios autores).

Curva	Raio (m)	
1	96	
2	175	
3*	105	175
4	105	
5	260	
6	110	
7	220	
8	310	
9	320	
10	225	
11	440	
12	150	
13	275	
14	190	
15	580	
16	265	
17	205	

*Curva composta

Outra inconformidade identificada é a existência de curva de pequeno raio após longo trecho em tangente ou após várias curvas suaves. Há cinco ocorrências, sendo na primeira, uma tangente de 500 m seguida por curva de raio 105 m; na segunda, tangente de 500 m seguida por curva de raio 110 m; na terceira, tangente de 1400 m seguida por curva de raio 225 m; na quarta, tangente de 500 m seguida por curva de raio 150 m; na quinta, tangente de 750 m seguida por curva de raio 190 m. Esses pontos estão mostrados na Figura 6.

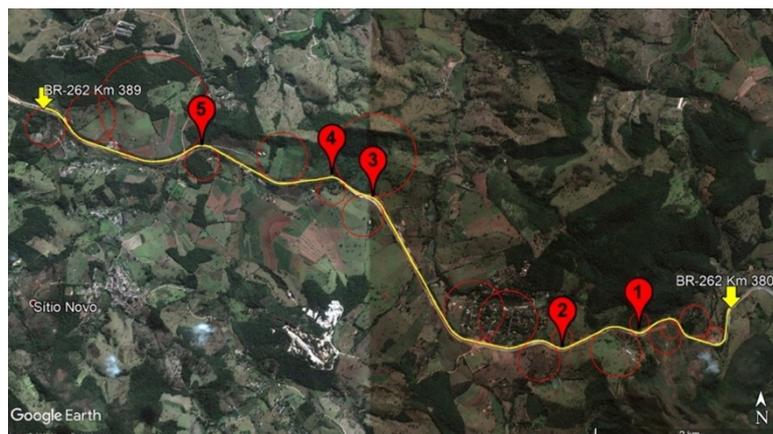


Figura 6: Tangentes seguidas de curvas de pequeno raio (próprios autores).



Nos dois quilômetros iniciais há a ocorrência de uma sequência de curvas de pequeno raio, outro fator indutor de acidentes. Nesse segmento, a sequência é de quatro curvas com raios de 96 m, 175 m, 105 m/175 m (curva composta) e 105 m, em ordem de ocorrência. Existem, também, duas curvas consecutivas de mesmo sentido, com espaçamento de 200 m, sendo assim, inferior aos 400 m recomendados por Pimenta *et al.* (2021).

Interseções inadequadas

O trecho apresenta inconformidades neste quesito, sendo a de maior ocorrência a entrada e saída direta (sem pista de aceleração/desaceleração). Isso induz a velocidades mais altas, intensificando a gravidade. Na Figura 7 pode ser visto um desses locais onde existem três acessos diretos à via.



Figura 7: Acessos diretos de veículos à via (próprios autores).

Proposta de Soluções e Comparação com o Trecho Atual

A maioria das inconformidades tem solução simples, pois se estão fora de limites sugeridos pelo DNIT, devem ser adequadas a esses limites. Isso é válido para as diversas curvas com raio mínimo inferior a 200 m. Para o caso da curva composta, o ideal é transformá-la em uma única curva com raio superior a 200 m.

Com essas adequações outros problemas são resolvidos, como ocorrências de curvas de pequeno raio após longo trecho de tangente e após sequência de curvas de pequeno raio. Para o problema identificado onde existem duas curvas de mesmo sentido em um intervalo inferior a 400 m, o mais adequado é transformar as duas curvas em uma única, com raio maior. Outra adequação importante no trecho se refere aos acessos de veículos à estrada. A solução adequada é a construção de uma faixa contígua de aceleração (*taper*) ou criação de um anel viário, dependendo do fluxo, propiciando um trecho de via mais seguro.



Figura 8: Aumento do raio da primeira curva (próprios autores).



Figura 9: Interseção em 2009 (próprios autores).



Figura 10: Interseção em 2019 (próprios autores).

Comparando com as imagens atuais, verifica-se que algumas soluções aqui propostas foram implantadas. A primeira (Figura 8) foi o aumento do raio da curva, que pode ser identificado pela sobreposição do traçado antigo na imagem atual, e a segunda, a criação de um anel viário para acesso ao trecho. O mesmo trecho pode ser visto nas Figuras 9 e 10. Algumas curvas com raios inadequados foram mantidas, mas, de modo geral, o trecho foi duplicado e, atualmente, tem acostamento e canteiro central dividindo os sentidos de tráfego.



4. CONCLUSÃO

Normas e manuais de implantação de rodovias são desenvolvidos com o propósito de manter a segurança dos usuários, evitando sinistros de trânsito e a fatalidade em caso de ocorrência. O desrespeito às normas implica em redução na segurança e, conseqüentemente, no aumento do número de acidentes. Isso ficou claro no trecho estudado, onde existe uma série de inconformidades em relação às normas e sugestões do DNIT (2010).

A viabilidade econômica é a justificativa mais comum para a aprovação de projetos cujo traçado e/ou pavimento não atendem aos critérios de segurança, porém, quando se considera que o transporte rodoviário é praticamente a única opção para passageiros e cargas, essa condição pode se tornar insustentável. A longo prazo, os custos decorrentes dos acidentes induzidos por economia no projeto encarecem os custos de operação e manutenção, exigindo interferências e modificações de traçado, como foi possível identificar na comparação cronológica do trecho. Vale ressaltar que, para além das justificativas econômicas, a segurança de uma via deve estar em primeiro lugar.

A proposta deste estudo foi analisar pontos críticos de um trecho rodoviário que apresenta elevado número de acidentes, identificar as causas e propor soluções. Isso foi feito de maneira simples, porém eficaz, mostrando que é possível ser feito por um profissional de engenharia civil e sem envolver grandes custos, já que as ferramentas e *softwares* utilizados são de acesso gratuito. Desse modo, o procedimento realizado pode ser repetido para outros trechos rodoviários, o que permite a seleção de trechos prioritários e a identificação de inconformidades para avaliação de necessidades de adequação.

No trecho selecionado ficou demonstrada a necessidade de melhorias no projeto geométrico, seja pela imprescindível atualização de manuais e normas, ou pela aplicação correta e prioritária das medidas de segurança viária.

Como sugestão de continuação do estudo, sugere-se ampliar o trabalho por meio de pesquisa de soluções para trechos críticos que sejam de baixo custo, implantação de curto prazo, e com adequado fator de redução de acidentes, mitigando previsíveis causas de sinistros nesses trechos críticos, cujas soluções se integram à revisão do projeto geométrico numa visão sistêmica de segurança viária. Adicionalmente, sugere-se explorar modelos de regressão sob condições geométricas e operacionais, além de explorar os impactos econômicos das soluções propostas com uma análise de custo-benefício.

REFERÊNCIAS

- AASHTO (2013) A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. American Association of State Highway and Transportation Officials - AASHTO, Washington D.C.
- ANTT (2003) Concessões de rodovias federais - Relatório anual. Agência Nacional de Transportes Terrestres.
- ASSUNÇÃO, L. T. (2015) Instrumento de Auditoria e Segurança Viária para Projetos Rodoviários Brasileiros. Dissertação (Mestrado) - Unb. Brasília, p. 353.
- DNIT (2010) Manual de Projeto e Práticas Operacionais para Segurança nas Rodovias. 1ª Ed. Rio de Janeiro, 280 p.
- DNIT (2016) Estatísticas de Acidentes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2016. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/estatisticas-de-acidentes>>.
- DNIT (2017) Plano Nacional de Contagem de Tráfego. PNCT. Disponível em: <<http://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/Modelagem>>.
- DNIT (2019) Manual de instrução VGEO. Diretoria de planejamento e pesquisa. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/dnit-geo/vgeo/manual_vgeo.pdf>.



FERRAZ, C. et al. (2012) Segurança Viária. 1ª Ed. São Carlos: Suprema.

GBD (2016) Health Data. Global Burden of Disease.

IPEA (2015) Estimativa dos custos dos acidentes de trânsito no Brasil com base na atualização simplificada das pesquisas anteriores do Ipea. Brasília, p. 20.

NHTSA (2001) Research Data. National Highway Traffic Safety Administration. Disponível em: <https://www.nhtsa.gov/research-data>.

PARE (2002) Programa de Redução dos Acidentes de Trânsito. Ministério dos Transportes.

PIMENTA, C. R. T. et al. (2021) Projeto Geométrico de Rodovias. São Paulo: Elsevier Editora.

ROESS, R. P.; PRASSAS, E. S.; MCSHANE, W. R. (2010) Traffic Engineering. 4ª Ed. Upper Saddle River: Prentice Hall.

SECRETARIA DE POLÍTICAS DE SAÚDE/MS (2002). Programa de Redução da Morbimortalidade por Acidentes de Trânsito. Projeto Promoção Saúde. Revista Saúde Pública 2002; 36(1):114-7.

VIAS SEGURAS (2010) Por vias seguras. Disponível em: <http://vias-seguras.com/>.