

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LUANA GARCIA PEREIRA

**ANÁLISE DE ACIDENTALIDADE NA BR 386 – TRECHO TABAÍ/CANOAS:
Propostas de melhorias de baixo custo no (s) ponto (s) mais crítico (s) de
acordo com análise de severidade dos acidentes**

São Leopoldo
2019

LUANA GARCIA PEREIRA

**ANÁLISE DE ACIDENTALIDADE NA BR 386 – TRECHO TABAÍ/CANOAS:
Propostas de melhorias de baixo custo no (s) ponto (s) mais crítico (s) de
acordo com análise de severidade dos acidentes**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenheiro civil, pelo Curso de Engenharia
civil da Universidade do Vale do Rio dos
Sinos - UNISINOS

Orientador(a): Prof. (a) Ms. Danielle de Souza Clerman Bruxel

São Leopoldo

2019

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela grandiosidade deste universo e pela oportunidade de estar aqui. Também agradeço aos meus guias pela proteção e inspiração, por me conduzirem neste caminho chamado vida.

Agradeço aos meus pais por serem o portal que me trouxe a terra. Agradeço também a minha família de sangue, especialmente aos meus irmãos e minha tia que sempre me acolheram com carinho em suas casas e em sua vida. Sou grata a todas as pessoas que não são família de sangue, mas são familiares que eu escolhi com o coração devido ao carinho e amor recebidos desde pequena.

Tenho muita gratidão por todas as pessoas incríveis que conheci, especialmente nos últimos dois anos, em cursos holísticos, pois me auxiliaram a ser uma pessoa melhor e encarar a vida e os desafios sob outra ótica.

Agradeço aos meus amigos de alma, sem os quais eu certamente não teria a maturidade que tenho hoje.

Sou muito grata também aos meus colegas de graduação, que me auxiliaram muito durante a jornada, meu fiel companheiro Maicon que me acompanhou em grande parte da caminhada (principalmente discordando de mim, rsrs), minha amiga Carol que trocou de curso mas deixou a sua marca, minha amiga Bárbara que admiro por ser tão dedicada e disposta a auxiliar, meu amigo Fernando por sua amizade e transparência. Também as minhas amigas Fernanda, Karen, Amanda e Natália pelo apoio e carinho de sempre.

Agradeço a todos os professores que tive até hoje, são profissionais que desde cedo eu amo e admiro. Também aos professores da Unisinos que sempre estiveram disponíveis para sanar toda e qualquer dúvida que fosse levantada.

Agradeço ao meu primeiro orientador deste trabalho, professor João Hermes, que me guiou quanto ao tema, me ofereceu verdadeiro suporte para que eu buscasse as informações que necessitava para iniciar este estudo.

Agradeço a professora Danielle Bruxel, que aceitou a orientação do meu trabalho, já em andamento, agradeço por confiar e por me incentivar a buscar cada vez mais.

Por fim, foram muitas pessoas que passaram em minha vida neste período de 7 anos de formação, agradeço a todas elas, que de uma forma ou de outra foram contribuição nesta jornada.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana.”

Carl Gustav Jung

RESUMO

Este trabalho trata-se de um estudo investigativo de acidentalidade onde foram identificados dois segmentos mais críticos ao longo de um trecho (61 km) da rodovia federal BR-386, através do método de severidade dos acidentes. Para isso, adotou-se uma metodologia para classificação dos trechos, em que foram atribuídos os conceitos: “muito crítico”, “crítico”, “regular” e “ótimo” de acordo com a severidade de cada um. Verificou-se também, se os acidentes estavam ocorrendo em segmentos isolados ou trechos críticos, agrupando-os em 11 subtrechos de 5 km de extensão e 1 subtrecho de 6 km de extensão, nomeados de A a L. Esta análise identificou maior severidade no subtrecho “K” que compreende os kms 435 ao 439. Os segmentos mais críticos foram o km 435 e o km 437, ambos com maior índice de severidade nos anos de 2017 e 2018, respectivamente. Nestes locais foi realizada investigação estatística dos acidentes, análise em campo e identificação dos cenários de risco para elaboração de uma proposta de baixo custo para intervenção. Identificou-se que ambos os trechos estão situados em zona urbana da rodovia com grande fluxo de veículos de carga, conflitos de velocidade e de tráfego local com tráfego de passagem. Além disso, esses locais possuem travessias em nível, tanto de pedestres quanto de veículos, o que aumenta o risco de acidentes de trânsito. Como propostas de intervenção rápidas e de baixo custo foram recomendados a instalação de redutores de velocidade nos dois trechos. Na rotatória do km 435, canalização do fluxo de pedestres, reforços na sinalização vertical e horizontal e execução de fresagem, tratamento superficial ou microrevestimento asfáltico no pavimento em ambos os lados da rodovia. Já para o km 437, recomendou-se reforço na sinalização vertical para que os veículos identifiquem a localização do retorno regulamentado com antecedência, além da realização de fresagem, tratamento superficial ou microrevestimento asfáltico em um dos sentidos da rodovia.

Palavras-chave: Índice de severidade. Rodovia. Acidentes de trânsito. Conflitos. Travessias.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fases de execução de um estudo de pontos negros.....	45
Figura 2 - Símbolos gráficos para elaboração do diagrama de acidentes.....	50
Figura 3 - Formas de representação dos acidentes no diagrama de acidentes	50
Figura 4 - Exemplo de diagrama de acidentes.....	51
Figura 5 - Exemplo de diagrama das condições do local	52
Figura 6 - Demarcação do trecho.....	55
Figura 7 - Fluxograma metodológico.....	56
Figura 8 - Foto aérea do km 435 - BR-386.....	68
Figura 9 - Foto aérea do km 437 - BR-386.....	68
Figura 10 - Retorno em nível tipo B.....	82

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Rotatória km 435.....	76
Fotografia 2 - Distância de visibilidade da travessia.....	76
Fotografia 3 - LRV no sentido decrescente da quilometragem.....	77
Fotografia 4 - Sinalização vertical e LRV.....	77
Fotografia 5 - Início do segmento 435 - BR-386.....	78
Fotografia 6 - Aproximação da rotatória	78
Fotografia 7 - Sinalização vertical	79
Fotografia 8 - Início do km 437	83
Fotografia 9 - Pista no sentido decrescente da quilometragem e retorno em nível ...	83
Fotografia 10 - Retorno em nível.....	84
Fotografia 11 - Pista no km 437 e pista secundária	84

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Índice de condição da manutenção (ICM)	20
Gráfico 2 - Classificação quanto ao estado geral das rodovias gaúchas	20
Gráfico 3 - Evolução da frota no Brasil	21
Gráfico 4 - Taxa de crescimento - Brasil	22
Gráfico 5 - Evolução da frota no Rio Grande do Sul	22
Gráfico 6 - Taxa de crescimento - Rio Grande do Sul	23
Gráfico 7 - Componentes de custo dos acidentes nas rodovias federais (2014).....	31
Gráfico 8 - Quantificação de acidentes por tipo.....	69
Gráfico 9 - Quantificação quanto a classificação por gravidade.....	69
Gráfico 10 - Quantificação das causas principais.....	70
Gráfico 11 - Quantificação quanto aos fatores de risco.....	70
Gráfico 12 - Quantificação quanto ao sentido da via	71
Gráfico 13 - Quantificação quanto ao traçado da via	71
Gráfico 14 - Quantificação de acidentes por tipo.....	72
Gráfico 15 - Quantificação quanto a classificação por gravidade.....	72
Gráfico 16 - Quantificação quanto as causas principais.....	73
Gráfico 17 - Quantificação quanto aos fatores de risco.....	73
Gráfico 18 - Quantificação quanto ao sentido da via	74
Gráfico 19 - Quantificação quanto ao traçado da via	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Custo dos acidentes de trânsito nas rodovias federais (2014).....	31
Quadro 2 - Custo total e médio por gravidade de acidente – rodovias federais brasileiras (2014).....	32
Quadro 3 - Influência da redução do limite legal de velocidade no número de acidentes.....	36
Quadro 4 - Efeitos da presença de álcool no sangue.....	37
Quadro 5 - Custos e pesos dos acidentes de trânsito.....	44
Quadro 6 - Descrição dos itens que devem constar no quadro de acidentes	49
Quadro 7 - Exemplo de quadro (matriz) de acidentes.....	49
Quadro 8 - Identificação dos cenários de risco no km 435.....	88
Quadro 9 - Limites de velocidade recomendados para os cenários identificados	88
Quadro 10 - Modelos de medidores eletrônicos de velocidade recomendados para os cenários identificados	89
Quadro 11 - Identificação dos cenários de risco no km 437.....	89
Quadro 12 - Limites de velocidade recomendados para os cenários identificados ...	90
Quadro 13 - Modelos de medidores eletrônicos de velocidade recomendados para os cenários identificados	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - VDM do trecho	57
Tabela 2 - Nomenclatura dos subtrechos.....	58
Tabela 3 - Índice de severidade por trecho no ano de 2017.	62
Tabela 4 - Índice de severidade por trecho no ano de 2018.	63
Tabela 5 - Índice de severidade por quilômetro no ano de 2017.....	63
Tabela 6 - Índice de severidade por quilômetro no ano de 2018.....	65
Tabela 7 - Resultados de inspeção na rotatória do km 435	80
Tabela 8 - Resultados de inspeção no km 437	85

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AESR	Anuário Estatístico de Segurança Rodoviária
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
BO	Boletim de Ocorrência
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
e-DAT	Declaração Eletrônica de Acidentes de Trânsito
EPL	Empresa de Planejamento e Logística S.A.
IPEA	Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas
MI	Ministério da Infraestrutura
MS	Ministério da Saúde
MT	Ministério dos Transportes
MTPA	Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil
NBR	Normas Brasileiras de Regulação
PRF	Polícia Rodoviária Federal
VDM	Volume Diário Médio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	15
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo Principal	15
1.2.2 Objetivos Específicos	16
1.3 JUSTIFICATIVA	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 SEGURANÇA VIÁRIA EM RODOVIAS	18
2.2 CENÁRIO DAS RODOVIAS NO BRASIL E NO RIO GRANDE DO SUL	18
2.3 PANORAMA DA FROTA DE VEÍCULOS NO BRASIL E NO RIO GRANDE DO SUL	21
2.4 PANORAMA DA ACIDENTALIDADE NO BRASIL	23
2.5 COMPLEXIDADE DO TEMA	25
2.6 CONCEITUAÇÃO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO	26
2.6.1 Conceitos de acidentes e morte no trânsito	26
2.6.2 Classificação dos acidentes quanto à gravidade	27
2.6.3 Classificação dos tipos de acidentes	28
2.6.4 Custos dos acidentes de trânsito	30
2.7 FATORES DE RISCO ASSOCIADOS A ACIDENTALIDADE	32
2.7.1 Exposição ao trânsito	33
2.7.2 Legislação e fiscalização	34
2.7.3 Fatores de risco associados ao ser humano	35
2.7.3.1 Ingestão de álcool, drogas ou medicamentos	36
2.7.3.2 Cansaço e sonolência	38
2.7.4 Fatores de risco associados às condições da via e meio ambiente	39
2.7.5 Fatores de risco associados ao veículo	40
2.8 QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS ACIDENTES	41
2.8.1 Registro e confiabilidade dos dados	42
2.8.2 Identificação dos locais críticos	43
2.8.3 Tratamento e análise dos dados	46
2.8.4 Investigação dos acidentes nos locais críticos	46
2.9 MEDIDAS PARA MITIGAR A ACIDENTALIDADE	52

3 METODOLOGIA	55
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	55
3.2 COLETA DE DADOS	56
3.3 ANÁLISE DE DADOS.....	57
3.3.1 Tratamento dos dados	57
3.3.2 Divisão e identificação dos subtrechos	57
3.3.3 Cálculo do índice de severidade e classificação dos trechos.....	58
3.3.4 Definição do local de estudo	59
3.3.5 Investigação estatística da acidentalidade	60
3.3.6 Coleta de dados em campo	60
3.3.7 Identificação dos cenários de risco e proposta de tratamento	61
3.3.8 Proposta para alternativa de intervenção	61
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	62
4.1 ANÁLISE DE SEVERIDADE POR TRECHO E CLASSIFICAÇÃO.....	62
4.2 ANÁLISE DE SEVERIDADE POR KM E CLASSIFICAÇÃO	63
4.3 DEFINIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	67
4.4 INVESTIGAÇÃO ESTATÍSTICA DA ACIDENTALIDADE.....	69
4.4.1 BR 386 km 435	69
4.4.2 BR 386 km 437	72
4.5 COLETA DE DADOS EM CAMPO	74
4.5.1 Investigação em campo na BR 386 km 435.....	75
4.5.1.1 Caracterização do segmento.....	75
4.5.1.2 Inspeção do segmento conforme DNER (1998).....	79
4.5.1.3 Problemática identificada	81
4.5.2 Investigação em campo na BR 386 km 437.....	82
4.5.2.1 Caracterização do segmento.....	82
4.5.2.2 Inspeção do segmento conforme DNER (1998).....	85
4.5.2.3 Problemática identificada	87
4.6 IDENTIFICAÇÃO DOS CENÁRIOS DE RISCO	88
4.6.1 BR 386 km 435	88
4.6.2 BR 386 km 437	89
4.7 PROPOSTAS DE ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÃO.....	90
4.7.1 BR 386 km 435	91
4.7.2 BR 386 km 437	91

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS.....	96
ANEXO A – VISTORIA DE CAMPO	101
ANEXO B – TIPIFICAÇÃO DOS CENÁRIOS DE RISCO	103
ANEXO C – LIMITES DE VELOCIDADE RECOMENDADOS PARA ZONAS ESPECIAIS DE VELOCIDADE EM FUNÇÃO DO CENÁRIO DE RISCO	104
ANEXO D – MODELOS DE MEDIDORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE RECOMENDADOS PARA CADA CENÁRIO DE RISCO	105

1 INTRODUÇÃO

A engenharia civil assume diversos papéis de suma importância dentro de uma sociedade. Um deles é levar qualidade através de suas obras, tendo como premissas principais: a redução nas perdas; o aumento na segurança e a otimização de custos.

Projetar, executar e manter vias seguras e satisfatórias para veículos e pedestres no que se refere à geometria, sinalização e condições do pavimento é papel dos profissionais de engenharia. Além disso, a engenharia também assume o papel de realizar a gestão da segurança viária, mantendo um cadastro estatístico dos acidentes para consultas e planejamento de ações para os pontos mais críticos. (FERRAZ et al., 2012)

No Brasil, as rodovias são o principal modal de transporte de pessoas e cargas. No entanto, devido à soma de vários fatores, muitas acabam sendo pouco seguras e geradoras de inúmeros acidentes.

Segundo Lobato (2018), os acidentes de trânsito estão entre as principais causas de mortalidade no Brasil e no mundo. Somente no ano de 2017, o total de acidentes registrados nas rodovias federais policiadas, custaram R\$ 10,77 bilhões para o país. Apesar das diversas medidas adotadas para melhoria da segurança, conforto dos usuários nas vias e redução dos acidentes, estes continuam ocorrendo.

Segundo Ferraz et al. (2012), existe uma combinação de fatores de risco que contribuem para os acidentes. São eles: a exposição do indivíduo ao trânsito; o binômio legislação e fiscalização. Há ainda os fatores associados ao ser humano; veículos; via e meio ambiente.

O crescimento acelerado da frota de veículos no Brasil é outro fator diretamente ligado à gravidade da situação. De 2003 a 2014 o aumento na frota de automóveis foi de 102,6% e de motocicletas foi de 269,8%. (IPEA, 2015)

Não se pode calcular o que representam a perda de uma vida humana ou os danos psíquicos e estresses traumáticos aos quais as vítimas de trânsito e seus familiares são submetidos após eventos dessa natureza. Por outro lado, quando ocorre um acidente, há também a formação de custos econômico-financeiros que impactam diretamente as famílias, os governos e a sociedade em geral, os quais podem ser estimados por meio de metodologias específicas de cálculo. (IPEA, 2015, p. 07)

Segundo Gold (2002), o nível de segurança nas rodovias depende da interação de muitos fatores. A visão antiga, que responsabiliza somente os usuários, necessita

mudar e se abrir para melhor entender os fenômenos envolvidos e identificar as medidas mais adequadas para reduzir o sofrimento causado pela acidentalidade.

Logo, o estudo dos fatores que contribui para a acidentalidade assume um papel importante, visto que este tema gera transtornos de cunho econômico, psicológico, ambiental e outros, para uma sociedade inteira.

Desta forma, medidas de avaliação e redução da acidentalidade nas estradas brasileiras é um tema de extrema relevância. Este cenário vem sofrendo várias modificações com o passar do tempo. As condições das rodovias brasileiras estão perdendo qualidade e a frota de veículos aumenta cada dia mais.

A BR-386 é uma rodovia federal brasileira com 445 km de extensão, que liga a cidade de Canoas - Rio Grande do Sul (RS) e a cidade de Iraí- RS, localizada na divisa com o estado de Santa Catarina (SC). Ela é uma das rodovias mais importantes do estado sendo chamada também de estrada da produção, com tráfego aproximado de 25 mil veículos por dia, na maioria, veículos de carga.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este estudo se limita a investigar um trecho de 61 km da rodovia federal BR-386, tendo como ponto inicial o km 385, na cidade de Tabaí - RS e ponto final no km 445, na cidade de Canoas - RS.

Foi realizada uma análise afim de mapear e identificar o (s) ponto (s) mais grave (s) deste trecho, através do cálculo de severidade dos acidentes.

O estudo das causas e fatores de risco que podem estar diretamente ligados a acidentalidade, assim como, a proposta de intervenção delimitam-se às características da via para o trecho em estudo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Principal

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise investigativa da acidentalidade em um trecho da BR-386, de modo a identificar o ponto ou trecho com maior índice de severidade e propor alternativas de intervenção de baixo custo e rápida

implantação que tenham impacto na redução da acidentalidade no local, aumentando a segurança no trecho rodoviário.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos secundários deste trabalho são:

- a) analisar um trecho de uma rodovia coletando dados e informações sobre as principais causas e fatores de risco contribuintes para a acidentalidade no local;
- b) dividir a rodovia em análise em subtrechos, calcular o índice de severidade e classificá-los conforme o resultado;
- c) para o subtrecho mais crítico, realizar análise em campo para coleta de informações investigando os possíveis motivos da acidentalidade no trecho;
- d) identificar cenários de risco e propor melhorias de baixo custo para problemas identificados;

1.3 JUSTIFICATIVA

O tema desta pesquisa mostra-se relevante devido à quantidade de vidas perdidas em rodovias todos os anos. No mundo, segundo Botelho (2016), os acidentes de trânsito são responsáveis por 1,25 milhões de mortes por ano.

Segundo o Anuário Estatístico de Segurança Rodoviária (AESR) (MTPA, 2017), é alarmante o número de óbitos nas rodovias federais brasileiras no período de 2010 a 2017. Foram 2.392.205 acidentes, gerando 62.120 mortes (uma média de 21 por dia, quase uma vítima por hora), 201.006 feridos graves e 578.954 feridos leves.

O alvo deste estudo é um trecho da BR-386 escolhida por ser uma das rodovias mais importantes do estado. Nela, em 2017, foram registrados 244 acidentes (20 acidentes por mês, 1 acidente a cada 1,5 dias). Já no ano de 2018 foram registrados 110 acidentes (9 por mês, 1 a cada 3,3 dias). (PRF, 2017; PRF, 2018)

Existe uma crença enraizada na sociedade de que todo acidente acontece decorrente de fatores humanos como, por exemplo, imprudência, desrespeito às leis de trânsito, excesso de velocidade etc. Porém, existem muitas variáveis envolvidas e, em geral, os acidentes não acontecem por uma só causa e sim devido a um conjunto

de fatores de risco que podem estar relacionados com as pessoas, o veículo, o ambiente e às condições da via.

Três medidas têm impacto na redução da gravidade e da ocorrência de acidentes: medidas preventivas; punitivas e melhoria nas condições estruturais dos pavimentos rodoviários. Neste contexto, salienta-se a quantidade de estudos realizados nesta área, competindo aos engenheiros planejar medidas preventivas e melhorar as condições estruturais das rodovias. Além disso, as mortes possuem uma lógica de acontecimento e novas leis ou alterações estruturais alteram seu comportamento. A redução de mais de 50% da mortalidade, demonstraram que as ações de políticas e obras de amplitude coletiva são as que tem maior potencial de reduzir o número de mortes em acidentes de trânsito. (BOTELHO, 2016)

Além disso, é importante salientar que os acidentes rodoviários geram um custo enorme para a sociedade, custos que incluem remoção do veículo, despesas hospitalares, remoção das vítimas, perda de produção, perda de cargas, custos devido à impactos ambientais, entre outros. O custo dos acidentes nas rodovias federais em 2017 foi de 4,17 bilhões de reais para acidentes com fatalidade; 6,52 bilhões para acidentes com feridos e 873 milhões para acidentes sem vítimas. (MTPA, 2017)

Sabe-se que as obras de infraestrutura representam um valor elevado para o estado e muitas vezes algumas soluções são implantadas sem estudos aprofundados sobre as causas da acidentalidade e os fatores de risco presentes naqueles locais. Esta prática pode gerar um elevado gasto de verba pública e trazer pouco retorno, em termos de melhorias e diminuição de acidentes. Por isso, torna-se de suma importância que se façam estudos para mapear os pontos mais críticos, entender a acidentalidade e suas causas de modo a apresentar soluções com real impacto sobre os índices de mortalidade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SEGURANÇA VIÁRIA EM RODOVIAS

De acordo com Gold (2002), a segurança rodoviária pode ser definida como a interação harmoniosa de todos os usuários das rodovias, em que não aconteçam acidentes e se ocorrerem, que não sejam graves.

O que determina o nível de segurança viária nas rodovias é a qualidade na realização de todas as atividades que compõe a engenharia de tráfego, são elas: elaboração de projetos de engenharia; sinalização das obras na implantação; manutenção rodoviária e sinalização; operação da rodovia quanto a resolução de problemas que prejudicam a segurança do tráfego; monitoração do sistema de operação da rodovia e aplicação dos meios de fiscalização de trânsito. (GOLD, 2002)

Segundo Vieira (1999), o nível de segurança de uma rodovia associa-se principalmente ao projeto e as condições de operação. Na prática estas condições são ditadas pela densidade populacional, comportamento e como estão interagindo condutores e pedestres, qualidade das instalações e a forma como estão colocadas.

Já segundo Ferraz et al. (2012), a segurança viária é diretamente influenciada pelo nível de desenvolvimento econômico e social de um País. Isso é evidenciado pelo fato que os países menos desenvolvidos possuem 20% da frota mundial de veículos e 90% das mortes no trânsito.

2.2 CENÁRIO DAS RODOVIAS NO BRASIL E NO RIO GRANDE DO SUL

Segundo EPL (2016), o transporte rodoviário ocupa um papel de destaque, responsável por cerca de 65% do transporte de cargas do país, em 2015.

De acordo com CNT (2018), a malha rodoviária federal conta com 76.258,5 km de extensão, sendo 65.529,6 km de estrada pavimentada e 10.728,9 km de estrada não pavimentada.

Grande parte da malha rodoviária federal é administrada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), responsável pela operação, manutenção, restauração ou reposição, adequação de capacidade e ampliação das vias utilizando para isso, recursos da União. (MI, 2019a; DNIT,2012)

Hoje em dia, 12,8 % da malha é administrada por meio de concessões regulamentadas pela Agência Nacional de Transportes (ANTT), órgão também vinculado ao Ministério da Infraestrutura. (MI, 2019a)

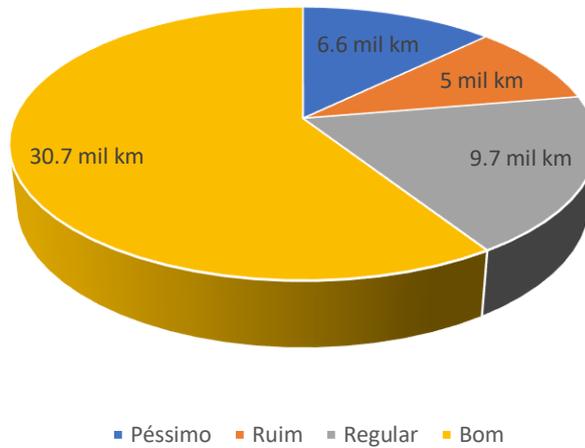
De acordo com MI (2019b), o investimento público em 2018 nas rodovias federais totalizou R\$ 7,5 bilhões, sendo R\$ 4,2 bilhões destinados às obras de manutenção, R\$ 2,2 bilhões para adequação de capacidade e R\$ 1,1 bilhões para construção e pavimentação.

Segundo MI (2019b), 91% da malha rodoviária pavimentada está sob responsabilidade do DNIT, os contratos de manutenção dividem-se da seguinte forma:

- a) programa de Contratação, Restauração e Manutenção por resultados de Rodovias Federais Pavimentadas (CREMA): programa destinado a obras de recuperação do pavimento, manutenção e conservação rotineira, abrange 14,8 mil km das rodovias pavimentadas;
- b) restauração tradicional: programa com o intuito de adaptar a rodovia às condições do tráfego aumentando sua vida útil, em 2018 foram atendidos 1,7 mil km;
- c) conservação tradicional: estão sob cobertura 39,2 mil km de rodovias pavimentadas com contratos de conservação preventiva e rotineira.

MI (2019b) apresenta o gráfico 1, que mostra o índice de condição da manutenção (ICM) dos 52 mil km de rodovias federais pavimentadas, sob responsabilidade do DNIT.

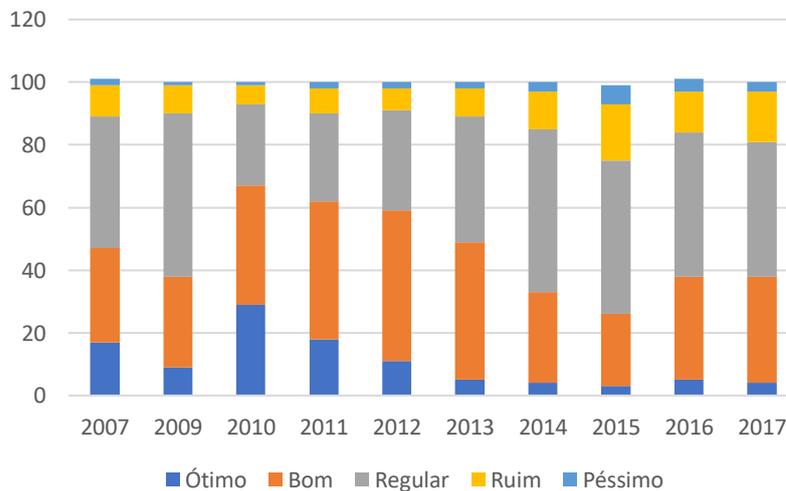
Gráfico 1 - Índice de condição da manutenção (ICM)



Fonte: adaptado pelo autor (Dados: MI, 2019b).

O anuário estatístico de 2018 apresenta um levantamento das condições das rodovias brasileiras, no período de 2007 a 2017, com exceção do ano de 2008, em que não foram feitas as avaliações. Os resultados deste levantamento, quanto ao estado geral das rodovias gaúchas, são apresentados no gráfico 2. (CNT, 2018)

Gráfico 2 - Classificação quanto ao estado geral das rodovias gaúchas



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: CNT, 2018).

2.3 PANORAMA DA FROTA DE VEÍCULOS NO BRASIL E NO RIO GRANDE DO SUL

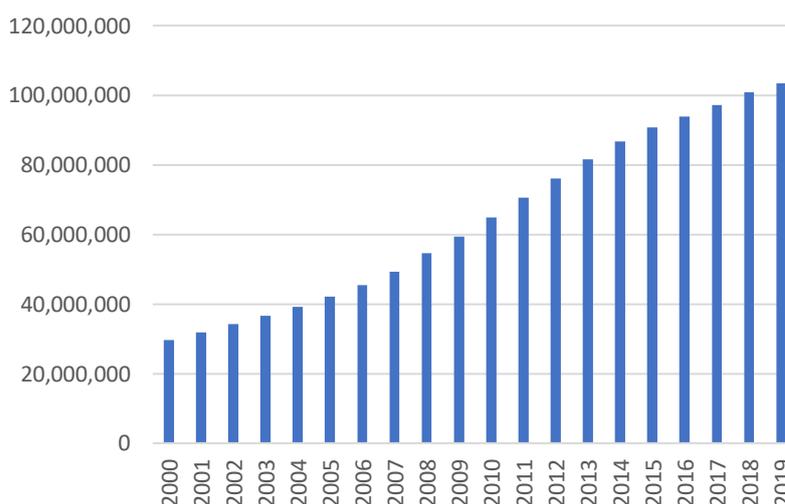
O portal de rodovias do Brasil (2002) destaca que os gaúchos têm preferência por carros e poder aquisitivo para comprar. Em Porto Alegre a média é de um veículo a cada duas pessoas, enquanto a média brasileira é de um veículo a cada cinco pessoas.

Ainda segundo o portal de rodovias do Brasil (2002), o crescimento médio da frota no Rio Grande do Sul é de 5% ao ano, o mesmo índice que Brasília – campeã no uso de automóvel no país. A média brasileira de crescimento da frota é de 4% ao ano.

De acordo com o banco de dados estatísticos do DENATRAN ([2019?]), o crescimento da frota brasileira desde o ano 2000 até agosto de 2019 foi de 247,76%. Este crescimento ao longo dos anos está representado no gráfico 3.

É importante salientar que estes números não representam diretamente o número de veículos que trafegam nas rodovias, porque nem todos trafegam por elas. Porém, estes indicadores trazem uma ideia do quanto a frota aumentou e isso pode influenciar no aumento de acidentes. (LOBATO, 2018)

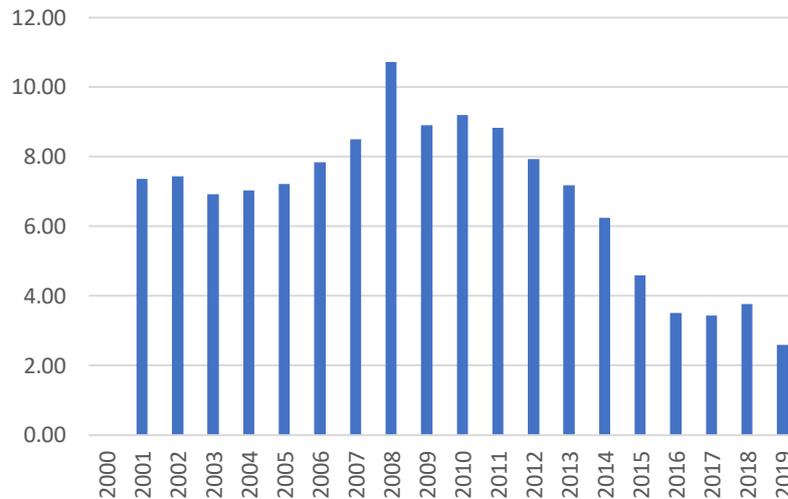
Gráfico 3 - Evolução da frota no Brasil



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: DENATRAN, [2019?]).

Ainda de acordo com DENATRAN ([2019?]), a taxa de crescimento da frota teve aceleração e desaceleração ao longo de 20 anos seu ápice foi no ano de 2008, com taxa anual de 10,72%. Este cenário está representado no gráfico 4.

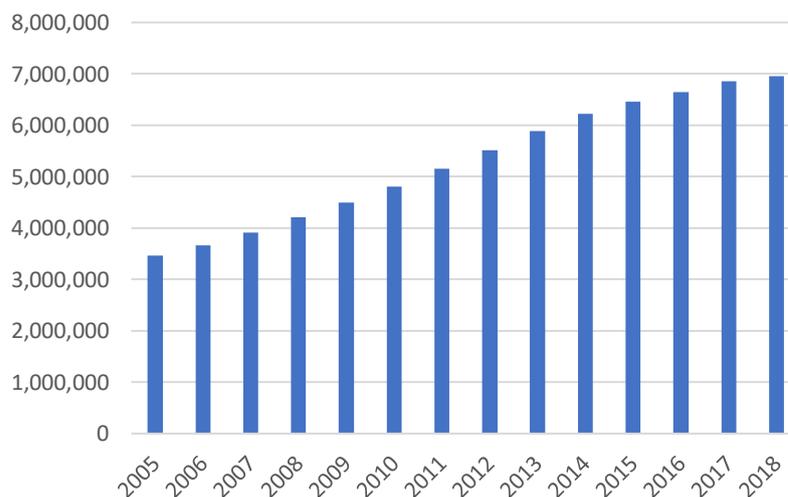
Gráfico 4 - Taxa de crescimento - Brasil



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: DENATRAN, [2019?]).

Quanto a evolução da frota no Rio Grande do Sul, de acordo com CNT (2018), o crescimento foi de 100,44%, de 2005 a 2018. Esta evolução está representada no gráfico 5.

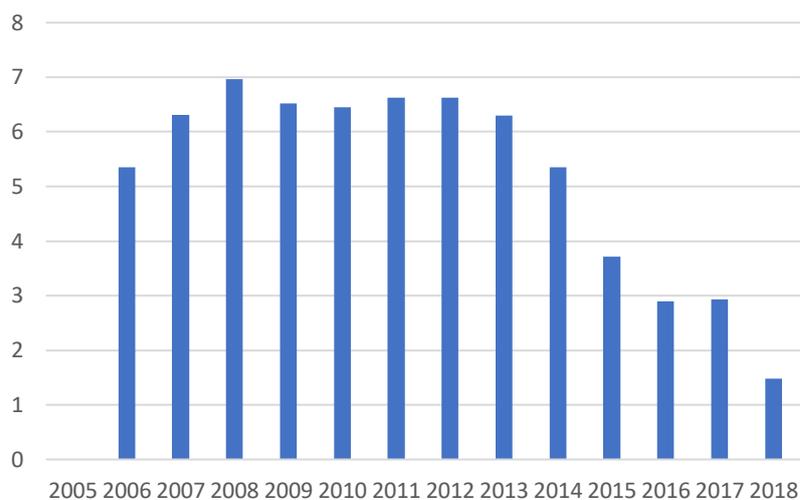
Gráfico 5 - Evolução da frota no Rio Grande do Sul



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: CNT, 2018).

Já os resultados da taxa de crescimento da frota gaúcha são parecidos com os da frota brasileira, o ápice da evolução foi no ano de 2008, com uma taxa de 6,97%. Nos demais anos houve oscilação e no ano de 2018 o crescimento foi praticamente a metade do ano anterior, conforme mostra o gráfico 6. (CNT, 2018)

Gráfico 6 - Taxa de crescimento - Rio Grande do Sul



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: CNT, 2018).

2.4 PANORAMA DA ACIDENTALIDADE NO BRASIL

O aumento da acidentalidade está ligado a uma convergência de interesses que há na área de mobilidade e de trânsito. A indústria automobilística recebe cada vez mais incentivo para produção e vendas de veículos leves e de cargas, enquanto os investimentos estruturais nas estradas não acompanham este ritmo. Os acidentes de trânsito no Brasil são resultado de um conjunto de medidas políticas, sociais e econômicas, que centralizaram a mobilidade e circulação de mercadorias por meio rodoviário, sem a adoção adequada de políticas de infraestrutura urbana e viária. Esta configuração resulta em um elevado número de acidentes e mortes, com graves consequências a sociedade. (BOTELHO, 2016)

Segundo Ferraz et al. (2012), o IMBQ (Índice de Mortes por Bilhão de Quilômetro percorrido pela frota de veículos rodoviários) é o parâmetro mais adequado para medir segurança viária. No Brasil este índice é de 7 a 12 vezes maior, se comparado a países desenvolvidos, como, por exemplo, a Alemanha, os EUA, o Japão e a França. Este número reflete uma situação extremamente grave.

A perda de anos de vida, em razão das mortes, e de anos de vida saudável, em decorrência de sequelas graves definitivas, têm transformado a acidentalidade viária nos países menos desenvolvidos em um sério problema de saúde pública. (FERRAZ et al., 2012, p. 22).

Segundo G1 DF (2018), de 2007 a 2017 foram mais de 1,6 milhão de acidentes registrados nas rodovias federais brasileiras, deixando 83.498 pessoas mortas (em média 23 óbitos por dia) e mais de 1 milhão de feridos. Além disso, o número de infrações nas rodovias federais aumentou em 234% nestes dez anos e as principais delas são consumo de álcool e excesso de velocidade.

Em novembro de 2015 realizou-se a Segunda Conferência Global de Alto Nível sobre Segurança no Trânsito, que teve como propósito estabelecer diretrizes para implementação de medidas que visam reduzir o número de mortes e lesões no trânsito, previstos na Década de Ação das Nações Unidas para a Segurança no Trânsito 2011-2020 e nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. O documento foi aprovado por governos de mais de 120 países com apoio de representantes da sociedade, da academia e do setor privado. (MRE, 2015)

Dentre os resultados deste evento destacam-se recomendações de ações para proteger os usuários vulneráveis das vias, fortalecer o gerenciamento da segurança no trânsito e aprimorar a legislação e a fiscalização, promover vias mais seguras e o uso de modos de transporte sustentáveis, desenvolver e promover o uso de veículos mais seguros e melhorar a resposta pós-acidente e serviços de reabilitação. (MRE, 2015)

A meta da Década de Ação para segurança no trânsito é reduzir em 50% a acidentalidade, no período de 2011 a 2020. De acordo com Renato Dias, diretor-geral da PRF de 2011 até o momento, a média anual é impactante, pois já houve redução em 35% do número de feridos e mortos. (G1 DF, 2018)

Outra estratégia que vem impactando na redução de óbitos no trânsito é o Projeto Vida no Trânsito. Ele faz parte das medidas adotadas devido aos desafios assumidos com a Década de Ações pela Segurança no Trânsito 2011 – 2020. Este projeto visa a prevenção de lesões e mortes no trânsito, focando na intervenção em dois principais fatores de risco identificados no Brasil: Velocidade excessiva ou inadequada e ingestão de álcool antes de dirigir, além de outros fatores, principalmente, envolvendo motociclistas. (MS, 2017)

Um levantamento feito pelo Ministério da Saúde aponta redução de 27,4% de mortes em decorrência de lesões no trânsito nas capitais brasileiras. Dados do sistema de informações sobre mortalidade apontam redução de 2,1 mil mortes no período de 2010 a 2016. A maior redução (44,7%) foi no número de vítimas que eram pedestres, em seguida condutores de automóveis e motociclistas, com redução de

18% e 8% respectivamente. Sugere-se que esta redução pode estar associada às ações de fiscalização após a lei seca, que completou 10 anos em 2018. (MS, 2018)

Ferraz et al. (2012) apontam que é necessário investir no combate a acidentalidade viária, colocando em prática ações adequadas, mesmo que impopulares, mas que, a curto ou longo prazo, serão benéficas para a segurança de todos. É importante também mostrar a população a importância da implementação destas medidas, apresentar estas questões para que a sociedade crie uma nova ótica acerca deste assunto.

2.5 COMPLEXIDADE DO TEMA

Ferraz et al. (2012) identificam que o que contribui para a acidentalidade nos países em desenvolvimento, que é o caso do Brasil, são: vias mal projetadas e/ou sem manutenção adequada; veículos velhos; maior quantidade de motocicletas e afins (que proporcionam menor segurança aos usuários); legislação inapropriada e fiscalização deficiente; falta de cultura viária e respeito às leis de trânsito. Além disso, o sistema de saúde é precário.

A relação entre os vários fatores que contribuem para a acidentalidade torna a questão complexa, pois cada aspecto humano-veículo-via está interligado. O condutor que sabe de problemas com o seu veículo, pode ser mais cuidadoso no trânsito, porém aquele que sabe que a rodovia está em boas condições pode abusar da velocidade. (VIEIRA, 1999)

Raia Junior ([2016?]) realizou um estudo sobre segurança viária em trechos urbanos de rodovias do estado de São Paulo. Apesar de classificadas como boas ou ótimas, apresentavam alto índice de acidentalidade, pois a priorização do fluxo ininterrupto gerou conflitos com os demais usuários do trânsito.

Este estudo concluiu que boas condições das rodovias contribuem para o aumento das velocidades, logo, o aumento dos acidentes e que os usuários mais vulneráveis são os pedestres, os quais são expostos aos riscos de travessias, muitas vezes, em lugares inadequados. Além disso, a segurança de todos os usuários deve anteceder à fluidez do tráfego, por isso, as rodovias não devem ser bem avaliadas se registrarem muitos acidentes, principalmente graves e fatais. (RAIA JUNIOR, [2016?])

Segundo Gold (2002), para entender os fatores contribuintes e identificar medidas para reduzir o número de vítimas, o técnico deve assumir a posição de usuário da rodovia.

2.6 CONCEITUAÇÃO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

2.6.1 Conceitos de acidentes e morte no trânsito

Os acidentes de trânsito são acontecimentos envolvendo pedestres e veículos motorizados, ou não, que causem em qualquer dos envolvidos, ferimentos, morte e/ou danos materiais. (GOLD, 2002)

A NBR 10697:2018 define que acidente de trânsito é um evento não premeditado que ocorra em vias terrestres ou em áreas abertas ao público, tendo como consequência danos no veículo ou na carga, lesões em pessoas e/ou em animais em que pelo menos uma das partes esteja em movimento. (ABNT,2018)

De acordo com Vieira (1999), os acidentes rodoviários são ocorrências que o usuário não conseguiu evitar, são um efeito colateral sem intenção de causar danos, apesar de serem o resultado de algumas formas de comportamento humano.

A vítima fatal é aquela que faleceu em razão das lesões causadas pelo acidente, no momento ou em até 30 dias após a ocorrência. A vítima grave é aquela que teve que se ausentar das suas ocupações devido às lesões do acidente, ficou incapacitada temporariamente ou permanentemente. A vítima leve é aquela que teve ferimentos que não causaram nenhum tipo de incapacitação. (ABNT, 2018)

Além disso, ela define atropelamento como sendo um acidente em que o pedestre ou o animal sofre o impacto de um veículo, em que ao menos uma das partes esteja em movimento. (ABNT, 2018)

De acordo com a Convenção de Viena, realizada em 1968 com o objetivo de padronizar as regras de trânsito em nível internacional, uma morte é atribuída a um acidente de trânsito quando a vítima morre no período de até 30 dias após o acidente em decorrência das lesões sofridas. (FERRAZ et al., 2012, p. 41).

Logo, as mortes decorrentes de acidente de trânsito podem acontecer no local, no trajeto até o hospital, no hospital ou até mesmo em casa até 30 dias após o evento. (ABNT, 2018; Ferraz et al., 2012)

De acordo com ABNT (2018), a classificação utilizada para diferenciar as vítimas quanto ao seu estado físico são:

- a) fatal – quando a vítima vem a óbito em decorrência dos ferimentos causados pelo evento, no período até o fechamento do BO;
- b) grave – quando a vítima necessita de tratamento médico prolongado, devido a lesões como fraturas cranianas, ou no corpo, cortes profundos etc.;
- c) leve – quando a vítima não necessita de tratamento prolongado, neste caso as lesões são superficiais;
- d) ileso – quando a vítima não apresenta nenhum sintoma, nem possui nenhum tipo de ferimento aparente.

2.6.2 Classificação dos acidentes quanto à gravidade

De acordo com Ferraz et al. (2012), a classificação utilizada pela PM, para elaboração dos boletins de ocorrência (BO) e estatísticas no Brasil, são divididas em três categorias de acidentes:

- a) sem vítimas (somente danos materiais);
- b) com vítimas não fatais (feridos);
- c) com vítimas fatais (mortos).

O número de vítimas fatais se limita as mortes que acontecem no local ou até o momento do fechamento do BO, as pessoas que vem a óbito após esse período não aparecem nos boletins, logo, não são consideradas neste número. Sendo assim, a forma mais confiável de se obter essas informações deve vir do banco de dados da Saúde Pública, ou por estimativa através de um fator multiplicativo, utilizado internacionalmente, sobre o número de mortes no local. (FERRAZ et al., 2012)

Da mesma forma, o número de registro de feridos só é realizado com as pessoas que manifestam sintomas no local, se algum sintoma aparecer após o evento ela não é considerada vítima não fatal e nem como vítima fatal, se vier a falecer. (FERRAZ et al., 2012)

2.6.3 Classificação dos tipos de acidentes

Segundo Ferraz et al. (2012), a classificação dos tipos de acidentes deve ser específica, de modo a auxiliar na identificação das possíveis causas, e desta forma, nortear a elaboração de medidas que sejam capazes de evitar tais eventos.

De acordo com ABNT (2018), a classificação dos tipos de acidentes é feita da seguinte forma:

- a) colisão traseira – é a colisão entre dois veículos que trafegam na mesma direção e no mesmo sentido, pode acontecer quando o veículo da frente freia bruscamente e o veículo de trás não tem tempo hábil de frear, ou quando o veículo da frente está trafegando em velocidade reduzida e o de trás vem em velocidade muito alta e/ou mantém distância insuficiente para frear com segurança;
- b) colisão frontal – é a colisão que acontece entre veículos que trafegam na mesma direção, porém em sentidos opostos, ocorre, geralmente, quando um dos veículos invade a pista contrária seja por perda de controle do veículo ou ultrapassagem em local inadequado;
- c) colisão transversal – também chamado de abalroamento transversal, esta colisão ocorre entre dois veículos que trafegam em direções diferentes, aproximadamente perpendiculares, o conflito geralmente ocorre em cruzamentos, quando um dos dois não vê o outro, ou não respeita a sinalização de trânsito: sinaleira fechada,; placas de “pare” ou “dê a preferência”;
- d) colisão lateral – também denominada como abalroamento lateral, este conflito ocorre entre dois veículos que trafegam na mesma direção em mesmo sentido ou em sentidos opostos, quando um deles invade a pista contrária sem perceber a presença do outro e acaba colidindo, isso pode ocorrer por troca de pista, tentativa de ultrapassagem ou conversão;
- e) choque – é caracterizado como a colisão entre um veículo e um obstáculo fixo, como, poste, muro, árvore, barranco, placa, defesa, entre outros. Este tipo de acidente geralmente ocorre quando o condutor perde o controle do veículo, em função de problemas na pista, falta de atenção, velocidade excessiva, curva fechada, entre outros;

- f) atropelamento – é a colisão que ocorre entre um veículo em movimento e uma ou mais pessoas, ou animais, pode ocorrer na rua ou até mesmo na calçada, devido à falta de atenção do condutor e/ou do pedestre e/ou perda de controle do veículo. Também pode acontecer pela soma de dois fatores: o aparecimento repentino de um pedestre ou animal na pista e veículo em velocidade acima do permitido, que impossibilita a frenagem a tempo de evitar a colisão;
- g) tombamento – ocorre quando o veículo tomba sobre uma de suas laterais, pode ser em uma superfície mais baixa que a pista de rodagem, ou também subida em um barranco, geralmente acontece quando o condutor perde o controle e sai da pista por dormir na direção, defeitos na pista, choque ou colisão;
- h) capotagem – ocorre quando o veículo gira em torno de si mesmo, colidindo com o chão pelo menos uma vez, não importando a posição que ele fique ao fim do capotamento, geralmente ocorrem por perda de controle do veículo pelos mesmos motivos do tombamento, porém mais severos;
- i) engavetamento – é a colisão que envolve três ou mais veículos em que estes estejam trafegando na mesma direção, no mesmo sentido ou em sentidos opostos, pode ocorrer devido a freada brusca do primeiro veículo e os demais, seja pela proximidade ou seja pela velocidade, não conseguindo, assim, evitar a colisão;
- j) outros – todos os casos que não se enquadram nos tipos citados acima, mas que de alguma forma provoca uma avaria ou alguém é ferido, como, veículo que sai da pista sem sofrer capotamento ou tombamento, veículo que cai no rio, que sofre incêndio, que é atingido por uma pedra, pessoas que caem de motocicletas ou bicicletas.

É importante salientar que em alguns eventos ocorre a união de um ou mais destes tipos. (FERRAZ et al., 2012)

2.6.4 Custos dos acidentes de trânsito

De acordo com Ferraz et al. (2012), existem vários custos envolvidos em um acidente de trânsito, dentre eles pode-se destacar o custo econômico, o custo humano e o social, além do custo ambiental.

Quando se trata de custos econômicos de um acidente de trânsito é comum lembrar das despesas imediatas, como, por exemplo, hospital, médicos, cirurgias, danos materiais com os veículos envolvidos, custo de deslocamento de ambulâncias, equipamentos etc. Porém, estes custos não são os únicos que um acidente pode gerar, abrangendo, também, a recuperação e reabilitação das vítimas, ou seja, além das despesas imediatas, algumas vítimas podem necessitar de fisioterapia, sessões com psicólogos, cirurgias plásticas e outras. Também devem-se contabilizar os custos de perdas de dias de trabalho, pensões, aposentadorias precoces, despesas com remoção e/ou conserto de veículos, despesas com sinalização da via, custos policiais, judiciários, funerais e outros. (FERRAZ et al., 2012)

Em 2015 o Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) publicou um relatório sobre a estimativa dos custos de acidentes em rodovias, analisando separadamente rodovias federais, estaduais e municipais. O quadro 1 apresenta os custos dos acidentes nas rodovias federais em 2014.

Segundo os dados da PRF, no ano de 2014, houve 167.247 acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras, com 8.233 mortes e 26.182 feridos graves. Esses acidentes geraram um custo para a sociedade de R\$ 12,8 bilhões, sendo que 62% desses custos estavam associados às vítimas dos acidentes, como cuidados com a saúde e perda de produção devido às lesões ou morte, e 37,4% associados aos veículos, como danos materiais e perda de cargas, além dos procedimentos de remoção dos veículos acidentados (tabela 2). (IPEA, 2015b, p. 10).

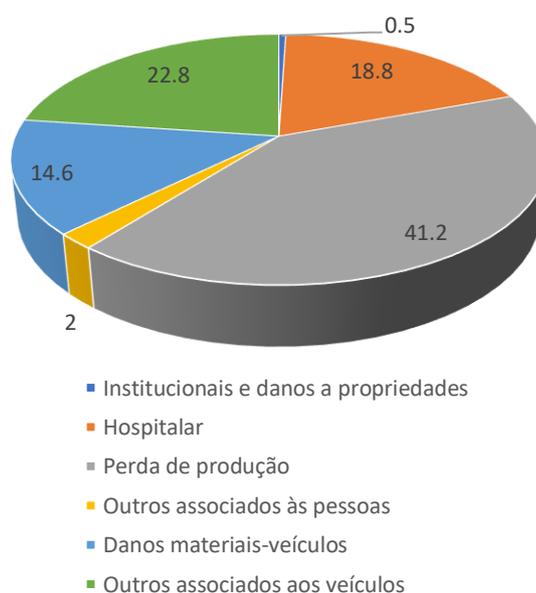
Quadro 1 - Custo dos acidentes de trânsito nas rodovias federais (2014)

Custos	Descrição	Valor	%
Associados às pessoas	Despesas hospitalares; atendimento; tratamento de lesões; remoção de vítimas; e perda de produção.	7950904,4	62,01
Associados aos veículos	Remoção de veículos; danos aos veículos; e perda de carga.	4800442,8	37,44
Instit. e danos propriedades	Atendimento; e processos e danos à propriedade pública e privada	69995,3	0,55
Total		12821342,5	100,0

Fonte: adaptado pelo autor (Dados: PRF/Ministério da Justiça (MJ), Núcleo de Estatística, Sistema de Informações Gerenciais e elaboração dos autores apud IPEA, 2015b, p. 10).

Analisando os custos associados as vítimas, verifica-se que o maior percentual se refere a perda de produção (41,2%), ou seja, o quanto que uma família deixa de prover quando ocorre um acidente de trânsito, seja por afastamento das atividades profissionais, ou por falecimento. Estes custos, geralmente, recaem sobre a previdência ou sobre os familiares, podendo deixá-los em situação de vulnerabilidade econômica. O segundo maior custo é o hospitalar (18,8%), conforme mostra o gráfico 7. (IPEA, 2015b)

Gráfico 7 - Componentes de custo dos acidentes nas rodovias federais (2014)



Fonte: adaptado pelo autor (Dados: Ipea, Denatran e ANTP (2006), com atualização da base de acidentes da PRF (2014) e Elaboração dos autores apud IPEA, 2015b, p. 11).

Neste ano, cada acidente custou em média cerca de R\$ 261.689,00 a sociedade brasileira, enquanto os acidentes com fatalidade tiveram custo médio de

R\$ 664.821,46, conforme mostrado no quadro 2. Analisando o número de acidentes com fatalidade em relação ao custo total impactado na sociedade, pode-se dizer que é de extrema importância não só a criação de métodos destinados a evitar acidentes, mas também de reduzir a severidade destes. (IPEA, 2015b)

Quadro 2 - Custo total e médio por gravidade de acidente – rodovias federais brasileiras (2014)

Gravidade do acidente	Quantidade de acidentes	Custo total (R\$ de dez/2014)	Custo médio (R\$ de dez/2014)
Com fatalidade	6.743	4.482.891.117	664.821,462
Com vítimas	62.346	6.031.838.004	96.747,795
Sem vítimas	98.158	2.306.592.728	23.498,775
Total	167.247	12.821.321.849	261.689,344

Fonte: adaptado pelo autor (Dados: Ipea, Denatran e ANTP (2006), com atualização da base de acidentes da PRF (2014) e Elaboração dos autores apud IPEA, 2015b, p. 11).

De acordo com o MTPA (2017), o custo total de acidentes de trânsito em 2017 totalizou 11,56 bilhões, sendo 6,52 bilhões gastos em acidentes com vítimas feridas, 4,17 bilhões nos acidentes com vítimas fatais e 873 milhões em acidentes sem vítimas.

Segundo Ferraz et al. (2012), pode se dizer que o custo humano e social é tão grave quanto o custo econômico, tendo em vista que não se pode mensurar os danos psicológicos que um evento deste tipo pode causar as vítimas ou aos seus familiares e amigos envolvidos. Um mesmo trauma tem efeitos diferentes em cada pessoa, este trauma pode ser tanto pelo acidente, pela perda de um ente querido, como, também, pelas suas consequências, por exemplo, complicações financeiras da família.

Seguindo a linha de raciocínio de Ferraz et al. (2012), pode-se dizer que os custos ambientais de um acidente são de difícil quantificação. Por exemplo, como quantificar os danos causados a fauna e a flora quando acontece o tombamento de um caminhão com carga perigosa, como, por exemplo, o combustível?

2.7 FATORES DE RISCO ASSOCIADOS A ACIDENTALIDADE

Ferraz et al. (2012) trazem ainda que é comum a atribuição de somente uma causa aos acidentes de trânsito. Porém, ele ocorre devido a uma convergência de fatores que contribuem direta ou indiretamente para a ocorrência.

De acordo com Gold (2002), os acidentes resultam da presença simultânea de vários fatores contribuintes e que a ideia de que 90% dos acidentes são causados por falhas dos condutores e pedestres não corresponde à verdade.

Segundo Vieira (1999), os diferentes níveis de segurança nas rodovias se devem não só aos efeitos relacionados a geometria da via, mas também aos limites de velocidades regulamentadas e praticadas e os comportamentos dos usuários de cada rodovia.

Vieira (1999) vincula os riscos de trânsito com o grau de dificuldade de utilização do sistema, ou seja, quanto mais difícil a utilização de uma rodovia, mais perigosa ela é. A redução do grau de dificuldade pode ser obtida com adequação de projetos, ações de infraestrutura básica e controle de operação.

Qualquer fator que aumente a probabilidade de ocorrência de um acidente de trânsito é considerado um fator de risco. Identificam-se três principais fatores de risco associados a acidentalidade: exposição ao trânsito; o binômio legislação/fiscalização e componentes físicos do sistema associados ao ser humano - veículo, via e meio ambiente. (FERRAZ et al., 2012)

2.7.1 Exposição ao trânsito

A exposição ao trânsito é tratada como um fator de risco indireto e entende-se como exposição, a quantidade de tempo no transporte, o quanto a pessoa está exposta ao trânsito em um determinado período de tempo, entende-se que a probabilidade de ocorrência de um acidente é maior quando há maior exposição, ou seja, exposição por maior período de tempo, mesmo que essa relação não seja linear. Também deve-se considerar o modo como ela se expõe (comportamento) e tipo de veículo utilizado, sendo que veículos menores (pedestres, motocicletas e bicicletas) são mais susceptíveis a se envolver em acidentes. As motocicletas, por exemplo, são menos visíveis pelos seus tamanhos, mais instáveis por possuírem duas rodas e são conduzidas geralmente por jovens que abusam da velocidade, em muitos casos. Os caminhões por sua vez, geralmente, são conduzidos por motoristas experientes e com velocidades menores do que os demais, deste modo com menor probabilidade de envolvimento em colisões. (FERRAZ et al., 2012)

Ferraz et al. (2012) identificam que para evitar os conflitos é importante que seja feita a separação dos veículos mais lentos e com menor proteção (pedestres e

ciclistas), dos veículos mais rápidos que possuem proteção (automóveis, ônibus, caminhões).

E destacam algumas medidas que aumentam a segurança:

- a) existência de calçadas em nível superior ao nível da rua;
- b) existência de calçadas para pedestres, ciclovias ou ciclofaixas (faixa exclusiva para ciclistas);
- c) acostamento de qualidade para evitar que os pedestres ou ciclistas trafeguem pela rua junto aos veículos;
- d) passarelas ou semáforos para pedestres e ciclistas nas vias de grande movimentação;
- e) vias paralelas às rodovias destinadas a coleta do tráfego local;
- f) anel rodoviário na entrada das cidades para separar o tráfego da rodovia, do tráfego da região.

2.7.2 Legislação e fiscalização

De acordo com Ferraz et al. (2012), dois fatores devem andar em conjunto: legislação e fiscalização. A legislação atuando na criação de leis mais severas, como, multas com valores mais altos, perda da habilitação em alguns casos, e outras. Estas ações têm demonstrado resultados bastante positivos no que se refere a diminuição dos acidentes, pois o binômio álcool/direção deixou de ser uma opção para muitos brasileiros após a criação da lei seca, por exemplo.

Botelho (2016) avaliou três medidas de impacto na acidentalidade e concluiu que há uma lógica de acontecimento nos óbitos por acidente de trânsito e medidas de intervenção, tanto estruturais quanto ações educativas, podem alterar o seu comportamento. As obras de alcance coletivo e ações políticas mostraram grande eficácia na queda da mortalidade, chegando a reduzir mais de 50% dos óbitos.

Porém, somente a legislação não é suficiente para frear a imprudência, deve haver também fiscalização (radares, redutores de velocidade, blitz), pois as duas devem andar em conjunto e onde elas atuam mais fortemente há um índice menor de acidentes. (FERRAZ et al., 2012)

Estas afirmações são evidenciadas por um estudo realizado pela NEST-USP, que mostrou que das sete capitais com menor número de mortes por veículo, cinco estão no grupo com mais multas de trânsito. Do mesmo modo que das sete capitais

com maior número de mortes, seis estão no grupo com menor número de multas por veículo, ou seja, a quantidade de multas representa maior fiscalização e nestas vias ocorreram menos mortes, o que representa uma via mais segura. (BASTOS, 2011)

2.7.3 Fatores de risco associados ao ser humano

Um dos fatores determinantes no tempo de reação a qualquer adversidade que se apresente no trânsito é a velocidade do veículo. Por esta razão, velocidades regulamentadas nos centros urbanos e nas rodovias são diferentes. Nas áreas urbanas são encontradas, geralmente, maior quantidade de distrações, como vitrines de lojas, por exemplo. Além disso trafegam mais pedestres, bicicletas e outros, logo, não se pode permitir que os veículos trafeguem em velocidades elevadas. (FERRAZ et al., 2012)

Segundo Yamada (2005), o risco de acidente está diretamente relacionado com a velocidade, quanto mais rápido maior o risco, pois são necessário mais tempo e maior distância para a redução ou parada do veículo.

O termo “velocidade inapropriada”, geralmente, remete a velocidades acima da regulamentação, que é a mais preocupante, porém deve-se considerar que trafegar em velocidade muito abaixo do permitido também pode ser um fator de risco para o trânsito. Em rodovias é comum o tráfego em velocidade mais altas, como 80, 100, 110 km/h, onde pode ocorrer conflitos desta natureza se algum veículo estiver trafegando a 50, 60 km/h, por exemplo. (FERRAZ et al., 2012)

Segundo Ferraz et al. (2012), é importante salientar que nem sempre o limite seguro está abaixo do limite legal, ou seja, os condutores podem estar respeitando os limites legais, porém nem sempre isso significa segurança. Neste contexto podemos definir que velocidade alta é aquela em que o condutor não possui tempo hábil de reação frente a um obstáculo.

De acordo com Yamada (2005), a maioria dos motoristas gosta de velocidade e deseja realizar o percurso no menor tempo possível, o que a indústria automobilística incentiva fabricando veículos cada vez mais potentes e velozes. Desta forma, fica evidente a necessidade de controle destas velocidades, tanto em meio urbano, quanto nas rodovias.

Yamada (2005) relata que durante a década de 1990 foi desenvolvida uma investigação sobre a relação entre velocidade e acidentes em rodovias de pista

simples na Inglaterra. O estudo comprovou que quanto maior a velocidade, maior a chance de envolvimento em acidentes, além disso, constatou-se que velocidades mais elevadas levam a ocorrência de mais acidentes em rodovias com características similares. Esta pesquisa chegou a três principais conclusões:

- a) a frequência de acidentes aumentou 26% com o aumento em 10% da velocidade média;
- b) a velocidade média em entroncamentos tem forte influência na accidentalidade, o que nos leva a crer que, estratégias para redução das velocidades sejam eficazes para diminuição dos acidentes nos cruzamentos em nível;
- c) a velocidade tem maior influência sobre os acidentes graves e fatais, sendo que um aumento de 10% na velocidade média pode causar um aumento de 30% na frequência destes acidentes.

Ferraz et al. (2012) apresentam um quadro (quadro 3) que relaciona a diminuição dos acidentes de acordo com a redução da velocidade regulamentada no trecho.

Quadro 3 - Influência da redução do limite legal de velocidade no número de acidentes

Redução da velocidade (km/h)	Valores da redução dos acidentes (%)
70 para 60 e 60 para 50	9
90 para 70 e 80 para 60	24
100 para 80	12
110 para 90	9
120 para 110	11

Fonte: adaptado pelo autor (Dados: Elvik et al. apud FERRAZ et al., 2012, p. 53).

2.7.3.1 Ingestão de álcool, drogas ou medicamentos

Segundo Ferraz et al. (2012), outro fator bastante influente é dirigir sob efeito de álcool ou drogas. Dentre os efeitos da presença de álcool no organismo estão: euforia; excesso de confiança no volante; alterações nos sentidos e posterior lentidão no tempo de reação. O teor de álcool em níveis elevados pode causar sonolência e levar o condutor a dormir na direção, diminuir a concentração e a capacidade visual, prejudica o raciocínio e pode levar o motorista a tomar decisões inapropriadas.

Beux (1986) destaca alguns efeitos do álcool no organismo:

- a) redução da atenção, impossibilitando a realização de duas coisas ao mesmo tempo;
- b) redução da capacidade de ação, sensação de excesso de confiança e bem-estar, seguido por um estado de relaxamento;
- c) redução do tempo de reação;
- d) redução da coordenação motora, afetando os reflexos e a visão;
- e) provoca sensação de euforia e diminui a noção do perigo.

“De acordo com WHO²⁵, cerca de 44% dos acidentes com vítimas fatais no Brasil tem como causa principal a ingestão de bebida alcoólica.” (FERRAZ et al., 2012, p. 55)

O quadro 4 apresenta os efeitos no organismo de acordo com a quantidade de álcool ingerida.

Quadro 4 - Efeitos da presença de álcool no sangue

Quantidade (decigramas por litro de sangue)	Efeito
2-3 (cerca de um copo de cerveja, um cálice pequeno de vinho ou uma dose de bebida destilada)	As funções mentais começam a ficar comprometidas e a percepção da distância e da velocidade é prejudicada.
3-5 (cerca de dois copos de cerveja, um cálice grande de vinho ou duas doses de bebidas destiladas)	O grau de vigilância e o campo visual diminuem e o controle cerebral relaxa, dando sensação de calma e satisfação.
5-8 (cerca de três ou quatro copos de cerveja, três copos de vinho ou três doses de uísque)	Os reflexos ficam retardados, há dificuldade de adaptação da visão à diferença de luminosidade, a capacidade pessoal é superestimada, os riscos são subestimados e há tendência à agressividade.
8-15 (a partir dessa taxa, as quantidades são muito grandes e variam de acordo com o metabolismo da pessoa)	Há dificuldade em controlar o veículo, incapacidade de coordenação e falhas na coordenação neuromuscular.
15-20	Ocorre dupla visão e desconexão com a realidade.
20-50	A embriaguez é total e a pessoa, em geral, não consegue sequer ficar em pé.
Maior que 50	A pessoa entra em coma alcoólico, havendo risco de morte.

Fonte: adaptado pelo autor (Dados: Fox apud FERRAZ et al., 2012).

A relação com o uso de drogas e a habilidade de dirigir é mais complexa do que os efeitos do álcool. Sabe-se que alteram o comportamento das pessoas, porém

como há uma grande variedade delas, diversos efeitos e dificuldade de detectá-las no organismo, não existem estudos conclusivos sobre as reais influências na acidentalidade. (BEUX, 1986; FERRAZ et al., 2012)

2.7.3.2 Cansaço e sonolência

Beux (1986) investigou as causas subjetivas e objetivas dos acidentes identificando alguns fatores que afetam a personalidade do motorista, dentre eles estão o sono e a fadiga.

A fadiga e a sonolência estão diretamente ligadas. Beux (1986) aponta que alguns acidentes não aparentam a causa, porém, se investigados a fundo, pode-se descobrir o número de horas do condutor ao volante, quilômetros percorridos e outros fatores que indicam cansaço do motorista, resultando em sonolência.

Além disso, Ferraz et al. (2012) destacam que, geralmente, as pessoas estão mais ativas durante o dia e acostumadas a dormir à noite, por isso os condutores que trabalham no período noturno estão mais susceptíveis a ter sonolência, dentre os principais fatores que contribuem para este fenômeno estão o excesso de horas na direção, trafegar em horário noturno (que se costuma dormir), viajar por longas distâncias e/ou após dormir mal, consumo de álcool e dirigir com chuva ou condições climáticas desfavoráveis.

As condições do trânsito são fatigantes não só fisicamente, mas psicologicamente também. Fator que afeta diretamente o nível de atenção e tempo de reação do condutor. Estudos realizados nos EUA mostraram que dirigir 10 horas contínuas gera em média 13% de redução na coordenação sensorial, 12% na capacidade de atenção, 3% na percepção visual e aumento de 15% no tempo de reação. Além disso, após 5 horas na direção a capacidade de dirigir diminui em 50% e após 9 horas, 75%. (BEUX, 1986)

Ferraz et al. (2012) apontam que o cansaço é um grande aliado na acidentalidade, pois reduz a capacidade de reação do motorista. Este fator é bastante expressivo quando se trata de acidentes com veículos comerciais, pois as jornadas de trabalho são demasiadamente longas. Uma pesquisa realizada com caminhoneiros autônomos comprova a carga horária excessiva a que são submetidos os profissionais do volante do país, apontando que 51,5% trabalham de 13 a 19 horas por dia, 29%

de 9 a 12 horas por dia e 10,4% mais de 20 horas. 56,8% trabalham em média 7 dias por semana e 20,5% trabalham 6 dias por semana.

A acidentalidade poderia ser reduzida em até 19% se as pessoas respeitassem estes três critérios: não dirigir com sonolência, após ter dormido menos de 5 horas no dia anterior ou nos horários de 2 a 5 horas da madrugada, apontou um estudo realizado na Nova Zelândia. Os perfis mais propensos a se envolver em acidentes devido a cansaço e sonolência são de homens com menos de 29 anos, profissionais com jornada de trabalho extensa ou irregular e pessoas com doenças relacionadas ao sono, segundo estudo realizado nos Estados Unidos. Após 11 horas de direção o risco de acidente duplica e relacionado ao cansaço o risco de conflito durante a noite é 10 vezes superior ao dia. (WHO apud FERRAZ, 2012)

O primeiro estado que considerou o acidente causado por motorista cansado um crime grave foi New Jersey no ano de 2003 e a pena é de dez anos de detenção para o caso de acidente com vítima. (WHO apud FERRAZ, 2012)

2.7.4 Fatores de risco associados às condições da via e meio ambiente

Os fatores de risco associados às condições da via são basicamente defeitos na superfície de rolamento, como, por exemplo, buracos, sulcos, diferença de nível acentuada, pista escorregadia, drenagem deficiente etc. Qualquer destes defeitos pode resultar em perda de controle da direção e conseqüente conflito com outros veículos ou com objeto estático. A sinalização deficiente, inadequada ou insuficiente também contribui para o maior número de ocorrências. A falta de placas, tachas refletivas, falha na demarcação dos limites da pista de rolamento, sinalização de obras ou modificações nas características das rodovias, como, por exemplo, mudança de pista dupla para pista simples, falta de defesa metálica, muretas e outros, podem ocasionar ou contribuir para o aumento da acidentalidade ou gravidade dos acidentes. (FERRAZ et al., 2012)

O DENATRAN (1987) denomina trecho crítico como ponto negro e especifica que estes pontos são os locais que possuem a maior taxa de acidentes devendo-se priorizá-los na hora de realizar melhorias. Estes trechos costumam ser interseções, trechos em curvas, locais com pouca visibilidade etc.

Segundo Cannel (2000), tende a precária a maioria das rodovias federais e estaduais quanto a pavimentação, sinalização e proteção lateral e a desobediência

aos limites de velocidade é generalizada. Porém, os problemas mais graves encontram-se nas travessias urbanas, onde a rodovia corta uma área urbana.

Ferraz et al. (2012) destacam que a deficiência ou falta de iluminação nos locais críticos, como, por exemplos, nas interseções, nos locais de travessia no mesmo nível, caracterizam-se como fatores de risco. Esta deficiência contribui para a falta de visibilidade de pedestres e bicicletas (menores e mais vulneráveis).

Já Nogueira (1995) destaca que é importante dar atenção aos trechos críticos. As interseções em nível, principalmente quando há pouca distância de visibilidade, podem contribuir para acidentalidade, pois veículos maiores demoram muito na travessia e se o veículo que estiver vindo pela pista principal não dispor de uma distância de visibilidade suficiente para diminuir a velocidade acontecerá o acidente.

Outros fatores que podem contribuir para a acidentalidade são relacionados ao projeto, como curvas com pequeno raio, superelevação e/ou superlargura inadequadas. (FERRAZ et al., 2012)

Ainda existem os fatores de risco associados ao meio ambiente que se relacionam ao clima local, aos arredores da rodovia, ao crescimento da urbanização, também identificação de quais elementos predominam na beira da rodovia, animais, plantações, edificações, comércio, etc. (FERRAZ et al., 2012)

2.7.5 Fatores de risco associados ao veículo

Segundo Ferraz et al. (2012), os fatores de risco associados aos veículos podem ser relacionados à manutenção inadequada, tipo de veículo e projeto do veículo. O mais comum é desgaste excessivo nos pneus, porém, outros componentes podem apresentar problemas, como, por exemplo os freios, a suspensão, o limpador de para-brisa, os faróis e o espelho retrovisor.

. O risco de envolvimento em acidentes, em geral, é do menor para o maior. Os veículos menores têm maior probabilidade de se envolver em acidentes devido a sua menor visibilidade. Além disso, os condutores de motocicletas, em geral, são jovens e muitas vezes abusam da velocidade, aumentando o risco de envolvimento em acidentes. Os ônibus e caminhões, por sua vez, são conduzidos por motoristas mais experientes e treinados, normalmente, o que diminui o risco. (FERRAZ et al., 2012)

Quando se trata de mortalidade, o tipo de veículo é um fator importante, pois o peso do veículo é um agente significativo na severidade dos acidentes devido à alta massa que um veículo leve encontra no momento da colisão. (NOGUEIRA, 1995)

Nogueira (1995) salienta que, apesar da taxa de acidentes ser maior para os veículos de passageiros, a maior parte dos acidentes com vítimas fatais envolve os veículos de carga.

2.8 QUANTIFICAÇÃO E QUALIFICAÇÃO DOS ACIDENTES

Ferraz et al. (2012) destacam a importância da coleta de dados para a quantificação dos acidentes em determinado local, pois através da quantidade de ocorrências pode se identificar uma necessidade de intervenção. Após processamento destes dados é possível identificar os locais críticos, bem como, suas características, a fim de que sejam tomadas providências.

Lobato (2018) aponta que o acompanhamento e análise da evolução dos acidentes é fundamental para diagnosticar os problemas nos trechos rodoviários, para que este processo seja eficiente o foco deve ser a caracterização e a identificação da severidade das ocorrências. Este monitoramento dos acidentes de trânsito possibilita o adequado direcionamento de recursos para intervenções em locais específicos e campanhas direcionadas.

A quantificação consiste em expressar o número de acidentes, quantidade de vítimas feridas e mortas, bem como, outros índices ligados a população local, frota de veículos, volume de tráfego etc. A partir destes valores é possível determinar qual a dimensão da acidentalidade em determinado local. (FERRAZ et al., 2012)

Ferraz et al. (2012) destacam a importância de identificar características comuns entre os acidentes, como, por exemplo, o horário do acidente, o tipo de veículo envolvido, o dia da semana, o tipo de pedestre, o tipo de condutor, as condições ambientais e quais os fatores de risco estão envolvidos. Também é importante a identificação do tipo de acidente quanto a sua gravidade.

Além disso, este banco de dados é de suma importância para avaliação dos resultados de melhorias implantadas. Através da análise da variação dos acidentes, bem como, severidade, em um determinado período, é possível medir o quão eficiente foi a solução adotada. (FERRAZ et al., 2012)

Para o combate à acidentalidade no trânsito com base científica, portanto com maior eficiência e eficácia, é imprescindível o conhecimento detalhado dos acidentes que vêm ocorrendo no espaço geográfico estudado, o que somente é possível com a realização adequada das tarefas envolvidas na coleta de dados dos acidentes, constituição do banco de dados e processamento/sistematização/análise das informações. (FERRAZ et al., 2012, p. 86)

Uma das recomendações documentadas na Segunda Conferência Global de Alto Nível sobre Segurança no Trânsito trata de fortalecer o gerenciamento da segurança no trânsito, aprimorando a qualidade da coleta recomendando que ela deve ser realizada por profissionais qualificados, que podem ser da polícia de trânsito ou do serviço de saúde. (MRE, 2015)

2.8.1 Registro e confiabilidade dos dados

Segundo Vieira (1999), a dificuldade de obter dados confiáveis sobre mortalidade no trânsito deve-se a falta de registros e consenso sobre estes. Vários estudos convergem quanto a quantidade subestimada de vítimas. Ele destaca ainda que a falta de fiscalização, legislação ineficiente e carência de políticas de educação para o trânsito são grandes barreiras para a resolução dos problemas de trânsito no Brasil.

O boletim de ocorrência serve para alimentar o banco de dados da acidentalidade, para ressarcimento de danos pelas seguradoras de veículos e é um documento legal, que pode ser utilizado em cobranças nos processos judiciais. É geralmente registrado por policiais rodoviários federais, porém, em 2015 houve uma mudança nos procedimentos de registro de acidentes sem vítimas, de forma que não é mais necessário acionar a PRF quando ocorre este tipo de acidente, sendo possível os envolvidos registrarem a ocorrência pela internet por meio da declaração eletrônica de acidentes (e-DAT). (FERRAZ et al., 2012; LOBATO, 2018)

De acordo com Ferraz et al. (2012), o banco de dados constituído pelos boletins de ocorrência não é confiável e não reflete exatamente a realidade do local. Alguns motivos são: falta de registros; falha de digitação; não preenchimento de todos os campos do BO; distorção da realidade; falta de exatidão do local do acidente e adulteração nos números por motivos duvidosos.

Além disso, devido ao acontecimento de algumas mortes após o fechamento do BO, não é correto afirmar que as mortes registradas correspondem a totalidade de

mortes no trânsito. Para conhecimento deste número absoluto é necessário recorrer aos dados estatísticos do sistema de saúde pública ou usar um fator multiplicativo sobre o número de vítimas fatais registradas no local do acidente. Alguns estudos apontam que este fator fica em torno de 1,065, pois 65% das mortes no local correspondem as mortes fora do local. (FERRAZ et al., 2012)

Este número foi confirmado por um estudo realizado pelo IPEA nos anos de 2004 e 2005, que apontou que 61% das mortes aconteceram no local do acidente e 39% no trajeto, ou no hospital (esta porcentagem equivale a 65% da de mortos no local que é a mesma adotada internacionalmente) e que 73% dos feridos manifestaram sintomas no local e 27% manifestaram sintomas fora do local. Ou seja, estes 27% que apresentaram sintomas fora do local, não foram considerados nas estatísticas como feridos e sim como ilesos, o que não é verdadeiro, pois apresentaram sintomas e há probabilidade de terem desenvolvido algum distúrbio em função do acidente. (FERRAZ et al., 2012)

2.8.2 Identificação dos locais críticos

Segundo Ferraz et al. (2012), alguns parâmetros que podem ser usados para identificar e classificar os locais críticos são: número de acidentes; índice de severidade; custos dos acidentes; taxa de acidentes; taxa de severidade etc.

De acordo com o DENATRAN (1987), a principal maneira de identificar os pontos críticos é a relação entre o número de acidentes e o volume de tráfego, não sendo correto trabalhar somente com a quantidade de acidentes, pois sabe-se que por onde passam mais veículos é maior a probabilidade de acidentes.

Mas, para identificar qual local mais perigoso em uma malha rodoviária, o número total de acidentes não é suficiente, pois não representa o verdadeiro grau de periculosidade do local. De modo que se torna necessário fazer uma diferenciação entre os acidentes com vítimas fatais, com vítimas feridas e sem vítimas. Para isso, calcula-se o índice de severidade, através da equação 1, que permite a definição de pesos diferentes para cada tipo de acidente de acordo com a gravidade. (FERRAZ et al., 2012)

$$S = 1 * D + Pv * V + Pf * F \quad (1)$$

Onde:

D: número de acidentes sem vítimas;

- V: número de acidentes com vítimas feridas;
 F: número de acidentes com vítimas fatais;
 Pv: peso para os acidentes com vítimas feridas;
 Pf: peso para os acidentes com vítimas fatais.

Ainda de acordo com Ferraz et al. (2012), o desafio de se usar esta fórmula consiste na definição dos pesos, Pv e Pf. Como expressar em números o quanto são piores as consequências dos acidentes com fatalidade em relação aos demais. A definição destes pesos pode ser feita de duas formas. Uma delas é comparando os custos unitários dos acidentes. No Brasil há dois estudos do Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) que podem ser utilizados. O quadro 5 apresenta os custos dos acidentes e os pesos que devem ser atribuídos de acordo com esse critério. Cd, Cv e Cf, correspondem respectivamente a custo de acidente com danos materiais, custo de acidente com vítima ferida, custo de acidente com vítima fatal.

Quadro 5 - Custos e pesos dos acidentes de trânsito

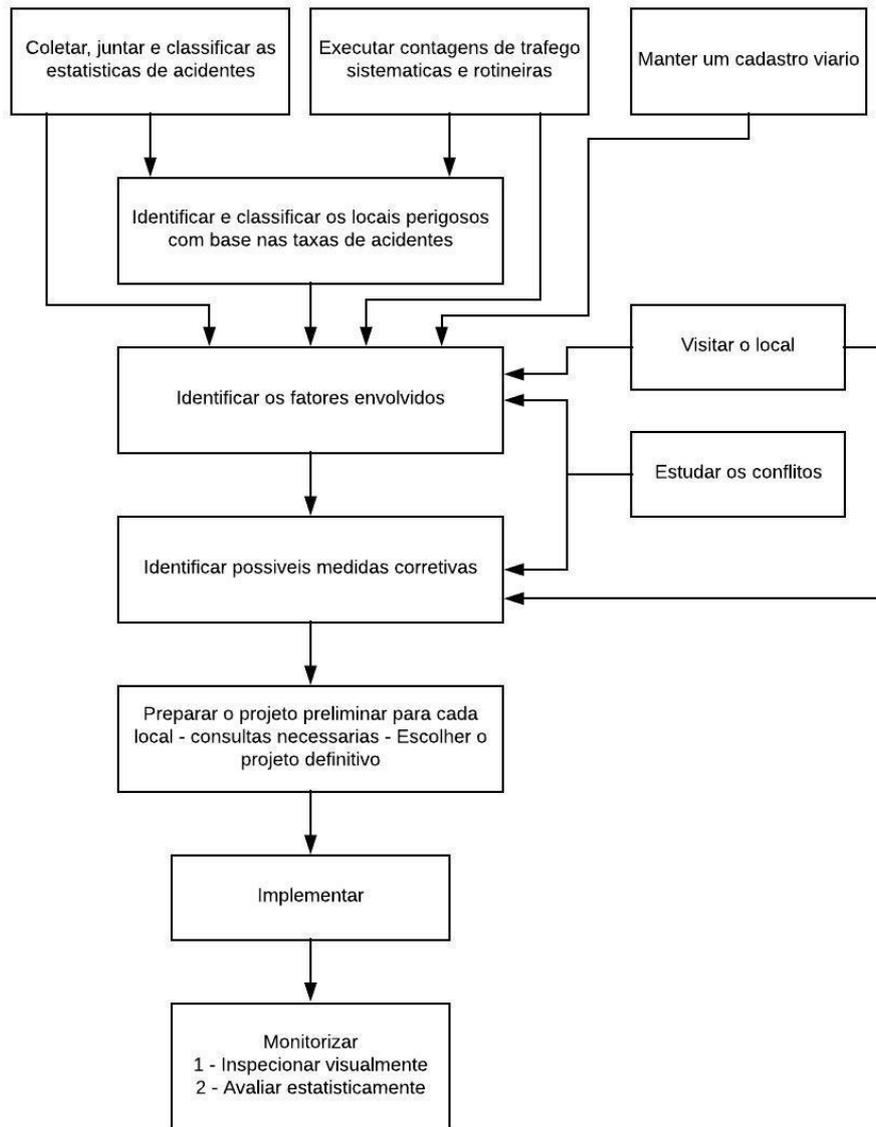
Custos / Pesos	Cidades	Rodovias
Cd	R\$ 5.461,00	R\$ 23.866,00
Cv	R\$ 29.231,00	R\$ 121.925,00
Cf	R\$ 241.320,00	R\$ 592.873,00
Pv	5	5
Pf	44	25

Fonte: elaborado pelo autor (IPEA apud FERRAZ et al., 2012).

Quando esta técnica é utilizada, os pesos dos acidentes com vítimas fatais são muito maiores e podem levar a um índice que não expressa adequadamente a acidentalidade do local em termos de risco. Essa medida não é a mais adequada, pois, geralmente, o conjunto de fatores que geram um acidente com feridos são semelhantes aos que geram um acidente com mortos, deixando ao acaso esta ocorrência. É mais indicado utilizar pesos menores que devem ser arbitrados, pois não existe base para defini-los. (FERRAZ et al., 2012)

O manual de pontos negros do DENATRAN (1987) propõe as etapas de execução de um estudo de pontos negros, conforme figura 1.

Figura 1 - Fases de execução de um estudo de pontos negros.



Fonte: adaptado pelo autor (DENATRAN, 1987).

Este propõe que a Unidade padrão de severidade seja calculada através da equação 2, com os pesos 5 e 13 para acidentes com vítimas feridas e fatais, respectivamente.

$$UPS = A.S.V. + A.C.V.* 5 + A.C.O.* 13 \quad (2)$$

Onde:

A.S.V.: Número de acidentes sem vítimas (somente danos materiais);

A.C.V.: Número de acidentes com vítimas/ feridos;

A.C.O.: Número de acidentes com óbito;

Segundo Ferraz et al. (2012), este método é o que melhor expressa a acidentalidade em termos de risco.

Brandão (2011) apresenta em seu manual teórico-prático sobre implantação de medidores eletrônicos de velocidade, os cenários de risco que podem ser identificados ao longo de uma rodovia. Neste mesmo manual ela define as velocidades recomendadas para cada cenário. Estes dois documentos são apresentados nos anexos B, C e D deste estudo.

2.8.3 Tratamento e análise dos dados

De acordo com Ferraz et al. (2012), o tratamento e análise de dados consiste numa verificação não só de onde estão acontecendo os acidentes, mas quais as variáveis envolvidas. Esta análise é feita para identificar quais as características mais presentes nos acidentes, qual período do dia (manhã, tarde, noite), dia da semana (sábado, domingo), perfil de veículo (motocicleta, automóvel), tipo de acidente (colisão frontal, traseira), tipo de lugar (interseção, curva, reta), tipo de condutor (jovem, idoso), condições ambientais e fatores de risco.

Além disso, é importante fazer uma totalização dos acidentes que envolvem a associação de duas ou mais características. As possibilidades são inúmeras, tipo de veículo e local, severidade e local, severidade com tipo de veículo etc. Esta análise facilita a identificação da natureza dos acidentes, o fator que mais aparece é o que merece mais atenção. (FERRAZ et al., 2012)

Destas análises são identificados pontos específicos, como interseções, cruzamentos, trecho de via com pequena extensão, ou também áreas maiores, como trecho de via (trecho crítico), áreas urbanas críticas etc. Em rodovias, usualmente adota-se a precisão de 100 metros para especificar o local crítico (exemplo km 417+200m). (FERRAZ et al., 2012)

2.8.4 Investigação dos acidentes nos locais críticos

De acordo com FERRAZ et al. (2012), a investigação dos acidentes nos locais críticos é etapa fundamental para definição das medidas mitigadoras que devem ser adotadas. Essa etapa inclui análise da descrição dos acidentes constantes nos BOs,

pesquisas de campo, consulta a moradores e trabalhadores do local, entrevistas com usuários (inclusive envolvidos nos acidentes).

Da mesma forma o DNER (1998) explica que o intuito principal da inspeção em campo é identificar o ponto onde ocorrem os acidentes, bem como, as causas que podem estar contribuindo. Além disso, esta verificação deve ser feita para visualizar as condições da pista de rolamento, quanto à conservação e existência de interferências à visibilidade, existência de fluxo de pedestres, animais etc., avaliar viabilidade técnica de soluções pré estudadas e outros.

O DNER (1998) especifica que as etapas de inspeção que devem ser executadas são:

- a) planejamento da inspeção: consiste em definir os elementos pertinentes que serão inspecionados no segmento identificado por estudos anteriores. Estes elementos podem ser tipo de acidente, condições de circulação, geometria, condições de visibilidade etc.;
- b) seleção de locais de parada: consiste em selecionar um local, com menor interferência possível, para observação dos comportamentos dos usuários;
- c) percurso através do segmento crítico: nesta etapa o técnico deve assumir o papel de usuário e simular velocidades praticadas em condições adversas e se possível de diferentes perspectivas (condutor de automóvel e caminhão). Além de assumir o papel de pedestre para visualizar outros fatores importantes. Os seis pontos de vista diferentes que devem ser adotados segundo o método são, (1) condutor de automóvel que conhece o local; (2) condutor de automóvel que não conhece o local; (3) condutor de caminhão/ônibus que conhece o local; (4) condutor de caminhão/ônibus que não conhece o local; (5) pedestre que conhece o local e (6) pedestre que não conhece o local. Esta diferenciação é importante, pois cada um deles assume um comportamento diferente perante as situações. O DNER disponibiliza um questionário para o uso na vistoria (ANEXO A);
- d) check list: DNER (1998) apresenta um modelo de check list para as situações mais comuns de acidentes (travessias urbanas, interseções, curvas, pontes e viadutos);

- e) entrevistas: o método recomenda sempre que possível que sejam feitas entrevistas com moradores, policiais rodoviários e engenheiros residentes para identificar qualquer outro fator que não tenha sido percebido em outras análises;
- f) croqui do local: o croqui do local deve conter informações do projeto geométrico, bem como, sinalização vertical e horizontal, ocupação do solo e elementos que podem atrapalhar a visibilidade dos usuários;
- g) cadastro fotográfico: o registro fotográfico é importante para identificar as causas dos acidentes e para servir de banco de consulta posterior a vistoria;
- h) quadro sinótico das condições do local: este quadro é um resumo de todo o levantamento realizado nas etapas anteriores;
- i) características dos acidentes (padrões): consiste na identificação das variáveis em comum dos acidentes no local identificando um acidente padrão, esta informação deve ser de conhecimento do técnico no momento da vistoria;
- j) operação do tráfego: a identificação da forma de operação do tráfego deve ser realizada por observação ou consulta com a PRF, engenheiros residentes, contagens de tráfego ou estudo de capacidade;
- k) documentação da inspeção: deve ser composta por croqui do local, cobertura fotográfica, relação das principais causas detectadas e relação das possíveis soluções.

Ferraz et al. (2012) também identificam que o operador deve assumir o papel de usuário e executar todas as manobras possíveis, nas condições que mais aparecem nos boletins, a fim de identificar os fatores de risco. As ferramentas que facilitam esta investigação são: quadro (matriz) de acidentes; diagrama de acidentes e diagrama das condições do local.

O quadro 6 mostra como deve ser a organização do quadro de acidentes.

Quadro 6 - Descrição dos itens que devem constar no quadro de acidentes

Número da coluna	Variável
1	Ordem cronológica das ocorrências no período
2	Data da ocorrência
3	Número do BO
4	Dia da semana. Utilizando a seguinte convenção: 1-domingo, 2-segunda, 3-terça, 4-quarta, 5-quinta, 6-sexta e 7-sábado.
5	Hora da ocorrência
6	Tipo de acidente. Utilizando a seguinte convenção: 1-colisão lateral, 2-colisão transversal, 3-colisão frontal, 4-colisão traseira, 5-choque, 6-capotagem, 7-tombamento, 8-engavetamento, 9-atropelamento, 10-outros.
7	Tipos de veículos envolvidos. Utilizando a seguinte convenção: 1-bicicleta, 2-motocicleta, 3-automóvel, 4-perua/micro-ônibus, 5-ônibus, 6-caminhão com dois eixos, 7-caminhão com três ou mais eixos, 8-outros. No caso de atropelamento o pedestre é indicado pelo número "0".
8	Tipo de severidade dos acidentes. Utilizando a seguinte convenção: AVF-acidente com vítima fatal, ATR-acidente com ferido envolvendo pedestre, ACF-acidente com ferido sem envolvimento de pedestre, ADM-acidentes com danos materiais apenas.

Fonte: adaptado pelo autor (FERRAZ et al., 2012).

O quadro 7 apresenta um exemplo de quadro (matriz) de acidentes

Quadro 7 - Exemplo de quadro (matriz) de acidentes

Ordem	Data	Número Do BO	Dia da semana	Hora	Tipo de acidente	Veículos envolvidos	Severidade
1	15/01/2017	4205	Domingo	20:00:00	4	3	ACF
2	15/01/2017	3923	Domingo	07:00:00	5	3	ADM
3	29/01/2017	11914	Domingo	14:20:00	2	2	ACF
4	02/02/2017	8537	quinta-feira	08:00:00	4	1	ACF
5	03/02/2017	8823	sexta-feira	12:00:00	1	4	ADM

Fonte: elaborado pelo autor (PRF, 2018).

O diagrama dos acidentes deve ser feito através de uma representação gráfica das ocorrências no local crítico, durante o período adotado. São elaborados com a utilização de setas, que representam cada tipo de acidente. A figura 2 mostra os símbolos gráficos para a elaboração do diagrama e a figura 3 mostra as formas de representação para cada tipo de acidente.

Figura 2 - Símbolos gráficos para elaboração do diagrama de acidentes

SIGNIFICADO	SÍMBOLO
1. Veículo em Movimento 1.1) marcha a frente 1.2) marcha à ré	1.1) → 1.2) ←
2. Veículo em Movimento 2.1) pista seca 2.2) pista molhada	2.1) →→ 2.2) →→
3. Pedestre 3.1) indicando sentido de circulação 3.2) sentido de circulação ignorado 3.3) pedestre parado	3.1) ↓ 3.2) ↓ 3.3) ↓
4. Pedestre 4.1) com Danos Materiais 4.2) com Ferido (s) 4.3) com Vítima (s) Fatal (is)	4.1) ○ 4.2) ⊙ 4.3) ●
5. Pedestre 5.1) Veículo Estacionado/ Parado 5.2) Poste 5.3) Semáforo 5.4) Árvore 5.5) Obras ou Obstáculos na via	5.1) ⊠ 5.2) ⊠ 5.3) ⊠ 5.4) ⊠ 5.5) ⊠

Fonte: Ministério dos Transportes (MT) apud FERRAZ et al., 2012.

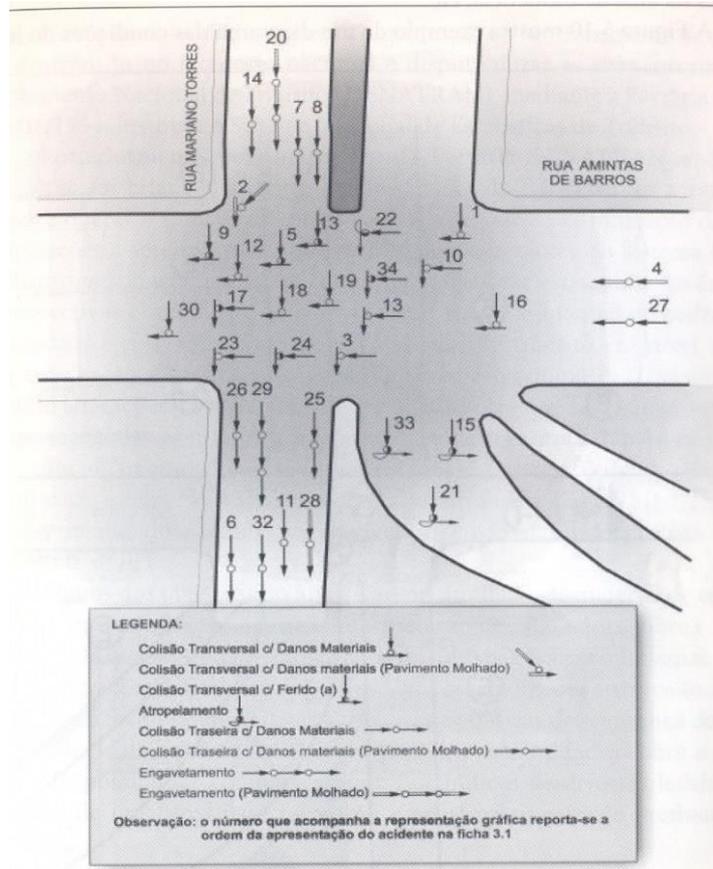
Figura 3 - Formas de representação dos acidentes no diagrama de acidentes

Tipo de Acidente	Símbolo	Descrição
Colisão	a) → ○ ← b) → ○ →	Frontal a) veículos em sentidos contrários b) um veículo em marcha ré
	a) → ○ → b) → ○ ← c) ← ○ →	Traseira a) marcha à frente b) um veículo em marcha ré c) ambos veículos em marcha ré
	a) ← ○ → b) → ○ →	Lateral a) veículos em sentido contrário b) veículos no mesmo sentido
	a) ↓ ○ b) ↓ ○	Transversal a) em ângulo reto b) outros ângulos
	→ ○ → ○ →	Engavetamento
Choque	→ ○ ⊠	Com Objeto Fixo a) Veículo Estacionado/ Parado b) Poste c) Semáforo d) Árvore e) Obras ou Obstáculos na via
	→ ○ ⊠	
	→ ○ ⊠	
	→ ○ ⊠	
	→ ○ ⊠	
Atropelamento	a) ↓ ○ b) ↓ ○	Atropelamento a) com a parte dianteira do veículo b) com a lateral do veículo
	c) ↓ ○ d) ↓ ○	c) com a traseira do veículo d) entre dois veículos
	○ ○ ○ ○ ○ → ○	Capotamento e Tombamento

Fonte: MT apud FERRAZ et al., 2012.

A figura 4 mostra um exemplo de um diagrama de acidentes.

Figura 4 - Exemplo de diagrama de acidentes

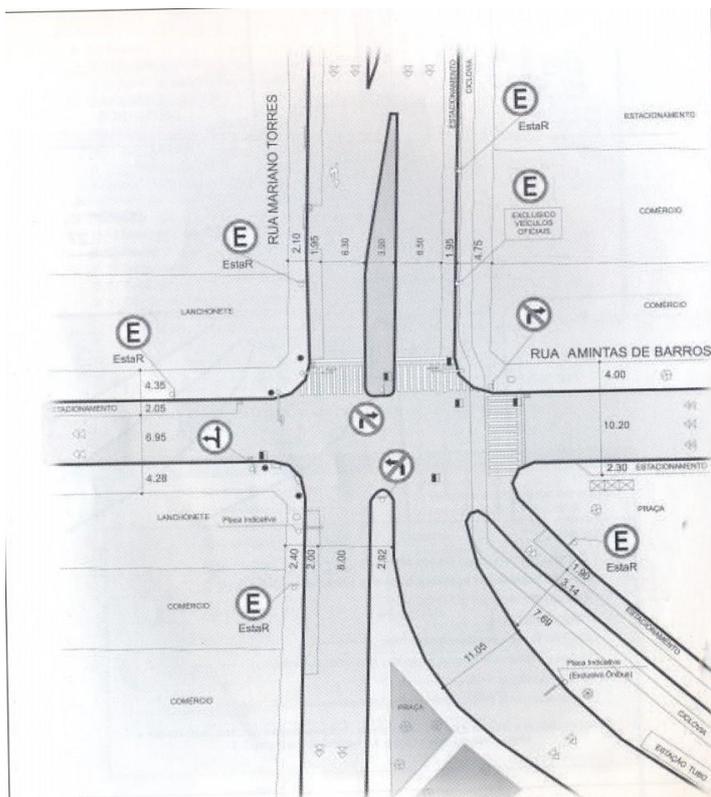


Fonte: MT apud FERRAZ et al., 2012.

O diagrama das condições locais é um croqui do local crítico, que deve conter dimensões da rua, calçada, vagas de estacionamento, canteiros, ilhas etc. Também deve representar a localização da sinalização e seu estado de conservação, vegetação, postes e equipamentos urbanos. Além disso, neste croqui deve aparecer as condições de conservação do pavimento e/ou acostamento.

A figura 5 mostra um exemplo de diagrama das condições locais.

Figura 5 - Exemplo de diagrama das condições do local



Fonte: MT apud FERRAZ et al., 2012.

2.9 MEDIDAS PARA MITIGAR A ACIDENTALIDADE

De acordo com o DENATRAN (1987), há duas maneiras de mitigar a acidentalidade, a nível micro, quando se estuda especificamente um local e elabora-se uma solução para o mesmo e a nível macro, através de campanhas de educação no trânsito, fiscalização etc.

De acordo com o DNER (1998), há duas maneiras de atuação no combate aos acidentes, a adoção de soluções de grande porte que possam eliminar algum fator de risco e adoção de medidas de baixo custo que geralmente não tem potencial de eliminar os acidentes, mas sim de diminuir a gravidade.

Os projetos de grande porte incluem modificação do traçado da via, construção de novas faixas etc. As medidas de baixo custo são melhorias na pavimentação, sinalização, implantação de elementos de proteção, como defensas metálicas etc. (DNER, 1998)

O DNER (1998) aponta as medidas de baixo custo que podem ser implementadas para redução de acidentes, são elas:

- a) reforço de sinalização horizontal (mensagem de advertência e tachas refletivas);
- b) reforço de sinalização vertical (colocação de placas de advertência e regulamentação);
- c) defesa metálica;
- d) pavimento antiderrapante;
- e) canalização de veículos;
- f) canalização de pedestres;
- g) redutores de velocidade;
- h) sonorizadores.

Além disso, segundo o DNER (1998), outras medidas podem ser adotadas, como:

- a) passarela;
- b) passagem subterrânea;
- c) iluminação pública.

Vieira (1999) classifica as medidas mitigadoras da acidentalidade como ativas e passivas, as primeiras têm o objetivo de reduzir o risco de acidentes e as segundas servem para atenuar as consequências destes.

O autor ainda elenca as medidas ativas que podem ser implementadas:

- a) melhoria da qualidade do revestimento nas pistas de rolamento;
- b) adequação dos projetos geométricos com finalidade de facilitar a visibilidade;
- c) sinalização horizontal com demarcação dos pavimentos com pinturas reflexivas;
- d) sinalização vertical de boa qualidade;
- e) tratamento adequado aos locais de conflitos de trânsito;
- f) velocidades adequadas as condições geométricas das vias;
- g) melhoria nos projetos veiculares para melhorar o controle, visibilidade e estabilidade.

As medidas passivas podem ser:

- a) implantação de defensas para evitar que os veículos saiam da pista segura;
- b) retirada de obstáculos da pista ou inserção de atenuadores de impacto;
- c) adoção de acostamentos mais largos;
- d) melhoria do desenho dos veículos maiores para evitar os traumas nos usuários dos veículos menores em caso de colisão;
- e) melhoria nos equipamentos de segurança dos veículos (air-bags, cintos de três pontos etc.);
- f) melhoria no design dos veículos para melhor absorção de impactos e atenuação da gravidade do impacto do usuário contra o veículo.

Além disso, para acidentes do tipo colisão frontal é recomendado a duplicação da rodovia e sinalização adequada. Já para acidentes do tipo atropelamento, recomenda-se a adoção de passarelas e iluminação eficaz nos trechos críticos. (IPEA, 2015a)

3 METODOLOGIA

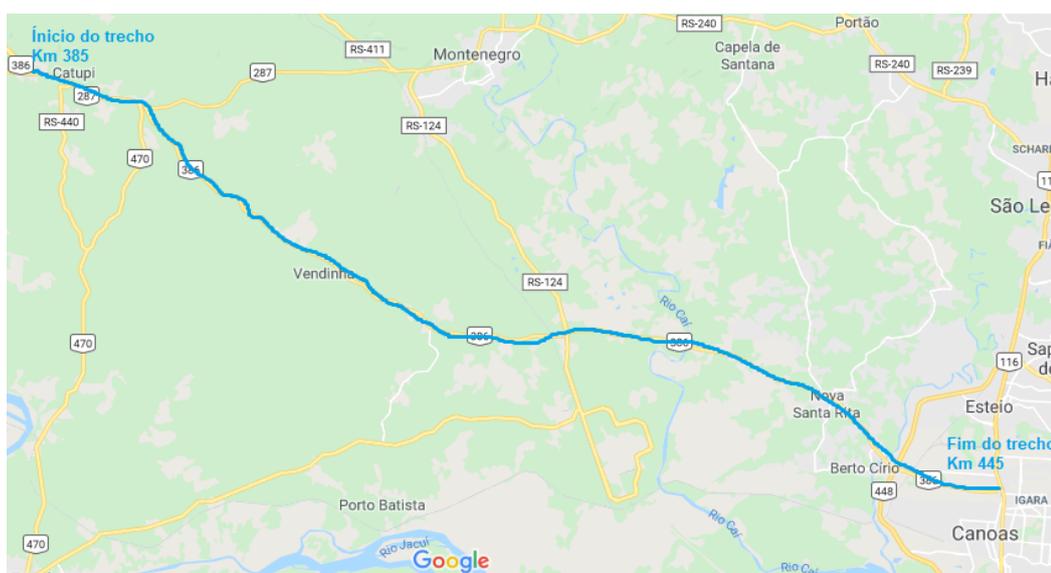
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Esta é uma pesquisa de caráter investigativo aplicada em um estudo de caso a fim de identificar o ponto de maior severidade de acidentes em um trecho da rodovia federal, a BR-386. Para isso, foi utilizado como base, os dados estatísticos de acidentalidade da PRF dos anos de 2017 e 2018.

O estudo compreende um trecho de 61 km da rodovia., tendo como ponto inicial o km 385, na cidade de Tabaí/RS e ponto final no km 445 em Canoas/RS.

A figura 6 ilustra início e fim do trecho.

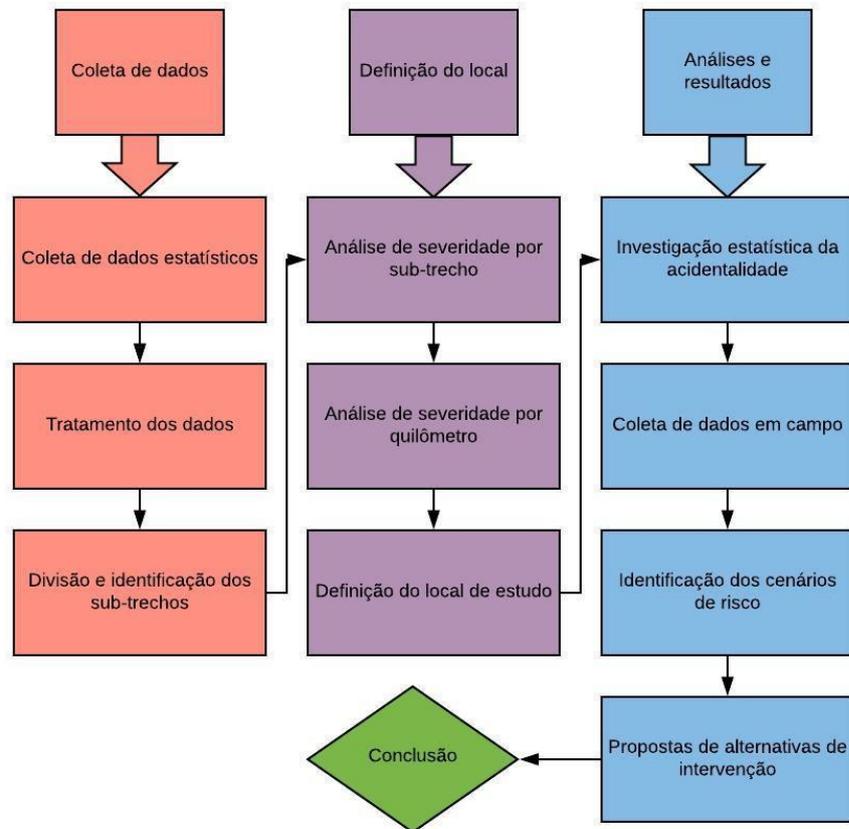
Figura 6 - Demarcação do trecho



Fonte: adaptado pelo autor (Nova Santa Rita..., 2019).

As etapas do trabalho estão representadas no fluxograma 7.

Figura 7 - Fluxograma metodológico



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

3.2 COLETA DE DADOS

O Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) define no artigo 5º que os projetos das estradas federais do plano rodoviário nacional deverão seguir normalmente as características de classe I. Deste modo, a rodovia em estudo pertence a classe I-A, tendo, em sua maior parte, velocidade diretriz 100 km/h, região plana, pista dupla, com controle parcial de acesso, tendo interseções em mesmo nível e níveis diferentes.

Para a realização deste estudo foi necessário, pesquisa bibliográfica em livros, manuais do DNIT, artigos sobre segurança viária em rodovias, teses sobre acidentalidade, causas e fatores de risco, documentos com dados estatísticos de evolução da acidentalidade, evolução da frota e outros. Além desses, os dados de acidentalidade na rodovia BR-386 foram coletados no site da PRF dos anos de 2017 e 2018.

Por ser uma rodovia muito antiga, não se obteve o projeto geométrico. Os itens necessários ao trabalho, referentes à geometria, foram verificados em campo.

Os dados de volume diário médio (VDM) do trecho foram coletados em um documento da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT). A ANTT realizou medições manuais e automáticas em dois pontos do trecho em estudo, no km 385 e no km 422 no ano de 2016. Estes valores foram tratados e de acordo com o crescimento da frota estimou-se o VDM para o ano de 2018. O resultado desta estimativa está expresso na tabela 1.

Tabela 1 - VDM do trecho

VDM km	Fonte: ANTT	Estimativa autora	
	2016	2017	2018
km 385	21170	21791	22113
km 422	23019	23694	24044
Média	22095	22742	23078

Fonte: elaborado pelo autor (Dados: ANTT, [2019?]).

3.3 ANÁLISE DE DADOS

3.3.1 Tratamento dos dados

A partir dos dados oficiais da PRF, com informações de acidentalidade de todas as rodovias brasileiras, foi realizada uma filtragem das informações de acidentalidade somente da rodovia BR 386. Após isso, foi feita uma segunda filtragem para obter os dados somente do trecho proposto da rodovia e em seguida a contagem dos acidentes sem vítimas, com vítimas feridas e com vítimas fatais para cada km.

3.3.2 Divisão e identificação dos subtrechos

O trecho de 61 km em estudo foi dividido em 12 grupos de 5 km de extensão a fim de verificar em qual subtrecho está concentrado o maior índice de acidentalidade. Está técnica facilita a investigação, pois torna possível perceber se os acidentes estão concentrados em um local específico ou em um trecho específico e essa conclusão será uma importante contribuição para a proposta de melhoria ao final deste estudo.

É importante comentar que o último subtrecho é composto por 6 km de extensão (kms: 440, 441, 442, 443, 444 e 445) e não 5 km conforme os demais, porém

este fato não impacta no cálculo da severidade, pois no km 442 não foram registrados acidentes de nenhum tipo nos anos da avaliação. Assim, o índice de severidade neste quilômetro resultou em 0, não gerando majoração de acidentalidade no trecho.

Os trechos foram identificados em ordem alfabética de A até L conforme tabela 2.

Tabela 2 - Nomenclatura dos subtrechos

Nomenclatura	Subtrecho	Extensão (km)
A	385- 389	5
B	390-394	5
C	395-399	5
D	400-404	5
E	405-409	5
F	410-414	5
G	415-419	5
H	420-424	5
I	425-429	5
J	430-434	5
K	435-439	5
L	440-445	6

Fonte: elaborado pelo autor.

3.3.3 Cálculo do índice de severidade e classificação dos trechos

São calculados os números que representam a severidade por quilômetro com os dados dos anos de 2017 e de 2018. Após utilizando o VDM da rodovia são calculados os índices de severidade. Na etapa seguinte a severidade e os índices são calculados por subtrechos conforme divisão descrita em 3.3.2, também com os dados de ambos os anos.

A severidade é calculada de acordo com o manual de identificação, análise e tratamento de pontos negros do DENATRAN (1987).

O manual define que o peso atribuído para acidentes sem vítimas é igual a 1, para acidentes com vítimas feridas igual a 5 e para acidentes com vítimas fatais igual a 13, de acordo com a equação 3.

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

Onde:

S: Severidade.

D: Número de acidentes sem vítimas.

V: Número de acidentes com vítimas não fatais.

F: Número de acidentes com vítimas fatais.

O índice de severidade é calculado de acordo com a equação 4, onde a severidade é dividida pelo VDM multiplicado pelo período, um (1) ano adotado neste estudo, multiplicado por 10^6 para representar o índice por milhões de veículos.

$$IS = \frac{S}{VDM * 365} * 10^6 \quad (4)$$

Onde:

IS: Índice de severidade.

S: Severidade.

VDM: Volume diário médio.

Para classificação dos trechos são utilizados como parâmetros a média e o desvio padrão dos índices obtidos. A classificação é feita com os conceitos, “muito crítico”, “crítico”, “regular” e “ótimo”.

Os trechos que apresentam índice de severidade maior do que a soma da média e desvio padrão dos resultados serão considerados “muito críticos”, os que apresentam índice maior do que a média serão classificados como “críticos”, para os que apresentam resultados menores do que a média “regular” e os que apresentam índice de severidade igual a zero serão considerados “ótimos”.

3.3.4 Definição do local de estudo

A definição do local de estudo foi feita de acordo com os resultados das análises dos índices de severidade por subtrecho e por quilômetro, conforme descrito em 3.3.3.

Esta análise é realizada com intuito de definir se o problema se concentra em um ponto crítico ou em um local crítico. A definição da quantidade de locais críticos

que fizeram parte da investigação ficou a critério do autor de acordo com os maiores valores de severidade.

3.3.5 Investigação estatística da acidentalidade

Nesta etapa são identificados os tipos de acidentes mais comuns, as causas, os fatores de risco que mais aparecem nos registros, sentido da rodovia onde ocorrem mais acidentes, qual o traçado da via onde ocorrem os acidentes (reta, curva, retorno etc.) e a gravidade destes.

Esta investigação leva em conta apenas os registros da PRF, porém, as condições levantadas em campo possuem maior relevância para definição das ações devido as questões já citadas neste estudo sobre a confiabilidade dos dados estatísticos.

Após o levantamento desses parâmetros, é possível concluir e elaborar hipóteses quanto às prováveis causas e fatores de risco envolvidos nas ocorrências.

3.3.6 Coleta de dados em campo

O intuito desta etapa é realizar uma avaliação no local definido a fim de identificar os fatores que podem estar contribuindo para a acidentalidade. Nesta etapa é feita uma análise visual do pavimento, da sinalização e das condições geométricas da rodovia.

O principal objetivo desta coleta é estabelecer uma relação entre as condições do local e as causas identificadas nos boletins, a fim de confirmar a veracidade das informações ou identificar outros fatores relevantes.

Seguindo a recomendação do DNER (1998), em anexo A neste trabalho, as questões respondidas são referentes aos seguintes parâmetros:

- a) geometria;
- b) pavimento;
- c) sinalização horizontal e vertical;
- d) visibilidade;
- e) iluminação noturna;
- f) tráfego;
- g) uso do solo;

- h) acessos;
- i) interseções.

3.3.7 Identificação dos cenários de risco e proposta de tratamento

A identificação dos cenários de risco e proposta de tratamento foram realizados de acordo com dois quadros propostos no manual teórico-prático sobre instalação de medidores de velocidade desenvolvido por Brandão (2011). Ambos estão em anexo neste trabalho (anexo B, C e D).

3.3.8 Proposta para alternativa de intervenção

Com base nos dados estatísticos, verificações in loco e identificação dos cenários de risco, é possível elencar as soluções com capacidade para mitigar os acidentes e/ou a gravidade deles.

A proposta de intervenção foi feita de acordo com as características identificadas nestes pontos, buscando medidas de baixo custo e rápida implantação.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DE SEVERIDADE POR TRECHO E CLASSIFICAÇÃO

As tabelas 3 e 4 apresentam os resultados do índice de severidade por trecho nos anos de 2017 e 2018, respectivamente. Ambas as tabelas tiveram seus dados ordenados na coluna do índice de severidade, do maior valor para o menor e classificados conforme descrito no item 3.3.3 deste estudo.

Tabela 3 - Índice de severidade por trecho no ano de 2017.

2017								
Nomenclatura	Trecho	Acid. sem vítimas	Acid. com feridos	Acid. com fatalidade	S	VDM	Índice de severidade	Classificação
K	435-439	16	22	1	139	22742	16,75	Muito crítico
G	415-419	8	13	3	112	22742	13,49	Muito crítico
L	440-445	9	12	1	82	22742	9,88	Crítico
A	385- 389	17	7	1	65	22742	7,83	Crítico
F	410-414	13	9	0	58	22742	6,99	Regular
I	425-429	24	6	0	54	22742	6,51	Regular
E	405-409	8	6	1	51	22742	6,14	Regular
D	400-404	12	4	1	45	22742	5,42	Regular
B	390-394	5	7	0	40	22742	4,82	Regular
J	430-434	12	3	1	40	22742	4,82	Regular
C	395-399	5	3	1	33	22742	3,98	Regular
H	420-424	10	3	0	25	22742	3,01	Regular

Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2017).

Tabela 4 - Índice de severidade por trecho no ano de 2018.

2018								
Nomenclatura	Trecho	Acid. sem vítimas	Acid. com feridos	Acid. com fatalidade	S	VDM	Índice de severidade	Classificação
K	435-439	7	10	2	83	23078	9,85	Muito crítico
G	415-419	4	9	1	62	23078	7,36	Muito crítico
L	440-445	6	8	1	59	23078	7,00	Muito crítico
I	425-429	6	4	2	52	23078	6,17	Crítico
J	430-434	5	6	0	35	23078	4,16	Regular
F	410-414	1	3	1	29	23078	3,44	Regular
A	385-389	1	2	1	24	23078	2,85	Regular
B	390-394	3	4	0	23	23078	2,73	Regular
D	400-404	3	4	0	23	23078	2,73	Regular
E	405-409	2	4	0	22	23078	2,61	Regular
H	420-424	3	3	0	18	23078	2,14	Regular
C	395-399	2	2	0	12	23078	1,42	Regular

Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2018).

Comparando as tabelas 3 e 4 nota-se que o trecho de maior acidentalidade nos anos de 2017 e 2018 é o mesmo, o trecho K. Ele compreende os km 435, 436, 437, 438 e 439 e apresenta índices de 16,75 e 9,85, em 2017 e 2018, respectivamente.

Isso pode evidenciar que o trecho apresenta falhas de infraestrutura e os acidentes não ocorrem somente por culpa dos usuários.

4.2 ANÁLISE DE SEVERIDADE POR KM E CLASSIFICAÇÃO

As tabelas 5 e 6 apresentam os resultados de severidade por quilômetro nos anos de 2017 e 2018, respectivamente.

Tabela 5 - Índice de severidade por quilômetro no ano de 2017

(continua)

2017								
Sub-trecho	km	Acid. sem vítimas	Acid. com feridos	Acid. com fatalidade	Severidade	VDM	Índice de severidade	Classificação
K	435	6	13	1	84	22742	10,12	Muito crítico
G	417	6	7	0	41	22742	4,94	Muito crítico
G	418	0	1	2	31	22742	3,73	Muito crítico

(continua)

2017								
Sub-trecho	km	Acid. sem vítimas	Acid. com feridos	Acid. com fatalidade	Severidade	VDM	Índice de severidade	Classificação
I	427	11	4	0	31	22742	3,73	Muito crítico
F	414	2	5	0	27	22742	3,25	Muito crítico
L	440	2	5	0	27	22742	3,25	Muito crítico
G	416	1	2	1	24	22742	2,89	Crítico
K	437	4	4	0	24	22742	2,89	Crítico
E	405	2	1	1	20	22742	2,41	Crítico
L	443	1	1	1	19	22742	2,29	Crítico
A	388	3	3	0	18	22742	2,17	Crítico
C	395	2	3	0	17	22742	2,05	Crítico
A	386	6	2	0	16	22742	1,93	Crítico
B	390	1	3	0	16	22742	1,93	Crítico
K	439	1	3	0	16	22742	1,93	Crítico
A	389	2	0	1	15	22742	1,81	Crítico
C	396	2	0	1	15	22742	1,81	Crítico
F	412	4	2	0	14	22742	1,69	Crítico
I	426	9	1	0	14	22742	1,69	Crítico
J	433	1	0	1	14	22742	1,69	Crítico
D	402	0	0	1	13	22742	1,57	Crítico
F	413	3	2	0	13	22742	1,57	Crítico
L	441	3	2	0	13	22742	1,57	Crítico
B	393	2	2	0	12	22742	1,45	Regular
D	404	2	2	0	12	22742	1,45	Regular
E	406	2	2	0	12	22742	1,45	Regular
J	430	2	2	0	12	22742	1,45	Regular
L	444	2	2	0	12	22742	1,45	Regular
A	385	6	1	0	11	22742	1,33	Regular
D	401	6	1	0	11	22742	1,33	Regular
E	409	1	2	0	11	22742	1,33	Regular
G	419	1	2	0	11	22742	1,33	Regular
L	445	1	2	0	11	22742	1,33	Regular
K	438	5	1	0	10	22742	1,20	Regular
H	420	4	1	0	9	22742	1,08	Regular
H	424	4	1	0	9	22742	1,08	Regular
J	434	4	1	0	9	22742	1,08	Regular
D	403	3	1	0	8	22742	0,96	Regular
B	391	1	1	0	6	22742	0,72	Regular
E	408	1	1	0	6	22742	0,72	Regular
A	387	0	1	0	5	22742	0,60	Regular

(conclusão)

2017								
Sub-trecho	km	Acid. sem vítimas	Acid. com feridos	Acid. com fatalidade	Severidade	VDM	Índice de severidade	Classificação
B	392	0	1	0	5	22742	0,60	Regular
G	415	0	1	0	5	22742	0,60	Regular
H	422	0	1	0	5	22742	0,60	Regular
I	429	0	1	0	5	22742	0,60	Regular
K	436	0	1	0	5	22742	0,60	Regular
J	432	4	0	0	4	22742	0,48	Regular
I	428	3	0	0	3	22742	0,36	Regular
E	407	2	0	0	2	22742	0,24	Regular
F	410	2	0	0	2	22742	0,24	Regular
F	411	2	0	0	2	22742	0,24	Regular
H	423	2	0	0	2	22742	0,24	Regular
B	394	1	0	0	1	22742	0,12	Regular
C	399	1	0	0	1	22742	0,12	Regular
D	400	1	0	0	1	22742	0,12	Regular
I	425	1	0	0	1	22742	0,12	Regular
J	431	1	0	0	1	22742	0,12	Regular
C	397	0	0	0	0	22742	0,00	Ótimo
C	398	0	0	0	0	22742	0,00	Ótimo
H	421	0	0	0	0	22742	0,00	Ótimo
L	442	0	0	0	0	22742	0,00	Ótimo

Fonte: elaborado pelo autor (PRF, 2017).

Tabela 6 - Índice de severidade por quilômetro no ano de 2018

(continua)

2018								
Sub-trecho	km	Acid. sem vítimas	Acid. com feridos	Acid. com fatalidade	Severidade	VDM	Índice de severidade	Classificação
K	437	2	5	1	40	23078	4,75	Muito crítico
G	416	0	3	1	28	23078	3,32	Muito crítico
I	426	3	1	1	21	23078	2,49	Muito crítico
L	440	1	4	0	21	23078	2,49	Muito crítico
I	428	1	1	1	19	23078	2,26	Muito crítico
K	436	1	1	1	19	23078	2,26	Muito crítico
L	445	1	1	1	19	23078	2,26	Muito crítico
F	411	0	1	1	18	23078	2,14	Muito crítico
E	405	1	3	0	16	23078	1,90	Muito crítico

(continua)

2018								
Sub-trecho	km	Acid. sem vítimas	Acid. com feridos	Acid. com fatalidade	Severidade	VDM	Índice de severidade	Classificação
A	385	0	0	1	13	23078	1,54	Crítico
D	401	2	2	0	12	23078	1,42	Crítico
K	435	2	2	0	12	23078	1,42	Crítico
B	393	1	2	0	11	23078	1,31	Crítico
F	414	1	2	0	11	23078	1,31	Crítico
G	419	1	2	0	11	23078	1,31	Crítico
G	415	0	2	0	10	23078	1,19	Crítico
J	433	0	2	0	10	23078	1,19	Crítico
J	434	0	2	0	10	23078	1,19	Crítico
L	443	0	2	0	10	23078	1,19	Crítico
G	417	2	1	0	7	23078	0,83	Regular
I	427	2	1	0	7	23078	0,83	Regular
K	439	2	1	0	7	23078	0,83	Regular
L	444	2	1	0	7	23078	0,83	Regular
B	394	1	1	0	6	23078	0,71	Regular
C	395	1	1	0	6	23078	0,71	Regular
G	418	1	1	0	6	23078	0,71	Regular
J	430	1	1	0	6	23078	0,71	Regular
J	431	1	1	0	6	23078	0,71	Regular
A	386	0	1	0	5	23078	0,59	Regular
A	387	0	1	0	5	23078	0,59	Regular
B	390	0	1	0	5	23078	0,59	Regular
C	396	0	1	0	5	23078	0,59	Regular
D	402	0	1	0	5	23078	0,59	Regular
D	404	0	1	0	5	23078	0,59	Regular
E	408	0	1	0	5	23078	0,59	Regular
H	420	0	1	0	5	23078	0,59	Regular
H	421	0	1	0	5	23078	0,59	Regular
H	422	0	1	0	5	23078	0,59	Regular
I	429	0	1	0	5	23078	0,59	Regular
K	438	0	1	0	5	23078	0,59	Regular
H	423	3	0	0	3	23078	0,36	Regular
J	432	3	0	0	3	23078	0,36	Regular
L	441	2	0	0	2	23078	0,24	Regular
A	388	1	0	0	1	23078	0,12	Regular
B	391	1	0	0	1	23078	0,12	Regular
C	397	1	0	0	1	23078	0,12	Regular
D	403	1	0	0	1	23078	0,12	Regular
E	407	1	0	0	1	23078	0,12	Regular

(conclusão)

2018								
Sub-trecho	km	Acid. sem vítimas	Acid. com feridos	Acid. com fatalidade	Severidade	VDM	Índice de severidade	Classificação
A	389	0	0	0	0	23078	0,00	Ótimo
B	392	0	0	0	0	23078	0,00	Ótimo
C	398	0	0	0	0	23078	0,00	Ótimo
C	399	0	0	0	0	23078	0,00	Ótimo
D	400	0	0	0	0	23078	0,00	Ótimo
E	406	0	0	0	0	23078	0,00	Ótimo
E	409	0	0	0	0	23078	0,00	Ótimo
F	410	0	0	0	0	23078	0,00	Ótimo
F	412	0	0	0	0	23078	0,00	Ótimo
F	413	0	0	0	0	23078	0,00	Ótimo
H	424	0	0	0	0	23078	0,00	Ótimo
I	425	0	0	0	0	23078	0,00	Ótimo
L	442	0	0	0	0	23078	0,00	Ótimo

Fonte: elaborado pelo autor (PRF, 2018).

Nos anos analisados, os kms que apresentam maior índice de severidade pertencem ao trecho K (identificado como mais crítico em 4.1). Em 2017 identifica-se que o km mais crítico foi o 435, que apresentou severidade igual a 84 e índice de 10,12. Já em 2018 o km com maior severidade foi o 437, com valores de severidade e índice de 40 e 4,75, respectivamente.

4.3 DEFINIÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

Após as análises realizadas em 4.1 e 4.2, optou-se por estudar os dois km mais críticos do subtrecho K. O quilômetro 435, que apresentou maior índice de severidade no ano de 2017 e o quilômetro 437 que apresentou maior índice no ano de 2018. A figura 8 é uma foto aérea do km 435 que começa no posto buffon 10 (no canto superior esquerdo da imagem) e termina no posto Petrobrás (no canto inferior direito da imagem).

Figura 8 - Foto aérea do km 435 - BR-386



Fonte: Rio Grande do Sul... (2019a).

A figura 9 é uma foto aérea do km 437, o trecho tem início no posto Rede Sim (no canto superior esquerdo da imagem) e termina no restaurante Grenal (no canto inferior direito da imagem).

Figura 9 - Foto aérea do km 437 - BR-386



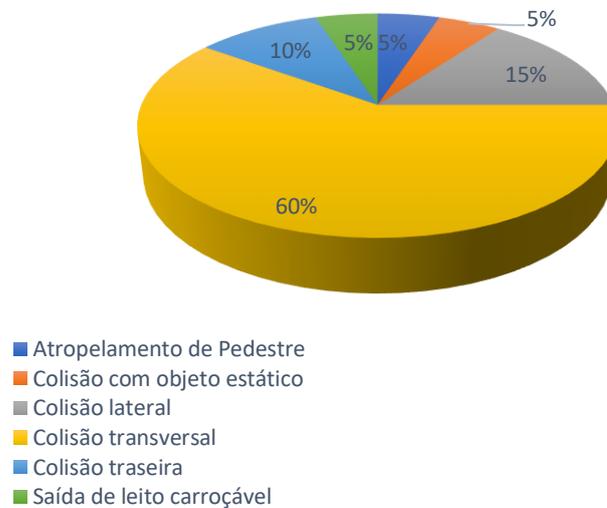
Fonte: Rio Grande do Sul... (2019b).

4.4 INVESTIGAÇÃO ESTATÍSTICA DA ACIDENTALIDADE

4.4.1 BR 386 km 435

No km 435 da BR 386 o tipo de acidente mais comum é a colisão transversal, representando 60% do total de acidentes. O gráfico 8 apresenta a quantificação de acidentes por tipo neste mesmo trecho.

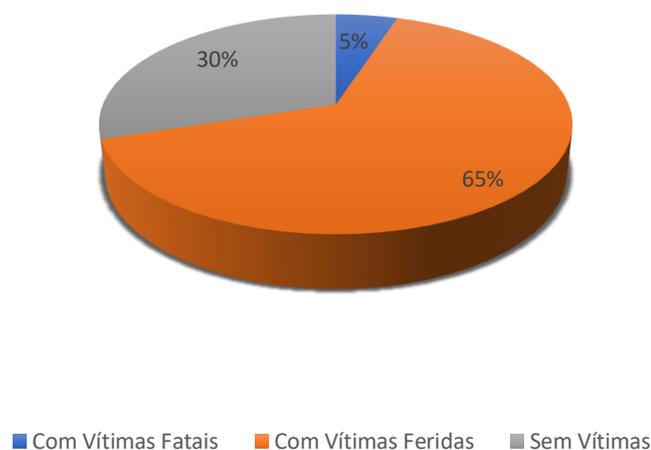
Gráfico 8 - Quantificação de acidentes por tipo



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2017).

Quanto à gravidade dos acidentes, o mais relevante é o acidente com vítimas feridas (65%), conforme apresenta o gráfico 9.

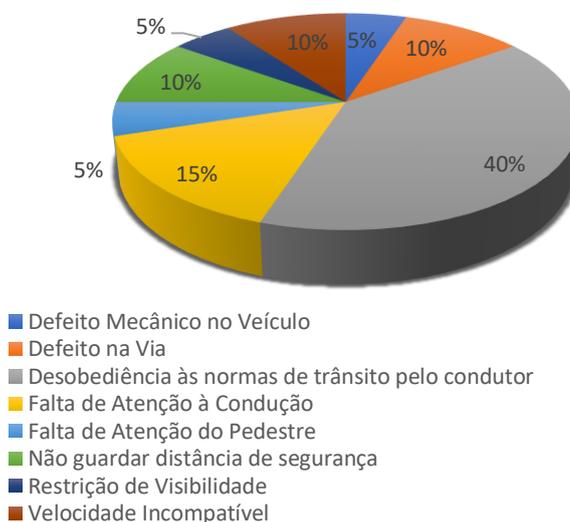
Gráfico 9 - Quantificação quanto a classificação por gravidade



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2017).

As causas principais dos acidentes estão representadas no gráfico 10 e se destaca a desobediência às leis de trânsito (40%).

Gráfico 10 - Quantificação das causas principais



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2017).

A análise dos fatores de risco indica que 75% dos eventos acontecem por fatores associados ao ser humano, 20% às condições da via e 5% relacionados a falhas no veículo conforme mostra o gráfico 11.

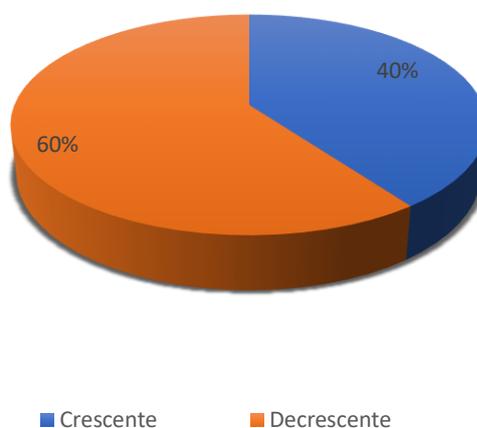
Gráfico 11 - Quantificação quanto aos fatores de risco



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2017).

Outra análise importante refere-se ao sentido da via onde ocorrem mais acidentes, o gráfico 12 mostra estes percentuais. Observa-se que no sentido que a quilometragem decresce, é a pista com maior incidência de acidentes.

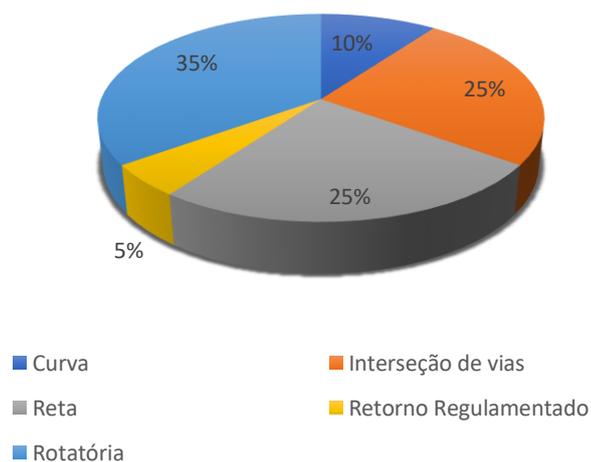
Gráfico 12 - Quantificação quanto ao sentido da via



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2017).

O gráfico 13 mostra o traçado da via onde acontecem os acidentes, é importante constatar que 35% do total ocorreram em rotatória, 25% em interseção e 5% em retorno regulamentado, somando 65% dos acidentes devido aos conflitos de trânsito em um mesmo local.

Gráfico 13 - Quantificação quanto ao traçado da via

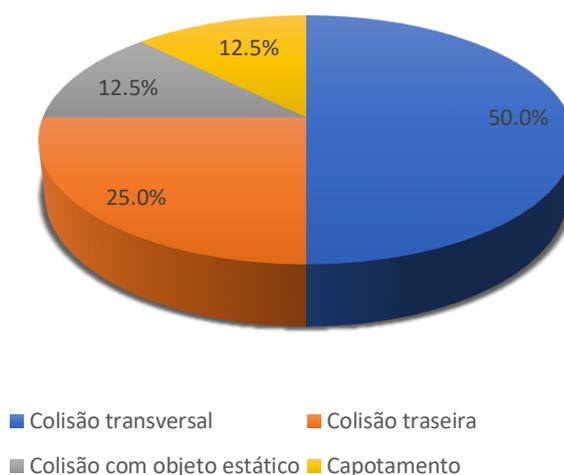


Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2017).

4.4.2 BR 386 km 437

Em análise realizada com os dados disponibilizados pela PRF (2018), verificou-se que o tipo de acidente mais comum no local é a colisão transversal (50%), conforme mostra o gráfico 14.

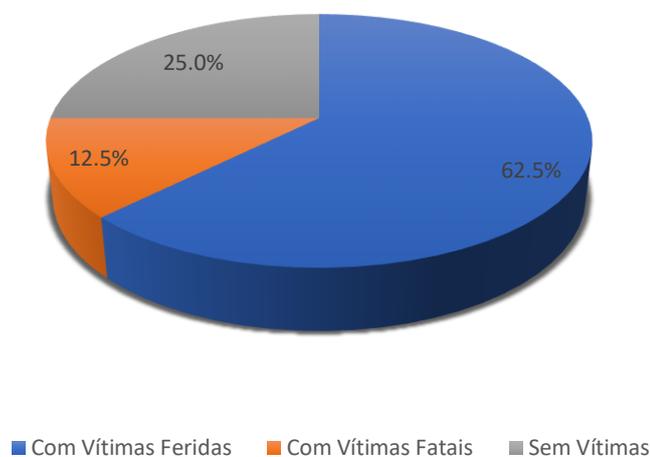
Gráfico 14 - Quantificação de acidentes por tipo



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2018).

A análise quanto à classificação dos acidentes mostra que 63% deixou vítimas feridas, 13% vítimas fatais e 25% não gerou vítimas, conforme mostra o gráfico 15.

Gráfico 15 - Quantificação quanto a classificação por gravidade



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2018).

O gráfico 16 mostra as causas principais dos acidentes. Se destacam desobediência às leis de trânsito e falta de atenção, ambas com 37,5%.

Gráfico 16 - Quantificação quanto as causas principais



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2018).

Dentre os fatores de risco identificados, 87,5% estão associados ao ser humano e 12,5% estão associados às condições da via, conforme gráfico 17.

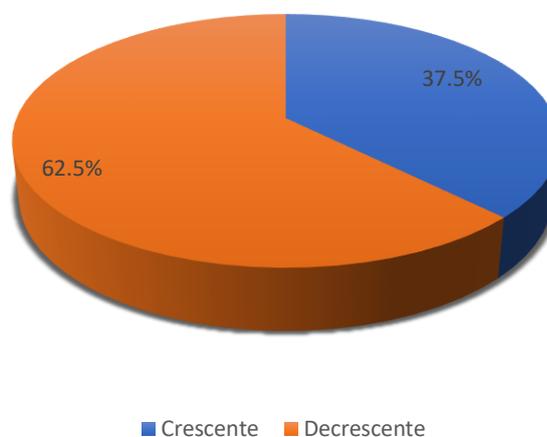
Gráfico 17 - Quantificação quanto aos fatores de risco



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2018).

O gráfico 18 mostra que a maioria dos acidentes acontecem no sentido decrescente da quilometragem.

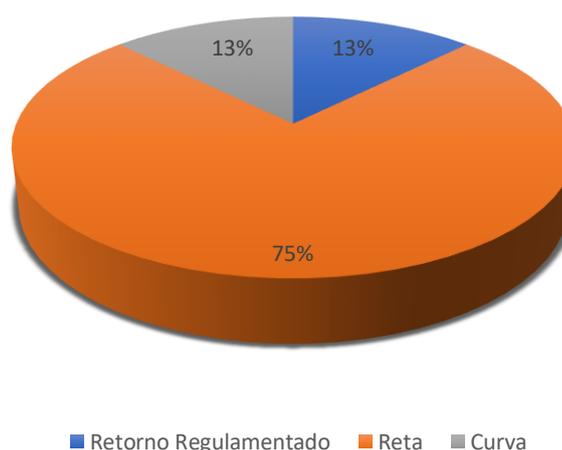
Gráfico 18 - Quantificação quanto ao sentido da via



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2018).

Quanto ao traçado da via, verificou-se que 75% dos acidentes acontecem em retas, 13% ocorrem em retorno regulamentado e 13% ocorrem em curvas. O fato de acontecerem mais acidentes em reta se justifica pelas características do traçado, composto por mais trechos em reta, sem curvas fechadas.

Gráfico 19 - Quantificação quanto ao traçado da via



Fonte: elaborado pelo autor (Dados: PRF, 2018).

4.5 COLETA DE DADOS EM CAMPO

A coleta de dados in loco foi realizada a fim de responder à questionário proposto por DNER (1998). A maioria das respostas foram sim, não ou não aplicável

(NA). Em alguns casos, adotou-se respostas mais específicas como depende do usuário, quando a questão não possui mesma resposta para todos os usuários (pedestres e veículos). Além disso, o método questiona o tipo de edificações que compõe o entorno do trecho, foram adotadas três opções de respostas: indústria, comércio e residências. Na questão sobre a quantidade de acessos adotou-se as respostas até 1, 2, 3 ou mais.

Esta investigação e registros fotográficos foram realizados em dois momentos:

- a) terça-feira, dia 08 de outubro de 2019;
- b) quarta-feira, dia 09 de outubro de 2019.

4.5.1 Investigação em campo na BR 386 km 435

4.5.1.1 Caracterização do segmento

Neste trecho, a geometria é suave, o relevo é plano e a visibilidade de tráfego é boa. O trecho é 90% dividido com mureta de proteção de concreto do tipo *New Jersey* e nos outros 10% a divisão é feita com canteiro central. O entorno é caracterizado por uma zona industrial da cidade, onde há várias empresas instaladas, além de postos de gasolina e uma rotatória, que dá acesso ao centro da cidade de Nova Santa Rita e ao bairro Caju. Nesta rotatória, é possível a travessia de pedestres em nível conforme mostra a fotografia 1. Nas aproximações da rotatória em ambos os sentidos a velocidade permitida é 60 km/h.

Fotografia 1 - Rotatória km 435



Fonte: registrado pelo autor (2019).

A fotografia 2 mostra a distância aproximada que o condutor possui do ponto de travessia de pedestres, estima-se que essa distância fica em torno de 250 metros.

Fotografia 2 - Distância de visibilidade da travessia



Fonte: registrado pelo autor (2019).

O segmento conta com um dispositivo de fiscalização de velocidade (60 km/h) no sentido decrescente da quilometragem. Além disso, nos dois sentidos da pista há linhas de estímulo à redução de velocidade (LRV) e sinalização horizontal de alerta

“DEVAGAR”, além de sinalização vertical de contagem regressiva indicando aproximação de situação de risco. As LRV podem ser vistas na fotografia 3.

Fotografia 3 - LRV no sentido decrescente da quilometragem



Fonte: registrado pelo autor (2019).

A fotografia 4 mostra uma placa de alerta de pedestre a 350m, placas de contagem regressiva 9 e 8 e LRV no sentido crescente da quilometragem.

Fotografia 4 - Sinalização vertical e LRV



Fonte: registrado pelo autor (2019).

Na fotografia 5 visualiza-se o início do km 435, ela mostra que no segmento anterior há uma placa de alerta de rotatória a uma distância de 500m, após uma placa de regulamentação de 60 km/h, em seguida a placa do marco quilométrico 435, placa de alerta de pedestre e as placas de contagem regressiva de 10 a 1.

Fotografia 5 - Início do segmento 435 - BR-386



Fonte: registrado pelo autor (2019).

Na fotografia 6 estão representadas as placas de contagem 3 e 2 e o redutor de velocidade instalado no sentido decrescente da rodovia, próximo a interseção é possível visualizar uma das LRV.

Fotografia 6 - Aproximação da rotatória



Fonte: registrado pelo autor (2019).

Na fotografia 7 aparecem as placas de contagem regressiva e uma placa alertando quanto à travessia de pedestres.

Fotografia 7 - Sinalização vertical



Fonte: registrado pelo autor (2019).

4.5.1.2 Inspeção do segmento conforme DNER (1998)

A tabela 7 apresenta os resultados da coleta de dados in loco no km 435 da BR-386. De acordo com as respostas pode-se dizer que o segmento não apresenta graves problemas quanto à geometria, pavimentação, sinalização e visibilidade em geral. Porém, identificam-se conflitos de velocidades e de tráfego (tráfego de passagem e local), movimentação de pedestres na rodovia e na interseção a visibilidade do pedestre é um pouco prejudicada pela vegetação quando ele deseja atravessar no sentido centro-bairro.

Tabela 7 - Resultados de inspeção na rotatória do km 435

(continua)

Inspeção na rotatória do km 435 – BR-386						
Geometria						
É suave?	Sim	X	Não		NA	
Possui falha de sobrelevação?	Sim		Não	X	NA	
Possui falha de sobrelargura?	Sim		Não	X	NA	
Pavimento						
Está degradado?	Sim		Não	X	NA	
É derrapante?	Sim		Não	X	NA	
Sofre com erosão?	Sim		Não	X	NA	
Sinalização horizontal e vertical						
Existe?	Sim	X	Não		NA	
É compatível com as condições do tráfego local?	Sim	X	Não		NA	
É visível de todos os ângulos e todas as alturas?	Sim	X	Não		NA	
Está bem conservada?	Sim	X	Não		NA	
Visibilidade						
É boa a visibilidade quanto a topografia, curvas, edificações, vegetação e barrancos?	Sim	X	Não		NA	
Existe poluição visual?	Sim		Não	X	NA	
Iluminação noturna						
Existe?	Sim	X	Não		NA	
Funciona?	Sim	X	Não		NA	
Tráfego						
A capacidade da via está saturada?	Sim		Não	X	NA	
Há movimentação de pedestres ao longo da via ou atravessando?	Sim	X	Não		NA	
Há composição do tráfego gera velocidades diferentes?	Sim	X	Não		NA	
Há conflito do tráfego de passagem com o tráfego local?	Sim	X	Não		NA	
Há pontos de ônibus na via?	Sim	X	Não		NA	
Há movimentação de bicicletas?	Sim	X	Não		NA	
Há congestionamentos?	Sim		Não	X	NA	
Ocorrem conversões proibidas?	Sim		Não	X	NA	
Quais as condições de ultrapassagens?	Sim		Não		NA	X
Ocorrem velocidades excessivas?	Sim	X	Não		NA	
Ocorrem outros eventos perigosos?	Sim	X	Não		NA	

(conclusão)

Inspeção na rotatória do km 435 – BR-386						
Uso do solo						
Há ocupação da faixa de domínio?	Sim	X	Não		NA	
Qual tipo de edificação há no trecho?	Indústria	X	Residências		Comércio	X
Acessos						
A geometria é adequada?	Sim	X	Não		NA	
A topografia é adequada?	Sim	X	Não		NA	
A visibilidade em função de curvas, vegetação, edificações ou barrancos é boa?	Sim	X	Não		NA	
A sinalização é adequada e suficiente para quem se aproxima pelo acesso e para o fluxo de passagem?	Sim	X	Não		NA	
Os motoristas executam conversões perigosas e/ou proibidas?	Sim		Não	X	NA	
Qual a quantidade de acessos em trechos curtos?	1		2		3 ou mais	
Há travessia de pedestres próximo ao acesso?	Sim	X	Não		NA	
Interseções						
A geometria é adequada?	Sim	X	Não		NA	
A topografia é adequada?	Sim	X	Não		NA	
A visibilidade em função de curvas, vegetação, edificações ou barrancos é boa?	Sim		Não		Depende do usuário	X
A sinalização é adequada e suficiente?	Sim	X	Não		NA	
Há formação de congestionamentos?	Sim		Não	X	NA	
Há travessia de pedestres na interseção?	Sim	X	Não		NA	
Há iluminação pública?	Sim	X	Não		NA	
Existem brechas adequadas para a travessia da rodovia por veículos trafegando na via transversal?	Sim	X	Não		NA	
Origem/destino						
Não se aplica a este estudo						

Fonte: adaptado pelo autor (Dados: DNER, 1998).

4.5.1.3 Problemática identificada

Compatibilizando os resultados estatísticos e as verificações feitas in loco, identifica-se uma diversidade de conflitos na rotatória, que aumenta a probabilidade

do acontecimento de acidentes. Destaca-se que o acidente mais comum é a colisão transversal. Além disso, a travessia de pedestres em nível, principalmente quando o mesmo deseja atravessar no sentido centro-bairro, é problemática pois, nesta posição, o pedestre não possui visibilidade segura e os veículos usualmente se aproximam em velocidade maior do que a regulamentada (60 km/h). Além do mais, o pedestre deve atentar aos veículos que se aproximam pelas duas pistas da rodovia e também aqueles que estão esperando ou chegando na rótula para fazer a manobra. Este fato gera um tempo de espera elevado para atravessar e um cenário extremamente inseguro.

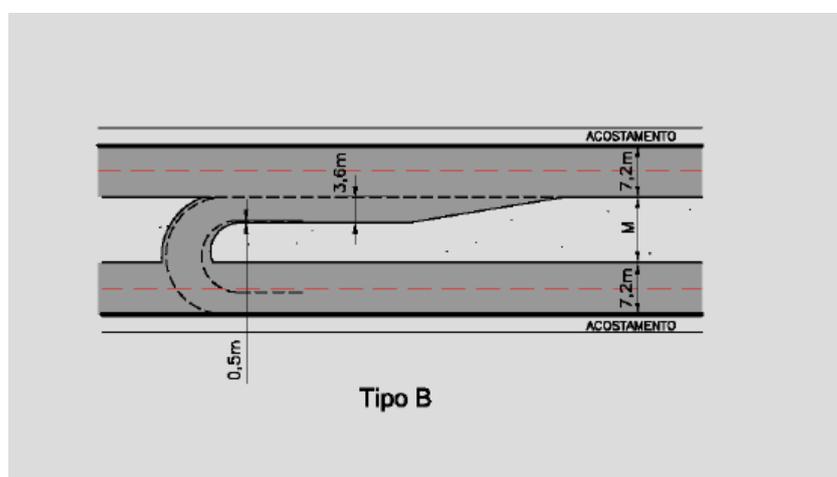
4.5.2 Investigação em campo na BR 386 km 437

4.5.2.1 Caracterização do segmento

No quilometro 437, a geometria é suave e o relevo apresenta um alicve leve no sentido decrescente da quilometragem. O pavimento possui alguns defeitos e a visibilidade de tráfego é adequada. O trecho é dividido com barreira de proteção de concreto do tipo *New Jersey* com tela de ofuscamento (15% do trecho) e canteiro central (85% do trecho).

O entorno no km 437 é composto por muitas empresas, postos de gasolina nos dois sentidos e um retorno em nível do tipo B conforme figura 10. Para acesso a algumas das empresas foram feitas faixas auxiliares, com acesso à rodovia. Elas apresentam condições boas em relação ao pavimento.

Figura 10 - Retorno em nível tipo B



Fonte: DNIT (2005).

A fotografia 8 mostra as condições do pavimento, do acostamento e a divisória entre as pistas no início do km 437. Além disso pode-se perceber pela foto a leve declividade no trecho crescente da quilometragem.

Fotografia 8 - Início do km 437



Fonte: registrado pelo autor (2019).

Na fotografia 9 identifica-se o retorno em nível onde o veículo vermelho realiza a manobra.

Fotografia 9 - Pista no sentido decrescente da quilometragem e retorno em nível



Fonte: registrado pelo autor (2019).

O retorno do km 437 pode ser melhor visualizado através da fotografia 10, onde percebe-se o caminhão aguardando para fazer a manobra de retorno.

Fotografia 10 - Retorno em nível



Fonte: registrado pelo autor (2019).

A fotografia 11 mostra a pista no sentido decrescente da quilometragem antes da localização do retorno e à direita da foto pode se visualizar os veículos de carga estacionados na pista secundária existente em frente às empresas locais.

Fotografia 11 - Pista no km 437 e pista secundária



Fonte: registrado pelo autor (2019).

4.5.2.2 Inspeção do segmento conforme DNER (1998)

A tabela 8 apresenta as respostas de acordo com a verificação in loco no km 437 da BR-386. De acordo com elas, pode-se dizer que o segmento não apresenta graves problemas quanto à geometria, pavimento e visibilidade. Quanto à sinalização, identificou-se que não há sinalização indicando a localização do retorno. Além disso, identificam-se conflitos de velocidade e de tráfego (local e de passagem) e possibilidade de travessia de pedestres no trecho.

Tabela 8 - Resultados de inspeção no km 437

(continua)

Inspeção na rotatória do km 437 – BR-386						
Geometria						
É suave?	Sim	X	Não		NA	
Possui falha de sobrelevação?	Sim		Não	X	NA	
Possui falha de sobrelargura?	Sim		Não	X	NA	
Pavimento						
Está degradado?	Sim		Não	X	NA	
É derrapante?	Sim		Não	X	NA	
Sofre com erosão?	Sim		Não	X	NA	
Sinalização horizontal e vertical						
Existe?	Sim	X	Não		NA	
É compatível com as condições do tráfego local?	Sim		Não	X	NA	
É visível de todos os ângulos e todas as alturas?	Sim	X	Não		NA	
Está bem conservada?	Sim	X	Não		NA	
Visibilidade						
É boa a visibilidade quanto a topografia, curvas, edificações, vegetação e barrancos?	Sim	X	Não		NA	
Existe poluição visual?	Sim		Não	X	NA	
Iluminação noturna						
Existe?	Sim		Não	X	NA	
Funciona?	Sim		Não		NA	X
Tráfego						
A capacidade da via está saturada?	Sim		Não	X	NA	
Há movimentação de pedestres ao longo da via ou atravessando?	Sim	X	Não		NA	
Há composição do tráfego gera velocidades diferentes?	Sim	X	Não		NA	
Há conflito do tráfego de passagem com o tráfego local?	Sim	X	Não		NA	

(conclusão)

Inspeção na rotatória do km 437 – BR-386						
Tráfego						
Há pontos de ônibus na via?	Sim	X	Não		NA	
Há movimentação de bicicletas?	Sim	X	Não		NA	
Há congestionamentos?	Sim		Não	X	NA	
Ocorrem conversões proibidas?	Sim		Não	X	NA	
Quais as condições de ultrapassagens?	Sim		Não		NA	X
Ocorrem velocidades excessivas?	Sim	X	Não		NA	
Ocorrem outros eventos perigosos?	Sim	X	Não		NA	
Uso do solo						
Há ocupação da faixa de domínio?	Sim	X	Não		NA	
Qual tipo de edificação há no trecho?	Indústria	X	Residências		Comércio	X
Acessos						
A geometria é adequada?	Sim	X	Não		NA	
A topografia é adequada?	Sim	X	Não		NA	
A visibilidade em função de curvas, vegetação, edificações ou barrancos é boa?	Sim	X	Não		NA	
A sinalização é adequada e suficiente para quem se aproxima pelo acesso e para o fluxo de passagem?	Sim		Não	X	NA	
Os motoristas executam conversões perigosas e/ou proibidas?	Sim		Não	X	NA	
Qual a quantidade de acessos em trechos curtos?	1	X	2		3 ou mais	
Há travessia de pedestres próximo ao acesso?	Sim	X	Não		NA	
Interseções						
A geometria é adequada?	Sim		Não		NA	X
A topografia é adequada?	Sim		Não		NA	X
A visibilidade em função de curvas, vegetação, edificações ou barrancos é boa?	Sim		Não		Depende do usuário	X
A sinalização é adequada e suficiente?	Sim		Não		NA	X
Há formação de congestionamentos?	Sim		Não		NA	X
Há travessia de pedestres na interseção?	Sim		Não		NA	X
Há iluminação pública?	Sim		Não		NA	X
Existem brechas adequadas para a travessia da rodovia por veículos trafegando na via transversal?	Sim		Não		NA	X
Origem/destino						
Não se aplica a este estudo						

Fonte: adaptado pelo autor (Dados: DNER, 1998).

4.5.2.3 Problemática identificada

O trecho caracteriza-se pela grande movimentação de veículos de carga entrando e saindo da via principal. Desta forma, a principal problemática identificada são os conflitos de tráfego e a velocidade pois alguns veículos necessitam diminuir a velocidade para fazer paradas nas empresas, enquanto outros seguem em velocidades maiores. Já existem alguns dispositivos que mitigam a problemática, como ruas laterais para o acesso destes veículos às empresas, porém a velocidade no trecho não é compatível ao cenário.

Além disso, o retorno em nível no trecho é um fator de risco importante. Para fazer o retorno, o veículo que trafega em sentido decrescente da quilometragem necessita estar na pista da esquerda (onde os veículos trafegam com maior velocidade) ou seja, se ele estiver à direita, deverá passar para a esquerda, reduzir a velocidade, entrar no retorno e aguardar uma oportunidade de ingressar no acostamento da rodovia no sentido contrário. Este movimento de troca de pista e redução da velocidade para entrar no retorno já é um fator de risco que pode ocasionar uma colisão traseira, lateral ou um acidente envolvendo motociclista, que é menos visível. Além disso, não há sinalização vertical indicando a localização do retorno, logo, o motorista que não conhece o local não possui tempo de reação suficiente para realizar todas essas manobras de forma segura. De novo, a velocidade adotada não é compatível com este tipo de local e a sinalização necessita de reforço.

Para evitar as colisões entre os veículos passantes e os que desejam fazer o retorno, entrar no pátio do posto de gasolina ou acessar as empresas é necessário que os usuários adotem velocidades menores (compatíveis).

No outro sentido da rodovia (no sentido crescente da quilometragem), a pista apresenta um leve declive que induz os veículos a trafegar em maiores velocidades, porém o retorno localiza-se logo após este declive o que aumenta o risco de colisões transversais.

4.6 IDENTIFICAÇÃO DOS CENÁRIOS DE RISCO

4.6.1 BR 386 km 435

Existem 4 tipos de cenários de risco no km 435. O quadro 8 apresenta a descrição dos cenários que foram identificados de acordo com as características do segmento.

Quadro 8 - Identificação dos cenários de risco no km 435

Cód.	Cenários de risco
8	Trecho rodoviário com rotas de pedestres, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo
9	Trecho rodoviário com rotas de ciclistas, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo
11	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego com ausência de taper de transição de acesso-egresso
14	Cruzamento ou trecho rodoviário de acesso a área urbana nas proximidades de interseção semaforizada ou não, com forte presença de veículo de cargas na rodovia

Fonte: BRANDÃO (2011).

O quadro 9 apresenta as faixas de velocidade sugeridas por Brandão (2011) e suas respectivas ponderações (que justificam as sugestões) para os cenários de risco identificados no km 435.

Quadro 9 - Limites de velocidade recomendados para os cenários identificados

Cód.	Zona especial de velocidade (km/h)	Ponderações
8	30 a 50	Em função da visibilidade e dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas
9	30 a 50	Em função da visibilidade e dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas
11	30 a 60	Em função da visibilidade existente e da velocidade do fluxo de acesso/egresso
14	50 a 70	Em função da visibilidade existente e interferência dos veículos de carga

Fonte: BRANDÃO (2011).

Sabendo que o trecho crítico se trata de uma interseção em nível com travessia de pedestres e a velocidade regulamentada atual é de 60 km/h, diferente das praticadas, pois não há fiscalização no sentido crescente da quilometragem, acredita-

se que adotar a velocidade de 50 km/h é coerente, pois é o máximo indicado para os cenários 8 e 9, fica dentro dos limites propostos para o cenário 11 e é o mínimo recomendado para o cenário 14.

O quadro 10 apresenta os modelos de equipamentos sugeridos para os cenários identificados.

Quadro 10 - Modelos de medidores eletrônicos de velocidade recomendados para os cenários identificados

Cód.	Cenários de risco	MEVs
8	Trecho rodoviário com rotas de pedestres, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo	Lombada Eletrônica
9	Trecho rodoviário com rotas de ciclistas, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo	Lombada Eletrônica
11	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego com ausência de taper de transição de acesso-egresso	Bandeira ou Lombada Eletrônica
14	Cruzamento ou trecho rodoviário de acesso a área urbana nas proximidades de interseção semaforizada ou não, com forte presença de veículo de cargas na rodovia	Bandeira ou Lombada Eletrônica

Fonte: BRANDÃO (2011).

4.6.2 BR 386 km 437

Devido as características do segmento, no km 437 foram identificados 2 cenários de risco, o quadro 11 descreve as características de cada cenário.

Quadro 11 - Identificação dos cenários de risco no km 437

Cód.	Cenários de risco
1	Via de trânsito rápido ou arterial com forte presença de edificações comerciais ou de serviços
11	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego com ausência de taper de transição de acesso-egresso

Fonte: BRANDÃO (2011).

No quadro 12 estão apresentadas as faixas sugeridas por Brandão (2011) e as respectivas ponderações de acordo com os cenários identificados no trecho.

Quadro 12 - Limites de velocidade recomendados para os cenários identificados

Cód.	Zona especial de velocidade (km/h)	Ponderações
1	40 a 50	Em função da visibilidade e interferências existentes
11	30 a 60	Em função da visibilidade existente e da velocidade do fluxo de acesso/egresso

Fonte: BRANDÃO (2011).

A velocidade regulamentada no trecho é de 80 km/h. Considerando a sugestão de velocidades, de acordo com os cenários de risco identificados pode se dizer que a velocidade adequada a adotar é de 50 km/h.

O quadro 13 apresenta os equipamentos sugeridos para medição de velocidade nos trechos identificados.

Quadro 13 - Modelos de medidores eletrônicos de velocidade recomendados para os cenários identificados

Cód.	Cenários de risco	MEVs
1	Via de trânsito rápido ou arterial com forte presença de edificações comerciais ou de serviços	Bandeira ou Lombada Eletrônica
11	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego com ausência de taper de transição de acesso-egresso	Bandeira ou Lombada Eletrônica

Fonte: BRANDÃO (2011).

4.7 PROPOSTAS DE ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÃO

Em geral, devido ao alto tráfego da rodovia, principalmente de veículos de carga, a longo prazo, recomenda-se que as travessias sejam feitas em níveis diferentes para eliminar os conflitos de tráfego entre os veículos.

No km 435, especificamente, é importante separar os fluxos de veículos da pista principal e secundária, além de ser evidente a necessidade de uma solução para a travessia de pedestres.

Porém, neste trabalho buscou-se medidas de baixo custo e rápida implantação, que estão apresentadas nos itens a seguir.

4.7.1 BR 386 km 435

Para o km 435, recomenda-se que seja instalado no sentido crescente da quilometragem (onde foi identificado que os pedestres têm menor visibilidade), antes do local da travessia, um dispositivo de fiscalização de velocidade do tipo lombada eletrônica. De acordo com os cenários de risco identificados, sugere-se a adoção de 50 km/h nesta zona especial de velocidade.

Além disso, deve ser instalada uma placa advertindo os usuários sobre a localização do equipamento e velocidade regulamentada no trecho para evitar a surpresa.

Outra medida recomendada é a pintura de uma faixa de pedestres logo após a lombada, afim de canalizar o fluxo e induzir o pedestre a fazer a travessia no local adequado.

Para aumento da aderência pneu-pavimento recomenda-se que seja executado fresagem, tratamento superficial ou microrevestimento asfáltico no pavimento nos trechos anteriores a travessia em ambos os sentidos. Qualquer destas medidas tem capacidade de diminuir o tempo de frenagem, pois quanto mais aderência, mais rápido o veículo consegue reduzir a velocidade, caso seja necessário.

4.7.2 BR 386 km 437

Para o km 437, recomenda-se a instalação de equipamentos do tipo lombada eletrônica nos dois sentidos da rodovia. De acordo com os cenários de risco identificados a velocidade permitida deveria ser 50 km/h, porém não é coerente adotar esta velocidade pois ela é incompatível com o trecho, sabendo que as velocidades praticadas são, geralmente o dobro deste valor. Propõe-se então, que seja adotada a velocidade de 60 km/h para não gerar outros tipos de acidentes como colisões traseiras, por exemplo, pelo fato de os usuários não estarem acostumados a reduzir tanto a velocidade numa via arterial em local onde não há tanta necessidade quanto numa interseção.

Além disso, é de extrema importância que sejam instaladas placas de sinalização vertical indicando a nova velocidade permitida e advertindo sobre o equipamento de fiscalização.

É fundamental também que sejam feitas melhorias quanto à sinalização horizontal do trecho, através de pintura de demarcação das pistas. Além de placa vertical indicando a localização do retorno, para que os condutores consigam saber quão distantes eles estão desse elemento e prever com antecedência as manobras a realizar.

No sentido crescente da quilometragem é importante a fiscalização eletrônica para evitar colisões transversais entre os veículos que retornam e os que vem pelas pistas principais, já que neste sentido os veículos se deslocam com maior velocidade devido a declividade das pistas.

Da mesma forma que no km 435, recomenda-se que sejam executadas medidas para aumento da aderência pneu-pavimento, como fresagem, tratamento superficial ou microrevestimento asfáltico, um pouco antes do retorno no sentido crescente da quilometragem (nas pistas com declive) pois essa medida possibilita menor tempo de parada e/ou diminuição da velocidade em casos de urgência.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que o estudo da acidentalidade é um tema complexo devido à contribuição de vários fatores para a ocorrência do acidente de trânsito. Por consequência, as soluções também não são padronizadas para todos os locais, pois há várias tipologias de vias, entornos, tráfegos e usuários.

A identificação dos locais mais críticos é o primeiro passo para direcionar os recursos públicos de forma correta afim de evitar perdas de vidas humanas. Este estudo teve como principal intuito identificar os locais mais críticos e propor melhorias rápidas e de baixo custo com capacidade de mitigar a acidentalidade e melhorar a segurança viária.

Como resultado deste trabalho, foram identificados e classificados como “muito críticos” dois segmentos da BR-386, entre Tabaí e Canoas. Estes apresentaram o maior índice de acidentalidade nos anos de 2017 e 2018, os km 435 e 437, respectivamente. Em seguida, os dados foram agrupados em 12 subtrechos (5 km cada), nomeados de A a L e verificou-se que o trecho com maior índice de acidentalidade, para os dois anos era o “K”, composto pelos kms 435 ao 439.

A análise estatística mostrou que o acidente mais frequente nos dois segmentos foi do tipo colisão transversal. As causas que mais aparecem são desobediência às leis de trânsito e falta de atenção, ambas relacionadas ao fator humano. Além disso, verifica-se também que 65% dos acidentes deixaram vítimas feridas. Os acidentes com vítimas fatais chegaram a 13% em 2018 e o percentual de acidentes sem vítimas variou entre 25 e 30%.

Após análises em campo, foi possível identificar que os segmentos 435 e 437 fazem parte de uma zona urbanizada da rodovia, onde estão instaladas várias empresas que são pólos geradores de tráfego, principalmente de veículos de carga. Além disso, no km 435 existe uma rotatória em nível por onde acontece a travessia de veículos e pedestres. No km 437 foi identificado um retorno em nível não adequado para as condições locais, levando em consideração a velocidade permitida e o fluxo de veículos. Em ambos os segmentos essas características resultam em diferenças de velocidade e conflitos de tráfego (passagem e local).

Em ambos os segmentos, a identificação dos cenários de risco evidenciou a necessidade de implantação de zonas especiais de velocidade, devido a movimentação de pedestres (km 435) e entorno com forte presença de edificações

comerciais e/ou de serviços (km 437), onde foi identificada grande movimentação de veículos de carga.

Visto que o acidente mais comum é colisão transversal, identificados dois locais com travessias em nível potencialmente perigosos, conflitos de velocidades e tráfego pode-se concluir que a melhor solução é a separação destes fluxos. No entanto, na busca por soluções de baixo custo e rápida implantação, sugere-se como melhor alternativa a fiscalização eletrônica nestes trechos. Além disso, foi proposto a canalização do fluxo de pedestres por meio de pintura de faixa, melhorias na sinalização horizontal e vertical e fresagem no pavimento.

Para o km 435, foi proposto que seja instalado um equipamento de fiscalização de velocidade do tipo lombada eletrônica, nas pistas do sentido crescente da quilometragem, com velocidade reduzida para 50 km/h. Recomenda-se também o uso de placas alertando sobre o equipamento. A pintura de faixa de pedestre para canalizar o fluxo num mesmo local e fresagem, tratamento superficial ou microrevestimento asfáltico também configuram alternativas de intervenção no km 435 da BR-386.

Para o km 437 foi proposto que sejam implantados equipamentos de fiscalização do mesmo tipo do km 435, porém com velocidade regulamentada de 60 km/h, melhorias na sinalização horizontal e vertical através de colocação de placas, além de melhorar aderência pneu-pavimento através da execução de fresagem, tratamento superficial ou microrevestimento asfáltico em um dos sentidos da rodovia.

Compatibilizando as três análises realizadas nos trechos, conclui-se que a responsabilidade dos acidentes não é somente dos usuários como as estatísticas sugerem, mas existem fatores relacionados à via e ao meio ambiente que influenciam no comportamento deles. O papel da engenharia é realizar a correta análise dos acidentes, para identificação dos tipos de acidentes mais comuns e/ou mais graves, bem como fatores de risco, para que sejam implementadas medidas eficazes no combate à acidentalidade. Atuando na raiz do problema e direcionando os recursos financeiros da maneira mais adequada.

Algumas sugestões para trabalhos futuros:

- a) análise de viabilidade de implantação de interseção em níveis diferentes no km 435 da BR-386;

- b) análise de viabilidade para implantação de passarela de pedestres no km 435 da BR-386;
- c) avaliação geométrica no km 435 da BR-386;
- d) análise geométrica para melhoria da segurança nos retornos em nível da rodovia BR-386;
- e) monitoramento e análise da evolução dos acidentes pós obras de concessão da rodovia BR-386;
- f) análise do aumento da acidentalidade e do risco de acidentes no km 437 da rodovia BR-386 após instalação de pólo (s) gerador (es) de tráfego composto por veículos de carga.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Produto 1 -** Estudo de tráfego. [S. l.], [2019?]. Disponível em: http://www.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/C2025__PRODUTO_1__ESTUDO_DE_TRAFEGO.pdf. Acesso em: 10 set. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 10697:** Pesquisa de acidentes de trânsito – Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- BASTOS, Jorge Tiago. **Geografia da mortalidade no trânsito no Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Área de concentração em Planejamento e Operações de Sistemas de Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-14032011-112111/publico/BASTOS.pdf>. Acesso em: 28 set. 2019.
- BEUX, Armindo. **O homem e o massacre motorizado**. 2. ed. Porto Alegre: [s.n.], 1986.
- BOTELHO, Lúcio José. **Acidente no trânsito: avaliação de impacto**. 2016. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/174425/344566.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 set. 2019.
- BRANDÃO, Lúcia Maria. **Medidores eletrônicos de velocidade**. Uma visão de engenharia para implantação. 2. ed. Curitiba: Perkons, 2011. **E-book**. Disponível em: <http://www.perkons.com/pt/estudos-e-pesquisas-detalhes/55/medidores-eletronicos-de-velocidade--uma-visao-da-engenharia-para-implantacao>. Acesso em: 01 nov. 2019.
- BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER). Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Pesquisas e Desenvolvimento. **Guia de redução de acidentes com base em medidas de engenharia de baixo custo**. Rio de Janeiro: DCTec, 1998. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/703_guia_de_reducao_de_acidentes.pdf. Acesso em: 10 set. 2019.
- BRASIL. Ministério da Infraestrutura (MI). Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN). **Estatísticas - Frota de Veículos - DENATRAN**. [Brasília, DF]: DENATRAN, [2019?]. Disponível em: <https://infraestrutura.gov.br/component/content/article/115-portal-denatran/8552-estatisticas-frota-de-veiculos-denatran.html>. Acesso em: 22 set. 2019.
- BRASIL. Ministério da infraestrutura (MI). **Rodovias Federais**. Brasília, DF: MI, 2019a. Disponível em: <http://infraestrutura.gov.br/rodovias-brasileiras.html>. Acesso em: 20 set. 2019.

BRASIL. Ministério da infraestrutura (MI). **Transportes 2018**. Brasília, DF: MI, 2019b. Disponível em: http://canaldoservidor.infraestrutura.gov.br/images/2019/Documentos/Transportes_2018_-_web.pdf. Acesso em: 20 set. 2019.

BRASIL. Ministério da saúde (MS). **Ações de segurança no trânsito** - Confira os dados por capital. Brasília, DF: MS, 2018. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/44398-acoes-de-seguranca-no-transito-confira-os-dados-por-capital>. Acesso em: 22 set. 2019.

BRASIL. Ministério da saúde (MS). **Ações de segurança reduzem duas mil mortes no trânsito das capitais**. Brasília, DF: Victor Maciel, agência de saúde, 2018. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/44397-acoes-de-seguranca-reduzem-duas-mil-mortes-no-transito>. Acesso em: 22 set. 2019.

BRASIL. Ministério da saúde (MS). **Projeto Vida no Trânsito**. Brasília, DF: MS, 2017. Disponível em: <http://www.saude.gov.br/saude-de-a-z/acidentes-e-violencias/41896-projeto-vida-no-transito>. Acesso em: 22 set. 2019.

BRASIL. Ministério das relações exteriores (MRE). Declaração de Brasília – **Segunda Conferência Global de Alto Nível sobre Segurança no Trânsito** – Brasília, 18-19 de novembro de 2015. Brasília, DF: MRE, 2015. Disponível em: http://www.itamaraty.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12508:segunda-conferencia-global-de-alto-nivel-sobre-seguranca-no-transito&catid=42:notas&lang=pt-BR&Itemid=280. Acesso em: 22 set. 2019.

BRASIL. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil (MTPA). **Anuário estatístico de segurança rodoviária 2010-2017**. Brasília, DF: MTPA, 2017. Disponível em: http://www.infraestrutura.gov.br/images/BIT_TESTE/Publicacoes/Anuario_Estatistico_de_Seguranca_Rodoviaria.pdf. Acesso em: 29 ago. 2019.

CANNELL, Alan E. R. **Inovações na fiscalização de trânsito em Argentina, Brasil, Chile e Uruguai**. [S. l.], 2000. Disponível em: https://www.academia.edu/1157758/Reduzindo_acidentes_o_papel_da_fiscalizacao_de_trânsito_e_do_treinamento_de_motoristas. Acesso em: 10 set. 2019.

CITAÇÕES E FRASES FAMOSAS. **Citações Carl Gustav Jung**. [S. l.], [2019?]. Disponível em: <https://citacoes.in/autores/carl-gustav-jung/?page=3><https://citacoes.in/autores/carl-gustav-jung/?page=3>. Acesso em: 14 nov. 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Anuário CNT do transporte**: estatísticas consolidadas 2018. Brasília, DF: CNT, 2018. Disponível em: <http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2018/File/PrincipaisDados.pdf>. Acesso em: 10 set. 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Fase I - Identificação e proposição de melhorias em segmentos críticos da malha rodoviária federal do DNIT **Produto I - Metodologia para identificação de segmentos Críticos**. [Brasília, DF]: DNIT, 2009. Disponível em:

<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/convenios-com-a-ufsc/do1282nea-fase-1-produto-1.pdf>. Acesso em: 23 out. 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Institucional**. Brasília, DF: DNIT, 2012. Disponível em: <https://www.dnit.gov.br/aceso-a-informacao/insitucional>. Acesso em: 20 set. 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). **Manual de identificação análise e tratamento de pontos negros**. 2. ed. Brasília, DF: DENATRAN, 1987. Disponível em: http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/493027/R ESPOSTA_PEDIDO_manual.negro_07-05-2016-101503.pdf. Acesso em: 12 nov. 2018

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A. (EPL). **Transporte inter-regional de carga no Brasil - Panorama 2015**. Brasília, DF: EPL, 2016. Disponível em: <https://www.epl.gov.br/transporte-inter-regional-de-carga-no-brasil-panorama-2016>. Acesso em: 20 set. 2019.

FERRAZ, Antônio Clóvis Pinto et al. **Segurança viária**. São Carlos: Suprema Gráfica e editora, 2012.

G1 DF. **Acidentes em rodovias federais mataram mais de 83 mil pessoas no Brasil em 10 anos**. G1 DF, 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/2018/12/06/acidentes-em-rodovias-federais-mataram-mais-de-83-mil-pessoas-no-brasil-em-10-anos.ghtml>. Acesso em: 22 set. 2019.

GOLD, P.A. Segurança rodoviária. *In: Simpósio sobre obras rodoviárias*, 2., 2002, São Paulo. **Anais do 2º Simpósio sobre Obras Rodoviárias**, São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 2002. p. 7-11.

GOLD, Philip Anthony. **Segurança de trânsito**: aplicações de engenharia para reduzir acidentes. Washington: Banco interamericano de desenvolvimento, 1998. Disponível em: http://meusite.mackenzie.br/professor_cucci/Seguranca2.pdf. Acesso em: 14 set. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Acidentes de trânsito nas rodovias federais brasileiras caracterização**: tendências e custos para a sociedade. Relatório de Pesquisa. Brasília, DF: IPEA, 2015a. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/150922_relatorio_acidentes_transito.pdf. Acesso em: 15 set. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Estimativa dos Custos dos Acidentes de Trânsito no Brasil com base na Atualização Simplificada das Pesquisas Anteriores do Ipea**. Relatório de Pesquisa. Brasília, DF: IPEA, 2015b. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/160516_relatorio_estimativas.pdf. Acesso em: 15 set. 2018.

LOBATO, Cláudio Renê Valadares. **Análise dos Acidentes nas Rodovias Federais Concedidas no Brasil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo

Horizonte, 2018. Disponível em: <https://posgrad.etg.ufmg.br/wp-content/uploads/2019/01/diss-090-Claudio-R-V-Lobato.pdf>. Acesso em: 10 set. 2019.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Manual de projeto de interseções**. 2. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2005. Disponível em: www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/manual_proj_interc_versao_fianal_2006.pdf. Acesso em: 29 ago. 2019.

NOGUEIRA, Antônio Augusto Ruiz. **Análise da relação da geometria de rodovias e acidentes envolvendo veículos de carga**. 1995. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1995. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-09042018-120902/publico/Dissert_Nogueira_AntonioAR.pdf. Acesso em: 10 set. 2019.

O PORTAL DE RODOVIAS DO BRASIL. **Frota de veículos duplicou nos últimos 13 anos**. [S. l.]: Redação, 2002. Disponível em: <https://estradas.com.br/frota-de-veiculos-duplicou-nos-ultimos-13-anos/>. Acesso em: 22 set. 2019.

POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL (PRF). **Acidentes 2017 rodovias brasileiras**. [S. l.]: PRF, 2017. Disponível em: <https://arquivos.prf.gov.br/arquivos/index.php/s/kgJ0ea8QZrix5Yt>. Acesso em: 08 nov. 2018.

POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL (PRF). **Acidentes 2018 rodovias brasileiras**. [S. l.]: PRF, 2018. Disponível em: <http://www1.prf.gov.br/arquivos/index.php/s/MaC6cieXSFACNWT/download>. Acesso em: 08 nov. 2018.

RAIA JUNIOR, C. L. Carmo, A. A. Segurança viária em trechos urbanos de rodovias federais no estado de São Paulo, Brasil. [S. l.]: RAIA JUNIOR, [2016?]. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Cassio_Do_Carmo/publication/328676440_Seguranca_viaria_em_trechos_urbanos_de_rodovias_federais_no_estado_de_Sao_Paulo_Brasil/links/5bdb63f1299bf1124fb34e93/Seguranca-viaria-em-trechos-urbanos-de-rodovias-federais-no-estado-de-Sao-Paulo-Brasil.pdf. Acesso em: 06 out. 2019.

RIO GRANDE DO SUL. In: GOOGLE MAPS. Mountain View: Google, 2019a. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/@-29.8494406,-51.2713325,794m/data=!3m1!1e3>. Acesso em: 10 nov. 2019.

RIO GRANDE DO SUL. In: GOOGLE MAPS. Mountain View: Google, 2019b. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/@-29.8620535,-51.2584753,794m/data=!3m1!1e3>. Acesso em: 10 nov. 2019.

RIO GRANDE DO SUL. NOVA SANTA RITA. In: GOOGLE MAPS. Mountain View: Google, 2018/2019. Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-29.8630385,-51.5799538,11zhttps://www.google.com/maps/dir/-29.6913184,-51.7098282/-29.8939563,-51.1776978/@-29.8025799,-51.6032997,10.69z/data=!4m2!4m1!3e0>. Acesso em: 10 nov. 2019.

VIEIRA, Heitor. **Avaliação de medidas de contenção de acidentes**: uma abordagem multidisciplinar. 1999. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/80839/152178.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 set. 2019.

YAMADA, Mario Guissu. **Impacto dos radares fixos na velocidade e na acidentalidade em trecho da rodovia Washington Luís**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, área de transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=2ahUKEwiDmOC97ufkAhWaKlkGHbuEBs0QFjACegQIBhAC&url=http%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2F18%2F18144%2Fde-15022006-204946%2Fpublico%2Fdissertacao_Mario.pdf&usg=AOvVaw1V4UYF8ic12luZEJaYkxOO. Acesso em: 29 ago. 2019.

ANEXO A – VISTORIA DE CAMPO

(continua)

Geometria					
É suave?	Sim		Não		NA
Possui falha de sobrelevação?	Sim		Não		NA
Possui falha de sobrelargura?	Sim		Não		NA
Pavimento					
Está degradado?	Sim		Não		NA
É derrapante?	Sim		Não		NA
Sofre com erosão?	Sim		Não		NA
Sinalização horizontal e vertical					
Existe?	Sim		Não		NA
É compatível com as condições do tráfego local?	Sim		Não		NA
É visível de todos os ângulos e todas as alturas?	Sim		Não		NA
Está bem conservada?	Sim		Não		NA
Visibilidade					
É boa a visibilidade quanto a topografia, curvas, edificações, vegetação e barrancos?	Sim		Não		Depende do usuário
Existe poluição visual?	Sim		Não		NA
Iluminação noturna					
Existe?	Sim		Não		NA
Funciona?	Sim		Não		NA
Tráfego					
A capacidade da via está saturada?	Sim		Não		NA
Há movimentação de pedestres ao longo da via ou atravessando?	Sim		Não		NA
Há composição do tráfego gera velocidades diferentes?	Sim		Não		NA
Há conflito do tráfego de passagem com o tráfego local?	Sim		Não		NA
Há pontos de ônibus na via?	Sim		Não		NA
Há movimentação de bicicletas?	Sim		Não		NA
Há congestionamentos?	Sim		Não		NA
Ocorrem conversões proibidas?	Sim		Não		NA
Quais as condições de ultrapassagens?	Sim		Não		NA
Ocorrem velocidades excessivas?	Sim		Não		NA
Ocorrem outros eventos perigosos?	Sim		Não		NA
Uso do solo					
Há ocupação da faixa de domínio?	Sim		Não		NA
Qual tipo de edificação há no trecho?	Indústria		Residências		Comércio

(conclusão)

Acessos					
A geometria é adequada?	Sim		Não		NA
A topografia é adequada?	Sim		Não		NA
A visibilidade em função de curvas, vegetação, edificações ou barrancos é boa?	Sim		Não		NA
A sinalização é adequada e suficiente para quem se aproxima pelo acesso e para o fluxo de passagem?	Sim		Não		NA
Os motoristas executam conversões perigosas e/ou proibidas?	Sim		Não		NA
Qual a quantidade de acessos em trechos curtos?	Até 1		2		3 ou mais
Há travessia de pedestres próximo ao acesso?	Sim		Não		NA
Interseções					
A geometria é adequada?	Sim		Não		NA
A topografia é adequada?	Sim		Não		NA
A visibilidade em função de curvas, vegetação, edificações ou barrancos é boa?	Sim		Não		Depende do usuário
A sinalização é adequada e suficiente?	Sim		Não		NA
Há formação de congestionamentos?	Sim		Não		NA
Há travessia de pedestres na interseção?	Sim		Não		NA
Há iluminação pública?	Sim		Não		NA
Existem brechas adequadas para a travessia da rodovia por veículos trafegando na via transversal?	Sim		Não		NA
Origem/destino					
Não se aplica a este estudo					

ANEXO B – TIPIIFICAÇÃO DOS CENÁRIOS DE RISCO

Cód.	Cenários de risco
1	Via de trânsito rápido ou arterial com forte presença de edificações comerciais ou de serviços
2	Via de trânsito rápido ou arterial com presença de pólo gerador de viagens a pé ou rotas de pedestres
3	Via de trânsito rápido ou arterial com presença de pólo gerador de viagens pelo modo bicicleta ou rotas de ciclistas
4	Via arterial ou coletora com presença de escolas e rotas de pedestres
5	Via arterial ou coletora com presença de escolas e rotas de ciclistas
6	Via local central (centro de negócios) com indevido tráfego de passagem
7	Via local com indevido tráfego de passagem em função de nova ligação viária por ela propiciada (via em processo de alteração de sua função)
8	Trecho rodoviário com rotas de pedestres, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo
9	Trecho rodoviário com rotas de ciclistas, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo
10	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego em trecho com restrição de visibilidade (curvas horizontais, verticais etc.)
11	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego com ausência de taper de transição de acesso-egresso
12	Via arterial em trecho sem ocupação do solo lindeiro
13	Via arterial semaforizada com trechos extensos entre cruzamento (400 a 500m)
14	Cruzamento ou trecho rodoviário de acesso a área urbana nas proximidades de interseção semaforizada ou não, com forte presença de veículo de cargas na rodovia
15	Via de trânsito rápido, arterial ou rodovia, apresentando parâmetros físicos incompatíveis com a segurança local (raios de curvas, sobrelargura, sobrelevação insuficientes)
16	Via de trânsito rápido, arterial ou rodovia, apresentando defeitos no pavimento ou drenagem deficiente
17	Trecho rodoviário, via de trânsito rápido ou arterial durante grandes eventos

**ANEXO C – LIMITES DE VELOCIDADE RECOMENDADOS PARA ZONAS
ESPECIAIS DE VELOCIDADE EM FUNÇÃO DO CENÁRIO DE RISCO**

Cód.	Zona especial de velocidade	Ponderações
1	40 a 50	Em função da visibilidade e interferências existentes
2	30 a 50	Em função da visibilidade e dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas
3	30 a 50	Em função da visibilidade e dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas
4	30 a 40	Em função da dificuldade da circulação de pedestres ou ciclistas
5	30 a 40	Em função da dificuldade da circulação de pedestres ou ciclistas
6	30 a 40	Para penalizar fluxo de passagem
7	30 a 50	Em função das interferências existentes
8	30 a 50	Em função da visibilidade e dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas
9	30 a 50	Em função da visibilidade e dificuldade para a circulação de pedestres ou ciclistas
10	50 a 60	Em função da visibilidade existente
11	30 a 60	Em função da visibilidade existente e da velocidade do fluxo de acesso/egresso
12	50 a 70	Em função da visibilidade existente
13	50 a 70	Em função da visibilidade existente
14	50 a 70	Em função da visibilidade existente e interferência dos veículos de carga
15	50 a 70	Em função da compatibilidade com os parâmetros físicos existentes
16	50 a 70	Em função do risco de perda de controle
17	a critério da autoridade de trânsito	Em função da velocidade regulamentada para a via

**ANEXO D – MODELOS DE MEDIDORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE
RECOMENDADOS PARA CADA CENÁRIO DE RISCO**

Cód.	Cenários de risco	MEVs
1	Via de trânsito rápido ou arterial com forte presença de edificações comerciais ou de serviços	Bandeira ou Lombada Eletrônica
2	Via de trânsito rápido ou arterial com presença de pólo gerador de viagens a pé ou rotas de pedestres	Lombada Eletrônica
3	Via de trânsito rápido ou arterial com presença de pólo gerador de viagens pelo modo bicicleta ou rotas de ciclistas	Lombada Eletrônica
4	Via arterial ou coletora com presença de escolas e rotas de pedestres	Lombada Eletrônica
5	Via arterial ou coletora com presença de escolas e rotas de ciclistas	Lombada Eletrônica
6	Via local central (centro de negócios) com indevido tráfego de passagem	Lombada Eletrônica
7	Via local com indevido tráfego de passagem em função de nova ligação por ela propiciada (via em processo de alteração de sua função)	Lombada Eletrônica
8	Trecho rodoviário com rotas de pedestres, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo	Lombada Eletrônica
9	Trecho rodoviário com rotas de ciclistas, nas proximidades de interseção com ou sem semáforo	Lombada Eletrônica
10	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego em trecho com restrição de visibilidade (curvas horizontais, verticais etc.)	Bandeira ou Lombada Eletrônica
11	Via de trânsito rápido ou arterial com entrada/saída de pólo gerador de tráfego com ausência de taper de transição de acesso-egresso	Bandeira ou Lombada Eletrônica
12	Via arterial em trecho sem ocupação do solo lindeiro	Pardal
13	Via arterial semaforizada com trechos extensos entre cruzamento (400 a 500m)	Pardal
14	Cruzamento ou trecho rodoviário de acesso a área urbana nas proximidades de interseção semaforizada ou não, com forte presença de veículo de cargas na rodovia	Bandeira ou Lombada Eletrônica
15	Via de trânsito rápido, arterial ou rodovia, apresentando parâmetros físicos incompatíveis com a segurança local (raios de curvas, sobrelargura, sobrelevação insuficientes)	Bandeira ou Lombada Eletrônica
16	Via de trânsito rápido, arterial ou rodovia, apresentando defeitos no pavimento ou drenagem deficiente	Bandeira ou Lombada Eletrônica
17	Trecho rodoviário, via de trânsito rápido ou arterial durante grandes eventos	Radar