

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**

CHARLES MICHAELSEN

**ANÁLISE DE PONTOS CRÍTICOS DAS RODOVIAS FEDERAIS
NO RIO GRANDE DO SUL**

**CAXIAS DO SUL
2020**

CHARLES MICHAELSEN

**ANÁLISE DE PONTOS CRÍTICOS DAS RODOVIAS FEDERAIS
NO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade de Caxias do
Sul como exigência parcial para obtenção
do título bacharel em Engenharia Civil, sob
a orientação e coordenação do prof. Me.
Matheus Lemos Nogueira.

Caxias do Sul, dezembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Matheus Lemos Nogueira (UCS)
Mestre Engenheiro Civil - UFRGS

Prof. Ma. Jaqueline Bonatto (UCS)
Mestra Engenheira Civil e Ambiental - UPF

Prof. Ma. Anelise Schmitz (UFPR)
Mestra Engenheira Civil - UFSC

Eng. César Luiz Andriola
Engenheiro Civil (Mestrando em Engenharia de Produção - UFRGS)

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu filho Dimitri, por compreender as várias horas em que estive ausente por causa do desenvolvimento deste trabalho e a minha querida namorada, Bruna Schumann, pelo seu amor incondicional e por compreender minha dedicação a este projeto.

Sou grato a minha mãe, Izanete Kosttschalh, e ao meu irmão, Tiago Michaelsen, pelo apoio e incentivo em grande parte desta jornada, que serviram de alicerce para as minhas realizações.

Agradeço ao meu professor orientador, Matheus Nogueira, por sempre estar presente para indicar a direção correta que o trabalho deveria tomar e também as professoras Anelise Schmitz e Jaqueline Bonatto pela atenção e avaliação desse estudo.

Por fim, mas não menos importante, meu agradecimento ao amigo César Andriola, que sempre me ajudou com sua vasta experiência desde o início deste projeto.

“A felicidade não está na estrada que leva a algum lugar. A felicidade é a própria estrada.”

Bob Dylan

RESUMO

Entre 20 e 50 milhões de pessoas sofrem ferimentos em acidentes de trânsito todos os anos, resultando em prejuízos para o indivíduo e para a sociedade. Os acidentes ocorrem pela relação de um ou mais fatores, sendo eles: o humano, o viário-ambiental e o veicular. Assim, é imprescindível que as empresas responsáveis pelas rodovias foquem mais no viário-ambiental, que condiz a engenharia, do que no fator humano, que por vezes aparece como único responsável. Para contribuir com a diminuição dos acidentes, este trabalho busca analisar os pontos críticos das rodovias federais no Rio Grande do Sul. Para tal, foram utilizados 4 métodos de localização dos segmentos críticos: Frequência, DENATRAN, Taxa de Acidente e UPS. A partir da extração de todas as informações de cada um dos boletins de ocorrência e do apanhado de fotografias dos pontos críticos, pode ser criado um banco de dados. Com estatística descritiva foram lançados os resultados para análise dos fatores recorrentes na acidentalidade concomitantemente com os problemas da rodovia constatados. A partir da análise final, foram propostas as contra medidas em cada um dos casos. Averiguado que os métodos de Frequência e UPS localizaram pontos críticos de forma similar, assim como os outros dois modelos também, foram formados dois grupos. Como conclusão, o primeiro grupo apresentou as vias onde os acidentes crescem a cada ano e o segundo grupo o oposto. Também foi apurado que em rodovias urbanas de pista reta, são os segmentos que mais acontecem acidentes.

Palavras-chave: Segurança Viária, Acidente, Pontos Críticos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Influência dos componentes nos acidentes	17
Figura 2 - Malha viária no Rio Grande do Sul	26
Figura 3 - Acidentes de trânsito no RS.....	28
Figura 4: Modelo de identificação dos pontos críticos.....	29
Figura 5 – Canoas: km 264 e 265 da BR-116	37
Figura 6 - Pontos 0 do km 264 e 265 da Br-116.....	38
Figura 7 - Ponto 500 metros do km 265 da BR-116	39
Figura 9 - Santa Maria: km 352 da BR-392	41
Figura 10 - Acidentes/acidentes graves x ano.....	42
Figura 11 - Obra do viaduto da BR-158	43
Figura 12 - Sinalização utilizada para alerta das obras.....	44
Figura 13 - Marcadores de alinhamento.....	45
Figura 14 - Pontos do km 352 da BR-392	46
Figura 15 - Pavimento desgastado.....	47
Figura 16 – Pedestre, placa desobstruída e ciclista	48
Figura 17 – Porto Alegre: km 91 da BR-290	48
Figura 18 - Segmento composto por 4 vias.....	49
Figura 19 - Imagens do km 91 da BR-290	51
Figura 20 – São Leopoldo: km 247 da BR-116	52
Figura 21 - Imagens do km 247 da BR-116.....	54
Figura 22 - Acessos	55
Figura 23 – São Leopoldo: km 245 da BR-116	56
Figura 24 - Imagens do km 245 da BR-116.....	58
Figura 25 - Correção de defensas.....	59
Figura 26 - Capão do Leão: km 530 da BR-116.....	60
Figura 27 - Interseções do km 530 da BR-116.....	62
Figura 28 - Imagens do km 530 da BR-116.....	63
Figura 29 - acesso da 2ª rotatória	65
Figura 30 – Santa Maria: km 248 da BR-287	66
Figura 31 - Imagens do km 248 da BR-287.....	67
Figura 32 - Sinalização de obras existente	68
Figura 33 - Sinalização de obras faltante	70

Figura 34 – Santa Vitória do Palmar: km 672 da BR-471.....	71
Figura 35 - Imagens do km 672 da BR-471.....	73
Figura 36 – Uruguaiana: km 578 e 578 da BR-472.....	74
Figura 37 - Imagens do km 576 ao 578 da BR-472.....	76
Figura 38 – Bento Gonçalves: km 217 da BR-470.....	77
Figura 39 - Acidentes por traçado da via.....	78
Figura 40 - Imagens do km 217 da BR-470.....	79
Figura 41 – Rotatórias.....	80
Figura 42 – Uruguaiana: km 721 da BR-290.....	82
Figura 43 - Imagens do km 721 da BR-290.....	83
Figura 44 - Relação de acidentes por ano	84
Figura 45 - Relação dos grupos de similaridade de acidentes por ano	84
Figura 46 - Relação de acidentes por dia da semana.....	85
Figura 47 - Relação de acidentes por fase do dia.....	86
Figura 48 - Relação de acidentes por condição do tempo	86
Figura 49 - Relação de acidentes por tipo de pista	87
Figura 50 – Relação de acidentes por sua causa	88
Figura 51 - Relação de acidentes por seu tipo.....	89
Figura 52 - Relação de pessoas envolvidas nos acidentes.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definições de tipos de acidentes segundo a NBR 10697:2018.....	15
Quadro 2 - Efeitos da alcoolemia (CAS) e o desempenho.....	21
Quadro 3 - Contra Medidas.....	33
Quadro 4 - Relação entre as posições e os métodos.....	33
Quadro 5 - Relação do traçado da via aos acidentes.....	57

LISTA DE EQUAÇÕES

(1) Unidade Padrão de Severidade	30
(2) Taxa de Severidade de Acidentes.....	30
(3) Taxa de Acidentes.....	31

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ASV – Auditoria de Segurança Viária

CF – Frequência de Acidentes

CR – Taxa de Acidentes

CNT – Confederação Nacional do Transporte

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

EB – Método Empírico de Bayes

EPDO – Danos Materiais Equivalentes

GIS – Geographic Information Systems

HSM – Highway Safety Manual

NBR – Norma Brasileira

OMS – Organização Mundial da Saúde

PRF – Polícia Rodoviária Federal

RS – Rio Grande do Sul

SIG – Sistema de Informação Geográfica

UPS – Unidade Padrão de Severidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	OBJETIVOS	14
1.1.1	Objetivo geral.....	14
1.1.2	Objetivos específicos.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	ACIDENTES DE TRÂNSITO	15
2.1.1	Classificação dos tipos de acidentes	15
2.1.2	Classificação dos acidentes quanto à gravidade	16
2.2	FATORES CAUSADORES DE ACIDENTES.....	17
2.2.1	Fator viário-ambiental	18
2.2.1.1	Geometria das rodovias	18
2.2.1.2	Iluminação e condição climática	19
2.2.1.3	Sinalização	19
2.2.1.4	Condição do pavimento.....	20
2.2.2	Fator humano.....	21
2.2.2.1	Consumo de álcool.....	21
2.2.2.2	Excesso de velocidade.....	22
2.2.3	Fatores veiculares	22
2.3	ANÁLISE DE PONTOS CRÍTICOS DAS RODOVIAS	22
2.4	CONTRA MEDIDAS	23
3	METODOLOGIA	25
3.1	DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	25
3.2	OBTENÇÃO DA MALHA RODOVIÁRIA FEDERAL	26
3.3	ANÁLISE DA VIA.....	27
3.4	COLETA DOS DADOS DE ACIDENTES	27
3.5	CONSTRUÇÃO DA BASE DE DADOS EM UM AMBIENTE SIG.....	27
3.6	LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS	28
3.6.1	Frequência de Acidentes	29
3.6.2	Método DENATRAN.....	30

3.6.3	Métodos UPS e Taxa de Acidentes	31
3.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA	31
3.8	PROPOSTA DAS CONTRA MEDIDAS	32
4	RESULTADOS E ANÁLISES	35
4.1	MÉTODOS DE FREQUÊNCIA E UPS	36
4.1.1	Canoas – km 264 e 265 da BR-116	36
4.1.1.1	Caracterização dos acidentes	37
4.1.1.2	Contra medidas	38
4.1.2	Santa Maria – km 352 da BR-392.....	41
4.1.2.1	Caracterização dos acidentes	41
4.1.2.2	Contra medidas	42
4.1.3	Porto Alegre – km 91 da BR-290	48
4.1.3.1	Caracterização dos acidentes	49
4.1.3.2	Contra medidas	50
4.1.4	São Leopoldo – km 247 da BR-116	52
4.1.4.1	Caracterização dos acidentes	53
4.1.4.2	Contra medidas	53
4.1.5	São Leopoldo – km 245 da BR-116	56
4.1.5.1	Caracterização dos acidentes	56
4.1.5.2	Contra medidas	57
4.2	MÉTODOS DENATRAN E TAXA DE ACIDENTE	60
4.2.1	Capão do Leão – km 530 da BR-116	60
4.2.1.1	Caracterização dos acidentes	61
4.2.1.2	Contra medidas	61
4.2.2	Santa Maria – km 248 da BR-287.....	65
4.2.2.1	Caracterização dos acidentes	66
4.2.2.2	Contra medidas	66
4.2.3	Santa Vitória do Palmar – km 672 da BR-471.....	70
4.2.3.1	Caracterização dos acidentes	71
4.2.3.2	Contra medidas	72
4.2.4	Uruguaiana – km 577 e 578 da BR-472	74
4.2.4.1	Caracterização dos acidentes	75
4.2.4.2	Contra medidas	75

4.2.5	Bento Gonçalves – km 217 da BR-470.....	77
4.2.5.1	Caracterização dos acidentes	77
4.2.5.2	Contra medidas	78
4.2.6	Uruguaiana – km 721 da BR-290	81
4.2.6.1	Caracterização dos acidentes	82
4.2.6.2	Contra medidas	82
4.3	CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	83
4.3.1	Ano	83
4.3.2	Dia da Semana.....	85
4.3.3	Turno do dia.....	85
4.3.4	Condição do tempo	86
4.3.5	Tipo de pista	87
4.3.6	Causa do acidente.....	87
4.3.7	Tipo de acidente	88
4.3.8	Pessoas envolvidas	89
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
	REFERÊNCIAS.....	93
	APÊNDICE A	96
	ANEXO A	97

1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (2019) estima que mais de 1,3 milhões de pessoas morrem a cada ano no mundo devido aos acidentes de trânsito e aproximadamente 50 milhões sofrem lesões não fatais, que culminam em perdas diversas ao indivíduo e à sociedade. Essas perdas ocorrem pelos custos com tratamento da vítima e com a redução ou perda da sua produtividade, o que pode representar até 3% do Produto Interno Bruto (PIB) para a maioria dos países.

No Brasil, o investimento federal no setor viário ainda é incipiente, sendo que em 2015 foram investidos o equivalente a 0,19% do PIB no setor, enquanto o governo teve que desembolsar o dobro para ressarcir as vítimas de acidentes apenas na malha federal (SALES et al., 2019). Os indicadores da Confederação Nacional do Transporte (2019) para a acidentalidade em rodovias federais brasileiras confirmam 67.427 acidentes, sendo 55.756 com feridos e 5.332 com vítimas fatais. No Rio Grande do Sul, a BR-116 é a rodovia federal com maior número de acidentes, sendo o estado responsável por 6,8% dos acidentes do País, dos quais resultaram em 304 mortes somente em 2019. Segundo levantamento da OMS (2019), os acidentes de trânsito são a principal causa da morte de pessoas entre 5 e 29 anos.

Esses números eram ainda mais alarmantes no passado. Devido a isso, a Organização das Nações Unidas nomeou a “Década da Ação pela Segurança no Trânsito (2011-2020)” para atrair a atenção do mundo a esse grave problema. Em 2019, aproximadamente 60% dos acidentes com vítimas no Brasil foram do tipo colisão, somando-se mais de 33 mil ocorrências desse tipo. Esse número se torna expressivo ao examinar o segundo colocado, do tipo saída de pista, com 14,5% dos acidentes totais (CNT, 2019).

Nesse contexto, é necessário o tratamento e análise da malha rodoviária em conjunto dos dados dos acidentes. Como afirma Ferraz (2012), “é de grande importância a identificação dos locais onde é maior a concentração de acidentes”. Esses locais são denominados pontos críticos e podem ser identificados a partir de Sistemas de Informação Geográfica – SIG (*Geographic Information System – GIS*), por exemplo, onde o mapeamento dos acidentes no Brasil é possível a partir de dados georreferenciados disponibilizados pela Polícia Rodoviária Federal desde 2017.

Quando se avalia as causas dos acidentes nas rodovias federais por meio dos boletins de ocorrência da PRF, fica evidente que a maioria delas está relacionada ao

fator humano. No entanto, resultados levantados pela Confederação Nacional do Transporte (2019) em colaboração com a base de dados da Polícia Rodoviária Federal evidenciam que quanto pior for a condição do pavimento, a sinalização e a geometria da pista, maiores são as taxas de acidentes. Todavia, estudos apontam que a interação entre o usuário, a via e o veículo formam o conjunto de fatores que levam à causa do acidente.

O presente estudo visa identificar os pontos mais críticos das rodovias federais do Estado do Rio Grande do Sul de acordo com quatro métodos diferentes de localização, são eles: Frequência, DENATRAN, Taxa de Acidente e Unidade Padrão de Severidade (UPS). Para realizar essa pesquisa, foi constituído um banco de dados que compila os dados dos acidentes (local, tipo, gravidade, dentre outros) e da via (geometria, situação do pavimento, sinalização, dentre outros). Baseado nessa investigação, por fim, foram apontadas as contra medidas para cada caso.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Analisar os pontos críticos de Rodovias Federais no Rio Grande do Sul.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Identificar os cinco pontos mais críticos das rodovias pelos Métodos de Frequência, Taxa de Severidade do DENATRAN, Taxa de Acidente e Unidade Padrão de Severidade;
- b) Caracterizar os acidentes e a rodovia nos pontos críticos identificados;
- c) Analisar a relação das características dos pontos críticos com a ocorrência de acidentes;
- d) Definir contra medidas a serem adotadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo serão abordados os conteúdos que darão embasamento teórico ao trabalho. Portanto, são desenvolvidos os seguintes assuntos: acidentes de trânsito, fatores causadores de acidentes e pontos críticos das rodovias.

2.1 ACIDENTES DE TRÂNSITO

A NBR 10697 (ABNT, 2018) estabelece os termos utilizados nas pesquisas relativas a acidentes de trânsito. Ela define acidente de trânsito como “todo evento não premeditado de que resulte em dano ao veículo ou à sua carga e/ou lesões em pessoas e/ou animais, em que pelo menos uma das partes esteja em movimento nas vias terrestres ou áreas abertas ao público. Pode originar-se, terminar ou envolver veículo parcialmente na via pública.”

No relatório sobre prevenção de lesões causadas pelo trânsito, a Organização Mundial da Saúde (2004) utiliza o termo “*crash*” e não “*accident*”, pois o segundo dá a entender que não há intenção, é inevitável e imprevisível, já o primeiro se adequa a um evento que pode ser evitado ou diminuído, como vários estudos apontam. Em relação à classificação dos acidentes, existem dois sistemas: quanto aos tipos e quanto à gravidade.

2.1.1 Classificação dos tipos de acidentes de trânsito

No âmbito dos tipos de acidentes, no Quadro 1 são apresentados 11 tipos.

Quadro 1 - Definições de tipos de acidentes segundo a NBR 10697:2018

	Tipo	Definição
1	Atropelamento	Acidente em que o(s) pedestre(s) e/ou animal(is) sofre(m) o impacto de um veículo em movimento
2	Capotamento	Acidente em que o veículo gira sobre si mesmo, em qualquer sentido, ficando com as rodas para cima
3	Choque	Acidente em que há impacto de um veículo contra qualquer objeto fixo ou móvel, mas sem movimento
4	Colisão frontal	Colisão frente a frente, quando os veículos transitam na mesma direção, em sentidos opostos

5	Colisão lateral	Colisão que ocorre lateralmente, quando os veículos transitam na mesma direção, podendo ser no mesmo sentido ou em sentidos opostos
6	Colisão transversal	Quando os veículos transitam em direções que se cruzam, ortogonal ou obliquamente
7	Colisão traseira	Colisão que ocorre de frente contra traseira ou de traseira contra traseira
8	Engavetamento	Acidente em que há o impacto entre três ou mais veículos em um mesmo sentido de circulação
9	Queda	Acidente em que há impacto em razão de queda livre do veículo, ou queda de pessoas ou cargas por ela transportadas
10	Tombamento	Acidente em que veículo sai de sua posição normal, imobilizando-se sobre uma de suas laterais, sua frente ou sua traseira
11	Outros acidentes de trânsito	Qualquer acidente que não se enquadre nas definições anteriores

Fonte: Adaptado de ABNT (2018)

Além dos tipos de acidentes de trânsito apresentados no Quadro 1, nos boletins de ocorrência da Polícia Rodoviária Federal (2019) também constam: colisão com objeto estático, incêndio, queda de ocupante do veículo, saída de leito carroçável, derramamento de carga e colisão com bicicleta.

2.1.2 Classificação dos acidentes de trânsito quanto à gravidade

Para Ferraz et al. (2012), existe a classificação quanto à gravidade e quanto ao estado físico da vítima de um acidente de trânsito. Na primeira classificação são elaborados boletins de ocorrência considerando três categorias: sem vítimas, com vítimas não fatais e com vítimas fatais. Quanto ao estado físico da vítima, os acidentes podem ser: fatal, grave, leve e ileso.

A NBR 10697 (ABNT, 2018) revisa essas terminologias e classifica as vítimas de acidentes de acordo com a gravidade dos seus ferimentos, recebidos no momento da ocorrência ou até 30 dias após, como: vítima fatal de acidente de trânsito, vítima de acidente de trânsito de natureza grave e vítima de acidente de trânsito com ferimentos de natureza leve.

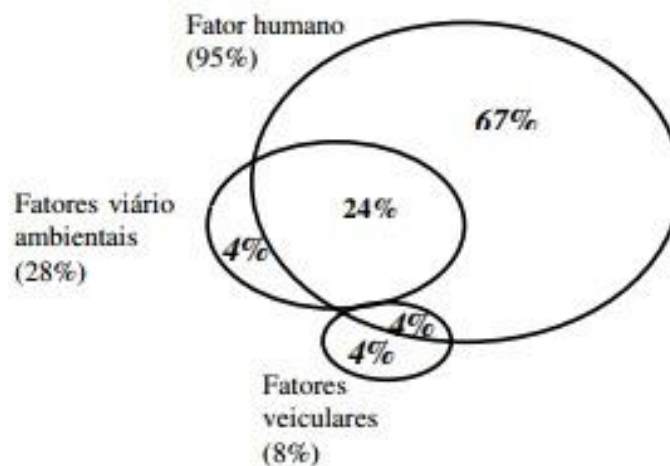
2.2 FATORES CAUSADORES DE ACIDENTES

Estudos apontam que os acidentes de trânsito são causados principalmente pela falha humana. Porém, existe o consenso literário de que geralmente é necessário compreender a combinação dos diversos fatores que levaram a ocorrência para se determinar a sua causa. Nesta linha, Ferraz et al. (2012) afirmam que:

Ainda que seja comum se referir à “causa” de um acidente de trânsito, a maioria deles não pode ser associada a um único evento causal. Os acidentes de trânsito acontecem, em geral, por uma convergência de fatores, sendo possível identificar um ou mais fatores determinantes (que contribuíram diretamente) e outros fatores não determinantes (que contribuíram indiretamente).

Coelho (1999) reitera que a ocorrência de um acidente acontece em virtude da falha na interação de um ou mais componentes que o compõe, sendo eles: o fator humano, o fator viário-ambiental e o fator veicular. A partir da pesquisa da Austroads (1994), que considerou a interação entre os fatores, é indicado que o maior responsável pelos acidentes é o fator humano, seguido pelo fator viário ambiental e, por fim, o fator veicular. A Figura 1 ilustra a influência desses componentes nos acidentes de trânsito.

Figura 1 - Influência dos componentes nos acidentes



Fonte: Adaptada de AUSTROADS (1994).

Nos tempos atuais, existe uma crescente tendência de empresas e órgãos responsáveis pela construção, operação e manutenção das rodovias em investir em propagandas educativas que atuem sobre o fator humano. No entanto, elas acabam desfocando do seu principal serviço, que compreende determinantemente o fator

viário-ambiental (NODARI, 2003), devendo este ser prioritário em estudos de engenharia civil para redução de acidentes.

2.2.1 Fator viário-ambiental

Nas falhas contribuintes para a categoria viário-ambiental destacadas por Nodari (2013), estão as características geométricas da rodovia, assim como suas imediações e as implicações que a chuva, neblina, luminosidade e outras condições climáticas resultem na pista.

Segundo a Confederação Nacional do Transporte (2018), as condições precárias da infraestrutura de uma rodovia acontecem por: falhas de projeto ou na sua execução, sinalização inexistente ou inadequada, falta de manutenção ou implantação e desgaste do pavimento.

2.2.1.1 Geometria das rodovias

Uma série de problemas ligados ao projeto geométrico da via pode contribuir para a ocorrência de acidentes. Alguns desses são: existência de curva de pequeno raio após longo trecho em tangente e/ou com curvas suaves, trechos com distância de visibilidade de frenagem ou ultrapassagem incompatível com a velocidade usual na via, superelevação e/ou superlargura inadequadas nas curvas e falta de legibilidade (o traçado da via não é suficientemente explícito para os usuários) (FERRAZ et al., 2012).

Em análise dos segmentos urbanos com maior acidentalidade na região sul do país, Carmo e Junior (2019) não localizaram evidências da relação entre a baixa qualidade dos padrões de engenharia das rodovias e o número de vítimas graves e óbitos. Porém, os mesmos autores fazem a seguinte colocação:

A infraestrutura deve ser melhorada, principalmente em relação aos aspectos da geometria viária, como a presença de acostamentos, alças com dimensões adequadas e interseções em desnível. Na verificação das condições rodoviárias, apesar de o estado geral possuir condições satisfatórias, a geometria tinha as piores classificações, o que poderia justificar o grande número de óbitos e de vítimas graves.

De acordo com Radimsky, Matuszkova e Budik (2016), foi comprovado que, embora os acidentes nas curvas horizontais ocorram em frequência menor, eles têm consequências mais severas, elevando o risco de lesão grave ou morte a quase duas vezes maior que em retas. Dentre os parâmetros geométricos, o raio é o mais citado

como significativo para a repetição de acidentes. Garnaik (2014) analisou vários trechos das rodovias na Índia e, utilizando o modelo de análise da variância (ANOVA), confirma que o aumento na frequência de acidentes acontece na medida que o valor do raio diminui.

Mesmo em modelos de análise diferentes, estudos apontam também que o ângulo central das curvas horizontais e a superelevação da pista tem significativa relevância no aumento da frequência de acidentes de trânsito (ARAM, 2010; GARNAIK, 2014).

A declividade aparece como outro fator de aumento na frequência de acidentes em alguns estudos, como o de Agbelie (2016), onde é observado que o aumento da declividade da rodovia tende a resultar em acidentes mais frequentes. Andriola, Torres e García (2019) observaram que junto ao aumento da declividade e da superelevação, além do aumento da frequência de acidentes, houve redução da severidade.

2.2.1.2 Iluminação e condição climática

A falta ou deficiência de iluminação pode dificultar a visibilidade do motorista, ocasionando um acidente. Agbelie (2016) analisou, dentre outros fatores, a condição da iluminação de 158 segmentos de rodovias no Estado de Washington. Os resultados indicaram que a falta de iluminação foi fator fundamental no aumento da frequência de colisões, pois os motoristas possuíam, quando havia claridade, distância de visão adequada.

As condições climáticas também devem ser levadas em consideração pelas pesquisas relacionadas à segurança viária. A chuva e neblina, por exemplo, são variáveis relacionadas ao aumento da frequência de acidentes, porém menos severos. Esse comportamento se explica pelo menor conforto e, concomitantemente, maior atenção do motorista ao tráfegar. Nesse contexto, apesar de ocorrerem mais acidentes do que em casos de clima favorável, estes serão menos severos (ANDRIOLA; TORRES; GARCIA, 2019).

2.2.1.3 Sinalização

As sinalizações confusas e inadequadas devem ser consideradas como fatores determinantes para o aumento de acidentes viários (OPUKO, 2018). A atualização, restauração e implantação da sinalização das rodovias federais no Brasil, iniciou em

2014 com a implantação do programa CREMA (Programa de Contratação de Restauração) e, posteriormente, em 2016, com o BR-Legal (Programa Nacional de Segurança e Sinalização Rodoviária). Marques e Bracarense (2019) observaram o efeito da inserção dessas plataformas na rodovia BR-153 no estado do Tocantins. Os resultados apontaram que mesmo aumentando a frota de veículos entre os anos de 2014 a 2017, o número de acidentes não foi progressivo. Em comparativo com trechos onde os programas não foram implantados, o percentual com causas relacionadas à sinalização aumentou.

Agbelie (2016), conforme estudo disposto anteriormente, verificou também que os segmentos de rodovias que tiveram um aumento no número de sinalizações e placas de parada diminuíram a frequência de acidentes, porém, aumentaram o número de vítimas com lesões mais graves.

2.2.1.4 Condição do pavimento

Em estudos em países subdesenvolvidos, é observado que as condições do pavimento têm relação direta com os acidentes viários. Por exemplo, nas estradas da África Ocidental os índices de acidentes fatais são altos, e, segundo Opuko (2018), isso é ocasionado principalmente pela falta de manutenção das vias. O mesmo estudo indicou também que rodovias sem faixas separadoras para veículos em movimento rápido e lento têm 19% mais riscos de acidentes de trânsito. Em análise dos segmentos críticos da rodovia BR-285/RS, Schmitz (2011) correlacionou os altos percentuais do tráfego de veículos pesados com os problemas de infraestrutura da rodovia.

Aram (2010) explica que as curvas horizontais se tornam mais perigosas quando combinados com um baixo coeficiente de atrito em sua superfície. No Brasil, existem monitoramentos de critérios de deformação e resistência do pavimento. No entanto, são deixados de lado a aderência do pneu com o pavimento, resultando em mais uma falha de engenharia na observação das condições de rodagem do pavimento.

2.2.2 Fator humano

Para Soares (2018), os fatores humanos vêm, ao longo dos anos, aumentando a gravidade das ocorrências dos acidentes, causado pelo consumo de álcool ou de entorpecentes ao volante, além do excesso de velocidade.

2.2.2.1 Consumo de álcool

O uso do álcool é um dos principais fatores que causam acidentes, pois a sua ingestão provoca euforia, excesso de confiança, raciocínio lento, redução da capacidade visual e de concentração, aumento do tempo de percepção e reação (FERRAZ et al., 2012). Nesse contexto, cada país tem sua legislação do nível máximo de alcoolemia autorizado ao volante. Uganda, por exemplo, tolera até 0.15 g/100 ml, enquanto Brasil e Japão têm tolerância zero. No Quadro 1 é possível visualizar os efeitos no indivíduo de acordo com o consumo de álcool.

Quadro 2 - Efeitos da alcoolemia (CAS) e o desempenho

CAS (g/100ml)	Efeitos sobre o corpo
0,01 - 0,05	Aumento do ritmo cardíaco e diminuição da capacidade de discernimento e perda de inibição
0,06 - 0,10	Redução da capacidade de tomar decisões racionais, ansiedade e diminuição da paciência
0,10 - 0,15	Reflexos lentos, pouco equilíbrio, perdas de visão, fala arrastada e vômito
0,16 - 0,29	Transtornos graves dos sentidos e grave alteração da coordenação motora
0,30 - 0,39	Perda de consciência e possível morte
a partir de 0,40	Morte

Fonte: Manual de segurança viária para profissionais de trânsito e de saúde (2007).

Segundo a OMS (2007), são jovens do gênero masculino que mais se acidentam após a ingestão de álcool. Além disso, no período da noite são registrados o maior número de acidentes desse tipo.

2.2.2.2 Excesso de velocidade

A velocidade do veículo possui relação direta com a gravidade de um acidente, pois quanto maior o seu valor, menor é o tempo para reação e mais forte o impacto (SOARES et al., 2018). Corroborando com essa discussão, Andriola, Torres e García (2019) chegaram à conclusão que a variável “velocidade incompatível” causa aumento na severidade de acidentes.

Como é difícil evitar esse tipo de acidente, deve-se dar enfoque em prevenir a sua gravidade. Essa prevenção, segundo Carmo e Junior (2019), pode ser alcançada por uma “maior fiscalização da velocidade máxima permitida e por uma gestão de segurança viária direcionada para os usuários mais vulneráveis do trânsito, os pedestres e os motociclistas, que são as maiores vítimas de acidentes atualmente”.

2.2.3 Fatores veiculares

A NBR 10967 (ABNT, 2018)), classifica como fator veicular “quando uma falha mecânica no veículo contribui para a ocorrência do acidente, sem que tenha havido negligência na manutenção ou fabricação”. Quando o veículo se encontra em um mal estado de conservação dos pneus, problemas de freio, faróis desregulados e outros problemas diretamente ligados ao seu desempenho, o acidente é associado ao componente veicular (CNT, 2008).

2.3 ANÁLISE DE PONTOS CRÍTICOS DAS RODOVIAS

A identificação, análise e tratamento de locais perigosos nas estradas têm uma longa tradição na engenharia de trânsito. Esses locais perigosos são chamados na literatura de pontos críticos, ou ainda, em referências estrangeiras de “*hot spots*” ou “*sites with promise*”. O ponto crítico é teoricamente definido como qualquer local que possui um número de acidente maior que qualquer outro local similar como resultado de fatores de risco locais (ELVIK, 2008).

A literatura descreve diferentes métodos de identificação dos pontos críticos. O *Highway Safety Manual* (AASHTO, 2010), por exemplo, apresenta 13 métodos,

chamados de medidas de desempenho. Entre os mais aplicados por departamentos de transporte estão: frequência de acidentes (*crash frequency - CF*), taxa de acidentes (*crash rate - CR*), método empírico de Bayes (*empirical bayesian method - EB*) e danos materiais equivalentes (*equivalente property damage only - EPDO*).

O HSM (AASHTO, 2010) indica que o método de taxa de acidente pode ser interpretado como um cálculo de probabilidade (com base em eventos anteriores) de estar envolvido em um acidente no trecho de estudo. Por exemplo, se a taxa de acidentes em um segmento de rodovia é um acidente por um milhão de veículo por quilômetro por ano, então um veículo tem uma chance em um milhão de sofrer um acidente para cada quilômetro percorrido nesse trecho da rodovia.

Nos estudos de Persaud et al. (1999), foi concluído que o método Empírico de Bayes (EB) obteve um desempenho melhor que algumas das outras técnicas utilizadas para identificar os pontos críticos da pesquisa, como a frequência de acidentes e a taxa de acidentes.

Andriola et al. (2020), a partir de uma revisão sistemática da literatura, destacam as vantagens e desvantagens dos métodos que possuem melhor desempenho:

O método EB, apesar de obter o melhor resultado segundo esse estudo, e ser considerado o estado da arte na identificação de pontos críticos, necessita de uma quantidade e qualidade de dados maior que outros métodos. Em contraste, o método CF, além de obter bons resultados a partir dos estudos identificados, exige um menor volume de dados de entrada, o que explica a grande aplicação do método por agências de transportes.

O DENATRAN (1987) recomenda utilizar o conceito de Unidade Padrão de Severidade (UPS), onde se atribui um peso a cada acidente dependendo da sua gravidade. Esse método visa neutralizar a influência do elevado volume de tráfego de um trecho, visto que o mesmo tende a possuir maior número de acidentes. Em estudo feito por Schmitz (2011) foi comparado um método estatístico e um numérico na localização dos pontos críticos da BR-285. Nessa pesquisa foi verificado que o método DENATRAN prioriza os locais onde ocorreram acidentes com vítimas fatais, mas é prejudicado pela falta de dados pós internação hospitalar.

2.4 CONTRA MEDIDAS

Para a criação de um sistema viário seguro existem alguns processos e ferramentas que podem ser utilizados.

A Auditoria de Segurança Viária é um método que utiliza uma lista detalhada de itens para verificação da via. Não muito utilizado no Brasil, segundo Ferraz et al. (2012), dentre outros fatores, pela falta de uma cultura de segurança no trânsito, fazendo com que os gestores responsáveis relutem em gastar recursos com essa ferramenta no país. Todavia, esse modelo pode ser aplicado em todas as fases da execução de uma rodovia, desde o estudo de viabilidade até a operação da via (depois da abertura ao tráfego). De acordo com a Companhia de Engenharia de Tráfego (2010), a ASV tem foco exclusivo na prevenção e/ou correção das questões de segurança viária e deve ser conduzida por profissionais técnicos. A redução do número de acidentes, da severidade deles, dos custos e traumas aos associados estão entre os principais benefícios da aplicação.

Na comparação que o Harwood (2015) fez entre 3 métodos de aplicação de contra medidas, o ASV forneceu bons resultados em segmentos específicos de uma rodovia, pois reuniu vários profissionais para identificar as necessidades de melhoria do mesmo trecho.

Utilizando os estudos da AASHTO e da FHWA, o DNIT elaborou um guia de projeto e operação de rodovias denominado Manual de Projeto e Práticas Operacionais para Segurança de Rodovias (2010). Nele, são detalhadamente descritas as medidas de segurança de rodovias, divididas em expressas, rurais e em urbanas. Também são indicadas as necessárias manutenções, verificações e inspeções periódicas.

O *International Road Assessment Programme* (Programa Internacional de Avaliação de Rodovias) tem como missão tornar as rodovias mais seguras em países de baixa e média renda (IRAP, 2014). De acordo com Stacey (2016), o iRAP é composto de: a identificação dos pontos críticos mapeados, classificação por estrelas de acordo com o nível de segurança da rodovia, soluções de segurança economicamente viáveis e a avaliação do desempenho.

3 METODOLOGIA

O presente capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa. O modelo proposto engloba a definição da área de estudo, a escolha do *software GIS*, a obtenção da malha rodoviária federal e a coleta dos dados de acidentes. Foram utilizados os Métodos de Frequência, DENATRAN, Taxa de Acidentes e UPS para localização dos pontos críticos. Após essa fase, foram analisados os boletins de ocorrência de todos os acidentes desses trechos, assim como as condições da rodovia. Sequencialmente foi constituído um banco de dados que compila as informações dos acidentes com a rodovia nesses locais. Para melhor entendimento dessas informações, foi feita a análise estatística de forma descritiva e, por fim, nos segmentos definidos como críticos, foram propostas contra medidas a serem implantadas.

3.1 DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo contempla a análise dos pontos críticos identificados na malha viária federal do estado do Rio Grande do Sul, que possui aproximadamente 6.000 km de extensão. Os trechos estudados foram escolhidos por se tratarem dos cinco mais críticos identificados pelos 4 modelos propostos.

A pesquisa foi aprofundada nos piores trechos das rodovias federais gaúchas, compostos em torno de 1 km cada, de acordo com a metodologia de segmentações homogêneas, totalizando cerca de 13 km de análise. A Figura 2 retrata as rodovias federais que percorrem o Estado.

Figura 2 - Malha viária no Rio Grande do Sul



Fonte: DAER (2019)

3.2 OBTENÇÃO DA MALHA RODOVIÁRIA FEDERAL

Os acidentes foram georreferenciados em uma malha rodoviária. Essa malha é disponibilizada para *download* em formato *shape* no *site* do DNIT, porém a única informação existente nesse arquivo são os trechos do Sistema Nacional de Viação. Portanto, também foram obtidos os documentos gerados pelo programa BR-Legal, desenvolvido pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Trânsito (DNIT). Nesse documento, constam informações do volume de trânsito (essencial para os métodos que calculam taxas) e de características das rodovias, como raio das curvas, existência de acostamentos, pista simples ou dupla, condições do pavimento, dentre outros.

3.3 ANÁLISE DA VIA

Além da utilização dos dados do programa BR-Legal, para auxílio da análise da pista e seu entorno, foi utilizado o *software Google Earth*, que proporciona as imagens de satélite de todas as rodovias. Com ele, foi possível analisar se os segmentos da rodovia se encontravam em trechos em retas ou curvas e também estimar o raio. Já para vistas no nível do solo foi empregado o recurso *Google Street View*. Esta ferramenta serviu de auxílio na investigação da sinalização, acostamentos, condições da rodovia e demais parâmetros pertinentes a este trabalho.

3.4 COLETA DOS DADOS DE ACIDENTES

A partir de 2017, a Polícia Rodoviária Federal iniciou a utilização do GPS para identificar o local dos acidentes. Antes, baseava-se na precisão do policial em anotar a quilometragem da rodovia no boletim de ocorrência. Esse novo método aumentou a precisão dos dados disponibilizados e resultou em maior exatidão nos estudos que os utilizam. Portanto, o período dos dados existentes obtidos no estudo foi de 3 anos (de 2017 a 2019) e podem ser consultados diretamente no *síte* da PRF, onde os arquivos estão disponibilizados para *download*.

Dos dados coletados nas ocorrências de acidentes, foram extraídas informações sobre:

- Data – ano, mês e período do dia;
- Localização – município e rodovia;
- Dados do local – tipo da pista e condição do tempo;
- Tipo de acidente – atropelamento, capotamento, choque, colisões (conforme Quadro 1, do item 2.3.1 no Capítulo 2), engavetamento, queda, tombamento e outros;
- Gravidade do acidente – mortos, feridos graves, feridos leves e ilesos; e
- Fatores colaboradores – falta de atenção à condução, velocidade incompatível, ingestão de álcool, falta de iluminação, desobediência à sinalização e outros.

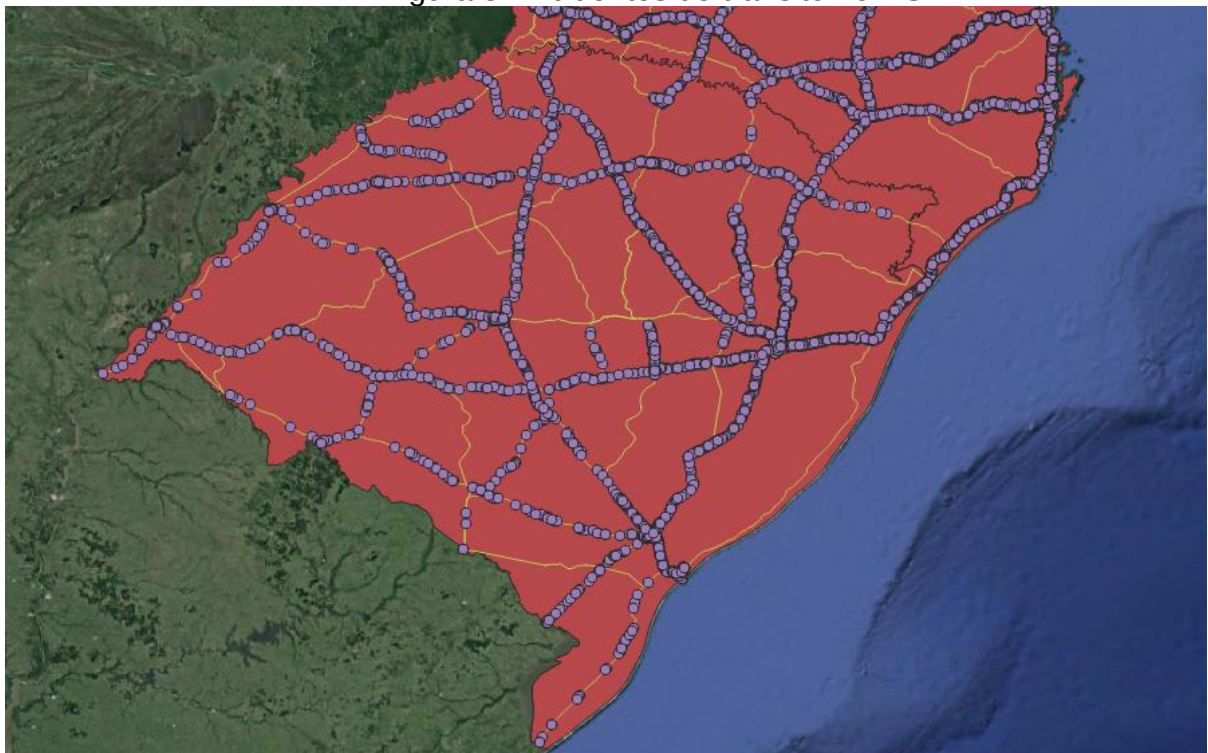
3.5 CONSTRUÇÃO DA BASE DE DADOS EM UM AMBIENTE SIG

O objetivo dessa etapa foi construir um banco de dados que compilava as informações dos acidentes e da rodovia nos trechos críticos. Os acidentes possuíam

as informações descritas no item 3.4, onde ocorreu a investigação dos fatores de maior ocorrência. Para a rodovia, os dados provinham da apuração realizada com as ferramentas descritas no item 3.3. Esse processo envolveu também a coleta de dados socioeconômicos de influência na região como a população, presença de indústria e atividades agrícolas, assim como o levantamento de pontos de interferência, como escolas, igrejas, bares, cruzamentos, acessos e interseções.

As informações geográficas coletadas foram tratadas por meio de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), *Quantum GIS* e *ArcGIS*, como denota a Figura 3. Estas ferramentas permitiram visualizar todas as rodovias federais (linhas amarelas) e, com os dados georreferenciados das ocorrências (pontos roxos), foi possível indexar os locais dos acidentes sobre a malha viária.

Figura 3 - Acidentes de trânsito no RS



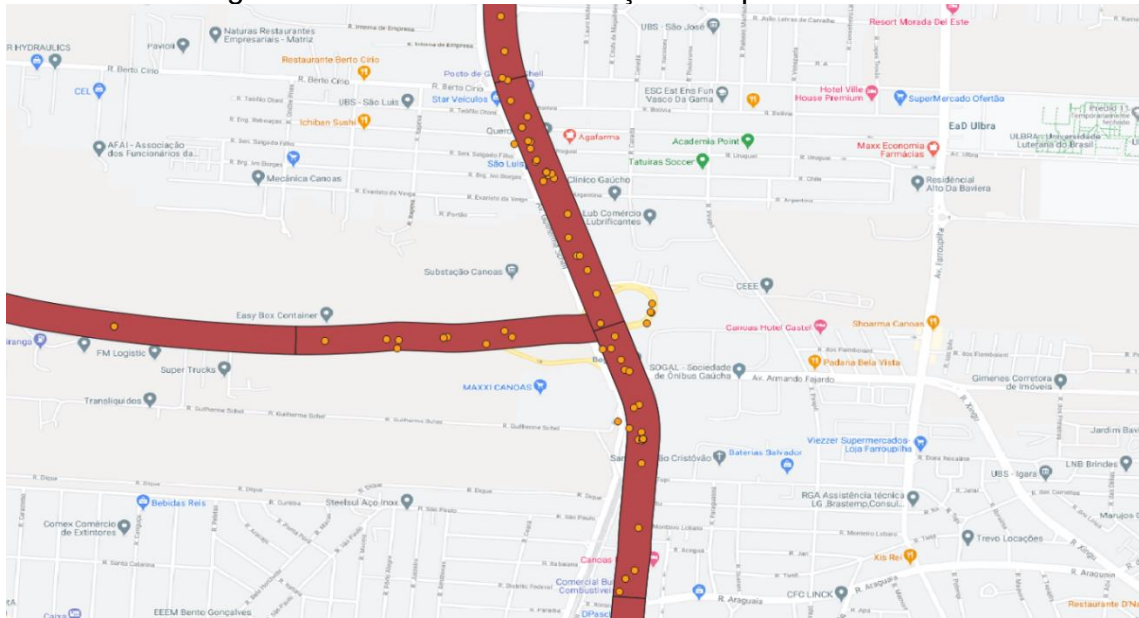
Fonte: elaborada pelo autor (2020).

3.6 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS

Para a identificação dos pontos críticos, como apresentado na Figura 4, a partir do *software* QGIS foram segmentados trechos com extensão próxima a 1 km (em vermelho), ou seja, em comprimentos constantes, pois isso permitiu realizar a análise de uma base maior com o menor esforço prático (ANDRIOLA et al., 2020). Em cada

um desses segmentos, foram sobrepostos os acidentes (pontos amarelos) e para auxílio na geolocalização foi anexado, abaixo das camadas, como por exemplo, o mapa fornecido no Google.

Figura 4: Modelo de identificação dos pontos críticos



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Com o auxílio do *software* ArcGIS, esses acidentes foram quantificados e adicionados a uma planilha, apresentada no Apêndice A. Ela associa o segmento da rodovia à quantidade de ocorrências.

A literatura mostra que o Método de Empírico de Bayes (EB) é o mais preciso, porém, ele necessita de uma quantidade e qualidade de dados maior que outros métodos. Apesar das informações decorrentes do BR-Legal possuírem boa parte dos dados necessários, precisa-se de um alto esforço de organização para adicioná-los em uma base *SIG*. Como o objetivo desse estudo foi realizar uma análise macro, englobando todas as rodovias federais do Estado, o método EB demandaria um alto esforço temporal e laboral. Nesse contexto, foram utilizados outros 4 modelos que exigem menos dados de entrada para a localização dos pontos críticos e são apresentados a seguir.

3.6.1 Frequência de Acidentes

O primeiro método utilizado foi de Frequência de Acidentes (*crash frequency - CF*), que tem larga escala de utilização na área científica, pois, além de obter bons

resultados, exige menos dados de entrada. Para a aplicação desse método, foi necessário colocar a planilha que relaciona a quantidade de ocorrências a cada quilômetro (Apêndice A), em ordem decrescente quanto a sua quantidade de acidentes. Segundo Andriola et al. (2020), a segmentação por comprimentos constantes produz resultados consistentes quando combinada com o método CF.

3.6.2 Método DENATRAN

O segundo modelo utilizado foi aconselhado pelo DENATRAN para calcular a taxa de severidade, que leva em consideração o volume de trânsito e a severidade das ocorrências. Para ele, foi necessário adicionar três colunas na planilha de quantidade de acidente por segmento, uma com o volume de tráfego do trecho em questão, outra para o cálculo do UPS (Equação 1) e finalmente a que apresentasse o valor da Taxa de Severidade de Acidentes (Equação 2). Para anexar o volume de trânsito ao correto segmento da planilha do Anexo A, necessitou-se produzir um algoritmo com o auxílio da linguagem de programação em Python.

$$UPS = SV \times 1 + CV \times 5 + F \times 13 \quad (1)$$

Onde:

UPS: Unidade Padrão de Severidade

SV: Acidentes de trânsito sem vítimas

CV: Acidentes de trânsito com vítimas

F: Acidentes de trânsito com vítimas fatais

Pra o cálculo da taxa de acidentes foi adotado a Equação 2.

$$TS = \frac{UPS \times 10^6}{VDM \times P \times E} \quad (2)$$

Onde:

TS: Taxa de severidade de acidentes;

VDM: Volume diário médio de veículos passando pelo trecho;

P: Período de estudo (3 anos);

E: Extensão do trecho (1 km).

3.6.3 Métodos UPS e Taxa de Acidentes

Visto que seria uma aplicação rápida e agregaria conteúdo ao estudo, além dos modelos anteriores, foram implementados mais dois métodos para análise das relações com os antecedentes, são eles: o Unidade Padrão de Severidade e a Taxa de Acidentes de acordo com o HSM. O cálculo da UPS é representado na Equação 1 e a Taxa de Acidentes foi calculada de acordo com a Equação 3. Ela difere do método DENATRAN por substituir a Unidade Padrão de Severidade pela Quantidade de Acidentes do trecho.

$$TA = \frac{QA \times 10^6}{VDM \times P \times E} \quad (3)$$

Onde:

TA: Taxa de acidentes;

QA: Quantidade de acidentes;

VDM: Volume diário médio de veículos passando pelo trecho;

P: Período de estudo (3 anos);

E: Extensão do trecho (1 km).

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi executada de forma descritiva, com o auxílio do *software Excel*, que executa todos os procedimentos estatísticos para esse estudo, como tabelas, porcentagens, gráficos, desvio padrão e médias. Nele, foi possível agrupar as informações coletadas, formar conjuntos de características comparadas entre os dados e ordená-los por tipo e período.

A primeira estatística averiguada no estudo condiz com a verificação dos pontos críticos encontrados nas rodovias federais do Estado. Essa investigação foi feita com os 4 métodos de localização, relacionando-as em um quadro de posições, onde a 1ª colocação para cada modelo é a mais crítica. Desse modo foi possível destacar trechos críticos em comum e modelos de localização pouco eficientes.

A segunda análise propôs inserir gráficos de quantidade e porcentagem para cada um dos dados coletados (item 3.4) nos acidentes dos 5 primeiros trechos críticos dos dois modelos principais do estudo. Posteriormente foram destacados os dados de

maior procedência para cada um dos pontos da pesquisa, afim de examinar quais fatores ocorrem em maior frequência na acidentalidade dos trechos. Essa é também a fase que se associaram as informações para cada um dos acidentes, individualmente, como, por exemplo, acidentes por motivo de embriaguez acontecem na maioria das vezes em plena noite com neblina.

A terceira fase da análise estatística procurou formar laços entre os dados de acidentes mais constantes e as falhas na rodovia.

3.8 PROPOSTA DAS CONTRA MEDIDAS

Para a criação de um sistema viário seguro existem vários programas de redução de acidentes utilizados. Um deles é o modelo implantado no Guia de Redução de Acidentes com Base em Medidas de Engenharia de Baixo Custo (DNER 1998), o qual foi utilizado como base nesse estudo. Esse processo é dividido em 5 fases:

- a) Identificação dos pontos críticos – item 3.7;
- b) Coleta e análise dos dados de acidentes – itens 3.4 e 3.8;
- c) Inspecionar os segmentos críticos – de forma a confirmar ou reavaliar as possíveis causas de acidentes;
- d) Propor as melhorias – Quadro 3;
- e) Avaliar se é economicamente viável – não contempla esse estudo.

Dessa forma, na etapa “c” foi feito um levantamento de imagens de toda a extensão de cada um dos trechos críticos. Essas imagens são de 2019, disponibilizadas pelo *Google Street View*. A partir disso foi possível associar uma das ferramentas utilizadas em contra medidas de trânsito, denominada lista de verificação de Auditoria de Segurança Viária. Para essa análise foi utilizado o *checklist* (Anexo A) elaborado por Silva e Silva (2017), que propuseram uma lista de verificação para a realidade brasileira, baseada em quatro listas internacionais.

Para a indicação das melhorias (etapa “d”), primeiramente foram destacados os pontos em que a resposta foi avaliada de forma negativa no *checklist* da ASV. Após, foi feita a comparação entre os fatores de acidentes nesses locais, para finalmente, propor as medidas mitigadoras, com base no Quadro 4, nas Instruções Para Sinalização Rodoviária (DAER, 2013) e nos 3 volumes do Manual de Sinalização Rodoviária (DER, 2006).

Quadro 3 - Contra Medidas

Contra medidas	Fatores de acidentes	Aplicação
Sinalização Horizontal	Veículo fora de posição na pista e local inadequado para ultrapassagem	Pintura da pista, se necessário, reforçada com tachões refletivos bidirecionais no meio da pista, a fim de separar os dois sentidos e separar o tráfego lento no mesmo sentido
Sinalização Vertical	Características geométricas da pista fora dos padrões	Acréscimo de placas de advertência e de educação
Defensa	Serras que apresentem curvas que combinem projeto inadequado com velocidade excessiva	Colocação de defensas
Pavimento Antiderrapante	Motoristas inexperientes, veículos sem manutenção e declive com características de projeto adequadas à derrapagem	Aplicação de material antiderrapante no pavimento
Canalização Física de Veículos	Manobras perigosas e tráfego em local impróprio	Projeto de canalização, com ilhas de guia, sarjeta e passeio
Canalização do Fluxo de Pedestres e sua Separação Física do Fluxo de Veículo	Acidentes entre pedestres e veículos, principalmente em áreas urbanas	Construção de passeios somente para circulação de pedestres. A implantação de defesa e sinalização vertical pode canalizar a travessia dispersa de pedestres para uma passarela ou outro local adequado
Passarelas e Passagens Subterrâneas	Acidentes entre pedestres e veículos em áreas urbanas	Normalmente construídas em trechos urbanos de fluxo intenso de pessoas
Iluminação	Acidentes noturnos ou em túneis sem iluminação apropriada	Implantação e reparo da iluminação das rodovias, principalmente das áreas urbanas
Dispositivos Redutores de Velocidade	Velocidades elevadas	Implantação de radar fixo, estático ou portátil
Ciclovias	Acidentes entre veículos e bicicletas	Implantação de trechos de ciclovias

Baia para Ponto de ônibus	Colisões aproximadas a pontos de ônibus	Construção de paradas de ônibus em acostamentos fora da pista
Sinalização de Obras	Colisões próximas a obras em construção	Sinalização de obras, empregando cavaletes ou cones com iluminação noturna, complementados por placas de sinalização vertical. Em caso de obras de duração prolongada, utilização de sinalização horizontal

Fonte: Adaptada de DNER (1998).

Quintero (1999), baseado em seus estudos de “antes e depois”, propõe ainda mais duas possíveis melhorias:

- a) quando o fator de acidente for aquaplanagem - construção ou reparo do sistema de drenagem da pista, com obras para evacuação da água superficial;
- b) para acidentes com escorregamentos de solo – obras de contenção de taludes.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Esse capítulo apresenta os trechos críticos identificados, os dados de acidentes preponderantes em cada um dos pontos, a análise da via nestes locais e propõe as contra medidas.

No Quadro 4 é apresentada a primeira relação averiguada no estudo. Nela é possível verificar em qual posição se encontram os pontos críticos a partir dos quatro métodos de localização utilizados. Quanto mais elevada a posição, mais crítico é ponto.

Quadro 4 – Relação entre as posições e os métodos

Segmento	Frequência	Taxa DENATRAN	Taxa de Acidente	UPS	Soma
Canoas – km 265 da BR-116	1º	29º	28º	1º	59
Santa Maria – km 352 da BR-392	2º	20º	17º	3º	42
Porto Alegre – km 91 da BR-290	3º	232º	194º	2º	431
Canoas – km 264 da BR-116	4º	42º	37º	4º	87
São Leopoldo – km 247 da BR-116	5º	2108º	1688º	14º	3815
Capão do Leão – km 530 da BR-116	11º	1º	4º	13º	29
Santa Maria – km 248 da BR-287	13º	2º	5º	10º	30
Santa Vitória do Palmar – km 672 da BR-471	311º	3º	36º	91º	441
Uruguaiana – km 577 da BR-472	224º	4º	2º	394º	624
Bento Gonçalves – km 217 da BR-470	35º	5º	6º	29º	75
Uruguaiana – km 721 da BR-290	506º	7º	1º	996º	1510
Uruguaiana – km 577 da BR-472	224º	4º	2º	394º	624
Uruguaiana – km 578 da BR-472	225º	9º	3º	495º	732
Capão do Leão – km 530 da BR-116	11º	1º	4º	13º	29
Santa Maria – km 248 da BR-287	13º	2º	5º	10º	30
Canoas – km 265 da BR-116	1º	29º	28º	1º	59
Porto Alegre – km 91 da BR-290	3º	232º	194º	2º	431
Santa Maria – km 352 da BR-392	2º	20º	17º	3º	42
Canoas – km 264 da BR-116	4º	42º	37º	4º	87
São Leopoldo – km 245 da BR-116	8º	1883º	1773º	5º	3669

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

No Quadro 4 é possível verificar que existe grande similaridade quando se utiliza os Modelos de Frequência e UPS, visto que os dois apresentam o mesmo ponto

na 1ª e 4ª colocação e a 2ª e 3ª posição apenas se inverte. Entre a Taxa de Severidade DENATRAN e a Taxa de Acidente também existe semelhança, onde grande parte das comparações não ultrapassam a 10ª posição, o que é previsível, pois os dois métodos utilizam dos outros dois como base, inserindo como diferencial os volumes de tráfego nas suas equações. Entretanto é notável a diferença para os dois outros modelos. A partir desse resultado, é verificado que o 1º e 2º pontos críticos do modelo DENATRAN (11º e 13º em Frequência, 4º e 5º em Taxa de Acidente e 13º e 10º UPS, respectivamente) são os trechos que melhor estão ranqueados na comparação de todos os métodos, pois como demonstrado na coluna de soma, os pontos que resultaram em menor resultado são os mais críticos, de forma geral.

Esse capítulo apresenta os resultados e as análises dos pontos críticos localizados pelos 4 métodos utilizados nesse estudo. Está dividido em duas subseções com os dois métodos que mais se assimilaram, conforme disposto anteriormente, e outra subseção que caracteriza de forma geral os acidentes e as rodovias desses locais.

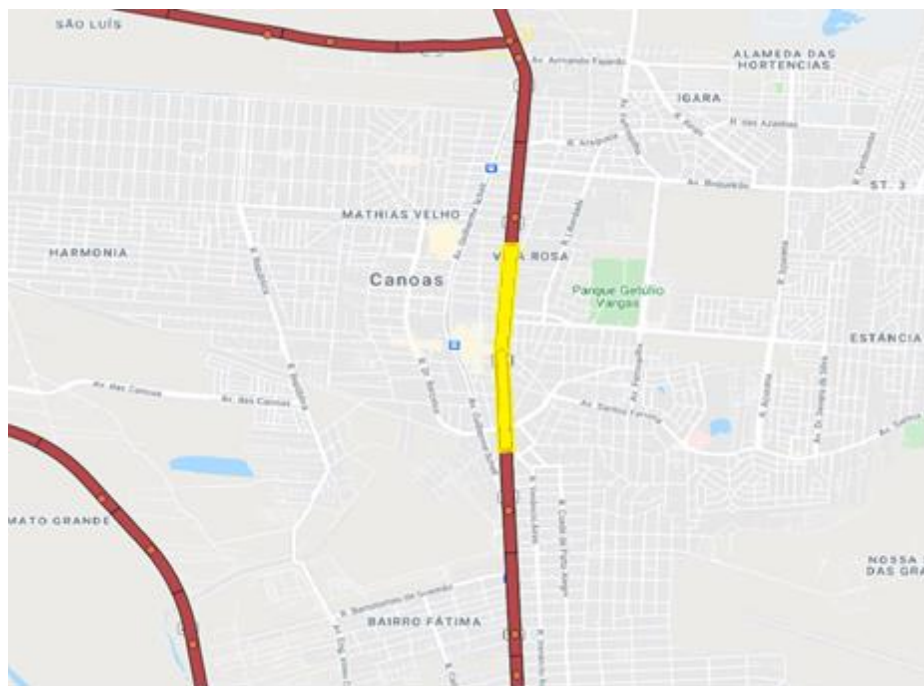
4.1 MÉTODOS DE FREQUÊNCIA E UPS

A subseção denota os cinco primeiros trechos classificados como pontos críticos pelos Métodos de Frequência e Unidade Padrão de Severidade.

4.1.1 Canoas – km 264 e 265 da BR-116

O ponto crítico mais perigoso do estado, de acordo com os métodos de Frequência e UPS é localizado no centro da cidade de Canoas - RS, na Rodovia BR-116, km 265 ao 266. O quarto ponto crítico mais perigoso do estado, também por esses métodos, é localizado no quilômetro imediatamente anterior ao da 1ª posição e se estende do km 264 ao 265 da BR-116, no centro de Canoas – RS. A Figura 5 apresenta o trecho completo, composto então por dois quilômetros.

Figura 5 – Canoas: km 264 e 265 da BR-116



Fonte: Modificada pelo autor (2020) a partir do Google Maps (2020).

4.1.1.1 Caracterização dos acidentes

No trecho mais crítico (km 265) aconteceram 70 acidentes e no anterior (km 264) 62, somando 132 ocorrências nos 3 anos de estudo nesses dois quilômetros. Dentre elas, 4 resultaram em mortes (um óbito em cada) e 24 pessoas ficaram gravemente feridas em 21 dos acidentes.

Quando são analisados os acidentes mais graves, é possível destacar dois tipos de ocorrências: colisão traseira e atropelamento de pedestres. Dos 4 acidentes com mortes, 3 aconteceram de madrugada, entre 00:00h e 04:00h.

Dentre os 12 acidentes por motivo do condutor estar alcoolizado na condução, apenas em um deles, o único com tempo chuvoso, resultou em uma vítima ferida grave. A maioria dos acidentes deste tipo aconteceram no final de semana e foram colisões com objeto estático envolvendo apenas um veículo.

Analisando todas as ocorrências, foi possível verificar o aumento anual de acidentes no segmento, onde 21 ocorreram em 2017, 23 em 2018 e o total de 26 em 2019. Esses números evidenciam que não foram tomadas as contra medidas necessárias nesse trecho da rodovia.

4.1.1.2 Contra medidas

O início dos segmentos críticos foram denominados “Ponto 0”. A Figura 6 apresenta os pontos 0 do km 264 e do km 265. Pode ser observado que a rodovia é composta de quatro pistas rápidas (duas em cada sentido) e mais quatro pistas laterais que servem de acesso aos comércios e a própria via rápida. Também é possível localizar na Figura 7, no ponto 500 metros do km 265, que a velocidade máxima permitida é de 80 km/h.

Figura 6 - Pontos 0 do km 264 e 265 da Br-116



Ponto 0 - km 264



Ponto 0 - km 265

Fonte: Google Street View (2019).

Figura 7 - Ponto 500 metros do km 265 da BR-116



Fonte: Google Street View (2019).

No item 4.2 da lista de verificação (Anexo A), que diz respeito às ciclovias, nenhum item atendeu aos requisitos, visto a não existência desse tipo de infraestrutura no trecho. Na verificação completa do trecho foram constatados 2 ciclistas utilizando as calçadas, e sugere-se, após um estudo específico de necessidade e viabilidade, a implantação de uma ciclovia no local.

Nos itens 5.1 e 5.2, que questionam as sinalizações, foram constatadas algumas deficiências. Tanto na vertical quanto horizontal, é possível notar a ausência de sinalizações para os acessos da via lateral, principalmente na interseção com a Avenida Inconfidência, um dos principais acessos ao município de Canoas e ao ParkShopping Canoas (Figura 8). No item 9.1, o mesmo assunto não foi atendido, quando questionado se a faixa de desaceleração é adequada a velocidade operacional. Essa faixa apresenta curta distância de frenagem, pouca largura, pavimento ruim e sem sinalização, o que pode gerar confusão do condutor, fazendo-o frear ou reduzir de modo brusco a velocidade ainda na via rápida. Esses problemas somados a uma velocidade acima da permitida podem explicar parte das colisões traseiras, que somam 49 acidentes, cerca de 37% do total do segmento. Para reduzir essa estatística é necessário inserir placas com avisos de acesso à direita antecipadamente a sua entrada, aumento da distância da faixa de acesso com

demarcação da pista que contraste com a cor do pavimento, recapeamento asfáltico da via e radares redutores de velocidade.

Figura 8 - Ponto 900 metros do km 264 da BR-116



Fonte: Google Street View (2019) e Google Earth (2020).

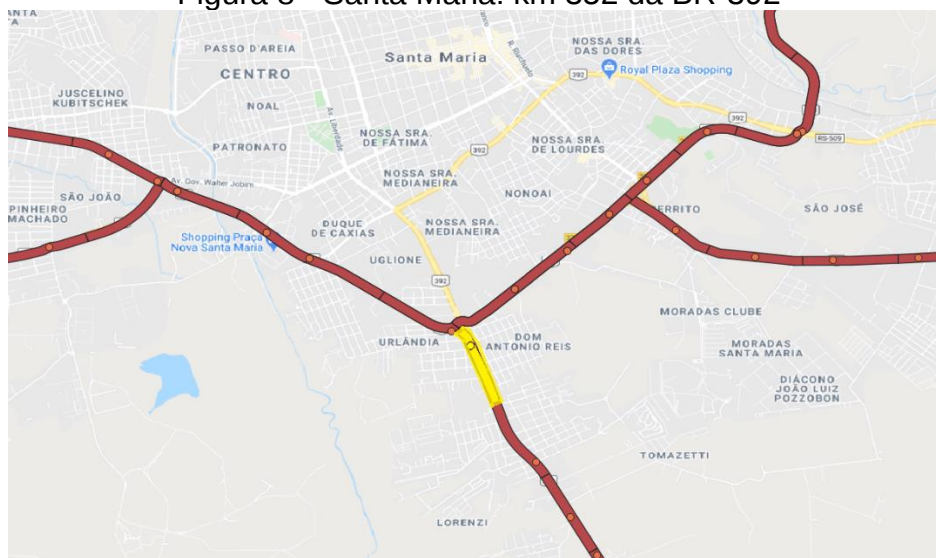
Mesmo com a caracterização dos acidentes com vítimas fatais acontecerem em plena noite, pode ser observado postes de iluminação por todo o trecho. Na lista de verificação de iluminação (item 6.1), não atendem os quesitos “Os postes de iluminação são um risco no bordo da via” (d) e “toda iluminação está operando satisfatoriamente” (b). O detalhe “d” deve ser corrigido com a contenção lateral, que devem reduzir as colisões com objetos estáticos. Também deve ser implantada maior fiscalização e conscientização da não ingestão de álcool ao volante, visto que é o fator mais recorrente a colisões em objetos estáticos nesse segmento. O estudo se limita a verificação fotográfica noturna para, se necessário, a indicação de melhoramento quanto ao detalhe “b”.

Com o alarmante número de acidentes graves relacionados a atropelamento de pedestres foi verificado que o trecho de 2 quilômetros conta com quatro passarelas (Figuras 6 e 7). Uma delas não possui acessibilidade para pessoas com deficiências ou mobilidade reduzida e é corrigida por outra a aproximadamente 100 metros dela, essa com rampa. Todas as passarelas contêm iluminação. A instalação das barreiras laterais mencionadas anteriormente ajuda a fazer com que os pedestres atravessem em passarelas e faixas de segurança, auxiliando também os motoristas que venham a perder o controle do veículo não subirem o calçamento.

4.1.2 Santa Maria – km 352 da BR-392

O segundo ponto crítico pelo Método de Frequência e terceiro UPS é localizado em uma interseção de rodovias, na cidade de Santa Maria - RS, no km 352 ao 353 da Rodovia BR-392, abrangendo também o km 327 ao 328 da rodovia BR-158 (Figura 8). É importante ressaltar que o segmento se encontra em obras na parte que contempla a rotatória, onde está sendo construído um viaduto para elevar a BR-158 sobre a BR-392, onde atualmente existe uma rotatória.

Figura 8 - Santa Maria: km 352 da BR-392

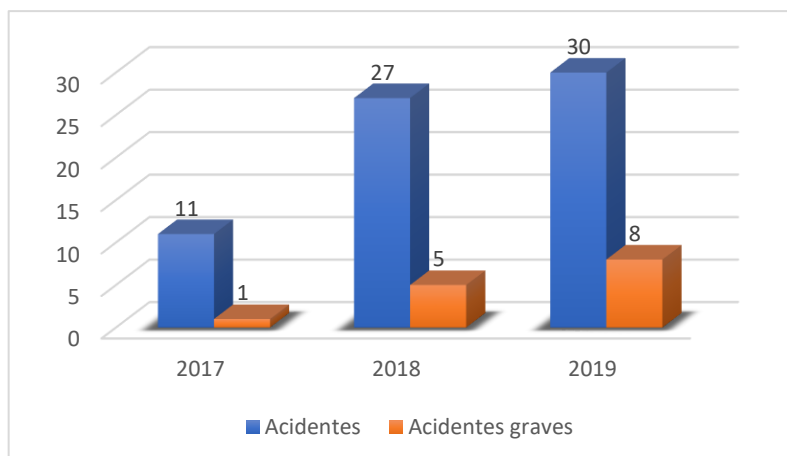


Fonte: Modificada pelo autor (2020) a partir do Google Maps (2020).

4.1.2.1 Caracterização dos acidentes

As ocorrências desse ponto crítico apresentam um número crescente alarmante de acidentes graves entre os anos de 2017 e 2019. A Figura 9 denota esse crescimento.

Figura 9 - Acidentes/acidentes graves x ano



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020)

Dentre os acidentes apresentados na Figura 10, em 2019 uma vítima veio a óbito. Esses dados explicitamente crescentes nos últimos dois anos do estudo podem ser comparados com a data do começo das obras na via. Esse segmento é composto de uma rotatória e um traçado reto e ocorreram o total de 70 acidentes, 42 deles foram na reta, 12 na rotatória e 14 não foram informados. De agosto a novembro de 2019 aconteceram 3 atropelamentos, resultando em 2 feridos graves e uma morte.

Em duas oportunidades o oficial responsável pelo boletim de ocorrência verificou que a causa do acidente foi a sinalização da via insuficiente ou inadequada, as duas ocorrências no período da noite, com céu nublado em um caso e chuva em outro.

Cerca de 53% dos acidentes ocorreram entre as 17:30h e 6:30h, período de menor iluminação natural. Esse número é ainda mais expressivo quando comparado apenas os acidentes graves, acontecendo 57% deles a noite.

4.1.2.2 Contra medidas

Assim como é evidente os acidentes ocorridos pela falta de sinalização das obras que acontecem na rotatória, também é previsível o melhoramento desse trecho com a elevação da BR-158. A Figura 10 apresenta a obra do viaduto que servirá para melhorar o fluxo de veículos e consequentemente reduzir os acidentes nessa interseção.

Figura 10 - Obra do viaduto da BR-158



Fonte: Google Street View (2019) e Google Earth (2020).

O DAER (1997) recomenda, para obras com duração prevista entre 1 e 6 meses, a implantação de sinalização horizontal, através de demarcação com tinta acrílica ou fitas adesivas ao pavimento, complementada por tachas e/ou tachões. Já para obras com previsão acima de 6 meses, a sinalização deveria ter durabilidade igual à necessária para a pista normal de tráfego. Nesse contexto, a Figura 11 demonstra a sinalização utilizada para alertar os motoristas quanto à obra.

Figura 11 - Sinalização utilizada para alerta das obras



Fonte: Google Street View (2019)

A partir da Figura 11 é perceptível a implantação de forma correta ou, se foi, a necessidade de complementação das sinalizações de obras. A imagem no topo apresenta a placa com angulação contrária a rodovia, o que deve ser corrigido. Na fotografia do meio é possível visualizar a não existência de linha de bordo e o espaçamento entre os alinhadores de bordo é grande. A última captura demonstra o bloqueio da pista com tonéis cinzas, onde deveriam ser laranjas. Todos esses pontos podem causar confusão nos condutores e transeuntes dessa rodovia.

A Figura 12 apresenta os marcadores de alinhamento dessa obra e a respectiva padronização representada nas Instruções para Sinalização Rodoviária (DAER, 2013).

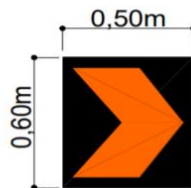
Figura 12 - Marcadores de alinhamento



Dispositivo de alerta



Dispositivo de obra

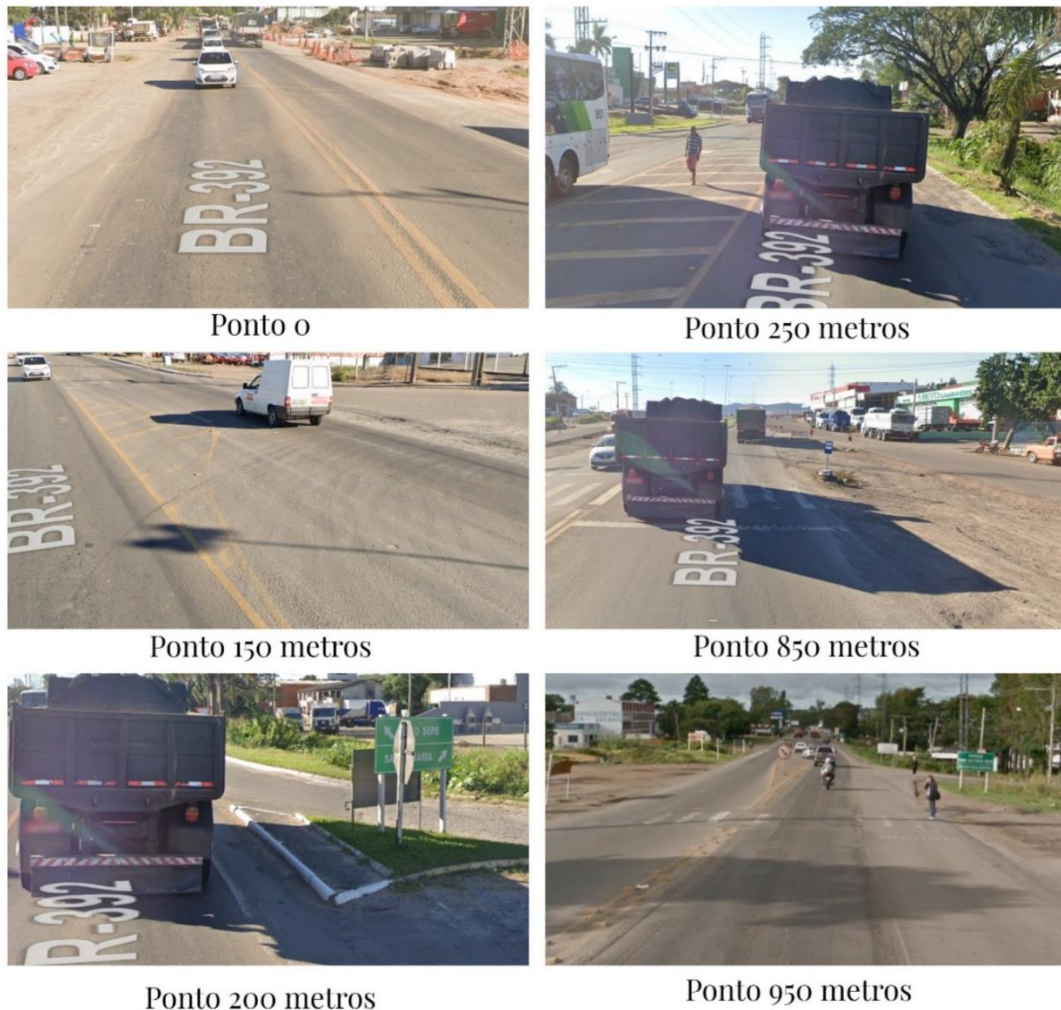
Fundo preto
Símbolo laranja ou amarelo

Fonte: Google Street View (2019) e DAER (2013).

Dessa forma, nota-se a inversão de cores na sinalização, onde o dispositivo de alerta deve ser com a seta em amarelo e o de obra, em laranja ou lima-limão, em casos de regiões com neblina. Esse não é um problema relevante, visto que a sinalização existe, com pouco espaçamento entre placas e tem as cores refletivas em contraste ao preto não refletivo. O que deve ser atentado nessas imagens é o estado dos delineadores, pois mesmo que aparentam estar de acordo com as dimensões da norma, estão em estado crítico de conservação, empoeirados, dobrados e com pouca sustentação, o que os deixa de diferentes ângulos para os motoristas.

Esse trecho apresentou inúmeros itens do *checklist* indicados de forma negativa. A Figura 13 demonstra os problemas nos primeiros 200 metros do quilômetro em estudo.

Figura 13 - Pontos do km 352 da BR-392



Fonte: Google Street View (2019).

As imagens apresentam problemas de acostamento, alinhamento de bordo, sinalização horizontal desgastada, sinalização vertical confusa, faixas de segurança insuficientes e falta de iluminação. As contra medidas propostas para cada um dos casos são:

- Ponto 0 – pintura do alinhamento de bordo em branco e do eixo em amarelo; pavimentação do acostamento; Iluminação da via;
- Ponto 150 – pintura da interseção em amarelo reforçada com tachões refletivos bidirecionais, a fim de aumentar a atenção dos condutores dos dois sentidos; reparo da via no acesso;
- Ponto 200 – A sinalização vertical deve ser realocada de forma que a placa de indicação dos bairros fique com ângulo a favor da rodovia e de forma visível;

- d) Ponto 250 – Inserir uma faixa de segurança para pedestres;
- e) Ponto 850 – Instalação de baias e acostamento específico para parada de ônibus;
- f) Ponto 950 – Faixas redutoras de velocidade antecedendo a faixa de segurança; repintar a mesma; sinalização vertical com aviso de travessia de pedestres.

É importante ressaltar que todas essas medidas mitigadoras de acidentes, devem ser implantadas em todo esse trecho, assim como a reparação do pavimento, que apresenta condições insatisfatórias aos condutores (Figura 14).

Figura 14 - Pavimento desgastado



Fonte: Google Street View (2019).

As sinalizações de velocidade do trecho são apresentadas antes da rotatória (30 km/h) e antes dos radares (50 km/h), porém é obstruída por pichação, dificultando a correta visualização da velocidade permitida (Figura 15). A instalação de passeio e estudo de ciclovias também são medidas indicadas, tal como devem ser substituídas as placas com defeitos.

Figura 15 – Pedestre, placa desobstruída e ciclista

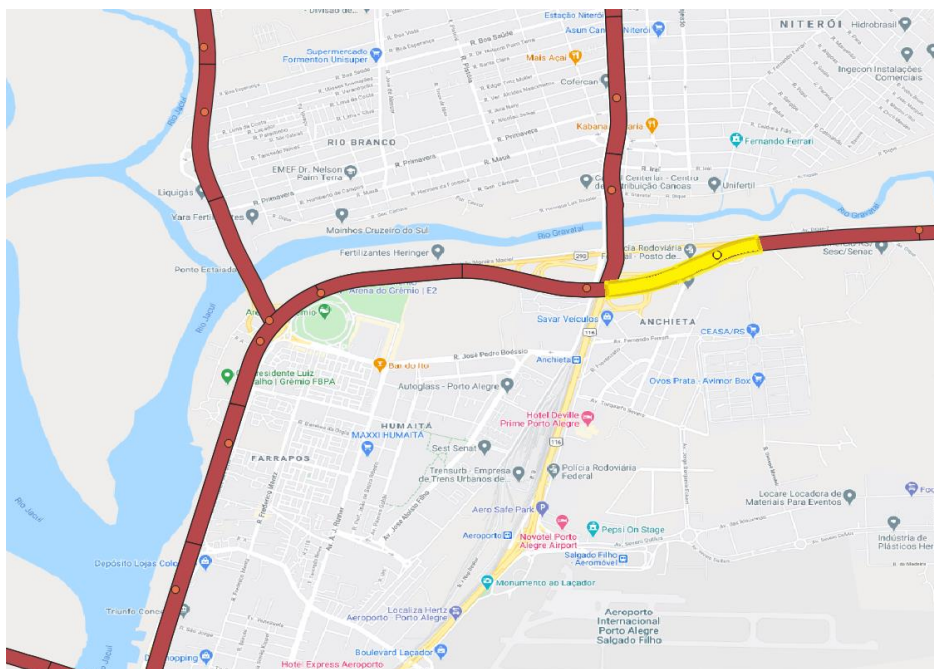


Fonte: Google Street View (2019).

4.1.3 Porto Alegre – km 91 da BR-290

O terceiro ponto crítico pelo Método Frequência e segundo pelo Método DENATRAN é localizado no principal trevo de ligação entre as cidades de Canoas - RS e Porto Alegre - RS. Ele se encontra no km 91 ao 92 da Rodovia BR-290, compreendendo também parte do km 262 da rodovia BR-116 (Figura 16).

Figura 16 – Porto Alegre: km 91 da BR-290



Fonte: Modificada pelo autor (2020) a partir do Google Maps (2020).

É importante destacar que essa é a ligação para a zona norte da capital gaúcha, onde se encontram os acessos diretos ao Aeroporto Internacional Salgado Filho e a Arena do Grêmio, um famoso clube de futebol do Estado.

4.1.3.1 Caracterização dos acidentes

O segmento crítico é composto de 4 vias (Figura 17) com trânsito apenas no sentido decrescente da via (da esquerda para a direita na Figura 16). A velocidade máxima permitida é de 100 km/h para veículos leves e 80 km/h para veículos pesados. Existem sinalizações de velocidade para os acessos, onde os veículos nos retornos curtos devem ter 20 km/h de velocidade máxima e 40 km/h nos acessos ao centro urbano. A velocidade máxima permitida também é modificada quando se está próximo ao posto da Polícia Rodoviária Federal, reduzida a 60 km/h nesse local.

Figura 17 - Segmento composto por 4 vias



Fonte: Google Earth (2020).

A causa de maior recorrência de acidentalidade nesse ponto crítico foi a de falta de atenção à condução, que é comumente vista nos boletins de ocorrência pela ineficiente investigação do oficial que a elabora. A segunda causa, que também pode ser o resultado de pouca investigação e muita abrangência, foi a desobediência das normas de trânsito.

É importante destacar que 18 do total de 60 ocorrências foram colisões traseiras, sendo o acidente mais corriqueiro e que ocasionou mais vítimas feridas em estado grave. Colisão lateral foi o segundo tipo de acidente que mais aconteceu, totalizando 16 ocorrências e 1 vítima com ferimentos graves. Todos os acidentes do tipo tombamento ocorreram por defeito mecânico do veículo ou velocidade incompatível. Em um dos casos, 2 vítimas ficaram em estado grave.

4.1.3.2 Contra medidas

Investigada a via junto ao *checklist*, foi possível chegar ao entendimento que o trecho apresenta ótimas condições, obtendo poucas indicações. A Figura 18 apresenta alguns pontos do trecho fotografados.

Figura 18 - Imagens do km 91 da BR-290



Ponto 0



Ponto 150 metros



Ponto 550 metros



Ponto 700 metros



Ponto 1000 metros

Fonte: Google Street View (2019).

De acordo com a caracterização dos acidentes relacionados com a verificação do trecho, foi possível apontar algumas contra medidas. O Ponto 700 metros exibe o posto da PRF, onde existem duas placas, uma de cada lado da pista, informando a velocidade máxima de 60 km/h. Alguns metros antes existe a sinalização informando

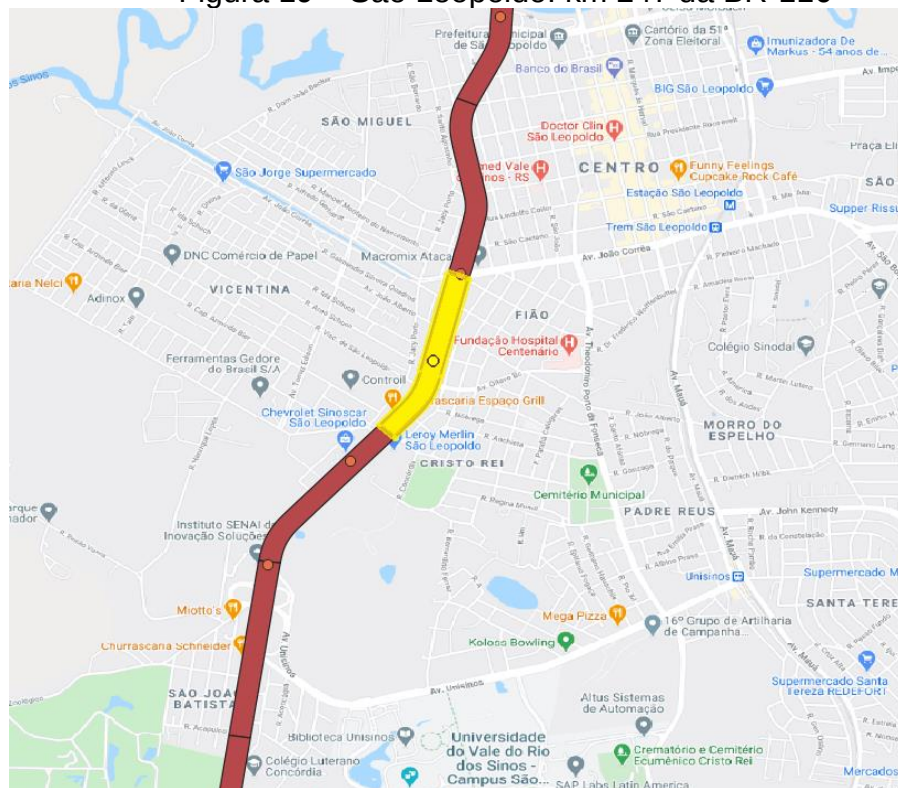
que o condutor deve reduzi-la, mas ainda é necessário implementar a sinalização vertical, com placas de redução dos 100 km/h até os 60 km/h. Radares também devem contribuir para a redução de acidentes por causa de velocidade excessiva nesse local.

O posto da PRF pode ter motivos associados aos acidentes do segmento, pois condutores reduzem ao avistarem a presença dos policiais na via e a falta de distância de segurança ao veículo da frente pode explicar as colisões traseiras. Nesse caso o parágrafo anterior informa as medidas necessárias. Porém outra contribuição plausível ao número alto de acidentes nesse trecho, pode ser explicada por oficiais, que por vezes, aguardam chegar ao posto para georreferenciar a ocorrência.

4.1.4 São Leopoldo – km 247 da BR-116

Ocupando a quinta colocação do modelo de Frequência e a décima quarta na UPS, encontra-se no km 248 da BR-116 (Figura 19). É o trecho que incide na principal entrada e saída do município de São Leopoldo, a Avenida João Correa.

Figura 19 – São Leopoldo: km 247 da BR-116



Fonte: adaptado pelo autor (2020) a partir do Google Maps (2020).

4.1.4.1 Caracterização dos acidentes

O ponto crítico obteve 63 acidentes, dos quais 7 resultaram em vítimas graves. Quando são observadas essas ocorrências graves, mais de 43% delas são relacionadas a velocidade incompatível. Entendido que não guardar distância de segurança também se relaciona com alta velocidade, esse número sobe para quase 72% dos acidentes graves.

Quando são analisados de forma geral, é possível destacar a colisão com objeto estático, onde somam-se 12 acidentes. Ainda assim, esse tipo de ocorrência é apenas a 3ª que mais acontece nesse trecho, atrás das colisões transversais e traseiras, respectivamente 17 e 18 acidentes. A maioria dos acidentes ocorreram por falta de atenção do condutor, durante o dia e com o céu claro.

4.1.4.2 Contra medidas

A Figura 20 representa o compilado de imagens do segmento crítico, demonstrando pontos em que foram destacados negativamente na lista de verificação.

Figura 20 - Imagens do km 247 da BR-116



Ponto 0



Ponto 400 metros



Ponto 600 metros



Ponto 1000 metros

Fonte: Google Street View (2019).

O segmento de rodovia estudado não apresenta a sinalização de velocidade máxima, por tanto, é indicado sua colocação, assim como radares para redução de velocidade e atenção no trecho. Para cada ponto da Figura 20, foram sugeridas as seguintes medidas mitigadoras de acidentes:

- a) Ponto 0 – apresenta falhas no pavimento, onde é necessário alinhar o bordo da via com pintura em branco. As contenções laterais e central

devem ser pintadas em amarelo, a fim de diferenciar da cor do pavimento e alertar os condutores;

- b) Ponto 400 metros – mesmo apresentando apenas uma passarela, que está em péssimo estado, nenhum atropelamento aconteceu nos 3 anos desse estudo, demonstrando que esse melhoramento deve acontecer, mas não necessita ser priorizado;
- c) Ponto 600 metros – necessita, prioritariamente, realinhamento da pista com pintura de bordo e faixa de divisão dos veículos em mesmo sentido. Além disso, necessita de reparo do sistema de drenagem da pista, com limpeza das valas para evacuação da água superficial;
- d) Ponto 1000 metros – foi destacado por apresentar apenas a iluminação das vias secundárias, por tanto, se faz necessário a implantação de postes de iluminação central para a rodovia.

Outros locais que necessitam de melhorias nesse ponto crítico são os acessos a rodovia, principalmente no caso da Figura 21.

Figura 21 - Acessos



Fonte: Google Street View (2019).

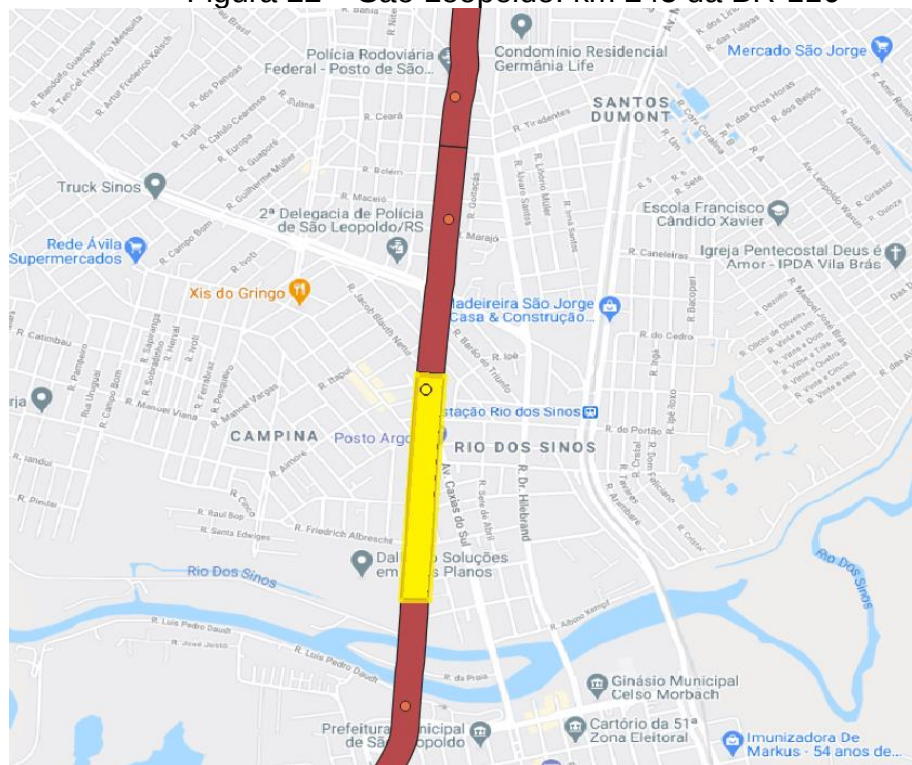
O acesso da imagem à esquerda está totalmente fora do padrão, sendo possível citar inúmeros problemas, como os objetos soltos na via e a falta de uma pista de aceleração com faixas largas e distância suficiente. Já a imagem à direita é o acesso imediatamente posterior, localizado a cerca de 50 metros do primeiro, este

que atende as medidas. Todavia, apesar do problema alarmante, a solução é relativamente simples, devendo apenas ser fechado o primeiro acesso, com a continuação de um meio fio e/ou pintura em amarelo reforçada com tachões refletivos bidirecionais.

4.1.5 São Leopoldo – km 245 da BR-116

Na quinta colocação em UPS e oitava no modelo de Frequência, o km 245 ao 246 da BR – 116 (Figura 22), que estende-se por São Leopoldo – RS. O trecho está próximo da ponte sobre o Rio dos Sinos, principal meio de passagem entre as zonas sul e norte da cidade. Esse ponto crítico está localizado a 2 quilômetros do segmento apresentado anteriormente (item 4.1.4).

Figura 22 – São Leopoldo: km 245 da BR-116



Fonte: modificado pelo autor (2020) a partir do Google Maps (2020).

4.1.5.1 Caracterização dos acidentes

Esse segmento contabilizou 58 acidentes, somando o total de 132 vítimas. Colisões laterais e traseiras se destacam do restante dos tipos de acidentes, resultando em 60,3% deles. Não levando em conta a “falta de atenção na condução”,

visto que essa causa por muitas vezes é superficial ao ocorrido, foram 11 ocorrências por não guardar distância de segurança.

No ponto crítico foram identificados 9 acidentes graves, onde em dois casos, houve mortes. Colisões laterais ocorreram em 4 dessas ocasiões, e 66,6% foram no período da noite.

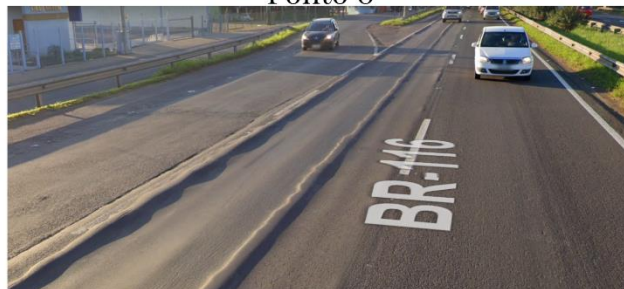
4.1.5.2 Contra medidas

A Figura 23 correlaciona as imagens a seus respectivos pontos dentro desse segmento crítico.

Figura 23 - Imagens do km 245 da BR-116



Ponto 0



Ponto 400 metros



Ponto 600 metros



Ponto 1000 metros

Fonte: Google Street View (2019).

O início do trecho crítico, denominado “Ponto 0” (Figura 24), apresenta postes de iluminação na via, sinalização horizontal visível, acostamento pavimentado e defensas metálicas. Todavia, esse ponto crítico apresenta, em várias ocasiões, defensas descontinuas. A Figura 24, assim como no Ponto 600 metros da Figura 23, apresentam a descontinuação da barreira protetora e indica a sua melhoria.

Figura 24 - Correção de defensas



Descontinuidade



Transpassada

Fonte: Google Street View (2019).

Por tanto, em todas as descontinuidades das defensas metálicas, devem ser implantadas barreiras transpassadas, de modo que uma pessoa possa transitar e um veículo não.

Os outros pontos da Figura 23 apresentam problemas como o afundamento do pavimento nas trilhas de rodas, ponto de ônibus inseguro, sinalização vertical suja e etc. Para cada um dos casos, foram propostas as seguintes medidas:

- a) Ponto 400 – substituição do pavimento junto as camadas inferiores na faixa de veículos lentos com afundamento da pista. O estudo da implementação de pavimentação rígida deve ser feito.
- b) Ponto 600 – Os manuais recomendam que as rodovias tenham uma via auxiliar de baixa velocidade para comércios e pontos de ônibus, e, por tanto, nesse caso essa via existe, porém, deve ser implementados acessos para ela. Não sendo economicamente viável o projeto, o acostamento exclusivo para a parada de ônibus pode ser executado alguns metros à frente, onde existe acostamento pavimentado e com espaço hábil para a manobra, assim como para a construção de uma baia para os passageiros aguardarem em segurança.

- c) Ponto 1000 – apenas no sentido decrescente existe a sinalização de velocidade máxima (80km/h). Essa sinalização deve ser limpa ou trocada e no sentido crescente do trecho, a sinalização deve ser implantada. Um radar de velocidade deve ser implantado para monitorar a velocidade máxima desse trecho.

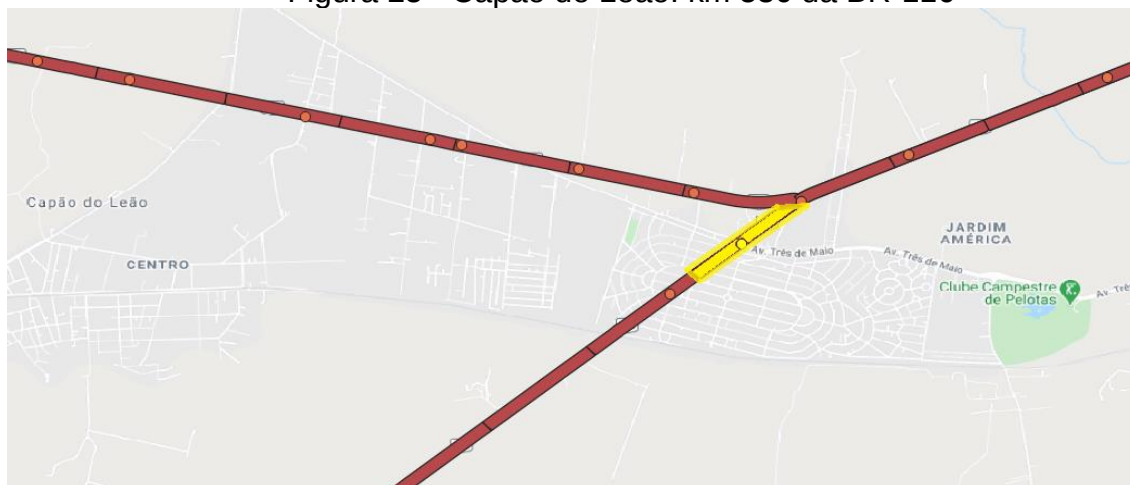
4.2 MÉTODOS DENATRAN E TAXA DE ACIDENTE

Esse subcapítulo apresenta os cinco primeiros trechos classificados como pontos críticos pelos Métodos DENATRAN e Taxa de Acidente.

4.2.1 Capão do Leão – km 530 da BR-116

Com a aplicação do método DENATRAN, o ponto crítico mais perigoso das rodovias federais do Rio Grande do Sul está situado no km 530 da BR-116, em uma via rural do estado, localizada no município de Capão do Leão – RS. Esse local ocupa a quarta pior Taxa de Acidente e está representado na Figura 25.

Figura 25 - Capão do Leão: km 530 da BR-116



Fonte: modificada pelo Autor (2020) a partir do Google Maps (2020).

Todo o segmento é composto de pista simples nos dois sentidos. Contempla uma rotatória que dá início a BR-293 e uma interseção entre a rodovia e uma avenida movimentada da região.

4.2.1.1 Caracterização dos acidentes

Os acidentes do trecho ocorreram em sua maioria por colisões transversais, em céu claro, durante o dia e por falta de atenção à condução ou desobediência das normas de trânsito. Foram 113 pessoas envolvidas nos acidentes, das quais 36 tiveram ferimentos leves, 12 com ferimentos graves e 3 vieram a óbito.

Colisões transversais foram os tipos de acidentes que mais deixaram vítimas em estado grave, porém, foram em colisões frontais que ocorreram mortes. Mesmo que as ocorrências com vítimas fatais transcorreram em pista reta, os acidentes graves contemplam 20,8% do total na pista reta. Já para acidentes em interseções, essa taxa sobe para 25% de caráter grave e para rotatórias esse número cai para 12,5%. O Quadro 5 apresenta a relação de acidentes graves ao traçado da pista.

Quadro 5 – Relação do traçado da via aos acidentes

Traçado da via	Quantidade de acidentes	Quantidade de acidentes graves
Reta	24	5
Interseção de vias	16	4
Rotatória	8	1

Fonte: elaborado pelo Autor (2020).

Outro destaque nos resultados desse ponto, foram acidentes causados por condutor alcoolizado. Foram 3 ocorrências desse tipo, das quais resultaram em 1 morte e 3 feridos leves. Outro acidente fatal, assim como o anterior, também foi do tipo colisão frontal a partir de ultrapassagem indevida, resultando em 1 óbito e 3 feridos em estado grave. De forma geral, é destacado dois atropelamentos de animais e um de pedestre, o qual faleceu. Esses acidentes ocorreram no período da noite, assim como, todos os acidentes fatais.

4.2.1.2 Contra medidas

O ponto crítico é composto de uma parte da BR-116 de pista simples, como denota a Figura 26.

Figura 26 - Interseções do km 530 da BR-116



Fonte: Google Earth (2020).

Foram indicados os seguintes pontos, da direita para a esquerda:

- 1ª rotatória – o Ponto 0 do nosso ponto crítico;
- Entrada e saída de caminhões – aparentemente uma grande indústria que tem acesso direto ao trecho, assim como uma escola em seus arredores;
- 2ª rotatória – interseção entre a rodovia e a avenida que liga os municípios de Pelotas a Capão do Leão;
- Acessos aos bairros – 3 acessos para veículos ao bairro.

O apanhado de imagens desse segmento é apresentado na Figura 27.

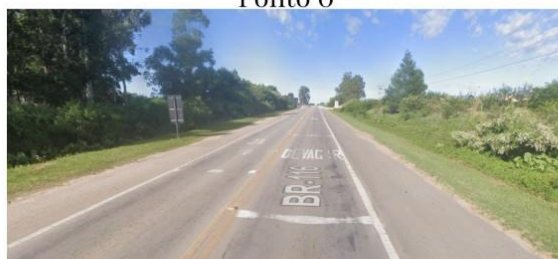
Figura 27 - Imagens do km 530 da BR-116



Ponto 0



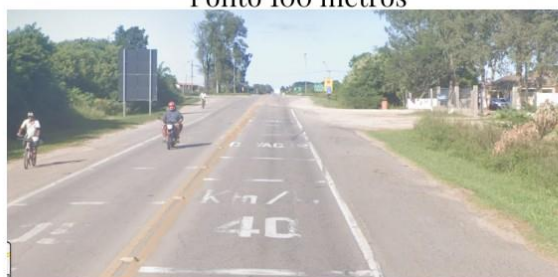
Ponto 600 metros



Ponto 100 metros



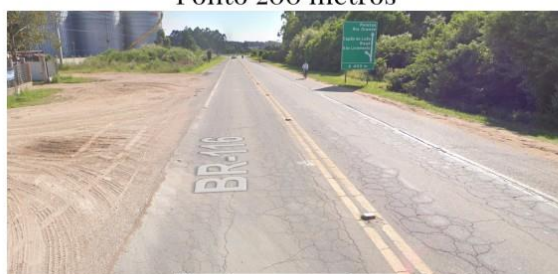
Ponto 800 metros



Ponto 200 metros



Ponto 1000 metros



Ponto 300 metros



Ponto 1000 metros

Fonte: Google Street View (2019).

A velocidade máxima no Ponto 0 (1ª rotatória) é de 40 km/h, que se estende até o Ponto 800 metros, onde existe a sinalização de 60 km/h. A partir do Ponto 1000 metros, é permitido o alcance de até 80 km/h. As sinalizações existem e estão de acordo com a norma, portanto, para mitigar os acidentes causados pela velocidade excedida, devem ser repintadas as faixas redutoras de velocidade, assim como suas indicações de velocidade (40 km/h) e “escola”. Ainda, deve ser implantado radares de velocidade para a fiscalização.

São listados alguns itens que elevaram a acidentalidade nesse local, tornando-o um ponto crítico. Eles são apresentados nas imagens da Figura 27, onde existem

problemas na pintura de bordo, de eixo, das faixas redutoras de velocidade e de indicações de velocidade, pedestre e escola na pista. A falta de postes de iluminação também é um agravante, visto que todos os acidentes fatais, de atropelamento de animais e pedestres, ocorreram a noite. A pista apresenta trincas em ao menos 400 metros de sua extensão. O acostamento não é pavimentado e, onde é, apresenta problemas, como pode ser visto no Ponto 600 metros. Nos Pontos 200 e 1000 metros existem pedestres e ciclistas em utilizando desses acostamentos não regulares. O Ponto 300 metros demonstra a entrada e saída de caminhões, que, assim como nos acessos a bairros, apresentam condições ruins, com falta de pavimentações e faixas de acesso.

São apresentadas as contra medidas para cada um dos casos:

- a) Ponto 100 – pintura de todas as sinalizações horizontais, bem como, reparo e implantação dos taxões refletivos no eixo;
- b) Ponto 200 – implantação da sinalização vertical para “entrada e saída de caminhões” e estudo para implementação de uma ciclovia, avistados 3 ciclistas utilizando os acostamentos no curto intervalo de tempo das fotografias captadas;
- c) Ponto 300 – reparo do pavimento por recapeamento, pavimentação do acostamento e instalação de faixa de aceleração e desaceleração para a entrada da indústria;
- d) Ponto 600 – reparo do acostamento;
- e) Ponto 1000 – evidencia o espaço existente e a necessidade da construção de um passeio, junto a instalação de defensas após o acostamento.

Na 2ª rotatória, que serve de acesso a Capão do Leão – RS, também existem problemas com a pavimentação do acesso (Figura 28).

Figura 28 - acesso da 2ª rotatória



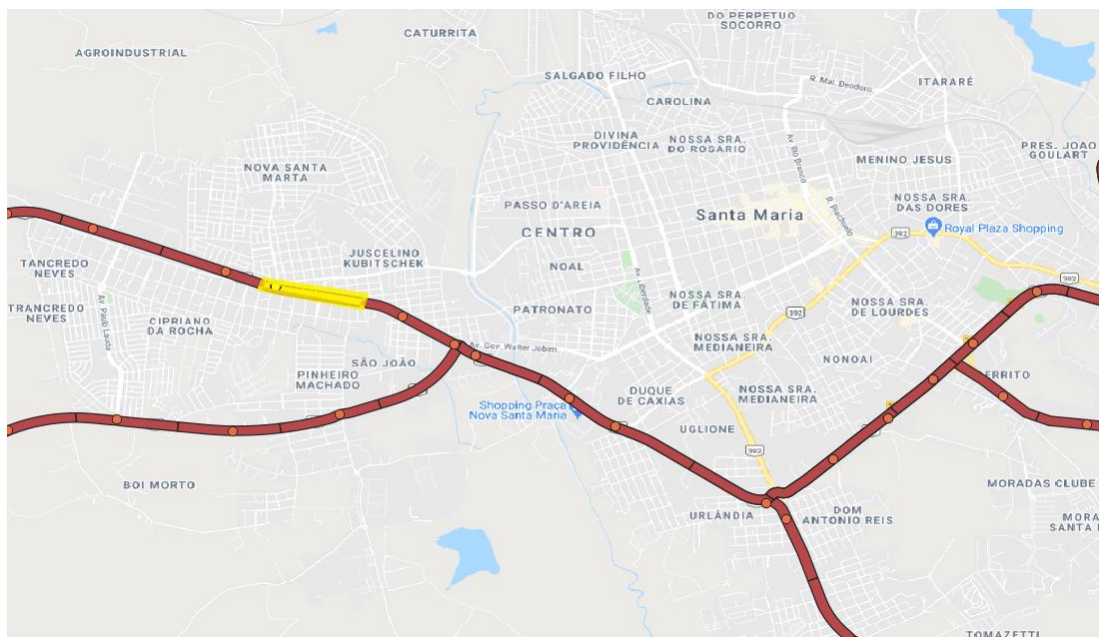
Fonte: Google Street View (2019).

Esse local também necessita de pintura das sinalização horizontal, inclusive implementação de faixas de segurança e, de reparo na faixa de acesso, a qual se encontra em condições precárias e desnivelada quanto a rodovia.

4.2.2 Santa Maria – km 248 da BR-287

O segundo ponto crítico localizado pelo Método DENATRAN e o quinto pela Taxa de Acidentes mais perigoso do estado é localizado na BR-287, km 248 ao 249. Na Figura 29 é indicado local exato da rodovia.

Figura 29 – Santa Maria: km 248 da BR-287



Fonte: modificada pelo autor (2020) a partir do Google Maps (2019).

A via de pista simples está localizada no perímetro urbano da cidade e está com uma construção em andamento, na qual será elevada a rodovia e implementado um viaduto para os acessos que ali existem.

4.2.2.1 Caracterização dos acidentes

Outro ponto crítico que acontecem mais frequentemente colisões transversais, no período do dia, com céu claro e por falta de atenção à condução. O trecho é composto de pista simples e totalizou 47 acidentes. Do total de 138 vítimas, nenhuma faleceu, 8 ficaram gravemente feridas e 49 obtiveram apenas ferimentos leves.

Dentre os acidentes graves, apenas um não resultou de colisão, que foi do tipo atropelamento de pedestre, por falta de atenção do mesmo e no período da noite. Quando analisado os acidentes noturnos, nota-se que 23,5% deles são graves, enquanto acontece isso apenas 14,3% em ocorrências em pleno dia.

4.2.2.2 Contra medidas

A Figura 30, apresenta imagens a cada 100 metros do quilômetro crítico.

Figura 30 - Imagens do km 248 da BR-287



Fonte: Google Street View (2019).

As imagens demonstram que essa via está em obras, onde está sendo executado o projeto de elevação da rodovia nesse trecho. Essa será uma medida redutora de acidentes para daqui um longo prazo, visto que é uma obra grande. Portanto, devem ser feitos os investimentos em medidas de curto e médio prazo nesse ponto crítico, reduzindo ao máximo a acidentalidade até a abertura da nova rodovia.

Os problemas de sinalização vertical, horizontal e de obras são os mais agravantes. A velocidade máxima permitida no segmento é apenas apresentada em sinalizações de obras (50 km/h), em dois pontos no sentido crescente (Figura 31) e um no outro sentido (Figura 30, Ponto 1000 metros).

Figura 31 - Sinalização de obras existente



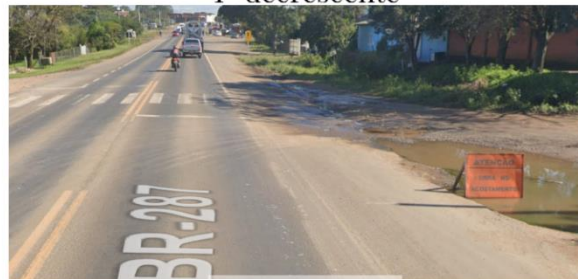
1ª crescente



2ª crescente



1ª decrescente



2ª decrescente

Fonte: Google Street View (2019).

A partir das Figuras 30 e 31, é possível elencar diversos itens apontados no *checklist*, são eles: acostamentos (2.3), desenhos de interseções e canteiros centrais (3.3), usuários da via (4.1), ciclistas (4.2), pedestres (4.3), transporte público (4.4), sinalização (4.6), sinalização vertical (5.1), sinalização horizontal (5.2), semáforo (5.3), iluminação (6.1), defeitos no pavimento (8.1).

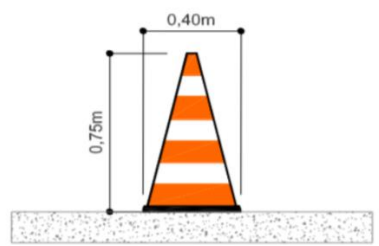
De acordo com os apontamentos anteriores, são propostas as melhorias para cada um dos pontos:

- a) Ponto 0 – calçamento, sinalização de obras e iluminação devem ser implantados nesse local, assim como em todo o trecho;
- b) Ponto 100 metros – reparo da via, sinalização horizontal com pintura das faixas e verificação dos tachões refletivos e sinalização vertical com tambores ou cones no canteiro central;
- c) Ponto 200 metros – as sinalizações verticais e horizontais devem ser complementadas de forma a reduzir a velocidade e facilitar o acesso dos motoristas, ou seja, devem ser implantadas placas com redução de velocidade, indicativas do bairro de entrada, de “dê a preferência”, de parada obrigatória, faixas de segurança visíveis, tachões e pinturas com material refletivo;
- d) Ponto 300 metros – visto que acidentes noturnos são constantes nesse trecho, a instalação de uma seta luminosa com as dimensões 0,60x1,20m (tipo “A”, trechos urbanos), conforme apresentada na Figura 32, deve ser instalada no lugar do cavalete indicando “desvio” que ali existe. Ainda, deve ser complementado com materiais auxiliares, como tambores de areia laranjas, piquetes e/ou cones;
- e) Ponto 400, 600, 700 e 850 metros – a faixa de segurança do Ponto 850 metros deve ser deslocada até o Ponto 900 metros, onde existem paradas de ônibus. Todas elas devem ser repintadas e sinalizadas com placas de aviso. Também devem ser pavimentados todos os acostamentos e construídos calçamentos com gradis que influenciem os pedestres a atravessarem nas faixas;
- f) Ponto 500 metros – as sinalizações horizontais devem ser inseridas, como faixas de segurança para pedestres e de parada para os condutores nos semáforos. É indicado que o semáforo apresente botões sonoros ou marcas táteis para deficientes visuais. Todavia, deve ser estudada a implantação de uma rotatória para o desligamento do semáforo na rodovia;
- g) Ponto 800 metros - reparo da via e acostamento;
- h) Ponto 900 metros – distanciar da pista de rolamento, construindo refúgios e baias nas paradas de ônibus.

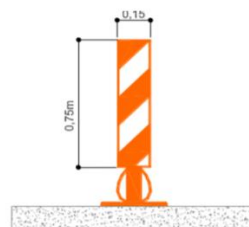
É importante que todo esse trecho implante iluminação e sinalizações de obras que sejam mais visíveis e alarmantes aos condutores, como piquetes, cones,

tambores de água ou areia (Figura 32), marcadores de alinhamento (Figura 13) e afins.

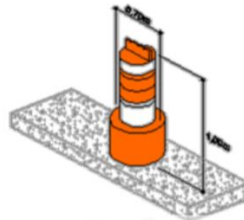
Figura 32 - Sinalização de obras faltante



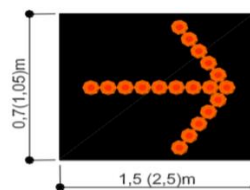
Cone



Piquete



Tambor
0,70x1,00 m



Seta luminosa

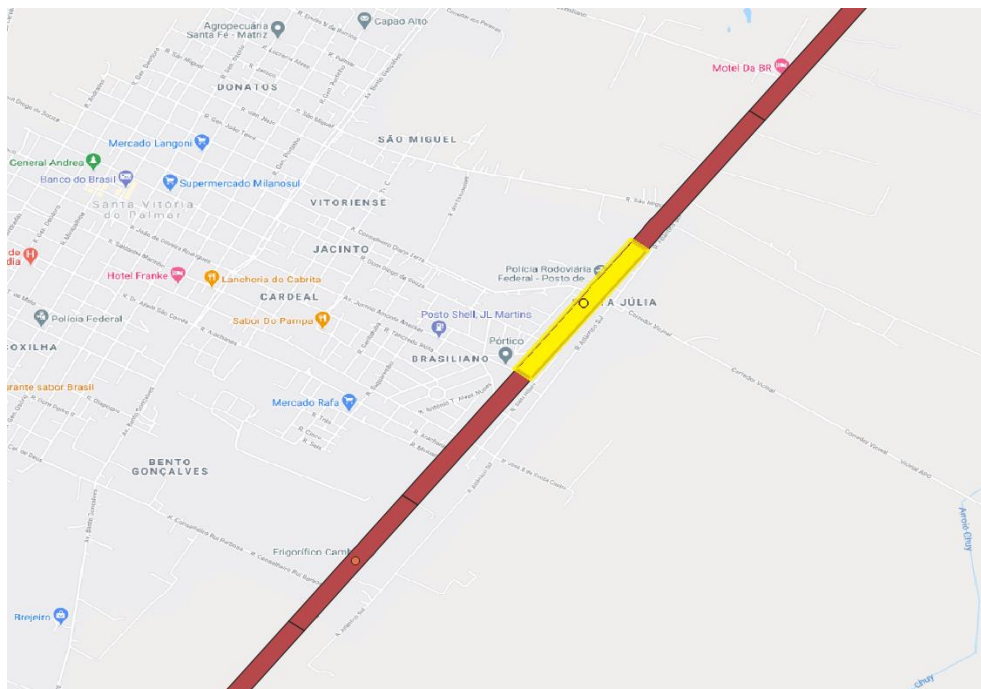
Fonte: DAER (2013).

4.2.3 Santa Vitória do Palmar – km 672 da BR-471

O trecho que ocupa a terceira colocação na utilização do modelo do DENATRAN e a trigésima sexta colocação em Taxa de Acidentes é situado no

extremo sul do país, exatamente no acesso principal ao município de Santa Vitória do Palmar – RS, no km 672 da BR-471 (Figura 33).

Figura 33 – Santa Vitória do Palmar: km 672 da BR-471



Fonte: elaborado pelo Autor (2020) a partir do Google Maps (2020).

Esses acidentes obtiveram um resultado diferente em comparação com os demais, visto que nas ocorrências constam quilometragens diferentes do km 672 que consta na Figura 33. Essa informação é relevante para o estudo, pois é possível chegar a uma das seguintes conclusões: as quilometragens escritas nos boletins foram equivocadas ou o GPS ficou georreferenciado com as coordenadas erradas.

4.2.3.1 Caracterização dos acidentes

Quando as ocorrências do ponto crítico são relacionadas, o atropelamento de animais durante a noite tem destaque. Além disso, foram constatados 3 acidentes e dentre eles uma vítima ficou em estado grave.

Dentre o total de 11 acidentes desse trecho, em apenas um deles ocorreu vítimas fatais. A ocorrência em questão aconteceu por falta de atenção do motorista, em uma segunda-feira de céu claro, onde 7 pessoas foram a óbito e outras duas ficaram em estado grave. O resultado da única colisão frontal desse trecho corrobora com a ideia de que esse é o tipo de acidente que mais resulta em mortes no nosso

país. Também é notado a fragilidade do modelo, visto que apenas dois acidentes tiveram vítimas em estado grave, em um deles ocorrendo várias mortes.

4.2.3.2 Contra medidas

O município de Santa Vitória do Palmar fica a 225 km da cidade mais próxima em território nacional, Rio Grande – RS e a rodovia entre esses dois locais apresenta poucas curvas. Esses fatores podem explicar parte dos acidentes por falta de atenção a condução, que são mais frequentes nesse local.

A Figura 34 apresenta alguns pontos do segmento crítico.

Figura 34 - Imagens do km 672 da BR-471



Ponto 0



Ponto 300 metros



Ponto 700 metros



Ponto 900 metros

Fonte: Google Street View (2019).

As imagens demonstram que a vegetação se estende até as proximidades da pista de rolagem. Desse modo, é necessário aumentar o acostamento, o que servirá de faixa de acesso a estrada (como a do Ponto 700 metros) e permitir aos condutores recuperarem o controle ao sair da pista.

Fonte: modificada pelo Autor (2020) a partir do Google Maps (2020).

4.2.4.1 Caracterização dos acidentes

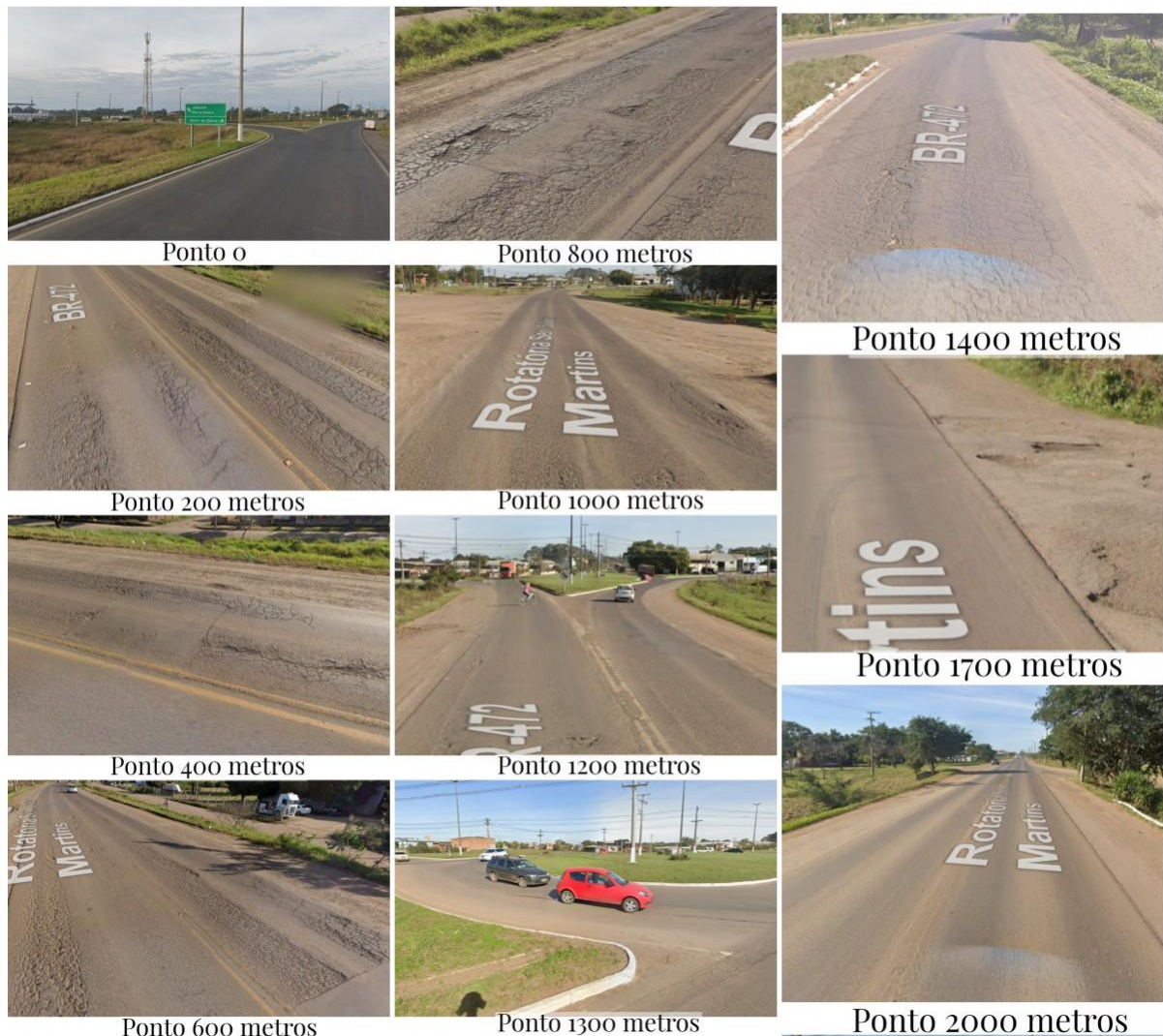
O total de 25 acidentes resultaram em 59 vítimas, das quais 13 sofreram ferimentos leves e 7, ferimentos graves. Os acidentes mais frequentes foram do tipo colisão transversal por falta de atenção do condutor, 17 durante o dia, 15 com céu claro em retas de tipo simples, que é o tipo de pista desse trecho da rodovia.

Quando os acidentes ocorreram com tempo chuvoso, 60% deles deixaram vítimas em estado grave. Mesmo que a maioria dos acidentes aconteceram com céu claro, apenas 19% resultaram em vítimas gravemente feridas. Investigada a soma de acidentes leves e graves, é observada uma colisão transversal na rotatória. O acidente ocorreu a noite por causa de ingestão de álcool pelo condutor.

4.2.4.2 Contra medidas

As contra medidas foram propostas após o apanhado de imagens demonstrado na Figura 36.

Figura 36 - Imagens do km 576 ao 578 da BR-472

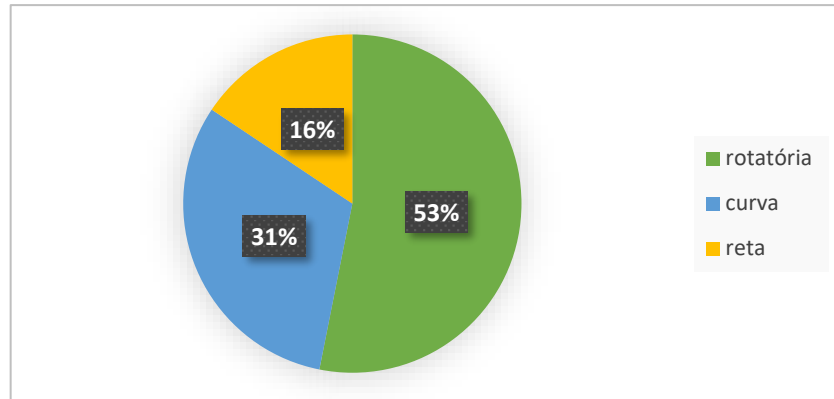


Fonte: Google Street View (2019).

Os pontos destacados na Figura 36 deixam claro a limitação da rodovia. Ela apresenta, a partir do Ponto 200 metros, o pavimento com fendas (fissuras e trincas), desgaste, placas e remendos. Ainda é possível dar enfoque a quatro itens causadores de acidentes nessa via: condições precárias do acostamento, falta de iluminação e a falta de sinalização vertical e horizontal.

Entretanto, para o Ponto 0 é proposto pintar a faixa de divisão de pistas do mesmo sentido. O Ponto 1300 necessita de sinalizações horizontais de parada e preferência para a rotatória, bem como da redução de velocidade, placas de atenção e tachões refletivos no Ponto 1200 metros, antes de acessar a rotatória. Para o restante da rodovia devem ser pintadas as faixas de bordo em cor branca e contínua,

Figura 38 - Acidentes por traçado da via



Fonte: elaborado pelo Autor (2020).

Analizados os resultados obtidos quanto a acidentes graves, destaca-se que 50% ocorreram em curvas, enquanto apenas 33% ocorreram em rotatórias e 17% em retas. Outro ponto de destaque são os atropelamentos, pois aconteceram todos de noite.

4.2.5.2 Contra medidas

As rotatórias e a curva demonstraram ser pontos perigosos nesse segmento. Para indicação das melhorias foram apanhadas imagens desses locais para inspeção. A Figura 39 apresenta o ponto de início e alguns pontos da curva.

Figura 39 - Imagens do km 217 da BR-470



Ponto 0



Ponto 300 metros



Ponto 500 metros

Fonte: Google Street View (2019).

Um dos locais com mais acidentes no ponto crítico é o trecho de curva, essa que apresenta faixas de desaceleração, defensas metálicas, sinalização horizontal aparente, placas indicando a velocidade máxima permitida de acordo com o raio e superelevação da pista. Para aumentar a segurança nesse trecho é indicado a instalação de postes de iluminação, radares de velocidade e tachões refletivos entre as faixas duplas do eixo da pista.

Figura 40 – Rotatórias



Fonte: Google Street View (2019).

Na Figura 40, é possível verificar que a 2ª rótula dá preferência ao retorno, dando sinal de parada aos condutores que utilizam a faixa esquerda da rodovia. Isso pode melhorar o fluxo de veículos provenientes do centro do município, porém, pode ser um ponto de acidentes na rodovia por desatenção dos motoristas ao praticar a manobra. Visto o alto índice de ocorrências nesse setor, deve ser estudado o deslocamento dessa parada para quem está na rotatória, deixando que o fluxo da rodovia se mantenha, caso essa não seja uma possibilidade viável, outra medida são

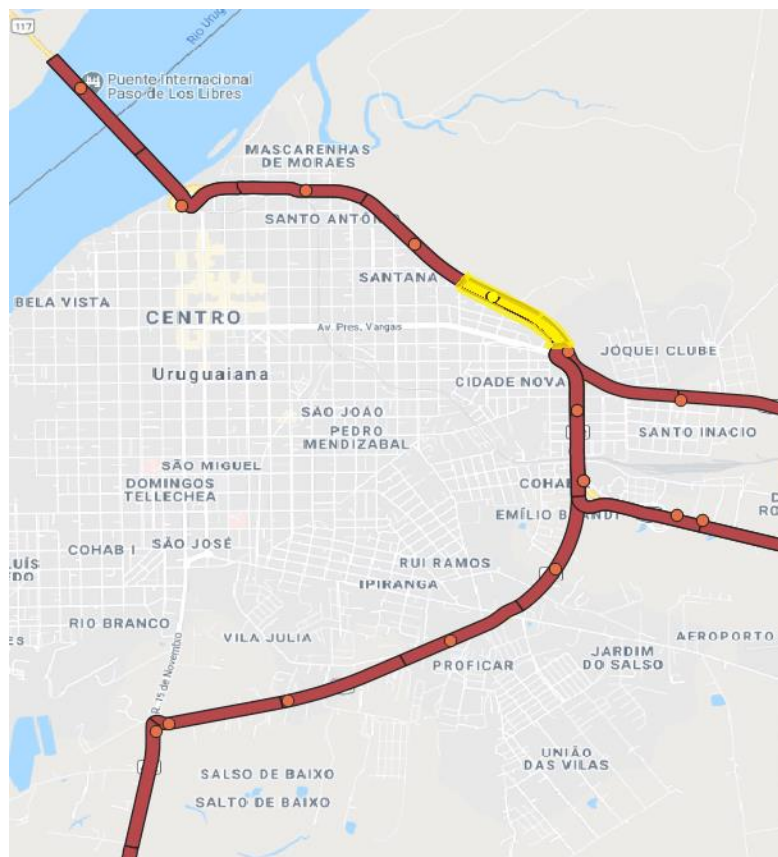
avisos prévios como placas informando “mantenha-se a esquerda – acesso ao centro” e “reduza a velocidade – parada obrigatória faixa da esquerda”.

Esse é mais um ponto crítico com um posto da PRF, que pode ser um fator importante na contagem dos acidentes. Esse processo é explicado nos itens 4.1.3.1. e 4.2.3.2.

4.2.6 Uruguaiana – km 721 da BR-290

O modelo de Taxa de Acidente aponta em Uruguaiana – RS o ponto mais crítico do Estado. O trecho fica entre os km 721 e 722 da BR-290 (Figura 41). O segmento está apenas um quilômetro de distância do descrito no item 4.2.4.

Figura 41 – Uruguiana: km 721 da BR-290



Fonte: Adaptado de Google Maps (2020).

4.2.6.1 Caracterização dos acidentes

O total de 7 ocorrências geraram 11 vítimas, das quais apenas 6 tiveram ferimentos leves. Todos os acidentes aconteceram com céu claro, 3 em pleno dia e outros 4 no período da noite. As causas e tipos de acidentes foram dos mais variados, não seguindo nenhum padrão.

4.2.6.2 Contra medidas

Imagens da rodovia são apresentadas na Figura 42.

Figura 42 - Imagens do km 721 da BR-290



Ponto 0



Ponto 500 metros



Ponto 1000 metros

Fonte: Google Street View (2019).

Informado no item anterior que mais da metade dos acidentes aconteceram à noite, devem ser instaladas tachas refletivas juntamente as faixas da pista e instalados postes de iluminação afim de dar maior visibilidade aos condutores nesse período.

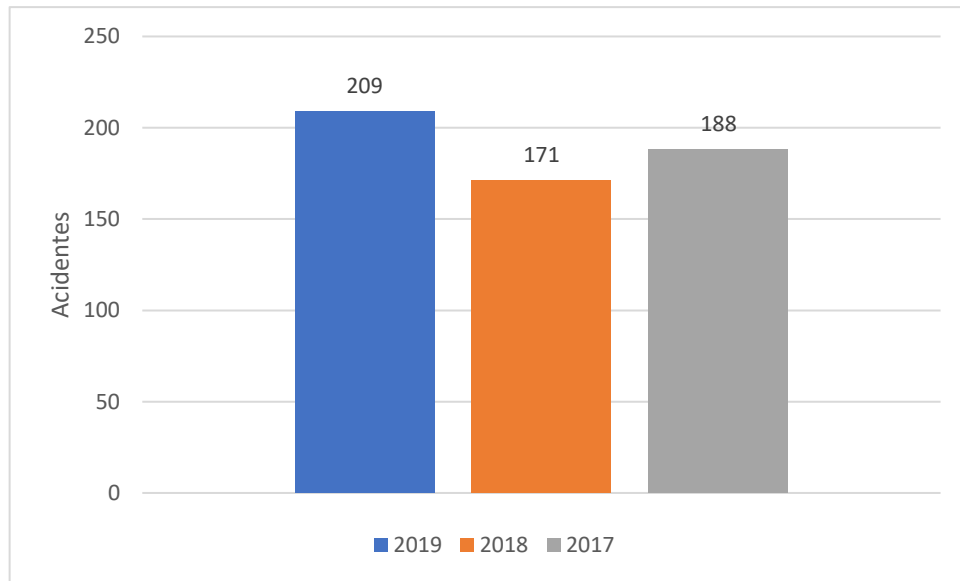
4.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS

Essa seção apresenta as características que sobressaíram quando comparados todos os pontos críticos deste estudo.

4.3.1 Ano

A pesquisa obteve 3 anos de dados: 2017, 2018 e 2019. O resultado da comparação dos acidentes a cada ano é apresentado na Figura 43.

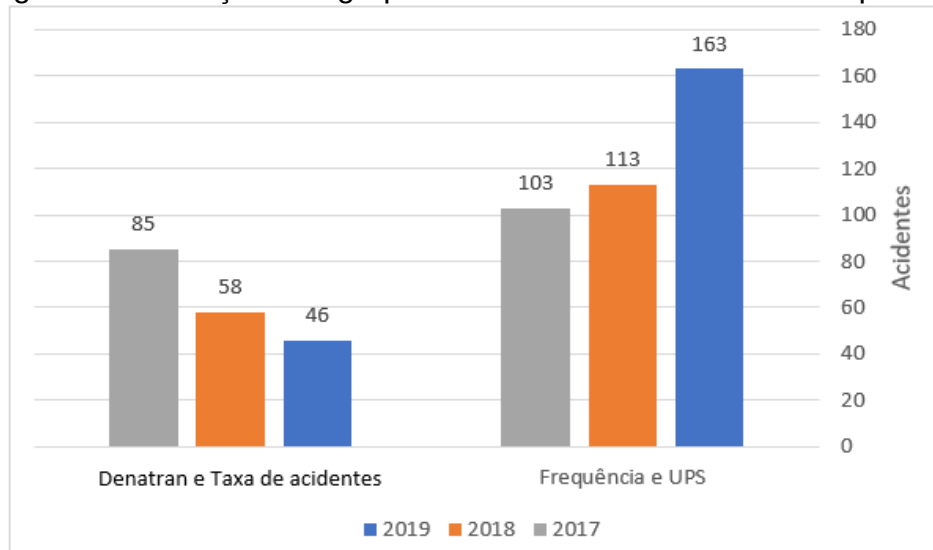
Figura 43 - Relação de acidentes por ano



Fonte: elaborado pelo Autor (2020).

Essa primeira relação avalia um decréscimo em acidentes de 2017 a 2018, mas um aumento considerável de 2018 a 2019. Entretanto, a Figura 44 denota o mesmo esquema, separando nos grupos de métodos mais similares.

Figura 44 - Relação dos grupos de similaridade de acidentes por ano



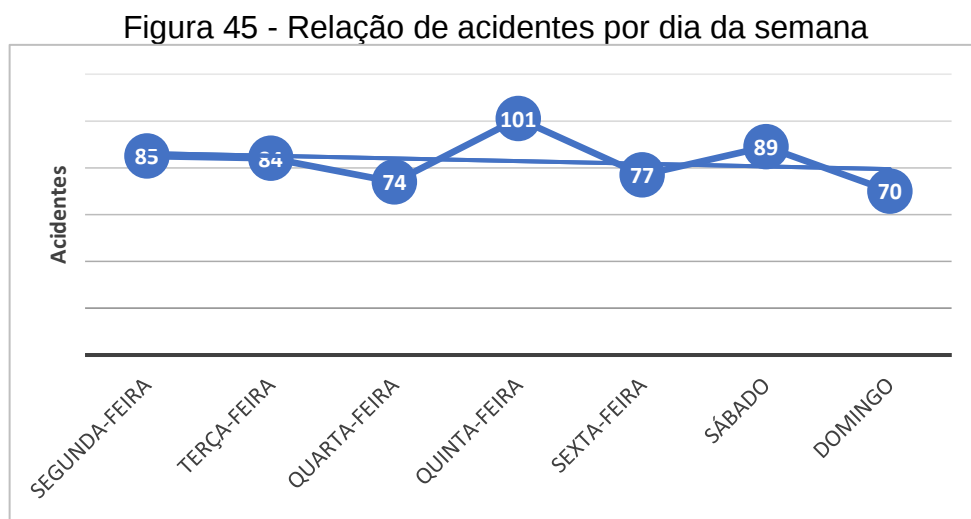
Fonte: elaborado pelo Autor (2020).

Dessa forma, é consolidado o aumento exponencial de acidentes a cada ano, quando expostos apenas os acidentes dos métodos de Frequência e UPS. Do

contrário, decaíram as ocorrências a cada ano, quando incluídos somente acidentes dos métodos DENATRAN e Taxa de Acidente.

4.3.2 Dia da Semana

A quinta-feira é o dia da semana que mais acontece acidentes, totalizando 101 ocorrências, porém, como apresentado no gráfico da Figura 45, esse não é um dado que se destaca. O domingo, em contrapartida, foi quando 70 acidentes aconteceram, tornando-o o dia de menos ocorrências.



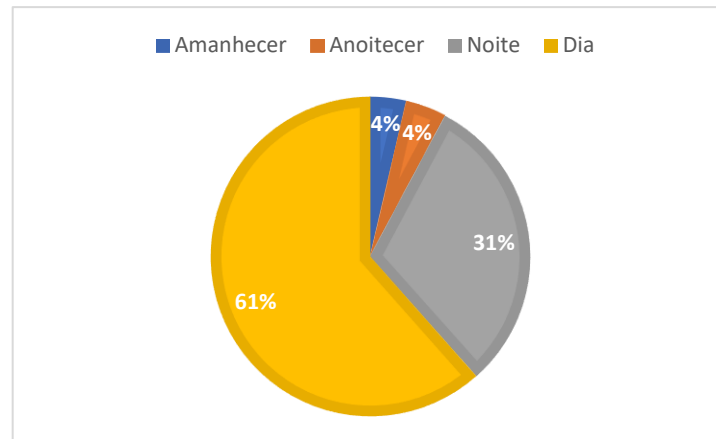
Fonte: elaborado pelo Autor (2020).

A Figura 45 denota quarta feira como o dia da semana que se destaca negativamente em relação a acidentes, todavia, nenhum dado ficou excepcionalmente acima ou abaixo da linha de média.

4.3.3 Turno do dia

A partir dos resultados obtidos individualmente, foi possível constatar que a grande maioria ocorreu durante o dia. Esse fator foi relacionado na Figura 46.

Figura 46 - Relação de acidentes por fase do dia



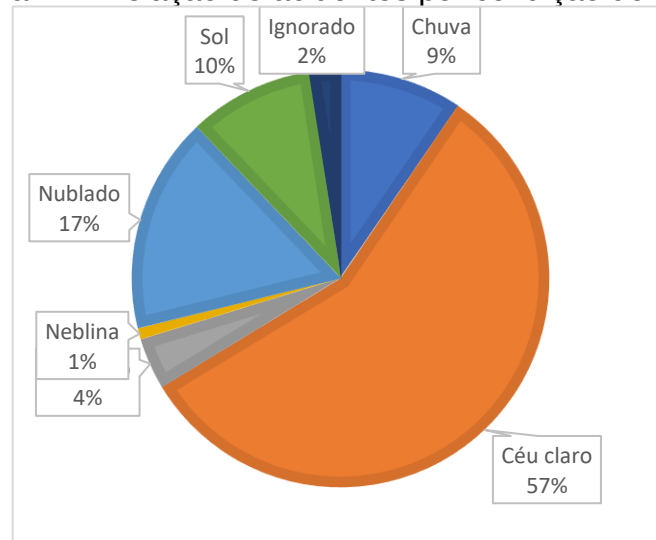
Fonte: elaborado pelo Autor (2020).

Mesmo que sejam minorias os acidentes com pouca luz natural, em alguns casos eles foram mais graves. Fica claro que a falta de iluminação adequada das rodovias são fator de aumento na frequência de acidentes.

4.3.4 Condição do tempo

O fator clima obteve resultado unânime para todos os pontos críticos. A Figura 47 aponta a abrangência de céu claro nos acidentes analisados.

Figura 47 - Relação de acidentes por condição do tempo



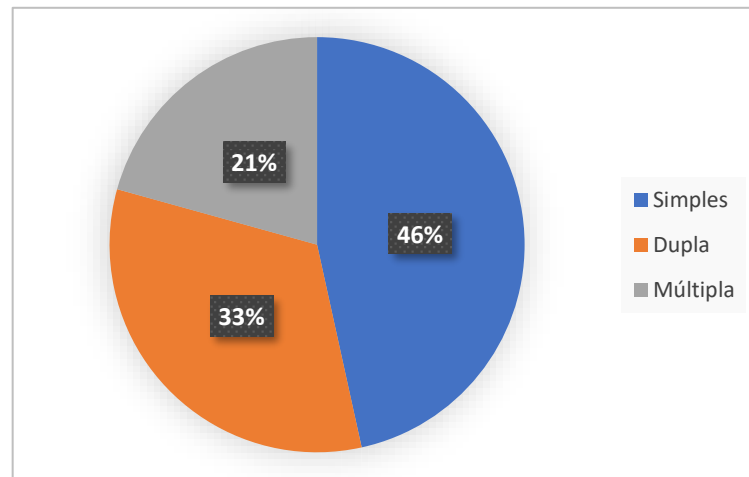
Fonte: elaborado pelo Autor (2020).

Esse resultado também difere quando são analisados apenas os acidentes graves, visto que em um caso, os acidentes com chuva foram mais graves.

4.3.5 Tipo de pista

Outra conclusão de suma importância para a pesquisa, foi a descoberta da predominância de tipo de pista dos acidentes nos trechos críticos localizados. Para tanto, o gráfico da Figura 48 demonstra os resultados.

Figura 48 - Relação de acidentes por tipo de pista



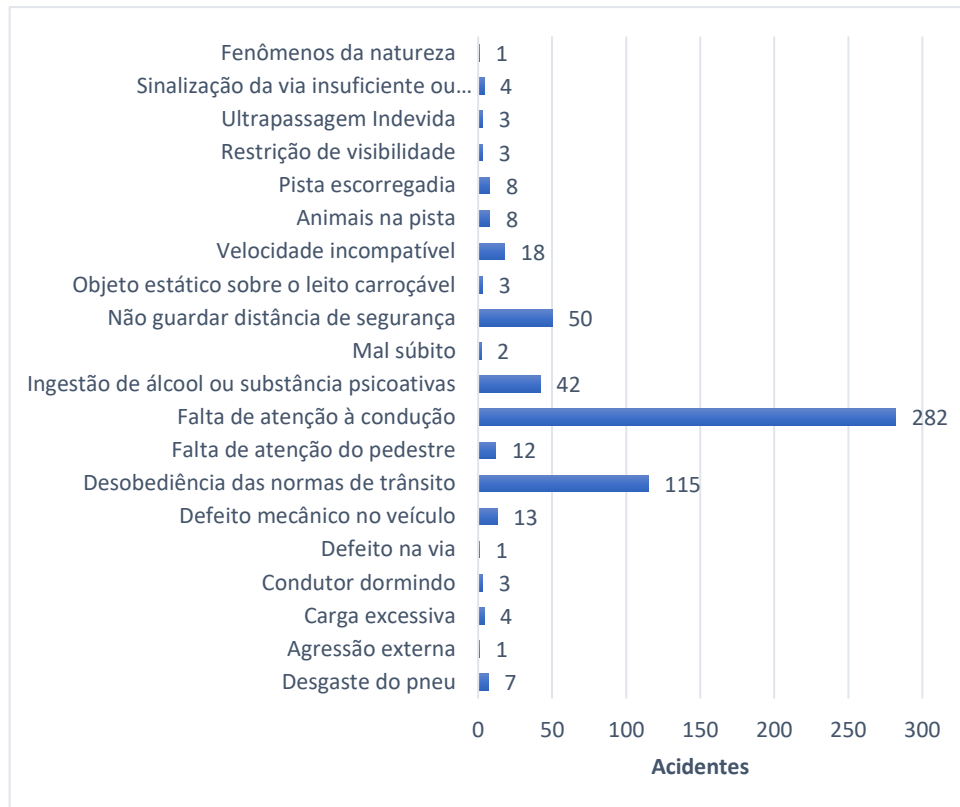
Fonte: elaborado pelo Autor (2020).

Esse dado é fundamental para o alerta a rodovias de pista simples. Mesmo que quase metade dos pontos críticos desse estudo sejam em pistas de mais faixas, são as simples que mais causam acidentes.

4.3.6 Causa do acidente

Falta de atenção a condução e desobediência as normas de trânsito foram em larga escala as maiores causas de acidentes. Essas causas aparentam prover de pouca investigação, por tanto, é importante também visualizar as suas antecessoras em um *ranking* (Figura 49).

Figura 49 – Relação de acidentes por sua causa



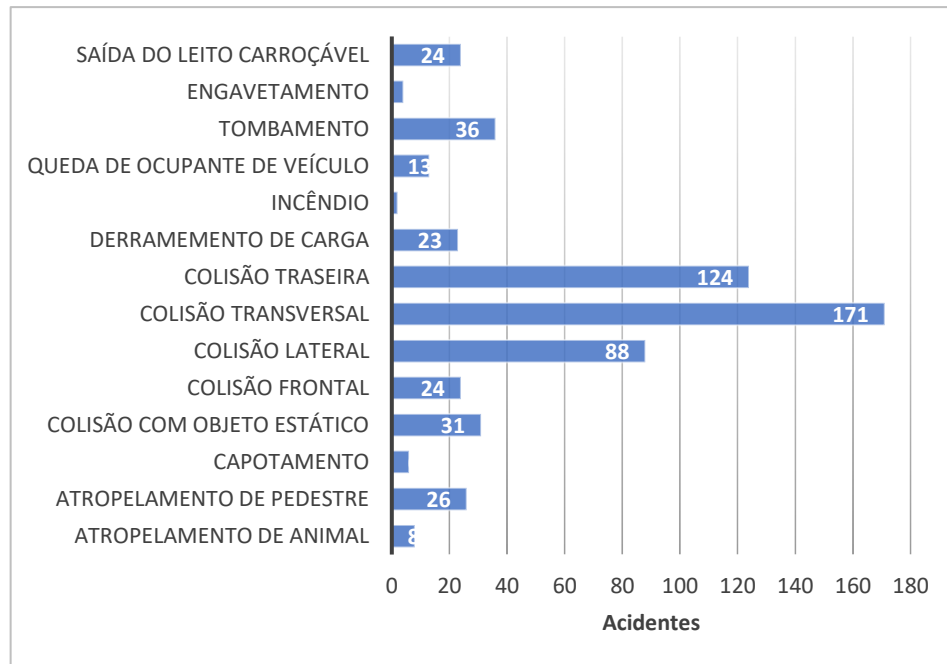
Fonte: elaborado pelo Autor (2020).

Os resultados apresentam a causa “não guardar distância de segurança” contemplando 50 dos acidentes, esses que foram comuns em pista de maior velocidade e mais tráfego de veículos. Mesmo que o Brasil seja rigoroso na sua legislação quanto a ingestão de álcool ao volante, os números ainda são expressivos, causando 42 dos acidentes estudados.

4.3.7 Tipo de acidente

Outra relação importante é quanto ao tipo de acidente, demonstrada na Figura 50.

Figura 50 - Relação de acidentes por seu tipo



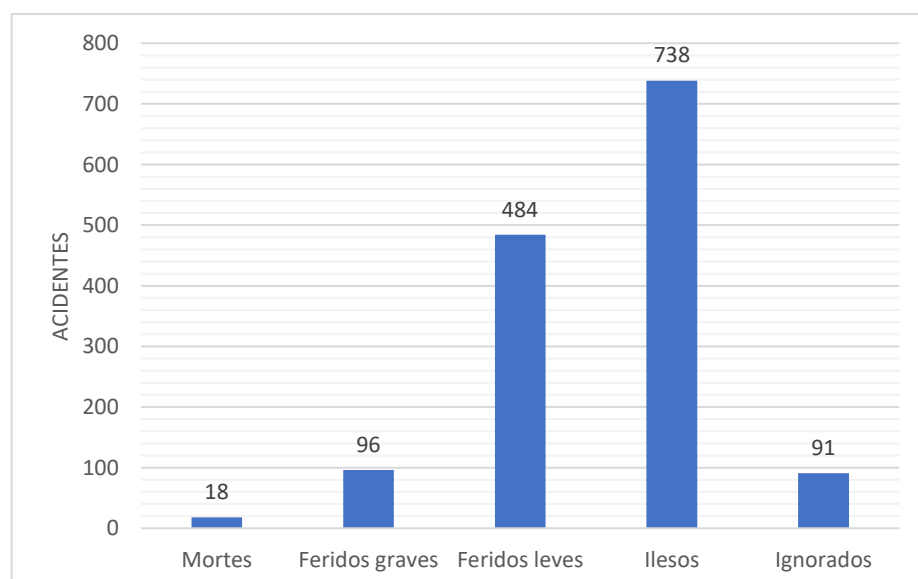
Fonte: elaborado pelo Autor (2020).

Os tipos de colisão transversal, traseira e lateral são mais frequentes.

4.3.8 Pessoas envolvidas

O último levantamento de dados condiz com os ferimentos das pessoas envolvidas nos acidentes de trânsito. A gravidade dos ferimentos foi relacionada, de acordo com a Figura 51.

Figura 51 - Relação de pessoas envolvidas nos acidentes



Fonte: elaborado pelo Autor (2020).

Foram 1.427 pessoas envolvidas nas ocorrências contempladas neste estudo. Desse total, 484 obtiveram apenas ferimentos leves, 96 resultaram em ferimentos graves e 18 vieram a óbito.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da localização dos segmentos com os métodos de Frequência, DENATRAN, Taxa de Acidente e UPS, foi possível verificar todos os boletins de acidentes que aconteceram nestes locais. Contudo, após a análise dos fatores recorrentes na acidentalidade, foram obtidos os levantamentos fotográficos de cada trecho para então serem indicadas as contra medidas em cada um dos casos.

Como descrito no item 3.5, o processo investigativo desse estudo contempla a influência da rodovia na região, e, fica evidente que os pontos críticos são situados na sua maioria em cruzamentos, acessos e interseções de rodovias e avenidas. Eles também são mais frequentes em regiões urbanas. Esse cenário tende a mudar quando é utilizado o modelo do DENATRAN e de Taxa de Acidentes, pois eles utilizam dados do volume de tráfego, que são muito menores em rodovias rurais.

O modelo de Taxa de Acidentes apresentou eficiência como probabilidade a partir do que já aconteceu, pois ele apresenta trechos com pouco volume de tráfego para a quantidade de acidentes que nele ocorrem. Entretanto, esse método se mostrou ineficaz na localização do seu ponto mais crítico, por exemplo, pois as ocorrências localizadas nesse trecho resultaram apenas em feridos leves e ilesos. Nesse contexto, o método DENATRAN demonstrou ser mais eficaz, pois leva em consideração a gravidade dos acidentes calculando a UPS em seu modelo.

A BR-116 é a rodovia mais perigosa, visto que 5 pontos críticos do estudo foram localizados nessa via, corroborando com os dados da CNT (2019). Somente trechos de traçado reto estão presentes nos segmentos críticos dessa rodovia.

A falta de uma correta sinalização e iluminação da via, dificulta a visibilidade do motorista. Exemplo disso pode ser visto no km 352 da BR-392, em Santa Maria, que apresenta graves problemas relacionados a essa questão. Naquele segmento foi previsível a correlação de acidentes com os problemas da rodovia, visto que os acidentes ocorreram pela falta de sinalização vertical e horizontal para condutores e pedestres, assim como iluminação, o que resultou em atropelamentos e acidentes noturnos. Esses resultados reforçam a pesquisa de Agbelie (2016), que chegou a mesma conclusão.

Quando comparadas as quintas colocações nos métodos de Frequência e UPS, o modelo que calcula a Unidade Padrão de Severidade demonstrou ser uma ferramenta eficiente na identificação de pontos críticos, pois além de localizar pontos

com alto índice de frequência, também aponta locais de mais severidade nos acidentes. Isso foi verificado quando o primeiro método localizou o ponto crítico de 62 acidentes, dos quais 7 foram graves. Já a segunda ferramenta apontou um trecho que obteve 58 acidentes, porém, 9 deles resultaram em vítimas em estado de saúde grave ou morte.

Para consolidar as afirmações de Radimsky, Matuszkova e Budik (2016), o ponto crítico situado em Bento Gonçalves, único composto de uma curva significativa, verificou que nela ocorriam os acidentes mais graves. Todavia, os segmentos críticos do Estado se encontram na maioria das vezes em vias retas.

O método de frequência e UPS resultam em trechos com tendência a aumentar os acidentes ao longo dos anos e os modelos DENATRAN e Taxa de Acidente ao contrário, foram locais que estão diminuindo a accidentalidade. Desse modo, conclui-se que as metodologias de Frequência e UPS são melhores para prever acidentes futuros.

Postos da PRF se fizeram presentes em vários segmentos críticos desse estudo, isso pode ser explicado de diferentes maneiras do ponto de vista da engenharia: (i) os condutores reduzem bruscamente ao avistarem a fiscalização, o que explicaria as altas taxas de colisões traseiras em alguns desses pontos ou (ii) os oficiais, visto que é uma ferramenta relativamente nova, junto a falta de treinamento e/ou incentivo e/ou equipamentos em correto funcionamento, voltam ao posto para georreferenciar o acidente.

REFERÊNCIAS

- AGBELIE, B. R. D. K. **A comparative empirical analysis of statistical models for evaluating highway segment crash frequency**. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), v. 3, n. 4, p. 374–379, ago. 2016.
- AGBELIE, B. R. D. K. **Random-parameters analysis of highway characteristics on crash frequency and injury severity**. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), v. 3, n. 3, p. 236–242, jun. 2016.
- ANDRIOLA, C. L.; TORRES, T. B.; GARCÍA, D. S. P. **Influência dos parâmetros geométricos de rodovias na frequência e severidade de acidentes viários em curvas: o caso da BR-116**. Revista Transportes. 14 p. 2019.
- ANDRIOLA, C. L., BONATTO, A.Z.E., NODARI, C. T. GARCÍA, D. S. P. **Análise comparativa de alternativas metodológicas para a identificação de pontos críticos em rodovias rurais de pista simples**. 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. 2020
- ARAM, A. **Effective Safety Factors on Horizontal Curves of Two-lane Highways**. Journal of Applied Sciences, v. 10, n. 22, p. 2814–2822, 1 dez. 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10697: Pesquisa de acidentes de trânsito - terminologia**. Rio de Janeiro, 2018.
- AUSTROADS. **Guide to road safety**. Part 8. Sydney: Austroads, 2009.
- CARMO, C. L., & RAIA JUNIOR, A. A. **Segurança em rodovias inseridas em áreas urbanas na região sul do Brasil**. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 11, e20170182. 2019.
- COELHO, H.S. **Ânalyse da influência das características físico-operacionais das vias na ocorrência de acidentes de trânsito nas rodovias federais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília. 185p. Brasília, 1999.
- COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO. **Auditoria de Segurança Viária – ASV**. Nota Técnica 213, São Paulo, 2010.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Acidentes Rodoviários e Infraestrutura**. Brasília, 2018.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Painel de Acidentes Rodoviários**. 2019. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/painel-acidente>. Acesso em: 5 de maio de 2020.
- DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Instruções para sinalização rodoviária**. Equipe de sinalização e paisagismo – ESP. 3ª Edição. Novembro de 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Guia de redução de acidentes com base em medidas de engenharia de baixo custo**. Rio de Janeiro: Serviço de publicação do DNER, 1998. 72p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de análise, diagnóstico, proposição de melhorias e avaliações econômicas dos segmentos críticos**. Rio de Janeiro: DCTec, 1998. 140p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTE. **Manual de projeto e práticas operacionais para segurança nas rodovias**. Publicação IPR – 741. 280p. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL. **Acidentes**, 2019. Disponível em: <https://portal.pr.gov.br/dados-abertos-acidentes>. Acesso em: 20 de abril de 2020.

ELVIK, R. **A survey of operational definitions of hazardous road locations in some European countries**. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2083, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 2008, pp. 72–75.

FERRAZ, C.; RAIA JR., A.; BEZERRA, B.; BASTOS, T.; RODRIGUES, K. **Segurança Viária**. Núcleo de Estudos de Segurança no Trânsito, Universidade de São Paulo. SP, 2012.

GARCIA, D. S. P.; LINDAU, L. A.; NODARI, C. T. **Multivariate Operating Speed Forecasting Model Based on the Geometric Elements of Two-Lane Highways**. *Journal of Traffic and Logistics Engineering*, v. 1, n. 2, p. 97–103, 2013.

GARNAIK, M. M. **Effects of Highway geometric elements on Accident Modelling**. Thesis (Master of Technology in Transportation Engineering). Department of Civil Engineering, National Institute of Technology Rourkela Odisha, India. 2014.

HARWOOD D.W.; SOULEYRETTE R.R.; FIELDS M.A.; GREEN E.R.; **Comparison of Countermeasure Selection Methods for Use in Road Safety Management**. 5th International Symposium on Highway Geometric Design. Vancouver - Canada, 2015.

MARQUES, J. T., & PEREIRA, L. DOS S. F. **Efeito da implantação de programas de sinalização para prevenção de acidentes viários na rodovia federal br-153/to**. *Desafios - revista interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, 6(2), 41-60. 2019.

NODARI, C. T. **Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rodoviários Rurais de Pista Simples**. 2003. 220 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

OPUKO G. **Factors contributing to impair driving in ghana. A case study of the Ashanti Region of Ghana.** Texila International Journal of Public Health. Special Edition Dec 2019. 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Beber e Dirigir: manual de segurança viária para profissionais de trânsito e saúde.** Genebra, Global Road Safety Partnership. 2007.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Folha informativa – Acidentes de trânsito.** 2019. Disponível em: https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5147:acidentes-de-transito-folha-informativa&Itemid=779. Acesso em: 1 de maio de 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **World Report on Road Traffic Injury Prevention.** Geneva, 2004.

PERSAUD, B.; C. LYON; T. NGUYEN. **Empirical Bayes Procedure for Ranking Sites for Safety Investigation by Potential for Safety Improvement.** *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 1665, TRB, National Research Council. Washington, D.C., p. 7–12, 1999.

PONTES FILHO, Glauco. **Estradas de rodagem: projeto geométrico.** São Carlos, 1998.

QUINTERO, Raúl Fernando. **Métodos de evaluación de la seguridad vial en los estudios de los accidentes "antes" y "después".** Rutas: Asociación Técnica de Carreteras, Nº 71. Madrid, p 39-44, 1999.

RADIMSKY, M.; MATUSZKOVA, R.; BUDIK, O. **Relationship between horizontal curves design and accident rate.** *Jurnal Teknologi*, v. 78, n. 5–2, 2016.

SALES, V.F.; SEABRA, L.O.; GALLIS, R.B.A. **Solução para avaliação de segurança viária em rodovias baseada em múltiplos critérios.** *Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ*. Vol. 42. p. 708-722, 2019.

SCHMITZ, Anelise. **Proposta metodológica baseada em GIS para análise dos segmentos críticos de rodovia: estudo de caso na BR-285/RS.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, 2011.

SILVA A.H.L.; SILVA V.L. **Aplicação do método de auditoria de segurança viária em rodovias na fase de operação.** Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Aparecida de Goiânia, 2017.

SOARES L.C.; PRADO H.A.; BALANIUK R.; FERNEDA E.; DE BORTOLI A. **Caracterização de acidentes rodoviários e as ações governamentais para redução de mortes e lesões no trânsito – Um estudo de dados da rodovia BR-101 no período de 2014 a 2016.** *Revista Transporte y Territorio* /19. p.182 – 220, 2018.

APÊNDICE A

Planilha de Quantificação dos Acidentes

Exemplificação de ordem decrescente dos primeiros 24 acidentes pelo Método de Frequência

br	km_inic	km_fin	superfi	data_inver	dia_semana	horario	br_1	km	municipio	latitud	longitud	VTDM	Frequência	Taxa hsm	UP	Denatran
116	000000000	999999999	DUP	03/01/2017	terça-feira	07:45:00	116	265,5	CANOAS	2589911000	7785959999	4542.060229	70	15.41150854	487	107.2200665
392	000000000	999999999	PAV	29/01/2017	domingo	20:30:00	392	352,1	SANTA MARIA	1703451000	927831000	3533.95923	68	19.2418745	430	121.6765594
290	999999999	000000000	DUP	06/02/2017	segunda-feira	09:57:00	290	91,1	PORTO ALEGRE	6970426000	5969228000	11746.96811	66	5.618471028	464	39.4995539
116	000000000	999999999	DUP	21/01/2017	sábado	06:45:00	116	264	CANOAS	1670345000	7757797000	4542.060229	62	13.65019328	409	90.04724274
116	000000000	999999999	DUP	15/01/2017	domingo	00:30:00	116	248,4	SAO LEOPOLDO	7648410000	5524054000	49135.69434	62	1.261811822	326	6.634687967
116	000000000	999999999	DUP	14/01/2017	sábado	17:45:00	116	246,6	SAO LEOPOLDO	6001859999	5202187999	49135.69434	59	1.200756411	377	7.67262995
116	000000000	999999999	DUP	14/02/2017	terça-feira	08:25:00	116	244	SAO LEOPOLDO	3724369000	5016580000	49135.69434	59	1.200756411	336	6.838206003
116	000000000	999999999	DUP	09/03/2017	quinta-feira	20:35:00	116	245,3	SAO LEOPOLDO	4820306999	5124027000	49135.69434	58	1.180404608	379	7.713333557
116	000000000	999999999	DUP	28/01/2017	sábado	20:10:00	116	248	SAO LEOPOLDO	7233911000	5390158000	49135.69434	57	1.160052804	358	7.285945682
392	000000000	999999999	PAV	15/01/2017	domingo	21:30:00	392	351,8	SANTA MARIA	2890556999	9257278999	3533.95923	52	14.71437462	363	102.7176536
116	000000000	000000000	PAV	12/01/2017	quinta-feira	14:00:00	116	528,5	CAPAO DO LEO	6020000000	8809999999	1410.390346	50	35.45117857	333	236.1048493
116	000000000	999999999	DUP	08/01/2017	domingo	02:10:00	116	245	SAO LEOPOLDO	4183635000	5036964000	49135.69434	50	1.017590179	366	7.448760111
287	999999999	000000000	PAV	15/01/2017	domingo	18:40:00	287	249,2	SANTA MARIA	9457561999	5860439000	1522.188193	46	30.21965366	344	225.9904535
116	999999999	000000000	DUP	01/01/2017	domingo	15:15:00	116	243,3	SAO LEOPOLDO	2993972000	4950060999	16859.20045	46	2.728480519	340	20.16702992
116	000000000	999999999	DUP	24/02/2017	sexta-feira	07:10:00	116	269,4	CANOAS	5962875000	7614031000	4542.060229	44	9.687233938	268	59.00406126
116	000000000	999999999	DUP	11/03/2017	sábado	05:30:00	116	263	CANOAS	0794233000	7684214999	4542.060229	44	9.687233938	234	51.5184714
290	000000000	000000000	DUP	12/01/2017	quinta-feira	02:45:00	290	94,1	PORTO ALEGRE	7523614000	9900077999	11317.25712	44	3.88786784	301	26.59655045
290	000000000	000000000	DUP	04/01/2017	quarta-feira	08:00:00	290	96	PORTO ALEGRE	9117172000	443225000	11317.25712	44	3.88786784	283	25.00605906
116	999999999	999999999	DUP	12/01/2017	quinta-feira	02:45:00	290	94,1	PORTO ALEGRE	7523614000	9900077999	12299.89727	44	3.57726565	301	24.4717491
116	999999999	000000000	DUP	01/01/2017	domingo	21:15:00	116	256,9	ESTEIO	4717560000	7815720000	6717.992367	43	6.400721771	288	42.86995046
386	000000000	000000000	PAV	20/01/2017	sexta-feira	18:05:00	386	341,1	LAJEADO	3444450999	5278169999	3267.805747	42	12.85266116	309	94.55886424
116	000000000	999999999	DUP	08/01/2017	domingo	05:10:00	116	150,2	CAXIAS DO SUL	7123643000	5993977000	3652.119648	42	11.50017087	259	70.91772037
116	000000000	999999999	DUP	06/02/2017	segunda-feira	17:45:00	116	267,7	CANOAS	4370305000	7685378000	4542.060229	42	9.246905123	275	60.54521211
386	000000000	000000000	DUP	06/02/2017	segunda-feira	17:45:00	116	267,7	CANOAS	4370305000	7685378000	4593.162517	42	9.144026549	275	59.87160241

ANEXO A

Lista de verificação ASV – Silva e Silva (2017)

Data: __ / __ / __
Auditoria número:



AUDITORIA DE SEGURANÇA VIÁRIA - CHECKLIST PARA VIAS NA FASE DE OPERAÇÃO

DADOS GERAIS			
Empresa:			
Auditor(es):			
Datas e horários da auditoria	Data:	/ /	Horário de Início: Horário de Término:
	Data:	/ /	Horário de Início: Horário de Término:
	Data:	/ /	Horário de Início: Horário de Término:
	Data:	/ /	Horário de Início: Horário de Término:
DADOS DO LOCAL			
Rodovia:			
Trecho:			
Extensão do trecho auditado:			

Figura 01	Figura 02	Figura 03
-----------	-----------	-----------

1. TÓPICOS GERAIS					
Itens		Detalhamento	Status		Comentários
			A	NA	
1.1	Vegetação	Os vãos livres e as distâncias de visibilidade necessárias são restringidos pelo futuro crescimento da vegetação (nativa ou plantada)?			
1.2	Obras temporárias	A sinalização temporária da obra permanece mesmo depois da mesma estar concluída?			
1.3	Ofuscamento pelo brilho dos faróis dianteiros	Existem quaisquer problemas devido ao ofuscamento pelo brilho dos faróis dianteiros (ex: via de serviço de dois sentidos próxima a faixa principal de tráfego)			

2- ALINHAMENTO E AMBIENTE					
Itens		Detalhamento	Status		Comentários
			A	NA	
2.1	Visibilidade e Distância de visibilidade	a) A distância de visibilidade é adequada para a velocidade do tráfego atual da via?			
		b) A distância de visibilidade prevista para interseções e cruzamentos é adequada? (pedestres, ciclistas, animais)			
		c) Distância de visibilidade de parada foi prevista para os veículos que estejam entrando ou saindo da via?			
		d) Foi prevista distância de visibilidade de parada para a traseira dos veículos em conversão?			
2.2	Larguras	a) A largura das faixas e das vias são adequadas para o volume e composição do tráfego?			
		b) A largura dos acostamentos é adequada para que os veículos estragados ou de emergência possam deter-se de forma segura?			
		c) A largura das pontes é adequada?			
		d) A largura das ilhas e canteiros centrais são adequadas para os prováveis usuários?			
2.3	Limite de velocidade	O limite de velocidade é compatível com a função e a geometria da via, o uso do solo e a distância de visibilidade?			

Itens	Detalhamento	Status		Comentários
		A	NA	
2.4	Ultrapassagens	As ultrapassagens propostas são oportunas e seguras?		
2.5	Legibilidade para os motoristas	A via está livre de elementos que podem causar confusões? (Ex: O alinhamento está claramente definido? As demarcações antigas foram retiradas? As linhas de árvores, postes de iluminação seguem o alinhamento da via?		
2.6	Acostamentos	a)	A largura dos acostamentos é adequada para permitir aos condutores recuperar o controle ao sair da pista?	
		b)	Os acostamentos são trafegáveis para todos os veículos e usuários da via?	
		c)	Os acostamentos se encontram pavimentados?	
		d)	A inclinação do acostamento é adequada para a drenagem?	
2.7	Talude	a)	A inclinação do talude permite que os automóveis e caminhões que saem da via possam se recuperar?	
		b)	Existe a necessidade de instalação de defensas metálicas nos taludes existentes?	
2.8	Inclinação Transversal	a)	É adequada a superelevação das curvas	
		b)	A inclinação transversal permite a drenagem adequada?	
2.9	Drenagem	a)	Os canais de drenagem no bordo da via e as paredes dos bueiros podem ser transpostos de forma segura pelos veículos?	
		b)	Existe possibilidade de transbordamento ou alagamento proveniente dos arredores, drenos ou curvas d'água?	

3- INTERSEÇÕES				
Itens	Detalhamento	Status		Comentários
		A	NA	
3.1	Localização	a)	Todas as interseções estão localizadas de forma segura em relação ao alinhamento vertical e horizontal da via?	
		b)	Interseções ao final de uma zona de alta velocidade foram projetadas com dispositivos de controle de trânsito para alertar os condutores?	

Itens		Detalhamento		Status		Comentários
				A	NA	
3.2	Visibilidade e Distância de visibilidade	a)	A presença de cada interseção é óbvia para todos os usuários?			
		b)	Linhas de visão podem ser temporariamente obstruídas por veículos estacionados, vegetação sazonal, etc?			
		c)	Linhas de visão estão obstruídas por placas, ancoragem de pontes, construções, vegetação, etc?			
		d)	A distância de visibilidade de parada é adequada para notar a parte traseira de veículos pesados que estão realizando a conversão de forma lenta?			
		e)	A distância de visibilidade é adequada para notar os veículos que estão entrando e saindo?			
3.3	Desenho	a)	O desenho das interseções é óbvio para todos os usuários?			
		b)	O alinhamento das calçadas, ilhas e canteiros centrais são satisfatórios?			
3.4	Faixas Auxiliares/Faixas de Conversão	a)	O início e o final dos estreitamentos estão localizados e alinhados corretamente?			
		b)	São apropriadas as larguras dos acostamentos previstas nas junções?			
		c)	As conversões a esquerda a partir de uma pista foram evitadas?			
		d)	Existem faixas de aceleração e desaceleração adequadas às velocidades operacionais, nas interseções observadas?			

4- USUÁRIOS DA VIA						
Itens		Detalhamento		Status		Comentários
				A	NA	
4.1	Alcances Gerais	a)	As rotas e faixas de pedestres são adequadas para pedestre e ciclistas?			
		b)	Onde é necessário foram instalados gradis para direcionar os pedestres e ciclistas até faixas de pedestres ou passarelas?			
		c)	Facilidades para pedestres e ciclistas foram consideradas para a noite?			

Itens		Detalhamento		Status		Comentários
				A	NA	
4.2	Ciclistas	a)	Existem grades de segurança para bicicletas em buracos e bueiros?			
		b)	A ciclovia é contínua, isto é livre de pontos de estrangulamento e interrupções?			
		c)	A largura do pavimento é adequada para o número de ciclistas que usam a via?			
		d)	Existem separadores físicos entre a rodovia e a ciclovia?			
4.3	Pedestres	a)	As vias e os pontos de cruzamento são adequados para pedestres e ciclistas?			
		b)	Há um número adequado de faixas de pedestres ao longo da via?			
		c)	Em pontos de cruzamento, os gradis para pedestres estão orientados de modo que os pedestres sempre vejam o trânsito veicular?			
		d)	Existem provisões adequadas para idosos, deficientes, crianças, cadeiras de roda e carrinhos de bebê (Ex: corrimãos, calçadas e canteiro central, rampas, passarelas)?			
		e)	Existem passeios onde são necessários (Ex: pontes ou rampas)?			
		f)	A distância de visibilidade de parada é suficiente para que os condutores de caminhões possam ver de forma clara os pedestres em um cruzamento?			
4.4	Transporte Público	a)	As paradas de ônibus estão apropriadamente localizadas com distância suficiente da pista de rolamento a favor da segurança e visibilidade?			
		b)	Os refúgios e bancos das paradas de ônibus, são localizados de forma segura, permitindo uma adequada linha de visibilidade? Sua separação da via está correta?			
		c)	A altura e a forma do piso na parada de ônibus é adequada para pedestres e condutores de ônibus?			
4.5	Operários na via		Existem operários na via em posição de risco de acidentes?			
4.6	Sinalização		Existe sinalização instrutiva e educativa para orientar pedestres e ciclistas, principalmente nos pontos de conflito?			

5- SINALIZAÇÃO						
Itens		Detalhamento		Status		Comentários
				A	NA	
5.1	Sinalização Vertical	a)	Todas as placas de indicação, advertência e regulamentação estão colocadas e visíveis?			
		b)	A sinalização utilizada é correta para cada situação e cada placa é necessária?			
		c)	Existe sinalização redundante que possa confundir o condutor?			
		d)	Todas as placas são efetivas para todas as condições prováveis (por exemplo dia, noite, chuva, neblina, nascer ou pôr-do-sol, iluminação deficiente?)			
		e)	No caso de restrições de classe/tipo de veículos, todos são advertidos adequadamente?			
		f)	As placas são reflexivas ou estão iluminadas satisfatoriamente?			
		g)	As placas são visíveis sem camuflar-se com distrações de fundo ou adjacentes?			
		h)	Existe sinalização em falta ou sucateada?			
		i)	As placas estão colocadas de forma a não restringir a distância de visibilidade, particularmente para veículos em conversão?			
		j)	O projeto de sinalização cria confusões ou efeitos enganosos em semáforos ou na sinalização vertical?			
		k)	Os suportes de sinalização vertical, são frágeis ou protegidos por barreiras?			
5.2	Sinalização Horizontal	a)	O pavimento apresenta marcas excessivas?			
		b)	A sinalização horizontal se encontra em boas condições?			
		c)	É suficiente o contraste entre a sinalização e a cor do pavimento?			
		d)	Toda a sinalização horizontal necessária tem sido aplicada?			
		e)	Toda a sinalização horizontal está claramente visível e efetiva para as condições de tempo mais comuns?			

Itens		Detalhamento		Status		Comentários
				A	NA	
5.2	Sinalização Horizontal	f)	Antigas marcas do pavimento foram removidas?			
		g)	Estão demarcados o eixo central, os bordos e as faixas da via?			
		h)	São necessárias taxas? E caso foram instaladas, elas estão corretamente localizadas, com a cor correta e em boas condições?			
		i)	Foi instalada sinalização de bordo em relevo onde necessário?			
		j)	Os balizadores estão corretamente colocados, limpos e visíveis?			
		k)	Existe sinalização horizontal para controle e adequação da velocidade?			
5.3	Semáforo	a)	Os semáforos operam corretamente?			
		b)	O número e a localização dos visores são apropriados?			
		c)	Onde é necessário, foi previsto ajuda para pedestres cegos? (Ex. botões sonoros, marcas táteis)			
		d)	Onde é necessário foi previsto ajuda para pedestres idosos ou deficientes? (Ex: aumentar o tempo de verde ou uma fase exclusiva para pedestres?)			
		e)	O controlador do semáforo está em uma posição segura? (quer dizer, onde a possibilidade de ser atingido seja menos provávelmas o acesso para a sua manutenção seja mais seguro)?			
		f)	Problemas de visibilidade que poderiam ser causados pelo nascer ou pôr-do-sol foram considerados?			
		g)	Os visores dos semáforos estão protegidos de modo que podem ser vistos somente pelos condutores a que são destinados?			
		h)	São providos verde mínimo e vermelho geral?			
		i)	O plano de fases do semáforo é consistente com as interseções adjacentes?			

Itens		Detalhamento		Status		Comentários
				A	NA	
5.4	Delineadores e Tachões refletivos	a)	Os delineadores estão instalados de forma correta?			
		b)	Os delineadores são claramente visíveis? E com as cores corretas?			
		c)	Os delineadores nas defensas, nas barreiras de contenção e nos corrimãos das pontes são concordantes com os postes guias?			
		d)	O delineamento é adequado? Efetivo em todas as condições?			
		e)	Todos os caminhos dos veículos através das interseções estão delineados onde necessário?			

6- ILUMINAÇÃO						
Itens		Detalhamento		Status		Comentários
				A	NA	
6.1	Iluminação	a)	A iluminação instalada é adequada em interseções , rotatórias, travessias de pedestres e ciclistas, refúgios para pedestres, etc?			
		b)	Toda a iluminação está operando satisfatoriamente?			
		c)	Algumas características da via interrompem total ou parcialmente a iluminação (por exemplo árvores?)			
		d)	Os postes de iluminação são um risco no bordo da via?			
		e)	Foi considerada a possibilidade de instalar postes de material frágil ou com base deslizantes?			
		f)	Foi considerada a necessidade de iluminação especial?			
		g)	Os postes utilizados em todos os locais são do tipo apropriado e instalados corretamente (ex. base deslizante em altura correta, postes rígidos protegidos, se dentro da zona de obstáculos)?			
		h)	O projeto de iluminação apresenta zonas escuras?			
		i)	As luminárias irão provocar ofuscamento nos usuários das vias adjacentes?			

Itens		Detalhamento		Status		Comentários
				A	NA	
6.1	Iluminação	j)	Existem locais onde a iluminação pode interferir com semáforos ou sinalização vertical?			
		k)	Iluminação para placas/pórticos tem sido prevista quando necessária?			
		l)	A iluminação das vias adjacentes interfere na percepção do motorista a respeito da via?			
		m)	Existem iluminação nos empreendimentos lindeiros à rodovia que ofusquem a visão do condutor?			

7- OBJETOS FÍSICOS						
Itens		Detalhamento		Status		Comentários
				A	NA	
7.1	Zonas livres de obstáculos	a)	A zona livre está prevista de acordo com as normas?			
		b)	A largura da zona livre é superável pelos veículos?			
		c)	A largura da zona livre está livre de obstáculos?			
		d)	O tratamento é apropriado ou a proteção adequada para qualquer objeto dentro da zona livre?			
7.2	Barreiras de Segurança	a)	As barreiras de contenção estão instaladas onde necessárias de acordo com a norma?			
		b)	A largura entre a barreira de contenção e a linha de bordo é suficiente para alojar um veículo desgovernado?			
		c)	A extensão de cada barreira de segurança está adequada em cada instalação?			
		d)	Barreiras temporárias estão instaladas de acordo com a norma?			
7.3	Visibilidade de barreiras e gradis	a)	A delineação e a visibilidade das barreiras de contenção e gradis à noite são adequadas?			
		b)	Existe transição apropriada de uma defesa para outra?			
		c)	Fitas refletivas são usadas para delinear as defensas?			

8- PAVIMENTO									
Itens		Detalhamento		Status		Comentários			
				A	NA				
8.1	Defeitos no Pavimento	a)	O pavimento está livre de defeitos (buracos, rugosidade, fendas etc) os quais podem resultar em problemas de segurança (perda de controle etc)?						
		b)	A borda do pavimento apresenta um estado satisfatório?						
		c)	O desnível da transição entre a pista e o acostamento oferece segurança? Qual a altura observada?						
8.2	Material Solto		O pavimento apresenta material solto?						
8.3	Resistência a derrapagem	a)	O pavimento tem um resistência adequada ao deslizamento, particularmente em curvas, inclinações pronunciadas e aproximação a interseções?						
		b)	Foram realizados testes de resistência a derrapagem?						
8.4	Alagamentos		O pavimento está livre de zonas de alagamento ou lâminas de água, que possam gerar problemas de segurança?						

9- ACESSOS E DESENVOLVIMENTO ADJACENTES									
Itens		Detalhamento		Status		Comentários			
				A	NA				
9.1	Acessos	a)	Os entroncamentos e os acessos são adequados para todos os movimentos permitidos para veículos?						
		b)	O acesso está adequadamente desenhado para o uso do solo?						
		c)	Verificar o espaçamento adequado entre os acessos do mesmo lado da rua.						
		d)	Verificar os efeitos no padrão do tráfego						
		e)	Existem faixas de aceleração e desaceleração adequadas as velocidades operacionais, nos acessos observados?						
		f)	As distâncias entre os acessos consecutivos atendem às instruções normativas do órgão com circunscrição sobre a via?						

Itens		Detalhamento		Status		Comentários
				A	NA	
9.2	Bueiros	a)	Verificar se os bueiros de acesso estão protegidos adequadamente (garagem particular ou interseção com ruas).			
		b)	A largura dos bueiros é consistente com a largura da pista sob condições de aproximação?			
		c)	Existem defensas de proteção em pontes e em suas proximidades para proteger veículos que abandonem inesperadamente a pista?			
9.3	Pontes	a)	A largura das pontes é consistente com a largura da pista sob condições de aproximação?			
		b)	É conveniente instalar barreiras de contenção em pontes, e em suas proximidades, para proteger veículos que abandonem inesperadamente a pista?			
		c)	A conexão entre a barreira de contenção e a ponte é segura?			
		d)	Existe desnível na ponte que pode reduzir a eficácia das barreiras de contenção ou das defensas?			
		e)	Está proibida a pesca a partir da ponte? Se não, foi disponibilizado um lugar para a pesca segura?			

Legenda

A - Avaliado

NA - Não avaliado

