



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TÉCNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES E
GESTÃO TERRITORIAL

Luciano Kaesemodel

**Método Georreferenciado de Identificação de Trechos Concentradores de Acidentes
para Suporte à Tomada de Decisão em Relação à Fiscalização dos Limites de Velocidade
em Rodovias**

Florianópolis
2021

Luciano Kaesemodel

**Método Georreferenciado de Identificação de Trechos Concentradores de Acidentes
para Suporte à Tomada de Decisão em Relação à Fiscalização dos Limites de Velocidade
em Rodovias**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial.

Orientador: Prof. Dr. Amir Mattar Valente

Coorientador: Dr. Valter Zanela Tani

Florianópolis

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da
Biblioteca Universitária da UFSC.

Kaesemodel, Luciano

Método Georreferenciado de Identificação de Trechos Concentradores de Acidentes para Suporte à Tomada de Decisão em Relação à Fiscalização dos Limites de Velocidade em Rodovias / Luciano Kaesemodel ; orientador, Amir Mattar Valente, coorientador, Valter Zanela Tani, 2021.

184 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, Florianópolis, 2021.

Inclui referências.

1. Engenharia de Transportes e Gestão Territorial. 2. Acidentes de trânsito. 3. Trechos concentradores de acidentes. 4. Análise de cluster. 5. Segurança viária. I. Mattar Valente, Amir. II. Zanela Tani, Valter. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial. IV. Título.

Luciano Kaesemodel

**Método Georreferenciado de Identificação de Trechos Concentradores de Acidentes
para Suporte à Tomada de Decisão em Relação à Fiscalização dos Limites de Velocidade
em Rodovias**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. Amir Mattar Valente
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Lenise Grando Goldner
Universidade Federal de Santa Catarina

Dra. Camila Belleza Maciel Barreto

Dra. Silvana Croope
Universidade do Alabama

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial.

Profa. Dra. Ana Maria Benciveni Franzoni
Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Prof. Dr. Amir Mattar Valente
Orientador

Florianópolis, 2021.

Para meus pais...

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos à minha mãe Maria Salete e ao meu pai Paulo Roberto, pelo amor, incentivo e dedicação incondicional à minha formação pessoal e acadêmica.

À minha esposa Silvana e a minha filha Luísa, pelo amor, companheirismo e constante apoio em todos os momentos ao longo desses anos de mestrado.

A minha irmã Simone, pela amizade, incentivo e por estar sempre de braços abertos.

Ao Professor Dr. Amir Mattar Valente, pela confiança, amizade, por sua incansável dedicação à pesquisa e sua fantástica orientação.

Ao meu coorientador Dr. Valter Zanela Tani, pelo seu precioso conhecimento e suas opiniões criativas.

Gostaria de também agradecer aos colegas do Laboratório de Transportes e Logística (LabTrans/UFSC), pela amizade, convivência e colaboração. À Coordenação Geral de Operações Rodoviárias (CGPERT/DNIT) e toda a sua equipe. E ainda a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Reconhecimento especial à Universidade Federal de Santa Catarina, que me acolheu e me oportunizou o aprendizado em todas as fases da minha vida acadêmica e escolar.

"A necessidade é a mãe da invenção" (PLATÃO)

RESUMO

A velocidade incompatível e excessiva praticada pelos motoristas é indicada como o principal fator contribuinte para a incidência de acidentes de trânsito que resultam em mortes ou lesões graves. Estudos tem demonstrado que entre 40% e 50% das pessoas dirigem acima do limite de velocidade regulamentado para a via. Diante desses fatos, políticas de segurança viária têm estabelecido diretrizes para que os órgãos de trânsito busquem a redução dos acidentes causados pelo excesso de velocidade, bem como a mitigação dos seus efeitos, por meio do emprego de medidas de fiscalização, engenharia e educação. A fiscalização ostensiva realizada por equipamentos fixos é considerada uma estratégia eficiente em comunicar aos usuários da via a mensagem de que ultrapassar os limites máximos de velocidade é uma transgressão às normas de trânsito e não será tolerado qualquer que seja o local ou a hora. Considerando esses fatores, esta pesquisa objetiva a proposição de um método georreferenciado de identificação de trechos concentradores de acidentes para auxílio aos processos de seleção e priorização de locais para instalação e operação de equipamentos de fiscalização eletrônica dos limites máximos de velocidade. Para definição do método proposto, uma revisão sistemática de literatura foi realizada sobre trabalhos científicos relacionados à gestão da segurança viária que abordam técnicas de análise de padrões de associação espacial na identificação de trechos concentradores de acidentes considerados críticos. Em seguida da análise dos resultados dessa revisão sistemática, foi proposto um método para identificação de trechos concentradores de acidentes apoiado em técnicas georreferenciadas de *clustering* rígido baseadas na densidade dos acidentes ocorridos em uma determinada região. Sendo que, para o cômputo da densidade foram utilizadas medidas de desempenho de segurança relacionadas à severidade e ao custo socioeconômico dos acidentes. A partir dos trechos concentradores identificados, são propostas técnicas de classificação de risco e modelos de relatório de resultados a fim de apoiar os tomadores de decisão no exame e identificação de locais de interesse à ação de fiscalização do limite máximo de velocidade. Por fim, a exequibilidade do método desenvolvido é demonstrada com a apresentação dos resultados obtidos com um exemplo prático realizado a partir dos acidentes de trânsito registrados pela PRF entre os anos de 2017 e 2020 sobre a malha rodoviária federal de Santa Catarina.

Palavras-chave: Acidentes de trânsito. Trechos concentradores de acidentes. Análise de cluster. Segurança viária.

ABSTRACT

The inappropriate and excessive speed practiced by drivers is one of the main contributing factors to traffic crashes resulting in deaths or serious injuries. Studies have shown that between 40% and 50% of people drive above the regulated road speed limit. Faced with these facts, road safety policies have established guidelines for traffic agencies to seek the reduction of crashes caused by speeding, as well as the mitigation of its effects, by applying enforcement measures, engineering, and education. Traffic speed enforcement cameras are considered an efficient strategy in communicating to users of the road the message that exceeding the maximum speed limits is a violation of traffic regulations and will not be tolerated whatever the location or the hour. Considering all these factors, this research's objective is to propose a method for traffic crashes hotspot identification that aids the processes of selection and prioritization of locations for installation and operation of traffic speed enforcement cameras. To define the proposed method, a systematic literature review was carried out on scientific works related to the management of road safety that address techniques for analyzing patterns of spatial association in the identification of traffic crashes hotspot. After analyzing the results of this systematic review, a method was proposed for identifying traffic crashes hotspot through rigid clustering techniques based on the density of crashes that occurred in each region. For the density calculation, safety performance measures related to crashes severity and socioeconomic cost were applied. Based on the identified traffic crashes hotspot risk classification techniques and results reporting models are proposed to support decision makers in examination and identification of sites of interest to enforcement maximum speed limit. Finally, the feasibility of the method developed is demonstrated with the presentation of the results obtained with a practical example carried out from traffic crashes recorded by PRF between 2017 and 2020 on the federal road network of Santa Catarina.

Keywords: Traffic accidents. Traffic accident clusters. Cluster analyst. Road safety.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Número de mortes por causa principal de acidente (rodovias federais, 2020)	16
Figura 2 – Probabilidade de lesão fatal para um pedestre em um atropelamento	17
Figura 3 – Distância de parada em uma frenagem de emergência (veículo familiar)	35
Figura 4 – Ilustração da relação do Power model entre velocidade e segurança	36
Figura 5 – Número de vítimas fatais por tipo de usuário da via em acidentes ocorridos em rodovias federais em SC (2017-2020)	37
Figura 6 – Componentes de um SIG	53
Figura 7 – Etapas e atividades da revisão sistemática de literatura	57
Figura 8 – Termo de pesquisa utilizado na RSL	60
Figura 9 – Resultados do processo de busca e seleção dos estudos primários	62
Figura 10 – Funcionamento do método <i>Kernel Density Estimation</i>	70
Figura 11 – Aplicação do método de autocorrelação espacial por meio da técnica Moran I	71
Figura 12 – Processo do método <i>Peak Searching</i>	72
Figura 13 – Processo do método <i>Sliding Window</i>	72
Figura 14 – Diagrama do método <i>Space–Time Permutation Scan Statistic</i>	73
Figura 15 – Resultado de identificação de trechos concentradores de acidentes utilizando método baseados em trechos homogêneos	74
Figura 16 – Procedimento de <i>clustering</i> utilizando o algoritmo k-means	75
Figura 17 – <i>Clustering</i> de ocorrências de acidentes utilizando o algoritmo fuzzy C-means ...	76
Figura 18 – Procedimento de <i>clustering</i> utilizando o algoritmo DBSCAN	77
Figura 19 – Processo de <i>clustering</i> utilizando um algoritmo baseado em densidade	77
Figura 20 - Procedimento de <i>clustering</i> utilizando o algoritmo DTH3N	78
Figura 21 – Fluxograma das etapas do método	80
Figura 22 – Diagrama de relação entre as entidades de dados de acidente	82
Figura 23 – Diagrama entidades de dados de trechos de rodovia	83
Figura 24 – Exemplo dos critérios de análise das informações de localização das ocorrências de acidentes de trânsito	85
Figura 25 – Fluxograma do algoritmo de análise da consistência das informações de localização dos acidentes	87
Figura 26 – Fluxograma do algoritmo de <i>clustering</i> de regiões concentradores de acidentes	93
Figura 27 – Malha rodoviária coletada (SNV, versão 202104A)	100
Figura 28 – Acervo georreferenciado do SNV	101

Figura 29 – Dados abertos de acidentes georreferenciados da PRF.....	101
Figura 30 – Mapa das ocorrências dos acidentes de trânsito coletadas.....	103
Figura 31 – Valores UPS e CMP dos acidentes de trânsito coletados na Etapa 2.....	104
Figura 32 – Mapa dos clusters severidade considerados críticos (2017)	110
Figura 33 – Mapa dos clusters severidade considerados críticos (2018)	111
Figura 34 – Mapa dos clusters severidade considerados críticos (2019)	111
Figura 35 – Mapa dos clusters severidade considerados críticos (2020)	112
Figura 36 – Mapa dos clusters custo socioeconômico considerados críticos (2017).....	112
Figura 37 – Mapa dos clusters custo socioeconômico considerados críticos (2018).....	113
Figura 38 – Mapa dos clusters custo socioeconômico considerados críticos (2019).....	113
Figura 39 – Mapa dos clusters custo socioeconômico considerados críticos (2020).....	114
Figura 40 – Mapa dos trechos rodoviários de acordo com o nível de risco	115
Figura 41 – Mapa dos trechos rodoviários relacionados ao nível de risco Muito Alto.....	116
Figura 42 – Mapa dos trechos rodoviários relacionados ao nível de risco Alto.....	117
Figura 43 – Mapa dos trechos rodoviários relacionados ao nível de risco Médio	118
Figura 44 – Mapa dos trechos rodoviários relacionados ao nível de risco Baixo	119
Figura 45 – Mapa dos <i>clusters</i> severidade e custo socioeconômico de risco crítico.....	121

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação do trabalho de acordo categorias de pesquisa científica	21
Quadro 2 – Sinistros de trânsito de acordo com presença ou não de vítimas.....	24
Quadro 3 – Indicadores para estatística de trânsito – parâmetros absolutos	24
Quadro 4 – Classificação de tipos de sinistro de trânsito	29
Quadro 5 – Componentes de custo dos acidentes nas rodovias federais (2014).....	33
Quadro 6 – Orçamento estimado edital 168/2016 do PNCV	48
Quadro 7 – Palavras-chave utilizadas na revisão sistemática de literatura	59
Quadro 8 – Lista de trabalhos acadêmicos selecionados na RSL.....	63
Quadro 9 – Síntese dos dados dos trabalhos acadêmicos selecionados na RSL	64
Quadro 10 – Correção das constantes do Custo Médio Padrão do acidente	83
Quadro 11 – Algoritmo de análise da consistência das informações de localização dos acidentes	85
Quadro 12 – Algoritmo de <i>clustering</i> de regiões de concentração de acidentes.....	90
Quadro 13 – Matriz de risco: número de acidentes por severidade ou custo socioeconômico	95
Quadro 14 – Algoritmo de identificação de <i>clusters</i> de risco crítico (severidade e custo socioeconômico).....	96
Quadro 15 – Quantidade de <i>clusters</i> por nível de risco.....	108
Quadro 16 – Relação dos quinze municípios com maior quantidade de <i>clusters</i> por nível de risco	109
Quadro 17 – Relação dos dez primeiros <i>clusters</i> identificados no nível de risco Muito Alto	116
Quadro 18 – Relação dos dez primeiros <i>clusters</i> identificados no nível de risco Alto	117
Quadro 19 – Relação dos dez primeiros <i>clusters</i> identificados no nível de risco Médio.....	118
Quadro 20 – Relação dos dez primeiros <i>clusters</i> identificados no nível de risco Baixo.....	119
Quadro 21 – Relação de <i>clusters</i> severidade e custo socioeconômico de risco crítico	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Peso atribuído ao acidente	32
Tabela 2 – Diferentes modelos de peso para o nível de gravidade do acidente	33
Tabela 3 – Custo de acidentes por gravidade: rodovias federais brasileiras (2014).....	34
Tabela 4 – Número de publicações encontradas por base de dados pesquisada	61
Tabela 5 – Síntese da coleta de dados da malha rodoviária (SNV, versão 202104A)	102
Tabela 6 – Síntese da coleta de dados de acidentes de trânsito.....	102
Tabela 7 – Resumo dos resultados da análise das informações de localização dos acidentes	105
Tabela 8 – Quantidade de acidentes em relação a análise do critério da distância espacial ..	105
Tabela 9 – Resumo dos resultados da identificação dos <i>clusters</i> de acidentes	106
Tabela 10 – Quantidade de <i>clusters</i> em função da combinação de densidades	107
Tabela 11 – Quantidade de <i>clusters</i> por rodovia federal de SC	108
Tabela 12 – Resumo da análise do risco crítico	114

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3N	<i>Natural Nearest Neighbor</i>
AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEDE	Análise exploratória de dados espaciais
AFDB	<i>African Development Bank</i>
AHP	<i>Analytical Hierarchy Process</i>
ATE	<i>Automated Traffic Enforcement</i>
BAT	Boletim de Acidente de Trânsito
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CMP	Custo Médio Padrão
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DAT	Declaração de Acidente de Trânsito
DBSCAN	<i>Density Based Spatial Clustering of Application with Noise</i>
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
DFT	<i>Department of Transportation</i>
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DPVAT	Danos Pessoais por Veículos Automotores Terrestres
DTH3N	<i>Distance Threshold Based on Natural Nearest Neighbor</i>
ECMT	<i>European Conference of Ministers of Transport</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDS	Indicador de Desempenho em Segurança
IPCA	Índice de Preço ao Consumidor Amplo
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
iRAP	<i>International Road Assessment Programme</i>
ITF	<i>International Transport Forum</i>
KSI	<i>Killed or Seriously Injured Collisions</i>
MT	Ministério dos Transportes
NBR	Norma Brasileira

OMS	Organização Mundial da Saúde
PARE	Programa de Redução de Acidentes no Trânsito
PIARC	<i>World Road Association</i>
PMSR	Programa para Tratamento de Segmentos Críticos
PNATRANS	Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito
PNCV	Programa Nacional de Controle Eletrônico de Velocidade
PRF	Polícia Rodoviária Federal
RAP	<i>Road Assessment Programme</i>
RENAEST	Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito
RSI	<i>Road Safety Inspection</i>
RSIA	<i>Road Safety Impact Assessment</i>
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SENATRAN	Secretaria Departamento Nacional de Trânsito
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SNT	Sistema Nacional de Trânsito
SNV	Sistema Nacional de Viação
SQL	<i>Structured Query Language</i>
TRB	<i>Transportation Research Board</i>
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UN	<i>United Nations</i>
VMDA	Volume Médio Diário Anual
WHO	<i>World Health Organization</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

\in	Pertence a
\notin	Não pertence a
\nexists	Não existe
\cap	Interseção
\cup	União
\leftarrow	Recebe

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	FOMULAÇÃO DO PROBLEMA	18
1.2	OBJETIVOS	19
1.2.1	Objetivo Geral.....	19
1.2.2	Objetivos Específicos	19
1.3	JUSTIFICATIVA	20
1.4	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	20
1.5	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1	ACIDENTES DE TRÂNSITO	23
2.1.1	Visão Geral das Fontes de Dados de Acidentes de Trânsito Rodoviários	25
2.1.2	Fatores Contribuintes aos Acidentes de Trânsito.....	27
2.1.2.1	<i>Fatores Humanos.....</i>	28
2.1.2.2	<i>Fatores Viário-Ambientais</i>	28
2.1.2.3	<i>Fatores Veiculares.....</i>	29
2.1.3	Tipologia dos Acidentes de Trânsito.....	29
2.1.4	Unidade Padrão de Severidade.....	31
2.1.5	Custos Associados aos Acidentes de Trânsito	33
2.1.6	Influência da Velocidade na Ocorrência e na Gravidade de Acidentes	35
2.2	TRECHOS CONCENTRADORES DE ACIDENTES DE TRÂNSITO.....	37
2.2.1	Indicadores de Desempenho da Segurança	39
2.2.2	Identificação de Trechos Críticos em Acidentes de Trânsito	39
2.2.2.1	<i>Métodos Numéricos</i>	40
2.2.2.1.1	Métodos Numéricos Absolutos	40
2.2.2.1.2	Métodos Numéricos Relativos.....	40
2.2.2.2	<i>Métodos Estatísticos</i>	41

2.2.2.3	<i>Avaliação de Impacto na Segurança Viária</i>	42
2.2.2.4	<i>Auditoria de Segurança Viária</i>	43
2.2.2.5	<i>Inspeção de Segurança Viária</i>	43
2.2.2.6	<i>Programas de Avaliação Viária</i>	44
2.3	GESTÃO DA VELOCIDADE	45
2.4	PROGRAMA NACIONAL DE CONTROLE DE VELOCIDADE – PNCV	47
2.4.1	Requisitos Técnicos para Fiscalização da Velocidade	49
2.4.2	Sistema Nacional de Viação	51
2.5	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICAS	52
2.5.1	Análise Exploratória de Dados Espaciais	53
2.5.2	Ferramentas para Processamento de Dados Espaciais	54
2.5.2.1	<i>PostGIS</i>	54
2.5.2.2	<i>QGIS</i>	55
3	REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA	56
3.1	DEFINIÇÃO DO PROCESSO DE REVISÃO SISTEMÁTICA	56
3.2	ETAPA 1 – PLANEJAMENTO DA REVISÃO	57
3.2.1	Formulação das Questões de Pesquisa	58
3.2.2	Desenvolvimento do Protocolo de Revisão	58
3.3	ETAPA 2: REALIZAÇÃO DA REVISÃO	61
3.3.1	Busca e Seleção dos Estudos Primários	61
3.3.2	Extração dos Dados e Informações	62
3.3.3	Sumarização e Síntese dos Dados	62
3.4	ETAPA 3: RELATÓRIO	67
3.4.1	Métodos de Identificação de Trechos Concentradores de Acidentes	69
3.4.1.1	<i>Métodos Estatísticos</i>	69
3.4.1.2	<i>Métodos Baseados em Trechos Homogêneos</i>	73
3.4.1.3	<i>Métodos Baseados em Análise de Cluster</i>	74

4	DESCRIÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO.....	79
4.1	FLUXOGRAMA DO MÉTODO	80
4.2	ETAPA 1: DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	81
4.3	ETAPA 2: COLETA E FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS	81
4.4	ETAPA 3: ANÁLISE DOS DADOS DE LOCALIZAÇÃO DOS ACIDENTES	84
4.5	ETAPA 4: IDENTIFICAÇÃO DOS CLUSTERS DE ACIDENTES.....	88
4.6	ETAPA 5: ANÁLISE DOS CLUSTERS DE ACIDENTES.....	94
4.6.1	Nível de Risco	94
4.6.2	Risco Crítico	95
4.7	ETAPA 6: RELATÓRIO DE RESULTADOS	97
5	DEMONSTRAÇÃO DA APLICABILIDADE DO MÉTODO PROPOSTO ...	99
5.1	ETAPA 1: DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	99
5.2	ETAPA 2: COLETA E FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS	100
5.3	ETAPA 3: ANÁLISE DOS DADOS DE LOCALIZAÇÃO DOS ACIDENTES	104
5.4	ETAPA 4: IDENTIFICAÇÃO DOS CLUSTERS DE ACIDENTES.....	105
5.5	ETAPA 5: ANÁLISE DOS CLUSTERS DE ACIDENTES.....	107
5.5.1	Nível de Risco	107
5.5.2	Risco Crítico	110
5.6	ETAPA 6: RELATÓRIO DE RESULTADOS	114
5.6.1	Níveis de Risco.....	115
5.6.2	Risco Crítico	120
6	CONCLUSÕES.....	122
6.1	LIMITAÇÕES	124
6.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	124
	REFERÊNCIAS.....	126
	APÊNDICE A – Relação de Clusters Identificados no Nível de Risco	
	Muito Alto.....	135

APÊNDICE B – Relação de Clusters Identificados no Nível de Risco Alto.....	146
APÊNDICE C – Relação de Clusters Identificados no Nível de Risco Médio	153
APÊNDICE D – Relação de Clusters Identificados no Nível de Risco Baixo	159
ANEXO A – Descrição das Variáveis de Dados de Ocorrências de Acidente de Trânsito da PRF.....	174
ANEXO B – Descrição das Variáveis de Dados do SNV.....	177

1 INTRODUÇÃO

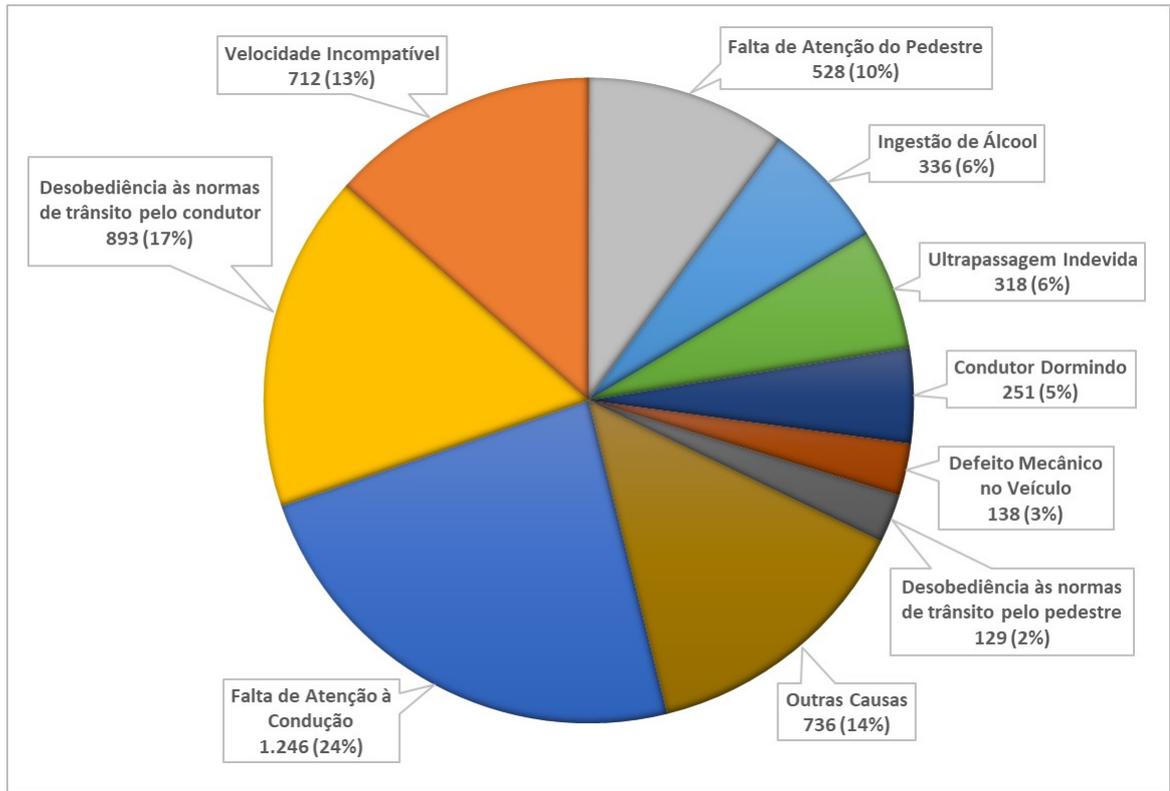
A velocidade é um fator importante no transporte. Os efeitos da velocidade, tanto positivos quanto negativos, tornam a velocidade um tema de discussão central no desenvolvimento de políticas públicas relacionadas ao trânsito. As velocidades afetam diretamente a mobilidade de pessoas e mercadorias que viajam de um local para outro (ITF, 2018).

Os usuários dos meios de transporte geralmente desejam um nível elevado de mobilidade, de forma que a possibilidade de viajar rapidamente por via aérea, ferroviária ou rodoviária tornou-se uma necessidade para a sociedade. Observa-se que o tempo de viagem está diretamente relacionado com a velocidade, especialmente em áreas rurais, de forma que um equilíbrio entre mobilidade, segurança e aspectos ambientais deve ser encontrado (ITF, 2018).

O estabelecimento dos limites de velocidade reflete a tentativa dos tomadores de decisão de alcançar um equilíbrio apropriado entre os objetivos da mobilidade rodoviária (tempo de viagem) e os objetivos sociais de segurança (riscos). No âmbito da segurança, a imposição destes limites visa evitar a ocorrência de acidentes de trânsito e, também, mitigar os efeitos das colisões. Muitos fatores, além da velocidade, afetam a segurança no trânsito, tais como dirigir sob a influência de álcool ou outras drogas, uso do cinto de segurança, geometria da via e clima. No entanto, a velocidade tem demonstrado desempenhar um papel importante. (TRB, 1998).

De acordo com estudos realizados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2020), entre os anos de 2007 e 2018, o Brasil registrou 479.857 mortes no trânsito, com um custo socioeconômico estimado em R\$ 1,584 trilhão. Somente nas rodovias federais, a Polícia Rodoviária Federal (PRF), em 2020, contabilizou 63.447 acidentes que causaram a morte de 5.287 pessoas e provocaram ferimentos em outras 25.341 pessoas. A velocidade incompatível e a desobediência às normas de trânsito, somadas, representaram o maior fator contribuinte às mortes nas rodovias (30,4%) e a segunda maior causa de ocorrência de acidentes (23,1%).

Figura 1 – Número de mortes por causa principal de acidente (rodovias federais, 2020)

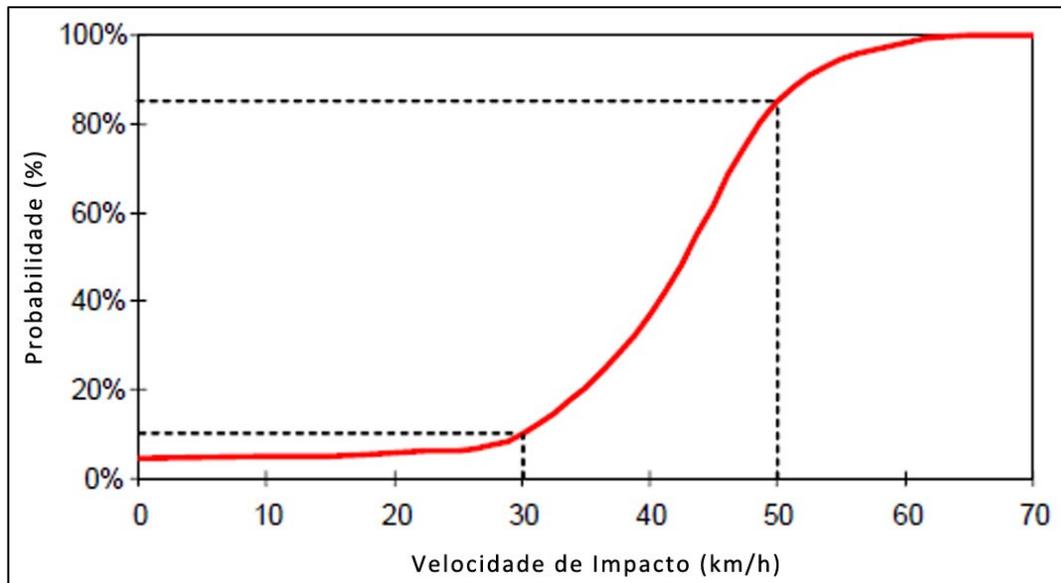


Fonte: Adaptado de Polícia Rodoviária Federal (2021)

Bowie e Waltz (1994) constataram que a velocidade está diretamente relacionada à gravidade da lesão em um acidente de trânsito em função da mudança na velocidade que ocorre em um acidente. Na maioria dos acidentes graves e fatais, as lesões são causadas em razão da aplicação, por alguma parte do veículo, de cargas e acelerações superiores às que o corpo pode tolerar (WHO, 2004).

Nesses casos, o risco de ferimentos graves é ainda maior quando um veículo atinge um pedestre, o mais vulnerável dos usuários da via. O risco de mortalidade para pedestres aumenta consideravelmente à medida que as velocidades de impacto aumentam, com o rápido aumento começando em velocidades muito baixas (TRB, 1998). A tolerância do pedestre, às lesões decorrentes de um atropelamento em um acidente de trânsito, será excedida se o veículo estiver viajando a mais de 30 km/h (TINGVALL e HAWORTH, 1999). A Figura 2 mostra a probabilidade de uma lesão ser fatal para um pedestre atropelado por um veículo. A pesquisa indica que 90% dos pedestres sobrevivem quando atropelados por um veículo a velocidades de 30 km/h, enquanto apenas 20% sobrevivem a velocidades de 50 km/h.

Figura 2 – Probabilidade de lesão fatal para um pedestre em um atropelamento



Fonte: Adaptado de European Conference of Ministers of Transport (2006)

No campo da gestão da segurança viária, são observadas diversas iniciativas em prol da redução dos acidentes de trânsito. No âmbito global, destacam-se as ações promovidas pela Organização das Nações Unidas e pela Organização Mundial da Saúde (OMS) relacionadas as proclamações das Décadas de Ação para a Segurança no Trânsito (2011-2020 e 2021-2030) e do estabelecimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (UN, 2010; UN, 2015, UN 2020). Tais iniciativas objetivam a estabilização e, em seguida, a redução do nível previsto de fatalidades e ferimentos no trânsito em todo o mundo em pelo menos 50% até o ano de 2030.

No Brasil, o Congresso Nacional, em 2018, criou o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS) e estabeleceu um prazo de dez anos, de 2019 a 2028, para que o país reduza em, no mínimo, metade o índice nacional de mortos por grupo de veículos e o índice nacional de mortos por grupo de habitantes (CONTRAN, 2018).

Em consonância com as políticas de segurança no trânsito, órgãos de trânsito de diversos países têm empregado tecnologias de fiscalização eletrônica de velocidade como parte de uma estratégia de persuadir os condutores a cumprir os limites de velocidade regulamentados e assim promover a redução da quantidade e da severidade dos acidentes. Essas tecnologias, também são comumente utilizadas com controladores de tráfego semafóricos, visando a redução das taxas de colisões e de atropelamentos (DFT, 2006; NEWSTEAD, 2016. LI *et. al.*, 2020).

No Brasil, no que concerne a malha rodoviária federal, a realização da fiscalização do cumprimento das normas de trânsito são competências atribuídas ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e a PRF. Nesse sentido, o DNIT, em 2009,

instituiu o Programa Nacional de Controle Eletrônico de Velocidade (PNCV), objetivando a redução da frequência das ocorrências e da severidade dos acidentes de trânsito mediante a instalação e operação de equipamentos de fiscalização eletrônica em trechos críticos definidos a partir de estudos de engenharia (DNIT, 2009).

Tais estudo de engenharia, de acordo com o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2020), são definidos como Estudos ou Levantamentos Técnicos e sua elaboração é um requisito técnico obrigatório para a atividade de fiscalização da velocidade de veículos realizada por meio do uso de instrumentos ou equipamentos de aferição do tipo fixo. O CONTRAN, também, define trecho crítico como o segmento de via inscrito em área circular que concentre número de acidentes com mortes e lesões no trânsito considerado significativo pela autoridade de trânsito com circunscrição sobre a via.

O gerenciamento de trechos críticos tem uma longa tradição na engenharia de tráfego. A identificação e acompanhamento rotineiro desses trechos são práticas largamente empregadas pelos gestores de infraestrutura na aplicação de contramedidas de engenharia que visam a redução da incidência e da criticidade dos acidentes causados por fatores advindos da infraestrutura viária (ELVIK, 2007). As ações relacionadas à fiscalização da conduta dos motoristas, especialmente no que concerne o excesso de velocidade, são vistas como atividades de patrulhamento viário que influenciam na frequência dos acidentes e, portanto, são abordadas como uma das opções de contramedidas para tratamento de trechos previamente identificados como críticos (AASHTO, 2010).

Considerando a conjuntura apresentada, o presente trabalho visa a elaboração de um método especializado na identificação de trechos concentradores de acidentes que auxilie nos processos de seleção e priorização de locais para instalação e operação de equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade.

1.1 FOMULAÇÃO DO PROBLEMA

O programa PNCV, atual (Edital 168/2016), prevê a instalação e operação escalonada de equipamentos de fiscalização eletrônica para monitoramento de 8.015 faixas de tráfego de rodovias federais sob a circunscrição do DNIT, sendo distribuídos em 24 lotes que abrangem todas as Unidades da Federação e o Distrito Federal (DNIT, 2017).

De acordo com o Sistema Nacional de Viação (SNV) vigente, estão jurisdicionados ao DNIT cerca de 68 mil quilômetros de rodovias federais, sendo 61 mil quilômetros pavimentados e 7 mil quilômetros não pavimentados (DNIT, 2021).

Para cumprimento às normas e regulamentos no âmbito da fiscalização dos limites máximos de velocidade, por meio de equipamento ou instrumento de aferição, o DNIT deve realizar estudos técnicos específicos para a instalação dos dispositivos, além disso, deve elaborar estudos técnicos periódicos para monitorar a eficácia da ação de fiscalização e, caso oportuno, orientar o remanejamento de equipamentos para novo local.

Tendo em vista que compete aos técnicos do DNIT, responsáveis pela área de operações rodoviárias, a realização das atividades de controle da implantação, distribuição e supervisão dos equipamentos destinados ao controle viário do programa PNCV (DNIT, 2016), chega-se as questões que nortearão este trabalho, as quais visam o desenvolvimento de procedimentos para a realização de atividades de análise da malha rodoviária, por meio de registros de acidentes de trânsito, e de identificação de locais de interesse à ação de fiscalização do limite máximo de velocidade regulamentado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal desta pesquisa é desenvolver um método georreferenciado de identificação de trechos concentradores de acidentes para suporte à tomada de decisão em relação à fiscalização dos limites máximos de velocidade regulamentados em rodovias.

1.2.2 Objetivos Específicos

A partir do objetivo geral desta pesquisa, os seguintes objetivos específicos são estabelecidos:

- a) identificar e avaliar procedimentos de identificação e priorização de trechos críticos;
- b) identificar e analisar algoritmos de agrupamento de dados espaciais;
- c) estabelecer critérios para verificação da qualidade dos dados georreferenciados;
- d) elaborar procedimento para identificação de regiões de concentração de acidentes;
- e) propor indicadores que permitam o ranqueamento das regiões de concentração identificadas.

1.3 JUSTIFICATIVA

A identificação e classificação dos trechos viários problemáticos quanto à segurança é a primeira etapa de qualquer programa de melhoria na segurança rodoviária associada à circulação de veículos. Os métodos de identificação dos trechos de acumulação de acidentes objetivam determinar os sítios que estejam associados a níveis de segurança viária que ponham em risco seus usuários, sejam eles motoristas, passageiros, pedestres ou ciclistas, ou ainda determinar trechos da malha viária que apresentam padrões de acidentes iguais ou superiores a uma referência pré-estabelecida, trechos conhecidos como pontos, trechos ou segmentos críticos (DNIT, 2009; GHADI e TÖRÖK, 2019).

Montella (2010) destaca que erros na identificação de trechos críticos (*black spots*, em inglês) podem resultar no uso ineficiente dos recursos destinados à melhoria da segurança viária e, portanto, podem reduzir a eficácia global do processo de gerenciamento de segurança.

A proposição da elaboração de um método georreferenciado de identificação de trechos concentradores de acidentes para suporte à tomada de decisão em relação à fiscalização dos limites de velocidade em rodovias objetiva explorar, na atual realidade das rodovias brasileiras, o potencial dos dados georreferenciados de acidentes de trânsito por meio do uso de sistemas de informações geográficas (SIG), visando auxiliar os técnicos de órgãos de trânsito no exercício das atividades de planejamento, operação e fiscalização do sistema viário.

1.4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Os objetivos desta dissertação de mestrado são almejados por meio da realização de uma pesquisa científica. De acordo com Luz, Luz e Corrêa (2012, p. 10):

A pesquisa científica pode ser conceituada como um conjunto de procedimentos sistemáticos, baseado no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para problemas propostos, mediante a utilização de métodos científicos.

A pesquisa científica objetiva fundamentalmente contribuir para a evolução do conhecimento humano e desenvolvimento em todos os setores, inclusive na área das engenharias, sendo sistematicamente planejada e executada segundo rigorosos critérios de processamento das informações.

O planejamento de uma pesquisa depende tanto do problema a ser estudado, da sua natureza e situação espaço-temporal em que se encontra, quanto da natureza e nível de conhecimento do investigador, o que resulta em um número sem fim de tipos de pesquisa (KÖCHE, 2011).

De acordo com Prodanov e Freitas (2013) existem várias maneiras de classificar as pesquisas científicas, sendo que as formas clássicas as categorizam de acordo com a sua natureza, forma de abordagem do problema, objetivos e procedimentos técnicos.

Dentro desse contexto, visando melhor compreensão deste trabalho, o Quadro 1 apresenta a classificação desta pesquisa considerando as classificações apresentadas por Prodanov e Freitas (2013).

Quadro 1 – Classificação do trabalho de acordo categorias de pesquisa científica

Classificação	Descrição
Natureza	Pesquisa aplicada: objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais.
Abordagem do problema	Pesquisa quantitativa: considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-los e analisá-los. Pode requerer o uso de recursos e de técnicas estatísticas.
Objetivos	Pesquisa exploratória: visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses.
Procedimentos técnicos	<p>Pesquisa bibliográfica: elaborada a partir de material já publicado, constituído principalmente de livros, revistas, publicações em periódicos e artigos científicos, jornais, boletins, monografias, dissertações, teses, material cartográfico, internet, com o objetivo de colocar o pesquisador em contato direto com todo material já escrito sobre o assunto da pesquisa.</p> <p>Pesquisa experimental: determina-se um objeto de estudo, selecionam-se as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definem-se as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.</p> <p>Pesquisa Ex-Post-Facto: o "experimento" se realiza depois dos fatos, analisa situações que se desenvolveram naturalmente após algum acontecimento, busca-se saber quais os possíveis relacionamentos entre as variáveis.</p>

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A apresentação do trabalho está organizada da seguinte forma:

- a) **Capítulo 1 – Introdução:** apresenta brevemente o conceito do estabelecimento de limites de velocidade relacionado à gravidade da acidentalidade no trânsito e o emprego de tecnologias de fiscalização eletrônica de velocidade, visando integrar o leitor ao problema e aos objetivos da pesquisa;
- b) **Capítulo 2 – Fundamentação teórica:** expõe conceitos e definições relevantes para o trabalho acerca dos acidentes de trânsito e suas fontes de dados, dos trechos concentradores de acidentes de trânsito, da gestão da velocidade, do

Programa Nacional de Controle de Velocidade, dos aspectos regulamentares da fiscalização dos limites de velocidade e do uso de SIG para identificação de padrões de associação espacial;

- c) **Capítulo 3 – Revisão sistemática de literatura:** descreve e apresenta os resultados de uma revisão sistemática de literatura acerca do estado da arte mundial em técnicas de análise exploratória de dados espaciais que visam a identificação de trechos concentradores de acidentes;
- d) **Capítulo 4 – Descrição do método proposto:** apresenta o método georreferenciado de identificação de trechos concentradores de acidentes para suporte à tomada de decisão em relação à fiscalização dos limites de velocidade em rodovias;
- e) **Capítulo 5 – Demonstração da aplicabilidade do método proposto:** apresenta os resultados obtidos com a realização de um exemplo prático visando a demonstração da aplicabilidade do método;
- f) **Capítulo 6 – Considerações finais:** Apresenta as conclusões da pesquisa e sugestões para novas pesquisas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo está dividido em cinco partes. A primeira conceitua os acidentes de trânsito e descreve as fontes de dados de ocorrências registradas em rodovias federais. A segunda parte trata de questões relacionadas aos trechos concentradores de acidentes. A terceira contextualiza a gestão da velocidade e os efeitos negativos de velocidades excessivas e inadequadas. A quarta apresenta o programa PNCV executado pelo DNIT e os aspectos regulamentares relacionados à fiscalização eletrônica dos limites de velocidade. Por fim, a quinta parte aborda definições e conceitos em torno do uso de SIG, com viés mais específico para os recursos tecnológicos e técnicas de identificação de padrões de associação espacial.

2.1 ACIDENTES DE TRÂNSITO

Segundo a OMS (2012), um acidente de trânsito é uma “colisão ou incidente que envolva pelo menos um veículo em movimento, trafegando em uma via pública (ou privada, desde que o público tenha acesso a ela). Incluem-se nessa categoria: colisões entre dois ou mais veículos automotores, entre veículos e pedestres, entre veículos automóveis e animais ou obstáculos fixos, entre veículos rodoviários e ferroviários, ou envolvendo apenas o veículo automotor. Colisões entre mais de um veículo são contabilizadas como apenas um acidente quando colisões sucessivas aconteçam dentro de um curto período”.

O DNER (1997) define um acidente de trânsito como uma “ocorrência resultante da perda de estabilidade de um veículo, colisão entre veículos, pedestres e/ou animais, com danos materiais humanos e ao meio ambiente”.

Já de acordo com a Norma Brasileira – NBR 10697:2020 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2020), o termo acidente de trânsito passa a ser chamado de sinistro de trânsito ou incidente de trânsito. O sinistro de trânsito é definido como um evento que resulta em dano ao veículo ou a sua carga e/ou em lesões e/ou animais, e que possa trazer dano material ou prejuízos ao trânsito, à via ou ao meio ambiente, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou em área abertas ao público. Já o incidente de trânsito é um evento que não resulta em vítima ou dano material, mas que traz prejuízos ao trânsito, ou à via ou ao meio ambiente.

Conforme a ABNT (2020), os sinistros de trânsito podem ser divididos em três categorias de acordo com presença ou não de vítimas: sinistro de trânsito sem vítimas, sinistro

de trânsito com vítima não fatal, sinistro de trânsito com vítima fatal. As características de cada uma das categorias são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Sinistros de trânsito de acordo com presença ou não de vítimas

Categoria do sinistro de trânsito	Descrição
Sem vítimas	aquele que não resulte em vítima, mas que traga dano material ou prejuízos ao trânsito, à via ou ao meio ambiente
Com vítima não fatal	aquele que não resulte em vítima fatal
Com vítima fatal	aquele que resulte em vítima morrendo imediatamente ou em até 30 dias, como resultados do acidente ou suas complicações

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2020)

A NBR 10697 (ABNT, 2020) também define indicadores para estatísticas de trânsito por meio de parâmetros absolutos periódicos (anual, mensal, semanal, diário) e regionais (estado, município, local, via), organizados em 12 categorias. As características de cada uma delas são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Indicadores para estatística de trânsito – parâmetros absolutos

Categoria do indicador para estatística de trânsito	Descrição
Sinistros de trânsito	número de sinistros de trânsito
Sinistros de trânsito com vítima	número de sinistros de trânsito ocorridos em um período determinado, de acordo com registros oficiais, que resulte em ofensa corporal ou a saúde de outrem
Sinistros de trânsito sem vítima	número de sinistros de trânsito sem vítimas
Vítimas fatais	número de vítimas fatais decorrentes de sinistros de trânsito
Vítimas não fatais	número de vítimas não fatais decorrentes de sinistros de trânsito
Frota registrada	total de veículos automotores por tipo, de acordo com legislação vigente
Condutores habilitados	total de condutores legalmente habilitados por categoria
Infrações de trânsito (multas)	quantidade de autos de infrações por tipo de veículo e por tipo de enquadramento
Volume de tráfego	quantidade por tipo de veículos que transitam por uma via em determinado período
Perfil da vítima	dados demográficos que permitam caracterizar sem identificar os envolvidos nos sinistros de trânsito
Quilômetros percorridos	quantidade de quilômetros percorridos por um veículo específico, por uma frota ou em um trecho
Período do dia	madrugada, manhã, tarde ou noite

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2020)

No que tange a malha rodoviária do Brasil, compete à PRF executar serviços de atendimento de acidentes nas rodovias federais, realizar perícias, levantamentos de locais, boletins de ocorrências, investigações, testes de dosagem alcoólica e outros procedimentos

estabelecidos em leis e regulamentos, imprescindíveis à elucidação dos acidentes de trânsito (BRASIL, 1995).

As informações, acerca das ocorrências de acidentes de trânsito em rodovias federais, são registradas pela PRF em sistema de informação próprio e periodicamente divulgadas em seu sítio na Internet por meio de planilhas de dados (PRF, 2021), as quais serão explicadas a seguir.

2.1.1 Visão Geral das Fontes de Dados de Acidentes de Trânsito Rodoviários

Informações básicas sobre acidentes de trânsito são coletadas todos os dias na maioria dos países. Policiais escrevem relatórios sobre acidentes reportados. Seguradoras documentam os acidentes em que seus clientes se envolveram. Os profissionais da saúde mantêm registros médicos de lesões tratadas e fatais. Geralmente, o principal objetivo de documentar essas informações é subsidiar instituições na tarefa de realizar suas funções específicas – tais como investigar, fiscalizar o cumprimento da legislação vigente ou prestar cuidados de saúde. Embora esses dados possam ser úteis a organizações específicas, eles não podem ser usados para identificar riscos, planejar intervenções ou avaliar os resultados de forma global, a menos que estejam devidamente codificados, alimentados em um sistema informatizado de banco de dados, processados, analisados e divulgados aos atores envolvidos (OMS, 2012).

No âmbito da segurança viária, os engenheiros do setor de transportes são os usuários mais comuns de bases de dados policiais de acidentes de trânsito, uma vez que as utilizam para identificar pontos de alto risco da rede viária e, por conseguinte, realizar investigações e análises aprofundadas para identificação os prováveis fatores de risco específicos ao local e, finalmente, determinar a engenharia rodoviária adequada ou medidas de gerenciamento de trânsito para reduzir os riscos desses pontos. Esse tipo de investigação se beneficia de uma base de dados de acidentes de trânsito computadorizada que registra precisamente o local de cada acidente – se possível, por meio de coordenadas espaciais (OMS, 2012).

No Brasil, o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2020), no intuito de subsidiar o desenvolvimento de estudos, pesquisas e ações que visem à melhoria da segurança no trânsito no país, instituiu o Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito (RENAEST). Um sistema para registro, gestão e controle de dados e informações sobre acidentes e estatísticas de trânsito, coletados pelos órgãos que compõem o Sistema Nacional

de Trânsito (SNT) e pelos demais órgãos e entidades que efetuam o registro de acidentes de trânsito, que apuram suas circunstâncias ou prestam atendimento às suas vítimas.

Tal sistema visa consolidar os dados sobre acidentes de trânsito em uma base nacional unificada, organizada e mantida pela Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN). No entanto, o sistema RENAEST encontra-se em fase de implantação, iniciada em agosto de 2020 com conclusão planejada para setembro de 2022, de forma que seus dados ainda não estão disponíveis para consulta (DENATRAN, 2021).

Acerca dos acidentes de trânsito ocorridos em rodovias federais, a PRF realiza o registro dos boletins de ocorrência por meio de dois procedimentos: o Boletim de Acidente de Trânsito (BAT) e a Declaração de Acidente de Trânsito (DAT).

O BAT é o documento no qual a PRF registra os acidentes de trânsito, ocorridos em rodovias federais, caracterizados como relevantes, tais como: acidentes que deixaram vítimas (lesionadas ou mortas), acidentes envolvendo produto perigoso, acidentes que causem danos ao meio ambiente, entre outros. Este documento serve, por exemplo, para dar entrada nos seguros dos veículos, caso possuam, e no seguro de Danos Pessoais por Veículos Automotores Terrestres (DPVAT), na hipótese de o acidente ter deixado feridos ou mortos. (PRF, 2021).

O DAT é o registro feito no sítio da PRF, por qualquer condutor envolvido, de acidente de trânsito ocorrido em rodovia federal que não se enquadre como acidente relevante, caracterizado por pelo menos uma das seguintes situações:

- a) vítima (lesionada ou morta);
- b) danos a bens públicos não concedidos à iniciativa privada (como veículos oficiais, sinalizações, mobiliário, entre outros);
- c) danos ao meio ambiente;
- d) condutor inabilitado, com Carteira Nacional de Habilitação suspensa ou cassada;
- e) ocorrência de algum crime correlacionado diretamente ao acidente (exemplos: crimes de trânsito, saque de carga em veículo acidentado, entre outros);
- f) vazamento ou derramamento de produto perigoso;
- g) envolvimento de algum condutor que esteja sob influência de substância psicoativa de uso indevido (álcool ou qualquer outra);
- h) interrupções totais ou parciais da via com grave prejuízo à fluidez;
- i) ocorrência de incêndio (abrangendo pelo menos um terço das dimensões do veículo) ou submersão em algum dos veículos envolvidos.

A partir de 2017, a PRF adotou a prática de registrar, tanto nos BAT quanto nos DAT, as coordenadas geográficas, na forma de latitude e longitude, do local de ocorrência do acidente de trânsito. Por conseguinte, passou a disponibilizar essas informações, em seu sítio na Internet, na seção de Dados Abertos (PRF, 2021).

De acordo com a PRF (2021), os Dados Abertos tratam da disseminação de informações públicas na Internet, a fim de que possam ser reutilizadas por toda a sociedade. Os dados são publicados em um formato legível por máquina, sem restrição de licenças, patentes ou mecanismos de controle. No que concerne as ocorrências de acidentes de trânsito, a PRF disponibiliza esses registros na forma de três planilhas de dados:

- a) dados desagregados por ocorrência;
- b) dados agregados por pessoa;
- c) dados agregados por pessoa com todas as causas e tipos de acidente.

A identificação e descrição do conteúdo de cada uma das variáveis de dados presentes nas planilhas de ocorrências de acidentes de trânsito da PRF, são apresentadas no ANEXO A – Descrição das Variáveis de Dados .

A seguir, serão apresentadas as classificações, adotadas pela PRF, relacionadas aos fatores contribuintes e a tipologia dos acidentes de trânsito.

2.1.2 Fatores Contribuintes aos Acidentes de Trânsito

Os acidentes de trânsito geralmente ocorrem pela combinação de um conjunto de fatores contribuintes relacionados entre si. Classificar e conhecer corretamente esses fatores é fundamental para a identificação de medidas eficazes para mitigação dos acidentes de trânsito (VELLOSO e JACQUES, 2005).

De acordo com a ABNT (2020), as causas dos acidentes são definidas como fatores geradores de sinistros classificados em:

- a) fator externo: fatores externos a via que prejudicam a segurança do trânsito, responsável pela ocorrência do sinistro como condições climáticas, ambientais, da natureza, objetos ou animais;
- b) fator humano: comportamento do homem como condutor, passageiro ou pedestre, responsável pela ocorrência do sinistro;

- c) fator operacional: mal posicionamento ou amarração de carga e/ou cargas incompatíveis com as especificações do veículo, responsável pela ocorrência do sinistro;
- d) fator veicular: falha no veículo, negligência na manutenção ou defeito de fabricação, responsável pela ocorrência do sinistro;
- e) fator viário: característica ou deficiência na via ou sua sinalização, responsável pela ocorrência do sinistro.

Já o DNIT (2017) observa que a PRF considera onze possíveis causas para os acidentes de trânsito e que essas causas podem ser agrupadas em três classes em decorrência de sua natureza ser relacionada ao fator humano, às condições viário-ambientais ou a falhas relacionadas ao veículo, conforme o Programa de Redução de Acidentes no Trânsito (PARE) do Ministério dos Transportes, desenvolvido no ano de 2002.

2.1.2.1 Fatores Humanos

Fatores relacionados à decisão e ao comportamento humano. Dentre eles identifica-se as seguintes causas:

- a) desobediência à sinalização;
- b) falta de atenção;
- c) ingestão de álcool;
- d) não guardar distância de segurança;
- e) ultrapassagem indevida;
- f) velocidade incompatível;
- g) dormindo.

2.1.2.2 Fatores Viário-Ambientais

Fatores relacionados às características da via, da sinalização e das áreas mais próximas da via. Podem ser originados a partir de projetos geométricos mal elaborados, da má conservação do sistema viário ou de fontes ligadas à natureza. Abaixo estão citados os itens que encaixam nas características do grupo:

- a) defeito na via;
- b) animais na pista;

- c) outros: neblina, pista molhada, obstáculos na via, sinalização inadequada e demais causas relacionadas às condições climáticas ou viárias.

2.1.2.3 Fatores Veiculares

Fatores referentes a inadequações no estado operacional dos veículos, como freios mal ajustados, pneus carecas, amortecedores gastos, dentre outros. Apenas uma das causas elencadas nos relatórios da PRF se enquadra nesse grupo: defeito mecânico em veículo.

2.1.3 Tipologia dos Acidentes de Trânsito

Outra característica relevante para o estudo dos acidentes de trânsito é a tipologia das ocorrências, a qual visa identificar a ordem dos acontecimentos dos principais fatos relacionados ao evento.

Da mesma forma que as causas dos acidentes, a tipologia dos acidentes pode variar dependendo do órgão responsável pelo registro do acidente ou do atendimento às vítimas, sendo que no Brasil essa tipificação é normatizada pela ABNT (PIANEZZER, 2019; PARO, 2009).

De acordo com a ABNT (2020), os sinistros de trânsito podem ser classificados conforme o tipo de evento ocorrido, sendo que em um mesmo sinistro de trânsito podem acontecer mais de um tipo de sinistros em sequência. As características de cada um destes tipos são apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Classificação de tipos de sinistro de trânsito

Tipo de sinistro de trânsito	Descrição
Atropelamento de animal(is)	sinistro de trânsito em que animal(is) sofre(m) o impacto de um veículo em movimento
Atropelamento de pessoa(s)	sinistro de trânsito em que pessoa(s) sofre(m) o impacto de um veículo em movimento
Capotamento	sinistro de trânsito em que o veículo gira sobre si mesmo, em qualquer sentido, ficando em algum momento com as rodas para cima, imobilizando-se em qualquer posição
Choque	sinistro de trânsito em que há impacto de um veículo contra qualquer objeto fixo ou objeto móvel sem movimento
Colisão frontal	sinistro de trânsito em que ocorre colisão entre veículos que transitam em sentidos opostos, na mesma direção, colidindo frontalmente
Colisão lateral	sinistro de trânsito em que ocorre colisão lateral entre veículos que transitam na mesma direção, podendo ser no mesmo sentido ou em sentidos opostos

Tipo de sinistro de trânsito	Descrição
Colisão transversal	sinistro de trânsito em que ocorre colisão transversal entre veículos que transitam em direções que se cruzam, ortogonal ou obliquamente
Colisão traseira	sinistro de trânsito em que ocorre colisão na frente contra traseira ou na traseira contra traseira entre veículos que transitam no mesmo sentido ou em sentidos opostos, podendo pelo menos um deles estar em marcha a ré
Engavetamento	sinistro de trânsito em que há impacto entre três ou mais veículos, em um mesmo sentido de circulação, resultado de uma sequência de colisões traseiras, laterais ou transversais
Queda	sinistro de trânsito em que há impacto em razão de queda livre do veículo, queda de pessoas ou cargas transportadas em razão do movimento do veículo
Tombamento	sinistro de trânsito em que o veículo sai de sua posição normal, imobilizando-se sobre uma de suas laterais, sua frente ou sua traseira
Outros sinistros de trânsito	qualquer sinistro de trânsito que não se enquadre nas definições identificadas

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2020)

Contudo, observa-se que na classificação da adotada pela PRF (2021), os tipos de acidentes de trânsito são ligeiramente diferentes àqueles estabelecido pela ABNT, sendo divididos em dezenove classes, a saber:

- a) atropelamento de animal;
- b) atropelamento de pedestre;
- c) capotamento;
- d) colisão com objeto;
- e) colisão com objeto em movimento;
- f) colisão com objeto estático;
- g) colisão frontal;
- h) colisão lateral;
- i) colisão lateral mesmo sentido;
- j) colisão lateral sentido oposto;
- k) colisão transversal;
- l) colisão traseira;
- m) danos eventuais;
- n) derramamento de carga;
- o) engavetamento;
- p) incêndio;
- q) queda de ocupante de veículo;
- r) saída de leito carroçável;
- s) tombamento.

Dada a identificação das características e eventos relacionados aos acidentes de trânsito é possível determinar vários tipos de taxas de acidentes que podem ser utilizados no estudo de trechos críticos.

Em razão disso, o DENATRAN (1987) sugere aplicar uma taxa de acidente que considere fundamentalmente o valor da integridade física e da vida humana no trânsito. Para tanto, criou-se o conceito de Unidade Padrão de Severidade (UPS), em que se atribui um peso a cada acidente, dependendo de sua gravidade (BARRETO, 2015). O método UPS será apresentado a seguir.

2.1.4 Unidade Padrão de Severidade

O conceito de UPS, originalmente desenvolvido em 1979, deriva do entendimento de que os acidentes com mortos e feridos colocam mais pressão sobre a infraestrutura rodoviária e aumentam o fardo econômico da sociedade. Assim, para compensar a extensão dos seus efeitos, esses acidentes precisam ser considerados de forma diferente dos acidentes com apenas danos materiais. Dessa forma, a UPS define como unidade padrão o acidente com apenas danos materiais e atribui pesos aos acidentes com mortes e feridos para convertê-los em valores de unidade padrão (RIFAAT *et al.*, 2010).

O MT (2002) aperfeiçoou o método de cálculo do UPS criado pelo DENATRAN (1987) quando do lançamento do Manual de Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito do programa PARE.

Esse método considera o número de ocorrências e destaca a gravidade dos acidentes, associando a cada grau de severidade do evento um determinado peso em relação às vítimas do acidente (com vítima fatal, atropelamento, com ferido e com danos materiais). Esses pesos foram definidos a partir da relação entre os custos atribuídos a cada tipo de severidade. (MT, 2012). A Tabela 1 apresenta o peso de cada acidente de acordo com essa severidade.

Tabela 1 – Peso atribuído ao acidente

Gravidade do acidente de trânsito	Peso atribuído
Somente com danos materiais	1
Com vítima(s) não fatal	4
Com vítima(s) não fatal envolvendo pedestre(s)	6
Com vítima(s) fatal(is)	13

Fonte: Ministério dos Transportes (2002)

O valor expresso do UPS é resultante da soma dos produtos do número de ocorrências por severidade pelo peso atribuído à respectiva severidade. Assim, a quantificação dos acidentes, em UPS, é feita conforme a Equação (1).

$$UPS = (1 \times NA_{dm}) + (4 \times NA_{vnf}) + (6 \times NA_{vnfp}) + (13 \times NA_{vf}) \quad (1)$$

Onde:

UPS: Unidade Padrão de Severidade;

NA_{dm} : número de acidentes somente com danos materiais;

NA_{vnf} : número de acidentes com vítima(s) não fatal;

NA_{vnfp} : número de acidentes com vítima(s) não fatal envolvendo pedestre(s);

NA_{vf} : número de acidentes com vítima(s) fatal(is).

Salienta-se nesse método que o valor UPS considera apenas o maior grau de severidade de todas as vítimas envolvidas em cada acidente de trânsito e, portanto, despreza o número de óbitos, de atropelados ou de feridos. Por exemplo, se em uma única ocorrência houver registro de dois óbitos, sendo um dos óbitos causado por atropelamento de pedestre, e três feridos, o valor do UPS deste acidente será igual à 13, equivalente a um caso de vítima fatal (MT, 2002).

De acordo com o DNIT (2017), a utilização do valor da UPS possui como vantagem a neutralização da influência do volume de tráfego no nível de acidentes. Esse valor pode ser utilizado para comparar o grau de severidade entre diferentes trechos viários, bem como, pode ser aplicado para comparar a evolução ao longo do tempo de um mesmo trecho.

Ressalta-se que os pesos adotados no cálculo da UPS foram estabelecidos com base nos custos associados aos acidentes de trânsito, de acordo com cada tipo de severidade. Para a sociedade, um acidente com vítima fatal possui custo econômico superior a um acidente com vítima não fatal, que, por sua vez, possui custo superior àqueles somente com danos materiais (MT, 2002).

A importância relativa dos tipos de acidentes pode variar significativamente dependendo dos métodos de avaliação adotados. Desta forma, observa-se em diversas instituições órgãos de trânsito a aplicação de diferentes esquemas de ponderação para agregar acidentes com diferentes níveis de gravidade, conforme pode ser visualizado na Tabela 2 (RIFAAT *et al.*, 2010).

Tabela 2 – Diferentes modelos de peso para o nível de gravidade do acidente

	Com vítima fatal	Com vítima não fatal	Somente com dados materiais
PIARC	9,50	3,50	1,0
North Carolina Department of Transportation	76,80	8,40	1,0
Ohio Department of Transportation	136,13	4,94	1,0
Transport Canada	779,90	13,88	1,0
FHWA	1.300,00	90,00	1,0

Fonte: Rifaat, Tay e Barros (2010)

2.1.5 Custos Associados aos Acidentes de Trânsito

Os acidentes de trânsito ocorridos no Brasil, acarretaram a morte de 479.857 pessoas entre 2007 e 2018, sendo uma das principais causa de mortes no país. O custo desses acidentes para a sociedade alcançou neste período o valor de R\$ 1,584 trilhão, onde se destacam os custos relativos à perda de produção das vítimas e os custos hospitalares (IPEA, 2020).

A metodologia utilizada pelo IPEA (2020) estima o custo total de cada acidente como a soma de cada componente de custo calculado associado às três variáveis de controle do modelo: custos associados às pessoas, custos associados aos veículos e outros custos. O Quadro 5 apresenta a participação dos componentes de custo nos resultados obtidos no custo dos acidentes de trânsito nas rodovias federais.

Quadro 5 – Componentes de custo dos acidentes nas rodovias federais (2014)

Componente de custo	Descrição	(%)
Associado às pessoas	despesas hospitalares	19,60
	perda de produção	43,00
	atendimento; tratamento de lesões; remoção de vítimas	2,10
Associado aos veículos	danos aos veículos	31,60
	remoção de veículos e perda de carga	3,10
Institucionais e danos à propriedade	atendimento e processos e danos à propriedade pública e privada	0,60
Total		100,00

Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2020)

Observa-se no Quadro 5 que o custo referente à perda de produção, associada às pessoas, representa a maior participação percentual no custo total dos acidentes de trânsito. Segundo o IPEA (2020), esta componente afere o valor de renda que uma vítima de acidente de trânsito deixa de obter em todo o período de afastamento das atividades econômicas e, no caso de morte, o período refere-se à sua expectativa de vida. Os reflexos da perda de produção também alcançam a previdência social, bem como as famílias, em função de seu empobrecimento.

Como resultado da aplicação da metodologia, o IPEA (2020), também, apresenta o custo total e médio dos acidentes de trânsito nas rodovias federais agrupador por gravidade de acidente (com fatalidade, com vítimas e sem vítimas), como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 – Custo de acidentes por gravidade: rodovias federais brasileiras (2014)

Gravidade do acidente	Quantidade de acidentes	Custo total (R\$ dez./2014)	Custo médio (R\$ dez./2014)
Com fatalidade	6.743	4.482.891.117	664.821,46
Com vítimas	62.346	6.031.838.004	96.747,79
Sem vítimas	98.158	2.306.592.728	23.498,77
Total	167.247	12.821.342.495	261.689

Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2020)

Ainda, de acordo com a metodologia IPEA (2006), o custo médio adicionado ao acidente corresponde aos coeficientes obtidos pela aplicação de uma regressão linear do custo padrão do acidente, tendo como variáveis explicativas o número de ilesos, feridos e de mortos. Portanto, o Custo Médio Padrão (CMP) de um acidente de trânsito ocorrido em uma rodovia federal pode ser estimado com boa precisão, simplesmente, a partir dos números de pessoas diretamente envolvidas na ocorrência conforme o grau de gravidade das lesões sofridas, conforme a Equação (2), em valores de dezembro de 2005.

$$CMP = 1.505 + (1.207 \times N_i) + (38.256 \times N_f) + (281.216 \times N_m) \quad (2)$$

Onde:

CMP: Custo Médio Padrão, em reais;

N_i : número de ilesos envolvidos no acidente de trânsito;

N_f : número de feridos envolvidos no acidente de trânsito;

N_m : número de mortos envolvidos no acidente de trânsito.

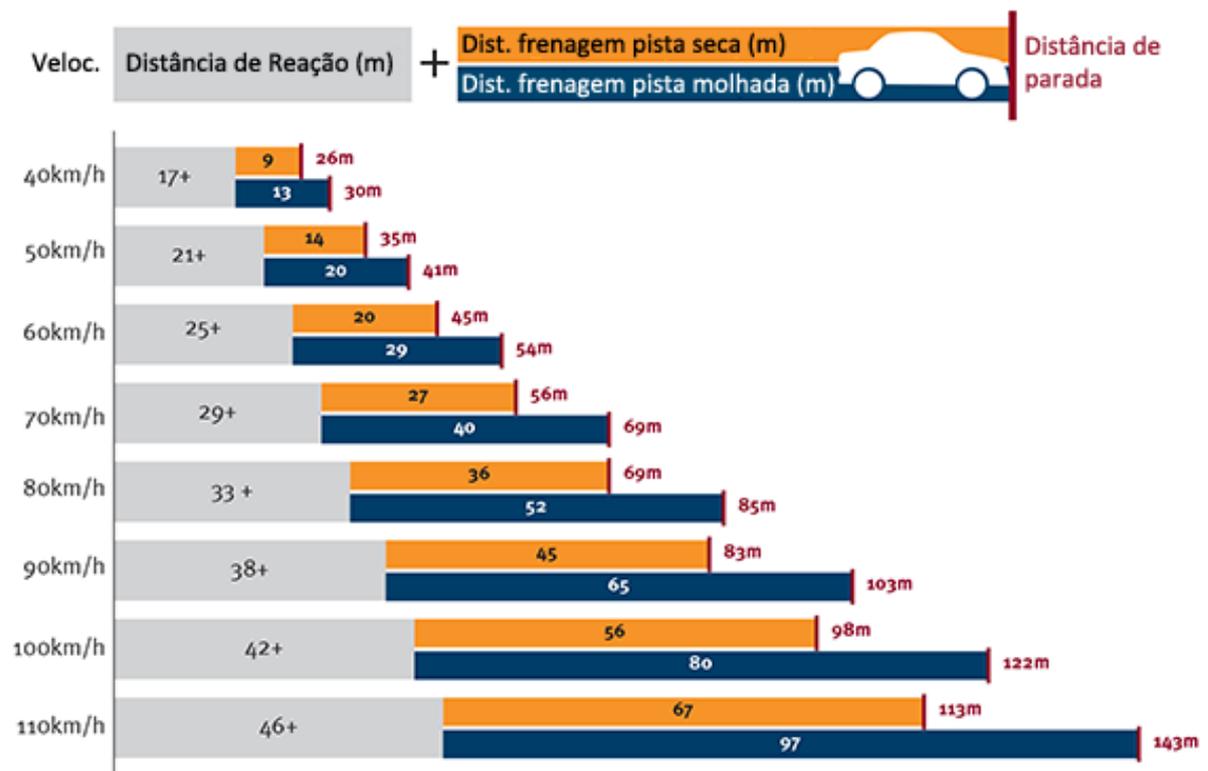
2.1.6 Influência da Velocidade na Ocorrência e na Gravidade de Acidentes

Segundo a publicação “*Speed and Crash Risk*” (ITF, 2018), pesquisas demonstram uma estreita correlação entre a velocidade dos veículos, a frequência dos acidentes de trânsito e a gravidade das colisões. À medida que a velocidade aumenta, o risco e a gravidade de um acidente também aumentam. Embora, em nível individual, o risco percebido seja baixo, o risco social é alto e, geralmente, não é bem compreendido.

A influência da velocidade nas ocorrências de acidentes pode ser explicada pelo tempo necessário para que um usuário da rodovia responda a um estímulo. Esse tempo de reação é definido pelo período compreendido entre o momento de ocorrência de um evento inesperado e a escolha por uma resposta adequada.

No trânsito, os motoristas, em média, precisam de um segundo e meio para reagir a um evento inesperado. Dessa forma, quanto maior for a velocidade de direção, maior será a distância percorrida durante esse tempo de reação, seguindo do início da resposta, reduzindo a oportunidade de evitar um acidente. A Figura 3 apresenta essa relação entre a velocidade e a distância percorrida, considerando a parada de um veículo familiar em uma frenagem de emergência, em situação de pista seca e molhada.

Figura 3 – Distância de parada em uma frenagem de emergência (veículo familiar)

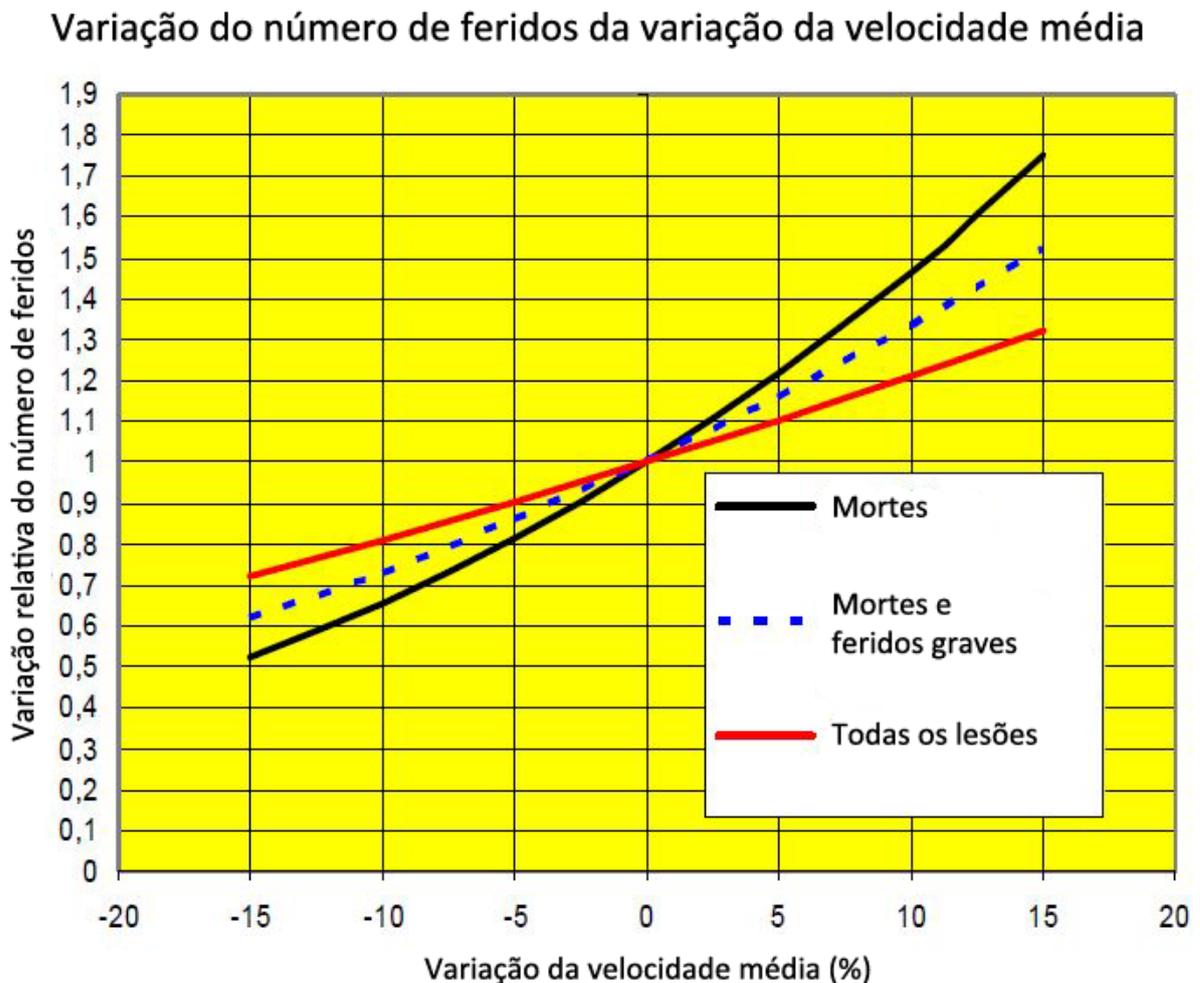


Fonte: Adaptado de Queensland Government (2016)

A influência da velocidade na gravidade de um acidente pode ser explicada pelas leis da física. Em velocidades mais altas, a energia cinética liberada em uma colisão aumenta com o quadrado da velocidade e as mudanças de velocidade experimentadas por aqueles que atingem ou ocupam os veículos envolvidos aumentam com a velocidade.

De acordo com OMS (2012), pesquisas indicam que velocidades elevadas aumentam as taxas de acidentes, lesões e fatalidades e que velocidades mais baixas reduzem essas taxas. Um exemplo, é o estudo de *Power model* realizado por Nilsson (2004) que avaliou os efeitos das mudanças na velocidade média sobre a incidência e gravidade dos acidentes no trânsito. No estudo, sugere-se que um aumento de 5% na velocidade média leva a um aumento de cerca de 10% nos acidentes com vítimas e um aumento de 20% nos acidentes com mortes. A Figura 4 ilustra a relação do *Power model* entre a variação percentual na velocidade e a variação no número de vítimas.

Figura 4 – Ilustração da relação do Power model entre velocidade e segurança

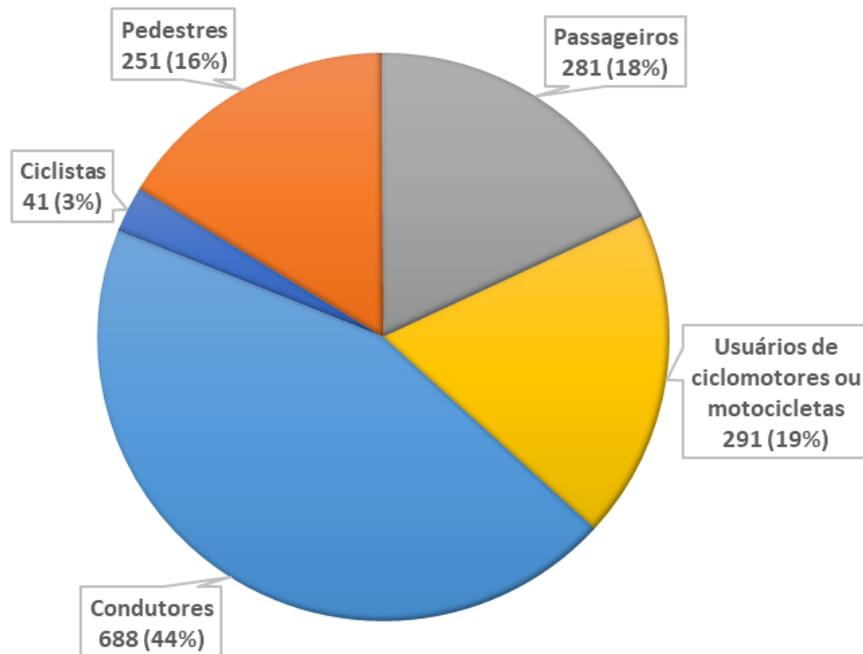


Fonte: Adaptado de Nilsson (2004)

Em um outro estudo, Elvik, Christensen e Amundsen (2004) avaliam a importância da velocidade como fator de risco associado à ocorrência de acidentes ou gravidade das lesões. Nesse estudo, a velocidade excessiva é identificada como o fator que mais contribui para as fatalidades e um dos principais fatores relacionados a ocorrências de lesões. O único outro fator que contribui com magnitude semelhante é ser um usuário vulnerável. Pedestres, ciclistas e usuários de ciclomotores ou motocicletas correm um risco substancialmente maior de morrer ou ferir-se gravemente do que os ocupantes de carros, caminhões ou ônibus.

Em Santa Catarina, de acordo com os dados da PRF (2021), foram registradas 1.552 mortes nas rodovias federais entre os anos de 2017 e 2020. Desse total, 16% das vítimas fatais eram pedestres, 3% ciclistas e 19% usuários de ciclomotores ou motocicletas, como mostra a Figura 5.

Figura 5 – Número de vítimas fatais por tipo de usuário da via em acidentes ocorridos em rodovias federais em SC (2017-2020)



Fonte: Adaptado de Polícia Rodoviária Federal (2021)

2.2 TRECHOS CONCENTRADORES DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

Segundo Elvik (2007), a gestão da segurança rodoviária começa com a coleta sistemática de dados que permitam a identificação dos problemas de segurança viário, como trechos que se transformaram em trechos críticos. Um trecho crítico pode, nesta fase, ser definido como qualquer região onde haja concentração de acidentes. Uma vez identificados os

trechos críticos, os acidentes são analisados a fim de encontrar padrões comuns de acidentes e fatores que contribuem para os acidentes. O objetivo de uma análise detalhada dos acidentes e outros dados relevantes é identificar os fatores que contribuem para os acidentes que podem ser passíveis de tratamento.

Trechos concentradores de acidentes também podem ser definidos como resultado de um processo sistemático de identificação de segmentos rodoviários que apresentam alto risco de colisão. Este processo é definido como uma estratégia de baixo custo na gestão da segurança viária, uma vez que um pequeno conjunto de segmentos da malha é selecionado, frente à totalidade da rede viária. Os trechos concentradores identificados são geralmente conhecidos por vários termos na literatura, tais como: locais críticos, segmentos críticos, pontos negros, locais de investimento prioritários ou locais propensos a colisões (também chamados de *hazardous locations*, *hotspots*, *black spots*, *priority investment locations*, *collision-prone locations*, or *dangerous sites*, em inglês) (THAKALI e KWON., 2015).

O trecho concentrador de acidentes pode ser um local pontual (como um cruzamento ou curva na via), um segmento de via, uma área da rede rodoviária (como um corredor inteiro) ou um conjunto de locais em toda a rede (em todo o sistema viário) que apresentam as mesmas características de colisão. Para identificar os trechos concentradores de acidente, é necessário ter acesso a um banco de dados abrangente para fornecer informações suficientes sobre os locais exatos e as circunstâncias do acidente ocorrido (PIARC, 2019).

Uma vez identificados os trechos concentradores de acidentes, o próximo passo é a priorização dos locais com muitos acidentes de trânsito para investigação futura. Normalmente os lugares com as taxas de acidentes mais altas (ex.: acidentes por ano ou por trecho da via) são abordados primeiro. Muitos países estabelecem condições para caracterizar um trecho como crítico, tais como o número de acidentes com vítimas em um determinado período ou uma medida da gravidade dos acidentes. Quaisquer que sejam os critérios selecionados, eles deverão produzir uma lista gerenciável de localidades que deverão ser investigadas com objetivo de possibilitar a realização de diagnósticos específicos, a identificação de contramedidas econômicas e a priorização de locais para tratamento (OMS, 2012; THAKALI e KWON., 2015).

A seguir são apresentados conceitos gerais sobre os diferentes processos de identificação de trechos críticos, principalmente sobre aqueles que fazem uso de dados de acidentes de trânsito.

2.2.1 Indicadores de Desempenho da Segurança

Os Indicadores de Desempenho de Segurança (IDS) são quaisquer variáveis utilizadas, adicionalmente a acidentes e vítimas, para medir mudanças no desempenho de segurança no trânsito e para compreender os processos que levam a esses eventos. Os indicadores devem ter uma relação causal com os acidentes ou vítimas, bem como serem relativamente mensuráveis e de fácil compreensão. Na maioria das vezes, os IDS concentram-se sobre resultados intermediários relacionados ao comportamento dos usuários das vias, segurança do veículo e redes viárias (OMS, 2012).

2.2.2 Identificação de Trechos Críticos em Acidentes de Trânsito

Os locais ou segmentos da malha rodoviária são identificados como críticos quando estes, em comparação com um critério pré-estabelecido, apresentam padrões de acidentes iguais ou superiores à referência indicada (MT, 2002).

De acordo com o manual *“Road Safety Manual: A manual for practitioners and decision makers on implementing safe system infrastructure”*, desenvolvido pela *World Road Association* (PIARC, 2019), com objetivo de auxiliar os países em quaisquer estágios de desenvolvimento de infraestrutura a cumprir os objetivos de segurança viária, observa-se que os métodos e procedimentos para identificação de trechos críticos em rodovias podem ser classificados em dois grandes grupos conceituais conforme o tipo de abordagem utilizado:

- a) identificação baseada em dados históricos de acidentes (abordagem reativa);
- b) identificação proativa (abordagem proativa).

Os **métodos de abordagem reativas** são definidos pelo conjunto de técnicas de identificação de trechos rodoviários de alto risco por meio da análise de bancos de dados de ocorrências de acidentes de trânsito, um processo conhecido como investigação de acidentes. A abordagem se baseia em análises de acidentes para primeiro identificar os problemas de segurança viária antes de buscar uma solução. Esses métodos são frequentemente chamados de métodos reativos porque uma contramedida de engenharia só é iniciada após a ocorrência de acidentes (AFDB, 2014; PIARC 2019).

Segundo o MT (2002), os métodos de identificação mais utilizados adotam abordagens reativas, uma vez que se baseiam no fato de que os acidentes de trânsito tendem a agregar-se em determinados locais da malha viária, apesar de sua ampla distribuição espacial.

Esses métodos de identificação podem ser classificados em duas categorias: numéricos e estatísticos. Todos os métodos de abordagem reativas que serão apresentados a seguir encontram-se no manual do programa PARE (métodos numéricos absolutos e relativos e métodos estatísticos).

2.2.2.1 *Métodos Numéricos*

Os métodos numéricos de identificação de trechos críticos são os mais simples e de mais fácil aplicação. Tradicionalmente identificam os trechos em relação ao número de ocorrências ou taxas de acidentes de trânsito, os quais são comparados com um valor previamente estabelecido pela equipe técnica. São declarados como trechos críticos aqueles cujos indicadores calculados sejam maiores que o valor de referência. Dessa forma, existem duas categorias distintas: numéricos absolutos e numéricos relativos (MT, 2002; SCHMITZ, 2011).

2.2.2.1.1 Métodos Numéricos Absolutos

Dentro desta categoria, considera-se a quantidade de acidentes de forma absoluta, sem relacioná-los a quaisquer outras variáveis. O custo social do acidente de trânsito relacionado a gravidade da ocorrência é visto como uma evolução desse método, considerando-se nesta categoria duas técnicas:

- a) **Técnica do Número de Acidentes:** considera apenas o número total de ocorrências de acidentes de trânsito em um determinado trecho da malha viária, em um período estabelecido;
- b) **Técnica da Severidade de Acidentes:** considera o número total de ocorrências e destaca a gravidades dos acidentes de trânsito por meio da aplicação de pesos relacionados ao seu custo social. Esta técnica priorizar os acidentes cujos resultados foram mais severos em termos de vítimas.

2.2.2.1.2 Métodos Numéricos Relativos

Os métodos numéricos relativos consideram a quantidade de ocorrências de acidentes de trânsito em um contexto que leva em conta os riscos ou periculosidade (frequência de acidentes versus volume de tráfego) e as tendências (evolução histórica na

frequência de acidentes) para o local em estudo, considerando-se nesta categoria duas técnicas:

- a) **Técnica da taxa de acidente:** relaciona a quantidade de acidentes de trânsito com o volume de tráfego em cada local;
- b) **Técnica da taxa de severidade dos acidentes:** relaciona a quantidade de acidentes, expressa em UPS, com o volume de tráfego. É resultado da combinação das técnicas da severidade de acidentes e a da taxa de acidente.

2.2.2.2 Métodos Estatísticos

Os métodos estatísticos envolvem a utilização de modelos matemáticos probabilísticos que determinam os locais onde o risco de acidente é superior ao estimado ou esperado. Para aplicação destes métodos é necessário definir o intervalo de tempo que será analisado, dado que eles podem fazer uma análise histórica dos acidentes, bem como realizar uma previsão dos acidentes esperados. Observa-se como vantagem dessa categoria de método a realização da análise de várias características relacionadas aos acidentes ao mesmo tempo, tais como localização, severidade, clima, usuários, entre outros (PIANEZZER, 2019).

O método do Programa para Tratamento de Segmentos Críticos (PMSR) do DNIT (2017) é um método probabilístico, utilizado para definir os segmentos de rodovias federais em críticos ou não críticos. Tal método considera a probabilidade estimada de ocorrer um acidente em uma amostra durante um intervalo de tempo e a probabilidade de ocorrer um acidente em um determinado segmento da amostra durante um intervalo de tempo. Como resultado, um segmento da amostra é considerado crítico quando sua probabilidade de ocorrência de acidentes é maior que a probabilidade de ocorrência de acidentes estimada da amostra.

Os **métodos de abordagem proativas** são definidos pelos conjuntos de técnicas que buscam avaliar a segurança da malha viária antes que as ocorrências de acidentes se acumulem, ou seja, sem a necessidade de dados históricos de acidentes de trânsito. A abordagem se baseia em análises da infraestrutura viária a fim de identificar trechos de alto risco que podem causar lesões ao usuário da via. Esses métodos de identificação podem ser classificados em quatro categorias: avaliação de impacto de segurança viária, auditoria de segurança viária, inspeção de segurança viária e programas de avaliação viária (AFDB, 2014; PIARC 2019). Todos os métodos de abordagem proativa que serão apresentados a seguir

encontram-se no manual “*Road Safety Manual*” da PIARC (2019) (Avaliação de Impacto na Segurança Viária, Auditoria de Segurança Viária, Inspeção de Segurança Viária e Programas de Avaliação Viária).

2.2.2.3 Avaliação de Impacto na Segurança Viária

A Avaliação de Impacto na Segurança Viária (RSIA, *Road Safety Impact Assessment*, em inglês) é definida como uma metodologia de avaliação estratégica do impacto de diferentes opções de planejamento de infraestrutura na segurança viária.

A RSIA é utilizada para avaliação de projetos de infraestrutura na fase de planejamento inicial, sejam projetos de novas vias ou de modificações de vias implantadas. A RSIA indica as características de segurança viária que contribuem para a seleção da solução proposta e fornece todas as informações relevantes necessárias para uma análise de custo-benefício das diferentes opções de planejamento avaliadas.

De acordo com Eenink, Reurings e Elvik (2008), existem cinco etapas principais para a realização de uma RSIA:

- 1) **situação de linha de base:** descreve a situação corrente (ano zero) em relação aos volumes de tráfego e aos acidentes por tipo de via, visando identificar os fatores de risco por tipo de via;
- 2) **situação futura sem quaisquer medidas implementadas:** considerar apenas o crescimento do tráfego em relação as circunstâncias e condições atuais;
- 3) **situação futura de cada um dos projetos de segurança viária aplicados:** determinar uma ampla variedade de alternativas e uma estimativa dos efeitos por tipo de via. Deve considerar cada grupo de usuários da via para cada um dos projetos. Cada projeto deve ser medido em termos de seu impacto no número de acidentes de trânsito e na gravidade das ocorrências por meio de um modelo de previsão de acidentes;
- 4) **análise de custo-benefício para cada projeto de segurança viária possível:** atribuir um valor monetário aos impactos de segurança de cada projeto e os classificar em ordem de eficácia;
- 5) **otimizar os planos de cada esquema:** alterar os planos de forma a alcançar o efeito de segurança ideal e a melhor classificação de custo-benefício.

2.2.2.4 Auditoria de Segurança Viária

Segundo PIARC (2011), a Auditoria de Segurança Viária (RSA, *Road Safety Audit*, em inglês) é um termo utilizado internacionalmente para descrever o processo de verificação técnica formal e independente de um projeto de construção viário, a fim de identificar problemas de segurança relacionados à via ou ao tráfego e apresentar recomendações para retificá-los durante todas as fases, desde o planejamento até o início da operação.

A RSA é considerada uma medida econômica para identificar e tratar prováveis problemas de segurança na infraestrutura viária projetada. Quanto mais cedo a auditoria for realizada, maior será o benefício, já que a realização de ajustes em projetos pode ser uma opção mais barata do que implantar contramedidas de segurança depois que uma via foi implantada.

2.2.2.5 Inspeção de Segurança Viária

De acordo com PIARC (2012), os métodos de Inspeção de Segurança Viária (RSI, *Road Safety Inspection*, em inglês) são definidos como um conjunto de técnicas de análise periódica e sistemática, *in loco*, da infraestrutura viária implantada, realizada por especialista em segurança rodoviária visando identificar condições perigosas, falhas e deficiências que podem levar a ocorrência de acidentes graves.

O RSI é considerado um método proativo, pois a sua aplicação, em um determinado trecho viário em operação, pode ser realizada independentemente do conhecimento do nível de acidentalidade. No entanto, não há impedimento de que os registros de ocorrência de acidentes sejam utilizados como critério para seleção dos trechos viários a analisar ou como elemento auxiliar na seleção de contramedidas (INSTITUTO DE INFRA-ESTRUTURAS RODODOVIÁRIAS, 2011).

O processo RSI é sistemático e não apenas focado em um trecho crítico específico identificado por meio de uma base de dados de acidentes. A RSI objetiva identificar qualquer característica que possa levar a futuros acidentes, visando a implantação de contramedidas de engenharia antes que os acidentes ocorram. PIARC (2012) identifica as seguintes questões que a equipe de inspeção deve examinar na realização de um RSI:

- a) **função da via:** o limite de velocidade regulamentado é adequado para a função que desempenha na malha viária?

- b) **seção transversal:** a via é larga o suficiente? a sinalização horizontal é suficiente? as condições da superfície da via são adequadas?
- c) **alinhamento:** como os alinhamentos horizontal e vertical interagem? as distâncias de visão são adequadas?
- d) **interseção:** o leiaute e o projeto da interseção são adequados para o volume de tráfego passante e para os movimentos de conversão?
- e) **serviços públicos e privados:** os acessos possuem extensão de desaceleração/aceleração suficientes para entrar e sair das áreas de serviço e de descanso? o estacionamento e as áreas de embarque e desembarque de passageiros são suficientes?
- f) **necessidades dos usuários vulneráveis da via:** as necessidades de pedestres, ciclistas e motociclistas foram consideradas?
- g) **sinalização e iluminação:** as sinalizações horizontais e verticais são adequadas e claras? O local está bem iluminado?
- h) **características da margem da via e instalações de segurança passiva:** existem obstáculos à beira da via que podem representar problemas de segurança?

2.2.2.6 Programas de Avaliação Viária

Os Programas de Avaliação de Vias (RAP, *Road Assessment Programme*, em inglês) são definidos como um conjunto de técnicas de inspeção e análise qualitativa da infraestrutura viária implantada, que visam estimar o nível de risco que a via apresenta aos diferentes usuários, sejam eles condutores e ocupantes de veículos, motociclistas, ciclistas e pedestres.

Embora existam várias abordagens, a mais comumente aplicada são aquelas vinculadas à instituição *International Road Assessment Programme* (iRAP). Sob a bandeira global do iRAP, operam diferentes programas RAP em diferentes regiões, incluindo a Europa, Estados Unidos da América, Austrália, Nova Zelândia, China e Brasil (EuroRAP, usRAP, AusRAP, KiwiRAP, ChinaRAP e BrazilRAP).

De acordo com PIARC (2012), a abordagem proativa do iRAP é de grande valia para a análise de criticidade da malha viária, especialmente quando as bases de dados de acidentes de trânsito não estão disponíveis ou quando a cobertura dos registros de ocorrências de acidentes é limitada ou restrita.

Para realizar a estimativa dos níveis de risco, são coletados e categorizados atributos diversos acerca das características da infraestrutura da via, da faixa de domínio e das propriedades lindeiras que sabidamente influenciam a probabilidade de acontecer um acidente e a sua gravidade. Em seguida, esses atributos são inseridos em um algoritmo que consolida os dados em segmentos de 100 metros e, por meio de cálculos estatísticos, determina o nível de risco de o usuário da via sofrer uma lesão fatal ou grave.

O iRAP utiliza um sistema de classificação por estrelas para identificação do nível de risco aferido. Cada segmento analisado é classificado de uma a cinco estrelas em função do nível de segurança. O segmento de uma estrela é aquele que apresenta o maior nível de risco para o usuário da via. Já o segmento de cinco estrelas identifica a menor probabilidade de o usuário da via sofrer um acidente grave.

O método iRAP também pode ser utilizado para avaliar contramedidas de engenharia que possam ser implementadas, tanto em locais específicos quanto em toda a malha viária. Para isto, os atributos são alterados para representar as contramedidas a serem analisadas. Em seguida, com o resultado do cálculo do nível de risco, é possível determinar o provável benefício de segurança de tais melhorias.

2.3 GESTÃO DA VELOCIDADE

Como mencionado anteriormente em 2.1.6, diversos estudos demonstram a influência da velocidade no aumento ou diminuição da frequência das ocorrências de acidentes de trânsito e, principalmente, no nível da gravidade das lesões sofridas pelos usuários em decorrência das colisões.

A OMS (2012) entende que a gestão da velocidade faz parte de um contexto amplo de criação de um sistema viário seguro, que objetiva, principalmente, diminuir a incidência do excesso de velocidade praticado pelos usuários, a fim de maximizar a observância dos limites de velocidade projetados para a via e, conseqüentemente, reduzir os riscos de lesões graves ou mortes decorrentes de acidentes de trânsito.

Segundo *European Conference of Ministers of Transport* (ECMT, 2006), o gerenciamento de velocidade é definido por um conjunto de oito medidas que visam limitar os efeitos negativos de velocidades excessivas e inadequadas: melhoria da infraestrutura viária, estabelecimento de limites de velocidade, implantação de sinalização adequadas, engenharia de veículos, educação, treinamento e incentivos, fiscalização e tecnologias de assistência à direção.

O conceito adotado neste trabalho define que a expressão “excesso de velocidade” abrange tanto “velocidade excessiva” (velocidades acima de um limite de velocidade estabelecido) quanto “velocidade inadequada” (velocidades muito altas para as condições predominantes, mas dentro do limite de velocidade) (ECMT, 2006).

No que tange as medidas de fiscalização, a OMS (2012) enfatiza que quanto maior for o alcance, a severidade e a aplicação de sanções contra os excessos de velocidade, maior será a observância dos limites de velocidade.

ECMT (2006) relata que experiências com controle automático de velocidade demonstraram ser uma medida eficiente e de baixo custo, que gera um grande impacto na segurança viária em geral e não apenas nos locais de operação dos equipamentos de fiscalização. No entanto, afirma que para o sucesso da implementação em larga escala de controladores automáticos de velocidade, é necessário o fornecimento de informações adequadas à mídia, aos grupos de interesse e ao público. Também, afirma a necessidade do reinvestimento das receitas oriundas de multas nas atividades de fiscalização do trânsito, a fim de reforçar aos usuários da malha viária que o objetivo do controle automático de velocidade é melhorar a segurança viária.

De acordo com IFT (2018), no que concerne as medidas de melhoria da infraestrutura viária, é importante que os motoristas entendam a que velocidade se espera que eles dirijam. Os projetos de infraestrutura viária devem ser de fácil compreensão, refletindo os limites de velocidade estabelecidos e orientando os usuários na escolha da velocidade certa. Isso faz parte do conceito de segurança sustentável, que visa prevenir a ocorrências de acidentes de trânsito e reduzir a gravidade das lesões decorrentes das colisões.

Além da compreensão dos limites de velocidade, por parte dos motoristas, e das medidas de fiscalização, segundo IFT (2016), nas décadas de 1980 e 1990, pesquisadores da Suécia e da Holanda entenderam ser necessário planejar os sistemas de tráfego em atenção às limitações físicas dos usuários, a fim de promover ainda mais a redução no número de fatalidades e ferimentos graves. Essa abordagem é frequentemente chamada de Sistema Seguro e exemplifica por *Sustainable Safety* (Holanda), *Vision Zero* (Suécia) e *Safe System* (Austrália).

O objetivo do Sistema Seguro é a implantação de um sistema viário que admita o erro humano, sem levar os usuários à morte ou a lesões graves. Desta forma, os projetos de infraestrutura viária e o estabelecimento dos limites de velocidade devem considerar que acidentes de trânsito sempre podem acontecer, mesmo que haja um foco contínuo na

prevenção, e portando, devem atentar para as forças que o corpo humano pode tolerar e ainda sobreviver.

A abordagem do Sistema Seguro, visa minimizar a gravidade da lesão quando uma colisão ocorre, e é baseada na premissa de que os usuários das vias não deveriam morrer por causa de falhas do sistema (IFT, 2018).

De acordo com IFT (2016), o Sistema Seguro combina medidas de fiscalização, educação, projeto de vias seguras, gerenciamento de velocidades de operação seguras, gerenciamento de veículos seguros e resposta pós acidente. Um Sistema Seguro também possui quatro princípios fundamentais não negociáveis:

- 1) as pessoas cometem erros que levam a acidentes de trânsito;
- 2) o corpo humano tem uma capacidade física limitada para suportar as forças de impacto antes que ocorram lesões;
- 3) há responsabilidade compartilhada entre aqueles que projetam, constroem, gerenciam e usam a malha viária e veículos e fornecem cuidados pós acidente para evitar que esses acidentes resultem em ferimentos graves ou morte;
- 4) todas as partes do sistema devem ser reforçadas em combinação para multiplicar seus efeitos, e se uma parte falhar, os usuários da via ainda estarão protegidos.

2.4 PROGRAMA NACIONAL DE CONTROLE DE VELOCIDADE – PNCV

Exceder o limite de velocidade é provavelmente a forma mais comum de infração de trânsito. Muitos motoristas dirigiam mais rápido do que o limite de velocidade, alguns consideravelmente mais rápido, se tivessem certeza de que a autoridade de trânsito não estava fiscalizando a velocidade em uma determinada via. Mesmo que o risco real de autuação possa ser muito baixo, a mera possibilidade de que as velocidades sejam verificadas pela autoridade da via influencia o comportamento. Uma análise do efeito da greve policial na Finlândia, em 1976, revelou que a velocidade média mudou pouco, enquanto o número de violações graves do limite de velocidade aumentou em 50-100%. A fiscalização da velocidade estacionária visa garantir o cumprimento do limite de velocidade, reduzindo assim o número e a gravidade dos acidentes (ELVIK, HØYE, VAA *et al.*, 2009).

No Brasil, as iniciativas de melhoria da segurança no trânsito, por meio do uso de equipamentos ou instrumentos fixos de fiscalização eletrônica dos limites de velocidade, foram largamente praticadas nas últimas décadas.

No que concerne as rodovias federais sob a circunscrição do DNIT, o controle e a fiscalização dos limites de velocidade, em locais fixos, e do avanço dos veículos sobre sinais semafóricos, é realizado pela execução do programa PNCV, programa de controle viário de abrangência nacional e de execução plurianual. Segundo o Edital 168/2016, o programa consiste na contratação de empresas para execução de serviços de disponibilização, instalação, operação e manutenção de equipamentos eletrônicos de controle de tráfego nas rodovias federais por um período de 60 meses. Os custos das despesas previstos desta licitação foram estimados em cerca 2,3 bilhões de reais distribuídos em 24 lotes (DNIT, 2017). O Quadro 6 apresenta o período de vigência e o orçamento estimado para cada lote de contratação.

Quadro 6 – Orçamento estimado edital 168/2016 do PNCV

Lote	UF	Início da Vigência	Término da Vigência	Faixas de Fiscalização	Valor (R\$)
1	RJ/SP	17/05/2018	16/05/2023	309	84.037.244,27
2	RS	17/05/2018	16/05/2023	267	86.325.235,45
3	RS	17/05/2018	16/05/2023	239	78.377.795,76
4	PB	23/08/2018	19/08/2023	381	111.857.548,84
5	PE	04/11/2019	01/11/2024	300	86.511.169,06
6	BA	17/05/2018	16/05/2023	383	109.504.275,53
7	BA	17/05/2018	16/05/2023	394	109.521.746,15
8	CE	17/05/2018	16/05/2023	365	101.600.791,85
9	DF/GO	08/11/2019	05/11/2024	553	155.021.012,12
10	AC/RO	25/10/2019	22/10/2024	156	53.958.030,24
11	AM/RR/PA/AP	17/05/2018	16/05/2023	240	70.317.876,08
12	SC	14/11/2019	11/11/2024	332	100.448.168,16
13	SC	28/11/2019	25/11/2024	256	79.355.407,18
14	SE/AL	17/05/2018	16/05/2023	277	78.288.709,85
15	MT	21/02/2019	19/02/2024	535	164.243.659,98
16	MS	16/11/2018	15/11/2023	264	71.130.643,63
17	MA	07/06/2018	06/06/2023	350	99.471.468,66
18	PI/TO	17/05/2018	16/05/2023	281	79.809.575,54
19	RN	17/05/2018	16/05/2023	442	117.232.834,54
20	PR	17/05/2018	16/05/2023	279	72.126.818,73
21	ES	17/05/2018	16/05/2023	280	71.551.916,31
22	MG	17/05/2018	16/05/2023	338	91.188.003,24
23	MG	02/07/2020	02/07/2025	463	124.067.873,42
24	MG	17/05/2018	16/05/2023	331	87.816.790,77
Total		17/05/2018	02/07/2025	8.015	2.283.764.595,36

Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2017)

De acordo com o artigo 280 do Código Brasileiro de Trânsito (CTB), ocorrendo infração de excesso de velocidade aferida por instrumento ou equipamento hábil, previstas no artigo 218, a infração deverá ser comprovada por aparelho eletrônico previamente regulamentado pelo CONTRAN (BRASIL, 1997).

2.4.1 Requisitos Técnicos para Fiscalização da Velocidade

A resolução n. 798, de 2 de setembro de 2020 (CONTRAN, 2020), que dispõe sobre os requisitos técnicos mínimos para a fiscalização da velocidade de veículos, define os medidores de velocidades como instrumentos ou equipamentos de aferição destinados a fiscalizar o limite máximo de velocidade regulamentado para o local, que indique a velocidade medida e contenha dispositivo registrador de imagem que comprove o cometimento da infração de trânsito. A resolução também define que os medidores de velocidade do tipo fixo são aqueles instalados em local definido e em caráter duradouro, podendo ser especificado como:

- a) **controlador**: medidor de velocidade destinado a fiscalizar o limite máximo de velocidade da via ou de seu ponto específico;
- b) **reductor**: medidor de velocidade, obrigatoriamente dotado de mostrador de velocidade (*display*, em inglês), destinado a fiscalizar a redução pontual de velocidade estabelecida em relação à velocidade diretriz da via em trechos críticos e de vulnerabilidade dos usuários da via.

A regulamentação brasileira também estabelece que cabe aos órgãos de trânsito determinar a localização da instalação e operação dos medidores de velocidade do tipo fixo por meio de levantamentos técnicos para os equipamentos controladores de velocidade e de estudos técnicos para os equipamentos redutores de velocidade (CONTRAN, 2020).

No que concerne as rodovias sob circunscrição do DNIT, a instrução normativa n. 27, de 30 de julho de 2020 (DNIT, 2020), que dispõe sobre as atividades que dão suporte ao programa PNCV, estabelece que a seleção do local para implantação de um medidor de velocidade é feita por meio da análise de criticidade do ponto de instalação. Assim, inicialmente deve ser colhido o endereço georreferenciado desse ponto, na forma de latitude e longitude, visando confirmar, no Sistema Nacional de Viação (SNV) mais recente, a responsabilidade do DNIT pela administração da rodovia. Em seguida, deve ser realizada a

identificação do nível de criticidade do ponto por meio de base de dados georreferenciada de ocorrências de acidente de trânsito. O nível de criticidade é obtido pelo valor expresso do UPS médio anual dos acidentes de trânsito ocorridos no período de análise (24 a 36 meses) e que atendam aos seguintes critérios:

- a) acidentes ocorridos em um raio de até 150 metros do ponto de estudo, considerando as rodovias que se encontram no raio de influência quando há interseções;
- b) acidentes ocorridos em um raio entre 150 metros e 500 metros do ponto de estudo e endereçados na mesma rodovia do ponto.

De acordo com o DNIT (2020), a implantação de equipamento de controle eletrônico de velocidade somente poderá ser realizada caso o ponto se enquadre nos seguintes critérios relacionados ao nível de criticidade:

- a) **criticidade muito alta:** valor do UPS médio anual superior a 25;
- b) **criticidade alta:** valor do UPS médio anual superior a 18 e inferior a 25;
- c) **criticidade média em área urbana:** valor do UPS médio anual superior a 10 e inferior a 17 em área caracterizada como urbana.

No Reino Unido, um dos principais países que utilizam equipamentos eletrônicos para a fiscalização de velocidade (BARRETO, 2015), os locais para instalação de novos equipamentos fixos são selecionados a partir de critérios que envolvem o número e a severidade de ocorrências de acidentes, conforme estabelecido no manual “*Handbook of Rules and Guidance for the National Safety Camera Programme for England and Wales*” (DFT, 2006; LI, ZHU e GRAHAM, 2020):

- a) **número de acidentes** envolvendo mortes ou feridos graves (KSI, *killed or seriously injured collisions*, em inglês), sendo necessário pelo menos 3 KSI por quilômetro no período base, compreendido por 36 meses de dados, o mais recente disponível;
- b) **severidade dos acidentes** de acordo com o nível de gravidade das ocorrências (vítimas fatais, graves e leves). O nível combinado das ocorrências é expresso como uma escala numérica e deve ser avaliado em relação à classificação da rodovia para o local. Acidentes com vítimas fatais ou feridos graves recebem peso 5 e os acidentes com apenas feridos leves recebem peso 1.

Na Austrália, o programa *Automated Traffic Enforcement* (ATE), desenvolvido para o estado de Western Australia (NEWSTEAD, 2016), orienta que a escolha dos locais para implantação de equipamentos fixos de fiscalização dos limites de velocidade deve ser baseada em critérios de análise da frequência de acidentes de trânsito, em trechos de 10 quilômetros. O programa ATE também revisou os critérios de seleção adotados nas outras regiões da Austrália e concluiu que a frequência de acidentes é o principal critério utilizado:

- a) *New South Wales*: frequência e gravidade dos acidentes de trânsito em trechos rodoviários de até 100 quilômetros;
- b) *Victoria*: histórico de acidentes causados por excesso de velocidade e relacionados com o trânsito de pedestres;
- c) *Australian Capital Territory*: frequência e gravidade dos acidentes de trânsito nos últimos 10 anos ponderados por quilômetro.

2.4.2 Sistema Nacional de Viação

De acordo com a Lei n. 12.379, de 6 de janeiro de 2011 (BRASIL, 2011), o SNV é constituído pela infraestrutura física e operacional dos vários modos de transporte de pessoas e bens, sob jurisdição dos diferentes entes da Federação, disposta pelos seguintes subsistemas federais: rodoviário, ferroviário, aquaviário e aeroviário. No que concerne o Subsistema Rodoviário Federal, compete ao DNIT a manutenção das informações, a gestão do cadastro georreferenciado e a divulgação da infraestrutura de dados espaciais.

O DNIT disponibiliza em seu sítio na Internet o acervo georreferenciado do SNV em dois formatos de arquivos de dados (DNIT, 2021):

- a) **SHP – Shapefile**: formato de arquivo não topológico, de especificação aberta, usado para armazenar a localização e informações de atributos de características geográficas, tais como: pontos, linhas e polígonos (ESRI, 2021);
- b) **KML – Keyhole Markup Language**: formato de arquivo baseado em linguagem XML (*Extensible Markup Language*) usado para exibir dados geográficos em um sistema navegador da Terra, como o Google Earth e o Google Maps (GOOGLE, 2021).

A identificação e descrição dos tipos de trechos rodoviários e do conteúdo de cada uma das variáveis de dados presentes no acervo georreferenciado do SNV são apresentadas no ANEXO B – Descrição das Variáveis de Dados do SNV.

2.5 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICAS

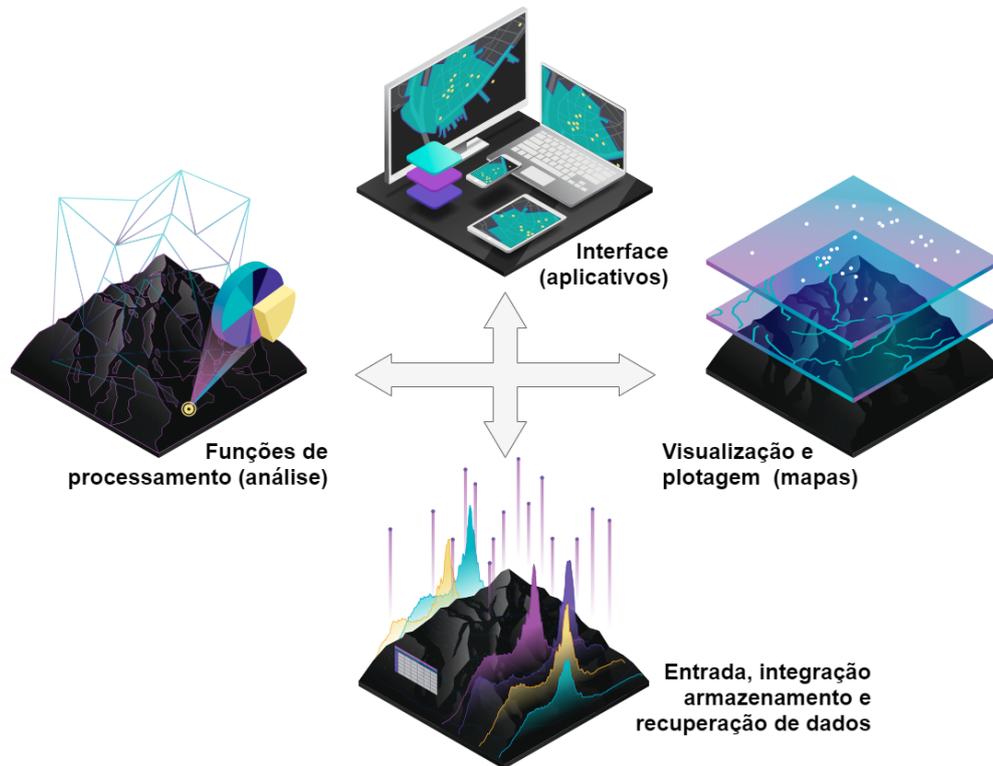
De acordo com Câmara, Davis e Monteiro (2001), o termo SIG é aplicado para caracterizar sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperar informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial, oferecem ao usuário uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão interrelacionadas com base na localização geográfica. Para que isto seja possível, os dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica.

Numa visão abrangente, pode-se considerar que um SIG é composto pelos seguintes componentes (CÂMARA, CASANOVA e HEMERLY, 1996):

- a) **interface com usuário:** define como o sistema é operado e controlado;
- b) **funções de processamento:** mecanismos de processamento de dados espaciais que permitam a consulta, manipulação e análise de dados;
- c) **visualização e plotagem:** recursos de visualização e saída de dados;
- d) **entrada, integração, armazenamento e recuperação de dados:** ferramenta de gerenciamento de banco de dados.

Cada sistema, em função de seus objetivos e necessidades, implementa estes componentes de forma distinta, mas todos estão usualmente presentes num SIG. A Figura 6 apresenta os relacionamentos entre esses componentes.

Figura 6 – Componentes de um SIG



Fonte: Adaptado de Câmara, Casanova e Hemerly (1996) e ESRI (2021)

O uso de SIG é considerado um método eficiente para coleta de dados de acidentes de trânsito. Com base no processamento de informações espaciais das ocorrências podem-se detectar padrões de lesões causadas por acidentes e identificar locais específicos, onde medidas eficazes se fazem necessárias para alcançar resultados visíveis em um prazo curto (OMS, 2012).

Na Austrália e na Nova Zelândia, todas as autoridades de trânsito usam um SIG ou um sistema de mapeamento digital para registrar os locais das ocorrências dos acidentes de trânsito. Isso permite que os dados do acidente sejam incorporados a uma base de dados relacional, permitindo que os locais do acidente sejam sobrepostos em planos que mostram outras informações geográficas, como características da rodovia, fluxos de tráfego, leiautes de interseção e usos do solo (AUSTROADS, 2015).

2.5.1 Análise Exploratória de Dados Espaciais

A Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) é a extensão do conceito de análise exploratória de dados ao problema de detecção de propriedades espaciais de conjuntos de dados onde, para cada valor de atributo, existe um endereço de localização espacial (HAINING, 1998). A AEDE é definida como a coleção de técnicas para descrever e

visualizar distribuições espaciais, identificar localidades atípicas (*outliers* espaciais), descobrir padrões de associação espacial (*clusters* espaciais) e sugerir diferentes regimes espaciais e outras formas de instabilidade espacial (ALMEIDA, 2012).

No que concerne as técnicas para identificação de padrões de associação espacial, FISHER (2010) define o agrupamento espacial (*spatial cluster*, em inglês) como um grupo geograficamente delimitado de ocorrências de tamanho e concentração suficientes para ser improvável de ter ocorrido por acaso.

Ainda de acordo com FISHER (2010), essas técnicas podem ser divididas em duas categorias: aquelas que são utilizadas para determinar se o agrupamento está presente na região de estudo e aquelas que procuram identificar a localização dos agrupamentos. A primeira categoria de testes é chamada de técnicas de agrupamento global e esses métodos fornecem uma única estatística que resume o padrão espacial da região. O segundo tipo de metodologia é chamado de agrupamento local. Os métodos locais examinam sub-regiões ou regiões vizinhas específicas dentro do estudo para determinar se essa área representa um grupo de valores altos (um *hot spot*) ou valores baixos (um *cold spot*).

2.5.2 Ferramentas para Processamento de Dados Espaciais

As ferramentas computacionais para processamento de dados espaciais, chamadas de SIG, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos (CÂMARA, DAVIS e MONTEIRO, 2001).

A seguir são apresentadas duas ferramentas de geoprocessamento, o PostGIS e o QGIS, ambas de licenciamento livre e grande relevância no meio científico que, em conjunto, possibilitam a manipulação de dados espaciais em um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) e a elaboração de mapas georreferenciados.

2.5.2.1 PostGIS

O PostGIS é um sistema informatizado, desenvolvido e mantido por um projeto de código aberto, utilizado na forma de uma extensão ao sistema de gerenciamento de banco de dados PostgreSQL. O PostGIS visa fornecer recursos de armazenamento e manipulação de dados espaciais e, desta forma, possibilita a inclusão de dados espaciais ao lado de dados normalmente encontrados em um banco de dados objeto-relacional. A aplicação de recursos

novos ou aprimorados é possível por meio do uso das funções básicas, fornecidas pelo PostGIS e na extensibilidade inerente do sistema gerenciado de banco de dados PostgreSQL (CORTI, 2014).

O PostgreSQL (2021) é um sistema de gerenciamento de banco de dados objeto-relacional baseado na versão 4.21 do sistema POSTGRES, desenvolvido no Departamento de Ciência da Computação da Universidade da Califórnia em Berkeley, capaz de suportar uma grande parte do padrão de linguagem de consulta estruturada (SQL) e oferece muitos recursos, tais como:

- a) consultas complexas;
- b) chaves estrangeiras;
- c) gatilhos (*triggers*, em inglês);
- d) visualizações atualizáveis;
- e) integridade transacional;
- f) controle de simultaneidade de múltiplas versões.

2.5.2.2 QGIS

O QGIS é um SIG de código aberto multiplataforma que permite a criação, edição e análise de dados espaciais e a elaboração e visualização de mapas temáticos (QGIS, 2021).

O sistema possui suporte a diversas fontes de dados e possibilita o carregamento de dados espaciais armazenados em sistemas gerenciados de bancos de dados, serviços web (*webservices*, em inglês), arquivos em formato de matrizes de pixels (*rasters*, em inglês) e arquivos em formato vetorial (QGIS, 2021).

3 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

De acordo com a publicação “*Literature Searches and Literature Reviews for Transportation Research Projects*” divulgada pelo *Transportation Research Board (TRB)*, a revisão da literatura é uma parte fundamental do processo de pesquisa em qualquer campo de investigação. Para o pesquisador, a revisão da literatura ajuda a esclarecer o escopo do projeto de pesquisa ao criar uma narrativa do que é e do que não se sabe na área e onde existem áreas de discussão. Para os leitores, a revisão também fornece um contexto valioso, estabelece a experiência do pesquisador e relaciona as descobertas do projeto com o que já é conhecido (TRB, 2015).

As revisões sistemáticas de literatura (RSL) foram originalmente desenvolvidas por pesquisadores da área da saúde, a partir da necessidade de garantir que as decisões que afetam a vida das pessoas possam ser informadas por uma compreensão atualizada e completa das evidências de pesquisas relevantes (HIGGINS, THOMAS, CHANDLER, et. al, 2019).

Uma revisão sistemática é definida como um meio de identificar, avaliar e interpretar o acervo disponível de trabalhos científicos de caráter relevante para uma questão de pesquisa específica, ou área de tópico ou fenômeno de interesse (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007).

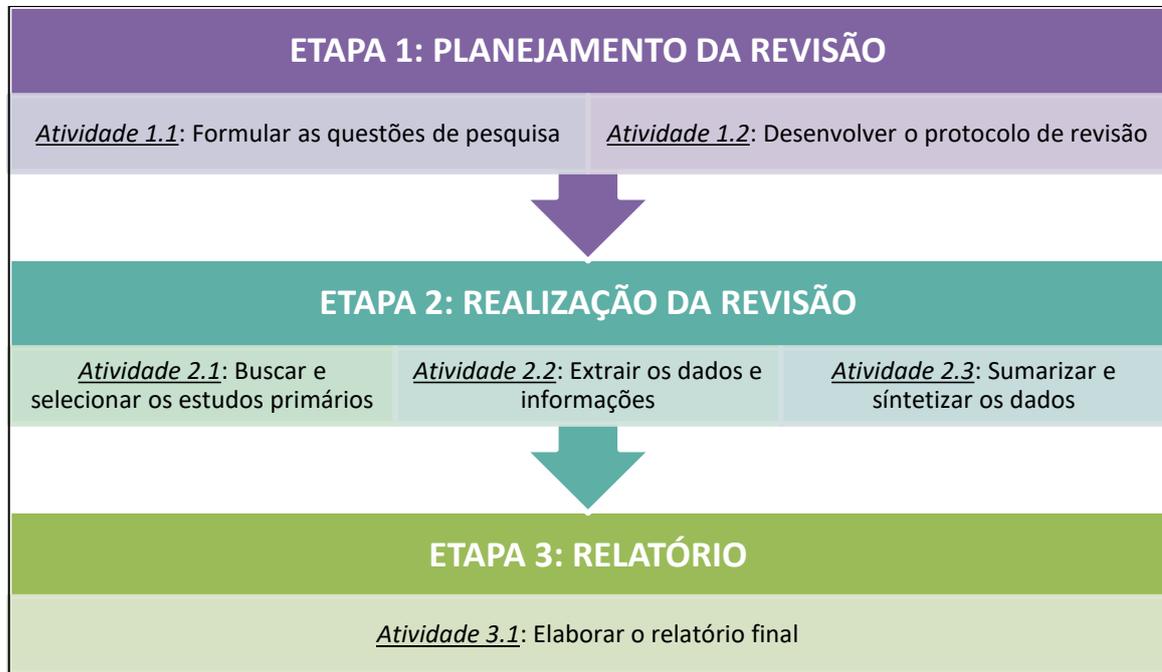
Dentro do contexto apresentado, observa-se que os critérios de seleção de locais para implantação de equipamentos fixos de fiscalização dos limites de velocidade baseiam-se, necessariamente, nos métodos numéricos de identificação de trechos críticos, diferindo apenas na amplitude do período de análise dos acidentes, no nível de relevância da gravidade das ocorrências e na forma de segmentação da malha viária. Tendo em vista a intensão de se elaborar um método georreferenciado de identificação de trechos concentradores de acidentes para suporte à tomada de decisão em relação à fiscalização do excesso de velocidade em rodovias, a realização de uma revisão sistemática de literatura é importante para que se identifique o estado da arte no que tange a aplicação de técnicas de análise de padrões de associação espacial na identificação de trechos concentradores de acidentes.

3.1 DEFINIÇÃO DO PROCESSO DE REVISÃO SISTEMÁTICA

O processo adotado para realizar a RSL nesta pesquisa foi baseado no trabalho desenvolvido por Kitchenham e Charters (2007), o qual inclui várias atividades que podem ser agrupadas em três etapas principais: Etapa 1 – Planejamento da revisão, Etapa 2 –

Realização da revisão e Etapa 3 – Relatório. As atividades de cada uma destas etapas são observadas na Figura 7.

Figura 7 – Etapas e atividades da revisão sistemática de literatura



Fonte: Adaptado de Kitchenham e Charters (2007)

3.2 ETAPA 1 – PLANEJAMENTO DA REVISÃO

A etapa de planejamento da revisão visa definir os procedimentos básicos para a realização da revisão sistemática. Essa etapa é caracterizada pelas seguintes atividades preliminares à revisão:

- a) **atividade 1.1 - formular as questões da pesquisa:** define as questões de pesquisa que norteiam todo o processo de revisão (Etapa 2), ou seja, o processo de busca e seleção deve identificar estudos primários que abordem as questões de pesquisa. Já o processo de extração de dados deve extrair os itens de dados necessários para responder às perguntas e o processo de análise de dados deve sintetizar os dados de tal forma que as perguntas possam ser respondidas;
- b) **atividade 1.2 – desenvolver o protocolo de revisão:** define o procedimento que será utilizado para a realizar a busca e seleção dos trabalhos científicos. Esse procedimento contempla os critérios de identificação, seleção e exclusão dos trabalhos, de modo a filtrar o conteúdo encontrado e cumprir a necessidade da revisão.

3.2.1 Formulação das Questões de Pesquisa

A questão que norteia a revisão sistemática de literatura desta pesquisa é definida pela Pergunta: Qual o panorama dos procedimentos de identificação de trechos concentradores de acidentes, realizados por meio de métodos de análise de agrupamentos espaciais de ocorrências de acidentes de trânsito? Para responder essa pergunta, foram definidas as seguintes questões de pesquisa:

- a) QP1: Quanta atividade de identificação de trechos concentradores de acidentes houve desde o ano de 2000 por aplicação de métodos georreferenciados?
- b) QP2: Quais métodos georreferenciados de identificação estão sendo abordados?
- c) QP3: Quais técnicas georreferenciadas de segmentação da malha rodoviária estão sendo utilizadas?
- d) QP4: Os métodos georreferenciados são claramente explicados?
- e) QP5: Como os métodos georreferenciados estão sendo aplicados?
- f) QP6: Quais Indicadores de Desempenho da Segurança estão sendo aplicados para avaliação dos trechos concentradores?
- g) QP7: Quais são as limitações da pesquisa atual?

3.2.2 Desenvolvimento do Protocolo de Revisão

O protocolo de revisão elaborado para esta pesquisa foi definido a partir dos seguintes componentes:

- a) **ferramentas de busca:** definição do sistema de busca e das bases de dados de publicações (referências e resumos de trabalhos acadêmicos e científicos, normas técnicas, patentes, teses e dissertações, dentre outros tipos de materiais);
- b) **termos de busca:** definição das palavras-chave relevantes ao tema da pesquisa;
- c) **processo de seleção:** definição do termo de pesquisa por meio das palavras-chave e suas combinações, de maneira que contemple as questões de pesquisa;
- d) **critérios de inclusão e exclusão:** definição das regras de triagem das publicações, de modo a filtrar o conteúdo resultantes do processo de seleção.

Inicialmente foi definido como o sistema primário de busca o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), fundação vinculada ao Ministério da Educação. O Portal é uma biblioteca virtual que reúne e disponibiliza acesso

unificado ao conteúdo de periódicos e de bases de dados de publicações de acesso tanto aberto (gratuito) quanto restrito (pagos), desde que o sistema seja operado por meio de computadores de instituições participantes, nesse caso a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Assim, devido a relevância na área de estudo e na capacidade das ferramentas de busca, foram selecionadas as bases: Scopus, Web of Science e IEEE Xplore.

Os termos de busca utilizados na formação do processo de seleção foram delimitados por palavras-chaves, conforme as premissas do protocolo, a fim de responder à pergunta central da revisão e às questões de pesquisa. Os termos foram organizados em dois grupos principais, de acordo com o tema da pesquisa: trechos concentradores de acidentes e análise de dados espaciais. As palavras-chave e respectivos sinônimos, apresentados no Quadro 7, foram escritos em inglês e português para possibilitar que a ferramenta de busca identifique publicações nas duas línguas.

Quadro 7 – Palavras-chave utilizadas na revisão sistemática de literatura

Grupo de termos	Termos internacionais	Termos nacionais
Trechos concentradores de acidentes	black spot, hot spot, hotspot black zones, hazardous locations accident, collision, crash	ponto negro local crítico, segmento crítico, trecho crítico área crítica, zona crítica, zona de acumulação de acidentes acidente, colisão
Análise de dados espaciais	GIS clustering, cluster spatial autocorrelation	SIG agrupamento espacial autocorrelação espacial

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

O termo de pesquisa utilizado no processo de seleção para busca das publicações foi elaborado visando o uso dos recursos de busca avançada das bases de dados de publicações. Assim, definiu-se a *string* de palavras-chave e critérios básicos de seleção para busca por trabalhos científicos, conforme observado na Figura 8.

Figura 8 – Termo de pesquisa utilizado na RSL

```

TEXTO_PUBLICACAO Contem
(
  ("black spot" OR "hot spot" OR "hotspot" OR
  "black zones" OR "hazardous locations" OR
  "accident" OR "collision" OR "crash")
  OR
  ("ponto negro" OR
  "local crítico" OR "segmento crítico" OR "trecho crítico" OR
  "área crítica" OR "zona crítica" OR "zona de acumulação de acidentes" OR
  "acidente" OR "colisão")
)
AND
(
  ("GIS" OR "clustering" OR "cluster" OR "spatial autocorrelation")
  OR
  ("SIG" OR "agrupamento espacial" OR "autocorrelação espacial")
)

```

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Para definição dos critérios de inclusão e exclusão foram adotadas as seguintes regras de triagem dos trabalhos acadêmicos resultantes da execução do termo de pesquisa nas ferramentas de busca avançada das bases de dados de publicações:

- a) **ano de publicação:** trabalhos divulgados entre os anos 2000 e 2021;
- b) **área do conhecimento:** trabalhos relacionados à área Engenharia / Tecnologia;
- c) **duplicidade de referências:** análise de repetição de referências bibliográficas entre as bases de dados. Devem ser removidas as referências em duplicidade;
- d) **aderência pelo título:** análise do título do trabalho visando verificar a aderência com o tema da pesquisa. Devem ser removidos os trabalhos identificados como não aderentes;
- e) **aderência pelo conteúdo:** análise do resumo do trabalho visando verificar a relevância do conteúdo com as questões de pesquisa. Caso seja necessário aprofundar a análise, o corpo do trabalho também deve ser verificado. Assim, devem ser removidos os trabalhos identificados como não aderentes e, também, as publicações com restrição de acesso que impedem a leitura integral do conteúdo.

3.3 ETAPA 2: REALIZAÇÃO DA REVISÃO

Na etapa de realização da revisão põe-se em prática o protocolo de revisão, extraindo os dados e informações relevantes ao tema da pesquisa e, finalmente, resumizando e sintetizando estes dados para resposta as questões de pesquisa.

3.3.1 Busca e Seleção dos Estudos Primários

De acordo com o termo de pesquisa definido, foram realizadas buscas avançadas em cada uma das bases de dados de trabalhos científicos. Nesse momento, foram inseridos os critérios de inclusão e exclusão referentes ao ano de publicação e à área do conhecimento. O quantitativo das publicações encontrados são observados na Tabela 4.

Tabela 4 – Número de publicações encontradas por base de dados pesquisada

Base de dados	Número de publicações
Scopus	385
Web of Science	361
IEEE Xplore	163
Total	909

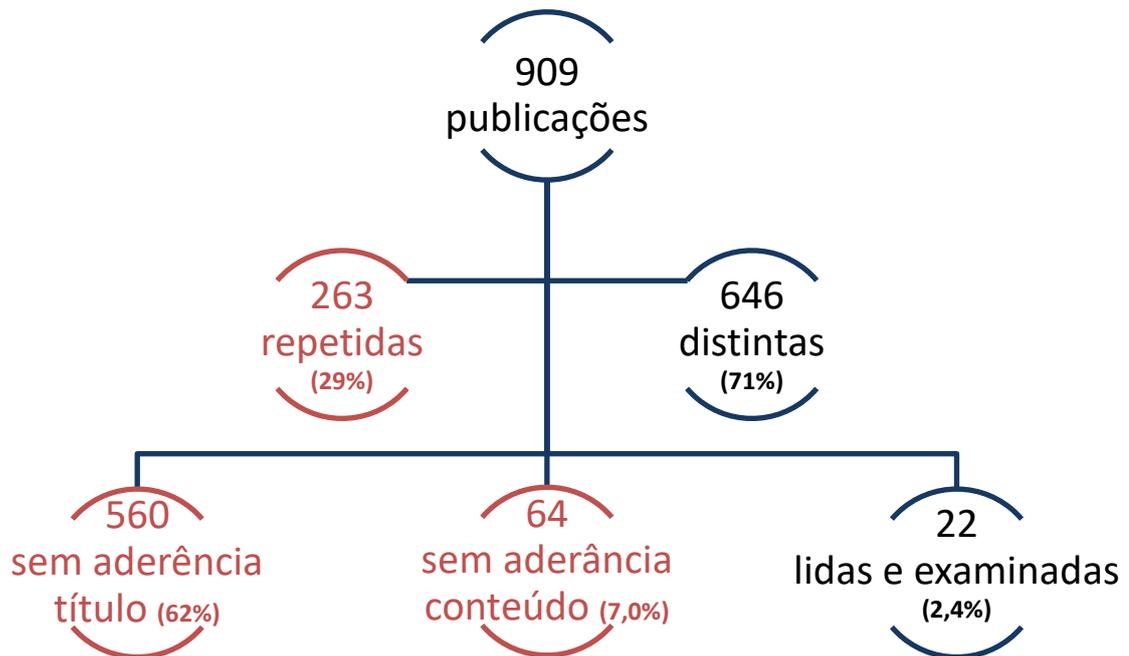
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após a coleta inicial das referências bibliográficas, foi verificado o critério da duplicidade de referências dos 909 trabalhos científicos, visando a identificação e remoção das referências repetidas entre as bases de dados. Após a aplicação desse critério, foram identificadas 263 referencias repetidas, as quais foram removidas, resultando assim em uma base bruta com 646 trabalhos científicos.

Em seguida foi empregado o critério da aderência pelo título, com o objetivo de identificar os trabalhos científicos que não possuam conexão com o tema da pesquisa. Nesse momento foram identificadas 560 publicações, restando assim uma base refinada com 86 trabalhos científicos.

Por fim foi verificado o critério de aderência pelo conteúdo, com objetivo de determinar os trabalhos científicos sem relevância de conteúdo para responder as questões de pesquisa. Nessa última atividade de exclusão, foram identificadas 64 publicações que poderiam ser desconsideradas. Dessa forma, os 22 trabalhos científicos restantes foram selecionados para uso na execução das atividades de extração, sumarização e síntese de dados e informações. A Figura 9 apresenta os resultados do processo de busca e seleção dos estudos primários.

Figura 9 – Resultados do processo de busca e seleção dos estudos primários



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

3.3.2 Extração dos Dados e Informações

A partir da leitura dos trabalhos acadêmicos selecionados e do exame das metodologias descritas, foram extraídos dados e informações importantes para resposta as questões de pesquisa e, conseqüentemente, para a fundamentação técnica do método proposto.

3.3.3 Sumarização e Síntese dos Dados

Os 22 trabalhos acadêmicos selecionados na RSL foram sintetizados em função dos métodos georreferenciados de identificação de trechos concentradores de acidentes empregados e do número de citações feitas por outros autores através de informações consultadas no sistema Google Scholar.

O Quadro 8 apresenta, para cada uma das 22 publicações selecionadas, a referência bibliográfica e o respectivo número de citações.

Já o Quadro 9 apresenta a síntese dos dados (métodos georreferenciados de identificação de trechos concentradores de acidentes) de cada uma das publicações selecionadas.

Quadro 8 – Lista de trabalhos acadêmicos selecionados na RSL

#	Título	Autores	Ano	Citações
01	A Case Study on Kernel Density Estimation and Hotspot Analysis Methods in Traffic Safety Management	Srikanth, L.; Srikanth, I.	2020	0
02	A comparative analysis of black spot identification methods and road accident segmentation methods	Ghadi, M. Q.; Török, Á.	2019	0
03	A new approach to identifying crash hotspot intersections (CHIs) using spatial weights matrices	Zhang, Z.; Ming, Y.; Song, G.	2020	48
04	A new integrated GIS-based analysis to detect hotspots: A case study of the city of Sherbrooke	Harirforoush, H.; Bellalite, L.	2019	19
05	A Novel Identification Model for Road Traffic Accident Black Spots: A Case Study in Ningbo, China	Zhang, C.; Shu, Y.; Yan, L.	2019	2
06	A Road Hotspots Identification Method Based on Natural Nearest Neighbor Clustering	Han, Q.; Zhu, Y.; Zeng, L.; et. al.	2015	4
07	An Integration of Different Computing Approaches in Traffic Safety Analysis	Murat, Y. S.; Cakici, Z.	2017	4
08	An ontology-based traffic accident risk mapping framework	Wang, J.; Wang, X.	2011	11
09	Analysis and assessment of Lithuanian road accidents by AHP method	Jakimavičius, M.	2018	2
10	Applying linear analysis methods to GIS-supported procedures for preventing traffic accidents: Case study of Konya	Gundogdu, I. B.	2010	7
11	Clustering Algorithm in Order to find Accident Black Spots Identified by GPS Coordinates	Szenasi, S.; Csiba, P.	2014	225
12	Comparison Different Black Spot Identification Methods	Ghadi, M. Q.; Torok, A.	2017	23
13	Identification of Accident Black Spots Using Network Screening: The Case of Sogutluceme-15 Temmuz Sehitler Bridge Corridor	Maltas, A.; Ozen, H.; Saracoglu, A.	2018	1
14	Identification of road accident recurrence in Sri Racha district, Chon Buri province	Pleerux, N.; Nardkulpat, A.	2020	5
15	Identification of Traffic Accident Clusters using Kulldorff's Space-Time Scan Statistics	Song, J.; Wen, R.; Yan, W.	2019	17
16	Integration of probability and clustering based approaches in the field of black spot identification	Ghadi, M. Q.; Török, Á.; Tanczos, K.	2019	2
17	Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots	Anderson, T. K.	2009	11
18	Spatial analysis of road traffic accident hotspots: evaluation and validation of recent approaches using road safety audit	Zahrán, E. M. M.; Tan, S. J.; Tan, E. H. A.; et. al.	2019	0
19	Spatial statistical analysis of the traffic accidents	Sipos, T.	2017	50
20	Spatio-temporal study of road traffic crash on a national highway of Bangladesh	Newaz, K. M. S.; Hasanat-E-Rabbi, S.; Miaji, S.	2017	8
21	The Identification of Hazardous Road Locations: A Comparison of the Blacksite and Hot Zone	Loo, B. P. Y.	2009	88

#	Título	Autores	Ano	Citações
	Methodologies in Hong Kong			
22	Traffic accident hotspot identification by integrating kernel density estimation and spatial autocorrelation analysis: a case study	Le, K. G.; Liu, P.; Lin, L.	2020	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Quadro 9 – Síntese dos dados dos trabalhos acadêmicos selecionados na RSL

#	Método de segmentação	Parâmetros do modelo	Medidas de desempenho/classificação
01	KDE (1); Autocorrelação Espacial (2).	Tamanho da célula: 100m (1); Largura de banda 100m (1); Função quadrática (1); Global Moran's I: 5404 pés (2).	Frequência média de acidentes; Getis-Ord G_i^* .
02	K-means (1); Trecho homogêneo (2-4).	K: 304, fixo (1); Extensão: 750m (2); VMDa (3); VMDa e geometria (4).	Frequência média de acidentes; Frequência média de UPS; Método Bayesiano Empírico (BE).
03	Trecho homogêneo.	Segmento: interseção (nó que se liga com três ou mais arcos); Distância euclidiana de até 28,5m entre o acidente e o segmento.	Frequência média de acidentes; Getis-Ord G_i^* (683,64m).
04	KDE.	Tamanho da célula: 10m; Largura de banda: 100m.; Função quadrática.	Frequência média de acidentes; HSM: <i>Critical Rate</i> (taxa crítica de acidentes).
05	K-means modificado	Raio do <i>cluster</i> : 50m; K: 6, fixo.	-

#	Método de segmentação	Parâmetros do modelo	Medidas de desempenho/classificação
06	<i>Nearest neighbor graph</i> modificado (restrição de região) (1); K-means (2); DBSCAN (3).	Raio do <i>cluster</i> : 100m (1); K: 57, fixo (2-3).	-
07	Fuzzy C-Means.	-	Lógica difusa (condições geométrica e física da via, VMDa, velocidade média e taxa de acidentes).
08	DBSCAN modificado.	Distância entre acidentes: 45m; Número mínimo de acidente: 3; Valor de risco mínimo: 8.	Frequência média de UPS.
09	Trecho homogêneo.	Extensão: 500m; Número de acidente por segmento: 3.	Taxa crítica de acidentes (número de acidentes, VMDa, tamanho do segmento, número de anos de dados); Getis-Ord G_i^* ; AHP multicritério (número de vítimas fatais, número de vítimas não fatais, número de pessoas envolvidas, número de veículos danificados, percentual de dano ao pavimento; z-score).
10	Trecho homogêneo.	Extensão: 1km.	Frequência média de acidentes; Frequência média de vítimas fatais.; Frequência média de feridos; Getis-Ord G_i^* .
11	DBSCAN modificado.	Raio do <i>cluster</i> ; Número mínimo de acidente: 3; Densidade <i>cluster</i> : soma do UPS / área do <i>cluster</i> .	Frequência média de UPS.
12	<i>Sliding Window</i> (1); Autocorrelação Espacial (2).	Janela: 0,6 milhas (1); Número crítico de acidentes (1); Segmento padrão: 0,15 milhas (2).	HSM: <i>Critical Rate</i> (taxa crítica de acidentes); Método Bayesiano Empírico (BE). Tipo da via, VMDa, tamanho do segmento e número e tipo de acidentes.

#	Método de segmentação	Parâmetros do modelo	Medidas de desempenho/classificação
13	Trecho homogêneo (1); <i>Peak Search</i> (2); <i>Sliding Window</i> (3).	Extensão: 100 e 250m (1); 8 segmentos de tamanhos variados (2); Seção: 10m (3); Janela: 100 e 250m (3).	HSM: <i>Average Crash Frequency</i> (Frequência média de acidentes); HSM: <i>Equivalent Property Damage Only (EPDO) Average Cras; Frequency</i> (Frequência média de UPS); HSM: <i>Relative Severity Index</i> (índice de gravidade relativo).
14	Trecho homogêneo.	Extensão: 50m.	Getis–Ord G_i^* .
15	<i>Space–Time Permutation Scan Statistic</i> .	-	<i>Kulldorff's retrospective space-time scan statistics</i> .
16	K-means.	K: função da homogeneidade do VMDa e com a geometria da via.	Método Bayesiano Empírico (BE). Tipo da via, VMDa, tamanho do segmento e número e tipo de acidentes.
17	KDE → K-means.	Tamanho da célula: 100m; Largura de banda: 200m; Função quadrática; K: 15, fixo.	Frequência média de acidentes.
18	SANET-KDE (1); KDE+ (2); Autocorrelação Espacial (3); Agrupamento Espacial (4).	Tamanho da célula: 14m (1-2); Largura de banda: 78m (1-2).; Global Moran's I: 30 pés (3).; Raio de junção: 78m (4).	Frequência média de acidentes; Nível de risco (número de acidentes, severidade); Nível de risco (número de acidentes, custo socioeconômico); Getis–Ord G_i^* .
19	Autocorrelação Espacial	Global Moran's I: 5.030m.	Getis–Ord G_i^* .
20	KDE.	Tamanho da célula: 50m; Largura de banda: 500m.	Frequência média de acidentes.
21	Trecho homogêneo.	Extensão: 100m.	Frequência média de acidentes.
22	KDE (1); Autocorrelação Espacial (2).	Largura de banda: 1000m (1); Função gaussiana (1); Global Moran's I: 2.250m (2).	Frequência média de UPS; Getis–Ord G_i^* .

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após leitura e exame dos trabalhos acadêmicos, observa-se um conjunto de técnicas de identificação de padrões de associação espacial empregadas na identificação de trechos concentradores de acidentes, bem como, uma relação de medidas de desempenho de segurança utilizados para classificação e priorização dos trechos identificados. Essas técnicas de identificação de trechos concentradores de acidentes e as medidas de desempenho são explicadas em 3.4.

3.4 ETAPA 3: RELATÓRIO

Nos estudos selecionados durante a revisão sistemática, verifica-se que a etapa de definição do método de identificação de trechos concentradores de acidentes é precedida pela escolha das medidas de desempenho de avaliação desses locais.

Essa relação sequencial é caracterizada no processo de gestão de segurança viária proposto por *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO, 2010), onde a definição do conjunto de medidas de desempenho precede às etapas de identificação e análise dos trechos com potencial de redução do número ou da severidade dos acidentes. AASHTO, ainda destaca que a seleção das medidas deve considerar, principalmente, a disponibilidade e o custo de obtenção dos dados (ocorrências de acidentes, malha viária, volumes de tráfego, sistemas de sinalização, ocupação do solo lindeiro etc.), a forma de estabelecimento dos limites mínimos de desempenho e a tendência de regressão a média.

No que concerne os trabalhos selecionados, as medidas de desempenho de segurança observadas foram:

- a) **frequência média de acidentes:** os locais são classificados em ordem decrescente, de acordo com o número total de acidentes em um determinado período. Opcionalmente, a população de ocorrências pode estar restrita a determinadas gravidades ou tipos de acidente (AASHTO, 2010);
- b) **frequência média de UPS:** os locais são classificados em ordem decrescente de acordo com o número total do valor expresso em UPS em um determinado período. Opcionalmente, a população de ocorrências pode estar restrita a determinadas gravidades ou tipos de acidente (AASHTO, 2010);
- c) **índice de gravidade relativo:** os custos financeiros dos acidentes são calculados de acordo com cada categoria de acidente e o custo total de todos os acidentes é calculado para cada local. Um custo médio de acidentes por local é então

comparado a um custo médio geral de acidentes para a população de referência do local. O custo médio geral dos acidentes é uma média dos custos totais em todos os locais da população de referência. A medida resultante do índice mostra se um local está gerando custos de acidentes mais altos do que a média de outros locais. O cômputo do custo da ocorrência pode considerar a gravidade e o tipo do acidente (AASHTO, 2010);

- d) **taxa crítica de acidentes:** é um valor limite que permite uma comparação relativa entre locais com características semelhantes. A taxa crítica de acidentes depende da taxa média de acidentes em locais semelhantes e de uma constante estatística que representa um nível desejado de significância. Opcionalmente, os locais podem ser segmentados em função do volume de tráfego (AASHTO, 2010);
- e) **matriz de risco da frequência média de acidente vs. UPS:** nessa técnica proposta por Zahran, Tan, Tan *et al.* (2019), os valores normalizados da frequência média de acidentes e de UPS são combinados para formar uma matriz de ordem 4 x 4 utilizada para classificar qualitativamente os locais analisados. O cálculo dos valores normalizados também considera a distância de parada do local, determinada em função da velocidade operacional da via, do coeficiente de atrito longitudinal e da inclinação da pista, bem como do tempo de percepção e reação do motorista;
- f) **matriz de risco da frequência média de acidente vs. custo:** nessa técnica proposta por Zahran, Tan, Tan *et al.* (2019), os valores normalizados da frequência média de acidentes e de custo socioeconômicos são combinados para formar uma matriz de ordem 4 x 4 utilizada para classificar qualitativamente os locais analisados. O cálculo dos valores normalizados também considera a distância de parada do local, determinada em função da velocidade operacional da via, do coeficiente de atrito longitudinal e da inclinação da pista, bem como do tempo de percepção e reação do motorista;
- g) **frequência média de acidentes esperada - método Empíricos de Bayes (EB):** modelo multivariado de previsão de acidentes, que descreve o nível normal de segurança e os efeitos das variáveis que o influenciam por meio de uma equação de regressão que estima a frequência média de acidentes para um determinado local. Para a construção do modelo de previsão é necessário segmentar a malha viária em trechos homogêneos em função das variáveis empregadas no modelo

(são parâmetros comuns de segmentação o tipo e geometria de via, o VMDa, a velocidade regulamentada, o sistema de sinalização e a ocupação do solo lindeiro), bem como é imprescindível dispor de uma base de dados de acidentes para calibração (AASHTO, 2010);

- h) **excesso esperado da frequência média de acidentes esperada - método empíricos de Bayes:** identifica um valor limite que permite indicar locais onde ocorrem mais acidentes do que o esperado, comparativamente a locais de características semelhantes. A frequência média de acidentes observada e a frequência de acidentes prevista de um SPF são ponderadas em conjunto utilizando o método EB para calcular uma frequência média de acidentes esperada. A frequência média de acidentes esperada resultante é comparada com a frequência média de acidentes prevista de um modelo de previsão. A diferença entre a frequência média de acidentes ajustada por EB e a frequência média prevista de acidentes de um modelo de previsão é o excesso de frequência média esperada de acidentes. Quando o valor de frequência de acidentes esperado em excesso é maior que zero, um local experimenta mais acidentes do que o esperado. Quando o valor da frequência de acidentes esperada em excesso é menor que zero, um local experimenta menos acidentes do que o esperado (AASHTO, 2010).

3.4.1 Métodos de Identificação de Trechos Concentradores de Acidentes

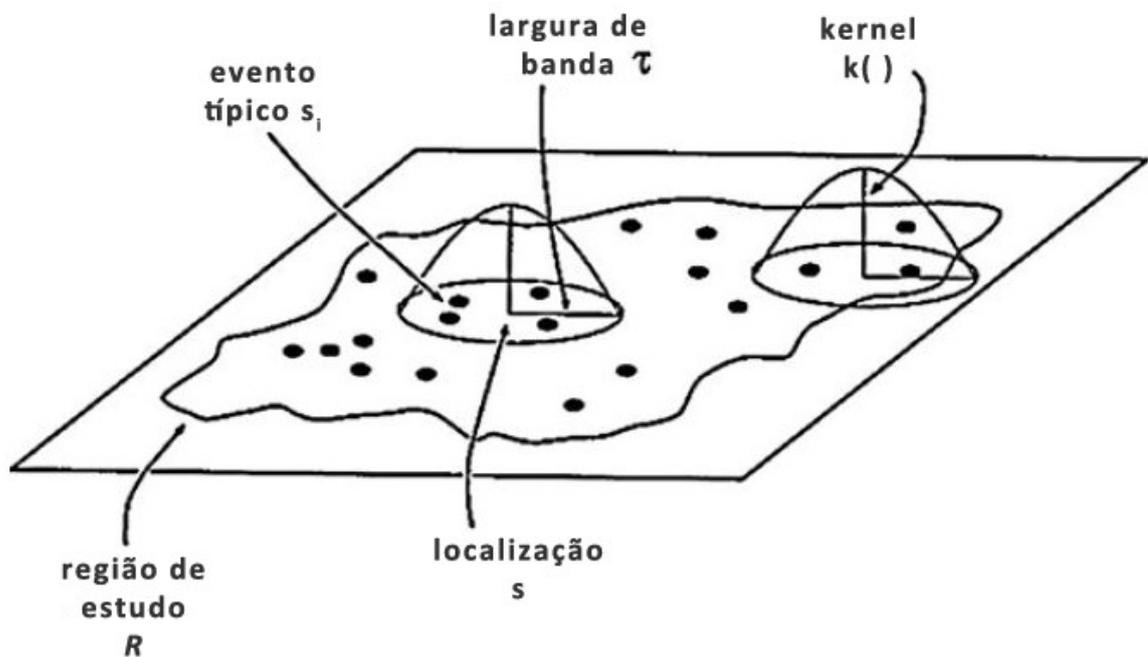
Os modelos de identificação de trechos concentradores de acidentes observados nos trabalhos científicos selecionados durante a revisão sistemática podem ser categorizados em três perspectivas principais: métodos estatísticos, métodos baseados em trechos homogêneos e métodos baseados em análise de *cluster*. Cada uma delas será mais bem explicada nas seções a seguir.

3.4.1.1 Métodos Estatísticos

Os métodos estatísticos são aqueles que utilizam técnicas estatísticas para identificar a concentração de acidentes em uma determinada região. Dentre os trabalhos selecionados, foram identificados os seguintes métodos: *Kernel Density Estimation* (KDE), autocorrelação espacial, *Peak Search*, *Sliding Window* e *Space–Time Permutation Scan Statistic*.

No método KDE, inicialmente, é necessário delimitar a área de malha viária de estudo. Toda essa área deve ser dividida em um número predeterminado de células de tamanho fixo. Em seguida, as ocorrências de acidentes de trânsito são localizadas em suas respectivas células. Assim, os acidentes de trânsito são vistos como um indicador de densidade de alta probabilidade na região da célula. A densidade de probabilidade em uma ocorrência depende das distâncias desta ocorrência em relação aos acidentes observados (ANDERSON, 2009). A Figura 10 ilustra o funcionamento do método KDE.

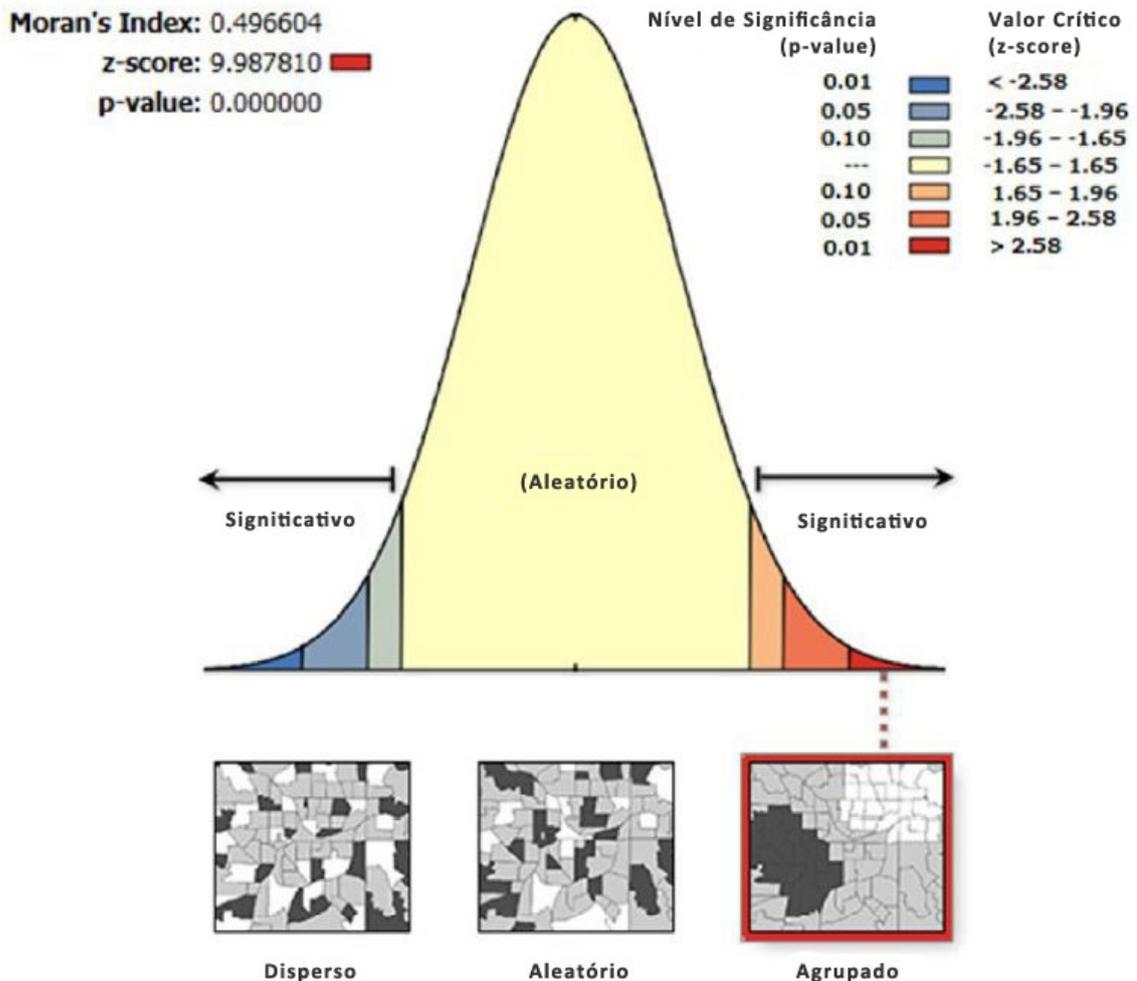
Figura 10 – Funcionamento do método *Kernel Density Estimation*



Fonte: Adaptado de Bailey e Gatrell (1995, apud Anderson, 2009, p. 2)

O método de autocorrelação espacial utiliza as coordenadas georreferenciadas do endereço das ocorrências dos acidentes para medir o grau de covariação entre os valores de latitude e longitude e, assim, avaliar se pares de ocorrências estão próximos uns dos outros. Portanto, a identificação dos trechos concentradores é baseada na agregação espacial de ocorrências de acidentes contíguas que são geograficamente aproximados (SRIKANTH e SRIKANTH, 2020). A Figura 11 ilustra o resultado da aplicação do método de autocorrelação espacial por meio da técnica Moran I.

Figura 11 – Aplicação do método de autocorrelação espacial por meio da técnica Moran I



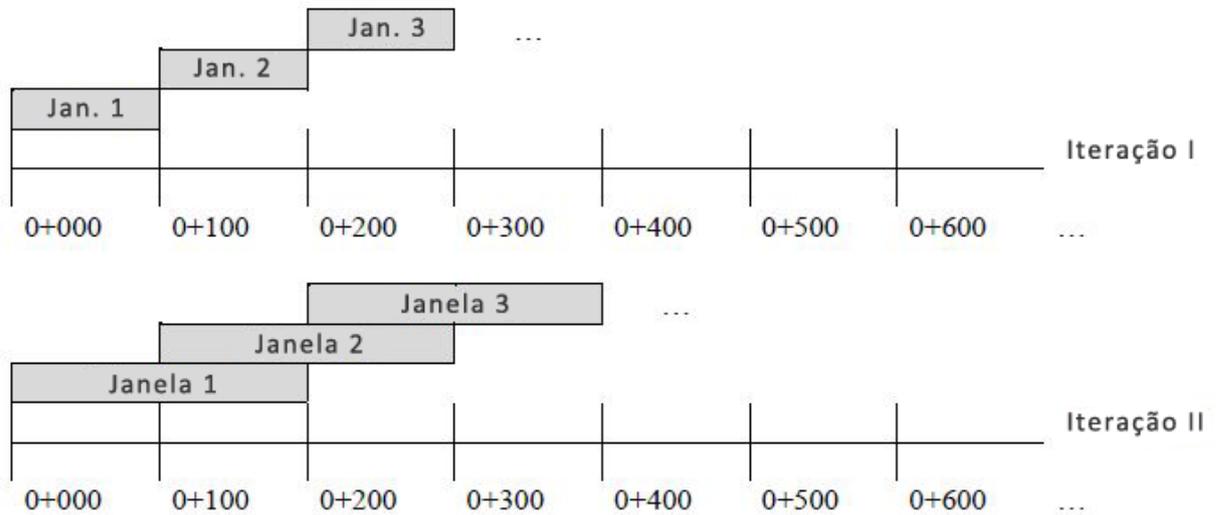
Fonte: Adaptado de Le, Liu e Lin (2020)

Os métodos *Peak Searching* e *Sliding Window* são duas técnicas apresentadas no manual “*Highway Safety Manual*” desenvolvido pela AASHTO. Elas são descritas na etapa 4 do capítulo *Network Screening* que visa a identificação de trechos que possuem maior potencial de se beneficiar de uma contramedida de engenharia destinada a redução na frequência ou gravidade dos acidentes (AASHTO, 2010).

No método *Peak Searching*, cada segmento individual da rodovia é subdividido em janelas de comprimento semelhante, aumentando potencialmente de forma incremental em comprimento até que o comprimento da janela seja igual ao comprimento de todo o segmento da via. As janelas não abrangem vários segmentos da rodovia. Para cada janela, a medida de desempenho escolhida é calculada. Com base na precisão estatística da medida de desempenho, a janela com o valor máximo da medida de desempenho dentro de um segmento de rodovia é utilizada para classificar o potencial de redução de acidentes desse local e,

consequentemente, de todo o segmento de rodovia (AASHTO, 2010). A Figura 12 apresenta um exemplo da utilização do método *Peak Searching* para uma janela de comprimento igual a 100 metros.

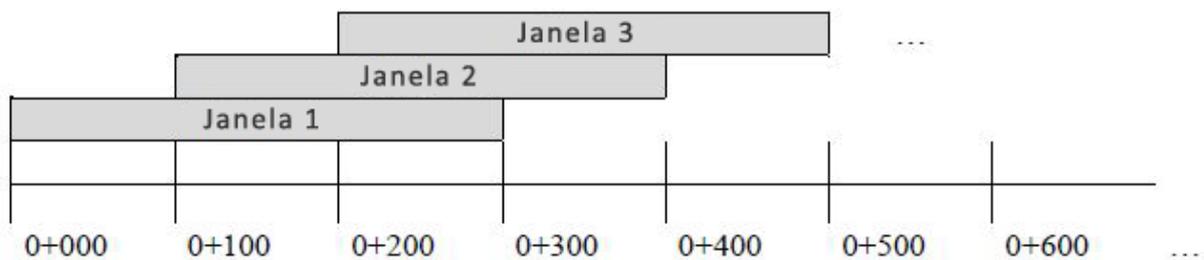
Figura 12 – Processo do método *Peak Searching*



Fonte: Adaptado de Maltas, Ozen e Saracoglu (2018)

No método *Sliding Window* uma janela de comprimento especificado é movida em termos conceituais ao longo de uma via, do início ao fim, em incrementos de um tamanho especificado e inferior ao da janela. A medida de desempenho escolhida para filtrar o segmento é aplicada a cada posição da janela e os resultados da análise são registrados para cada janela. Por fim, a janela que mostra o maior potencial de redução da frequência de acidentes de todo o segmento é identificada e é utilizada para representar o potencial de redução da frequência de acidentes de todo o segmento (AASHTO, 2010). A Figura 13 apresenta um exemplo da utilização do método *Sliding Window* para uma janela de comprimento igual a 300 metros movida em incrementos de tamanho igual a 100 metros.

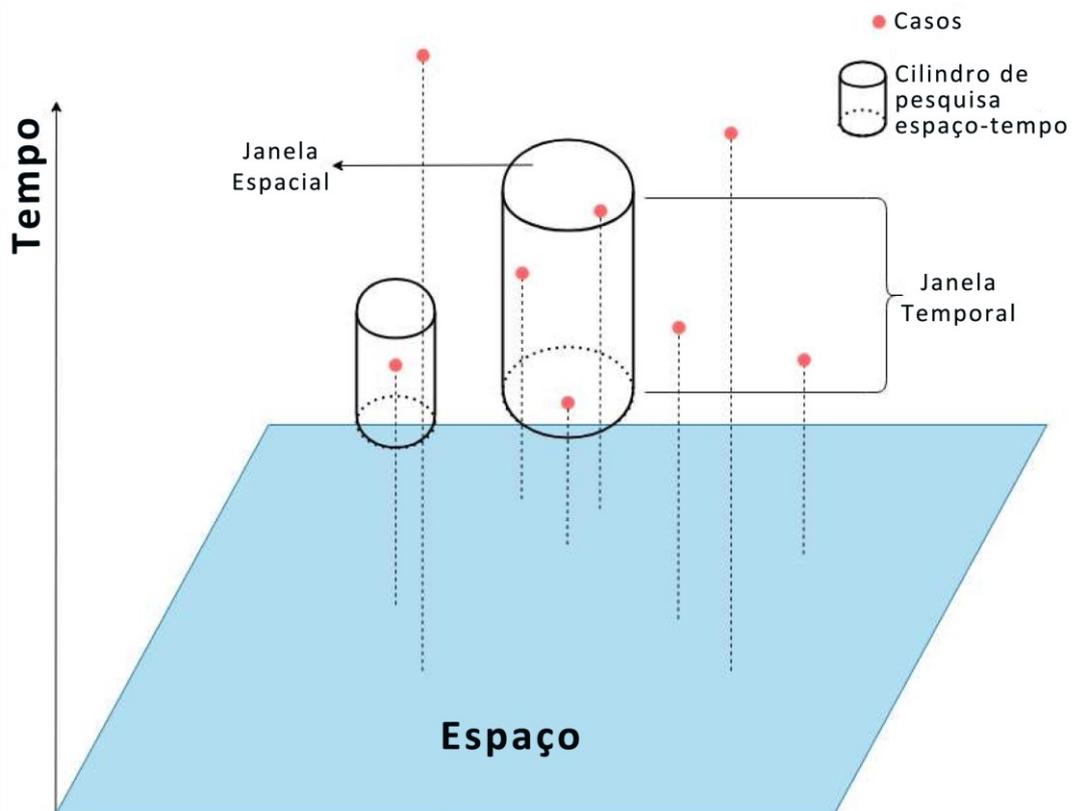
Figura 13 – Processo do método *Sliding Window*



Fonte: Adaptado de Maltas, Ozen e Saracoglu (2018)

O método *Space–Time Permutation Scan Statistic*, desenvolvido por Martin Kulldorff, é uma técnica de identificação de *clusters* estatisticamente significativos no espaço e no tempo, utilizando um modelo discreto de Poisson. A varredura do espaço-tempo é realizada com uma janela de forma cilíndrica, com a base circular correspondendo à janela espacial e a altura correspondendo à janela temporal. O cilindro é movido no espaço e no tempo com sua base centrada em torno de um dos vários locais de acidentes possíveis na região de estudo, enquanto seu raio e altura mudam continuamente de tamanho. Desta forma, a janela visita cada intervalo de tempo possível para cada localização geográfica e tamanho (SONG, WEN e YAN, 2019). A Figura 14 apresenta um diagrama de representação do método *Space–Time Permutation Scan Statistic*.

Figura 14 – Diagrama do método *Space–Time Permutation Scan Statistic*



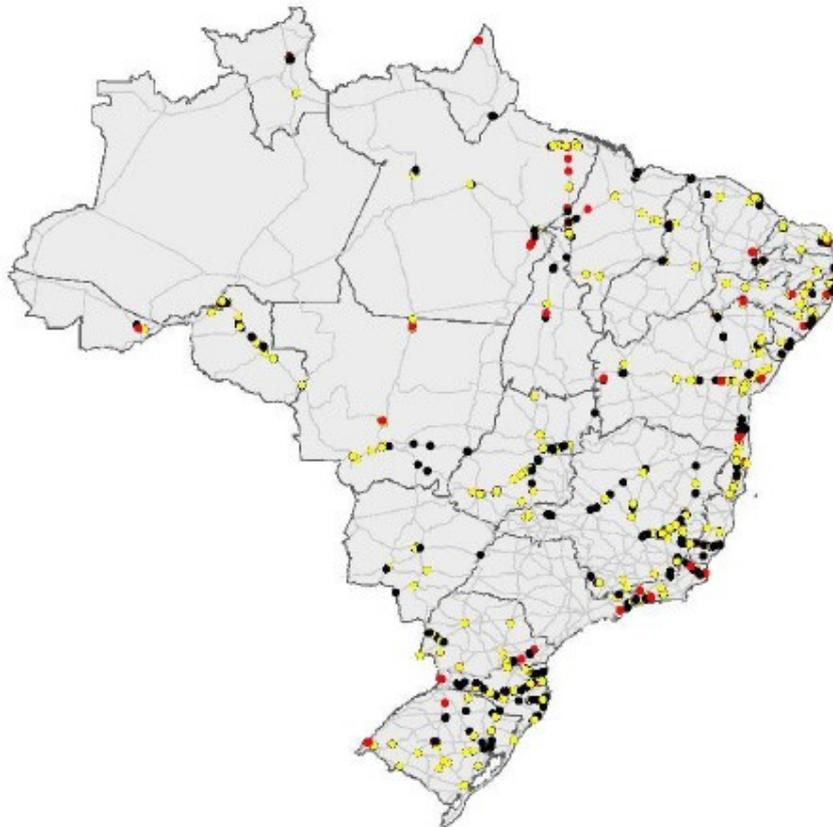
Fonte: Adaptado de Song, Wen e Yan (2019)

3.4.1.2 Métodos Baseados em Trechos Homogêneos

Os métodos baseados em trechos homogêneos são aqueles que segmentam a malha viária em grupos de trechos similares em função de suas características geométricas e operacionais e posteriormente identificam os acidentes de trânsito em cada um desses trechos de acordo com as coordenadas georreferenciadas do endereço das ocorrências (DNIT, 2009).

A segmentação das rodovias em trechos homogêneos pode levar em consideração a extensão e o tipo da via, a quantidade de faixas de rolamento, o sistema de controle de tráfego, a geometria da via, o volume de tráfego, a ocupação do solo, entre outras peculiaridades do ambiente atravessado. A Figura 15 apresenta o resultado da identificação, na malha rodoviária federal, de trechos concentradores de acidentes, considerados críticos, utilizando um método baseado em trechos homogêneos.

Figura 15 – Resultado de identificação de trechos concentradores de acidentes utilizando método baseados em trechos homogêneos



Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2017)

3.4.1.3 Métodos Baseados em Análise de Cluster

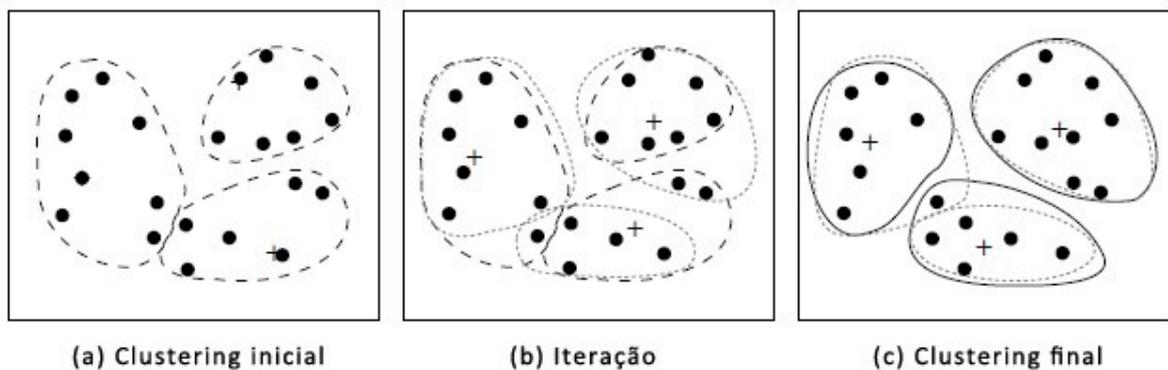
Análise de *cluster* ou simplesmente *clustering* é um processo de mineração de dados que visa agrupar um conjunto de objetos de dados em vários grupos ou agrupamentos (*clusters*, em inglês) para que os objetos dentro de um *cluster* tenham alta similaridade, mas sejam muito diferentes de objetos em outros *clusters*. Dissimilaridades e semelhanças são avaliadas com base nos valores de atributos que descrevem os objetos e frequentemente envolvem medidas de distância (HAN, KAMBER e PEI, 2012). Dentre os trabalhos

selecionados, foram identificados os seguintes métodos: algoritmo k-means, algoritmo fuzzy C-means, algoritmo *Density Based Spatial Clustering of Application with Noise* (DBSCAN) e *Natural Nearest Neighbor clustering*.

O algoritmo K-means é um método rígido de *clustering* classificado na categoria dos métodos de particionamento, onde cada objeto pertence exclusivamente a apenas um *cluster*. O centroide de cada *cluster* é definido pelo valor médio dos objetos dentro do *cluster*. Esses métodos, projetados para encontrar *clusters* de formato esférico, são caracterizados como a versão mais simples e fundamental da análise de *cluster*, onde o número de *clusters* (k) é dado como parâmetro base para a realização do particionamento.

Nesse método os centros iniciais dos k *clusters* são escolhidos arbitrariamente. Em seguida é realizado um processo de interação para calcular as médias dos *clusters*, onde cada objeto é atribuído ao *cluster* ao qual o objeto é mais semelhante, com base no valor médio dos objetos no *cluster*. A iteração termina quando não houver mudanças no valor das médias dos *clusters*. Uma desvantagem deste método é a dificuldade de detectar *clusters* de formato variável, tais como ovais ou em forma de “S” (HAN, KAMBER e PEI, 2012). A Figura 16 ilustra o procedimento de agrupamento pelo método k-means.

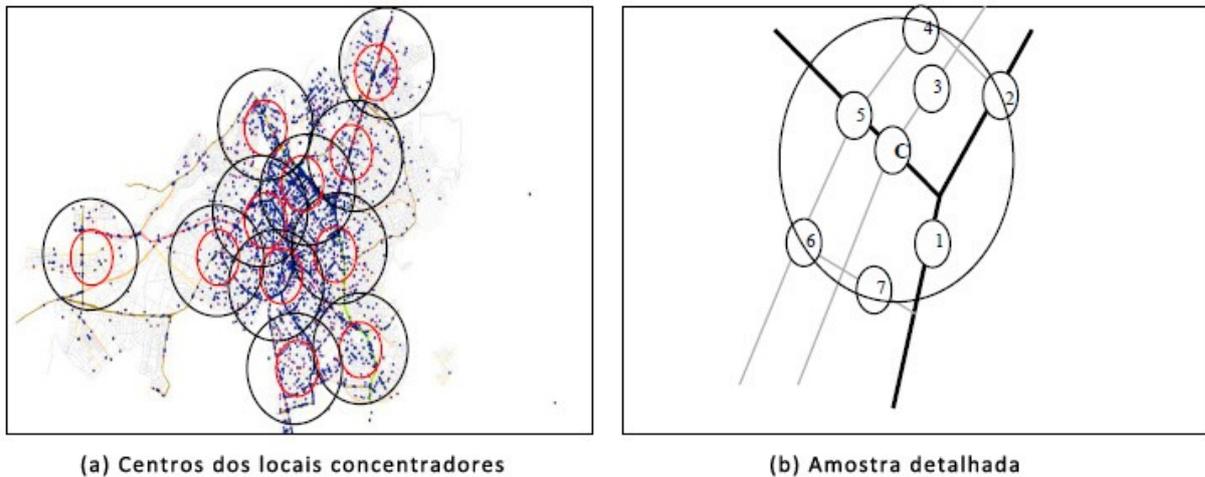
Figura 16 – Procedimento de *clustering* utilizando o algoritmo k-means



Fonte: Adaptado de Han, Kamber e Pei (2012)

O algoritmo fuzzy C-means é um método flexível de *clustering*, também classificado na categoria dos métodos de particionamento, é uma extensão do algoritmo k-means para uma estrutura de lógica difusa. No agrupamento fuzzy, cada objeto pode pertencer a vários *clusters* com diferentes graus de adesão (MURAT e CAKICI, 2017). A Figura 17 apresenta o resultado do processo de *clustering* de ocorrência de acidentes de trânsito na cidade de Denizli na Turquia, por meio do algoritmo fuzzy C-means.

Figura 17 – *Clustering* de ocorrências de acidentes utilizando o algoritmo fuzzy C-means



Fonte: Adaptado de Murat e Cakici (2017)

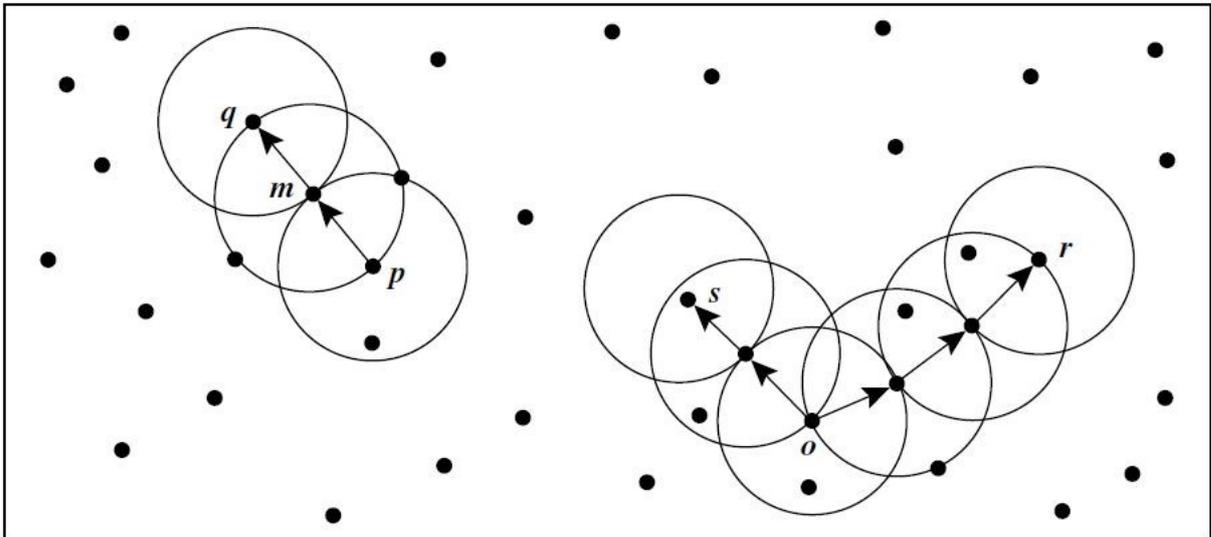
O algoritmo DBSCAN é um método rígido de *clustering* classificado na categoria dos métodos baseados em densidade. Esse método, capaz de reconhecer *clusters* de qualquer formato, pesquisa por objetos centrais, ou seja, objetos localizados em regiões de vizinhanças densas. Ele conecta os objetos centrais e os seus vizinhos próximos para formar regiões densas como *clusters*. O método utiliza dois parâmetros principais para definir os conceitos de vizinhança e de densidade. O primeiro especifica o comprimento do raio de abrangência da região de vizinhança (ϵ -vizinhança) e o segundo fixa o número mínimo de objetos (*MinObjs*) dentro da vizinhança para identificar se a região é densa ou não (HAN, KAMBER e PEI, 2012).

A Figura 18 apresenta um exemplo do procedimento de *clustering* utilizando o algoritmo DBSCAN com ϵ -vizinhança igual ao raio dos círculos e *MinObjs* igual a três e. Nesse exemplo, os pontos marcados “m”, “p”, “o”, “r” são objetos centrais porque cada um está em uma região contendo pelo menos três pontos. O objeto “q” é diretamente alcançável por densidade a partir de “m”. O objeto “m” é diretamente alcançável por densidade a partir de “p” e vice-versa.

O objeto “q” é indiretamente alcançável por densidade a partir de “p” porque “q” é diretamente alcançável por densidade a partir de “m” e “m” é diretamente alcançável por densidade a partir de “p”. No entanto, “p” não é densidade alcançável de “q” porque “q” não é um objeto central.

Da mesma forma, “r” e “s” são alcançáveis por densidade a partir de “o” e “o” é alcançável por densidade a partir de “r”. Portanto, “o”, “r” e “s” são todos conectados por densidade.

Figura 18 – Procedimento de *clustering* utilizando o algoritmo DBSCAN

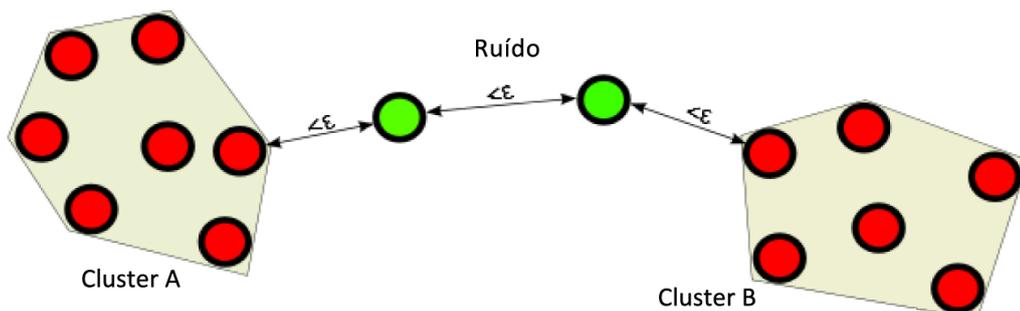


Fonte: Han, Kamber e Pei (2012)

Wang e Wang (2011) aplicaram uma versão modificada do algoritmo DBSCAN, onde o parâmetro da densidade mínima para identificação do *cluster* é caracterizado por dois argumentos: o número mínimo de acidentes e o índice de risco mínimo dos acidentes calculado pelo valor expresso em UPS.

Szenasi e Csiba (2014), também aplicaram uma versão modificada do algoritmo DBSCAN, onde a densidade da região de vizinhança é calculada pela razão entre o valor expresso em UPS do *cluster* e a área do *cluster*. Dessa forma, cada *cluster* deve conter pelo menos três acidentes. Inicialmente, o algoritmo é executado em cada acidente de trânsito para identificar isoladamente a densidade da vizinhança e assim produzir uma relação de *clusters* calculados a partir do centro dos endereços georreferenciados das ocorrências. Esse processo recursivo pode gerar vários *clusters* sobrepostos e, em função disso, um procedimento adicional é realizado para remover essas redundâncias. Para isso, os *cluster* são classificados pelo valor de sua densidade e em seguida são removidos todos aqueles sobrepostos com densidade inferior. A Figura 19 ilustra o resultado do processo de identificação dos *clusters*.

Figura 19 – Processo de *clustering* utilizando um algoritmo baseado em densidade

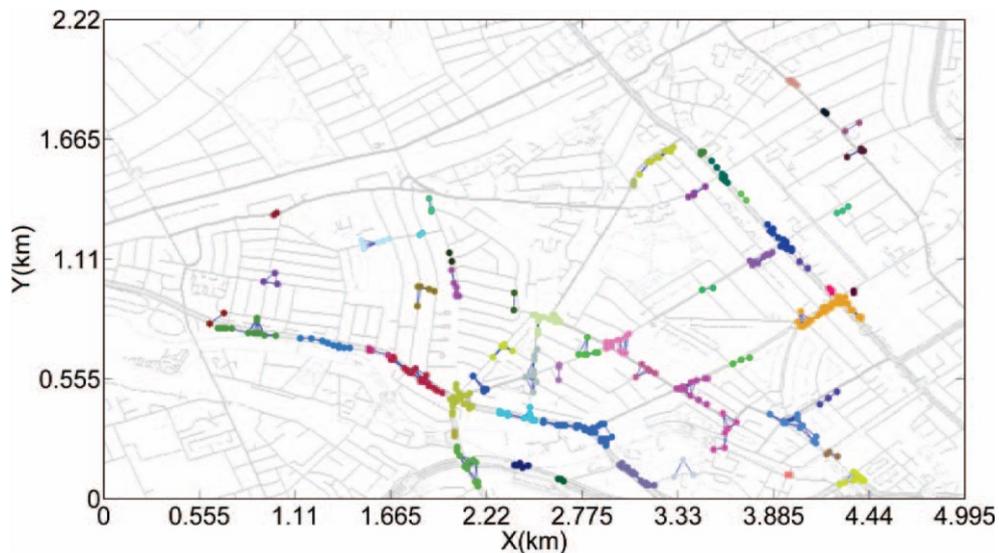


Fonte: Adaptado de Szenasi e Csiba (2014)

Natural Nearest Neighbor é um método de *clustering* classificado na categoria dos métodos hierárquicos de abordagem aglomerante. Inicialmente, cada objeto forma um grupo em separado. Em seguida, os objetos ou grupos próximos são sucessivamente mesclados uns nos outros, até que todos os grupos sejam mesclados em um, considerado o nível mais alto da hierarquia, ou até que uma condição de encerramento seja encontrada (HAN, KAMBER e PEI., 2012).

Han, Zhu, Zeng *et al.* (2015) elaboraram e aplicaram um novo algoritmo chamado de *Distance Threshold Based on Natural Nearest Neighbor* (DTH3N). Esse algoritmo é fundamentado em um conceito modificado de *nearest neighbor* chamado de *Natural Nearest Neighbor* (3N), o qual define que os objetos vizinhos deveriam ser reunidos entre si de forma semelhante às relações de amizade entre os indivíduos e não apenas pelos limites de raio e densidade de *clusters*. Em resumo, o algoritmo DTH3N combina o método 3N com critérios de restrição de região para identificar *clusters* de acidentes de trânsito ocorridos no distrito de Westminster na Inglaterra, entre os anos de 2008 e 2013, por meio do algoritmo DTH3N.

Figura 20 - Procedimento de *clustering* utilizando o algoritmo DTH3N



Fonte: Han, Zhu, Zeng *et al.* (2015)

Na sequência, no Capítulo 4, será abordada a metodologia utilizada nesse trabalho para responder à pergunta da pesquisa proposta.

4 DESCRIÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

O método proposto neste trabalho pretende ser uma ferramenta de apoio à gestão de trechos críticos rodoviários, mais especificamente busca subsidiar a realização de atividades de planejamento e de tomada de decisão que envolvem o emprego de contramedidas de engenharia baseadas na fiscalização dos limites de velocidade em rodovias.

O método visa automatizar as atividades de exploração e identificação de trechos rodoviários que apresentam acúmulo de ocorrências de acidentes de trânsito em um determinado período, bem como, busca facilitar a classificação e o exame desses trechos, por meio do cômputo de valores de medidas de desempenho de segurança e da apresentação dos resultados, através de relatórios detalhados e de mapas temáticos.

Desta forma, o método proposto é condicionado por dois princípios básicos. O primeiro consiste no aproveitamento eficiente dos recursos tecnológicos disponíveis, descritos nos Capítulos 2 e 3, tais como: técnicas de exploração e análise de dados, bases de dados espaciais e programas de computador. O segundo trata do atendimento aos parâmetros legais, às normas e aos procedimentos regimentais.

Como foi possível notar nos métodos apresentados em 2.2.2 e 3.4, existem diversas abordagens técnicas para promover a identificação de trechos rodoviários críticos, as quais variam no propósito, na dimensão da área de estudo e na forma como segmentam e analisam a malha viária.

Constata-se nesses estudos que a limitação de acesso aos recursos tecnológicos é um importante fator delimitador das abordagens técnicas, especialmente no que se refere à disponibilidade e ao custo de obtenção dos dados relacionados à região de estudo. Assim, essas condições são restrições chave e balizadoras para a escolha da abordagem técnica.

Acerca dos regulamentos brasileiros, conforme visto em 2.4.1, é requisito obrigatório para instalação e operação de medidores de velocidade do tipo fixo, a realização prévia de estudos técnicos de engenharia para análise da criticidade na região planejada para implantação dos equipamentos, especialmente no que concerne o exame sobre as ocorrências dos acidentes de trânsito.

4.1 FLUXOGRAMA DO MÉTODO

Buscando empregar técnicas de análise exploratória de dados espaciais, compatíveis com o contexto exposto, propõe-se um método baseado na técnica de *clustering* para identificação de trechos concentradores de acidentes, por meio do emprego de dados georreferenciados de sistemas viários e de acidentes de trânsito.

A estrutura do método proposto é definida por um conjunto de procedimentos organizados em seis etapas. A Figura 21 apresenta o fluxograma das etapas do método.

Figura 21 – Fluxograma das etapas do método



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

4.2 ETAPA 1: DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A definição da área de estudo é a primeira etapa, pois é nela que é definida a região da malha rodoviária que se pretende identificar os trechos de concentração de acidentes de trânsito e é determinado o período que deve ser coberto na análise.

O principal objetivo da definição da área de estudo e do período é estabelecer os parâmetros para coleta de dados e formação do banco de dados inicial da pesquisa.

Essa etapa é primordial, visto que todos os dados a serem coletados e analisados dependem das delimitações impostas pela unidade espacial de análise. Desta forma, para realizar a aplicação prática proposta no método, duas considerações devem ser observadas nesse momento.

A primeira consideração a ser feita refere-se à escolha da malha viária para estudo. Essa deve dispor dados georreferenciados que permitam a identificação dos segmentos viários e a exploração do traçado das rodovias contidas na malha.

A segunda consideração versa sobre os acidentes, onde a malha viária de estudo deve possuir registros georreferenciados de ocorrências de acidentes para que se possa identificar os trechos rodoviários de concentração de acidentes de trânsito.

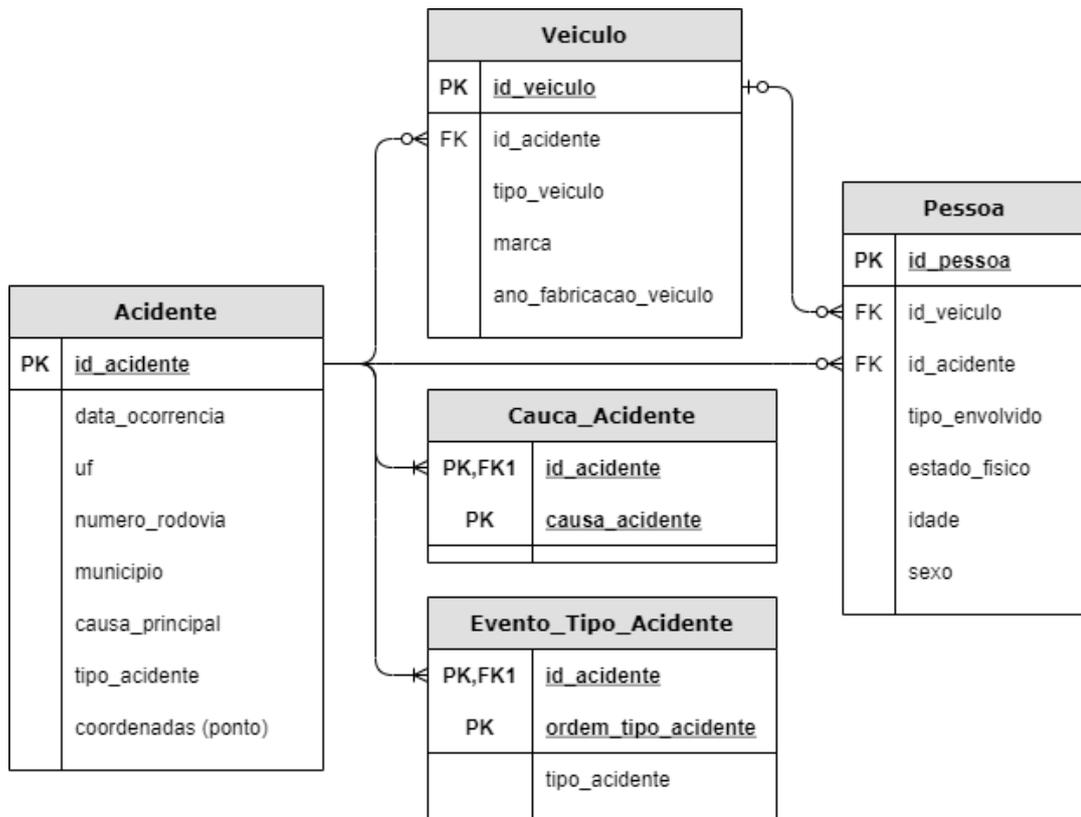
Tais registros de acidentes devem conter informações detalhadas sobre as pessoas envolvidas, gravidade das lesões sofridas e fatores contribuintes, visando a classificação e análise dos trechos concentradores.

4.3 ETAPA 2: COLETA E FORMAÇÃO DO BANCO DE DADOS

A segunda etapa do método proposto consiste na determinação das fontes de dados espaciais, coleta dos dados das ocorrências de acidentes de trânsito e da malha rodoviária, necessários para a realização do estudo e formação do banco de dados inicial.

Devido à forma de divulgação segmentada dos dados das ocorrências de acidente, conforme apresentado em 2.1.1, a formação inicial do banco de dados deverá identificar o local das ocorrência e as correlações existentes entre os diferentes conjuntos de dados, tais como: pessoas e veículos envolvidos, cronologia dos eventos da ocorrência e causas consideradas secundárias, conforme apresentado na Figura 22.

Figura 22 – Diagrama de relação entre as entidades de dados de acidente



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Nesse momento devem ser realizados os cálculos do valor UPS e do custo socioeconômicos de cada ocorrência de acidente de trânsito. Para o cálculo do UPS sugere-se o uso da Equação (3)

$$UPS_a = (1 \times A_{dm}) + (4 \times A_f) + (6 \times A_{fp}) + (13 \times A_m) \quad (3)$$

Onde:

UPS_a : valor UPS do acidente;

A_{dm} : acidente somente com danos materiais;

A_f : acidente com ferido;

A_{fp} : acidente com ferido e envolvendo pedestre;

A_m : acidente com morte.

Para o cálculo do custo socioeconômico sugere-se o emprego do CMP do acidente, conforme disposto na Equação (4), atualizado monetariamente neste trabalho pelo Índice de Preço ao Consumidor Amplo (IPCA), índice oficial da inflação no Brasil, calculado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O Quadro 10 apresenta o resultado da correção das constantes do CMP de acordo com o índice de correção do IPCA, fixado em

2,2462616 (224,63%), para o período de dezembro de 2005 a março de 2021 (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2021).

Quadro 10 – Correção das constantes do Custo Médio Padrão do acidente

Constante	dez/2005	mar/2021
Fixo	1.505	3.380
Ilesos	1.207	2.711
Feridos	38.256	85.932
Mortos	281.286	631.841

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

$$CMP_a = 3.380 + (2.711 \times N_i) + (85.932 \times N_f) + (631.841 \times N_m) \quad (4)$$

Onde:

CMP_a : valor do Custo Médio Padrão do acidente, em reais;

N_i : número de ilesos envolvidos no acidente de trânsito;

N_f : número de feridos envolvidos no acidente de trânsito;

N_m : número de mortos envolvidos no acidente de trânsito.

No que tange o cadastro da malha rodoviária, a formação inicial do banco de dados deverá identificar os trechos rodoviários e conter informações sobre o início e fim do trecho, tipo do trecho, classificação da superfície e jurisdição, conforme apresentado na Figura 23.

Figura 23 – Diagrama entidades de dados de trechos de rodovia

Trecho_Rodovia	
PK	<u>id_trecho_rodovia</u>
	codigo_identificador_trecho
	uf
	numero_rodovia
	km_inicial_trecho
	km_final_trecho
	descricao_trecho
	tipo_trecho
	superficie_trecho
	jurisdicao
	coordenadas (linha)

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

4.4 ETAPA 3: ANÁLISE DOS DADOS DE LOCALIZAÇÃO DOS ACIDENTES

A terceira etapa do método objetiva estabelecer as relações espaciais existentes entre os registros de acidentes de trânsito e o cadastro da malha rodoviária, visando possibilitar o exame da precisão e da consistência dos endereçamentos espaciais e descritivos dos acidentes de trânsito.

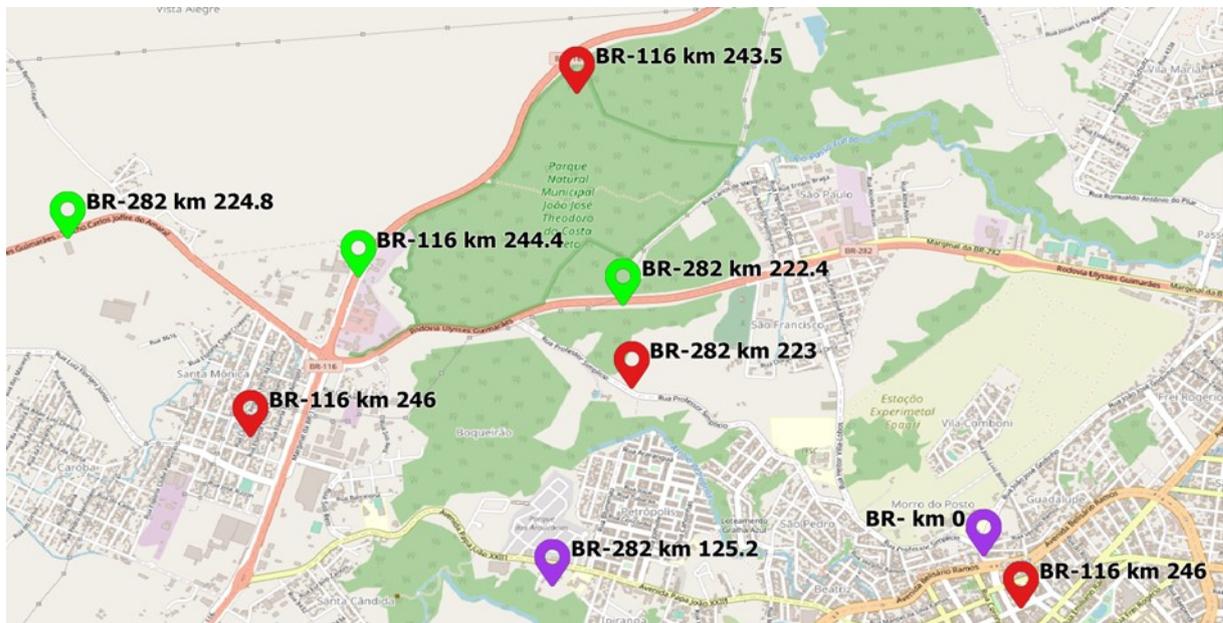
O sistema de referência de localização utilizado no registro do boletim de ocorrência pode ter se comportado de forma imprecisa ou, ainda, o sistema de extração de dados utilizado para divulgação das estatísticas pode ser sido usado de forma inapropriada. Assim, as localizações das ocorrências dos acidentes coletadas podem estar registradas de forma imprecisa ou até mesmo incorretas e, por essa razão, precisam ser analisadas para identificação e inutilização.

Nessa etapa devem ser examinados três critérios de análise da consistência das informações de localização das ocorrências de acidentes de trânsito, a saber:

- a) **endereço descritivo:** a rodovia e o quilômetro informados no registro do acidente devem estar registrados no cadastro da malha rodoviária;
- b) **endereço espacial:** as coordenadas georreferenciadas do local de ocorrência dos acidentes devem ser válidas. Os valores da latitude e longitude devem representar um endereço na superfície terrestre;
- c) **distância espacial:** a distância espacial entre o local da ocorrência e o eixo da rodovia informado no registro do acidente deve ser menor que o limite máximo aceito.

Os critérios de análise (a) e (c) são ilustrados na Figura 24. Os marcadores na cor roxa identificam as ocorrências com inconsistência em relação ao endereço descritivo, critério (a). Já os marcadores na cor vermelha identificam as ocorrências com inconsistência em relação ao endereço espacial, critério (c). Por fim, os marcadores na cor verde identificam as ocorrências com endereço consistente.

Figura 24 – Exemplo dos critérios de análise das informações de localização das ocorrências de acidentes de trânsito



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Para realizar o exame da consistência da localização dos acidentes de trânsito, o método estabelece um algoritmo de análise para verificação de cada uma das ocorrências de acidentes de trânsito coletadas na Etapa 2. O Quadro 11 apresenta o algoritmo de análise da consistência das informações de localização dos acidentes.

Quadro 11 – Algoritmo de análise da consistência das informações de localização dos acidentes

Algoritmo Análise da consistência das informações de localização dos acidentes	
Entrada:	<p>conjunto de ocorrências de acidente: $Acid = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$;</p> <p>conjunto de trechos do cadastro da malha rodoviária: $Rod = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$;</p> <p>função de distância: $func_dist(geometria\ g1, geometria\ g2)$;</p> <p>limite máximo de distância entre o acidente e o eixo da rodovia, valor em metros: $max_dist(distância\ PADRÃO\ 50)$;</p> <p>valores limites da latitude: $lim_lat(mínimo, máximo\ PADRÃO: -90, 90)$;</p> <p>valores limites da longitude: $lim_long(mínimo, máximo\ PADRÃO: -180, 180)$.</p>
Saída:	<p>conjunto de ocorrências de acidente consistentes: $Ac = \{o_1, o_2, \dots, c_n\}$;</p> <p>conjunto de ocorrências de acidente inconsistentes: $Anc = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$.</p>
Principal:	<ol style="list-style-type: none"> 1 Para (cada $a_i \in Acid$) faça - Verifica o critério do endereço descritivo do acidente (a) 2 Se ($a_i [UF, rodovia, km] \nexists s_i [UF, rodovia, km\ inicial, km\ final]$) então 3 Identifica a_i como inconsistente de acordo com critério do endereço descritivo e grava o resultado em Anc 4 $Anc \leftarrow a_i$

Algoritmo Análise da consistência das informações de localização dos acidentes	
-	Verifica o critério do endereço espacial do acidente (b)
5	Senão se (a_i [<i>latitude</i>] ENTRE lim_lat (<i>mínimo</i> , <i>máximo</i>) então
6	Identifica a_i como inconsistente de acordo com critério do endereço espacial e grava o resultado em Anc
7	$Anc \leftarrow a_i$
8	Senão se (a_i [<i>longitude</i>] ENTRE lim_long (<i>mínimo</i> , <i>máximo</i>) então
9	Identifica a_i como inconsistente de acordo com critério do endereço espacial e grava o resultado em Anc
10	$Anc \leftarrow a_i$
-	Verifica o critério da distância espacial do acidente (c)
11	Senão se ($func_dist(a_i, s_i) > max_dist$) então
12	Identifica a_i como inconsistente de acordo com critério do endereço espacial e grava o resultado em Anc
13	$Anc \leftarrow a_i$
14	Senão
15	Identifica a_i como consistente e grava o resultado em Ac
16	$Ac \leftarrow a_i$
17	Fim se
18	Fim para

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Onde:

Acid = $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$: relação de ocorrências de acidentes de trânsito coletadas e registradas no banco de dados inicial;

Rod = $\{r_1, r_2, \dots, r_n\}$: relação de trechos da malha rodoviária coletada e registrada no banco de dados inicial;

$func_dist$ (geometria g_1 , geometria g_2): função de cálculo da menor distância cartesiana entre dois objetos geográficos, valor em metros;

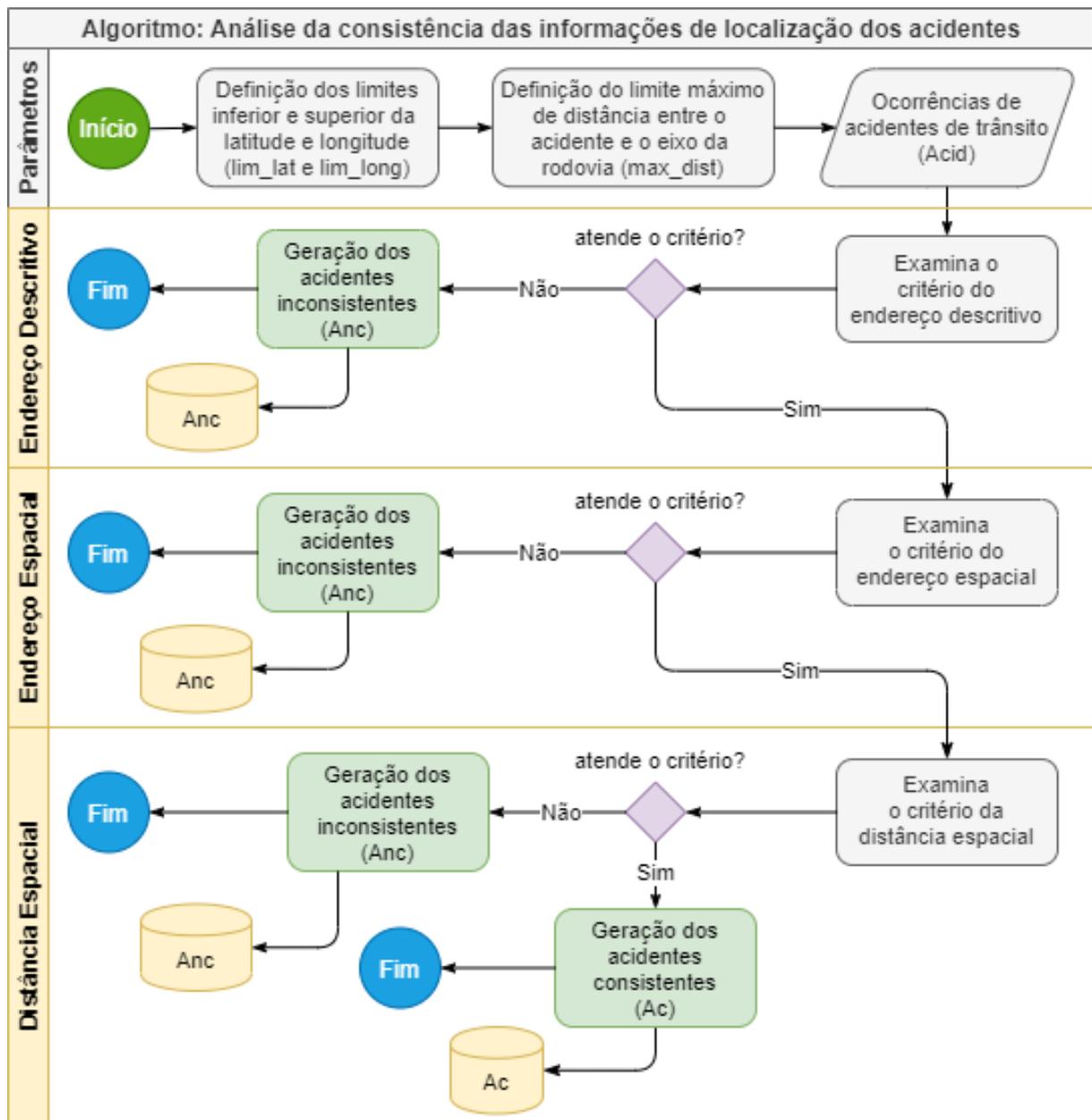
max_dist (distância): limite máximo de distância aceito entre o local do acidente e o eixo da rodovia para atendimento ao critério de análise do endereço espacial, valor em metros. O valor da distância padrão sugerido neste trabalho é de 50 metros. O valor padrão sugerido, foi estabelecido considerando uma faixa de domínio com largura de 80 metros (DNER, 1973) e uma precisão de 10 metros do Sistema de Posicionamento Global (GPS, Global Positioning System, em inglês), segundo Wing, Eklund e Kellogg (2005).

lim_lat (mínimo, máximo): limites mínimo e máximo aceitos para o valor da latitude. Os valores mínimo e máximo padrão sugerido neste trabalho são de -90 e 90, respectivamente;

$\text{lim_long}(\text{mínimo}, \text{máximo PADRÃO}: -180, 180)$: limites mínimo e máximo aceitos para o valor da longitude. Os valores mínimo e máximo padrão sugerido neste trabalho são de -180 e 180, respectivamente.

O procedimento realizado pelo algoritmo de análise da consistência das informações de localização dos acidentes também é explicado pelo fluxograma apresentado na Figura 25.

Figura 25 – Fluxograma do algoritmo de análise da consistência das informações de localização dos acidentes



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

4.5 ETAPA 4: IDENTIFICAÇÃO DOS CLUSTERS DE ACIDENTES

A quarta etapa do método objetiva a identificação georreferenciada das regiões da malha rodoviária de estudo que apresentam concentração de ocorrências de acidentes de trânsito.

Dentre os métodos georreferenciados de identificação de trechos concentradores de acidentes vistos em 3.4.1, verifica-se que os métodos estatísticos e os métodos baseados em trechos homogêneos são fortemente apoiados no exame de acidentes ocorridos dentro de uma seção preestabelecida da malha viária.

Já os métodos baseados em análise de *cluster* possibilitam identificar regiões de concentração de acidentes meramente em função da disposição espacial das ocorrências, independente da malha viária onde o acidente ocorreu.

O procedimento de identificação de *clusters* de acidentes proposto neste trabalho baseia-se na pesquisa desenvolvida por Szenasi e Csiba (2014), os quais apresentam uma versão modificada do algoritmo de *clustering* de densidade DBSCAN.

Uma vantagem dos algoritmos baseados em densidade é a capacidade de reconhecer *clusters* de qualquer formato. O nível de densidade dos agrupamentos de ocorrências de acidentes é utilizado para determinar se o *cluster* é considerado uma região de concentração ou é considerado um ruído, ou seja, uma ocorrência de acidente que não pertencem a nenhuma região de concentração.

Neste trabalho, o método estabelece um algoritmo de *clustering* rígido baseado em densidade, para identificação das regiões de concentração de acidentes, por meio do emprego simultâneo de três diferentes medidas de desempenho: frequência média da ocorrência de acidentes, frequência média da severidade e frequência média do custo socioeconômico.

Inicialmente, o conjunto distinto dos endereços espaciais dos acidentes consistentes, resultantes da Etapa 3, são selecionados e identificados para gerar uma relação de *clusters* brutos (ClsBrt), que representam todos os centros dos endereços georreferenciados das ocorrências de acidentes.

Para cada um desses *clusters*, são pesquisadas as ocorrências de acidente localizadas dentro do raio de vizinhança ($\epsilon_{\text{vizinhança}}$). Em seguida, é aplicado o critério de seleção de *clusters* primários (ClsPri) com base no número de acidentes (min_nac) contidos no *cluster* bruto.

Posteriormente, para cada *cluster* primário, são calculadas as densidades das três medidas de desempenho estabelecidas: frequência média da ocorrência de acidentes

(dens_nac), frequência média da severidade (dens_svr) e frequência média do custo socioeconômico (dens_cse). Os cálculos das densidades são realizados, conforme as Equações (5), (6) e (7).

$$dens_nac = N_{ac} \times \frac{1}{E} \times \frac{1}{P} \quad (5)$$

Onde:

dens_nac: média anual do número de acidentes de cada *cluster* por E;

N_{ac} : número de acidentes de trânsito ocorridos dentro do *cluster*;

E: comprimento dos segmentos rodoviários contidos dentro do *cluster*;

P: número de anos do período de análise.

$$dens_svr = SVR \times \frac{1}{E} \times \frac{1}{P} \quad (6)$$

Onde:

dens_svr: média anual do valor UPS de cada *cluster* por E;

SRV: soma do valor UPS dos acidentes de trânsito ocorridos dentro do *cluster*;

E: comprimento dos segmentos rodoviários contidos dentro do *cluster*;

P: número de anos do período de análise.

$$dens_cse = CSE \times \frac{1}{E} \times \frac{1}{P} \quad (7)$$

Onde:

dens_cse: média anual do valor CMP de cada *cluster* por E;

CSE: soma do valor CMP dos acidentes de trânsito ocorridos dentro do *cluster*;

E: comprimento dos segmentos rodoviários contidos dentro do *cluster*;

P: número de anos do período de análise.

Por fim, os *cluster* primários são selecionados de acordo com o tipo de densidade e, em seguida, são identificados os *clusters* não sobrepostos com os maiores valores de densidade (ClsNac, ClsSvr e ClsCse).

O Quadro 12 descreve, na forma de um algoritmo, o procedimento de *clustering* de regiões de concentração de acidentes adotado nessa etapa.

Quadro 12 – Algoritmo de *clustering* de regiões de concentração de acidentes

Algoritmo: <i>Clustering</i> de regiões de concentração de acidentes	
Entrada:	
conjunto de ocorrências de acidente consistentes: $Ac = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$;	
conjunto de trechos do cadastro da malha rodoviária: $Rod = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$;	
função de distância: $func_dist(geometria\ g1, geometria\ g2)$;	
raio de vizinhança: $\varepsilon_vizinhança(distância\ PADRÃO: 500)$;	
número mínimo de acidentes: $min_nac(número\ PADRÃO: número\ de\ anos\ do\ período\ de\ análise)$;	
função de densidade da frequência média da ocorrência de acidentes: $dens_nac(número, extensão, período)$;	
função de densidade da frequência média da severidade: $dens_svr(ups, extensão, período)$;	
função de densidade da frequência média do custo socioeconômico: $dens_cse(custo, extensão, período)$.	
Parâmetros:	
conjunto de <i>clusters</i> brutos e primários: $ClsBrt = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$, $ClsPri = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$;	
conjunto de ocorrência de acidentes relacionados ao <i>cluster</i> bruto:	
$ClsBrt_ac = \{bo_{11}, bo_{12}, \dots, bo_{nm}\}$;	
conjunto de trechos do cadastro da malha rodoviária relacionados ao <i>cluster</i> primário:	
$ClsPri_rod = \{pr_{11}, pr_{12}, \dots, pr_{nm}\}$.	
Saída:	
conjunto de <i>clusters</i> número de acidentes, severidade e custo socioeconômico:	
$ClSNac = \{n_1, n_2, \dots, n_n\}$, $ClSsvr = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$, $ClScse = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$.	
Principal:	
-	Identifica os <i>clusters</i> brutos
1	Seleciona as coordenadas distintas do conjunto de dados Ac e grava o resultado no conjunto de dados $ClsBrt$
-	Identifica os <i>clusters</i> primários
2	Para (cada $b_i \in ClsBrt$) faça
3	Identifica as ocorrências de acidente localizadas dentro do raio de vizinhança ($\varepsilon_vizinhança$) e grava o resultado no conjunto de dados $ClsBrt_ac$
4	Calcula o número de ocorrências de acidentes (nac) do cluster b_i com base no conjunto de dados $ClsBrt_ac$ e grava o resultado no <i>cluster</i> b_i
	Verifica o critério do limite mínimo do número de acidentes min_nac
6	Se ($nac \geq min_nac$) então
7	Identifica o <i>cluster</i> b_i como primário
8	Calcula o polígono do <i>cluster</i> b_i e grava o resultado no <i>cluster</i> b_i . O polígono é definido pela menor geometria convexa que inclui todas as ocorrências de acidentes pertencentes ao <i>cluster</i> ,
9	Calcula o centroide do polígono do <i>cluster</i> b_i e grava o resultado no <i>cluster</i> b_i
10	Identifica os trechos do cadastro da malha rodoviária contidos pelo <i>cluster</i> b_i e grava o resultado no conjunto de dados $ClsPri_rod$
11	Calcula as funções de densidade ($dens_nac$, $dens_svr$, $dens_cse$) do cluster b_i e grava os resultados no <i>cluster</i> b_i
12	$ClsPri \leftarrow b_i$
13	Senão

Algoritmo: <i>Clustering</i> de regiões de concentração de acidentes	
14	Identifica o b_i como não primário
15	Fim se
16	Fim para
-	Identifica os <i>clusters</i> número de acidentes
17	Classifica o conjunto de <i>cluster</i> $ClSPri$ em ordem decrescente do valor de $dens_nac$ seguido do valor Nac
18	Para (cada $p_i \in ClSPri$ classificado) faça
-	Verifica se existe algum <i>cluster</i> p com valor de $dens_nac$ maior que $p_i(P)$ sobreposto ao <i>cluster</i> p_i
19	Se ($p_i \notin P$) então
20	Identifica o <i>cluster</i> p_i como <i>cluster</i> de número de acidentes (n_i)
21	$ClSNac \leftarrow n_i$
22	Fim se
23	Identifica o <i>cluster</i> p_i como analisado
24	Fim para
-	Identifica os <i>clusters</i> severidade
25	Classifica o conjunto de <i>cluster</i> $ClSPri$ em ordem decrescente do valor de $dens_svr$ seguido do valor $dens_nac$
26	Para (cada $p_i \in ClSPri$ classificado) faça
-	Verifica se existe algum <i>cluster</i> p com valor de $dens_svr$ maior que $p_i(P)$ sobreposto ao <i>cluster</i> p_i
27	Se ($p_i \notin P$) então
28	Identifica o <i>cluster</i> p_i como <i>cluster</i> de severidade (s_i)
29	$ClSSvr \leftarrow s_i$
30	Fim se
31	Identifica o <i>cluster</i> p_i como analisado
32	Fim para
-	Identifica os <i>clusters</i> custo socioeconômico
33	Execute os passos 26 a 34 com base nos valores de $dens_cse$ para identificação do <i>cluster</i> custo socioeconômico (c_i) e definição do $ClSCse$

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Onde:

$Ac = \{o_1, o_2, \dots, o_n\}$: relação de ocorrências de acidentes de trânsito identificadas como consistentes;

$Rod = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$: relação de trechos da malha rodoviária coletada e registrada no banco de dados inicial;

$func_dist(\text{geometria } g1, \text{ geometria } g2)$: função de cálculo da menor distância cartesiana entre dois objetos geográficos, valor em metros;

$\varepsilon_vizinhança(\text{distância})$: comprimento do raio de abrangência da região de vizinhança dos considerado para cada acidente, valor em metros. O valor da distância padrão sugerido neste trabalho é de 500 metros. O valor padrão sugerido baseia-se nos critérios de

análise de criticidade de pontos de instalação de medidores de velocidade do tipo fixo estabelecidos no normativo do DNIT (2020), conforme apresentado em 2.4.1;

$\text{min_nac}(\text{número})$: número mínimo de ocorrências de acidentes dentro da vizinhança para identificar se a região é densa ou não. O valor do número mínimo padrão sugerido neste trabalho é estabelecido pela quantidade de anos do período de análise.

$\text{dens_nac}(\text{número}, \text{extensão}, \text{período})$: função de cálculo da densidade da média anual do número de acidentes do *cluster*. Valor da densidade definido em unidades de ocorrências de acidentes por metro/ano;

$\text{dens_svr}(\text{UPS}, \text{extensão}, \text{período})$: função de cálculo de densidade da média anual do valor UPS do *cluster*. Valor da densidade definido em unidades de UPS por metro/ano;

$\text{dens_cse}(\text{CMP}, \text{extensão}, \text{período})$: função de cálculo de densidade da média anual do valor CMP do *cluster*. Valor da densidade definido em unidades de CMP por metro/ano;

$\text{ClsBrt} = \{b1, b2, \dots, bn\}$: relação de *clusters* identificados como brutos;

$\text{ClsBrt_ac} = \{bo11, bo12, \dots, bonm\}$: relação de ocorrências de acidentes de trânsito *Ac* relacionadas ao *cluster* bruto *ClsBrt*;

$\text{ClsPri} = \{p1, p2, \dots, pn\}$: relação de *clusters* identificados como primários;

$\text{ClsPri_rod} = \{pr11, pr12, \dots, prnm\}$: relação de trechos do cadastro da malha rodoviária *Rod* relacionados ao *cluster* primário *ClsPri*;

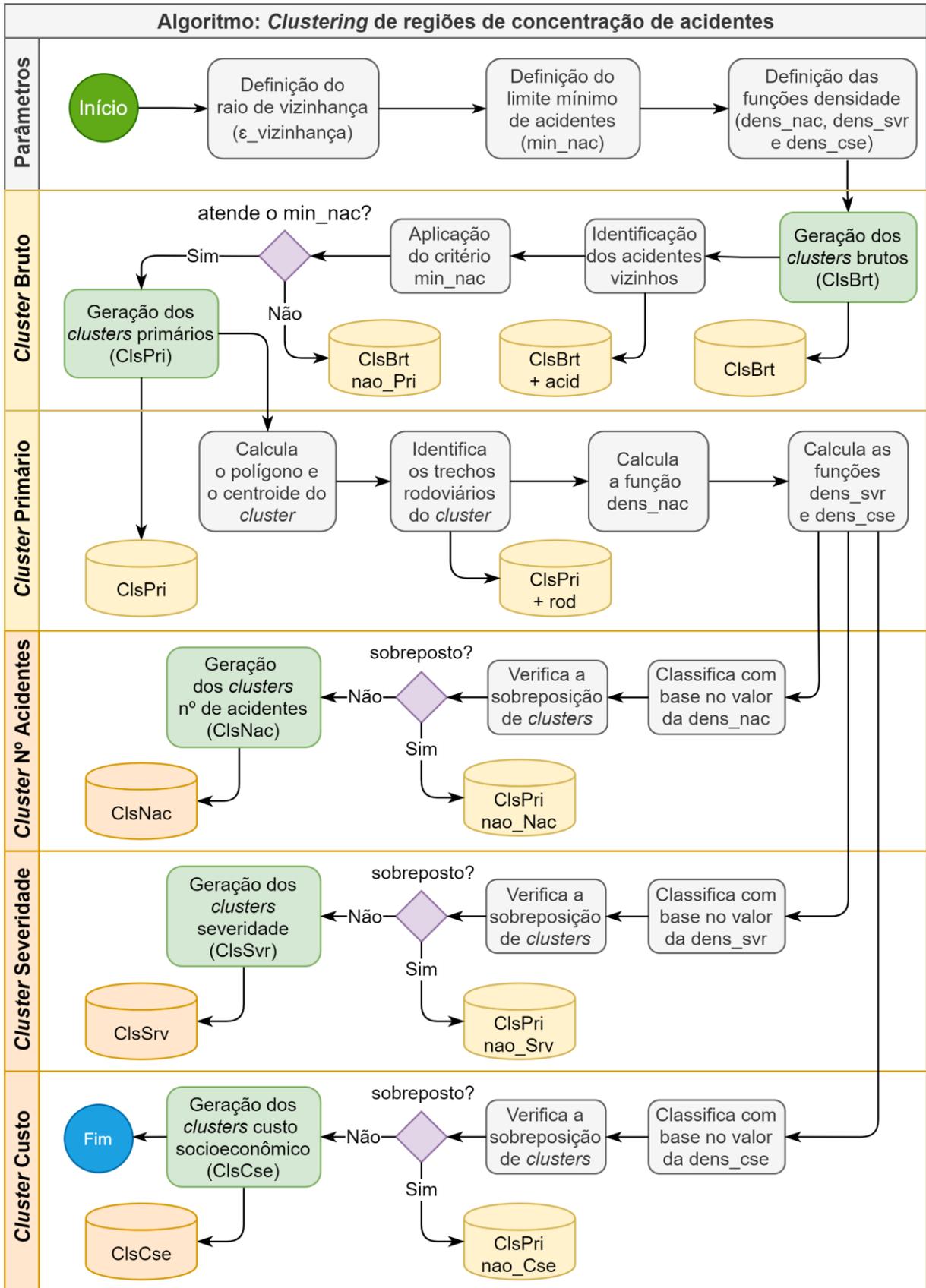
$\text{ClsNac} = \{n1, n2, \dots, nn\}$: relação de *clusters* identificados como número de acidentes, de acordo com a função *dens_nac*;

$\text{ClsSvr} = \{s1, s2, \dots, sn\}$: relação de *clusters* identificados como severidade, de acordo com a função *dens_svr*;

$\text{ClsCse} = \{c1, c2, \dots, cn\}$: relação de *clusters* identificados como custo socioeconômico, de acordo com a função *dens_cse*.

O procedimento realizado pelo algoritmo de *clustering* de regiões de concentração de acidentes também é explicado pelo fluxograma apresentado na Figura 26.

Figura 26 – Fluxograma do algoritmo de *clustering* de regiões concentradoras de acidentes



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

4.6 ETAPA 5: ANÁLISE DOS CLUSTERS DE ACIDENTES

A quinta etapa do método visa analisar os *clusters* identificados na Etapa 4 em função das medidas de desempenho da frequência média da ocorrência de acidentes, da frequência média da severidade e da frequência média do custo socioeconômico.

O método estabelece duas formas de análise:

- a) nível de risco;
- b) risco crítico.

4.6.1 Nível de Risco

A análise do nível de risco, proposta neste trabalho, baseia-se na pesquisa desenvolvida por Zahran, Tan, Tan *et al.* (2019). Nessa pesquisa, o nível de risco dos trechos concentradores de acidentes é obtido por meio da correlação de níveis percentis existentes entre a frequência de acidentes e a frequência da severidade das ocorrências ou entre a frequência de acidentes e a frequência do custo socioeconômico dos acidentes.

A correlação dos níveis percentis é organizada em uma matriz de ordem 4x4 que possibilita classificar as regiões de concentração de acidentes em quatro iguais níveis percentis, que resultam em quatro níveis hierárquicos para a frequência dos acidentes, frequência da severidade das ocorrências e frequência do custo socioeconômico dos acidentes.

Em relação aos *clusters* identificados na Etapa 4, este método estabelece os níveis de risco dos *clusters* severidade e custo socioeconômico de forma análoga ao proposto por Zahran, Tan, Tan *et al.* (2019).

Para determinação dos níveis de risco dos *clusters* severidade e custo socioeconômico é estabelecida uma matriz de ordem 4x4, que correlaciona os valores da densidade da frequência média do número de acidentes com os valores combinados da densidade da frequência média da severidade das ocorrências e do custo socioeconômico, em quatro níveis percentis:

- a) acima de 75 percentil;
- b) maior que 50 percentil e menor ou igual a 75 percentil;
- c) maior que 25 percentil e menor ou igual a 50 percentil;
- d) menor ou igual a 25 percentil.

Em seguida, esses níveis percentuais são classificados em quatro níveis de risco hierárquicos: Muito Alto, Alto, Médio e Baixo. O Quadro 13 apresenta a matriz de risco da densidade da frequência média do número de acidentes pela combinação da densidade da frequência média da severidade das ocorrências e do custo socioeconômico, proposta pelo método.

Quadro 13 – Matriz de risco: número de acidentes por severidade ou custo socioeconômico

Matriz de Risco dens_nac x (dens_svr/cse)		Densidade Número de Acidentes (dens_nac)			
		dens_nac > 75 Percentil	50 Percentil < dens_nac ≤ 75 Percentil	25 Percentil < dens_nac ≤ 50 Percentil	dens_nac ≤ 25 Percentil
Densidade Severidade ou Custo (dens_svr/cse)	dens_svr/cse > 75 Percentil	Muito Alto	Muito Alto	Alto	Médio
	50 Percentil < dens_svr/cse ≤ 75 Percentil	Muito Alto	Alto	Médio	Baixo
	25 Percentil < dens_svr/cse ≤ 50 Percentil	Alto	Médio	Baixo	Baixo
	dens_svr/cse ≤ 25 Percentil	Médio	Baixo	Baixo	Baixo

Fonte: Adaptado de Zahran, Tan, Tan *et al.* (2019)

Após o estabelecimento das matrizes, devem ser calculados os valores dos quatro níveis percentis para as densidades da frequência média do número de acidentes, da severidade das ocorrências e do custo socioeconômico dos acidentes.

Por fim, o nível de risco de cada *cluster* severidade e custo socioeconômico deve ser identificado de acordo com a matriz de risco.

4.6.2 Risco Crítico

A análise de risco crítico, proposta neste trabalho, baseia-se na pesquisa desenvolvida por Harirforoush e Bellalite (2019), que visa a identificação de trechos críticos com base no histórico de dados de ocorrências de acidentes de trânsito. Nessa pesquisa, os trechos identificados com concentração de acidentes relativamente alta são analisados em função da taxa crítica de acidentes e da frequência média de acidentes.

Inicialmente, em cada um dos anos do período de análise, os trechos concentradores de acidentes são examinados e classificados em críticos e não críticos. O trecho é considerado

crítico, em um determinado ano, se o valor da taxa crítica de acidentes do trecho for superior ao valor da taxa crítica de acidentes média, acrescido de três vezes o desvio padrão.

Em seguida, a pesquisa combina a relação de trechos críticos de cada ano do período de análise. São definidos como trechos de risco crítico, os trechos identificados como críticos em pelo menos três anos consecutivos.

Em relação aos *clusters* identificados na Etapa 4, este método estabelece a identificação de *clusters* de risco crítico tanto em função da densidade da frequência média da severidade quanto em função da densidade da frequência média do custo socioeconômico.

O Quadro 14 descreve, na forma de um algoritmo, o procedimento de identificação dos *clusters* severidade e custo socioeconômico de risco crítico.

Quadro 14 – Algoritmo de identificação de *clusters* de risco crítico (severidade e custo socioeconômico)

Algoritmo Identificação de <i>clusters</i> de risco crítico (severidade e custo socioeconômico)	
Entrada:	conjunto de <i>clusters</i> severidade: $ClsSvr = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$; conjunto de <i>clusters</i> custo socioeconômico: $Clscse = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$; conjunto de anos do período de pesquisa: $Ano = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$.
Parâmetros:	conjunto de <i>clusters</i> severidade anual: $ClcSvr_ano = \{sa_{11}, sa_{12}, \dots, sa_{nm}\}$; conjunto de <i>clusters</i> custo socioeconômico anual: $ClcCse_ano = \{ca_{11}, ca_{12}, \dots, ca_{nm}\}$.
Principal:	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica os <i>clusters</i> severidade e custo socioeconômico críticos 1 Para (cada $a_i \in Ano$) faça <li style="padding-left: 20px;">Calcula os parâmetros para análise da criticidade dos <i>clusters</i> severidade 2 Para (cada $s_j \in ClsSvr$) faça <li style="padding-left: 20px;">Calcula a função de densidade ($dens_svr$) do cluster s_j para o ano a_i e grava o resultado em $ClcSvr_ano$ <li style="padding-left: 20px;">$ClcSvr_ano \leftarrow sa_{ij}$ 5 Fim para 6 Calcula a média e o desvio padrão da $dens_svr$ do $ClcSvr_ano_i$ e registra os resultados em a_i - Identifica os <i>clusters</i> severidade críticos 7 Para (cada $sa_{ij} \in ClcSvr_ano_i$) faça <li style="padding-left: 20px;">Verifica se o valor da densidade sa_{ij} é maior que a média anual ($med_svr_ano_i$) acrescida de 3 vezes o desvio padrão do ano $dp_svr_ano_i$ <li style="padding-left: 20px;">Se ($sa_{ij} > med_svr_ano_i + 3 \times dp_svr_ano_i$) então <li style="padding-left: 40px;">Identifica sa_{ij} como crítico para o ano a_i 11 Fim se 12 Fim para - Identifica os <i>clusters</i> custo socioeconômico críticos 13 Execute os passos 2 a 12 com base nos <i>cluster</i> $ClcCse$ para o cálculo dos parâmetros de análise de criticidade e identificação dos <i>clusters</i> custo socioeconômico críticos ca_{ij} 14 Fim para

Algoritmo Identificação de <i>clusters</i> de risco crítico (severidade e custo socioeconômico)	
-	Identifica os <i>clusters</i> severidade de risco crítico
15	Para (cada $s_j \in ClsSvr$) faça
16	Verifica se s_j existe em todos os $ClsSvr_ano_i$
17	Se (Existir) então
18	Identifica s_j como <i>cluster</i> de severidade de risco crítico
19	Fim se
20	Identifica s_j como analisado
21	Fim para
-	Identifica os <i>clusters</i> custo socioeconômico de risco crítico
22	Execute os passos 15 a 21 com base nos <i>cluster</i> $ClcCse$ e $ClcCse_ano$ para identificação dos <i>clusters</i> custo socioeconômico de risco crítico c_j

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Onde:

$ClcSvr = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$: relação de *clusters* severidade identificados na Etapa 4;

$ClcCse = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$: relação de *clusters* custo socioeconômico identificados na Etapa 4;

$Ano = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$: relação dos anos do período de pesquisa;

$ClcSvr_ano = \{sa_{11}, sa_{12}, \dots, san_m\}$: relação de *clusters* severidade e o respectivo valor da função de densidade para cada ano do período de pesquisa;

$ClcCse_ano = \{ca_{11}, ca_{12}, \dots, can_m\}$: relação de *clusters* custo socioeconômico e o respectivo valor da função de densidade para cada ano do período de pesquisa.

4.7 ETAPA 6: RELATÓRIO DE RESULTADOS

A sexta etapa do método visa a produção de listagens e mapas georreferenciados tematizados referentes aos resultados obtidos nas Etapas 4 e 5.

Para a listagem dos resultados, o método propõe que todos os *cluster* pertencentes aos conjuntos $ClcNac$, $ClcSvr$ e $ClcCse$ sejam apresentados na forma de uma tabela, contendo a seguinte relação de colunas de dados:

- a) sigla da unidade da federação;
- b) identificador dos trechos rodoviários;
- c) coordenadas do *cluster*;
- d) nível de risco;
- e) indicador de *cluster* de risco crítico;
- f) indicador de *cluster* número de acidentes;
- g) indicador de *cluster* severidade;

- h) indicador de *cluster* custo socioeconômico;
- i) densidade da frequência média do número de acidentes;
- j) densidade da frequência média da severidade das ocorrências;
- k) densidade da frequência média do custo socioeconômico dos acidentes;
- l) número de acidentes de trânsito;
- m) número de acidentes com vítimas fatais;
- n) número de acidentes com vítimas feridas, envolvendo pedestre;
- o) número de acidentes com vítimas feridas;
- p) número de acidentes sem vítimas;
- q) número de vítimas fatais;
- r) número de vítimas com ferimentos graves;
- s) número de vítimas com ferimentos leves;
- t) número de ilesos;
- u) número de veículos envolvidos.

No que concerne os mapas georreferenciados, o método propõe os seguintes temas para apresentação dos trechos concentradores de acidentes de trânsito:

- a) mapa do nível de risco dos trechos concentradores;
- b) mapa dos trechos concentradores de risco crítico.

5 DEMOSTRAÇÃO DA APLICABILIDADE DO MÉTODO PROPOSTO

Neste Capítulo, objetiva-se demonstrar a aplicabilidade do método proposto de identificação de trechos concentradores de acidentes para suporte à tomada de decisão em relação à fiscalização dos limites de velocidade em rodovias.

A demonstração da sua aplicabilidade é feita por meio da apresentação dos resultados obtidos com um exemplo prático realizado para cada uma das seis etapas descritas no Capítulo 4.

O exemplo prático descrito a seguir possui caráter acadêmico. A área de estudo adotada foi estabelecida visando propiciar condições que permitam a exequibilidade do método e a exposição descritiva da realização de todas as seis etapas previstas.

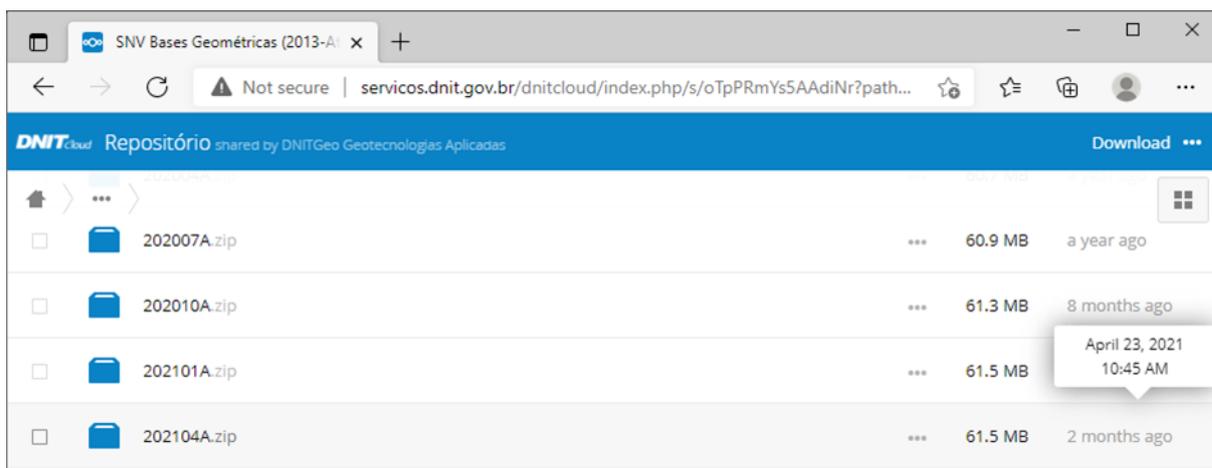
O escopo da atividade de suporte à tomada de decisão à fiscalização dos limites de velocidade em rodovias é definido pela geração de relatórios e mapas temáticos detalhados acerca dos resultados obtidos.

5.1 ETAPA 1: DEFINIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O cenário construído para esse exemplo prático baseia-se nas fontes de dados georreferenciados de ocorrências de acidentes de trânsito rodoviários divulgados pela PRF e no cadastro da malha rodoviária federal disponibilizado pelo DNIT, apresentadas respectivamente em 2.1.1 e 2.4.2.

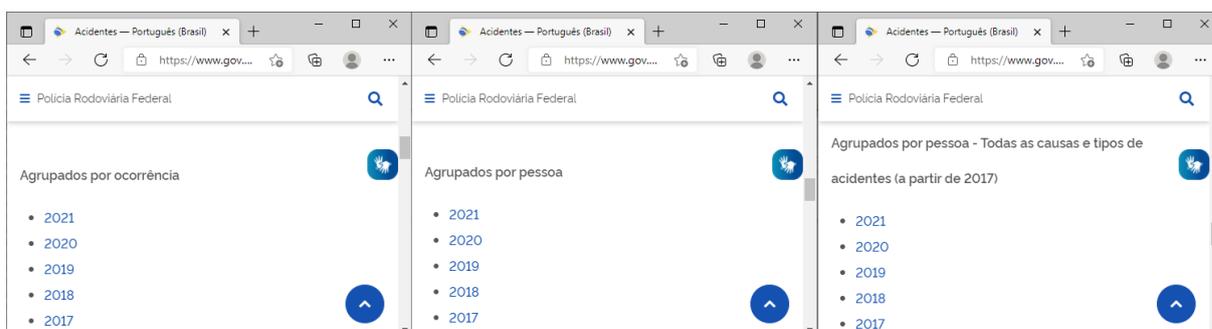
A malha rodoviária federal de SC foi estabelecida como a região de análise para identificação dos trechos de concentração de acidentes de trânsito. A Figura 27 apresenta o mapa georreferenciado da malha rodoviária da região de análise.

Figura 28 – Acervo georreferenciado do SNV



Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2021)

Figura 29 – Dados abertos de acidentes georreferenciados da PRF



Fonte: Polícia Rodoviária Federal (2021)

Para formação do banco de dados georreferenciado, foi empregado o SGBD objeto-relacional PostgreSQL, versão 13.0, acrescido da extensão PostGIS, versão 3.0.2, para armazenamento e manipulação dos dados espaciais.

Após a implantação do PostgreSQL, os dados da malha rodoviária federal de Santa Catarina foram coletados e carregados no SGBD, em tabelas estruturadas, de acordo com as variáveis de dados descritas no ANEXO B – Descrição das Variáveis de Dados do SNV.

Foram carregados, ao todo, 196 trechos do SNV de Santa Catarina, que totalizam 2.353,2 quilômetros de rodovias.

A Tabela 5 apresenta uma síntese do banco de dados das rodovias coletada. Destaca-se que o termo “Pavimentada” é utilizado pelo SNV para identificar trechos rodoviários pavimentados de pista simples.

Tabela 5 – Síntese da coleta de dados da malha rodoviária (SNV, versão 202104A)

Rodovia	Extensão (km)	Duplicada (km)	Em Obra de Duplicação (km)	Pavimentada (km)	Trechos SNV
101	476,5	457,3	11,1	8,1	46
116	310,5	0,0	0,0	310,5	17
153	120,0	0,0	0,0	120,0	10
158	51,5	0,0	0,0	51,5	5
163	61,9	0,0	0,0	61,9	6
280	302,1	4,2	0,0	297,9	24
282	668,7	5,4	0,0	663,3	39
283	26,8	0,0	0,0	26,8	3
470	321,0	0,0	0,0	321,0	22
477	5,4	0,0	0,0	5,4	1
480	8,8	8,8	0,0	0,0	2
Total	2.353,2	475,7	11,1	1.866,4	175

Fonte: Elaborado a partir de Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2021)

Em seguida, os dados dos acidentes de trânsito ocorridos em rodovias federais de SC também foram coletados e carregados no SGBD, em tabelas estruturadas, de acordo com as variáveis de dados descritas no ANEXO A – Descrição das Variáveis de Dados de Ocorrências de Acidente de Trânsito da PRF.

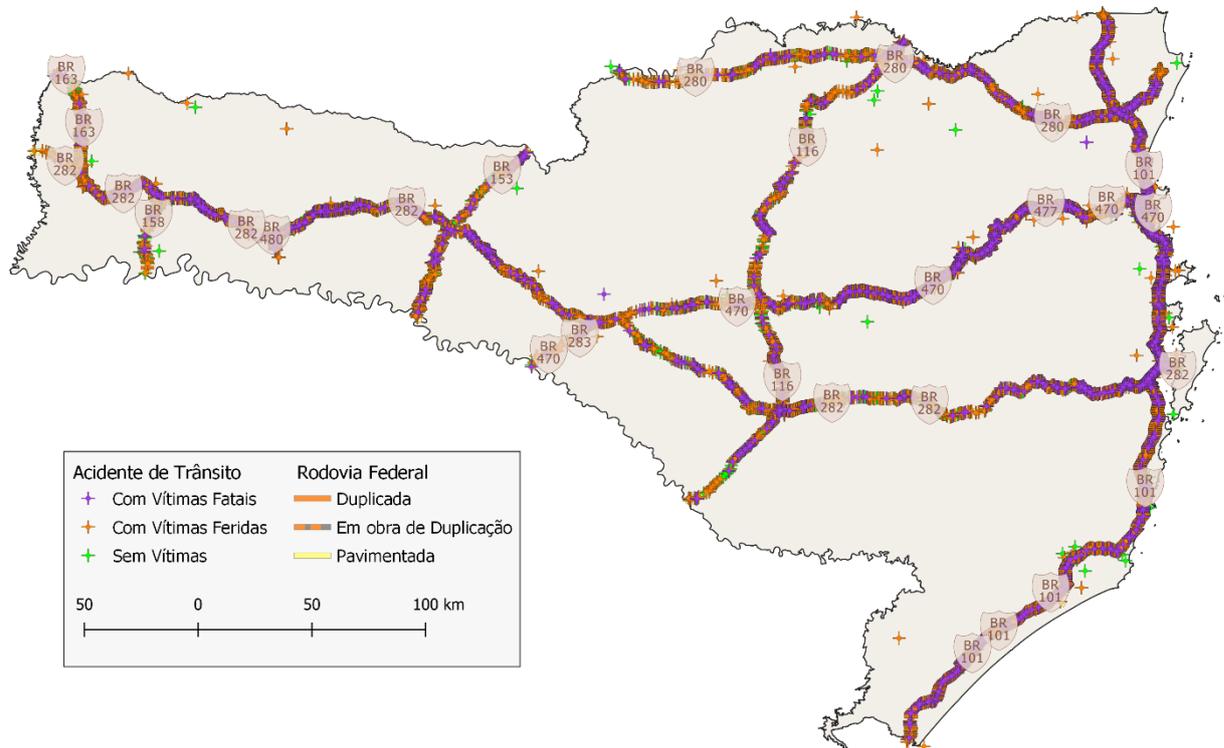
Foram carregados, ao todo, 34.810 registros de acidentes de trânsito ocorridos em SC entre os anos de 2017 e 2020. A Tabela 6 apresenta uma síntese do banco de dados dos acidentes de trânsito coletado e a Figura 30 apresenta o mapa georreferenciado das ocorrências dos acidentes.

Tabela 6 – Síntese da coleta de dados de acidentes de trânsito

Ano	Quantidade de Acidentes	Com Vítimas Fatais	Com Vítimas Feridas	Sem Vítimas	Mortos	Feridos Graves	Feridos Leves	Ilesos	Veículos
2017	10.665	335	6.691	3.639	381	2.012	7.761	12.301	18.509
2018	8.497	336	6.399	1.762	386	1.891	7.363	8.951	14.993
2019	8.428	345	6.786	1.297	403	2.094	7.783	8.349	14.861
2020	7.220	330	5.704	1.186	382	1.805	6.463	6.794	12.464
Total	34.810	1.346	25.580	7.884	1.552	7.802	29.370	36.395	60.827

Fonte: Elaborado a partir de Polícia Rodoviária Federal (2021)

Figura 30 – Mapa das ocorrências dos acidentes de trânsito coletadas



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Com a disponibilização dos dados coletados, o próximo passo realizado foi a preparação da estrutura de tabelas e armazenamento dos registros de acidentes de trânsito conforme descrito em 4.3, visando a identificação dos conjuntos de dados de:

- ocorrências de acidentes;
- pessoas e veículos envolvidos na ocorrência;
- cronologia dos eventos da ocorrência;
- causas do acidente consideradas secundárias.

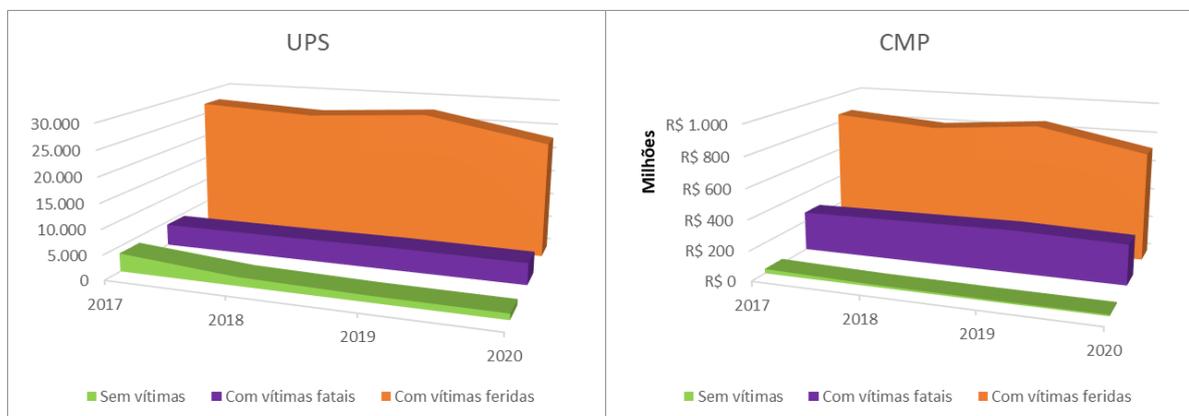
Em seguida, foram realizados os cálculos do valor UPS e do custo socioeconômicos de cada uma das ocorrências de acidente de trânsito.

Para o cômputo do valor UPS, foi realizado o cálculo descrito na Equação (3). Neste momento, para caracterização do envolvimento de pedestres em ocorrências de acidentes com feridos, foi utilizado o argumento de pesquisa: Pessoa.tipo_envolvido = “Pedestre”.

Para o cálculo do custo socioeconômico, foi utilizado o CMP do acidente, conforme disposto na Equação (4), que apresenta as constantes do custo atualizadas monetárias pelo IPCA de março de 2021.

A Figura 31 ilustra o resultado do cálculo dos valores UPS e CMP dos acidentes de trânsito coletados.

Figura 31 – Valores UPS e CMP dos acidentes de trânsito coletados na Etapa 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

5.3 ETAPA 3: ANÁLISE DOS DADOS DE LOCALIZAÇÃO DOS ACIDENTES

Como resultado da Etapa 2, formou-se o banco de dados inicial, contendo o cadastro da malha rodoviária e os registros das ocorrências acidentes de trânsito referentes a área de estudo.

Desta forma, de posse desse banco de dados, foi possível realizar o processo de análise das informações de localização dos acidentes de trânsito. Para tanto, foi implementado o algoritmo de análise de consistência, descrito em 4.4, visando o exame dos 34.810 registros de acidentes de acordo com os três critérios de análise de consistência: endereço descritivo, endereço espacial e distância espacial.

Inicialmente, o algoritmo de análise de consistência solicita a parametrização de três termos de processamento. Dessa forma, cada um dos termos foi definido para o desenvolvimento do exemplo prático, a saber:

- a) $\text{max_dist}(\text{distância}=50)$: valor padrão sugerido pelo método;
- b) $\text{lim_lat}(\text{mínimo}=-30, \text{máximo}=-25)$: valores de controle baseados nos limites do território de Santa Catarina;
- c) $\text{long_lat}(\text{mínimo}=-54, \text{máximo}=-25)$: valores de controle baseados nos limites do território de Santa Catarina.

Em seguida, o algoritmo de análise de consistência foi aplicado e, ao final da sua execução, foram identificados 32.652 registros consistentes e 2.158 inconsistentes. A Tabela 7

apresenta o resumo dos resultados obtidos na análise das informações de localização dos acidentes.

Tabela 7 – Resumo dos resultados da análise das informações de localização dos acidentes

Ano	Quantidade de Acidentes		Quantidade de Acidentes com Endereços Inconsistentes		
	Endereço Consistente	Endereço Inconsistentes	Endereço Descritivo	Endereço Espacial	Distância Espacial
2017	9.375 (87,9%)	1.290 (12,1%)	49 (3,8%)	9 (0,7%)	1.232 (95,5%)
2018	7.900 (93,0%)	597 (7,0%)	26 (4,4%)	0 (0,0%)	571 (95,6%)
2019	8.308 (98,6%)	120 (1,4%)	12 (10,0%)	0 (0,0%)	108 (90,0%)
2020	7.069 (97,9%)	151 (2,1%)	10 (6,6%)	0 (0,0%)	141 (93,4%)
Total	32.652 (93,8%)	2.158 (6,2%)	97 (4,5%)	9 (0,4%)	2.052 (95,1%)

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que o critério da distância espacial representa a maior causa de identificação de ocorrências de acidente com dados de localização inconsistentes (95,1%).

A Tabela 8 apresenta um resumo do resultado da análise do critério de distância espacial. São listados os quantitativos anuais de acidentes em relação a distância espacial calculada entre o eixo da rodovia e o local da ocorrência.

Tabela 8 – Quantidade de acidentes em relação a análise do critério da distância espacial

Ano	Distância Espacial (m)						
	Consistente					Inconsistente	
	Até 1	1 a 5	5 a 10	10 a 25	25 a 50	50 a 100	100 ou mais
2017	1.546	2.842	1.670	2.326	991	481	751
2018	2.431	1.075	1.039	2.747	608	188	383
2019	6.504	377	357	819	251	53	55
2020	5.900	323	228	415	203	64	77
Total	16.381	4.617	3.294	6.307	2.053	786	1.266

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

5.4 ETAPA 4: IDENTIFICAÇÃO DOS CLUSTERS DE ACIDENTES

A partir do exame de precisão e consistência, realizado na Etapa 3, foram selecionados 32.652 registros de acidentes aptos para utilização no processo de identificação dos trechos rodoviários que apresentam concentração de ocorrências de acidentes de trânsito.

O procedimento de identificação desses trechos foi realizado por meio da implementação do algoritmo de *clustering* rígido do tipo densidade, descrito em 4.5

Esse algoritmo visa identificar os *clusters* de concentração de acidentes em função de três diferentes medidas de desempenho: frequência média da ocorrência de acidentes, frequência média da severidade e frequência média do custo socioeconômico.

Inicialmente, o algoritmo de *clustering* solicita a parametrização de cinco termos de processamento. Assim, cada um desses termos foi definido para o desenvolvimento do exemplo prático, a saber:

- a) $\epsilon_{\text{vizinhança}}(\text{distância}=500)$: valor padrão sugerido pelo método;
- b) $\text{min_nac}(\text{número}=4)$: valor padrão sugerido pelo método, baseado na quantidade de anos do período de análise;
- c) $\text{dens_nac}(\text{número}, \text{extensão}, \text{período}=4)$: função padrão sugerida pelo método;
- d) $\text{dens_svr}(\text{UPS}, \text{extensão}, \text{período}=4)$: função padrão sugerida pelo método;
- e) $\text{dens_cse}(\text{CMP}, \text{extensão}, \text{período}=4)$: função padrão sugerida pelo método.

Em seguida, o algoritmo de *clustering* foi aplicado sobre os 32.652 registros de acidentes com endereço consistentes. Ao final da sua execução, foram identificados os conjuntos de *clusters* de concentração de acidentes. A Tabela 9 apresenta as quantidades de *clusters* resultantes da aplicação do algoritmo.

Tabela 9 – Resumo dos resultados da identificação dos *clusters* de acidentes

Total de registros de acidentes	32.652
Total de <i>clusters</i>	
Brutos (ClsBrt)	17.733 (100,0%)
Primários (ClsPri)	16.556 (93,4%)
Total de <i>clusters</i>: função densidade	
Número de acidentes (ClsNac)	1.398 (7,9%)
Severidade (ClsSvr)	1.398 (7,9%)
Custo socioeconômico (ClsCse)	1.393 (7,9%)
União (ClsNac \cup ClsSvr \cup ClsCse)	1.701 (9,6%)

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que, dentre os *clusters* rígidos identificados, são encontrados *clusters* que pertencem a mais de um tipo de conjunto de *cluster* densidade (ClsNac, ClsSvr e ClsCse).

Isso significa que um determinado *cluster*, identificado no conjunto ClsNac, também pode estar contido nos conjuntos ClsSvr e ClsCse, ou vice-versa. A Tabela 10 apresenta a quantidade de *clusters* resultantes da combinação entre os diferentes conjuntos de *cluster* densidade.

Tabela 10 – Quantidade de *clusters* em função da combinação de densidades

Combinação de Clusters	Nº de Clusters
$\text{ClsNac} \cap \text{ClsSvr}$	1.239
$\text{ClsNac} \cap \text{ClsCse}$	1.134
$\text{ClsSvr} \cap \text{ClsCse}$	1.227
$\text{ClsNac} \cap \text{ClsSvr} \cap \text{ClsCse}$	1.112

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

5.5 ETAPA 5: ANÁLISE DOS CLUSTERS DE ACIDENTES

Após a identificação dos *clusters* de acidentes, realizada na Etapa 4, o método proposto prevê a análise desses *clusters* em função das medidas de desempenho da frequência média da ocorrência de acidentes, da frequência média da severidade e da frequência média do custo socioeconômico. A seguir são apresentadas as duas formas de análise definidas em 4.6.

5.5.1 Nível de Risco

A identificação dos níveis de risco dos *clusters* foi realizada por meio da matriz de risco sugerida pelo método. Foram considerados os 1.227 *clusters* resultantes da intersecção dos conjuntos ClsSvr e ClsCse. Dentre esses *clusters*, foram identificadas as seguintes quantidades por nível de risco:

- a) Muito Alto: 364;
- b) Alto: 209;
- c) Médio: 138;
- d) Baixo: 516.

O Quadro 15 apresenta a distribuição dos 1.227 *clusters* de acordo com a matriz de risco adotada no método.

Quadro 15 – Quantidade de *clusters* por nível de risco

Matriz de Risco dens_nac x (dens_svr/cse)		Densidade Número de Acidentes (dens_nac)			
		dens_nac > 75 Percentil	50 Percentil < dens_nac ≤ 75 Percentil	25 Percentil < dens_nac ≤ 50 Percentil	dens_nac ≤ 25 Percentil
Densidade Severidade ou Custo (dens_svr/cse)	dens_svr/cse > 75 Percentil	282	57	14	5
	50 Percentil < dens_svr/cse ≤ 75 Percentil	25	195	80	21
	25 Percentil < dens_svr/cse ≤ 50 Percentil	0	53	165	74
	dens_svr/cse ≤ 25 Percentil	0	1	48	207
Níveis de risco: ● Muito Alto ● Alto ● Médio ● Baixo					

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Por meio dos resultados obtidos na identificação dos trechos rodoviários contidos em cada *cluster* (atividade realizada na Etapa 4) é possível calcular as quantidades de *clusters*, por nível de risco, encontrada em cada uma das rodovias federais de SC, conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Quantidade de *clusters* por rodovia federal de SC

Rodovia	Quantidade de <i>Clusters</i> (Nível de Risco)			
	Muito Alto	Alto	Médio	Baixo
BR-101	121 (32,3%)	79 (37,3%)	43 (30,9%)	93 (17,9%)
BR-282	94 (25,1%)	50 (23,6%)	39 (28,1%)	172 (33,1%)
BR-470	75 (20,0%)	39 (18,4%)	21 (15,1%)	58 (11,2%)
BR-280	52 (13,9%)	17 (8,0%)	16 (11,5%)	77 (14,8%)
BR-116	15 (4,0%)	16 (7,5%)	17 (12,2%)	58 (11,2%)
BR-163	8 (2,1%)	5 (2,4%)	1 (0,7%)	25 (4,8%)
BR-153	7 (1,9%)	3 (1,4%)	1 (0,7%)	23 (4,4%)
BR-480	2 (0,5%)	2 (0,9%)	1 (0,7%)	2 (0,4%)
BR-486	1 (0,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
BR-158	0 (0,0%)	1 (0,5%)	0 (0,0%)	11 (2,1%)
Total	375	212	139	519

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

De acordo com as informações apresentadas na Tabela 11, é possível perceber que a maioria dos *clusters* identificados estão relacionados à trechos das rodovias BR-101, BR-282, BR-470 e BR-280. Nessas rodovias são localizados 91,2% dos *clusters* de risco Muito Alto,

87,3% dos *clusters* de risco Alto, 85,6% dos *clusters* de risco Médio e 77,1% dos *clusters* de risco Baixo.

A identificação dos trechos rodoviários também possibilita calcular a distribuição dos níveis de risco dos *clusters* pelos municípios de SC. O Quadro 16 apresenta a relação dos quinze municípios com maior quantidade de *clusters* por nível de risco.

Quadro 16 – Relação dos quinze municípios com maior quantidade de *clusters* por nível de risco

Quantidade de <i>Clusters</i> por Município vs. Nível de Risco					
#	Município	Muito Alto	#	Município	Alto
1	Palhoça	26 (7,1%)	1	Araquari	11 (5,3%)
2	Joinville	14 (3,8%)	2	Joinville	10 (4,8%)
3	Navegantes	12 (3,3%)	3	Águas Mornas	7 (3,3%)
4	Araquari	11 (3,0%)	4	Imbituba	7 (3,3%)
5	Indaial	10 (2,7%)	5	Pouso Redondo	7 (3,3%)
6	Lages	8 (2,2%)	6	Xaxim	7 (3,3%)
7	Guaramirim	8 (2,2%)	7	Garuva	6 (2,9%)
8	Ponte Serrada	8 (2,2%)	8	Biguaçu	5 (2,4%)
9	Alfredo Wagner	8 (2,2%)	9	Corupá	5 (2,4%)
10	São José	8 (2,2%)	10	Ibirama	5 (2,4%)
11	Biguaçu	7 (1,9%)	11	Santo Amaro da Imperatriz	5 (2,4%)
12	Gaspar	7 (1,9%)	12	São Cristóvão do Sul	5 (2,4%)
13	Campos Novos	7 (1,9%)	13	Tijucas	5 (2,4%)
14	Santa Cecília	7 (1,9%)	14	Chapecó	4 (1,9%)
15	Rio do Sul	7 (1,9%)	15	Gaspar	4 (1,9%)
#	Município	Médio	#	Município	Baixo
1	Mafra	8 (5,8%)	1	Mafra	26 (5,0%)
2	Joinville	7 (5,1%)	2	Lages	20 (3,9%)
3	Lages	7 (5,1%)	3	Campos Novos	17 (3,3%)
4	Araquari	5 (3,6%)	4	São Cristóvão do Sul	13 (2,5%)
5	Sangão	5 (3,6%)	5	Araquari	12 (2,3%)
6	Apiúna	4 (2,9%)	6	Imbituba	12 (2,3%)
7	Curitibanos	4 (2,9%)	7	São Bento do Sul	12 (2,3%)
8	Garuva	4 (2,9%)	8	Alfredo Wagner	10 (1,9%)
9	Imbituba	4 (2,9%)	9	Concórdia	10 (1,9%)
10	Pinhalzinho	4 (2,9%)	10	Correia Pinto	9 (1,7%)
11	São Cristóvão do Sul	4 (2,9%)	11	Ponte Alta	9 (1,7%)
12	São Francisco do Sul	4 (2,9%)	12	Bocaina do Sul	8 (1,6%)
13	Campos Novos	3 (2,2%)	13	Bom Retiro	8 (1,6%)
14	Canoinhas	3 (2,2%)	14	Cunha Porã	8 (1,6%)
15	Faxinal dos Guedes	3 (2,2%)	15	Faxinal dos Guedes	8 (1,6%)

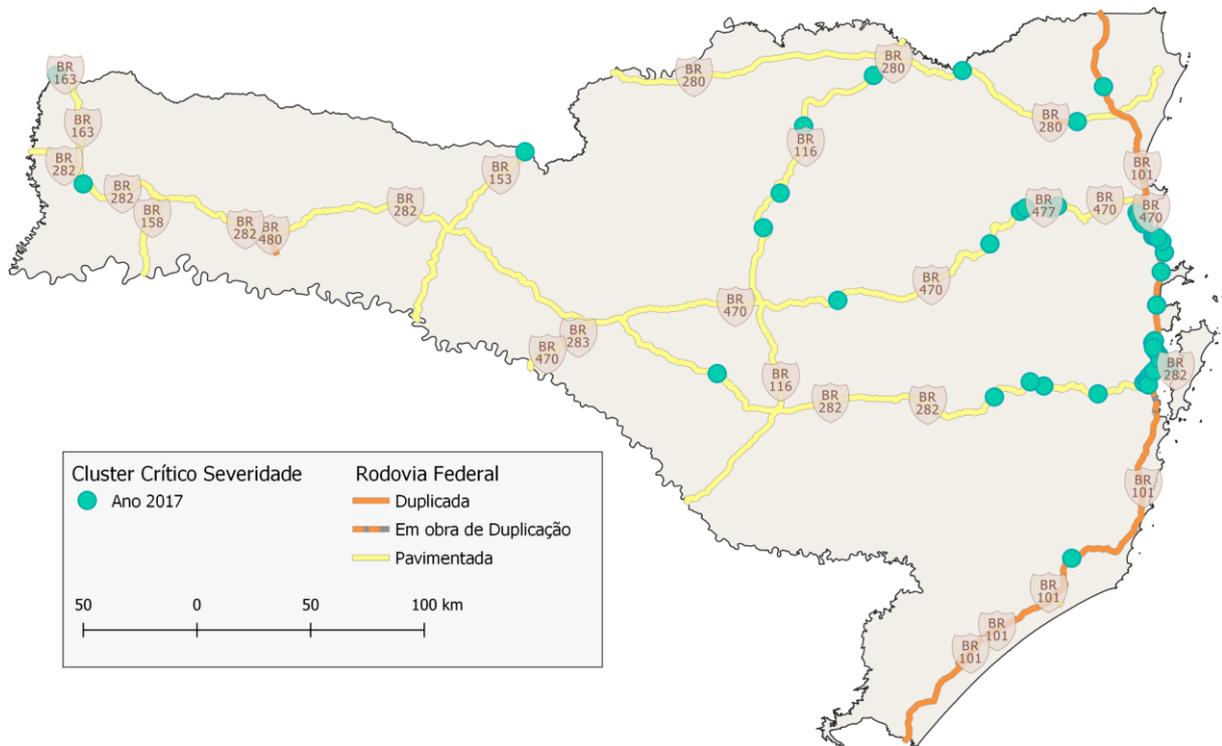
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

5.5.2 Risco Crítico

O procedimento de identificação desses trechos foi realizado por meio da implementação do algoritmo de identificação de *clusters* severidade e custo socioeconômico de risco crítico, descrito em 4.6.2.

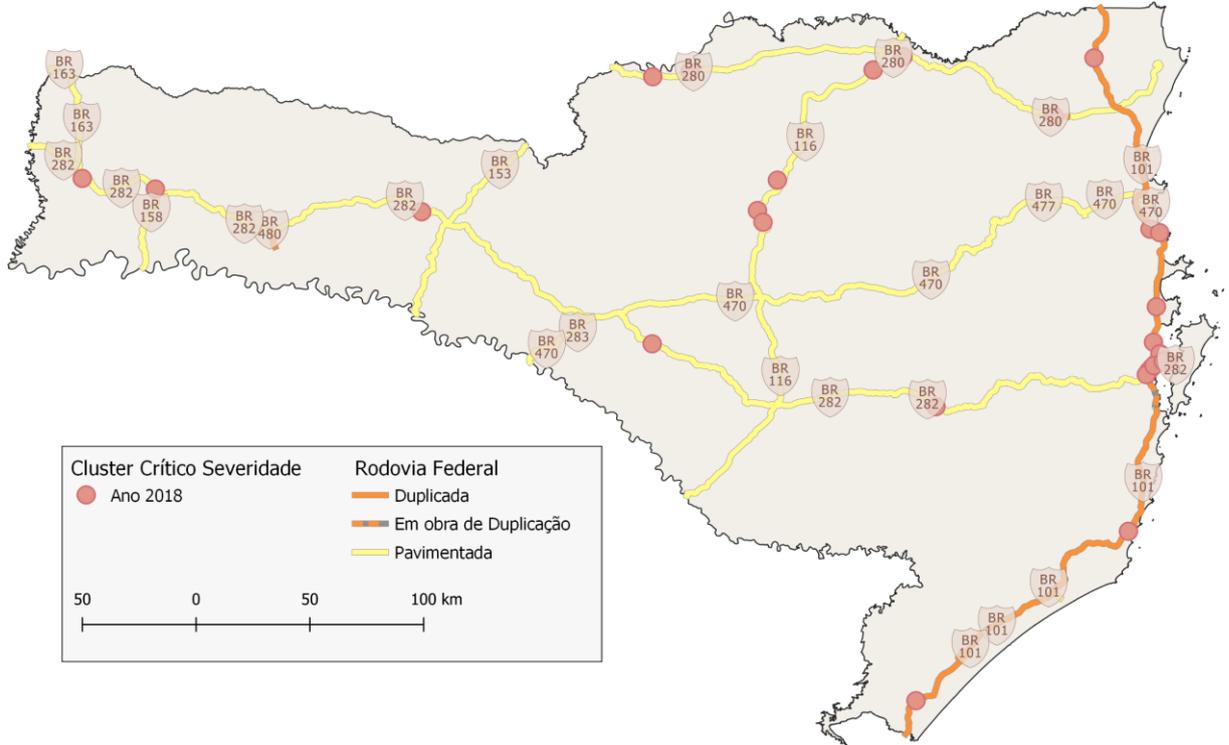
Inicialmente, para cada um dos anos do período de pesquisa (2017 a 2020), foram identificados os *clusters* severidade e custo socioeconômico considerados críticos. A Figura 32, Figura 33, Figura 34 e Figura 35 ilustram a localização dos *clusters* severidade anuais considerados críticos. Já a Figura 36, Figura 37, Figura 38 e Figura 39 ilustram a localização dos *clusters* custo socioeconômico anuais considerados críticos.

Figura 32 – Mapa dos *clusters* severidade considerados críticos (2017)



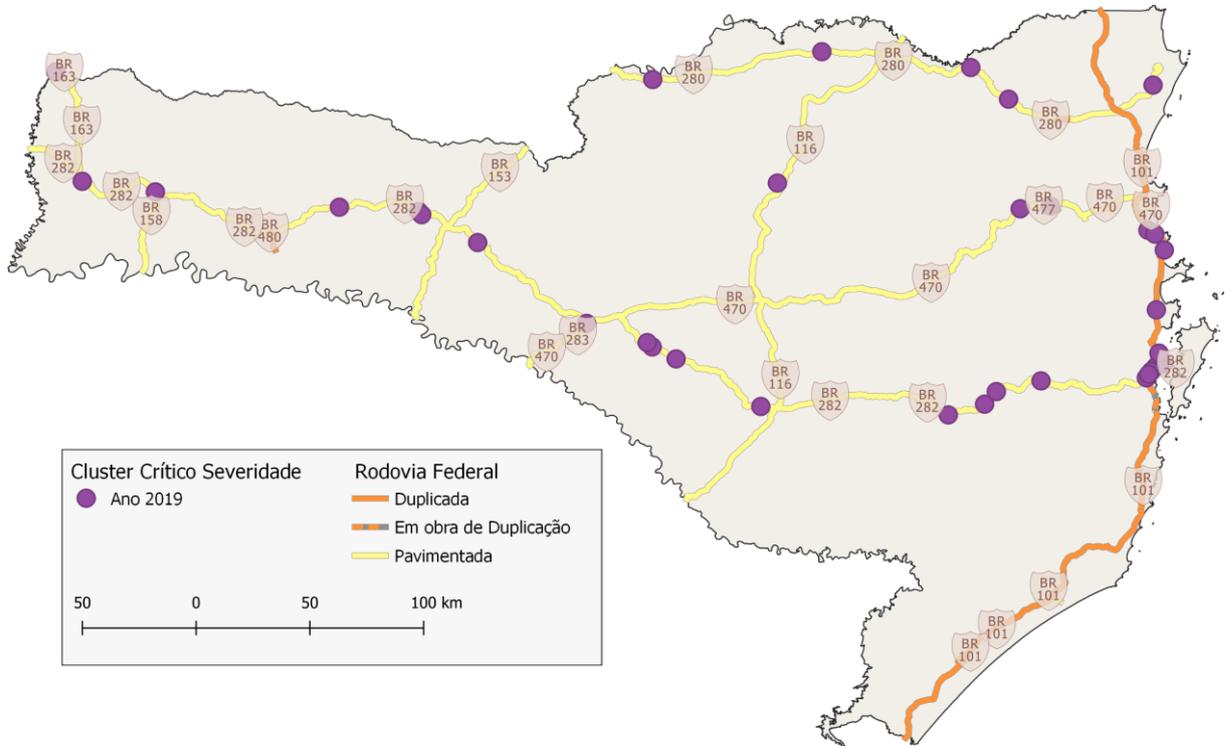
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 33 – Mapa dos clusters severidade considerados críticos (2018)



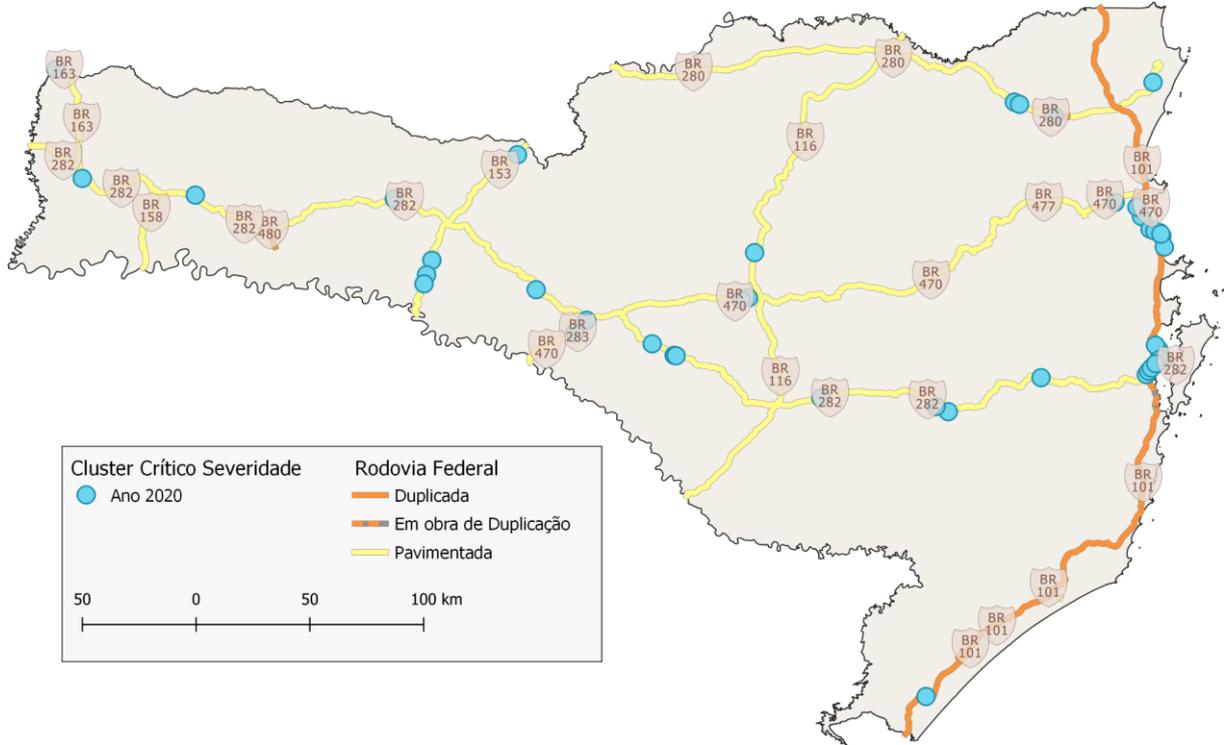
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 34 – Mapa dos clusters severidade considerados críticos (2019)



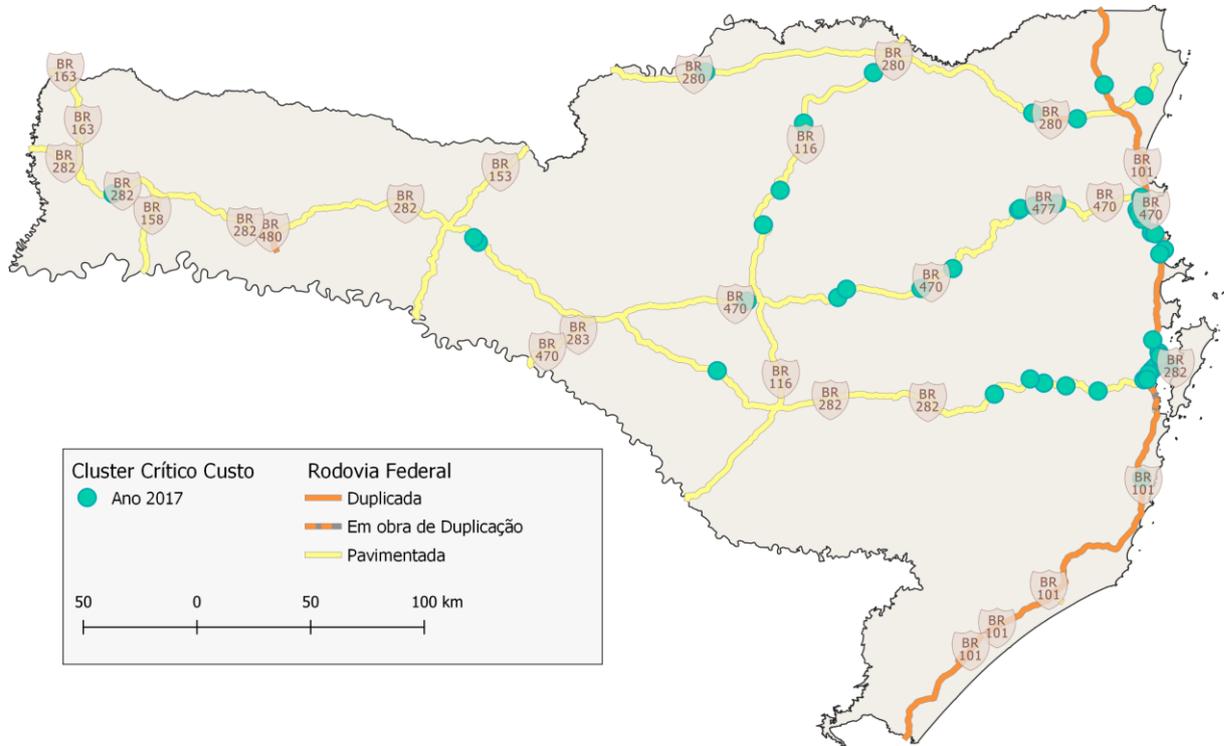
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 35 – Mapa dos clusters severidade considerados críticos (2020)



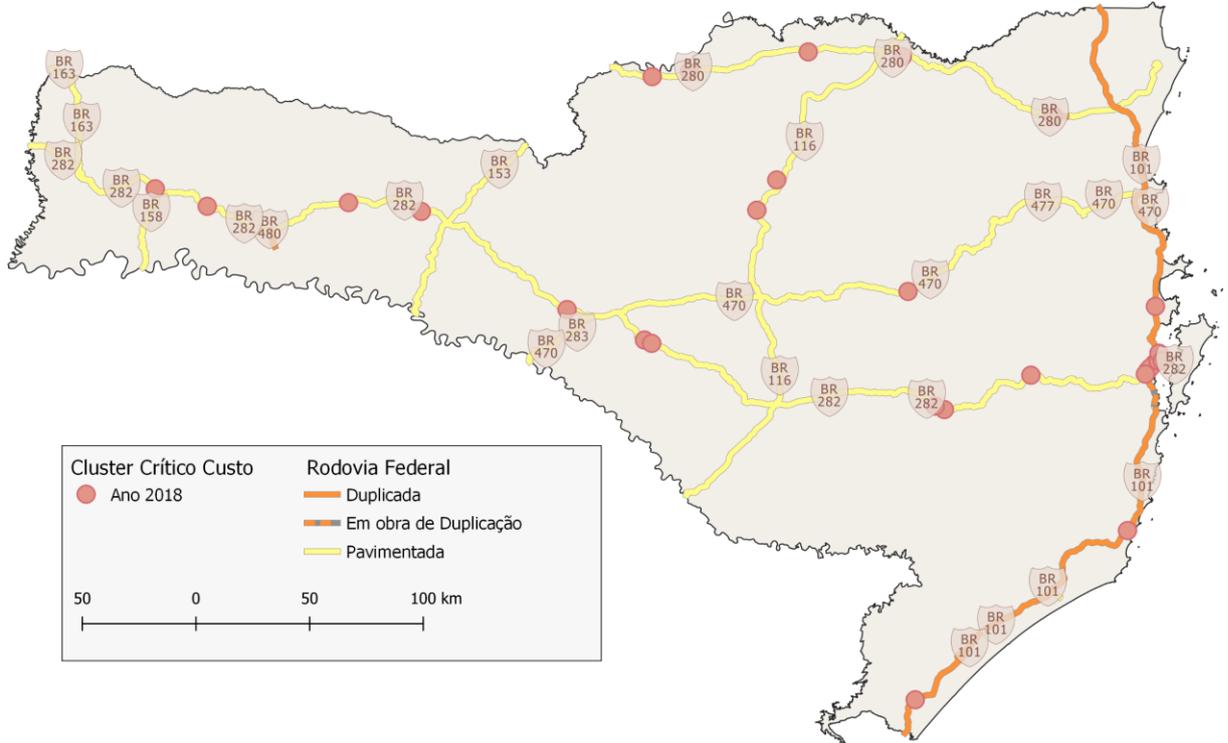
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 36 – Mapa dos clusters custo socioeconômico considerados críticos (2017)



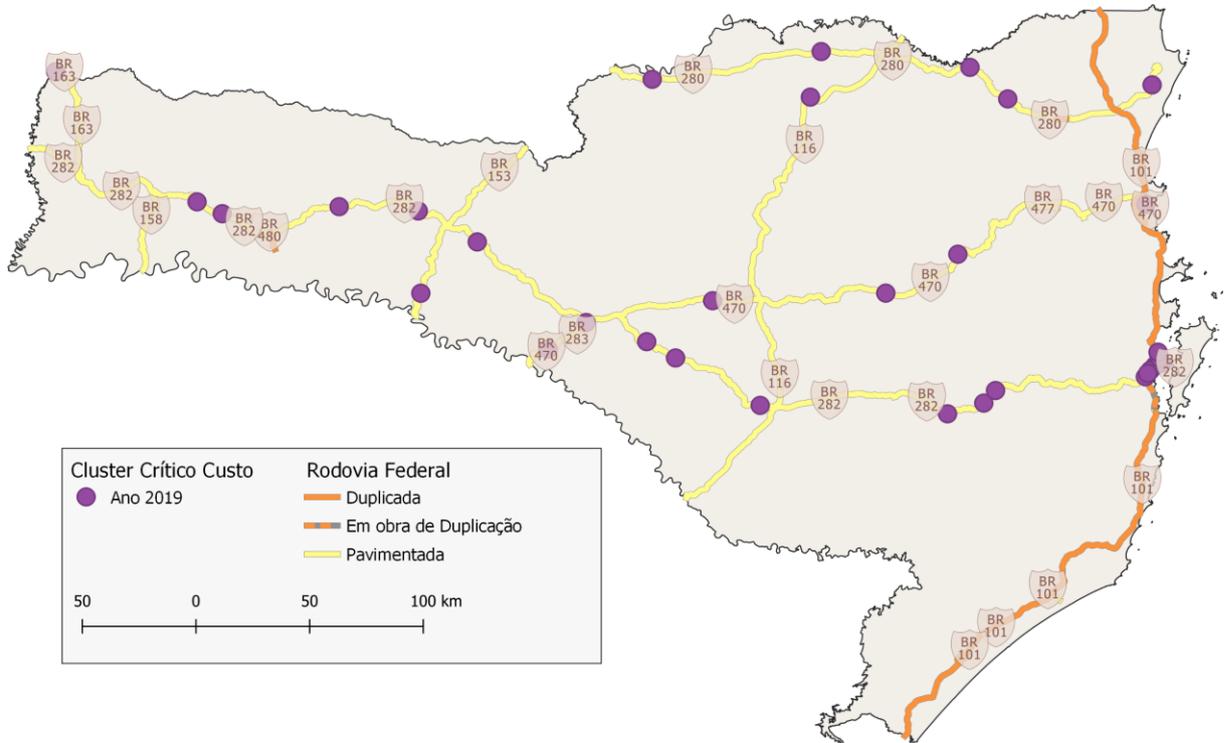
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 37 – Mapa dos clusters custo socioeconômico considerados críticos (2018)



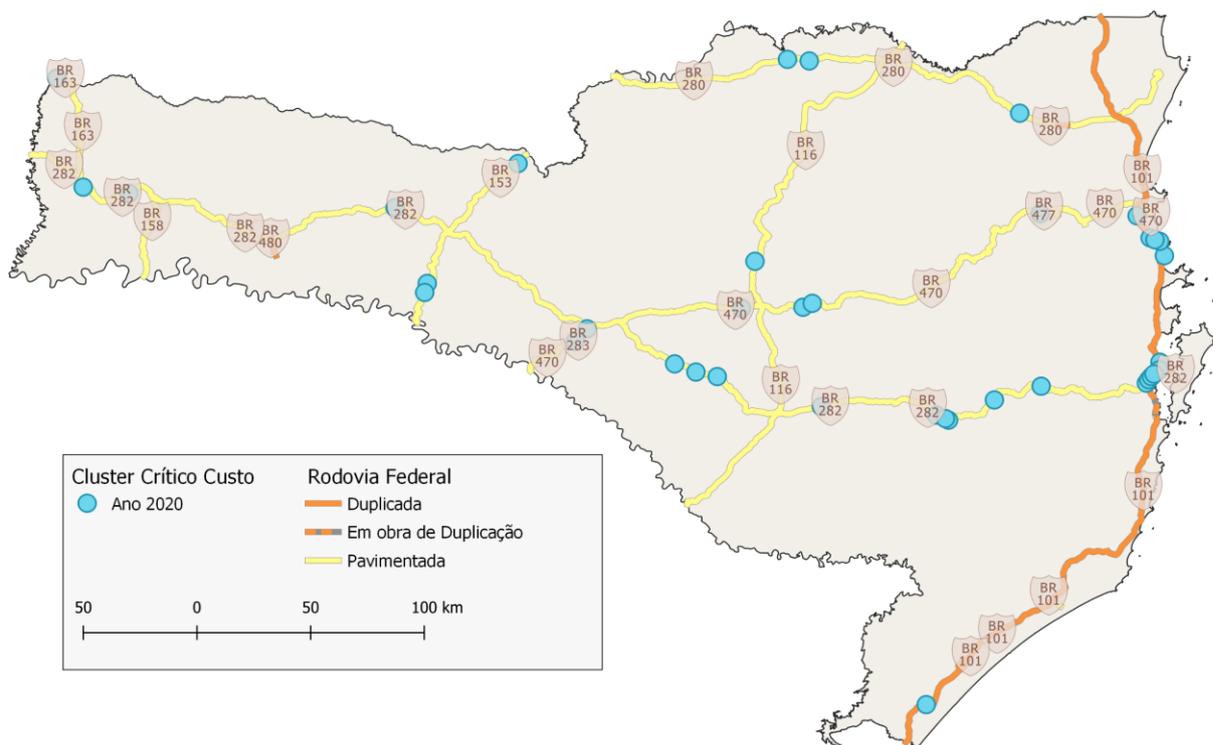
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 38 – Mapa dos clusters custo socioeconômico considerados críticos (2019)



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 39 – Mapa dos clusters custo socioeconômico considerados críticos (2020)



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Após a definição dos *clusters* críticos anuais, foi realizada a identificação dos *clusters* de risco crítico. Foram identificados onze *clusters* severidade de risco crítico e oito *clusters* custo socioeconômico de risco crítico, conforme pode ser observado na Tabela 12.

Tabela 12 – Resumo da análise do risco crítico

Ano	Quantidade de <i>Clusters</i> Críticos	
	Severidade	Custo Socioeconômico
2017	54	51
2018	32	30
2019	39	35
2020	47	39
Risco Crítico	11	8

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A relação de *clusters* severidade e custo socioeconômico de risco crítico será apresentada a seguir na Etapa 6 – Relatório de Resultados.

5.6 ETAPA 6: RELATÓRIO DE RESULTADOS

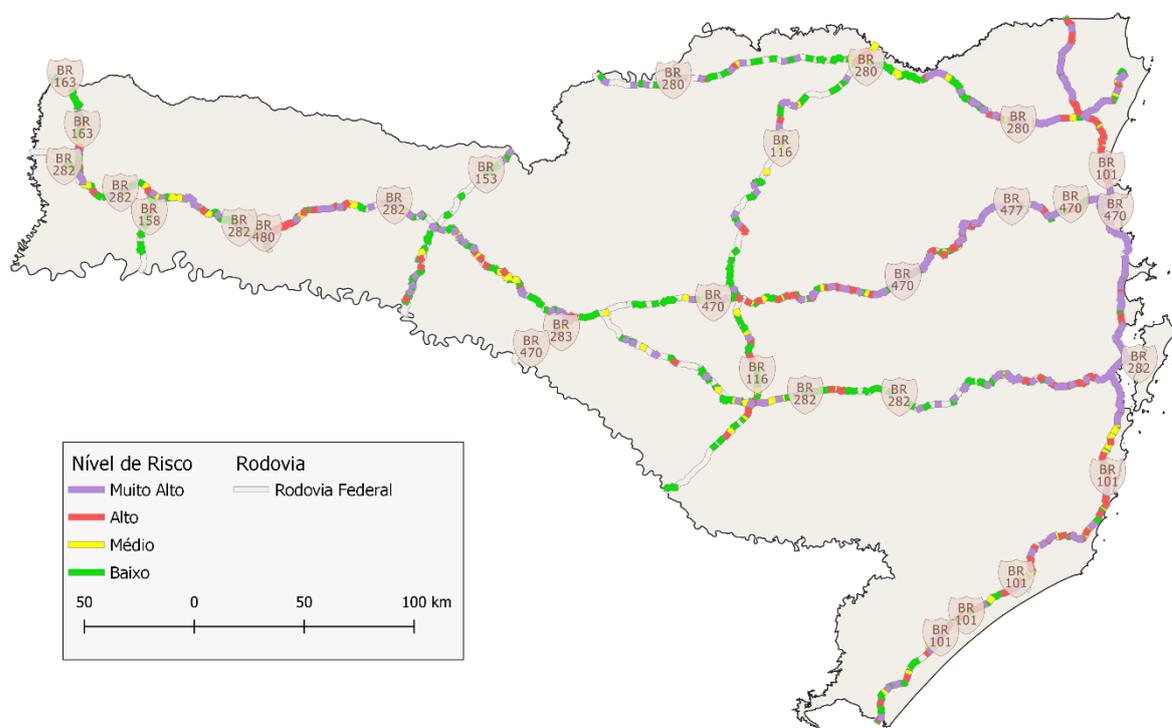
Com a finalização da análise do *clusters* de acidentes, realizada na Etapa 5, seguiu-se para a produção de listagens e de mapas georreferenciados tematizados, visando a

apresentação dos trechos rodoviários concentradores de acidentes identificados nas análises de nível de risco e de risco crítico.

5.6.1 Níveis de Risco

A partir dos 1.227 *clusters* empregados na análise de níveis de risco foi possível chegar aos resultados apresentados na Figura 40, a qual ilustra os trechos das rodovias federais de Santa Catarina, de acordo com o nível de risco identificado (muito alto, alto, médio e baixo).

Figura 40 – Mapa dos trechos rodoviários de acordo com o nível de risco

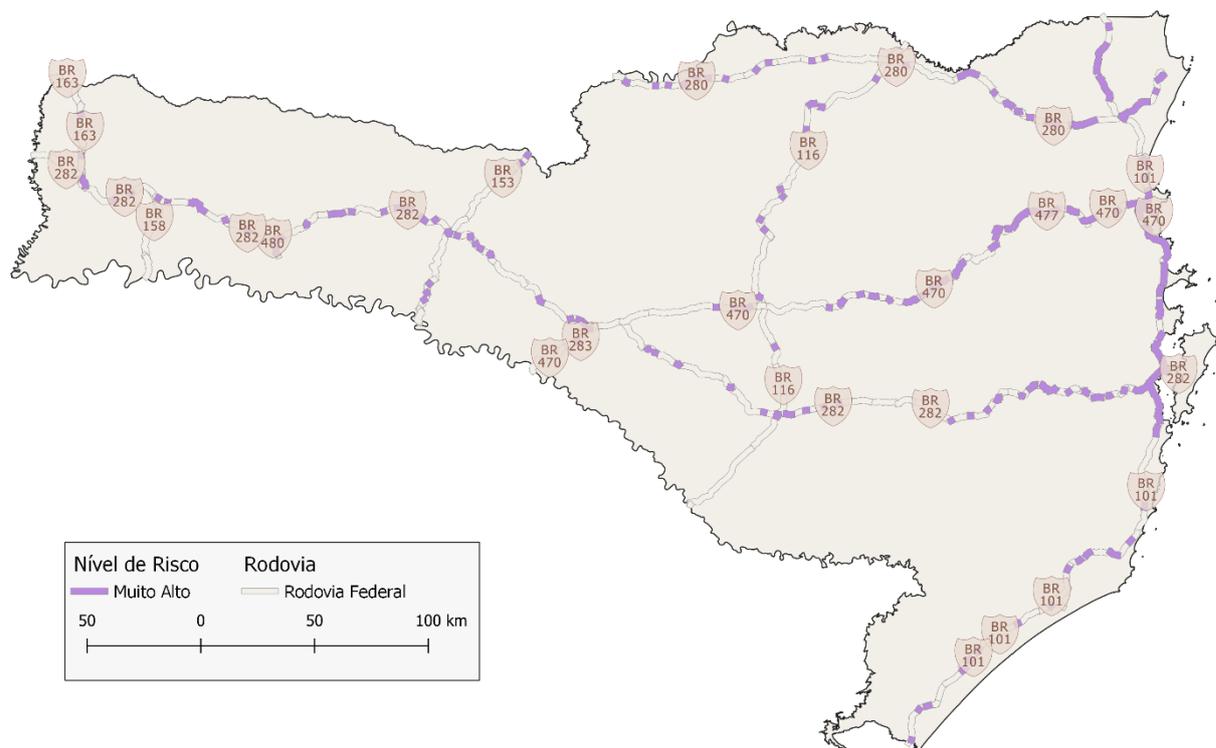


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

No nível de risco “muito alto”, foram identificados 364 *clusters*, conforme por ser observado na Figura 41, que destaca os trechos das rodovias federais de Santa Catarina relacionados a esse nível de risco.

A relação completa dos *cluster* identificados no nível de risco Muito Alto constam no APÊNDICE A – Relação de Clusters Identificados no Nível de Risco Muito Alto. Já o Quadro 17, apresenta a relação dos dez *clusters*, dentro dessa categoria de risco, com maior valor de acordo com a função densidade da frequência média da severidade.

Figura 41 – Mapa dos trechos rodoviários relacionados ao nível de risco Muito Alto



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Quadro 17 – Relação dos dez primeiros *clusters* identificados no nível de risco Muito Alto

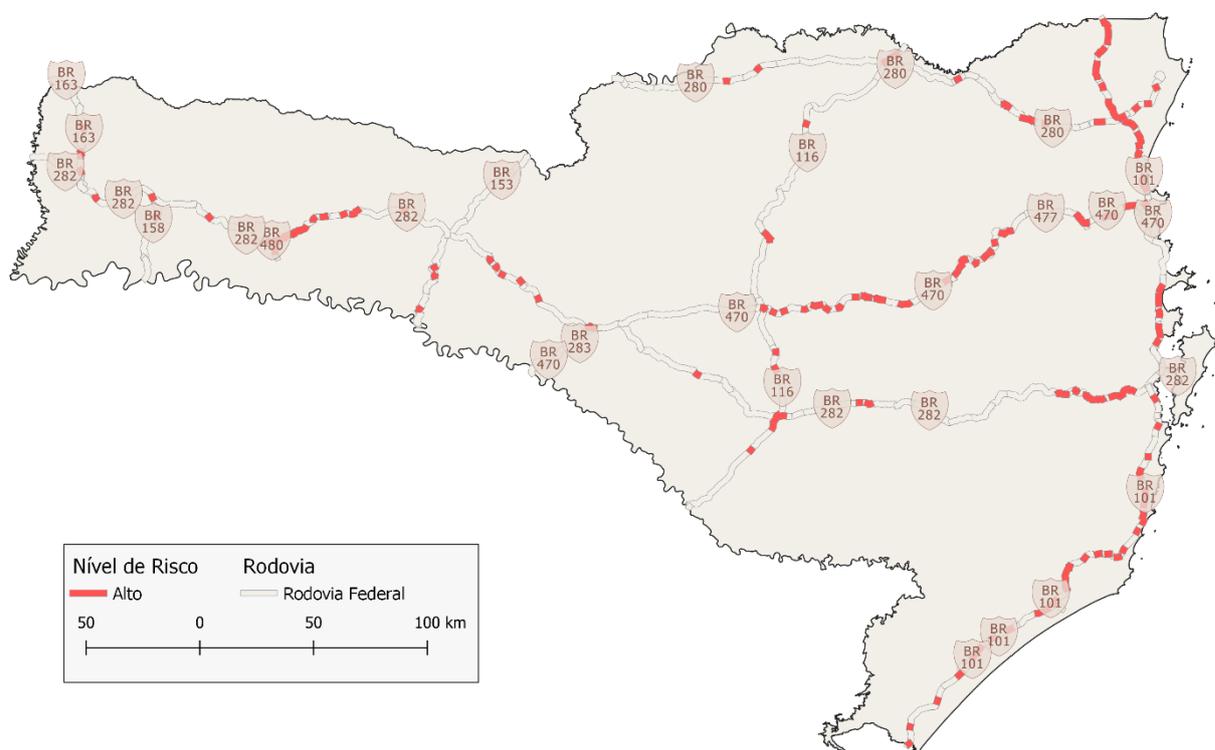
#	Município	Trecho	Extensão (m)	dens svr	dens cse	dens nac
1	Palhoça	BR-101 km: 213,023 a 214,025 BR-282 km: 13,797	996	0,43143	12.018	0,11602
2	Palhoça	BR-101 km: 211,012 a 212,029	994	0,34991	10.060	0,09307
3	Palhoça	BR-101 km: 215,003 a 215,490; 215,504 a 216,032 BR-282 km: 15,007; 15,561 a 15,989	1.427	0,34866	9.728	0,09268
4	São José	BR-101 km: 205,973 a 206,923 BR-282 km: 5,975	988	0,33459	9.458	0,09010
5	Porto União	BR-280 km: 289,005	50	0,32500	16.709	0,08500
6	São José	BR-101 km: 208,108 a 209,039	940	0,30640	9.194	0,07979
7	São José	BR-101 km: 202,008 a 203,020	994	0,30462	8.481	0,07848
8	Dionísio Cerqueira	BR-163 km: 0,457	50	0,28500	6.448	0,08000
9	Florianópolis	BR-282 km: 3,044 a 4,013	1.020	0,26752	7.244	0,07258
10	São José	BR-101 km: 206,949 a 207,997	1.014	0,26434	7.317	0,07373

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

No nível de risco Alto, foram identificados 209 *clusters*, conforme por ser observado na Figura 42, que destaca os trechos das rodovias federais de Santa Catarina relacionados a esse nível de risco.

A relação completa dos cluster identificados no nível de risco Alto constam no APÊNDICE B – Relação de Clusters Identificados no Nível de Risco Alto. Já o Quadro 18, apresenta a relação dos dez *clusters*, dentro dessa categoria de risco, com maior valor de acordo com a função densidade da frequência média da severidade.

Figura 42 – Mapa dos trechos rodoviários relacionados ao nível de risco Alto



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Quadro 18 – Relação dos dez primeiros *clusters* identificados no nível de risco Alto

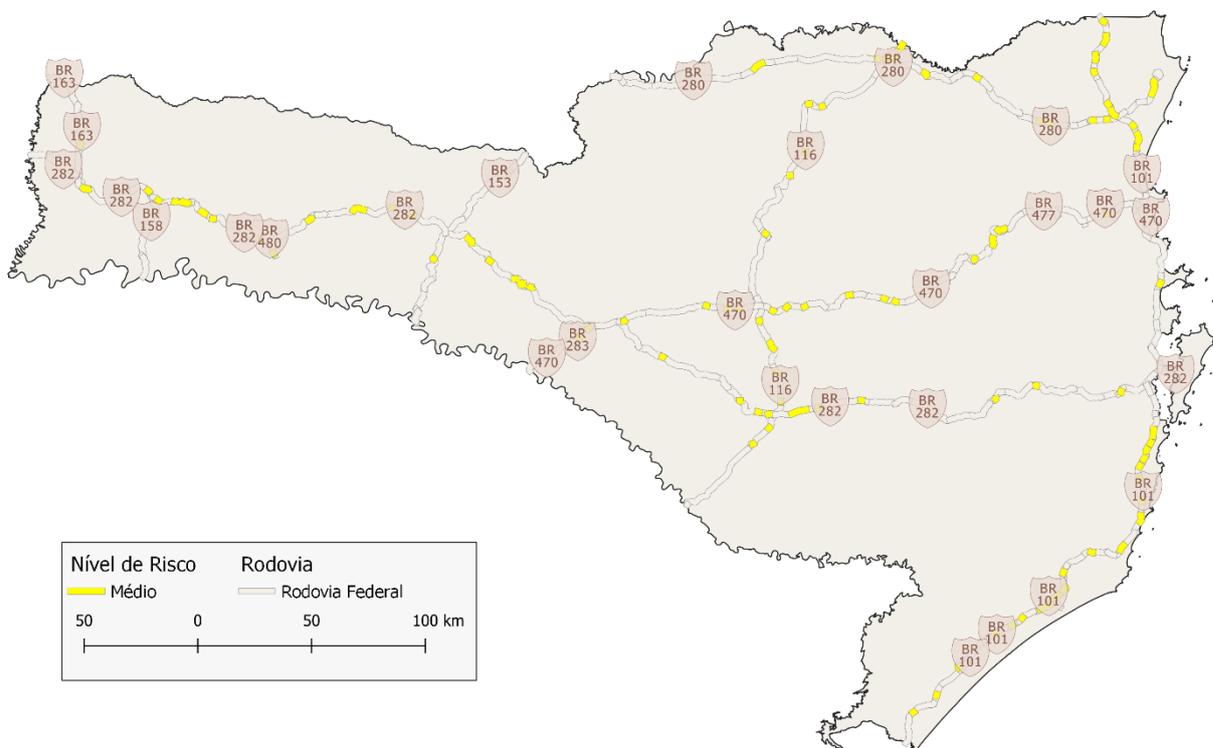
#	Município	Trecho	Extensão (m)	dens svr	dens cse	dens nac
1	Biguaçu	BR-101 km: 188,540 a 189,122	603	0,04146	1.142	0,00995
2	Balneário Piçarras	BR-101 km: 97,000 a 97,724	748	0,04145	1.508	0,01036
3	Balneário Piçarras	BR-101 km: 98,685 a 99,255	567	0,04098	1.368	0,00969
4	São José do Cerrito	BR-282 km: 276,255 a 276,746	479	0,04019	2.461	0,00574
5	Biguaçu	BR-101 km: 180,773 a 181,431	622	0,04018	1.356	0,00844
6	Penha	BR-101 km: 107,898 a 108,636	752	0,03988	1.342	0,00897
7	Araquari	BR-101 km: 72,219 a 72,505	291	0,03955	1.506	0,00860
8	Lages	BR-282 km: 220,094 a 220,768	734	0,03917	1.193	0,00954
9	Palhoça	BR-101 km: 237,719 a 238,181	444	0,03884	1.184	0,01013
10	Joinville	BR-101 km: 41,608 a 42,259	838	0,03878	1.278	0,01014

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

No nível de risco Médio, foram identificados 138 *clusters*, conforme por ser observado na Figura 43, que destaca os trechos das rodovias federais de Santa Catarina relacionados a esse nível de risco.

A relação completa dos cluster identificados no nível de risco Médio constam no APÊNDICE C – Relação de Clusters Identificados no Nível de Risco Médio. Já o Quadro 19, apresenta a relação dos quinze *clusters*, dentro dessa categoria de risco, com maior valor de acordo com a função densidade da frequência média da severidade.

Figura 43 – Mapa dos trechos rodoviários relacionados ao nível de risco Médio



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Quadro 19 – Relação dos dez primeiros *clusters* identificados no nível de risco Médio

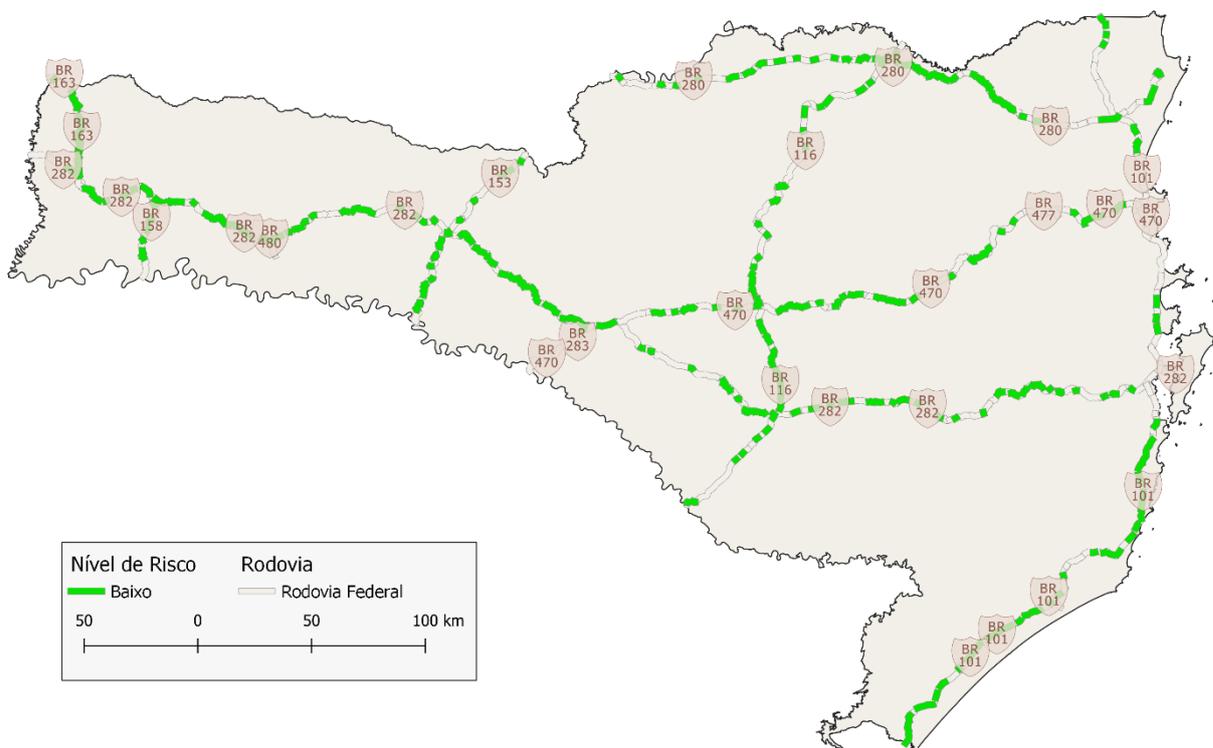
#	Município	Trecho	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac
1	Cunha Porã	BR-282 km: 598,903 a 599,280	380	0,03351	1.480	0,00591
2	Ponte Serrada	BR-282 km: 455,663 a 456,034	391	0,03201	1.335	0,00512
3	São Cristóvão do Sul	BR-470 km: 226,998 a 227,217	216	0,03012	1.464	0,00579
4	Campos Novos	BR-470 km: 323,800 a 324,001; 324,101 a 324,115	218	0,02978	1.438	0,00573
5	Vargem Bonita	BR-282 km: 422,909 a 423,346	442	0,02941	1.180	0,00566
6	Curitibanos	BR-470 km: 244,975 a 245,261	257	0,02919	1.489	0,00584
7	Campos Novos	BR-470 km: 316,788 a 317,119	327	0,02905	1.239	0,00612
8	São Francisco do Sul	BR-280 km: 10,643 a 11,008	375	0,02867	1.266	0,00467
9	Chapecó	BR-282 km: 541,254 a 541,757	486	0,02829	1.431	0,00514
10	Joaçaba	BR-282 km: 383,007 a 383,384; 383,413 a 383,464	436	0,02812	1.101	0,00574

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

No nível de risco baixo, foram identificados 206 *clusters*, conforme por ser observado na Figura 44, que destaca os trechos das rodovias federais de Santa Catarina relacionados ao nível de risco.

A relação completa dos *cluster* identificados no nível de risco Baixo constam no APÊNDICE D – Relação de Clusters Identificados no Nível de Risco Baixo. Já o Quadro 20, apresenta a relação dos dez *clusters*, dentro dessa categoria de risco, com maior valor de acordo com a função densidade da frequência média da severidade.

Figura 44 – Mapa dos trechos rodoviários relacionados ao nível de risco Baixo



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Quadro 20 – Relação dos dez primeiros *clusters* identificados no nível de risco Baixo

#	Município	Trecho	Extensão (m)	dens svr	dens cse	dens nac
1	Nova Itaberaba	BR-282 km: 557,617 a 558,033	411	0,02372	1.056	0,00365
2	Nova Itaberaba	BR-282 km: 554,796 a 555,231	423	0,02363	817	0,00591
3	São Bento do Sul	BR-280 km: 116,668 a 116,986	309	0,02346	875	0,00404
4	Jaraguá do Sul	BR-280 km: 73,864 a 74,587	709	0,02328	863	0,00423
5	Mafra	BR-280 km: 189,646 a 189,955	337	0,02302	1.084	0,00297
6	Rancho Queimado	BR-282 km: 56,633 a 57,029	387	0,02261	712	0,00517
7	Araquari	BR-101 km: 69,269 a 69,638	368	0,02244	554	0,00612
8	Gaspar	BR-470 km: 33,474 a 34,147	673	0,02228	610	0,00594
9	Ilhota	BR-470 km: 15,662 a 16,067	415	0,02227	816	0,00602
10	Ponte Serrada	BR-282 km: 462,883 a 463,435	520	0,02212	739	0,00529

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

5.6.2 Risco Crítico

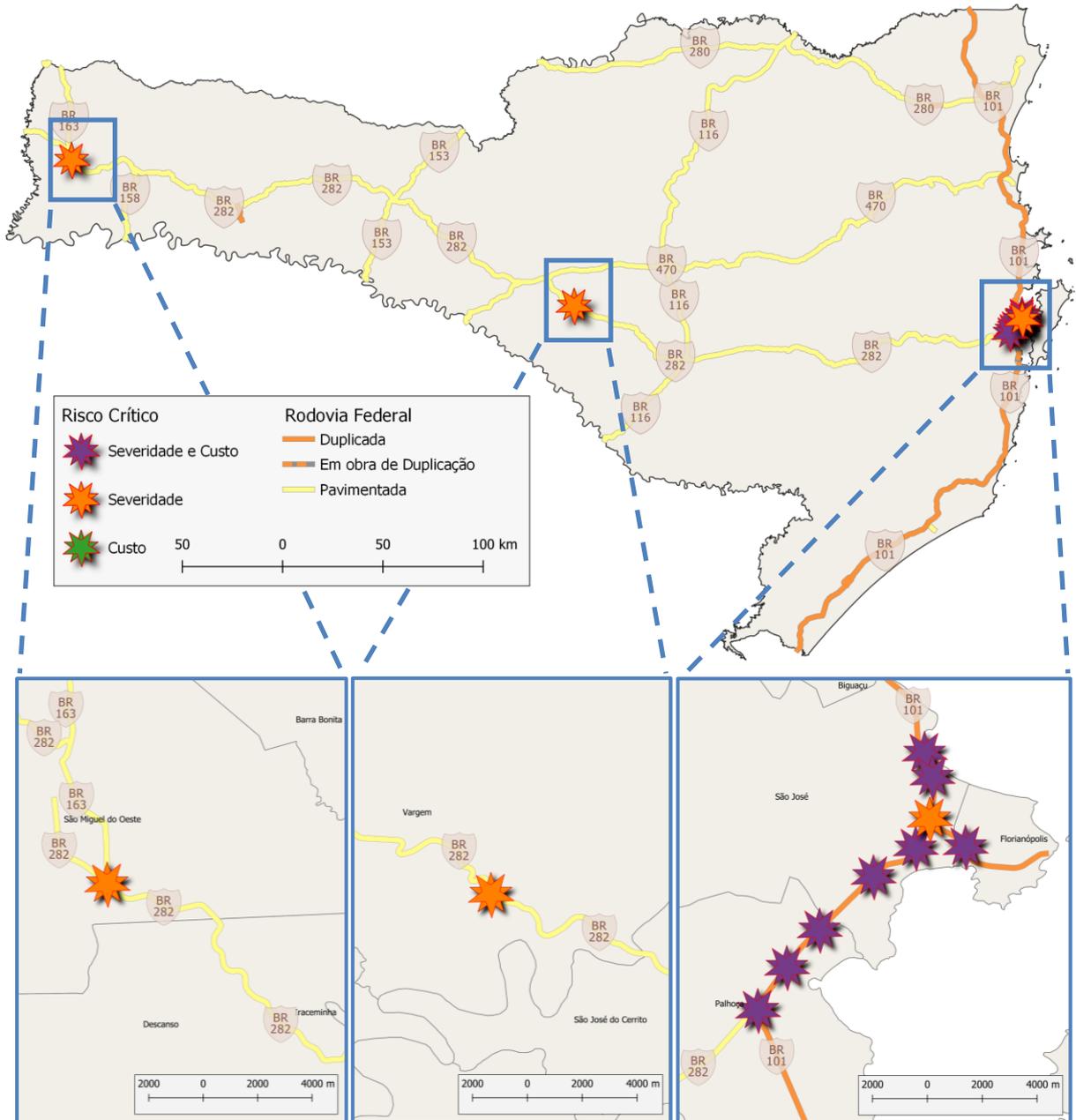
A partir da aplicação do algoritmo de identificação de *clusters* severidade e custo socioeconômico de risco crítico foi possível chegar aos resultados apresentados no Quadro 21, o qual apresenta a relação dos *clusters* identificados nessa análise. Já a Figura 45 destaca os trechos das rodovias federais de Santa Catarina relacionados aos *clusters* de risco crítico.

Quadro 21 – Relação de *clusters* severidade e custo socioeconômico de risco crítico

#	Município	Trechos	Risco Crítico	Latitude	Longitude
1	São José	BR-101 km: 202,008 a 203,020	Severidade Custo	-27,56093	-48,61683
2	São José	BR-101 km: 203,078 a 203,089; 203,101 a 204,027	Severidade Custo	-27,56985	-48,61398
3	São José	BR-101 km: 204,690 a 205,395; 205,413 a 205,609 BR-282 km: 4,997 a 5,398; 5,500	Severidade	-27,58549	-48,61494
4	São José	BR-101 km: 205,973 a 206,923 BR-282 km: 5,975	Severidade Custo	-27,59626	-48,62014
5	São José	BR-101 km: 208,108 a 209,039	Severidade Custo	-27,60690	-48,63574
6	Palhoça	BR-101 km: 211,012 a 212,029	Severidade Custo	-27,62678	-48,65566
7	Palhoça	BR-101 km: 213,023 a 214,025 BR-282 km: 13,797	Severidade Custo	-27,64072	-48,66774
8	Palhoça	BR-101 km: 215,003 a 215,490; 215,504 a 216,032 BR-282 km: 15,007; 15,561 a 15,989	Severidade Custo	-27,65671	-48,67847
9	Florianópolis	BR-282 km: 3,044 a 4,013	Severidade Custo	-27,59581	-48,60172
10	Vargem	BR-282 km: 301,667 a 301,668	Severidade	-27,51596	-50,91788
11	São Miguel do Oeste	BR-163 km: 66,997 BR-282 km: 0,028; 646,495; 646,534	Severidade	-26,76053	-53,50068

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Figura 45 – Mapa dos *clusters* severidade e custo socioeconômico de risco crítico



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

6 CONCLUSÕES

A presente pesquisa teve por objetivo principal o desenvolvimento de um método georreferenciado de identificação de trechos concentradores de acidentes de trânsito, que visa auxiliar os técnicos dos órgãos responsáveis pela operação do trânsito e pelo sistema viário na realização de atividades que envolvem a seleção e priorização de locais para instalação e operação de equipamentos de fiscalização eletrônica dos limites máximos de velocidade.

No âmbito da gestão da velocidade, os programas de controle eletrônico de velocidade são considerados uma eficiente medida de fiscalização da observância dos limites de velocidade regulamentados. A implementação desses programas, por parte dos órgãos de trânsito, contribui para a redução da incidência do excesso de velocidade praticado e, conseqüentemente, para mitigar os riscos de lesões graves ou mortes decorrentes de acidentes de trânsito.

O trabalho ressalta que, em diversos países, o processo de instalação, operação e monitoramento de equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade deve atender à normas ou requisitos técnicos, os quais estabelecem a necessidade de elaboração de estudos que identifiquem a criticidade de um determinado local ou trecho viário. No Brasil, a criticidade de um trecho viário é determinada em função da análise do histórico de acidentes de trânsito ocorridos no local ou por outras condições que caracterizem a vulnerabilidade dos usuários da via.

No que concerne a análise dos acidentes de trânsito, os estudos técnicos geralmente contemplam a realização de exames sobre a frequência das ocorrências dos acidentes e sobre o nível da gravidade das lesões sofridas pelos usuários em decorrência das colisões.

O método desenvolvido se propõe a contribuir para a melhoria de segurança viária, mais especificamente para a gestão da segurança no trânsito, demonstrando o potencial do uso de fontes de dados georreferenciados de acidentes de trânsito, em procedimentos de análise de *clusters* combinados com indicadores de desempenho da segurança relacionados a gravidade das ocorrências e ao custo socioeconômico dos acidentes.

Uma fase importante para o desenvolvimento do método proposto é descrita no capítulo da revisão sistemática de literatura, a qual objetivou a identificação do estado da arte no que tange a aplicação de técnicas de análise de padrões de associação espacial na identificação de trechos concentradores de acidentes.

A revisão sistemática de literatura realizada possibilitou a identificação, avaliação e interpretação de relevante acervo de trabalhos científicos da área de segurança viária. A

documentação produzida e as conclusões obtidas, a partir dos trabalhos selecionados, foram fundamentais para formação da base teórica sobre a qual este trabalho apoiou-se, especialmente no que se refere ao procedimento de identificação dos trechos concentradores de acidentes e à definição das medidas de desempenho de segurança utilizadas na análise dos resultados.

Na sequência, o trabalho apresentou a descrição detalhada do método georreferenciado de identificação de trechos concentradores de acidentes, composto por um conjunto sistemático de procedimentos de AEDE organizado em seis etapas.

Inicialmente, as duas primeiras etapas do método visam a coleta e a formação do banco de dados inicial, contendo o cadastro da malha rodoviária e os registros das ocorrências de acidentes de trânsito referentes a área de estudo. A seguir, na terceira etapa, é determinada a consistência dos dados de localização das ocorrências de acidentes de trânsito a partir do exame de precisão dos endereços espaciais.

Na sequência, na quarta etapa, a identificação das regiões de concentração de acidentes de trânsito, bem como dos respectivos trechos viários, é realizada a partir da utilização de técnicas de análise de *cluster* rígido baseadas na densidade das ocorrências (quantidade de acidentes por extensão da malha viária compreendida na região de concentração). Ao todo, são empregadas três funções de densidade que avaliam isoladamente a frequência média da ocorrência de acidentes, a frequência média da severidade e a frequência média do custo socioeconômico.

Em seguida, a quinta etapa estabelece duas formas de análise dos trechos concentradores de acidentes: nível de risco e risco crítico. A primeira objetiva classificar cada um dos trechos concentradores em um determinado nível de risco (Muito Alto, Alto, Médio e Baixo). A segunda visa determinar se um trecho concentrador é de risco crítico.

Na sexta e última etapa, a partir dos resultados obtidos na identificação e análise de trechos concentradores de acidentes, o método sugere a produção de relatórios na forma de listagens e de mapas georreferenciados tematizados, visando o suporte à tomada de decisão em relação à fiscalização dos limites de velocidade em rodovias.

Por fim, realizou-se a demonstração da aplicabilidade do método desenvolvido a partir da apresentação dos resultados obtidos com um exemplo prático. Nessa aplicação, foi considerada a malha rodoviária federal de Santa Catarina e os acidentes de trânsito registrados pela PRF entre os anos de 2017 e 2020.

Os resultados obtidos com a aplicação mostram que o método desenvolvido é uma abordagem de *clustering* promissora para identificar trechos concentradores de acidentes em

rodovias. As técnicas de análise e classificação de risco do método possibilitam o planejamento da alocação de recursos de contramedidas de fiscalização em trechos considerados mais críticos, levando a reduções na severidade das ocorrências de acidentes e nos custos socioeconômicos associados.

6.1 LIMITAÇÕES

Para a realização deste trabalho, foram observadas as seguintes limitações:

- a) ausência de metodologia atualizada de cálculo do Custo Médio Padrão associado a cada acidente ocorrido em rodovia no Brasil. A metodologia mais recente foi publicada pelo IPEA em 2006;
- b) falta de registro das coordenadas geográficas do local da ocorrência dos acidentes de trânsito anteriores à 2017;
- c) falta de precisão das coordenadas geográficas do local da ocorrência dos acidentes de trânsito registrados diretamente pelos usuários das rodovias;
- d) efeitos da pandemia, provocada pela COVID-19, sobre o volume e composição do tráfego de veículos nas rodovias.

6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nos conhecimentos adquiridos e nos resultados obtidos ao longo do desenvolvimento da presente dissertação, sugere-se os seguintes temas para elaboração de trabalhos futuros:

- a) aplicação de técnicas estatísticas em métodos de identificação de trechos concentradores de acidentes baseado em análise espacial de *clusters*;
- b) análise de trechos concentradores de acidentes a partir de indicadores de desempenho da segurança viária relacionados à: infraestrutura e operação viária, ocupação do solo lindeiro, fatores sociais e criminais;
- c) análise comparativa entre os métodos de identificação de trechos concentradores de acidentes baseado em análise espacial de *clusters* e os métodos de abordagem proativas;
- d) análise da efetividade da operação de equipamentos de fiscalização eletrônica dos limites máximos de velocidade;

- e) definição de critérios para monitoramento e avaliação da eficácia da operação de equipamentos de fiscalização eletrônica da velocidade.

REFERÊNCIAS

AARTS, L.; VAN SCHAGEN, I. Driving speed and the risk of road crashes: A review. **Accident Analysis & Prevention**. v. 38, n. 2, p. 215-224, mar. 2006. DOI: 10.1016/j.aap.2005.07.004.

AFRICAN DEVELOPMENT BANK. **Road Safety Manuals for Africa, Existing Roads: Proactive Approaches**. Tunis, 2014. 138 p. Disponível em: <https://www.afdb.org/en/documents/document/road-safety-manuals-for-africa-existing-roads-proactive-approaches-51935>. Acesso em: 21 abr. 2021.

AFRICAN DEVELOPMENT BANK. **Road Safety Manuals for Africa, Existing Roads: Reactive Approaches**. Tunis, 2014. 144 p. Disponível em: <https://www.afdb.org/en/documents/document/road-safety-manuals-for-africa-existing-roads-reactive-approaches-51936>. Acesso em: 21 abr. 2021.

AFRICAN DEVELOPMENT BANK. **Road Safety Manuals for Africa, New Roads and Schemes: Road Safety Audit**. Tunis, 2014. 100 p. Disponível em: <https://www.afdb.org/en/documents/document/road-safety-manuals-for-africa-new-roads-and-schemes-road-safety-audit-51937>. Acesso em: 21 abr. 2021.

ALMEIDA, E. S. **Econometria Espacial Aplicada**. Campinas: Alínea, 2012. ISBN: 978-85-7516-601-7.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **Highway Safety Manual**. Washington DC: AASHTO, 2010. ISBN: 978-1-56051-477-0.

ANDERSON, T. K. Kernel density estimation and K-means clustering to profile road accident hotspots. **Accident Analysis & Prevention**. v. 41, n. 3, p. 359-364, maio 2009. DOI: 10.1016/j.aap.2008.12.014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Pesquisa de sinistros de trânsito – Terminologia: NBR-16697**. Rio de Janeiro: ABNT: 2020. 20 p. ISBN: 978-65-5659-621-1.

AUSTROADS. **Guide to Road Safety Part 8: Treatment of Crash Locations**. 2 ed. Austroads Ltd.: Sydney, 2015. 147 p. ISBN: 978-1-925294-77-4.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Calculadora do Cidadão: Correção de valores – índices de preços**. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADA0/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BARRETO, C. B. M. **Método para Concepção e Gestão de Sistemas de Controle de Velocidade em Redes Viárias**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/158855/337475.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BOWIE, N. N.; WALTZ, M. Data Analysis of the Speed-Related Crash Issue. **Auto and Traffic Safety**. v. 2, n. 2, p. 31-38, 1994.

BRASIL. **Decreto nº 1.655, de 3 de outubro de 1995**. Define a competência da Polícia Rodoviária Federal, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1995]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d1655.htm. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. **Lei n. 9.503, de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código Brasileiro de Trânsito. Brasília, DF: Presidência da República, [1997]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. **Lei n. 12.379, de 6 de setembro de 2011**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Viação – SNV. Brasília, DF: Presidência da República, [2011]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/112379.htm. Acesso em: 20 jun. 2021.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; et al. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. INPE: Rio de Janeiro, 1996. 205 p. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/10.07.13.36/doc/anatomia.pdf>. Acesso em 6 jun. 2021.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. INPE: São José dos Campos, 2001. 345 p. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>. Acesso em 6 jun. 2021.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Resolução n. 740 de 12 de setembro de 2018**. Dispõe sobre as metas de redução dos índices de mortos por grupo de veículos e dos índices de mortos por grupo de habitantes para cada um dos Estados da Federação e para o Distrito Federal. Brasília: CONTRAN, 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/41419418/do1-2018-09-19-resolucao-n-740-de-12-de-setembro-de-2018-41419375. Acesso em 20 jun. 2021.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Resolução n. 798 de 2 de setembro de 2020**. Dispõe sobre requisitos técnicos mínimos para a fiscalização da velocidade de veículos automotores, elétricos, reboques e semirreboques. CONTRAN, 2018. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-798-de-2-de-setembro-de-2020-276446814>. Acesso em 20 jun. 2021.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Resolução n. 808 de 15 de dezembro de 2020**. Dispõe sobre o Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito (RENAEST). CONTRAN, 2018. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-contran-n-808-de-15-de-dezembro-de-2020-296172888>. Acesso em 20 jun. 2021.

CORTI, P.; KRAFT, T. J.; MATHER, S.V.; et al. **PostGIS Cookbook**. Packt Publishing: Birmingham, 2014. 848 p. ISBN: 978-1-84951-866-6.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Normas para o Projeto das Estradas de Rodagem**. DNER: Rio de Janeiro, 1973.16 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Glossário de Termos Técnicos Rodoviários**. IPR: Rio de Janeiro, 1997. 296 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Terminologias Rodoviárias Usualmente Utilizadas**. Brasília, 2007. 17 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/rodovias/rodovias-federais/terminologias-rodoviarias/terminologias-rodoviarias-versao-11.1.pdf>>. Acesso em 22 abr. 2021.

_____. **Elaboração de Ações Preventivas e Corretivas de Segurança Rodoviária, Por Meio de Identificação e Mapeamento dos Segmentos Críticos da Malha Viária do DNIT: Metodologia para Identificação de Segmentos Críticos**. UFSC: Florianópolis, 2009. 68 p. Disponível em: <https://www.labtrans.ufsc.br/wp-content/uploads/2020/12/Produto-1---Metodologia-para-Identificacao-de-Segmentos-Criticos.-DNIT-2009..pdf>. Acesso em: 3 jun. 2021.

_____. **Edital de licitação nº 471/2009-00**. [Execução de Serviços Necessários ao Controle Viário nas Rodovias Federais]. DNIT, Brasília, 2009. 392 p. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/anexo/Edital/Edital_edital0471_09-00_0.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

_____. **Identificação e proposição de melhorias em segmentos críticos da malha rodoviária federal do DNIT: metodologia para identificação de segmentos críticos**. UFSC: Florianópolis, 2009. 68 p. Disponível em: <https://www.labtrans.ufsc.br/wp-content/uploads/2020/12/Produto-4---Final-da-Fase-1-Identificacao-e-Proposicao-de-Melhorias-em-Segmentos-Criticos-da-Malha-Rodoviaria.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2021.

_____. **Resolução nº 26 de 5 de maio de 2016**. Dispõe sobre o Regimento Interno do DNIT. DNIT, 2016. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22808265/do1-2016-05-12-resolucao-n-26-de-5-de-maio-de-2016-22808150. Acesso em 20 jun. 2020.

_____. **Pregão, na Forma Eletrônica n. 168/2016**. [Execução dos Serviços de Disponibilização, Instalação, Operação e Manutenção de Equipamentos Eletrônicos de Controle de Tráfego nas Rodovias Federais]. DNIT, Brasília, 2017. 816 p. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/anexo/Edital/Edital_edital0168_16-00_1.pdf. Acesso em 20 jun. 2021.

_____. **Proposta de Programa para Tratamento de Segmentos Críticos**. DNIT: Brasília, 2017. 76 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/atos-normativos/tipo/instrucao-normativa/2020/in-27-2020-dir.pdf>. Acesso em 20 jun. 2021.

_____. **Instrução Normativa nº 27 de 30 de julho de 2020**. Dispõe sobre as atividades que dão suporte ao Programa Nacional de Controle Eletrônico de Velocidade – PNCV. DNIT, Brasília, 2020. 88 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/atos-normativos/tipo/instrucao-normativa/2020/in-27-2020-dir.pdf>. Acesso em 20 jun. 2021.

_____. **Versão completa do Sistema Nacional de Viação vigente**. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/atlas-e-mapas/pnv-e-snv>. Acesso em: 5 abr. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual de Identificação, Análise e Tratamento de Pontos Negros**. 2 ed. DENATRAN: Brasília. 1987. 110 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS)**. DENATRAN: Brasília, 2018. 46 p.

DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. **Handbook of rules and guidance for the national safety camera programme for England and Wales for 2006/07**. London, 2006. 52 p.

EENINK, R.; REURINGS, M.; ELVIK, R. et al. **Accident Prediction Models and Road Safety Impact Assessment: recommendations for using these tools**. 2008. 20 p. Disponível em: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/sites/roadsafety/files/pdf/projects_sources/ripcord_d02_road_safety_impact_assessment.pdf. Acesso em 9 jun. 2021.

ELVIK, R.; CHRISTENSEN, P.; AMUNDSEN, A. **Speed and road accidents: An evaluation of the Power Model**. TOI: Oslo, 2004. 148 p. ISBN: 82-480-0451-1. Disponível em: <http://www.trg.dk/elvik/740-2004.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2021.

ELVIK, R. **State-of-the-art approaches to road accident black spot management and safety analysis of road network**. TOI: Oslo, 2007. ISBN: 978-82-480-0739-5. Disponível em: <https://www.toi.no/publications/state-of-the-art-approaches-to-road-accident-black-spot-management-and-safety-analysis-of-road-networks-article19461-29.html>. Acesso em 20 jun. 2021.

ELVIK, R.; HØYE, A.; VAA, T.; et al. **The Handbook of Road Safety Measures**. 2 ed. Emerald: 2009. 1140 p. DOI: 10.1108/9781848552517.

ESRI. **What is GIS?** Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>. Acesso em: 4 jun. 2021.

ESRI. **What is a shapefile?** Disponível em: <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm>. Acesso em: 22 abr. 2021.

EUROPEAN CONFERENCE OF MINISTERS OF TRANSPORT. (2006). **Speed Management**. OECD: Paris, 2006. ISBN: 92-821-0377-3. Disponível em: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/06speed.pdf>. Acesso em: 3 jun. 2021.

GHADI, M.; TÖRÖK, Á. Comparison different black spot identification methods. **Transportation Research Procedia**, v. 27, p. 1105-1112, set. 2017. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.12. 104.

GHADI, M.; TÖRÖK, Á.; TÁNCZOS, K. Integration of Probability and Clustering Based Approaches in the Field of Black Spot Identification. **Periodica Polytechnica Civil Engineering**. v. 83, n. 1, p. 46-52, out. 2018. DOI: 10.3311/PPci.11753.

GHADI, M.; TÖRÖK, Á. A comparative analysis of black spot identification methods and road accident segmentation methods. **Accident Analysis & Prevention**. v. 128, p. 1-7, jul. 2019. DOI: 10.1016/j.aap.2019.03.002.

GOOGLE. **Tutorial do KML**. Disponível em: https://developers.google.com/kml/documentation/kml_tut. Acesso em: 22 abr. 2021.

HAINING, R.; WISE, S.; MA, J. Exploratory Spatial Data Analysis. **Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)**. v. 47, p. 457-469, set. 1998. DOI: 10.1111/1467-9884.00147.

HIGGINS, J; THOMAS, J.; CHANDLER, J. et. al. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. 2 ed. Wiley: 2019. 694 p. DOI: 10.1002/9781119536604.

INSTITUTO DE INFRA-ESTRUTURAS RODODOVIÁRIAS, **Inspecções de Segurança Rodoviária - Manual de Aplicação**. 2011. 161 p. Disponível em: <http://www.imt-ip.pt/sites/IMTT/Portugues/InfraestruturasRodoviaras/InovacaoNormalizacao/DivulgaoTcnica/InspecoesSegurancaRodoviariaManualAplicacao.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras – Relatório Executivo**. IPEA: Brasília, 2006. 80 p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Custos dos Acidentes de Trânsito no Brasil: Estimativa simplificada com base na atualização das pesquisas do IPEA sobre custos de acidentes nos aglomerados urbanos e rodovias**. IPEA: Brasília, 2020. 26 p. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2565.pdf. Acesso em 20 jun. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **NT DISET 75 - Impactos Socioeconômicos dos Acidentes de Transporte no Brasil no Período de 2007 a 2018**. 2020. 28 p. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/200911_impactos_socioeconomico.PDF. Acesso em 20 jun. 2021.

INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM. **Zero Road Deaths and Serious Injuries: Leading a Paradigm Shift to a Safe System**. OECD: Paris, 2016. 166 p. DOI: 10.1787/9789282108055-en

INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM. **Speed and Crash Risk**. OECD: Paris, 2018. 82 p. Disponível em: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/speed-crash-risk.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2021.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. EBSE: 2007. 65 p. Disponível em: https://www.elsevier.com/__data/promis_misc/525444systematicreviewsguide.pdf. Acesso em 20 jun. 2021.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. Petrópolis: Vozes, 2011. 185 p.

HAN, J.; KAMBER, M.; PEI, J. **Data Mining: Concepts and Techniques**. 3 ed. 740 p. 2012. DOI: 10.1016/C2009-0-61819-5.

HAN, Q.; ZHU, Y.; ZENG, L.; et al. A Road Hotspots Identification Method Based on Natural Nearest Neighbor Clustering. *IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems*. p. 553-557, out. 2015. DOI: 10.1109/ITSC.2015.97.

LI, H.; ZHU, M.; GRAHAM, D. J.; et al. Evaluating the speed camera sites selection criteria in the UK. *Journal of Safety Research*. v. 76, p. 90-100, fev. 2020. DOI: 10.1016/j.jsr.2020.11.013,

LUZ, M. L. G. S.; LUZ, C. A. S.; CORRÊA, L. B.; et al. **Metodologia da Pesquisa Científica e Produção de Textos para Engenharia**. Pelotas, 2012. 123 p.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito: Programa PARE**. MT: Brasília. 2002. 73 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/1a-semana-do-planejamento/10Programadetreatmentodesegmentoscriticoss.pdf>. Acesso em 20 jun 2021.

MONTELLA, A. A comparative analysis of hotspot identification methods. *Accident Analysis & Prevention*. v. 42, n. 2, p. 571–581, mar. 2010. DOI: 10.1016/j.aap.2009.09.025.

NEWSTEAD, S. V. **Outcomes of a Workshop to Determine Criteria for Placement of Fixed Speed Cameras and Red Light Speed Cameras Under the Automated Traffic Enforcement Program in Western Australia**. Monash University Accident Research Centre: Victoria, 2016. 23 p. Disponível em: <https://www.rsc.wa.gov.au/RSC/media/Documents/Resources/Publications/criteria-for-placement-of-fixed-speed-cameras.pdf>. Acesso em 20 jun. 2021.

NILSSON, G. **Traffic Safety Dimensions and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety**. Lund Institute of Technology: Lund, 2004. 121 p. Disponível em: <http://portal.research.lu.se/ws/files/4394446/1693353.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNIDAL DA SAÚDE. **Gestão de Velocidade: um manual de segurança viária para gestores e profissionais da área**. Genebra, 2012. Disponível em: http://www.who.int/iris/bitstream/10665/43915/4/9789275317099_por.pdf. Acesso em: 3 jun. 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNIDAL DA SAÚDE. **Sistema de dados: um manual de segurança viária para gestores e profissionais da área**. OPAS: Brasília, DF, 2012. 184 p. ISBN: 978-92-75-71711-0. Disponível em: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/3552/Sistema de Dados_PT.pdf](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/3552/Sistema%20de%20Dados_PT.pdf). Acesso em 20 jun. 2021.

PARO, L. S. M. **Contribuição Metodológica para identificação de Segmentos Críticos em Rodovias**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

PIANEZZER, T. A. **Análise comparativa de metodologias para identificação de segmentos críticos em rodovias rurais**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL. **Dados abertos sobre ocorrências de acidentes de trânsito registrados em rodovias federais sob jurisdição da PRF.** Disponível em: <https://www.gov.br/prf/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos>. Acesso em: 5 abr. 2021.

POSTGRESQL. **PostgreSQL 13.2 Documentation.** 2021. 2725 p. Disponível em: <https://www.postgresql.org/docs/>. Acesso em: 22 abr. 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2 ed. Feevale: Novo Hamburgo, 2013. 276 p.

QGIS. **QGIS Server Guide/Manual (QGIS 3.16).** 2021. Disponível em: https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/server_manual/> Acesso em: 22 abr. 2021.

QUEENSLAND GOVERNMENT. **Stopping distances: speed and braking.** 2016. Disponível em: <https://www.qld.gov.au/transport/safety/road-safety/driving-safely/stopping-distances>>. Acesso em 6 jun. 2021.

RIFAAT, S. M.; TAY, R.; BARROS, A. Effect of Street Pattern on Road Safety: Are Policy Recommendations Sensitive to Aggregations of Crashes by Severity? **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board.** v. 2147, n. 1, p. 58–65, jan. 2010. DOI:10.3141/2147-08.

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

SZENASI, S.; CSIBA, P. Clustering Algorithm in Order to find Accident Black Spots Identified by GPS Coordinates. **Geoconference on Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing.** v. 1, p. 497–503, jun. 2014. DOI: 10.5593/SGEM2014/B21/S8.063.

THAKALI, L; KWON, T. J.; FU, L. Identification of crash hotspots using kernel density estimation and kriging methods: a comparison. **Journal of Modern Transportation.** v. 23, n. 2, p. 93-106, jun. 2015. DOI: 10.1007/s40534-015-0068-0.

TINGVALL, C; HAWORTH, N. Vision Zero - An ethical approach to safety and mobility. **6th ITE International Conference Road Safety & Traffic Enforcement.** Melbourne, 1999. Disponível em: <https://www.monash.edu/muarc/archive/our-publications/papers/visionzero>. Acesso em: 3 jun. 2021.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. **Managing Speed: Review of Current Practices for Setting and Enforcing Speed Limits – Special Report 254.** The National Academies Press: Washington, DC, 1998. DOI: 10.17226/11387.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. **Literature Searches and Literature Reviews for Transportation Research Projects How to Search, Where to Search, and How to Put It All Together: Current Practices.** TRB: 2015. 84 p. Disponível em: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec194.pdf>. Acesso em 20 jun. 2021.

UNITED KINGDOM, Department for Transport. **Guidance: Setting local speed limits.** 2013. Disponível em: <https://www.gov.uk/government/publications/setting-local-speed-limits/setting-local-speed-limits>. Acesso em: 9 abr. 2021.

UNITED NATIONS. **Resolution 64/255 – Improving global road safety.** 2010. 6 p. Disponível em: <http://undocs.org/A/RES/64/255>. Acesso em 20 jun. 2021.

UNITED NATIONS. **Resolution 70/1 – Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.** 2015. 35 p. Disponível em: <https://undocs.org/en/A/RES/70/1>. Acesso em 20 jun. 2021.

UNITED NATIONS. **Resolution 74/299 – Improving global road safety.** 2020. 9 p. Disponível em: <https://undocs.org/en/A/RES/74/299>. Acesso em 20 jun. 2021.

VELLOSO, M. S.; JACQUES, M. A. P. Identificação dos fatores contribuintes dos atropelamentos de pedestres em rodovias inseridas em áreas urbanas: o caso do Distrito Federal. **XIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte.** Recife, 2005. 4 p.

WING, M. G.; EKLUND, A.; KELLOGG, L. D. Consumer-Grade Global Positioning System (GPS) Accuracy and Reliability. **Journal of Forestry**, v. 103, n. 4, p. 169-173, jun. 2005. DOI: 10.1093/jof/103.4.169.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **World report on Road Traffic Injury Prevention.** WHO: Genebra, 2004. 244 p. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-road-traffic-injury-prevention>. Acesso em: 3 jun. 2021.

WORLD ROAD ASSOCIATION. **Road safety audit guidelines for safety checks of new road projects.** 2021. 385 p. Disponível em: [https://www.piarc.org/en/order-library/6851-en-Road safety audit guidelines for safety checks of new road projects](https://www.piarc.org/en/order-library/6851-en-Road%20safety%20audit%20guidelines%20for%20safety%20checks%20of%20new%20road%20projects). Acesso em: 9 jun. 2021.

WORLD ROAD ASSOCIATION. **Road safety inspection guidelines for safety checks of existing roads.** 2012, 83 p. Disponível em: [https://www.piarc.org/en/order-library/18265-en-Road safety inspection guidelines for safety checks of existing roads.htm](https://www.piarc.org/en/order-library/18265-en-Road%20safety%20inspection%20guidelines%20for%20safety%20checks%20of%20existing%20roads.htm). Acesso em: 8 jun. 2021.

WORLD ROAD ASSOCIATION. **Road Accident Investigation - Guidelines for road engineers.** 2013. 51 p. Disponível em: [https://www.piarc.org/en/order-library/19593-en-Road accident investigation guidelines for road engineers.htm](https://www.piarc.org/en/order-library/19593-en-Road%20accident%20investigation%20guidelines%20for%20road%20engineers.htm). Acesso em: 8 jun. 2021.

WORLD ROAD ASSOCIATION. **Road Safety Manual: A manual for practitioners and decision makers on implementing safe system infrastructure.** 2019. Disponível em: <https://roadsafety.piarc.org/en>. Acesso em: 21 abr. 2021.

ZAHRAN, E.; TAN, S.; TAN, E.; et al. Spatial analysis of road traffic accident hotspots: evaluation and validation of recent approaches using road safety audit. **Journal of Transportation Safety & Security.** v. 13, n. 6, p 575-604, set. 2019. DOI:10.1080/19439962.2019.1658673.

ZHANG, C.; SHU, Y.; YAN, L. A Novel Identification Model for Road Traffic Accident Black Spots: A Case Study in Ningbo, China. **IEEE Access**. v. 7, p. 140197-140205, set. 2019. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2942647.

APÊNDICE A – Relação de Clusters Identificados no Nível de Risco Muito Alto

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
1	Palhoça	BR-101 km 213,023 a 214,025 BR-282 km 13,797	996	0,43143	12.018	0,11602	-27,64072 / -48,66774
2	Palhoça	BR-101 km 211,012 a 212,029	994	0,34991	10.060	0,09307	-27,62678 / -48,65566
3	Palhoça	BR-101 km 215,003 a 215,490; km 215,504 a 216,032 BR-282 km 15,007; km 15,561 a 15,989	1.427	0,34866	9.728	0,09268	-27,65671 / -48,67847
4	São José	BR-101 km 205,973 a 206,923 BR-282 km 5,975	988	0,33459	9.458	0,09010	-27,59626 / -48,62014
5	Porto União	BR-280 km 289,005	50	0,32500	16.709	0,08500	-26,29630 / -50,91548
6	São José	BR-101 km 208,108 a 209,039	940	0,30640	9.194	0,07979	-27,60690 / -48,63574
7	São José	BR-101 km 202,008 a 203,020	994	0,30462	8.481	0,07848	-27,56093 / -48,61683
8	Dionísio Cerqueira	BR-163 km 0,457	50	0,28500	6.448	0,08000	-26,26130 / -53,62060
9	Florianópolis	BR-282 km 3,044 a 4,013	1.020	0,26752	7.244	0,07258	-27,59581 / -48,60172
10	São José	BR-101 km 206,949 a 207,997	1.014	0,26434	7.317	0,07373	-27,60170 / -48,62719
11	São José	BR-101 km 203,078 a 203,089; km 203,101 a 204,027	962	0,25690	6.984	0,07117	-27,56985 / -48,61398
12	São Miguel do Oeste	BR-163 km 66,997 BR-282 km 0,028; km 646,495; km 646,534	50	0,25500	6.246	0,09500	-26,76053 / -53,50068
13	São José	BR-101 km 204,690 a 205,395; km 205,413 a 205,609 BR-282 km 4,997 a 5,398; km 5,500	1.323	0,23821	6.698	0,06725	-27,58549 / -48,61494
14	Santa Cecília	BR-116 km 111,007	50	0,21000	5.481	0,06000	-26,76856 / -50,35053
15	São José	BR-101 km 200,032 a 201,040	997	0,19912	5.770	0,05316	-27,54402 / -48,62102
16	Balneário Camboriú	BR-101 km 133,269 a 134,092	776	0,19591	5.868	0,05027	-27,00115 / -48,63962
17	Vargem	BR-282 km 301,667 a 301,668	50	0,19500	5.454	0,06000	-27,51596 / -50,91788
18	Itapema	BR-101 km 144,106 a 144,296	193	0,19457	6.764	0,06226	-27,07377 / -48,59690
19	Jaraguá do Sul	BR-280 km 65,963 a 66,055	91	0,18141	5.782	0,04123	-26,47618 / -49,09596
20	Itajaí	BR-101 km 117,002 a 117,299; km 117,301 a 118,000	991	0,16527	5.342	0,04517	-26,89147 / -48,72084
21	Rancho Queimado	BR-282 km 78,942	50	0,16500	10.825	0,03000	-27,67070 / -49,15576
22	Catanduvás	BR-282 km 414,998	50	0,16500	9.787	0,03000	-27,04000 / -51,70896
23	São Francisco do Sul	BR-280 km 12,959	50	0,16500	8.900	0,03000	-26,32171 / -48,64799
24	Governador Celso Ramos	BR-101 km 176,007 a 176,046	50	0,16000	4.960	0,04500	-27,34684 / -48,63296
25	Indaial	BR-470 km 69,000; km 69,019 a 70,010	981	0,15528	4.963	0,03723	-26,88595 / -49,25000
26	Itajaí	BR-101 km 122,308 a 123,094; km 123,105 a 123,164 BR-486 km 7,370	835	0,15362	4.557	0,04043	-26,93505 / -48,70033

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
27	Blumenau	BR-470 km 53,984 a 54,553; km 54,603 a 54,999	969	0,15014	4.366	0,04076	-26,87321 / -49,11372
28	Cunha Porã	BR-282 km 600,994	50	0,15000	5.906	0,03000	-26,80900 / -53,16940
29	Balneário Camboriú	BR-101 km 137,787 a 138,427	653	0,15000	4.412	0,03941	-27,02344 / -48,60772
30	Balneário Camboriú	BR-101 km 135,763 a 136,520	728	0,14843	4.855	0,03745	-27,00820 / -48,61786
31	Palhoça	BR-282 km 16,924 a 17,544	637	0,14839	4.587	0,03926	-27,66783 / -48,68980
32	Campos Novos	BR-470 km 318,053 a 318,100	50	0,14500	6.292	0,02500	-27,40856 / -51,21512
33	Itaiópolis	BR-116 km 22,960 a 22,999	50	0,14500	4.527	0,04000	-26,26526 / -49,91647
34	Biguaçu	BR-101 km 197,018 a 198,016	987	0,14038	3.865	0,03928	-27,52228 / -48,63689
35	Indaial	BR-470 km 66,003 a 66,954	946	0,13961	3.936	0,03728	-26,87059 / -49,22644
36	Balneário Camboriú	BR-101 km 136,820 a 137,502	696	0,13724	3.928	0,03736	-27,01481 / -48,61250
37	Concórdia	BR-153 km 99,922 a 100,012	91	0,13687	5.206	0,03011	-27,24215 / -51,95196
38	Corupá	BR-280 km 93,812 a 93,863	50	0,13500	5.033	0,03000	-26,38592 / -49,30271
39	Camboriú	BR-101 km 130,940 a 131,355	416	0,13461	4.745	0,03245	-26,99217 / -48,66157
40	Bom Retiro	BR-282 km 145,014	50	0,13000	10.767	0,02500	-27,80291 / -49,63204
41	São José do Cerrito	BR-282 km 287,310 a 287,311	50	0,13000	5.030	0,02500	-27,57057 / -50,80949
42	Blumenau	BR-470 km 56,015 a 57,005	979	0,12846	3.758	0,03371	-26,87851 / -49,13261
43	Rio Negrinho	BR-280 km 123,807 a 124,001	197	0,12568	5.962	0,02793	-26,24165 / -49,47417
44	Mafra	BR-280 km 161,249 a 161,275	50	0,12500	7.564	0,02000	-26,20446 / -49,78110
45	Campos Novos	BR-470 km 326,980 a 326,981	50	0,12500	6.302	0,02000	-27,46564 / -51,26857
46	São José do Cerrito	BR-282 km 288,318	50	0,12500	6.248	0,02000	-27,56861 / -50,81807
47	Santa Rosa do Sul	BR-101 km 441,213 a 441,224	50	0,12500	5.862	0,02500	-29,12681 / -49,67705
48	Balneário Camboriú	BR-101 km 134,690 a 135,561	820	0,12494	3.113	0,03535	-27,00485 / -48,62727
49	Guaramirim	BR-280 km 54,511 a 55,450	928	0,12471	3.358	0,03313	-26,47605 / -48,99227
50	Biguaçu	BR-101 km 195,139 a 196,044	858	0,12385	3.642	0,03205	-27,50839 / -48,64609
51	Bom Retiro	BR-282 km 138,003 a 138,038	50	0,12000	4.977	0,03000	-27,82606 / -49,57602
52	Vargem	BR-282 km 305,587	50	0,12000	4.036	0,03000	-27,49610 / -50,94042
53	Ponte Serrada	BR-282 km 450,996	50	0,12000	3.684	0,04500	-26,91281 / -51,96254
54	Corupá	BR-280 km 84,184 a 84,188; km 84,313	50	0,12000	3.606	0,03000	-26,42229 / -49,25300
55	São José	BR-101 km 198,673 a 199,550	835	0,11850	3.327	0,03202	-27,53428 / -48,62935
56	Alfredo Wagner	BR-282 km 86,869 a 87,007	142	0,11828	3.315	0,03884	-27,66424 / -49,20552
57	Itapema	BR-101 km 144,802 a 145,233	433	0,11773	2.933	0,03174	-27,08084 / -48,60091
58	Palhoça	BR-101 km 217,996 a 218,659	634	0,11112	3.643	0,02955	-27,67839 / -48,66953
59	Navegantes	BR-470 km 1,773 a 2,331	565	0,11104	4.371	0,02610	-26,86806 / -48,67537
60	Água Doce	BR-153 km 6,630	50	0,11000	4.597	0,02000	-26,65256 / -51,52845
61	Três Barras	BR-280 km 207,955 a 207,971	50	0,11000	4.584	0,02000	-26,16940 / -50,14889

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
62	Lages	BR-282 km 230,112 a 230,164	51	0,10871	5.817	0,01977	-27,78745 / -50,42564
63	Biguaçu	BR-101 km 191,832 a 192,589	758	0,10683	3.873	0,02737	-27,48610 / -48,64961
64	Palhoça	BR-101 km 216,289 a 216,469; km 216,521 a 217,238	857	0,10595	3.494	0,02889	-27,66599 / -48,67469
65	Lages	BR-282 km 201,991	50	0,10500	2.801	0,03000	-27,76339 / -50,15287
66	Itajaí	BR-101 km 123,558 a 124,344	775	0,10480	3.574	0,02515	-26,94301 / -48,69212
67	Itapema	BR-101 km 149,872 a 150,476	628	0,10391	3.124	0,02866	-27,11779 / -48,60947
68	São José do Cerrito	BR-282 km 265,086 a 265,197; km 265,524	96	0,10371	6.609	0,01037	-27,62660 / -50,62506
69	Santa Cecília	BR-116 km 138,998 a 139,096; km 139,224	98	0,10242	3.676	0,02561	-26,96058 / -50,41578
70	Tijucas	BR-101 km 170,847 a 170,967	118	0,10164	3.125	0,02541	-27,30486 / -48,63250
71	Camboriú	BR-101 km 129,446 a 129,965	497	0,10108	3.117	0,02514	-26,98353 / -48,67123
72	Alfredo Wagner	BR-282 km 110,948 a 111,068	114	0,10097	4.910	0,02195	-27,73361 / -49,36788
73	Indaial	BR-470 km 67,704 a 68,594	915	0,10059	2.896	0,02624	-26,87886 / -49,24078
74	Xanxerê	BR-282 km 495,842 a 495,936	88	0,09936	5.618	0,01419	-26,87865 / -52,33543
75	Alfredo Wagner	BR-282 km 117,892 a 117,996	106	0,09919	5.052	0,02125	-27,77702 / -49,41145
76	Tijucas	BR-101 km 171,870 a 171,999	124	0,09694	3.628	0,02020	-27,31380 / -48,63179
77	Iraceminha	BR-282 km 617,976 a 618,115	146	0,09596	5.075	0,02056	-26,78855 / -53,29356
78	Santa Cecília	BR-116 km 159,182	50	0,09500	4.543	0,02000	-27,09961 / -50,45374
79	Guaraciaba	BR-163 km 83,969 a 83,970	50	0,09500	1.932	0,03500	-26,61594 / -53,51943
80	Guaramirim	BR-280 km 51,403 a 51,500; km 51,501 a 52,176	773	0,09343	2.818	0,02425	-26,46779 / -48,96198
81	Itapema	BR-101 km 150,821 a 151,482	688	0,09299	2.857	0,02252	-27,12688 / -48,60966
82	Alfredo Wagner	BR-282 km 109,014 a 109,065	55	0,09144	3.638	0,02286	-27,71954 / -49,35817
83	Guaramirim	BR-280 km 55,479 a 55,886; km 55,922 a 56,423	891	0,08871	2.470	0,02302	-26,47875 / -49,00161
84	Palhoça	BR-282 km 18,527 a 18,923	394	0,08826	3.521	0,02032	-27,67778 / -48,70073
85	Tubarão	BR-101 km 332,246 a 332,936	710	0,08526	2.281	0,02713	-28,46495 / -48,99456
86	Concórdia	BR-153 km 94,031	50	0,08500	3.992	0,02500	-27,20072 / -51,94048
87	Irineópolis	BR-280 km 271,002; km 271,211 a 271,229	50	0,08500	2.730	0,02500	-26,27268 / -50,74669
88	Corupá	BR-280 km 87,442 a 87,495	50	0,08500	2.703	0,02500	-26,41220 / -49,27636
89	Vargem Bonita	BR-282 km 431,915	50	0,08500	2.328	0,02500	-26,98124 / -51,81484
90	Santa Cecília	BR-116 km 114,893 a 114,923	50	0,08500	2.246	0,02500	-26,80264 / -50,33949
91	Pinhalzinho	BR-282 km 579,788 a 579,789; km 580,240 a 580,451	195	0,08344	2.907	0,01926	-26,83679 / -52,98831
92	Blumenau	BR-470 km 57,251 a 57,594; km 57,603 a 58,206	935	0,08341	2.612	0,02272	-26,88308 / -49,14339
93	Araquari	BR-280 km 28,920 a 29,645	715	0,08292	2.517	0,01924	-26,41224 / -48,75614
94	Indaial	BR-470 km 64,609 a 65,450	828	0,08215	2.858	0,02054	-26,87042 / -49,21194
95	Porto Belo	BR-101 km 157,860 a 158,397	560	0,08208	2.526	0,02364	-27,19201 / -48,61263
96	Guaramirim	BR-280 km 48,038 a 48,482	445	0,08199	3.436	0,01853	-26,45585 / -48,92959

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
97	Três Barras	BR-280 km 213,977 a 214,098	120	0,08138	5.640	0,01252	-26,18327 / -50,20751
98	Gaspar	BR-470 km 31,967 a 32,313	347	0,08134	2.608	0,02159	-26,90222 / -48,93276
99	Pouso Redondo	BR-470 km 191,610 a 192,069	492	0,08127	4.231	0,01727	-27,29230 / -50,07825
100	Lages	BR-282 km 217,156 a 217,487; km 217,767 a 217,789	351	0,08115	2.771	0,01708	-27,79803 / -50,30341
101	Rio do Sul	BR-470 km 135,814 a 136,336	763	0,08097	2.334	0,02229	-27,19530 / -49,62572
102	Navegantes	BR-101 km 111,314 a 112,241 BR-470 km 7,021 a 7,365	1.250	0,08082	2.932	0,02161	-26,84454 / -48,71813
103	Biguaçu	BR-101 km 190,517 a 191,225	725	0,08069	2.532	0,02207	-27,47654 / -48,64191
104	Guaramirim	BR-280 km 57,991 a 58,975	950	0,08023	2.156	0,02026	-26,47440 / -49,02414
105	Joinville	BR-101 km 19,016 a 19,137	119	0,08014	3.038	0,01687	-26,13407 / -48,89682
106	Irineópolis	BR-280 km 282,981 a 282,994	50	0,08000	4.391	0,02000	-26,29391 / -50,85819
107	Curitibanos	BR-470 km 257,060	50	0,08000	3.546	0,02000	-27,30881 / -50,64147
108	Concórdia	BR-153 km 103,974	50	0,08000	3.102	0,02000	-27,27451 / -51,96485
109	Campos Novos	BR-470 km 341,651; km 341,800 a 341,809	50	0,08000	3.102	0,02000	-27,52996 / -51,38783
110	Alfredo Wagner	BR-282 km 85,957 a 86,001	50	0,08000	3.089	0,02000	-27,66148 / -49,19770
111	Irani	BR-153 km 84,040	50	0,08000	2.659	0,02000	-27,13419 / -51,91647
112	Araquari	BR-280 km 26,690 a 27,123	450	0,07994	2.479	0,02109	-26,39642 / -48,73991
113	Gaspar	BR-470 km 44,511 a 44,920	405	0,07961	2.683	0,01975	-26,86788 / -49,02937
114	Navegantes	BR-470 km 9,626 a 9,799; km 9,901 a 10,136	394	0,07798	3.009	0,02092	-26,83361 / -48,73585
115	Jaraguá do Sul	BR-280 km 66,688 a 67,099	415	0,07706	1.979	0,01806	-26,47757 / -49,10362
116	Bom Retiro	BR-282 km 127,996 a 128,065; km 128,104 a 128,119	82	0,07616	1.962	0,02132	-27,80395 / -49,48850
117	Porto Belo	BR-101 km 154,688 a 155,000; km 155,006 a 155,141	466	0,07612	1.780	0,02305	-27,16206 / -48,61116
118	Navegantes	BR-470 km 0,794 a 1,467	682	0,07514	2.860	0,01686	-26,87436 / -48,66924
119	Araquari	BR-280 km 23,795 a 24,521	735	0,07514	2.508	0,01870	-26,37822 / -48,72060
120	Indaial	BR-470 km 70,067 a 71,018	942	0,07507	2.947	0,01751	-26,89236 / -49,25840
121	Ilhota	BR-470 km 19,822 a 19,916	97	0,07467	2.110	0,02060	-26,86977 / -48,82011
122	Curitibanos	BR-470 km 243,705 a 244,029	288	0,07463	3.686	0,01475	-27,31466 / -50,51494
123	Guaramirim	BR-280 km 50,467 a 50,967; km 51,024 a 51,249	739	0,07446	2.622	0,01794	-26,46468 / -48,95340
124	Itajaí	BR-101 km 114,147 a 115,041	903	0,07420	2.570	0,01855	-26,86708 / -48,72952
125	Blumenau	BR-470 km 52,611 a 53,510	915	0,07377	2.119	0,02104	-26,86726 / -49,10242
126	São Bento do Sul	BR-280 km 97,984 a 98,157	168	0,07273	2.270	0,01930	-26,37598 / -49,32544
127	Rancho Queimado	BR-282 km 76,985 a 77,056	76	0,07228	3.285	0,01314	-27,68337 / -49,14381
128	Águas Mornas	BR-282 km 43,042 a 43,146	100	0,07227	3.218	0,01246	-27,71941 / -48,89799
129	Alfredo Wagner	BR-282 km 79,558 a 80,010	475	0,07209	3.600	0,02000	-27,66452 / -49,15985
130	Joinville	BR-101 km 28,363 a 29,018	368	0,07205	2.761	0,01563	-26,21033 / -48,91558

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
131	Navegantes	BR-470 km 3,781 a 4,446	641	0,07060	2.599	0,01638	-26,85825 / -48,69161
132	Araquari	BR-280 km 27,254 a 28,048	822	0,07060	2.143	0,01552	-26,40193 / -48,74375
133	Joinville	BR-101 km 42,295 a 42,983	885	0,07006	2.363	0,01949	-26,29982 / -48,88338
134	Itapema	BR-101 km 143,139 a 143,714	600	0,07006	2.114	0,01793	-27,06695 / -48,59581
135	Saudades	BR-282 km 596,041 a 596,042	50	0,07000	1.857	0,02500	-26,82944 / -53,12799
136	Garuva	BR-101 km 17,970 a 17,985	50	0,07000	1.441	0,02500	-26,12863 / -48,88875
137	Indaial	BR-470 km 62,125 a 62,999	873	0,06904	3.330	0,01461	-26,87378 / -49,18845
138	Camboriú	BR-101 km 127,896 a 128,467	599	0,06882	2.055	0,01793	-26,97468 / -48,68255
139	Laguna	BR-101 km 304,049 a 304,204	179	0,06837	2.562	0,01814	-28,37213 / -48,75957
140	Capivari de Baixo	BR-101 km 327,586 a 328,424	844	0,06811	2.008	0,01895	-28,43711 / -48,96040
141	Itajaí	BR-101 km 126,478 a 127,169	711	0,06751	2.230	0,01723	-26,96296 / -48,68245
142	Biguaçu	BR-101 km 185,830 a 186,428	629	0,06717	2.095	0,02067	-27,43602 / -48,62590
143	Itapema	BR-101 km 151,654 a 152,109	474	0,06698	2.383	0,01793	-27,13363 / -48,60986
144	Rio do Sul	BR-470 km 134,008 a 134,434	615	0,06581	2.266	0,01584	-27,18334 / -49,60232
145	Rio Negrinho	BR-280 km 126,406 a 127,224	820	0,06558	1.793	0,01708	-26,23905 / -49,50218
146	Araranguá	BR-101 km 5,539 a 5,933	364	0,06528	1.726	0,02199	-28,95895 / -49,51502
147	Bom Retiro	BR-282 km 139,987	50	0,06500	3.948	0,02000	-27,81882 / -49,59022
148	Papanduva	BR-116 km 57,976	50	0,06500	2.686	0,02000	-26,37772 / -50,19786
149	Iraceminha	BR-282 km 627,963	50	0,06500	2.257	0,02000	-26,81875 / -53,36549
150	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 239,997	50	0,06500	1.827	0,02000	-27,30611 / -50,48195
151	Ponte Alta	BR-470 km 198,990	50	0,06500	1.424	0,02000	-27,30965 / -50,12821
152	Campos Novos	BR-470 km 319,113	50	0,06500	1.411	0,02000	-27,40986 / -51,22495
153	Erval Velho	BR-282 km 370,280 a 370,281	50	0,06500	1.411	0,02000	-27,26866 / -51,44377
154	Itajaí	BR-101 km 116,008 a 116,905	899	0,06483	1.914	0,02059	-26,88278 / -48,72453
155	Porto Belo	BR-101 km 152,562 a 153,090	550	0,06449	2.426	0,01817	-27,14306 / -48,61034
156	Tijucas	BR-101 km 163,575 a 163,586; km 163,601 a 164,216	617	0,06441	1.995	0,01620	-27,24195 / -48,63081
157	Campos Novos	BR-282 km 351,118 a 351,223	101	0,06432	2.455	0,01237	-27,36131 / -51,30164
158	Indaial	BR-470 km 63,624 a 64,492	861	0,06415	2.187	0,01597	-26,87025 / -49,20230
159	Araquari	BR-280 km 20,595 a 20,600; km 20,604 a 21,000	395	0,06395	2.943	0,01646	-26,37037 / -48,68977
160	Nova Erechim	BR-282 km 563,200 a 563,306	114	0,06371	4.511	0,01098	-26,91078 / -52,86557
161	Garuva	BR-101 km 15,723 a 15,955	229	0,06345	2.743	0,01422	-26,11354 / -48,87595
162	Palhoça	BR-101 km 219,000 a 219,612	585	0,06328	1.887	0,02010	-27,68621 / -48,66626
163	Monte Castelo	BR-116 km 72,739 a 72,801	63	0,06311	2.776	0,01578	-26,49580 / -50,23308
164	Navegantes	BR-470 km 6,055 a 6,727	681	0,06311	2.008	0,01468	-26,85021 / -48,71178
165	São Francisco do Sul	BR-280 km 4,618 a 5,115	488	0,06303	1.865	0,01640	-26,25913 / -48,62454

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
166	Apiúna	BR-470 km 97,720 a 98,494	754	0,06302	2.069	0,01625	-27,03435 / -49,38817
167	Balneário Camboriú	BR-101 km 139,202 a 140,049	879	0,06289	1.669	0,01679	-27,03336 / -48,60086
168	Barra Velha	BR-101 km 89,034 a 89,550	538	0,06273	1.865	0,01580	-26,66143 / -48,68858
169	Ponte Serrada	BR-282 km 452,890 a 452,973	92	0,06270	2.259	0,01363	-26,89842 / -51,97644
170	Agronômica	BR-470 km 148,702 a 148,989	292	0,06254	2.352	0,01628	-27,25112 / -49,70077
171	Araquari	BR-280 km 32,751 a 33,135	378	0,06154	2.640	0,01456	-26,42564 / -48,78713
172	Joinville	BR-101 km 36,840 a 38,383; km 38,417	845	0,06152	1.677	0,01686	-26,25351 / -48,90661
173	Palhoça	BR-101 km 232,850 a 233,201	358	0,06145	1.679	0,02165	-27,80262 / -48,63784
174	Rancho Queimado	BR-282 km 71,959 a 72,504	545	0,06096	2.569	0,01696	-27,68262 / -49,10765
175	Corupá	BR-280 km 86,332 a 86,439	95	0,06059	2.601	0,01581	-26,41556 / -49,26740
176	Corupá	BR-280 km 79,421 a 79,839	410	0,06044	1.776	0,01648	-26,44061 / -49,21823
177	Santo Amaro da Imperatriz	BR-282 km 22,572 a 23,103	523	0,06017	1.604	0,01863	-27,68866 / -48,73568
178	Palhoça	BR-101 km 234,873 a 235,237; km 235,510	370	0,06012	1.819	0,01959	-27,81915 / -48,63124
179	Lontras	BR-470 km 129,972 a 130,278; km 130,301 a 130,530	682	0,06009	2.824	0,01539	-27,16007 / -49,55655
180	Irani	BR-282 km 436,967	50	0,06000	1.110	0,03000	-26,96376 / -51,85484
181	Palhoça	BR-282 km 19,281 a 19,938	655	0,05995	2.113	0,01413	-27,68247 / -48,70775
182	São Francisco do Sul	BR-280 km 6,045 a 6,565	504	0,05950	1.841	0,01587	-26,26725 / -48,63585
183	Gaspar	BR-470 km 43,484 a 43,903	408	0,05946	2.814	0,01226	-26,87099 / -49,02031
184	Rio do Sul	BR-470 km 146,965 a 147,881; km 148,000 a 148,017	489	0,05928	2.082	0,01942	-27,24492 / -49,69229
185	Ponte Serrada	BR-282 km 459,929 a 459,988; km 460,000 a 460,099	156	0,05924	2.001	0,01441	-26,85600 / -52,03216
186	Porto Belo	BR-101 km 155,920 a 156,318	417	0,05880	2.015	0,01560	-27,17315 / -48,61156
187	Itajaí	BR-101 km 113,044 a 113,734	699	0,05863	1.687	0,01823	-26,85584 / -48,72729
188	Pouso Redondo	BR-470 km 166,025 a 166,341	329	0,05855	3.455	0,01065	-27,27415 / -49,85604
189	Içara	BR-101 km 380,600 a 380,659; km 380,976 a 381,117	197	0,05828	1.614	0,01647	-28,75394 / -49,27541
190	Santa Cecília	BR-116 km 131,775 a 132,014	245	0,05824	3.221	0,01226	-26,90712 / -50,44084
191	Palhoça	BR-101 km 220,000 a 220,874; km 221,003	836	0,05803	1.838	0,01526	-27,69615 / -48,66202
192	Rio do Sul	BR-470 km 137,537 a 138,145	862	0,05799	1.635	0,01595	-27,20646 / -49,64658
193	Xanxerê	BR-282 km 499,702 a 499,983	259	0,05785	1.941	0,02025	-26,88121 / -52,37117
194	Curitibanos	BR-470 km 248,824 a 249,130; km 249,207 a 249,243	309	0,05742	1.500	0,01698	-27,31287 / -50,56023
195	Penha	BR-101 km 105,575 a 106,238	684	0,05735	2.252	0,00950	-26,81013 / -48,68238
196	Tijucas	BR-101 km 161,716 a 162,070	367	0,05716	1.501	0,01837	-27,22441 / -48,62741
197	Gaspar	BR-470 km 32,910 a 33,275	366	0,05670	1.491	0,01435	-26,90664 / -48,94149
198	Ibirama	BR-470 km 122,648 a 123,462	814	0,05651	2.008	0,01781	-27,10636 / -49,52348
199	Joinville	BR-101 km 24,721 a 25,427	711	0,05626	1.830	0,01406	-26,18393 / -48,91051
200	Ponte Serrada	BR-282 km 445,719 a 445,884	181	0,05538	2.279	0,01385	-26,90987 / -51,91449

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
201	Irineópolis	BR-280 km 263,946 a 264,018	72	0,05528	2.728	0,01382	-26,26261 / -50,67802
202	Chapecó	BR-282 km 535,248 a 535,298; km 535,304 a 535,411 BR-480 km 124,118 a 124,200; km 124,251 a 124,704	683	0,05525	1.856	0,01390	-27,00088 / -52,64571
203	Pinhalzinho	BR-282 km 575,542 a 575,746	204	0,05512	2.344	0,01470	-26,86802 / -52,96421
204	Indaial	BR-470 km 71,771 a 72,636	874	0,05464	1.685	0,01430	-26,90349 / -49,27016
205	Campos Novos	BR-282 km 346,981 a 347,085	101	0,05449	1.808	0,01734	-27,36534 / -51,26361
206	Rio do Sul	BR-470 km 138,736 a 139,333	867	0,05447	1.950	0,01297	-27,21744 / -49,65512
207	Ponte Serrada	BR-282 km 465,949 a 466,059	102	0,05395	2.439	0,00981	-26,85452 / -52,08643
208	Tubarão	BR-101 km 339,953 a 340,781	813	0,05382	1.765	0,01599	-28,50447 / -49,04845
209	Águas Mornas	BR-282 km 46,038 a 46,502	455	0,05380	1.807	0,01592	-27,72132 / -48,92687
210	Capivari de Baixo	BR-101 km 326,575 a 327,335	737	0,05356	1.499	0,01627	-28,43077 / -48,95298
211	Santa Cecília	BR-116 km 137,976 a 138,174	196	0,05352	1.854	0,01147	-26,95445 / -50,42263
212	Penha	BR-101 km 109,278 a 110,045	725	0,05344	2.382	0,01207	-26,83482 / -48,70345
213	Chapecó	BR-480 km 129,651 a 130,642	1.003	0,05307	1.651	0,01445	-27,05039 / -52,63572
214	Araquari	BR-280 km 21,996 a 22,637	631	0,05306	2.025	0,01386	-26,37111 / -48,70524
215	Lages	BR-116 km 245,476 a 245,498; km 245,504 a 246,253 BR-282 km 223,009 a 223,098; km 223,105 a 223,108	899	0,05285	1.449	0,01725	-27,80213 / -50,36417
216	Pinhalzinho	BR-282 km 577,638 a 577,819	195	0,05269	2.627	0,01028	-26,85662 / -52,97995
217	Porto Belo	BR-101 km 156,866 a 157,330	485	0,05255	1.485	0,01752	-27,18340 / -48,61219
218	Navegantes	BR-101 km 110,261 a 111,080	812	0,05232	1.529	0,01631	-26,83752 / -48,71197
219	Tijucas	BR-101 km 162,359 a 163,048	717	0,05229	1.438	0,01499	-27,23174 / -48,62964
220	Araranguá	BR-101 km 6,355 a 6,667; km 417,190 a 417,195; km 417,386 a 417,547	485	0,05211	1.330	0,01548	-28,96505 / -49,52157
221	Papanduva	BR-116 km 59,792 a 59,795; km 59,801 a 60,010	202	0,05195	2.528	0,01484	-26,38225 / -50,21565
222	Navegantes	BR-470 km 2,803 a 3,486	670	0,05188	1.453	0,01418	-26,86123 / -48,68324
223	Curitibanos	BR-470 km 241,876 a 241,986	102	0,05166	1.819	0,02214	-27,31159 / -50,49844
224	Navegantes	BR-470 km 8,443 a 8,974	508	0,05123	1.926	0,01428	-26,83358 / -48,72514
225	Rio Negrinho	BR-280 km 124,396 a 124,995	607	0,05069	1.672	0,01195	-26,23876 / -49,48114
226	São José do Cerrito	BR-282 km 255,090 a 255,177; km 255,552 a 255,601	124	0,05054	2.363	0,00809	-27,67436 / -50,57553
227	Gaspar	BR-470 km 42,551 a 43,277	729	0,05039	1.924	0,01371	-26,87379 / -49,01310
228	Rio do Sul	BR-470 km 136,694 a 137,320	900	0,05029	1.105	0,01473	-27,20283 / -49,63530
229	Rodeio	BR-470 km 85,883 a 86,200; km 86,202 a 86,905	968	0,05011	2.152	0,01162	-26,94900 / -49,36129
230	Santo Amaro da Imperatriz	BR-282 km 29,911 a 30,398	489	0,05008	2.038	0,01022	-27,68840 / -48,79195
231	Penha	BR-101 km 106,429 a 107,193	794	0,05008	1.720	0,01165	-26,81844 / -48,68399
232	Ponte Alta	BR-116 km 207,999 a 208,176	160	0,05003	1.440	0,01720	-27,49021 / -50,37539
233	São Miguel do Oeste	BR-163 km 68,487 a 69,151	680	0,05002	1.217	0,01545	-26,74215 / -53,50114

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
		BR-282 km 648,955					
234	Lages	BR-282 km 194,992 a 194,993	50	0,05000	1.384	0,02000	-27,74676 / -50,08479
235	Canoinhas	BR-280 km 255,973 a 255,976	50	0,05000	1.022	0,02000	-26,26550 / -50,59858
236	Chapecó	BR-282 km 549,665	50	0,05000	995	0,02000	-26,96266 / -52,76227
237	Água Doce	BR-153 km 0,539 a 0,588	50	0,05000	968	0,02000	-26,61331 / -51,49697
238	Navegantes	BR-470 km 12,757 a 13,042	285	0,04996	2.348	0,01052	-26,83871 / -48,76542
239	Irineópolis	BR-280 km 275,767 a 275,965	200	0,04995	2.326	0,01249	-26,29087 / -50,78963
240	Lontras	BR-470 km 125,885 a 126,656	807	0,04988	1.767	0,01177	-27,13128 / -49,53890
241	Rancho Queimado	BR-282 km 63,008 a 63,133	126	0,04973	4.085	0,00796	-27,69576 / -49,04333
242	Rio Negrinho	BR-280 km 125,188 a 126,002	816	0,04965	1.646	0,01226	-26,23737 / -49,48994
243	Palhoça	BR-101 km 224,721 a 225,237	530	0,04953	1.951	0,01274	-27,73097 / -48,64156
244	Maravilha	BR-282 km 601,913 a 602,285; km 602,594	367	0,04901	1.378	0,01429	-26,80569 / -53,18074
245	Barra Velha	BR-101 km 85,084 a 85,518	405	0,04879	1.445	0,01420	-26,63217 / -48,70316
246	Ascurra	BR-470 km 88,692 a 89,324	610	0,04875	1.444	0,01311	-26,96184 / -49,37214
247	Pouso Redondo	BR-470 km 173,888 a 174,662	767	0,04856	1.213	0,01401	-27,25763 / -49,93164
248	Biguaçu	BR-101 km 186,706 a 187,185	497	0,04829	1.723	0,01358	-27,44313 / -48,62860
249	Palhoça	BR-101 km 223,760 a 224,250	498	0,04820	1.512	0,01205	-27,72250 / -48,64473
250	Joinville	BR-101 km 47,378 a 47,946	732	0,04818	1.340	0,01469	-26,34981 / -48,85767
251	Erval Velho	BR-282 km 368,223 a 368,350	125	0,04811	1.656	0,01203	-27,28415 / -51,43437
252	Vargem Bonita	BR-282 km 418,975 a 419,039	68	0,04809	2.603	0,01480	-27,01912 / -51,72928
253	Santa Rosa do Sul	BR-101 km 446,446 a 446,574	130	0,04803	1.911	0,00768	-29,14574 / -49,72246
254	Guaramirim	BR-280 km 56,820 a 57,684	854	0,04801	1.317	0,01317	-26,47747 / -49,01368
255	Guaramirim	BR-280 km 49,486 a 50,246	763	0,04784	1.721	0,01147	-26,46169 / -48,94510
256	São Francisco do Sul	BR-280 km 3,603 a 3,762; km 3,819 a 4,147	487	0,04776	1.577	0,01233	-26,25228 / -48,61822
257	Papanduva	BR-116 km 53,745 a 53,760; km 53,801 a 54,004	215	0,04764	1.497	0,01046	-26,39476 / -50,16331
258	Gaspar	BR-470 km 36,015 a 37,048	1.019	0,04762	1.708	0,01227	-26,91390 / -48,97397
259	Barra Velha	BR-101 km 95,209 a 96,021	849	0,04742	1.807	0,01001	-26,71809 / -48,70242
260	Lages	BR-282 km 218,956 a 219,344	422	0,04735	1.829	0,00829	-27,79587 / -50,32131
261	Laguna	BR-101 km 312,917 a 313,046; km 313,142 a 313,292	308	0,04714	1.790	0,01057	-28,44057 / -48,82431
262	Pouso Redondo	BR-470 km 172,798 a 173,556	750	0,04697	1.425	0,01166	-27,25939 / -49,92101
263	Rio Negrinho	BR-280 km 129,983 a 130,426	463	0,04696	1.441	0,01457	-26,25349 / -49,53173
264	Curitibanos	BR-470 km 240,865 a 240,993	117	0,04683	2.306	0,00851	-27,30868 / -50,49005
265	Joinville	BR-101 km 40,822 a 41,455	801	0,04682	1.359	0,01217	-26,28402 / -48,88879
266	Palhoça	BR-101 km 229,051 a 229,530	481	0,04680	1.523	0,01404	-27,76877 / -48,63197
267	Ponte Serrada	BR-282 km 460,653 a 461,012	332	0,04673	2.187	0,01055	-26,85600 / -52,03947

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
268	Palhoça	BR-101 km 231,869; km 232,068 a 232,467	409	0,04650	1.428	0,01530	-27,79417 / -48,63815
269	Santo Amaro da Imperatriz	BR-282 km 21,538 a 22,327	762	0,04627	1.217	0,01313	-27,68869 / -48,72708
270	Palhoça	BR-101 km 235,587 a 236,134	535	0,04623	1.409	0,01214	-27,82572 / -48,63032
271	Garuva	BR-101 km 5,601 a 6,109; km 6,209 a 6,337	649	0,04621	2.071	0,00924	-26,02684 / -48,86144
272	Barra Velha	BR-101 km 85,790 a 86,587	742	0,04582	1.517	0,01247	-26,63751 / -48,69606
273	Trombudo Central	BR-470 km 157,444 a 158,110	658	0,04563	1.951	0,01369	-27,28615 / -49,77671
274	Araquari	BR-280 km 22,961 a 23,000; km 23,000 a 23,604	644	0,04542	1.418	0,01281	-26,37305 / -48,71407
275	Vargem	BR-282 km 306,592 a 306,905	308	0,04541	3.368	0,01135	-27,50081 / -50,95061
276	Sangão	BR-101 km 362,644 a 363,076	453	0,04524	1.545	0,01214	-28,67231 / -49,12276
277	Palhoça	BR-101 km 225,991 a 226,475	498	0,04520	1.511	0,01356	-27,74252 / -48,63795
278	Araquari	BR-280 km 24,670 a 25,453	791	0,04519	1.417	0,01233	-26,38389 / -48,72706
279	Águas Mornas	BR-282 km 51,809 a 52,223	432	0,04518	2.659	0,01216	-27,69723 / -48,96423
280	Xanxerê	BR-282 km 500,821 a 501,366	504	0,04516	1.331	0,01390	-26,88269 / -52,38206
281	Palhoça	BR-101 km 231,002 a 231,342	350	0,04495	1.183	0,01498	-27,78562 / -48,63555
282	Tijucas	BR-101 km 168,831 a 168,978	145	0,04493	1.119	0,01383	-27,28747 / -48,63094
283	Águas Mornas	BR-282 km 52,870 a 53,056	201	0,04486	2.130	0,01121	-27,69236 / -48,97023
284	Palhoça	BR-282 km 20,301 a 20,916	619	0,04480	1.633	0,01090	-27,68796 / -48,71523
285	Blumenau	BR-470 km 61,108 a 61,984	884	0,04469	1.714	0,00962	-26,87634 / -49,17956
286	Águas Mornas	BR-282 km 45,090 a 45,305	208	0,04443	2.135	0,00841	-27,71997 / -48,91681
287	Lontras	BR-470 km 128,596 a 129,257	660	0,04435	1.595	0,01251	-27,14832 / -49,55476
288	Ponte Serrada	BR-282 km 458,986 a 459,258	306	0,04405	3.743	0,00734	-26,86222 / -52,02584
289	Balneário Piçarras	BR-101 km 102,326 a 103,027	723	0,04389	1.455	0,01002	-26,78105 / -48,68396
290	Navegantes	BR-470 km 0,001 a 0,342	348	0,04388	1.487	0,00935	-26,88138 / -48,66254
291	Palhoça	BR-101 km 233,740 a 234,161	399	0,04385	1.261	0,01754	-27,80985 / -48,63648
292	Joinville	BR-101 km 38,837 a 39,455	761	0,04369	1.345	0,01216	-26,26365 / -48,90081
293	Porto União	BR-280 km 302,639 a 302,891; km 303,085 a 303,086	258	0,04360	1.573	0,00872	-26,28116 / -51,04896
294	Lages	BR-282 km 209,973 a 210,402	425	0,04353	2.656	0,00647	-27,77896 / -50,23359
295	Rio do Sul	BR-470 km 134,968 a 135,619	919	0,04352	1.316	0,01088	-27,18950 / -49,61696
296	Joinville	BR-101 km 45,546 a 46,165	781	0,04321	1.270	0,01120	-26,33043 / -48,86264
297	Navegantes	BR-470 km 5,018 a 5,742	699	0,04291	1.679	0,00894	-26,85469 / -48,70365
298	Porto Belo	BR-101 km 153,723 a 154,039	329	0,04260	1.582	0,01293	-27,15288 / -48,61077
299	São Bento do Sul	BR-280 km 123,001 a 123,375	377	0,04248	2.049	0,00929	-26,24366 / -49,46754
300	Santa Cecília	BR-116 km 132,633; km 132,898 a 132,996	101	0,04226	910	0,01243	-26,91463 / -50,44504
301	Araquari	BR-101 km 57,823 a 58,586	737	0,04207	1.910	0,01153	-26,44098 / -48,80053
302	Jaraguá do Sul	BR-280 km 67,642 a 67,983	346	0,04197	1.009	0,01158	-26,47247 / -49,11148

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
303	Ponte Serrada	BR-282 km 464,883 a 465,045	149	0,04182	1.673	0,00669	-26,85324 / -52,07694
304	Pescaria Brava	BR-101 km 315,666 a 315,894; km 315,904 a 316,155	522	0,04167	1.530	0,01006	-28,42726 / -48,85203
305	Palhoça	BR-101 km 227,158 a 227,670	522	0,04164	1.305	0,01005	-27,75276 / -48,63381
306	São Bento do Sul	BR-280 km 108,747 a 108,883	127	0,04148	1.452	0,01185	-26,32790 / -49,38194
307	Xanxerê	BR-282 km 498,496 a 498,967	434	0,04148	1.268	0,01095	-26,88074 / -52,36031
308	Joinville	BR-101 km 26,584 a 27,019; km 27,204 a 27,269	478	0,04134	1.703	0,00890	-26,20117 / -48,91332
309	Biguaçu	BR-101 km 174,811 a 175,469	625	0,04120	1.206	0,01480	-27,34061 / -48,62811
310	Vargem Bonita	BR-282 km 423,870 a 424,284	431	0,04114	1.587	0,01159	-26,98609 / -51,75392
311	Iraceminha	BR-282 km 628,773 a 628,999	220	0,04097	1.671	0,01024	-26,81932 / -53,37426
312	Canoinhas	BR-280 km 240,722 a 241,021	325	0,04079	1.852	0,00847	-26,22398 / -50,45917
313	Indaial	BR-470 km 76,648 a 76,931	288	0,04078	1.566	0,00954	-26,94034 / -49,29247
314	Laguna	BR-101 km 304,647 a 305,040	454	0,04073	1.857	0,00771	-28,37802 / -48,76515
315	Joinville	BR-101 km 20,997 a 21,508	516	0,04071	1.967	0,01309	-26,14939 / -48,90886
316	Agronômica	BR-470 km 153,291 a 153,997	708	0,04060	2.740	0,00883	-27,27570 / -49,74024
317	São Cristóvão do Sul	BR-116 km 178,733 a 179,117	371	0,04044	2.369	0,01011	-27,26194 / -50,44571
318	Catanduvas	BR-282 km 408,499 a 408,794; km 408,817 a 408,993	503	0,04022	1.856	0,00894	-27,06776 / -51,66320
319	Indaial	BR-470 km 75,894 a 76,282	399	0,04007	2.204	0,00626	-26,93494 / -49,28829
320	Curitibanos	BR-470 km 242,939 a 243,058	106	0,03992	1.093	0,01174	-27,31516 / -50,50701
321	Araranguá	BR-101 km 0,300 a 0,376; km 409,039 a 409,186; km 409,432 a 409,552	328	0,03968	989	0,01297	-28,92080 / -49,49109
322	Joinville	BR-101 km 30,970 a 32,348	776	0,03962	1.026	0,01127	-26,22569 / -48,91649
323	Vargem Bonita	BR-153 km 58,989 a 59,500; km 59,501 a 59,589 BR-282 km 435,992 a 436,385; km 436,400 a 436,466	1.036	0,03932	1.566	0,01110	-26,96942 / -51,85256
324	Joinville	BR-101 km 46,584 a 47,152	731	0,03931	985	0,01197	-26,34119 / -48,85866
325	Lages	BR-282 km 218,137 a 218,423	312	0,03922	794	0,01601	-27,79745 / -50,31195
326	Ascurra	BR-470 km 91,697 a 92,308	631	0,03920	2.066	0,00713	-26,98617 / -49,37318
327	Maracajá	BR-101 km 403,366 a 404,064	723	0,03907	1.759	0,00692	-28,87793 / -49,45719
328	Rancho Queimado	BR-282 km 74,933 a 75,057	122	0,03899	776	0,01436	-27,69097 / -49,12931
329	São Miguel do Oeste	BR-163 km 67,686 a 67,981	302	0,03888	795	0,01241	-26,75164 / -53,50081
330	São Miguel do Oeste	BR-163 km 71,530 a 72,015	490	0,03876	1.082	0,01122	-26,72068 / -53,51498
331	Pinhalzinho	BR-282 km 583,970 a 584,203	233	0,03859	1.942	0,00965	-26,83147 / -53,01748
332	Lontras	BR-470 km 124,909 a 125,462	573	0,03793	1.536	0,01046	-27,12122 / -49,53538
333	Xaxim	BR-282 km 515,468 a 516,025	584	0,03769	1.219	0,01199	-26,92946 / -52,49895
334	Irineópolis	BR-280 km 269,030 a 269,116	86	0,03758	1.281	0,01156	-26,26388 / -50,72786
335	Imbituba	BR-101 km 283,897 a 284,892	931	0,03758	1.063	0,01127	-28,21652 / -48,70003
336	Trombudo Central	BR-470 km 154,983 a 155,724	740	0,03750	2.126	0,00709	-27,27860 / -49,75506

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
337	Pinhalzinho	BR-282 km 581,541 a 582,259	655	0,03701	1.701	0,00763	-26,82761 / -53,00067
338	Apiúna	BR-470 km 96,257 a 97,075	784	0,03697	1.599	0,00924	-27,02636 / -49,37760
339	Joinville	BR-101 km 39,929 a 40,512	746	0,03686	910	0,01139	-26,27429 / -48,89373
340	Gaspar	BR-470 km 45,196 a 45,927	752	0,03655	1.616	0,00964	-26,86224 / -49,03563
341	Alfredo Wagner	BR-282 km 94,871 a 95,069	193	0,03633	1.636	0,01297	-27,71158 / -49,25605
342	Cordilheira Alta	BR-282 km 531,319 a 531,915	592	0,03630	1.833	0,00717	-26,99592 / -52,61342
343	São Miguel do Oeste	BR-163 km 70,254 a 71,141	881	0,03573	1.053	0,01163	-26,72994 / -53,51109
344	Ilhota	BR-470 km 20,699 a 20,883	190	0,03554	1.422	0,01185	-26,87604 / -48,82673
345	Palhoça	BR-101 km 230,066 a 230,266	206	0,03517	925	0,01334	-27,77684 / -48,63467
346	Araquari	BR-101 km 58,843 a 59,267	406	0,03514	1.157	0,01110	-26,44633 / -48,79418
347	São José do Cedro	BR-163 km 106,977 a 106,978	50	0,03500	511	0,02000	-26,42912 / -53,52002
348	Alfredo Wagner	BR-282 km 88,866 a 89,398	531	0,03482	1.520	0,01082	-27,67866 / -49,21734
349	Jaraguá do Sul	BR-280 km 70,348 a 70,825	476	0,03414	1.685	0,00788	-26,46100 / -49,13611
350	Rodeio	BR-470 km 79,808 a 80,232	405	0,03395	1.715	0,00803	-26,94849 / -49,31742
351	Canoinhas	BR-280 km 234,064 a 234,300	240	0,03329	1.062	0,01144	-26,19146 / -50,40412
352	Palhoça	BR-101 km 240,038 a 240,275	229	0,03281	1.117	0,01313	-27,85934 / -48,64436
353	Águas Mornas	BR-282 km 38,633 a 38,997	362	0,03242	1.614	0,00759	-27,71298 / -48,85870
354	Pouso Redondo	BR-470 km 179,711 a 180,393	669	0,03214	1.659	0,00635	-27,24953 / -49,98712
355	Pouso Redondo	BR-470 km 189,628 a 190,052	422	0,03199	1.732	0,00711	-27,28065 / -50,06764
356	Santa Rosa do Sul	BR-101 km 442,143 a 442,411	252	0,03178	845	0,01093	-29,12963 / -49,68664
357	Palhoça	BR-101 km 242,894 a 243,325	422	0,03142	698	0,01364	-27,88517 / -48,64758
358	Imbituba	BR-101 km 271,590; km 271,709 a 272,364	479	0,03027	1.760	0,00679	-28,11758 / -48,69920
359	Palhoça	BR-101 km 242,028 a 242,452	416	0,02946	840	0,01142	-27,87775 / -48,64709
360	Irineópolis	BR-280 km 274,975 a 275,111	138	0,02894	2.060	0,00724	-26,28704 / -50,78223
361	Vargeão	BR-282 km 473,055 a 473,151	88	0,02826	1.541	0,01130	-26,87183 / -52,14679
362	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 490,913 a 491,244	306	0,02781	1.883	0,00818	-26,87243 / -52,29293
363	Campos Novos	BR-282 km 344,065 a 344,222	159	0,02513	624	0,01099	-27,38083 / -51,24046
364	Passo de Torres	BR-101 km 462,797 a 462,886	94	0,02404	549	0,01603	-29,28444 / -49,75624

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

APÊNDICE B – Relação de Clusters Identificados no Nível de Risco Alto

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
1	Biguaçu	BR-101 km 188,540 a 189,122	603	0,04146	1.142	0,00995	-27,45828 / -48,63822
2	Balneário Piçarras	BR-101 km 97,000 a 97,724	748	0,04145	1.508	0,01036	-26,73479 / -48,70003
3	Balneário Piçarras	BR-101 km 98,685 a 99,255	567	0,04098	1.368	0,00969	-26,74883 / -48,69494
4	São José do Cerrito	BR-282 km 276,255 a 276,746	479	0,04019	2.461	0,00574	-27,60609 / -50,72177
5	Biguaçu	BR-101 km 180,773 a 181,431	622	0,04018	1.356	0,00844	-27,39074 / -48,63175
6	Penha	BR-101 km 107,898 a 108,636	752	0,03988	1.342	0,00897	-26,82836 / -48,69198
7	Araquari	BR-101 km 72,219 a 72,505	291	0,03955	1.506	0,00860	-26,52775 / -48,71520
8	Lages	BR-282 km 220,094 a 220,768	734	0,03917	1.193	0,00954	-27,79452 / -50,33544
9	Palhoça	BR-101 km 237,719 a 238,181	444	0,03884	1.184	0,01013	-27,84292 / -48,63485
10	Joinville	BR-101 km 41,608 a 42,259	838	0,03878	1.278	0,01014	-26,29174 / -48,88517
11	Joinville	BR-101 km 19,740 a 20,070	323	0,03868	1.148	0,00928	-26,13973 / -48,90214
12	Navegantes	BR-470 km 11,736 a 12,042	300	0,03831	1.079	0,01083	-26,83497 / -48,75563
13	Gaspar	BR-470 km 38,569 a 38,964	405	0,03824	970	0,01049	-26,89871 / -48,98551
14	Pouso Redondo	BR-470 km 177,820 a 178,008	184	0,03809	1.336	0,00952	-27,24852 / -49,96617
15	Araquari	BR-101 km 63,792 a 64,427	602	0,03781	1.443	0,00790	-26,46314 / -48,75261
16	São Miguel do Oeste	BR-163 km 73,000 a 73,351; km 73,541 BR-282 km 652,974 a 653,002; km 653,305	385	0,03768	1.189	0,00844	-26,70807 / -53,51495
17	Mafra	BR-116 km 11,988 a 12,374; km 12,415 a 12,467	425	0,03767	1.398	0,00942	-26,17926 / -49,86936
18	Pouso Redondo	BR-470 km 175,722 a 176,416	699	0,03720	1.523	0,00608	-27,25379 / -49,94937
19	Treze de Maio	BR-101 km 346,613 a 347,254	642	0,03700	1.394	0,00779	-28,56117 / -49,05445
20	Palhoça	BR-101 km 222,782 a 223,518	740	0,03684	1.116	0,01048	-27,71654 / -48,64826
21	Joinville	BR-101 km 48,604 a 49,152	707	0,03678	948	0,01025	-26,36482 / -48,85840
22	Monte Castelo	BR-116 km 68,847 a 69,156	313	0,03669	1.442	0,00798	-26,46163 / -50,22908
23	Araquari	BR-280 km 25,666 a 26,213	552	0,03665	1.033	0,00769	-26,38927 / -48,73357
24	Ilhota	BR-470 km 0,012 a 0,081; km 21,883 a 22,393	581	0,03657	1.637	0,00559	-26,88050 / -48,83834
25	Araquari	BR-101 km 76,164 a 76,449	290	0,03625	1.033	0,00691	-26,56083 / -48,72031
26	Imbituba	BR-101 km 277,962 a 278,574	573	0,03621	1.466	0,00654	-28,16540 / -48,69389
27	Joinville	BR-101 km 49,421 a 49,899	608	0,03620	1.066	0,00864	-26,37335 / -48,85601
28	Imbituba	BR-101 km 288,619 a 289,106	451	0,03601	1.480	0,00776	-28,25387 / -48,70282
29	Xanxerê	BR-282 km 504,150 a 504,998	875	0,03599	1.146	0,00828	-26,88532 / -52,41412
30	Campos Novos	BR-282 km 340,858 a 340,999; km 341,205 a 341,326	257	0,03594	1.210	0,00971	-27,39028 / -51,21473
31	Correia Pinto	BR-116 km 220,000 a 220,382; km 220,410 a 221,006	964	0,03580	1.013	0,01038	-27,58208 / -50,36764

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
32	Apiúna	BR-470 km 93,779 a 94,108	344	0,03564	1.191	0,00727	-27,00421 / -49,37450
33	Rodeio	BR-470 km 78,542 a 78,971	408	0,03555	2.038	0,00613	-26,95141 / -49,30523
34	Garopaba	BR-101 km 264,499 a 265,057	550	0,03548	1.502	0,01001	-28,05738 / -48,71745
35	Sangão	BR-101 km 359,559 a 360,296	778	0,03535	1.273	0,00739	-28,65061 / -49,10535
36	Chapecó	BR-282 km 537,128 a 537,282	149	0,03520	1.362	0,01006	-26,99978 / -52,66433
37	Gaspar	BR-470 km 0,006 a 0,265; km 34,998 a 35,098; km 35,104 a 35,745	1.000	0,03501	969	0,00950	-26,91402 / -48,96186
38	Joinville	BR-101 km 52,745 a 53,084	436	0,03496	791	0,01089	-26,40240 / -48,83948
39	Garopaba	BR-101 km 263,405 a 264,069	651	0,03494	1.177	0,00845	-28,04829 / -48,71527
40	Apiúna	BR-470 km 99,787 a 100,271	487	0,03490	1.269	0,00873	-27,04675 / -49,39294
41	Garuva	BR-101 km 1,653 a 1,951	301	0,03489	913	0,01080	-25,99607 / -48,87928
42	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 489,629 a 490,073	416	0,03487	1.513	0,00601	-26,87445 / -52,28283
43	São José do Cedro	BR-163 km 100,710 a 101,032	323	0,03481	1.194	0,00696	-26,47884 / -53,50622
44	Araquari	BR-101 km 73,204 a 73,671	474	0,03478	1.318	0,00685	-26,53748 / -48,71275
45	Tijucas	BR-101 km 165,470 a 165,998	519	0,03467	1.160	0,01011	-27,25923 / -48,63164
46	Araquari	BR-101 km 70,135 a 70,614	477	0,03461	1.480	0,00787	-26,51186 / -48,72277
47	Capivari de Baixo	BR-101 km 328,650 a 329,308	666	0,03455	1.103	0,01089	-28,44421 / -48,96635
48	Santo Amaro da Imperatriz	BR-282 km 28,574 a 29,090	515	0,03449	1.201	0,00680	-27,67912 / -48,78591
49	Gaspar	BR-470 km 39,823 a 40,159	348	0,03448	1.164	0,00862	-26,88925 / -48,99119
50	Ibirama	BR-470 km 119,782 a 120,515	747	0,03448	1.094	0,01038	-27,09077 / -49,52090
51	Ilhota	BR-470 km 13,861 a 14,323	457	0,03445	1.108	0,00820	-26,83790 / -48,77605
52	Rancho Queimado	BR-282 km 58,018 a 58,242; km 58,308 a 58,490	428	0,03442	1.215	0,00992	-27,68165 / -49,00613
53	Joinville	BR-101 km 34,697 a 35,976	706	0,03433	1.048	0,00779	-26,24302 / -48,91131
54	Imbituba	BR-101 km 291,860 a 292,282	387	0,03427	1.306	0,00905	-28,27970 / -48,70111
55	Imbituba	BR-101 km 274,805 a 275,461	615	0,03416	1.435	0,00651	-28,13928 / -48,69207
56	Cordilheira Alta	BR-282 km 532,374 a 533,193	783	0,03416	1.197	0,00734	-26,99561 / -52,62324
57	Passo de Torres	BR-101 km 463,868 a 464,086	213	0,03410	1.304	0,00705	-29,29243 / -49,76212
58	Tijucas	BR-101 km 167,792 a 168,301	500	0,03397	1.110	0,00999	-27,27940 / -48,63135
59	Mafra	BR-116 km 6,906 a 7,244	339	0,03393	990	0,00959	-26,15222 / -49,83153
60	Santo Amaro da Imperatriz	BR-282 km 25,668 a 26,363	686	0,03387	2.122	0,00546	-27,67957 / -48,76229
61	Joaçaba	BR-282 km 401,722 a 402,049	340	0,03385	1.600	0,00515	-27,11653 / -51,63165
62	Araranguá	BR-101 km 418,637 a 419,204	677	0,03361	918	0,00887	-28,97790 / -49,53453
63	Araquari	BR-101 km 65,003 a 65,443	432	0,03357	851	0,00926	-26,47083 / -48,74492
64	Pouso Redondo	BR-470 km 169,008 a 170,019	998	0,03355	1.256	0,00801	-27,26553 / -49,88705
65	Joinville	BR-101 km 25,549 a 26,409	875	0,03344	1.000	0,00943	-26,19117 / -48,91202
66	Barra Velha	BR-101 km 94,017 a 94,514	513	0,03314	853	0,00975	-26,70707 / -48,70140

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
67	Maravilha	BR-282 km 603,543 a 604,109	567	0,03306	1.509	0,00882	-26,79704 / -53,19215
68	Sangão	BR-101 km 364,672 a 365,161	486	0,03290	1.303	0,00668	-28,67970 / -49,14153
69	Araquari	BR-101 km 60,981 a 61,749	708	0,03285	1.100	0,00706	-26,45470 / -48,77520
70	Mafra	BR-116 km 5,676 a 6,171	496	0,03274	800	0,01007	-26,14584 / -49,82232
71	Corupá	BR-280 km 82,295 a 82,690	390	0,03270	824	0,00898	-26,43549 / -49,24539
72	Garuva	BR-101 km 8,946 a 9,178	237	0,03270	689	0,00844	-26,05491 / -48,85956
73	Xanxerê	BR-282 km 509,650 a 510,041	398	0,03266	1.408	0,00816	-26,89577 / -52,46269
74	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 227,808 a 228,009	200	0,03246	1.242	0,00624	-27,32150 / -50,37800
75	Tubarão	BR-101 km 337,207 a 337,763; km 337,975 a 338,095	667	0,03225	774	0,01087	-28,48582 / -49,03713
76	Canoinhas	BR-280 km 238,865 a 239,289	458	0,03220	1.273	0,00764	-26,20953 / -50,44757
77	Porto Belo	BR-101 km 159,813 a 160,200	396	0,03219	1.035	0,00757	-27,20822 / -48,61970
78	Chapecó	BR-480 km 128,669 a 129,392	731	0,03216	923	0,00890	-27,04071 / -52,63521
79	Biguaçu	BR-101 km 179,475; km 179,685 a 180,204	491	0,03208	865	0,00866	-27,37967 / -48,63105
80	Garuva	BR-101 km 16,944 a 17,472	516	0,03200	1.170	0,00776	-26,12339 / -48,88423
81	Concórdia	BR-153 km 108,998 a 109,239	227	0,03195	1.184	0,00881	-27,30847 / -51,98170
82	Araranguá	BR-101 km 417,829 a 418,497	797	0,03136	779	0,00815	-28,97195 / -49,52830
83	Rodeio	BR-470 km 83,484 a 83,987	480	0,03122	1.047	0,00780	-26,96199 / -49,33976
84	Guaramirim	BR-280 km 44,007 a 44,529	516	0,03099	1.234	0,00629	-26,45186 / -48,89036
85	Águas Mornas	BR-282 km 36,327 a 36,996	673	0,03085	1.397	0,00632	-27,70558 / -48,83958
86	Catanduvás	BR-282 km 407,012 a 407,419	431	0,03073	1.193	0,00638	-27,08195 / -51,66329
87	Içara	BR-101 km 368,337 a 369,171	817	0,03060	1.003	0,00796	-28,69603 / -49,17459
88	Mafra	BR-116 km 7,872 a 8,035	164	0,03057	1.504	0,00764	-26,15739 / -49,83867
89	Corupá	BR-280 km 95,263 a 96,053	753	0,03054	1.277	0,00763	-26,37976 / -49,31599
90	Tijucas	BR-101 km 160,803 a 161,292	500	0,03048	1.000	0,00799	-27,21726 / -48,62448
91	Concórdia	BR-153 km 86,736 a 87,008	279	0,03047	1.046	0,00896	-27,15595 / -51,91484
92	Rodeio	BR-470 km 81,887 a 82,375	493	0,03043	1.101	0,00761	-26,96014 / -49,32586
93	Ibirama	BR-470 km 118,838 a 119,470	649	0,03042	1.061	0,00847	-27,08232 / -49,51980
94	Ponte Alta	BR-470 km 203,909 a 204,352	436	0,03040	1.511	0,00631	-27,28950 / -50,16898
95	Laguna	BR-101 km 311,986 a 312,748	826	0,03026	966	0,00726	-28,44038 / -48,81567
96	Ibirama	BR-470 km 110,913 a 111,410	505	0,03020	900	0,00891	-27,09739 / -49,45862
97	Navegantes	BR-470 km 11,022 a 11,361	332	0,03015	971	0,00980	-26,83438 / -48,74894
98	Sombrio	BR-101 km 434,389 a 435,020	639	0,03013	970	0,00783	-29,09709 / -49,63407
99	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 211,647 a 211,945	292	0,02999	3.341	0,00428	-27,30964 / -50,23589
100	Xaxim	BR-282 km 523,459 a 523,944	475	0,02999	1.132	0,00947	-26,96552 / -52,55572
101	Joaçaba	BR-282 km 396,896 a 397,102	201	0,02983	1.014	0,00746	-27,14964 / -51,60728

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
102	Tubarão	BR-101 km 338,961 a 339,633	647	0,02976	941	0,00889	-28,49591 / -49,04388
103	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 486,829 a 487,315	455	0,02965	921	0,00824	-26,85772 / -52,26335
104	Rio do Sul	BR-470 km 133,014 a 133,552	777	0,02959	877	0,00836	-27,17623 / -49,59172
105	Barra Velha	BR-101 km 80,141 a 81,032	893	0,02941	938	0,01036	-26,59909 / -48,72422
106	Araranguá	BR-101 km 405,343 a 405,981	656	0,02934	1.064	0,00762	-28,89286 / -49,46903
107	Araquari	BR-280 km 33,697 a 34,012	308	0,02926	824	0,00732	-26,42931 / -48,79466
108	Lages	BR-116 km 244,523 a 245,000	482	0,02903	857	0,00881	-27,79416 / -50,36069
109	Garuva	BR-101 km 11,909 a 12,519	621	0,02900	932	0,00846	-26,08414 / -48,86212
110	Criciúma	BR-101 km 393,007 a 393,298	285	0,02893	1.020	0,00789	-28,80996 / -49,38118
111	Rio Negrinho	BR-280 km 131,013 a 131,469	484	0,02890	1.110	0,00774	-26,25678 / -49,54156
112	Corupá	BR-280 km 78,484 a 79,110	649	0,02889	1.272	0,00693	-26,44298 / -49,21085
113	Cordilheira Alta	BR-282 km 527,724 a 528,147	433	0,02889	803	0,00982	-26,97840 / -52,58882
114	Irani	BR-153 km 79,714 a 79,923	200	0,02879	1.041	0,00626	-27,11713 / -51,91398
115	Pouso Redondo	BR-470 km 176,750 a 177,189; km 177,249 a 177,288	478	0,02877	1.087	0,00680	-27,25135 / -49,95833
116	Xaxim	BR-282 km 525,547 a 526,148	583	0,02873	1.154	0,00686	-26,96886 / -52,57403
117	Jaraguá do Sul	BR-280 km 71,375 a 71,678	297	0,02862	849	0,00842	-26,45952 / -49,14491
118	Santo Amaro da Imperatriz	BR-282 km 31,589 a 32,087	481	0,02858	1.081	0,00675	-27,70040 / -48,79899
119	Capão Alto	BR-116 km 266,762 a 266,990	228	0,02845	1.236	0,00875	-27,95190 / -50,47951
120	Ponte Alta	BR-116 km 210,038 a 210,258	203	0,02837	805	0,00987	-27,50390 / -50,36570
121	Santa Cecília	BR-116 km 139,597 a 140,307	688	0,02836	958	0,00691	-26,96655 / -50,40920
122	Biguaçu	BR-101 km 173,640 a 174,251	601	0,02829	841	0,00707	-27,33037 / -48,62696
123	Biguaçu	BR-101 km 184,281 a 184,956	717	0,02826	837	0,00733	-27,42284 / -48,62509
124	Ponte Serrada	BR-282 km 461,745 a 462,024	258	0,02812	967	0,00776	-26,85768 / -52,04891
125	Guaramirim	BR-280 km 45,712 a 46,270	553	0,02805	1.285	0,00769	-26,45306 / -48,90838
126	Rancho Queimado	BR-282 km 63,807 a 64,323	500	0,02798	1.921	0,00400	-27,69669 / -49,05268
127	Araquari	BR-101 km 62,174 a 62,741	528	0,02794	1.061	0,00710	-26,45568 / -48,76514
128	São Cristóvão do Sul	BR-116 km 184,853 a 185,044 BR-470 km 233,005 a 233,103	277	0,02794	675	0,00901	-27,30285 / -50,42122
129	Ponte Alta	BR-116 km 206,839 a 207,293; km 207,343	457	0,02789	710	0,00875	-27,48267 / -50,37877
130	Santa Cecília	BR-116 km 142,905 a 143,378	475	0,02788	964	0,00737	-26,98731 / -50,39435
131	Imbituba	BR-101 km 281,921 a 282,602	637	0,02786	1.073	0,00785	-28,19963 / -48,69787
132	Descanso	BR-282 km 638,073 a 638,347	287	0,02784	957	0,00696	-26,80006 / -53,44863
133	Sangão	BR-101 km 0,035 a 0,152; km 358,613 a 358,981; km 359,071 a 359,385	808	0,02783	688	0,00866	-28,64312 / -49,10026
134	Chapecó	BR-480 km 126,263 a 126,870	612	0,02780	929	0,00818	-27,01881 / -52,63653
135	Gaspar	BR-470 km 40,565 a 41,029	478	0,02770	1.133	0,00627	-26,88311 / -48,99626

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
136	Tijucas	BR-101 km 164,621 a 165,237	605	0,02768	692	0,01033	-27,25195 / -48,63133
137	Cunha Porã	BR-158 km 114,041 a 114,192; km 114,424 a 114,476	199	0,02766	685	0,00880	-26,88696 / -53,17644
138	Xaxim	BR-282 km 521,293 a 521,922	625	0,02759	950	0,00800	-26,95409 / -52,53995
139	Pescaria Brava	BR-101 km 316,357 a 317,134	736	0,02753	803	0,00782	-28,42581 / -48,85901
140	Trombudo Central	BR-470 km 159,510 a 160,034	519	0,02745	882	0,00722	-27,28659 / -49,79576
141	Tijucas	BR-101 km 172,750 a 173,188	428	0,02743	804	0,00642	-27,32193 / -48,62767
142	Joaçaba	BR-282 km 386,409 a 386,882	483	0,02742	801	0,00828	-27,18007 / -51,52245
143	Lages	BR-116 km 250,869 a 251,356	503	0,02736	1.145	0,00647	-27,84727 / -50,37948
144	Balneário Piçarras	BR-101 km 99,590 a 100,038	458	0,02727	587	0,00982	-26,75551 / -48,68963
145	Tubarão	BR-101 km 344,985 a 345,663	679	0,02724	899	0,00736	-28,54770 / -49,05348
146	Bocaina do Sul	BR-282 km 179,871 a 180,010	138	0,02722	529	0,01089	-27,74220 / -49,93939
147	Águas Mornas	BR-282 km 32,581 a 32,586; km 32,921 a 33,385	469	0,02716	864	0,00799	-27,70533 / -48,80801
148	Trombudo Central	BR-470 km 156,428 a 156,986	552	0,02716	861	0,00815	-27,28490 / -49,76611
149	Corupá	BR-280 km 80,464 a 80,858	388	0,02705	1.149	0,00773	-26,43953 / -49,22824
150	Garuva	BR-101 km 3,536 a 4,036	490	0,02703	1.058	0,00867	-26,00748 / -48,86568
151	Xanxerê	BR-282 km 494,440 a 494,935	463	0,02701	853	0,00756	-26,87451 / -52,32523
152	Imbituba	BR-101 km 287,371 a 287,866	463	0,02697	992	0,00755	-28,24384 / -48,69988
153	Joinville	BR-101 km 54,772 a 55,419	816	0,02697	926	0,00766	-26,42535 / -48,82815
154	Campos Novos	BR-282 km 339,814 a 340,005	195	0,02691	1.048	0,00769	-27,38857 / -51,20331
155	Ibirama	BR-470 km 123,827 a 124,576	748	0,02641	1.057	0,00669	-27,11386 / -49,52995
156	Bocaina do Sul	BR-282 km 180,912 a 181,120	209	0,02633	983	0,00838	-27,73836 / -49,94872
157	Santo Amaro da Imperatriz	BR-282 km 24,465 a 25,123	636	0,02632	988	0,00629	-27,67866 / -48,75108
158	Garuva	BR-101 km 6,688 a 7,045	363	0,02618	637	0,00827	-26,03507 / -48,86026
159	Xaxim	BR-282 km 516,819 a 517,373	546	0,02608	1.213	0,00686	-26,94046 / -52,50205
160	Rancho Queimado	BR-282 km 68,362 a 69,085	729	0,02606	1.815	0,00549	-27,69182 / -49,08234
161	Ilhota	BR-470 km 25,440 a 25,962	519	0,02599	742	0,00722	-26,88670 / -48,87361
162	Águas Mornas	BR-282 km 41,870 a 42,107	231	0,02596	693	0,00649	-27,72065 / -48,88731
163	Santo Amaro da Imperatriz	BR-282 km 27,504 a 28,262	742	0,02593	809	0,00673	-27,67419 / -48,77764
164	Lontras	BR-470 km 127,695 a 128,342	675	0,02592	882	0,00704	-27,14312 / -49,54873
165	Xaxim	BR-282 km 518,890 a 519,929	1.015	0,02586	1.072	0,00788	-26,94968 / -52,52273
166	Ponte Alta	BR-470 km 199,552 a 199,580; km 199,604 a 199,988	426	0,02584	848	0,00646	-27,30738 / -50,13464
167	Guaraciaba	BR-163 km 84,966 a 85,285	320	0,02582	577	0,00782	-26,60555 / -53,51683
168	São Miguel do Oeste	BR-163 km 76,528 a 77,161	623	0,02569	813	0,00803	-26,67779 / -53,51594
169	Bocaina do Sul	BR-282 km 184,871 a 185,008	136	0,02568	524	0,00917	-27,73442 / -49,98773
170	Águas Mornas	BR-282 km 51,095 a 51,475	390	0,02567	941	0,00642	-27,70284 / -48,96002

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
171	Pouso Redondo	BR-470 km 171,379 a 172,068	696	0,02552	1.076	0,00719	-27,25860 / -49,90758
172	Xaxim	BR-282 km 522,313 a 522,897	589	0,02545	636	0,00891	-26,96075 / -52,54673
173	Xaxim	BR-282 km 526,419 a 527,375	936	0,02537	969	0,00775	-26,97252 / -52,58316
174	Canoinhas	BR-280 km 254,972 a 255,180	207	0,02536	1.277	0,00725	-26,26521 / -50,58950
175	Araquari	BR-280 km 34,686 a 35,118	434	0,02533	897	0,00633	-26,43397 / -48,80369
176	Pouso Redondo	BR-470 km 192,677 a 193,926	1.294	0,02532	1.227	0,00676	-27,30100 / -50,07774
177	Ibirama	BR-470 km 117,774 a 118,068	287	0,02530	648	0,00785	-27,08261 / -49,51077
178	São Bento do Sul	BR-280 km 98,611 a 99,235	556	0,02520	929	0,00765	-26,37134 / -49,32841
179	Joinville	BR-101 km 51,287 a 51,942	804	0,02519	716	0,00778	-26,38823 / -48,84199
180	Campos Novos	BR-282 km 338,683 a 338,698; km 338,703 a 339,169 BR-470 km 315,000	476	0,02518	1.135	0,00630	-27,39315 / -51,19386
181	Chapecó	BR-282 km 543,468 a 543,912	447	0,02516	1.253	0,00671	-26,99826 / -52,71943
182	São Francisco do Sul	BR-280 km 9,832 a 10,028	199	0,02514	791	0,00628	-26,29543 / -48,64275
183	Balneário Barra do Sul	BR-280 km 19,444 a 19,957	479	0,02503	816	0,00782	-26,36985 / -48,67956
184	Itaiópolis	BR-116 km 23,582; km 23,601 a 23,982	400	0,02501	889	0,00625	-26,27135 / -49,91988
185	Águas Mornas	BR-282 km 43,829 a 44,205	370	0,02500	976	0,00676	-27,72180 / -48,90646
186	Águas Mornas	BR-282 km 46,993 a 47,502	510	0,02500	972	0,00735	-27,72098 / -48,93551
187	Imbituba	BR-101 km 297,891 a 298,407	471	0,02497	768	0,00691	-28,32204 / -48,72873
188	Jaguaruna	BR-101 km 348,696 a 349,359	652	0,02492	938	0,00652	-28,57996 / -49,05143
189	Corupá	BR-280 km 77,743 a 78,028	281	0,02491	642	0,00623	-26,44643 / -49,20251
190	Apiúna	BR-470 km 104,784 a 105,527	749	0,02470	1.617	0,00467	-27,06817 / -49,41864
191	Pescaria Brava	BR-101 km 321,263 a 322,098	790	0,02467	668	0,00727	-28,42584 / -48,90559
192	Joinville	BR-101 km 29,941 a 30,500	315	0,02460	594	0,00794	-26,21835 / -48,91609
193	Laguna	BR-101 km 308,258 a 308,615	428	0,02456	971	0,00702	-28,40704 / -48,79139
194	Cordilheira Alta	BR-282 km 528,726 a 529,106	367	0,02452	745	0,00817	-26,98228 / -52,59714
195	Paulo Lopes	BR-101 km 265,762 a 266,352	578	0,02423	870	0,00736	-28,06819 / -48,71461
196	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 222,007 a 222,385	374	0,02409	1.136	0,00803	-27,31654 / -50,32885
197	Maracajá	BR-101 km 400,804 a 401,385	604	0,02402	835	0,00663	-28,85744 / -49,44117
198	Tubarão	BR-101 km 342,719 a 343,138	418	0,02391	552	0,00657	-28,52643 / -49,05586
199	Erval Velho	BR-282 km 371,115 a 371,415	315	0,02380	855	0,00714	-27,25962 / -51,44287
200	Águas Mornas	BR-282 km 50,100 a 50,287	190	0,02371	1.293	0,00790	-27,70792 / -48,95289
201	Jaguaruna	BR-101 km 347,835 a 348,236	402	0,02362	1.057	0,00684	-28,57156 / -49,05317
202	Nova Erechim	BR-282 km 571,557 a 571,980	439	0,02336	2.220	0,00456	-26,88910 / -52,93370
203	São João do Sul	BR-101 km 455,274 a 455,410	143	0,02277	941	0,00701	-29,21490 / -49,75860
204	Içara	BR-101 km 383,996 a 384,567	560	0,02275	920	0,00669	-28,76948 / -49,30446

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
205	Paulo Lopes	BR-101 km 254,845 a 254,991	144	0,02261	953	0,00696	-27,98199 / -48,67906
206	Lages	BR-116 km 247,404 a 247,953	550	0,02180	1.019	0,00681	-27,81747 / -50,37251
207	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 206,713 a 206,946	230	0,02062	2.865	0,00434	-27,29162 / -50,19372
208	Pouso Redondo	BR-470 km 181,693 a 182,106	401	0,02055	1.630	0,00374	-27,25261 / -50,00521
209	Guaraciaba	BR-163 km 86,481 a 86,964	479	0,01982	1.021	0,00626	-26,59232 / -53,51487

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

APÊNDICE C – Relação de Clusters Identificados no Nível de Risco Médio

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
1	Cunha Porã	BR-282 km 598,903 a 599,280	380	0,03351	1.480	0,00591	-26,82016 / -53,15537
2	Ponte Serrada	BR-282 km 455,663 a 456,034	391	0,03201	1.335	0,00512	-26,88616 / -52,00225
3	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 226,998 a 227,217	216	0,03012	1.464	0,00579	-27,32420 / -50,37061
4	Campos Novos	BR-470 km 323,800 a 324,001; km 324,101 a 324,115	218	0,02978	1.438	0,00573	-27,44665 / -51,24704
5	Vargem Bonita	BR-282 km 422,909 a 423,346	442	0,02941	1.180	0,00566	-26,99398 / -51,75267
6	Curitibanos	BR-470 km 244,975 a 245,261	257	0,02919	1.489	0,00584	-27,31636 / -50,52523
7	Campos Novos	BR-470 km 316,788 a 317,119	327	0,02905	1.239	0,00612	-27,40462 / -51,20593
8	São Francisco do Sul	BR-280 km 10,643 a 11,008	375	0,02867	1.266	0,00467	-26,30347 / -48,64065
9	Chapecó	BR-282 km 541,254 a 541,757	486	0,02829	1.431	0,00514	-26,99748 / -52,70097
10	Joaçaba	BR-282 km 383,007 a 383,384; km 383,413 a 383,464	436	0,02812	1.101	0,00574	-27,20229 / -51,50944
11	Pouso Redondo	BR-470 km 183,536 a 184,154	605	0,02811	1.457	0,00579	-27,25247 / -50,02395
12	Ilhota	BR-470 km 23,625 a 24,000	367	0,02790	1.105	0,00544	-26,88164 / -48,85485
13	Araquari	BR-280 km 40,678 a 40,987	305	0,02783	1.179	0,00573	-26,44994 / -48,85693
14	Correia Pinto	BR-116 km 223,796 a 224,042	253	0,02764	1.353	0,00395	-27,60958 / -50,35167
15	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 219,517 a 220,001	508	0,02757	1.502	0,00394	-27,30769 / -50,30819
16	Monte Castelo	BR-116 km 84,405 a 84,601	200	0,02757	1.354	0,00501	-26,60034 / -50,22598
17	Sangão	BR-101 km 357,070 a 357,920	791	0,02751	1.107	0,00569	-28,63255 / -49,09135
18	Imbituba	BR-101 km 292,832 a 293,165	301	0,02739	1.257	0,00498	-28,28661 / -48,70500
19	Araquari	BR-101 km 71,252 a 71,977	728	0,02712	1.160	0,00584	-26,52193 / -48,71705
20	Joaçaba	BR-282 km 388,416 a 389,045	607	0,02679	1.081	0,00495	-27,17920 / -51,53928
21	Águas Mornas	BR-282 km 40,551 a 41,091; km 41,502	535	0,02665	1.059	0,00608	-27,71651 / -48,87884
22	Trombudo Central	BR-470 km 161,659 a 162,091	432	0,02661	1.403	0,00405	-27,28297 / -49,81604
23	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 210,666 a 210,938	273	0,02656	1.462	0,00458	-27,30576 / -50,22752
24	Rodeio	BR-470 km 84,529 a 85,002	471	0,02654	1.287	0,00425	-26,95789 / -49,34859
25	Maravilha	BR-282 km 605,973 a 606,629	663	0,02639	1.194	0,00603	-26,77623 / -53,20150

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
26	Catanduvas	BR-282 km 404,997 a 405,076; km 405,258 a 405,603	430	0,02619	1.214	0,00524	-27,09646 / -51,65408
27	Araquari	BR-101 km 78,062 a 78,429	374	0,02610	979	0,00602	-26,57830 / -48,72250
28	Pouso Redondo	BR-470 km 166,999 a 167,489	492	0,02589	1.231	0,00457	-27,26895 / -49,86506
29	Canoinhas	BR-280 km 235,876 a 236,213	348	0,02588	1.190	0,00431	-26,19458 / -50,42249
30	Imbituba	BR-101 km 289,497 a 290,199	648	0,02583	810	0,00617	-28,26192 / -48,70381
31	Tubarão	BR-101 km 341,788 a 342,540	746	0,02581	916	0,00570	-28,51996 / -49,05436
32	Apiúna	BR-470 km 92,745 a 93,210	486	0,02571	1.114	0,00411	-26,99511 / -49,37589
33	Pescaria Brava	BR-101 km 323,562 a 324,357	759	0,02571	955	0,00494	-28,42783 / -48,92593
34	Capão Alto	BR-116 km 263,813 a 264,040	215	0,02563	1.062	0,00466	-27,93253 / -50,46147
35	Jaraguá do Sul	BR-280 km 72,789 a 73,357	556	0,02520	1.302	0,00495	-26,45892 / -49,16002
36	Apiúna	BR-470 km 109,907 a 110,389	500	0,02499	1.339	0,00400	-27,08881 / -49,45842
37	Vargem Bonita	BR-282 km 419,975 a 420,502	553	0,02485	1.210	0,00452	-27,01186 / -51,73603
38	Nova Erechim	BR-282 km 568,449 a 568,688	231	0,02484	898	0,00540	-26,90423 / -52,90877
39	Paulo Lopes	BR-101 km 252,033 a 253,029	971	0,02471	850	0,00618	-27,96073 / -48,67858
40	Lages	BR-116 km 252,594 a 252,849	253	0,02469	993	0,00395	-27,85929 / -50,38796
41	Içara	BR-101 km 381,982 a 382,493	507	0,02467	794	0,00592	-28,76050 / -49,28680
42	São Miguel do Oeste	BR-282 km 643,464 a 643,979	501	0,02446	1.076	0,00499	-26,76981 / -53,47688
43	São Francisco do Sul	BR-280 km 9,015 a 9,282	276	0,02445	839	0,00543	-26,28909 / -48,64579
44	Jaguaruna	BR-101 km 351,104 a 352,010	862	0,02436	940	0,00609	-28,59928 / -49,05079
45	São Francisco do Sul	BR-280 km 13,939 a 14,400	473	0,02433	1.096	0,00529	-26,33174 / -48,65206
46	Sombrio	BR-101 km 432,418 a 433,045	636	0,02398	963	0,00472	-29,07925 / -49,62888
47	Mafra	BR-116 km 2,218 a 2,972	741	0,02396	766	0,00574	-26,12862 / -49,79728
48	Mafra	BR-116 km 0,000 a 0,504	505	0,02376	812	0,00594	-26,11099 / -49,78534
49	Correia Pinto	BR-116 km 237,899 a 238,117	232	0,02369	895	0,00431	-27,74062 / -50,33527
50	Laguna	BR-101 km 307,124 a 307,708	676	0,02368	717	0,00814	-28,39862 / -48,78453
51	Mafra	BR-280 km 180,620 a 180,987	370	0,02366	623	0,00744	-26,17227 / -49,89465
52	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 484,995 a 485,502	476	0,02365	994	0,00526	-26,85618 / -52,24758

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
53	Guaramirim	BR-280 km 47,034 a 47,570	530	0,02358	1.115	0,00519	-26,45383 / -48,92123
54	Papanduva	BR-116 km 51,960 a 52,274	308	0,02358	1.095	0,00407	-26,39076 / -50,14761
55	Canoinhas	BR-280 km 240,008 a 240,155	159	0,02356	578	0,00628	-26,21760 / -50,45395
56	Garopaba	BR-101 km 261,660 a 262,169	489	0,02353	613	0,00818	-28,03369 / -48,70793
57	Rodeio	BR-470 km 80,644 a 81,062	404	0,02350	727	0,00680	-26,95010 / -49,32473
58	Pinhalzinho	BR-282 km 573,253 a 573,985	725	0,02344	1.311	0,00483	-26,87915 / -52,94921
59	Sangão	BR-101 km 366,097 a 366,880	773	0,02329	1.182	0,00485	-28,68610 / -49,15399
60	Saudades	BR-282 km 590,442 a 591,018	570	0,02326	958	0,00483	-26,82738 / -53,07917
61	Monte Castelo	BR-116 km 98,739 a 98,876	140	0,02320	657	0,00714	-26,70650 / -50,29252
62	Ponte Serrada	BR-282 km 466,887 a 467,074	173	0,02310	1.024	0,00577	-26,85439 / -52,09552
63	Lages	BR-282 km 214,879 a 215,532	661	0,02308	740	0,00719	-27,79367 / -50,28166
64	Mafra	BR-280 km 166,102 a 166,527	434	0,02306	649	0,00749	-26,17648 / -49,81634
65	Palhoça	BR-101 km 240,884 a 241,284	393	0,02292	804	0,00764	-27,86761 / -48,64614
66	Mafra	BR-280 km 147,795 a 148,148	372	0,02287	1.144	0,00471	-26,24762 / -49,67587
67	Garuva	BR-101 km 12,892 a 13,397	504	0,02283	829	0,00645	-26,09173 / -48,86439
68	Araranguá	BR-101 km 415,222 a 415,656	416	0,02281	1.843	0,00300	-28,95194 / -49,53083
69	Joinville	BR-101 km 32,789 a 34,153	757	0,02278	714	0,00792	-26,23418 / -48,91589
70	Canoinhas	BR-280 km 237,697 a 238,093	418	0,02274	700	0,00658	-26,20431 / -50,43726
71	Joinville	BR-101 km 23,921 a 24,542	628	0,02271	736	0,00717	-26,17730 / -48,90837
72	Porto Belo	BR-101 km 158,568 a 159,350	801	0,02249	639	0,00750	-27,19951 / -48,61512
73	São Francisco do Sul	BR-280 km 7,679 a 8,272	602	0,02242	720	0,00623	-26,27838 / -48,64594
74	Ponte Alta	BR-116 km 208,836 a 209,301	402	0,02238	903	0,00560	-27,49599 / -50,37011
75	Criciúma	BR-101 km 390,676 a 391,003	324	0,02238	571	0,00695	-28,79941 / -49,36149
76	Herval d'Oeste	BR-282 km 381,102 a 381,500	425	0,02236	558	0,00647	-27,20291 / -51,50175
77	Joinville	BR-101 km 23,035 a 23,541	515	0,02234	686	0,00631	-26,16840 / -48,90737
78	Içara	BR-101 km 376,102 a 376,495	415	0,02227	933	0,00602	-28,72711 / -49,24038
79	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 487,789 a 488,313	517	0,02223	1.003	0,00483	-26,86364 / -52,27052

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
80	Pinhalzinho	BR-282 km 586,896 a 587,423	541	0,02220	1.167	0,00555	-26,82941 / -53,04562
81	Chapecó	BR-480 km 131,275 a 131,708	417	0,02220	557	0,00660	-27,06241 / -52,63331
82	Palhoça	BR-101 km 244,009 a 244,367	350	0,02212	598	0,00785	-27,89461 / -48,64841
83	São Miguel do Oeste	BR-282 km 645,830 a 646,000	170	0,02209	433	0,00883	-26,76437 / -53,49628
84	Garuva	BR-101 km 10,536 a 10,964	435	0,02184	530	0,00690	-26,07038 / -48,86082
85	Imbituba	BR-101 km 280,816 a 281,678	807	0,02170	624	0,00682	-28,19137 / -48,69700
86	Imbituba	BR-101 km 268,719 a 269,175	438	0,02168	593	0,00799	-28,09399 / -48,70895
87	São José do Cerrito	BR-282 km 244,168 a 244,580	405	0,02159	2.067	0,00308	-27,73580 / -50,52018
88	Bocaina do Sul	BR-282 km 183,000 a 183,362	360	0,02155	1.001	0,00487	-27,73341 / -49,97021
89	Pinhalzinho	BR-282 km 574,702 a 575,039	337	0,02150	1.007	0,00371	-26,87234 / -52,95757
90	Santo Amaro da Imperatriz	BR-282 km 30,595 a 31,117	547	0,02149	986	0,00503	-27,69406 / -48,79361
91	Guaraciaba	BR-163 km 89,999 a 90,097; km 90,266 a 90,332	163	0,02147	697	0,00767	-26,56483 / -53,50933
92	Joinville	BR-101 km 55,719 a 56,237	629	0,02145	452	0,00755	-26,43234 / -48,82163
93	Lages	BR-282 km 211,916 a 212,187; km 212,220 a 212,452	502	0,02141	553	0,00946	-27,78295 / -50,25353
94	Garuva	BR-101 km 13,717 a 14,327	609	0,02135	726	0,00780	-26,09925 / -48,86822
95	Jaraguá do Sul	BR-280 km 68,485 a 68,870	387	0,02132	1.159	0,00388	-26,46808 / -49,11863
96	Garuva	BR-101 km 2,688 a 3,164	457	0,02132	832	0,00656	-26,00370 / -48,87218
97	Lages	BR-282 km 209,007 a 209,362	352	0,02132	736	0,00640	-27,77715 / -50,22324
98	Santa Cecília	BR-116 km 140,724 a 141,009	270	0,02128	933	0,00463	-26,97215 / -50,40432
99	Mafra	BR-116 km 10,965 a 11,174	211	0,02128	551	0,00709	-26,17673 / -49,85858
100	Joinville	BR-101 km 50,113 a 50,663	700	0,02108	638	0,00715	-26,37997 / -48,85188
101	Joinville	BR-101 km 53,533 a 53,929	510	0,02107	511	0,00784	-26,41125 / -48,83650
102	Apiúna	BR-470 km 94,463 a 94,925	479	0,02087	1.071	0,00417	-27,01122 / -49,37244
103	Curitibanos	BR-470 km 250,760 a 251,034	288	0,02085	797	0,00782	-27,31249 / -50,57810
104	Herval d'Oeste	BR-282 km 376,512 a 377,044	519	0,02071	574	0,00626	-27,21798 / -51,46755
105	Campos Novos	BR-470 km 299,761 a 299,972	206	0,02067	1.183	0,00608	-27,37235 / -51,04565
106	Paulo Lopes	BR-101 km 257,024 a 257,677	630	0,02065	653	0,00754	-27,99935 / -48,68894

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
107	Curitiba	BR-470 km 260,029 a 260,287	267	0,02059	1.016	0,00374	-27,30147 / -50,67198
108	Paulo Lopes	BR-101 km 247,936 a 248,477	523	0,02057	1.513	0,00335	-27,92749 / -48,65890
109	Lages	BR-282 km 231,059 a 231,553	474	0,02057	1.132	0,00475	-27,78732 / -50,43686
110	Araquari	BR-101 km 66,127 a 66,635	499	0,02054	514	0,00702	-26,47896 / -48,73831
111	Xanxerê	BR-282 km 511,581 a 512,201	612	0,02041	784	0,00694	-26,91023 / -52,47132
112	Sangão	BR-101 km 355,934 a 356,845	840	0,02025	576	0,00685	-28,62688 / -49,08306
113	Araquari	BR-101 km 74,173 a 74,741	573	0,02006	914	0,00436	-26,54685 / -48,71295
114	Ponte Alta	BR-116 km 192,707 a 193,134	429	0,01983	935	0,00408	-27,37092 / -50,43009
115	Papanduva	BR-116 km 58,692 a 59,198	498	0,01957	1.121	0,00452	-26,37938 / -50,20742
116	Sangão	BR-101 km 361,696 a 362,231	538	0,01950	638	0,00696	-28,66702 / -49,11625
117	Pinhalzinho	BR-282 km 584,666 a 585,221	557	0,01932	2.020	0,00314	-26,83131 / -53,02545
118	Mafra	BR-116 km 9,005 a 9,135	130	0,01929	415	0,00772	-26,16322 / -49,84731
119	Apiúna	BR-470 km 95,206 a 95,991	817	0,01927	957	0,00398	-27,01912 / -49,37113
120	Joaçaba	BR-282 km 384,004 a 384,507	535	0,01917	405	0,00655	-27,20075 / -51,51533
121	Alfredo Wagner	BR-282 km 82,673 a 83,065	392	0,01914	759	0,00766	-27,66618 / -49,17591
122	São Cristóvão do Sul	BR-116 km 184,010 a 184,270; km 184,488 BR-470 km 233,337 a 233,351; km 233,704 a 233,823	380	0,01909	383	0,00724	-27,30103 / -50,42664
123	Laguna	BR-101 km 309,066 a 309,417	422	0,01896	404	0,00652	-28,41524 / -48,79459
124	Curitiba	BR-470 km 250,005 a 250,237	239	0,01885	576	0,00628	-27,31446 / -50,57106
125	Sangão	BR-101 km 363,671 a 364,184	495	0,01868	530	0,00656	-28,67673 / -49,13206
126	Ponte Alta	BR-116 km 205,759 a 206,067	308	0,01865	523	0,00649	-27,47242 / -50,38205
127	Santa Rosa do Sul	BR-101 km 448,143 a 448,460	308	0,01864	394	0,00648	-29,15839 / -49,73454
128	Xanxerê	BR-282 km 510,695 a 511,206	514	0,01849	562	0,00681	-26,90501 / -52,46413
129	Lages	BR-282 km 226,063 a 226,358	285	0,01841	927	0,00526	-27,79573 / -50,39090
130	São Bento do Sul	BR-280 km 119,914 a 120,601	681	0,01836	916	0,00404	-26,25942 / -49,44480
131	Joinville	BR-101 km 21,806 a 22,356	558	0,01793	665	0,00717	-26,15710 / -48,90783
132	Irani	BR-153 km 74,881 a 75,429	548	0,01780	1.691	0,00274	-27,08624 / -51,90991

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
133	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 482,782 a 483,195	381	0,01769	1.243	0,00393	-26,86203 / -52,22796
134	Lages	BR-282 km 202,985 a 203,324	339	0,01769	1.218	0,00442	-27,76725 / -50,16365
135	Mafra	BR-280 km 148,979 a 149,485	498	0,01757	1.263	0,00402	-26,23803 / -49,68163
136	Vargem	BR-282 km 295,277 a 295,527	243	0,01752	906	0,00515	-27,53458 / -50,87123
137	Jaguaruna	BR-101 km 349,885 a 350,568	668	0,01646	590	0,00636	-28,58950 / -49,04583
138	Alfredo Wagner	BR-282 km 109,776 a 110,048	276	0,01449	581	0,00634	-27,72666 / -49,36016

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

APÊNDICE D – Relação de Clusters Identificados no Nível de Risco Baixo

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
1	Nova Itaberaba	BR-282 km 557,617 a 558,033	411	0,02372	1.056	0,00365	-26,93118 / -52,82733
2	Nova Itaberaba	BR-282 km 554,796 a 555,231	423	0,02363	817	0,00591	-26,93640 / -52,80194
3	São Bento do Sul	BR-280 km 116,668 a 116,986	309	0,02346	875	0,00404	-26,27525 / -49,42127
4	Jaraguá do Sul	BR-280 km 73,864 a 74,587	709	0,02328	863	0,00423	-26,45866 / -49,17093
5	Mafra	BR-280 km 189,646 a 189,955	337	0,02302	1.084	0,00297	-26,17771 / -49,97849
6	Rancho Queimado	BR-282 km 56,633 a 57,029	387	0,02261	712	0,00517	-27,68797 / -48,99610
7	Araquari	BR-101 km 69,269 a 69,638	368	0,02244	554	0,00612	-26,50456 / -48,72718
8	Gaspar	BR-470 km 33,474 a 34,147	673	0,02228	610	0,00594	-26,90999 / -48,94827
9	Ilhota	BR-470 km 15,662 a 16,067	415	0,02227	816	0,00602	-26,84166 / -48,79281
10	Ponte Serrada	BR-282 km 462,883 a 463,435	520	0,02212	739	0,00529	-26,85444 / -52,06078
11	Sombrio	BR-101 km 440,086 a 440,583	466	0,02202	742	0,00483	-29,12455 / -49,66833
12	Paulo Lopes	BR-101 km 249,472 a 250,001	502	0,02193	691	0,00598	-27,93969 / -48,66461
13	Imbituba	BR-101 km 282,851 a 283,637	735	0,02178	533	0,00613	-28,20731 / -48,69885
14	Imbituba	BR-101 km 286,202 a 287,063	803	0,02149	702	0,00405	-28,23581 / -48,70115
15	Mafra	BR-280 km 167,069 a 167,713	680	0,02133	578	0,00515	-26,16636 / -49,81812
16	Jaguaruna	BR-101 km 354,612 a 355,367	699	0,02111	692	0,00608	-28,61987 / -49,07286
17	Sombrio	BR-101 km 426,626 a 427,029	393	0,02100	697	0,00382	-29,03139 / -49,60507
18	Brunópolis	BR-470 km 274,984 a 275,237	262	0,02099	875	0,00382	-27,32942 / -50,81437
19	Mafra	BR-280 km 152,155 a 152,520	370	0,02096	913	0,00338	-26,22643 / -49,70712
20	Descanso	BR-282 km 638,699 a 639,031	336	0,02082	605	0,00520	-26,79398 / -53,45059
21	Sombrio	BR-101 km 431,708 a 432,101	398	0,02072	574	0,00565	-29,07237 / -49,62684
22	Concórdia	BR-153 km 97,017 a 97,476; km 97,501 a 97,518	496	0,02068	638	0,00555	-27,22277 / -51,94930
23	Brunópolis	BR-470 km 269,850 a 270,035	194	0,02061	592	0,00515	-27,31895 / -50,76652
24	Ponte Serrada	BR-282 km 453,971 a 454,392	461	0,02060	829	0,00434	-26,89030 / -51,98635
25	Vargem	BR-282 km 308,605 a 309,104	487	0,02052	884	0,00359	-27,49487 / -50,96412
26	São Bento do Sul	BR-280 km 115,640 a 115,991	342	0,02045	748	0,00511	-26,28165 / -49,41558
27	Pinhalzinho	BR-282 km 581,005 a 581,381	357	0,02032	1.150	0,00350	-26,83076 / -52,99567
28	Herval d'Oeste	BR-282 km 378,902 a 379,122	211	0,02018	550	0,00594	-27,21464 / -51,48897
29	Santa Rosa do Sul	BR-101 km 444,213 a 444,921	672	0,02008	725	0,00446	-29,13551 / -49,70800
30	Araquari	BR-101 km 79,079 a 79,555	485	0,02008	677	0,00618	-26,58803 / -48,72184
31	Mafra	BR-280 km 188,562 a 188,988	426	0,01997	583	0,00587	-26,17490 / -49,96953
32	Vargem Bonita	BR-282 km 434,684 a 434,973	276	0,01993	986	0,00362	-26,97309 / -51,84029

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
33	Capão Alto	BR-116 km 267,586; km 267,608 a 268,238	615	0,01991	859	0,00406	-27,95771 / -50,48641
34	São José do Cerrito	BR-282 km 260,546 a 260,767	201	0,01987	684	0,00497	-27,64417 / -50,59440
35	Imbituba	BR-101 km 296,805 a 297,494	629	0,01987	564	0,00556	-28,31445 / -48,72468
36	Agronômica	BR-470 km 151,004 a 151,317	315	0,01986	1.366	0,00318	-27,26136 / -49,72061
37	Imbituba	BR-101 km 276,665 a 277,272	567	0,01983	734	0,00529	-28,15533 / -48,69258
38	Palhoça	BR-101 km 236,637 a 237,199	543	0,01978	834	0,00460	-27,83463 / -48,63086
39	Mafra	BR-280 km 141,123 a 141,501	367	0,01975	993	0,00341	-26,25581 / -49,62376
40	Cunha Porã	BR-282 km 600,043 a 600,300	266	0,01972	851	0,00563	-26,81578 / -53,16452
41	Saudades	BR-282 km 593,047 a 593,543	508	0,01969	630	0,00492	-26,82510 / -53,10345
42	Monte Castelo	BR-116 km 106,874 a 107,590	699	0,01967	837	0,00358	-26,75508 / -50,33028
43	Ponte Serrada	BR-282 km 444,169 a 444,868	805	0,01956	709	0,00559	-26,91244 / -51,90518
44	Garopaba	BR-101 km 259,521 a 260,026	482	0,01921	561	0,00519	-28,01910 / -48,69617
45	Içara	BR-101 km 370,130 a 370,205; km 370,398 a 370,772	443	0,01918	516	0,00564	-28,69924 / -49,19137
46	Campos Novos	BR-282 km 328,467 a 328,999	548	0,01915	978	0,00274	-27,37849 / -51,09464
47	Vargem Bonita	BR-282 km 422,318 a 422,610	289	0,01900	787	0,00346	-26,99817 / -51,74891
48	Indaial	BR-470 km 73,584 a 74,233	672	0,01897	609	0,00558	-26,91561 / -49,28034
49	Nova Erechim	BR-282 km 562,047 a 562,574	541	0,01895	906	0,00370	-26,91866 / -52,86245
50	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 486,002 a 486,401	370	0,01894	612	0,00474	-26,85570 / -52,25633
51	Gaspar	BR-470 km 30,952 a 31,572	622	0,01891	694	0,00563	-26,89845 / -48,92547
52	São Bento do Sul	BR-280 km 111,465 a 111,488; km 111,509 a 111,709	225	0,01890	801	0,00556	-26,30816 / -49,38850
53	Mafra	BR-280 km 153,140 a 153,507	384	0,01889	1.163	0,00326	-26,21991 / -49,71333
54	Rio Negrinho	BR-280 km 132,565 a 132,887; km 132,907 a 133,014	450	0,01889	706	0,00389	-26,26762 / -49,55338
56	Santa Rosa do Sul	BR-101 km 445,097 a 445,473	358	0,01888	706	0,00420	-29,13838 / -49,71450
55	São Francisco do Sul	BR-280 km 2,444 a 3,017	596	0,01888	603	0,00504	-26,24236 / -48,61699
57	Maracajá	BR-101 km 404,277 a 405,022	769	0,01885	688	0,00618	-28,88496 / -49,46276
58	Correia Pinto	BR-116 km 218,144 a 219,005	784	0,01881	621	0,00542	-27,56638 / -50,37450
59	Araquari	BR-101 km 77,133 a 77,426	293	0,01880	550	0,00598	-26,56952 / -48,72086
60	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 480,522 a 480,968	413	0,01878	1.264	0,00242	-26,86580 / -52,20737
61	Sombrio	BR-101 km 439,056 a 439,675	575	0,01869	590	0,00565	-29,12392 / -49,65911
62	Imbituba	BR-101 km 290,579 a 291,357	725	0,01863	595	0,00517	-28,27062 / -48,70078
63	Joaçaba	BR-282 km 402,813 a 402,995	175	0,01855	391	0,00571	-27,10921 / -51,63511
64	Gaspar	BR-470 km 1,112 a 1,413	324	0,01853	493	0,00463	-26,92485 / -48,95889
65	Palhoça	BR-101 km 238,751 a 239,203	419	0,01851	445	0,00597	-27,85032 / -48,63956
66	Araquari	BR-101 km 75,169 a 75,630	446	0,01850	521	0,00561	-26,55340 / -48,71853
68	Ilhota	BR-470 km 26,732 a 27,349	613	0,01834	805	0,00611	-26,89119 / -48,88509

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
67	Tijucas	BR-101 km 169,737 a 169,973	232	0,01834	595	0,00539	-27,29568 / -48,63131
69	Guaramirim	BR-280 km 42,909 a 43,336	423	0,01832	843	0,00473	-26,45129 / -48,87881
70	Alfredo Wagner	BR-282 km 98,889 a 99,159	259	0,01832	713	0,00386	-27,70041 / -49,28848
71	Trombudo Central	BR-470 km 164,606 a 165,023	411	0,01825	768	0,00365	-27,27670 / -49,84320
72	Campos Novos	BR-282 km 345,939 a 346,151	206	0,01820	359	0,00485	-27,36886 / -51,25460
73	São Cristóvão do Sul	BR-116 km 180,086 a 180,449	371	0,01819	728	0,00606	-27,27207 / -50,44093
74	Criciúma	BR-101 km 395,768 a 396,263	496	0,01815	512	0,00605	-28,82484 / -49,40496
75	Biguaçu	BR-101 km 183,502 a 184,072	606	0,01814	543	0,00577	-27,41496 / -48,62685
76	Capão Alto	BR-116 km 308,701 a 309,121	416	0,01801	388	0,00540	-28,19783 / -50,75872
77	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 234,806 a 235,008	181	0,01800	510	0,00554	-27,30231 / -50,43882
78	Concórdia	BR-153 km 95,656 a 96,038	403	0,01799	460	0,00496	-27,21066 / -51,95190
79	Içara	BR-101 km 373,777 a 374,479	683	0,01794	731	0,00476	-28,71462 / -49,22331
80	Araquari	BR-280 km 41,621 a 42,046	421	0,01783	444	0,00535	-26,45052 / -48,86630
81	Santo Amaro da Imperatriz	BR-282 km 23,583 a 24,104	535	0,01776	793	0,00514	-27,68386 / -48,74370
82	Brunópolis	BR-470 km 270,816 a 271,246	480	0,01771	938	0,00208	-27,32259 / -50,77596
83	Apiúna	BR-470 km 106,121 a 106,843	693	0,01769	1.328	0,00361	-27,07624 / -49,42817
84	Paulo Lopes	BR-101 km 245,000; km 245,000 a 245,744	736	0,01767	619	0,00442	-27,90519 / -48,64922
85	Corupá	BR-280 km 96,625 a 97,326	638	0,01763	660	0,00470	-26,38295 / -49,32201
86	Campos Novos	BR-282 km 341,975 a 342,403	413	0,01757	664	0,00364	-27,39007 / -51,22425
87	Águas Mornas	BR-282 km 35,001 a 35,518	527	0,01755	476	0,00474	-27,70209 / -48,82830
88	Rio Negrinho	BR-280 km 136,069 a 136,432	357	0,01753	757	0,00280	-26,26923 / -49,58287
89	Iraceminha	BR-282 km 619,564 a 619,960	400	0,01751	702	0,00438	-26,79828 / -53,30669
91	Araquari	BR-280 km 17,556 a 17,851	300	0,01750	597	0,00500	-26,36309 / -48,66379
90	Nova Erechim	BR-282 km 565,180 a 565,491	300	0,01750	529	0,00500	-26,89890 / -52,87858
92	São Francisco do Sul	BR-280 km 11,509 a 11,988	490	0,01734	734	0,00357	-26,31148 / -48,64379
93	Erval Velho	BR-282 km 372,795 a 373,160	390	0,01731	709	0,00385	-27,24439 / -51,44810
94	Governador Celso Ramos	BR-101 km 177,651 a 178,078	419	0,01729	537	0,00477	-27,36344 / -48,63366
95	Capão Alto	BR-116 km 304,887 a 305,361	449	0,01728	763	0,00223	-28,19911 / -50,72588
96	Maravilha	BR-282 km 613,915 a 614,291	364	0,01716	869	0,00274	-26,76931 / -53,26519
97	Guaraciaba	BR-163 km 93,643 a 94,085	453	0,01709	754	0,00386	-26,53459 / -53,52160
98	Gaspar	BR-470 km 41,640 a 42,372	731	0,01709	677	0,00479	-26,87564 / -49,00514
99	Herval d'Oeste	BR-282 km 381,878 a 382,723	865	0,01706	653	0,00318	-27,19667 / -51,50479
100	Águas Mornas	BR-282 km 39,516 a 40,024	516	0,01697	622	0,00533	-27,71530 / -48,86806
101	Biguaçu	BR-101 km 182,557 a 183,113	590	0,01694	545	0,00550	-27,40586 / -48,62865
102	Catanduvas	BR-282 km 407,572 a 408,018	487	0,01693	569	0,00359	-27,07724 / -51,66320

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
103	Araquari	BR-101 km 67,990 a 68,447	459	0,01690	454	0,00436	-26,49419 / -48,73306
104	Lages	BR-116 km 246,541 a 247,108	577	0,01689	375	0,00563	-27,81172 / -50,36823
105	São Bento do Sul	BR-280 km 117,938 a 118,179	237	0,01684	747	0,00421	-26,26569 / -49,42531
106	Papanduva	BR-116 km 52,737 a 53,239	491	0,01679	652	0,00610	-26,39339 / -50,15578
107	Biguaçu	BR-101 km 181,767 a 182,364; km 182,419 a 182,421	566	0,01679	490	0,00618	-27,39951 / -48,63003
108	Maracajá	BR-101 km 399,826 a 400,612	820	0,01678	505	0,00397	-28,85099 / -49,43630
109	Maracajá	BR-101 km 396,982 a 397,637	657	0,01674	511	0,00532	-28,83249 / -49,41542
110	São José do Cedro	BR-163 km 103,651 a 103,876; km 103,900 a 103,998	330	0,01664	495	0,00530	-26,45525 / -53,51041
111	Cordilheira Alta	BR-282 km 534,284 a 534,998 BR-480 km 123,695	692	0,01663	698	0,00470	-26,99693 / -52,64024
112	Paulo Lopes	BR-101 km 266,609 a 267,083	466	0,01662	771	0,00429	-28,07596 / -48,71254
113	Alfredo Wagner	BR-282 km 103,672 a 103,782; km 103,911 a 104,119	302	0,01656	519	0,00414	-27,69597 / -49,33262
114	Rio Negrinho	BR-280 km 139,058 a 139,430	363	0,01652	556	0,00413	-26,25425 / -49,60433
115	Garuva	BR-101 km 0,684 a 1,193	500	0,01649	422	0,00599	-25,98973 / -48,88307
116	Alfredo Wagner	BR-282 km 105,448 a 106,074	623	0,01646	821	0,00321	-27,69635 / -49,34547
117	Iraceminha	BR-282 km 618,520 a 619,086	562	0,01645	655	0,00445	-26,79417 / -53,29881
118	Rancho Queimado	BR-282 km 67,444 a 67,967	517	0,01645	397	0,00484	-27,69185 / -49,07330
119	Nova Erechim	BR-282 km 570,533 a 570,969	426	0,01644	796	0,00587	-26,89376 / -52,92565
120	Corupá	BR-280 km 92,504 a 92,795	274	0,01640	664	0,00547	-26,39273 / -49,30126
121	Apiúna	BR-470 km 98,638 a 99,418	779	0,01638	617	0,00482	-27,03978 / -49,39483
122	Laguna	BR-101 km 310,000 a 310,390	459	0,01634	592	0,00490	-28,42444 / -48,79993
123	Sombrio	BR-101 km 438,001 a 438,741	689	0,01633	700	0,00327	-29,12357 / -49,64979
124	Imbituba	BR-101 km 269,914 a 270,210	291	0,01632	623	0,00601	-28,10199 / -48,70407
125	Trombudo Central	BR-470 km 158,482 a 158,488; km 158,503 a 159,337	830	0,01626	494	0,00452	-27,28598 / -49,78619
126	São José do Cerrito	BR-282 km 256,126 a 256,829	631	0,01625	614	0,00238	-27,67001 / -50,58263
127	Laguna	BR-101 km 310,973 a 311,649	786	0,01622	777	0,00382	-28,43519 / -48,80764
128	Campos Novos	BR-282 km 342,950 a 343,369	417	0,01620	868	0,00540	-27,38698 / -51,23325
129	Laguna	BR-101 km 314,361 a 314,879	586	0,01620	762	0,00341	-28,43578 / -48,84094
130	Chapecó	BR-282 km 547,281 a 547,577	293	0,01619	850	0,00341	-26,97452 / -52,74426
131	Garopaba	BR-101 km 260,599 a 261,066	448	0,01618	454	0,00446	-28,02594 / -48,70300
132	Ibirama	BR-470 km 111,517 a 112,030	511	0,01614	410	0,00440	-27,09810 / -49,46241
133	Correia Pinto	BR-116 km 229,631 a 230,009	403	0,01612	1.175	0,00310	-27,66310 / -50,33627
134	São Miguel do Oeste	BR-282 km 644,544 a 644,990	435	0,01610	481	0,00575	-26,76548 / -53,48550
135	Lontras	BR-470 km 130,790 a 131,235	637	0,01609	526	0,00432	-27,16831 / -49,56164
136	Paulo Lopes	BR-101 km 255,531 a 255,980	436	0,01604	675	0,00573	-27,98931 / -48,67964

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
137	Corupá	BR-280 km 88,412 a 89,223	752	0,01596	475	0,00399	-26,40654 / -49,28449
138	São Bento do Sul	BR-280 km 103,189 a 103,576	345	0,01595	395	0,00508	-26,36225 / -49,35477
139	Curitibanos	BR-470 km 267,625 a 268,049	440	0,01591	1.236	0,00227	-27,31177 / -50,74695
140	Canoinhas	BR-280 km 251,523 a 251,998	488	0,01588	602	0,00256	-26,25939 / -50,56002
141	Alfredo Wagner	BR-282 km 97,889 a 98,433	552	0,01586	765	0,00272	-27,70023 / -49,28187
142	Apiúna	BR-470 km 108,606 a 108,925	300	0,01585	455	0,00417	-27,08383 / -49,44796
143	Erval Velho	BR-282 km 361,196 a 361,592	395	0,01582	580	0,00253	-27,30984 / -51,37412
144	Pouso Redondo	BR-470 km 186,878 a 187,174	301	0,01581	307	0,00416	-27,26050 / -50,05246
145	Bom Retiro	BR-282 km 163,042 a 163,452	411	0,01580	766	0,00304	-27,73020 / -49,78457
146	Irani	BR-153 km 80,590 a 80,964	349	0,01578	779	0,00287	-27,12068 / -51,92171
147	Três Barras	BR-280 km 226,405 a 226,995	588	0,01574	576	0,00298	-26,18210 / -50,32888
148	Içara	BR-101 km 382,966 a 383,566	589	0,01571	578	0,00552	-28,76529 / -49,29539
149	Pouso Redondo	BR-470 km 190,545 a 191,215	685	0,01569	717	0,00474	-27,28410 / -50,07595
150	Santa Cecília	BR-116 km 156,111 a 156,509	398	0,01569	568	0,00251	-27,08206 / -50,43729
151	Imbituba	BR-101 km 285,149 a 285,882	686	0,01567	372	0,00474	-28,22571 / -48,70112
152	Trombudo Central	BR-470 km 162,538 a 163,008	467	0,01552	541	0,00428	-27,27924 / -49,82448
153	Pouso Redondo	BR-470 km 167,737 a 168,456	712	0,01546	682	0,00386	-27,26693 / -49,87312
155	Catanduvas	BR-282 km 412,683 a 413,121	422	0,01540	1.121	0,00296	-27,05384 / -51,69733
154	Canoinhas	BR-280 km 241,819 a 242,067	260	0,01540	603	0,00385	-26,23222 / -50,46624
157	Guarujá do Sul	BR-163 km 110,780 a 111,258	472	0,01537	761	0,00265	-26,39602 / -53,52368
156	Araquari	BR-280 km 18,739 a 19,121	358	0,01537	403	0,00489	-26,36931 / -48,67252
158	São Bento do Sul	BR-280 km 100,836 a 101,606	718	0,01533	838	0,00383	-26,36452 / -49,34073
159	São João do Sul	BR-101 km 455,777 a 456,241	490	0,01531	483	0,00357	-29,22170 / -49,75979
160	Paulo Lopes	BR-101 km 246,392 a 246,987	573	0,01528	746	0,00349	-27,91624 / -48,65276
161	Catanduvas	BR-282 km 415,598 a 416,028	410	0,01523	555	0,00244	-27,03806 / -51,71705
162	Araranguá	BR-101 km 426,015; km 426,171 a 426,448	266	0,01504	336	0,00376	-29,02781 / -49,60174
163	Corupá	BR-280 km 90,114 a 91,233	1.048	0,01503	1.195	0,00358	-26,39643 / -49,29482
164	Agronômica	BR-470 km 152,294 a 152,975	698	0,01503	672	0,00322	-27,27026 / -49,73169
166	Concórdia	BR-153 km 98,735 a 99,263	517	0,01500	602	0,00387	-27,23533 / -51,95128
165	Canoinhas	BR-280 km 236,911 a 237,279	400	0,01500	553	0,00375	-26,19822 / -50,43171
167	Corupá	BR-280 km 81,380 a 82,040	650	0,01500	418	0,00385	-26,43719 / -49,23822
168	São Francisco do Sul	BR-280 km 14,602 a 14,993	401	0,01497	718	0,00374	-26,33739 / -48,65442
169	Garuva	BR-101 km 14,714 a 15,417	703	0,01494	460	0,00534	-26,10738 / -48,87272
170	Caibi	BR-158 km 129,660 a 130,169	520	0,01490	782	0,00192	-27,00102 / -53,22621
171	Xaxim	BR-282 km 517,796 a 518,370	554	0,01490	449	0,00451	-26,94465 / -52,51026

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
172	Ilhota	BR-470 km 15,067 a 15,445	370	0,01485	495	0,00472	-26,83987 / -48,78694
173	Santa Rosa do Sul	BR-101 km 450,469 a 450,954	490	0,01481	597	0,00255	-29,17469 / -49,75090
174	Joaçaba	BR-282 km 395,064 a 395,896	795	0,01477	456	0,00377	-27,15665 / -51,59637
175	Trombudo Central	BR-470 km 163,651 a 164,180	525	0,01476	475	0,00476	-27,27862 / -49,83518
176	Imbituba	BR-101 km 295,352 a 295,982	577	0,01473	662	0,00303	-28,30336 / -48,72000
177	Campos Novos	BR-470 km 319,733 a 320,152	408	0,01472	1.097	0,00368	-27,41244 / -51,23177
178	Curitibanos	BR-470 km 245,567 a 246,390	732	0,01468	764	0,00341	-27,31519 / -50,53252
179	Xanxerê	BR-282 km 508,382 a 509,146	750	0,01467	795	0,00467	-26,88909 / -52,45449
180	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 209,637 a 209,932	291	0,01463	389	0,00430	-27,30203 / -50,21784
181	Mafra	BR-280 km 187,229 a 188,000	787	0,01462	514	0,00413	-26,16950 / -49,96003
182	Tubarão	BR-101 km 343,732 a 344,163	428	0,01460	419	0,00409	-28,53459 / -49,05391
183	Xaxim	BR-282 km 513,898 a 514,508	602	0,01453	427	0,00581	-26,91700 / -52,49220
184	Garopaba	BR-101 km 262,421 a 263,190	741	0,01451	430	0,00472	-28,04098 / -48,71224
185	Imbituba	BR-101 km 268,017 a 268,281	261	0,01438	370	0,00575	-28,08651 / -48,71060
186	Sombrio	BR-101 km 433,363 a 434,032	678	0,01437	376	0,00442	-29,08787 / -49,63151
187	Concórdia	BR-153 km 110,549 a 111,019	470	0,01437	352	0,00479	-27,31867 / -51,98544
188	Pouso Redondo	BR-470 km 182,523 a 183,131	594	0,01430	674	0,00421	-27,25231 / -50,01317
189	Araquari	BR-280 km 39,794 a 40,289	490	0,01430	521	0,00357	-26,44951 / -48,84837
190	São José do Cedro	BR-163 km 99,714 a 100,248	543	0,01427	746	0,00322	-26,48672 / -53,50397
191	Cordilheira Alta	BR-282 km 529,340 a 530,103	754	0,01426	340	0,00531	-26,98506 / -52,60368
192	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 223,100 a 223,972	913	0,01425	539	0,00438	-27,32357 / -50,33929
193	São José do Cerrito	BR-282 km 252,633 a 253,046	439	0,01423	662	0,00228	-27,68656 / -50,56586
194	São José do Cerrito	BR-282 km 279,170 a 279,758	581	0,01419	597	0,00258	-27,58652 / -50,73823
195	Saudades	BR-282 km 587,870 a 588,176	300	0,01414	459	0,00416	-26,82629 / -53,05296
196	São Miguel do Oeste	BR-163 km 73,995 a 74,636	637	0,01413	468	0,00471	-26,69938 / -53,51428
197	Rio Negrinho	BR-280 km 139,947 a 140,651	675	0,01407	540	0,00333	-26,25413 / -49,61518
198	São José do Cedro	BR-163 km 105,477 a 105,991	516	0,01404	504	0,00387	-26,43939 / -53,51589
199	Campos Novos	BR-282 km 353,136 a 353,468	321	0,01401	296	0,00467	-27,35930 / -51,32108
200	Lages	BR-282 km 191,990 a 192,296	304	0,01399	458	0,00412	-27,74325 / -50,05645
201	Bocaina do Sul	BR-282 km 166,847; km 166,902 a 167,316	412	0,01397	440	0,00486	-27,74860 / -49,81777
202	Laguna	BR-101 km 313,707 a 314,009	340	0,01396	357	0,00514	-28,43834 / -48,83233
204	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 220,978 a 221,382	394	0,01395	522	0,00254	-27,31457 / -50,31881
203	Capão Alto	BR-116 km 275,029 a 275,445	412	0,01395	506	0,00303	-28,00382 / -50,53814
205	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 478,014 a 478,265	234	0,01390	397	0,00428	-26,87830 / -52,18784
206	Cordilheira Alta	BR-282 km 533,356 a 534,014	630	0,01388	574	0,00436	-26,99662 / -52,63177

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
207	Bocaina do Sul	BR-282 km 173,912 a 174,568	649	0,01386	586	0,00462	-27,74288 / -49,88509
209	Cunha Porã	BR-158 km 116,062 a 116,660	614	0,01384	627	0,00163	-26,89827 / -53,19037
208	Correia Pinto	BR-116 km 226,063 a 226,285	235	0,01384	478	0,00426	-27,62838 / -50,34119
210	Guaraciaba	BR-163 km 91,603 a 92,018	418	0,01377	506	0,00299	-26,55266 / -53,51610
211	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 492,567 a 492,940	345	0,01376	239	0,00724	-26,87018 / -52,30832
212	Mafra	BR-116 km 9,555 a 10,017	473	0,01375	531	0,00265	-26,16651 / -49,85316
214	Pouso Redondo	BR-470 km 178,765 a 179,307	528	0,01373	553	0,00379	-27,24793 / -49,97784
213	Alfredo Wagner	BR-282 km 89,826 a 90,429	619	0,01373	539	0,00404	-27,68447 / -49,22321
216	Xaxim	BR-282 km 520,126 a 520,923	767	0,01368	510	0,00391	-26,94988 / -52,53083
215	Lages	BR-282 km 213,988 a 214,440	457	0,01368	447	0,00383	-27,78988 / -50,27270
217	Apiúna	BR-470 km 103,369 a 104,288	878	0,01367	343	0,00370	-27,06205 / -49,41095
218	São Francisco do Sul	BR-280 km 0,621 a 1,014	403	0,01365	451	0,00434	-26,23626 / -48,62913
219	Brunópolis	BR-470 km 280,991 a 281,407	440	0,01363	556	0,00341	-27,33533 / -50,87527
220	Paulo Lopes	BR-101 km 253,908 a 254,427	514	0,01362	445	0,00486	-27,97499 / -48,67946
221	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 488,515 a 488,919	404	0,01361	609	0,00433	-26,86860 / -52,27354
222	Erval Velho	BR-282 km 358,780 a 359,230	479	0,01358	527	0,00261	-27,32659 / -51,35980
223	Araranguá	BR-101 km 406,629 a 406,950	332	0,01357	349	0,00452	-28,90096 / -49,47537
224	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 483,736 a 484,016	258	0,01356	440	0,00484	-26,86162 / -52,23657
225	Criciúma	BR-101 km 391,998 a 392,613	609	0,01355	487	0,00493	-28,80620 / -49,37365
226	Pouso Redondo	BR-470 km 170,418 a 170,995	592	0,01351	489	0,00338	-27,26200 / -49,89824
227	São Bento do Sul	BR-280 km 113,865 a 114,414	556	0,01348	887	0,00270	-26,29041 / -49,40368
228	Campos Novos	BR-282 km 357,942 a 358,248	298	0,01343	814	0,00336	-27,33118 / -51,35316
229	Sangão	BR-101 km 360,667 a 361,165	523	0,01338	399	0,00478	-28,65907 / -49,11034
230	Descanso	BR-282 km 635,893 a 636,103	206	0,01337	269	0,00608	-26,81417 / -53,43405
231	Alfredo Wagner	BR-282 km 91,904 a 92,383	506	0,01335	580	0,00445	-27,69942 / -49,23610
232	Nova Erechim	BR-282 km 572,376 a 572,813	431	0,01334	480	0,00464	-26,88319 / -52,93954
233	Pescaria Brava	BR-101 km 317,431 a 318,078	619	0,01333	406	0,00404	-28,42874 / -48,86894
234	Dionísio Cerqueira	BR-163 km 1,198 a 1,670	469	0,01331	525	0,00373	-26,26714 / -53,62701
235	Irani	BR-153 km 67,449 a 67,929	488	0,01331	516	0,00256	-27,03125 / -51,87986
236	Itaiópolis	BR-116 km 31,877 a 32,123	244	0,01330	462	0,00409	-26,32236 / -49,98059
238	Três Barras	BR-280 km 210,853 a 211,325	470	0,01329	528	0,00213	-26,17651 / -50,17861
237	São Francisco do Sul	BR-280 km 1,582 a 2,050	470	0,01329	394	0,00372	-26,23558 / -48,62115
239	Lages	BR-282 km 212,848 a 213,393	546	0,01327	532	0,00366	-27,78540 / -50,26208
241	Içara	BR-101 km 389,002 a 389,403	397	0,01323	341	0,00378	-28,79110 / -49,34716
240	Monte Castelo	BR-116 km 105,488 a 105,806	302	0,01323	295	0,00331	-26,75655 / -50,31795

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
242	Capão Alto	BR-116 km 270,439 a 271,024	586	0,01322	856	0,00171	-27,97468 / -50,50695
243	Bocaina do Sul	BR-282 km 188,808 a 189,346	535	0,01309	690	0,00327	-27,73732 / -50,02697
244	Irani	BR-153 km 72,382 a 72,872	497	0,01308	496	0,00402	-27,06910 / -51,89892
245	Água Doce	BR-153 km 11,510 a 11,725	192	0,01304	378	0,00522	-26,68126 / -51,55959
246	Pescaria Brava	BR-101 km 322,287 a 323,181	845	0,01302	315	0,00503	-28,42847 / -48,91471
247	Cunha Porã	BR-158 km 119,534 a 120,114	597	0,01299	648	0,00168	-26,92411 / -53,19889
248	Campos Novos	BR-282 km 348,115 a 348,473	348	0,01293	763	0,00431	-27,36122 / -51,27427
249	Passo de Torres	BR-101 km 460,042 a 460,536	522	0,01292	387	0,00335	-29,25998 / -49,75636
250	Ponte Alta	BR-116 km 210,796 a 211,571	698	0,01290	517	0,00430	-27,51134 / -50,36482
251	Araranguá	BR-101 km 408,316 a 408,955	660	0,01288	312	0,00379	-28,91558 / -49,48685
252	Campos Novos	BR-282 km 349,037 a 349,298	253	0,01286	619	0,00396	-27,35807 / -51,28264
253	Campos Novos	BR-282 km 325,735 a 325,761; km 325,877 a 326,294 BR-470 km 301,999	448	0,01285	557	0,00447	-27,37447 / -51,06860
254	Ilhota	BR-470 km 18,511 a 18,968	487	0,01283	679	0,00359	-26,86097 / -48,81319
255	Santa Cecília	BR-116 km 119,043 a 119,394	333	0,01276	608	0,00375	-26,82543 / -50,36992
256	Canoinhas	BR-280 km 234,955 a 235,514	569	0,01274	491	0,00483	-26,19237 / -50,41444
257	Canoinhas	BR-280 km 252,506 a 252,969	473	0,01268	1.249	0,00317	-26,26508 / -50,56775
258	Catanduvas	BR-282 km 411,514 a 412,024	494	0,01266	322	0,00355	-27,05638 / -51,68735
260	Vargem Bonita	BR-282 km 420,798 a 421,570	790	0,01265	630	0,00221	-27,00477 / -51,73903
259	Joaçaba	BR-282 km 385,553 a 385,908	375	0,01265	334	0,00466	-27,18765 / -51,51828
261	Três Barras	BR-280 km 211,711 a 211,970	258	0,01261	443	0,00388	-26,17842 / -50,18658
262	São Bento do Sul	BR-280 km 118,977 a 119,324	338	0,01257	336	0,00370	-26,26444 / -49,43618
263	Trombudo Central	BR-470 km 160,596 a 161,016	419	0,01254	280	0,00358	-27,28528 / -49,80607
264	Campos Novos	BR-282 km 345,054 a 345,547	499	0,01253	833	0,00351	-27,37355 / -51,24822
265	Campos Novos	BR-282 km 349,978 a 350,185	200	0,01249	252	0,00499	-27,35859 / -51,29164
266	São José do Cerrito	BR-282 km 259,115 a 259,473	321	0,01247	550	0,00312	-27,65409 / -50,59519
267	Correia Pinto	BR-116 km 232,964 a 233,342	402	0,01244	572	0,00311	-27,69486 / -50,33612
268	São João do Sul	BR-101 km 457,172 a 457,594	442	0,01244	470	0,00226	-29,23379 / -49,75784
269	Lages	BR-116 km 239,005 a 239,383	403	0,01240	352	0,00496	-27,75223 / -50,33550
270	Passo de Torres	BR-101 km 461,676 a 462,019	363	0,01239	493	0,00413	-29,27527 / -49,75495
271	Cunha Porã	BR-282 km 597,060 a 597,408	343	0,01238	335	0,00364	-26,82896 / -53,13911
273	Santa Cecília	BR-116 km 141,666 a 142,120	446	0,01234	868	0,00224	-26,97823 / -50,39663
272	Mafra	BR-280 km 160,037 a 160,565	506	0,01234	575	0,00197	-26,20332 / -49,77174
274	Nova Itaberaba	BR-282 km 556,545 a 556,961	406	0,01233	343	0,00308	-26,93148 / -52,81692
275	Araquari	BR-280 km 37,541 a 37,971	426	0,01232	322	0,00352	-26,44808 / -48,82652

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
276	Bom Retiro	BR-282 km 155,495 a 155,922	428	0,01226	324	0,00350	-27,74765 / -49,71472
277	Bocaina do Sul	BR-282 km 187,996 a 188,428	429	0,01224	493	0,00350	-27,73714 / -50,01939
278	Alfredo Wagner	BR-282 km 95,884 a 96,402	512	0,01222	487	0,00195	-27,71100 / -49,26624
279	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 212,689 a 212,960	267	0,01216	342	0,00374	-27,30711 / -50,24562
281	Imbituba	BR-101 km 278,952 a 279,567	576	0,01215	466	0,00304	-28,17340 / -48,69481
280	Imbituba	BR-101 km 279,942 a 280,602	617	0,01215	301	0,00365	-28,18226 / -48,69592
282	Passo de Torres	BR-101 km 464,793 a 464,996	207	0,01209	341	0,00483	-29,29819 / -49,76905
283	Ponte Serrada	BR-153 km 36,023 a 36,593	559	0,01208	329	0,00403	-26,82158 / -51,72229
284	Palmitos	BR-158 km 140,415 a 140,768; km 140,850 a 141,062	541	0,01202	405	0,00370	-27,08004 / -53,22534
285	Concórdia	BR-153 km 100,718 a 101,041	333	0,01200	532	0,00300	-27,25088 / -51,95286
286	Mafra	BR-280 km 168,960 a 169,434	500	0,01200	468	0,00450	-26,15178 / -49,81267
287	Águas Mornas	BR-282 km 33,669 a 34,240	564	0,01197	450	0,00399	-27,70422 / -48,81714
288	Araranguá	BR-101 km 407,589 a 407,953	376	0,01197	362	0,00399	-28,90922 / -49,48200
290	Maravilha	BR-282 km 606,964 a 607,399	439	0,01197	315	0,00342	-26,77089 / -53,20831
289	Nova Erechim	BR-282 km 566,318 a 566,634	313	0,01197	228	0,00479	-26,90100 / -52,88966
291	Paulo Lopes	BR-101 km 250,469 a 251,059	564	0,01196	265	0,00399	-27,94696 / -48,67081
292	Içara	BR-101 km 377,980 a 378,613	650	0,01192	559	0,00269	-28,74247 / -49,25295
293	Criciúma	BR-101 km 394,021 a 394,481	462	0,01190	211	0,00433	-28,81432 / -49,39047
294	Lages	BR-282 km 228,704 a 229,142	420	0,01189	783	0,00297	-27,79103 / -50,41498
295	Sombrio	BR-101 km 427,689 a 428,056	358	0,01189	434	0,00350	-29,03939 / -49,61149
296	Vargem Bonita	BR-282 km 424,479 a 425,241	761	0,01183	336	0,00394	-26,98065 / -51,75630
297	Vargem Bonita	BR-282 km 427,861 a 428,303	445	0,01180	469	0,00337	-26,97753 / -51,78230
298	Lages	BR-282 km 234,262 a 234,710	429	0,01165	320	0,00291	-27,78357 / -50,46481
299	Campos Novos	BR-282 km 331,601 a 332,007	409	0,01162	458	0,00428	-27,39015 / -51,12398
300	Ilhota	BR-470 km 17,751 a 18,233	496	0,01160	236	0,00403	-26,85546 / -48,80882
301	São José do Cedro	BR-163 km 101,764 a 102,245	475	0,01157	524	0,00210	-26,46964 / -53,50578
302	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 235,623 a 236,141	476	0,01156	473	0,00368	-27,30260 / -50,44701
303	Ponte Alta do Norte	BR-116 km 165,875 a 166,091	218	0,01149	229	0,00460	-27,15924 / -50,46596
305	Santa Cecília	BR-116 km 116,883 a 117,241	371	0,01145	364	0,00337	-26,81925 / -50,35105
304	Rancho Queimado	BR-282 km 72,973 a 73,274	306	0,01145	238	0,00409	-27,68252 / -49,11463
306	Vargem	BR-282 km 302,443 a 303,218	787	0,01144	299	0,00381	-27,50993 / -50,92351
307	Irani	BR-153 km 73,869 a 74,373	503	0,01143	413	0,00249	-27,07988 / -51,90547
308	Água Doce	BR-153 km 4,173 a 4,464	284	0,01143	246	0,00352	-26,64179 / -51,51291
309	Ponte Alta do Norte	BR-116 km 168,746 a 169,457	725	0,01139	527	0,00207	-27,18632 / -50,46434
310	Campos Novos	BR-282 km 330,526 a 330,981	462	0,01137	292	0,00325	-27,38710 / -51,11369

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
		BR-470 km 306,975					
312	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 213,555 a 213,979	419	0,01134	645	0,00239	-27,30402 / -50,25499
311	Alfredo Wagner	BR-282 km 85,017 a 85,313	287	0,01134	619	0,00349	-27,66680 / -49,19373
313	Correia Pinto	BR-116 km 233,944 a 234,422	508	0,01133	535	0,00246	-27,70463 / -50,33521
314	Paulo Lopes	BR-101 km 258,665 a 259,360	685	0,01132	303	0,00365	-28,01264 / -48,69483
315	Laguna	BR-101 km 302,142 a 302,811	774	0,01130	272	0,00355	-28,35898 / -48,74743
316	Curitibanos	BR-470 km 268,431 a 269,044	647	0,01120	345	0,00309	-27,31244 / -50,75556
318	Xanxerê	BR-282 km 493,688 a 494,037	336	0,01116	481	0,00446	-26,87081 / -52,31789
317	Bocaina do Sul	BR-282 km 167,958 a 168,267	314	0,01116	294	0,00399	-27,74270 / -49,82503
319	Corupá	BR-280 km 94,556 a 94,980	381	0,01114	298	0,00328	-26,38402 / -49,31051
320	Ponte Alta do Norte	BR-116 km 167,709 a 168,061	360	0,01110	371	0,00278	-27,17579 / -50,46264
322	Santa Cecília	BR-116 km 134,511 a 135,018	499	0,01102	328	0,00351	-26,92754 / -50,43599
321	Gaspar	BR-470 km 29,999 a 30,524	522	0,01102	269	0,00383	-26,89426 / -48,91647
323	Irani	BR-153 km 63,493 a 63,953	477	0,01100	472	0,00314	-27,00175 / -51,87228
325	Pouso Redondo	BR-470 km 180,616 a 181,080	455	0,01100	392	0,00275	-27,25112 / -49,99387
326	Mafra	BR-280 km 157,121 a 157,753	614	0,01100	375	0,00244	-26,20003 / -49,74523
324	Bom Retiro	BR-282 km 160,000 a 160,246; km 160,000	250	0,01100	299	0,00500	-27,73420 / -49,75434
327	Sangão	BR-101 km 367,140 a 368,115	962	0,01091	464	0,00312	-28,69138 / -49,16494
329	Correia Pinto	BR-116 km 234,940 a 235,422	509	0,01081	397	0,00344	-27,71375 / -50,33550
328	Guaraciaba	BR-163 km 81,965 a 82,386	416	0,01081	235	0,00360	-26,63152 / -53,51801
330	Papanduva	BR-116 km 47,780 a 48,071	301	0,01080	246	0,00332	-26,36293 / -50,11904
331	Correia Pinto	BR-116 km 222,814 a 223,101	303	0,01074	515	0,00330	-27,60134 / -50,35571
332	Irani	BR-153 km 64,479 a 64,936	469	0,01065	384	0,00266	-27,00953 / -51,87623
333	Saudades	BR-282 km 592,033 a 592,440	402	0,01058	283	0,00311	-26,82599 / -53,09321
334	Campos Novos	BR-282 km 334,598 a 335,070	475	0,01053	559	0,00263	-27,39262 / -51,15454
335	Maravilha	BR-282 km 608,894 a 609,299	404	0,01051	231	0,00309	-26,76076 / -53,22295
336	Campos Novos	BR-282 km 329,519 a 329,985	476	0,01050	474	0,00263	-27,38397 / -51,10513
337	Lages	BR-282 km 205,997 a 206,335	336	0,01042	272	0,00372	-27,77225 / -50,19360
338	Vargem Bonita	BR-282 km 425,566 a 425,804	241	0,01038	296	0,00415	-26,97539 / -51,76074
339	Araranguá	BR-101 km 425,150 a 425,566	482	0,01038	242	0,00311	-29,02224 / -49,59337
341	Irineópolis	BR-280 km 277,543 a 277,955	410	0,01037	330	0,00305	-26,29616 / -50,80746
340	Joaçaba	BR-282 km 394,031 a 394,777	723	0,01037	226	0,00346	-27,15906 / -51,58615
342	Água Doce	BR-153 km 16,704 a 17,101	386	0,01036	237	0,00259	-26,70595 / -51,59889
343	Irani	BR-153 km 66,614 a 66,922	316	0,01029	225	0,00317	-27,02534 / -51,88544
344	Mafra	BR-280 km 143,687 a 144,141	437	0,01029	216	0,00343	-26,24515 / -49,64349

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
345	Imbituba	BR-101 km 270,576 a 271,194	609	0,01027	328	0,00288	-28,10938 / -48,70210
346	Descanso	BR-282 km 640,974 a 641,464	512	0,01025	393	0,00293	-26,77859 / -53,46017
347	Guarujá do Sul	BR-163 km 112,489 a 112,796; km 112,877 a 113,006	420	0,01013	283	0,00357	-26,38443 / -53,52091
348	Mafra	BR-280 km 149,617 a 150,120	494	0,01012	424	0,00253	-26,23492 / -49,68734
349	Garuva	BR-101 km 9,744 a 10,136	399	0,01003	188	0,00439	-26,06301 / -48,86006
350	Santa Rosa do Sul	BR-101 km 442,937 a 443,364	401	0,00998	224	0,00249	-29,13183 / -49,69511
351	Lages	BR-282 km 228,114 a 228,443	326	0,00997	280	0,00307	-27,79109 / -50,40857
352	Guaraciaba	BR-163 km 91,007 a 91,493	478	0,00994	812	0,00209	-26,55724 / -53,51356
354	São Miguel do Oeste	BR-163 km 75,461 a 75,990	531	0,00989	384	0,00283	-26,68736 / -53,51438
353	Ponte Alta do Norte	BR-116 km 161,930 a 162,284	354	0,00989	198	0,00353	-27,12529 / -50,45712
355	Guaraciaba	BR-163 km 87,634 a 88,204	559	0,00984	485	0,00179	-26,58275 / -53,51742
356	Vargem Bonita	BR-282 km 426,383 a 426,830	432	0,00983	524	0,00289	-26,97498 / -51,76840
357	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 216,006 a 216,475	459	0,00980	301	0,00327	-27,30315 / -50,27848
358	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 491,927 a 492,148	204	0,00980	251	0,00612	-26,87133 / -52,30192
359	Araranguá	BR-101 km 416,171 a 416,530	336	0,00967	659	0,00298	-28,95829 / -49,52527
360	Laguna	BR-101 km 303,220 a 303,760	623	0,00963	338	0,00241	-28,36735 / -48,75511
361	Ponte Alta	BR-116 km 201,410 a 202,122	677	0,00960	239	0,00295	-27,44050 / -50,39731
362	Mafra	BR-280 km 154,110 a 154,599	472	0,00953	336	0,00318	-26,21320 / -49,72083
363	São Miguel do Oeste	BR-282 km 642,140 a 642,979	828	0,00936	207	0,00302	-26,76946 / -53,46640
364	Araquari	BR-280 km 35,492 a 36,406	940	0,00931	272	0,00293	-26,44117 / -48,80968
365	Joaçaba	BR-282 km 390,986 a 391,395	431	0,00928	214	0,00232	0,526947615
366	Lages	BR-282 km 203,988 a 204,558	568	0,00925	260	0,00396	0,553443772
367	Mafra	BR-116 km 13,847 a 14,331	488	0,00923	546	0,00308	0,525163089
368	Irineópolis	BR-280 km 266,867 a 267,310	440	0,00909	302	0,00227	0,51794378
369	Mafra	BR-280 km 201,498 a 202,106	605	0,00908	523	0,00165	0,52244517
370	Nova Erechim	BR-282 km 567,159 a 567,526	358	0,00907	195	0,00279	0,508626009
371	Herval d'Oeste	BR-282 km 380,158 a 380,523	386	0,00906	298	0,00324	0,528403961
372	Curitibanos	BR-470 km 255,037 a 255,386	359	0,00904	729	0,00278	0,539469151
373	Cunha Porã	BR-158 km 117,076 a 117,532	470	0,00903	427	0,00266	0,505890393
374	Três Barras	BR-280 km 228,636 a 228,997	360	0,00902	261	0,00277	0,520069553
375	Tijucas	BR-101 km 166,597 a 166,992	388	0,00902	189	0,00322	0,560706294
376	Mafra	BR-280 km 196,569 a 196,934	363	0,00896	370	0,00276	0,523067574
377	Herval d'Oeste	BR-282 km 375,662 a 376,021	365	0,00889	254	0,00274	0,528982808
378	Lages	BR-116 km 254,385 a 254,867	479	0,00888	331	0,00261	0,553014773
379	Mafra	BR-280 km 164,801 a 165,279	481	0,00883	282	0,00260	0,525708862

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
380	Rancho Queimado	BR-282 km 65,984 a 66,577	596	0,00881	374	0,00252	0,564544357
381	Chapecó	BR-282 km 539,352 a 540,288	938	0,00880	383	0,00160	0,512332496
382	Nova Itaberaba	BR-282 km 560,940 a 561,549	627	0,00877	188	0,00279	0,509429522
383	Nova Itaberaba	BR-282 km 551,540 a 552,143	632	0,00870	228	0,00277	0,510642515
384	Cunha Porã	BR-158 km 107,560 a 108,262	691	0,00868	175	0,00325	0,504745785
385	São João do Sul	BR-101 km 451,454 a 451,974	549	0,00865	340	0,00182	0,586521229
386	Araquari	BR-101 km 67,269 a 67,810	550	0,00864	189	0,00455	0,543519715
387	Nova Erechim	BR-282 km 569,492 a 569,974	496	0,00856	362	0,00252	0,508288448
388	Ponte Alta	BR-470 km 194,391 a 194,900	501	0,00849	320	0,00250	0,545122046
389	Dionísio Cerqueira	BR-163 km 115,022 a 115,341	326	0,00845	191	0,00384	0,492535537
390	Bocaina do Sul	BR-282 km 179,019 a 179,411	386	0,00842	459	0,00259	0,555558871
391	Concórdia	BR-153 km 94,548 a 95,068	506	0,00841	273	0,00247	0,523674067
392	Nova Erechim	BR-282 km 564,182 a 564,567	389	0,00835	183	0,00257	0,508815091
393	São Bento do Sul	BR-280 km 104,991 a 105,784	749	0,00834	360	0,00133	0,533762156
394	Joaçaba	BR-282 km 387,380 a 388,297	903	0,00831	186	0,00332	0,527408502
395	Içara	BR-101 km 384,856 a 385,693	823	0,00820	264	0,00273	0,583485454
396	São Bento do Sul	BR-280 km 121,999 a 122,487; km 122,515 a 122,666	641	0,00819	282	0,00234	0,530656725
397	Iraceminha	BR-282 km 623,987 a 624,397; km 624,867	398	0,00818	291	0,00252	0,502358669
398	Canoinhas	BR-280 km 249,608 a 250,009	400	0,00812	180	0,00250	0,51946963
399	Três Barras	BR-280 km 219,499 a 219,996	494	0,00809	273	0,00202	0,520684568
400	Guarujá do Sul	BR-163 km 111,443 a 111,895	435	0,00805	315	0,00287	0,493129299
401	Guaraciaba	BR-163 km 94,683 a 94,989	313	0,00799	223	0,00319	0,495643083
402	Bocaina do Sul	BR-282 km 177,767 a 178,111	345	0,00797	271	0,00362	0,555722533
403	Joaçaba	BR-282 km 404,017 a 404,453	442	0,00792	215	0,00283	0,524792123
404	São Miguel do Oeste	BR-282 km 659,987 a 660,428	443	0,00791	307	0,00282	0,497942802
405	Descanso	BR-282 km 634,758 a 635,108	350	0,00785	150	0,00357	0,501996282
406	Campos Novos	BR-282 km 333,726 a 334,205	480	0,00781	469	0,00208	0,535614305
407	Descanso	BR-282 km 630,693 a 631,060	357	0,00771	136	0,00350	0,502385883
408	Concórdia	BR-153 km 105,583 a 106,033	455	0,00770	154	0,00275	0,525119794
409	Bom Retiro	BR-282 km 163,915 a 164,523	619	0,00767	302	0,00161	0,556973917
410	Curitibanos	BR-470 km 255,637 a 256,049	424	0,00767	214	0,00236	0,539392296
411	Xaxim	BR-282 km 524,570 a 525,039	457	0,00766	161	0,00274	0,512984723
412	Laguna	BR-101 km 301,438 a 301,862	491	0,00764	243	0,00306	0,581685136
413	São Cristóvão do Sul	BR-116 km 173,712 a 174,558	820	0,00763	276	0,00122	0,539506919
415	Lages	BR-282 km 237,121 a 237,696	558	0,00761	320	0,00224	0,550302248

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
414	Erval Velho	BR-282 km 362,027 a 362,558	525	0,00761	316	0,00190	0,531415247
416	Itaiópolis	BR-116 km 24,951 a 25,474	528	0,00758	255	0,00190	0,526388681
418	Irineópolis	BR-280 km 284,585 a 285,312	727	0,00757	460	0,00138	0,516784507
417	Garuva	BR-101 km 4,659 a 5,435	793	0,00757	293	0,00189	0,53248638
419	São José do Cerrito	BR-282 km 245,710 a 246,254	529	0,00756	339	0,00189	0,548745917
420	Erval Velho	BR-282 km 371,863 a 372,180	332	0,00754	152	0,00302	0,529740457
421	Monte Castelo	BR-116 km 81,208 a 81,662	465	0,00753	159	0,00269	0,529093178
422	Ponte Serrada	BR-282 km 449,628 a 450,149	566	0,00751	274	0,00221	0,518160589
423	São Bento do Sul	BR-280 km 102,043 a 102,551	472	0,00742	202	0,00318	0,534191969
424	São Cristóvão do Sul	BR-470 km 217,882 a 218,327	440	0,00738	453	0,00227	0,542755213
425	Vargem Bonita	BR-153 km 49,421 a 50,042	610	0,00738	331	0,00246	0,519632324
426	Lages	BR-116 km 240,862 a 241,376	542	0,00738	324	0,00184	0,551673925
427	São Miguel do Oeste	BR-282 km 657,652 a 657,970	340	0,00736	463	0,00295	0,498349461
428	São Cristóvão do Sul	BR-116 km 182,612 a 183,012	408	0,00735	184	0,00368	0,541128566
429	Ponte Alta do Norte	BR-116 km 170,029 a 170,544	515	0,00728	140	0,00291	0,538934452
430	Bom Retiro	BR-282 km 161,005 a 161,456	449	0,00724	162	0,00223	0,557241921
431	Ponte Alta	BR-116 km 216,052 a 217,031	902	0,00720	279	0,00139	0,546882611
432	Porto União	BR-280 km 305,726 a 306,174	451	0,00720	158	0,00222	0,514219828
433	Brunópolis	BR-470 km 283,994 a 284,632	660	0,00719	311	0,00151	0,536904423
435	Capão Alto	BR-116 km 305,929 a 306,289	348	0,00718	141	0,00287	0,555787223
434	Biguaçu	BR-101 km 176,646 a 177,035	383	0,00718	130	0,00326	0,562475801
436	São Cristóvão do Sul	BR-116 km 176,039 a 176,552	496	0,00705	142	0,00252	0,539872066
437	Irani	BR-153 km 57,965 a 58,479	498	0,00702	231	0,00251	0,52012872
438	Alfredo Wagner	BR-282 km 96,818 a 97,391	575	0,00695	131	0,00304	0,562304041
439	Saudades	BR-282 km 589,532 a 590,010	470	0,00691	147	0,00213	0,505473408
440	Cunha Porã	BR-158 km 106,762 a 107,236	472	0,00689	283	0,00212	0,504572628
441	Nova Itaberaba	BR-282 km 550,721 a 551,087	364	0,00688	198	0,00275	0,510808811
442	São José do Cedro	BR-163 km 97,523 a 98,006	473	0,00687	199	0,00211	0,495288798
443	São José do Cedro	BR-163 km 102,498 a 103,356	840	0,00685	273	0,00238	0,494571804
444	São João do Sul	BR-101 km 452,402 a 452,889	514	0,00681	183	0,00243	0,586720521
445	Caibi	BR-158 km 138,924 a 139,291	367	0,00681	134	0,00272	0,508532889
446	Criciúma	BR-101 km 394,704 a 395,220	517	0,00677	180	0,00242	0,583418174
447	Concórdia	BR-153 km 111,738 a 111,988; km 112,000	260	0,00672	359	0,00384	0,525705927
448	Bom Retiro	BR-282 km 133,989 a 134,473	486	0,00669	279	0,00206	0,561428789
449	Rio Negrinho	BR-280 km 131,789 a 132,025	264	0,00664	105	0,00379	0,530009704

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
450	Rio Negrinho	BR-280 km 137,095 a 137,480	377	0,00663	132	0,00265	0,529667344
451	Rodeio	BR-470 km 82,940 a 83,456	492	0,00661	189	0,00203	0,546537432
452	Lages	BR-282 km 223,197 a 223,998	801	0,00655	263	0,00281	0,5518985
453	São José do Cerrito	BR-282 km 257,212 a 257,770	498	0,00653	270	0,00201	0,546838778
454	Chapecó	BR-480 km 125,212 a 125,985	767	0,00652	179	0,00163	0,513133369
455	Itaiópolis	BR-116 km 29,675 a 30,514	845	0,00651	321	0,00118	0,526634889
456	Iraceminha	BR-282 km 620,461 a 620,962	491	0,00611	105	0,00306	0,502738856
457	Maravilha	BR-282 km 604,599 a 605,249	661	0,00605	146	0,00189	0,503577284
458	Monte Castelo	BR-116 km 108,610 a 109,306	666	0,00601	170	0,00150	0,531499815
460	Faxinal dos Guedes	BR-282 km 481,388 a 481,981	548	0,00593	127	0,00182	0,514481176
459	Ibirama	BR-470 km 112,911 a 113,332	422	0,00593	121	0,00237	0,547580569
461	Papanduva	BR-116 km 46,996 a 47,408	426	0,00587	118	0,00235	0,525942317
462	Ponte Alta	BR-116 km 193,631 a 193,970	344	0,00581	83	0,00363	0,542902501
463	Chapecó	BR-282 km 544,245 a 544,797	560	0,00580	162	0,00179	0,51194369
464	Concórdia	BR-153 km 89,986 a 90,429	432	0,00579	115	0,00231	0,523534016
466	Papanduva	BR-116 km 49,021 a 49,608	606	0,00578	188	0,00206	0,52612179
465	Criciúma	BR-101 km 390,002 a 390,439	432	0,00578	160	0,00231	0,583433742
467	Joaçaba	BR-282 km 389,964 a 390,454	485	0,00567	201	0,00258	0,527109585
468	Mafra	BR-280 km 179,562 a 180,001	442	0,00566	259	0,00226	0,524717163
469	Curitibanos	BR-470 km 266,054 a 266,554	533	0,00563	136	0,00282	0,538381039
470	Caibi	BR-158 km 136,092 a 136,786	714	0,00560	279	0,00140	0,508247039
471	Concórdia	BR-153 km 106,886 a 107,879	988	0,00556	273	0,00101	0,525141645
472	Cordilheira Alta	BR-282 km 537,667 a 538,576	907	0,00551	327	0,00138	0,512582363
473	Papanduva	BR-116 km 62,568 a 63,012	454	0,00550	111	0,00220	0,525718452
474	São Miguel do Oeste	BR-163 km 77,946 a 78,404	459	0,00544	157	0,00218	0,498257279
475	Lages	BR-282 km 232,063 a 232,736	644	0,00543	145	0,00194	0,55079087
476	Caibi	BR-158 km 123,624 a 123,946	323	0,00542	96	0,00310	0,5066992
477	Ponte Alta	BR-470 km 202,748 a 203,369	607	0,00536	113	0,00165	0,544016144
478	Papanduva	BR-116 km 64,968 a 65,429	472	0,00530	104	0,00212	0,526115483
479	Guaraciaba	BR-163 km 85,533 a 86,159	615	0,00528	158	0,00163	0,497043643
480	Lages	BR-116 km 253,371 a 254,003	627	0,00519	113	0,00160	0,55295738
481	Lages	BR-282 km 236,358 a 236,854	482	0,00518	191	0,00207	0,55042494
482	Bom Retiro	BR-282 km 119,210 a 119,799	630	0,00516	181	0,00159	0,562349836
483	Mafra	BR-280 km 144,650 a 145,154	491	0,00510	99	0,00204	0,528646878
485	Cunha Porã	BR-158 km 118,079 a 118,942	836	0,00509	112	0,00150	0,506028719

#	Município	Trechos	Extensão (m)	dens_svr	dens_cse	dens_nac	Coordenadas (Lat / Long)
484	Monte Castelo	BR-116 km 73,300 a 73,779	491	0,00509	99	0,00204	0,527610022
486	São Bento do Sul	BR-280 km 107,580 a 108,089	497	0,00503	103	0,00201	0,533333995
487	Ponte Alta	BR-116 km 214,049 a 214,626	499	0,00501	143	0,00200	0,546590947
488	Dionísio Cerqueira	BR-163 km 117,013 a 117,370	361	0,00485	316	0,00277	0,492189187
489	Mafra	BR-280 km 145,678 a 146,207	522	0,00479	177	0,00191	0,528671996
490	Rancho Queimado	BR-282 km 80,670 a 81,424	731	0,00479	99	0,00171	0,562572199
491	Rancho Queimado	BR-282 km 78,039 a 78,396	368	0,00476	73	0,00272	0,563046023
492	Lages	BR-282 km 197,299 a 197,987	684	0,00475	101	0,00146	0,553858702
494	Lages	BR-282 km 232,940 a 233,335	379	0,00462	474	0,00264	0,550718947
493	Mafra	BR-280 km 142,560 a 143,112	541	0,00462	92	0,00185	0,528813416
495	Ponte Alta	BR-116 km 204,567 a 205,020	442	0,00453	70	0,00283	0,545063266
496	Mafra	BR-280 km 158,159 a 158,820	635	0,00433	115	0,00197	0,526616347
497	Erval Velho	BR-282 km 363,494 a 364,244	752	0,00432	96	0,00133	0,531165619
498	Bela Vista do Toldo	BR-280 km 244,022 a 244,861	878	0,00427	108	0,00114	0,519702965
499	Guaraciaba	BR-163 km 80,764 a 81,354	592	0,00423	84	0,00169	0,497790772
500	Mafra	BR-280 km 195,456 a 195,935	480	0,00416	59	0,00260	0,523188184
501	Capão Alto	BR-116 km 259,966 a 260,843	844	0,00415	110	0,00148	0,553246272
502	São Miguel do Oeste	BR-282 km 653,712 a 654,487	797	0,00408	168	0,00125	0,498992947
503	Mafra	BR-280 km 186,008 a 186,441	438	0,00400	180	0,00228	0,523929718
504	Nova Itaberaba	BR-282 km 559,698 a 560,612	898	0,00390	90	0,00139	0,509530117
505	Saudades	BR-282 km 593,869 a 594,532	670	0,00373	137	0,00149	0,505139054
506	Mafra	BR-280 km 181,315 a 181,990	671	0,00372	205	0,00149	0,524495014
507	Bocaina do Sul	BR-282 km 175,308 a 176,021	703	0,00356	166	0,00142	0,555935548
508	Erval Velho	BR-282 km 368,735 a 369,615	922	0,00352	77	0,00108	0,530289517
509	Bom Retiro	BR-282 km 142,570 a 143,485	939	0,00346	119	0,00107	0,560531404
510	Alfredo Wagner	BR-282 km 106,617 a 107,347	742	0,00337	95	0,00135	0,561386619
511	Lages	BR-282 km 237,998 a 238,736	772	0,00324	117	0,00130	0,550121025
512	Correia Pinto	BR-116 km 224,495 a 225,063	593	0,00295	46	0,00169	0,548515837
513	São José do Cedro	BR-163 km 98,534 a 99,473	932	0,00268	51	0,00107	0,495189991
514	Correia Pinto	BR-116 km 227,499 a 228,147	690	0,00254	71	0,00145	0,549156665
515	Ponte Alta	BR-116 km 196,938 a 197,757	821	0,00213	60	0,00122	0,543621728
516	Dionísio Cerqueira	BR-163 km 119,677 a 120,392	713	0,00140	10	0,00140	0,491700731

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

ANEXO A – Descrição das Variáveis de Dados de Ocorrências de Acidente de Trânsito da PRF

Dados Desagregados por Ocorrência	
Nome da Variável	Descrição do Conteúdo
id	Identificador do acidente
pesid	Identificador da pessoa envolvida
data_inversa	Data da ocorrência no formato dd/mm/aaaa
horario	Horário da ocorrência no formato hh:mm:ss
uf	Sigla da Unidade da Federação do local de ocorrência
br	Identificador da rodovia do acidente
km	Identificador do quilômetro onde ocorreu o acidente.
municipio	Nome do município de ocorrência do acidente.
causa_acidente	Identificação da causa principal do acidente. Neste conjunto de dados são excluídos os acidentes com a variável causa principal igual a “Não”.
tipo_acidente	Identificação do tipo de acidente. Ex.: Colisão frontal, Saída de pista etc. A ordem do acidente demonstra a sequência cronológica dos tipos presentes na mesma ocorrência.
classificação_acidente	Classificação quanto à gravidade do acidente: Sem Vítimas, Com Vítimas Feridas, Com Vítimas Fatais e Ignorado.
fase_dia	Fase do dia no momento do acidente. Ex. Amanhecer, Pleno dia etc.
sentido_via	Sentido da via considerando o ponto de colisão: Crescente e decrescente.
condição_meteorologica	Condição meteorológica no momento do acidente: Céu claro, chuva, vento etc.
tipo_pista	Tipo da pista considerando a quantidade de faixas: Dupla, simples ou múltipla.
tracado_via	Descrição do traçado da via.
uso_solo	Descrição sobre as características do local do acidente: Urbano=Sim; Rural=Não.
latitude	Latitude do local do acidente em formato geodésico decimal.
longitude	Longitude do local do acidente em formato geodésico decimal.
peessoas	Total de pessoas envolvidas na ocorrência.
mortos	Total de pessoas mortas envolvidas na ocorrência.
feridos_leves	Total de pessoas com ferimentos leves envolvidas na ocorrência.
feridos_graves	Total de pessoas com ferimentos graves envolvidas na ocorrência.
feridos	Total de pessoas feridas envolvidas na ocorrência (é a soma dos feridos leves com os graves).
ilesos	Total de pessoas ilesas envolvidas na ocorrência.
ignorados	Total de pessoas envolvidas na ocorrência e que não se soube o estado físico.
veículos	Total de veículos envolvidos na ocorrência.

Fonte: Polícia Rodoviária Federal (2021)

Dados Agregados por Pessoa	
Nome da Variável	Descrição do Conteúdo
id	Identificador do acidente
pesid	Identificador da pessoa envolvida
data_inversa	Data da ocorrência no formato dd/mm/aaaa
horario	Horário da ocorrência no formato hh:mm:ss
uf	Sigla da Unidade da Federação do local de ocorrência
br	Identificador da rodovia do acidente
km	Identificador do quilômetro onde ocorreu o acidente.
municipio	Nome do município de ocorrência do acidente.
causa_acidente	Identificação da causa principal do acidente. Neste conjunto de dados são excluídos os acidentes com a variável causa principal igual a “Não”.
tipo_acidente	Identificação do tipo de acidente. Ex.: Colisão frontal, Saída de pista etc. A ordem do acidente demonstra a sequência cronológica dos tipos presentes na mesma ocorrência.
classificacao_acidente	Classificação quanto à gravidade do acidente: Sem Vítimas, Com Vítimas Feridas, Com Vítimas Fatais e Ignorado.
fase_dia	Fase do dia no momento do acidente. Ex. Amanhecer, Pleno dia etc.
sentido_via	Sentido da via considerando o ponto de colisão: Crescente e decrescente.
condicao_meteorologica	Condição meteorológica no momento do acidente: Céu claro, chuva, vento etc.
tipo_pista	Tipo da pista considerando a quantidade de faixas: Dupla, simples ou múltipla.
tracado_via	Descrição do traçado da via.
uso_solo	Descrição sobre as características do local do acidente: Urbano = Sim; Rural = Não.
id_veiculo	Identificador do veículo envolvido.
tipo_veiculo	Tipo do veículo conforme Art. 96 do Código de Trânsito Brasileiro. Ex.: Automóvel, Caminhão, Motocicleta etc.
marca	Descrição da marca do veículo.
ano_fabricacao_veiculo	Ano de fabricação do veículo, formato aaaa
tipo_envolvido	Tipo de envolvido no acidente conforme sua participação no evento. Ex.: condutor, passageiro, pedestre etc.
estado_fisico	Condição do envolvido conforme a gravidade das lesões. Ex.: morto, ferido leve etc.
idade	Idade do envolvido. O código “-1” indica que não foi possível coletar tal informação.
sexo	Sexo do envolvido. O valor “inválido” indica que não foi possível coletar tal informação.
ilesos	Valor binário que identifica se o envolvido foi classificado como ileso.
feridos_leves	Valor binário que identifica se o envolvido foi classificado como ferido leve.
feridos_graves	Valor binário que identifica se o envolvido foi classificado como ferido grave.
mortos	Valor binário que identifica se o envolvido foi classificado como morto.
latitude	Latitude do local do acidente em formato geodésico decimal.
longitude	Longitude do local do acidente em formato geodésico decimal.

Fonte: Polícia Rodoviária Federal (2021)

Dados Agregados por Pessoa com Todas as Causas e Tipos de Acidente	
Nome da Variável	Descrição do Conteúdo
id	Identificador do acidente
pesid	Identificador da pessoa envolvida
data_inversa	Data da ocorrência no formato dd/mm/aaaa
horario	Horário da ocorrência no formato hh:mm:ss
uf	Sigla da Unidade da Federação do local de ocorrência
br	Identificador da rodovia do acidente
km	Identificador do quilômetro onde ocorreu o acidente.
municipio	Nome do município de ocorrência do acidente.
causa_principal	Identifica se a causa do acidente foi identificada como principal pelo policial.
causa_acidente	Causa presumível do acidente, baseada nos vestígios, indícios e provas colhidas no local do acidente.
ordem_tipo_acidente	Sequência dos eventos sucessivos que ocorreram no acidente.
tipo_acidente	Identificação do tipo de acidente. Ex.: Colisão frontal, Saída de pista etc.
classificacao_acidente	Classificação quanto à gravidade do acidente: Sem Vítimas, Com Vítimas Feridas, Com Vítimas Fatais e Ignorado.
fase_dia	Fase do dia no momento do acidente. Ex. Amanhecer, Pleno dia etc.
sentido_via	Sentido da via considerando o ponto de colisão: Crescente e decrescente.
condicao_meteorologica	Condição meteorológica no momento do acidente: Céu claro, chuva, vento etc.
tipo_pista	Tipo da pista considerando a quantidade de faixas: Dupla, simples ou múltipla.
tracado_via	Descrição do traçado da via.
uso_solo	Descrição sobre as características do local do acidente: Urbano=Sim; Rural=Não.
id_veiculo	Identificador do veículo envolvido.
tipo_veiculo	Tipo do veículo conforme Art. 96 do Código de Trânsito Brasileiro. Ex.: Automóvel, Caminhão, Motocicleta etc.
marca	Descrição da marca do veículo.
ano_fabricacao_veiculo	Ano de fabricação do veículo, formato aaaa
tipo_envolvido	Tipo de envolvido no acidente conforme sua participação no evento. Ex.: condutor, passageiro, pedestre etc.
estado_fisico	Condição do envolvido conforme a gravidade das lesões. Ex.: morto, ferido leve etc.
idade	Idade do envolvido. O código "-1" indica que não foi possível coletar tal informação.
sexo	Sexo do envolvido. O valor "inválido" indica que não foi possível coletar a informação.
ileso	Valor binário que identifica se o envolvido foi classificado como ileso.
feridos_leves	Valor binário que identifica se o envolvido foi classificado como ferido leve.
feridos_graves	Valor binário que identifica se o envolvido foi classificado como ferido grave.
mortos	Valor binário que identifica se o envolvido foi classificado como morto.
latitude	Latitude do local do acidente em formato geodésico decimal.
longitude	Longitude do local do acidente em formato geodésico decimal.

Fonte: Polícia Rodoviária Federal (2021)

ANEXO B – Descrição das Variáveis de Dados do SNV

Códigos de Tipos de Trechos Rodoviário		
Código	Tipo de Trecho	Descrição
B	Eixo Principal	Eixo Principal da Rodovia
A	Acesso	Trecho que liga uma rodovia a outra ou a uma localidade
N	Anel	Trecho que começa e termina no mesmo ponto
C	Contorno	Trecho que começa e termina na mesma rodovia
U	Travessia Urbana	Trecho dentro de uma área urbana não pertencente ao Eixo Principal
V	Variante	Traçado alternativo de um Eixo Principal

Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2021)

Variáveis dos Dados Georreferenciado	
Nome da Variável	Descrição do Conteúdo
id_trecho	Identificador numérico do objeto geográfico
vl_br	Número da rodovia
sg_uf	Sigla da Unidade da Federação
nm_tipo_tr	Nome do tipo do trecho
sg_tipo_tr	Sigla do tipo do trecho
desc_coinc	Identificador de trecho coincidente
vl_codigo	Código identificador do trecho
ds_local_i	Descrição do local inicial do trecho
ds_local_f	Descrição do local final do trecho
vl_km_inic	Marco quilométrico inicial do trecho
vl_km_fina	Marco quilométrico final do trecho
vl_extensa	Extensão do trecho
ds_sup_fed	Descrição do tipo de superfície de trecho federal
ds_obra	Descrição de obras
ul	Identificação da unidade local de administração
ds_coinc	Descrição do trecho coincidente
ds_tipo_ad	Descrição do tipo de administração do trecho
ds_ato_leg	Descrição do ato legal referente a administração do trecho
est_coinc	Identificação de trecho de rodovia estadual coincidente
sup_est_co	Descrição do tipo de superfície de trecho estadual coincidente
ds_jurisd	Descrição da jurisdição do trecho
ds_superfi	Descrição do tipo de superfície do trecho
ds_legenda	Descrição da legenda do trecho
sg_legenda	Sigla da legenda do trecho
leg_multim	Legenda multivariável
versão_snv	Descrição da versão do SNV
id_versao	Identificador da versão do SNV

Fonte: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2021)