

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

Jéssica Jasmine Müller Carvalho

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA VIÁRIA NO TRECHO DAS RODOVIAS
RSC-287 E BR-287 NO PERÍMETRO URBANO DE SANTA MARIA/RS**

Santa Maria, RS
2023

Jéssica Jasmine Müller Carvalho

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA VIÁRIA NO TRECHO DAS RODOVIAS RSC-287 E
BR-287 NO PERÍMETRO URBANO DE SANTA MARIA/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil,
da Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM, RS), como requisito parcial para a
obtenção do grau de **Engenheiro Civil**.

Orientador: Prof.^o Dr.^o Alejandro Ruiz Padillo

Santa Maria, RS
2023

Jéssica Jasmine Müller Carvalho

**AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA VIÁRIA NO TRECHO DAS RODOVIAS RSC-287 E
BR-287 NO PERÍMETRO URBANO DE SANTA MARIA/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil,
da Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM, RS), como requisito parcial para a
obtenção do grau de **Engenheiro Civil**.

Aprovado em 02 de março de 2023:

Alejandro Ruiz Padillo, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Tatiana Cureau Cervo, Dra. (UFSM)

Elmo Santos da Silva Neto, B.Sc. (UFSC)

Santa Maria, RS
2023

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, por todo o amor, suporte, por acreditarem em mim e pelo incentivo na realização dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar forças para ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da graduação, e estar sempre comigo.

Ao meu orientador, professor Alejandro Ruiz Padillo pela confiança, incentivo, dedicação e conhecimento repassado ao longo deste período e de toda a graduação.

Agradeço à toda a minha família, em especial aos meus pais, Luciana e Manoel, ao meu padrasto, Marciano, e aos meus irmãos, Carmem e Cauã, pelo incentivo, e por entenderem minha ausência neste período.

Ao meu companheiro André, pela compreensão, carinho e apoio diários.

Aos amigos que fiz durante a graduação, Amanda, Eduardo, Júnior, Leonardo, Luiza e Maira, pela amizade, aprendizado e convívio ao longo desta trajetória.

À Secretaria de Mobilidade Urbana de Santa Maria/RS, pela disponibilização dos dados utilizados para elaboração deste estudo, pela atenção e disponibilidade.

À Pró-Reitoria de Infraestrutura da Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de estagiar na empresa, e a toda a equipe da Coordenadoria de Manutenção pelo carinho, e pelos ensinamentos transmitidos neste período.

À Universidade Federal de Santa Maria, instituição pública, gratuita e de qualidade, e a todos que foram meus professores, pelos ensinamentos.

Por fim, sou grata a todos com quem convivi ao longo desses anos de graduação, e que de alguma forma participaram da realização desse trabalho.

RESUMO

AValiação DA SEGURANÇA VIÁRIA NO TRECHO DAS RODOVIAS RSC-287 E BR-287 NO PERÍMETRO URBANO DE SANTA MARIA/RS

AUTORA: Jéssica Jasmine Müller Carvalho
ORIENTADOR: Alejandro Ruiz Padillo

No Brasil, o modal rodoviário é o mais usado para o transporte de passageiros e cargas no país. Como resultado, um elevado volume de veículos trafega diariamente nas vias, e o uso excessivo leva a determinados impactos negativos em diferentes aspectos, dentre os quais destacam os acidentes de trânsito. O número de acidentes de trânsito que ocorrem anualmente nas rodovias brasileiras é alarmante, pois, além da perda de vidas cujo valor é incalculável, também custam bilhões de reais por ano à sociedade. Nesse sentido, ações de engenharia, de educação e de fiscalização tornam-se extremamente importantes para diminuir as interferências negativas entre os usuários, que geram conflitos e acidentes de trânsito. Diante disso, é de suma importância realizar pesquisas e coletas de dados para a melhoria da segurança viária, na busca de estratégias de prevenção e diminuição dos acidentes rodoviários. Para reduzir ou até mesmo evitar os acidentes de trânsito, é necessário conhecer características que podem estar atreladas à sua ocorrência, entender quais fatores têm maior influência na causa dos acidentes e analisar aspectos de locais críticos, e desse modo traçar medidas mitigadoras bem planejadas e executadas. Assim, esse trabalho tem o objetivo de avaliar a segurança viária em um trecho urbano da cidade de Santa Maria, entre os quilômetros 231 da RSC-287 e 253 da BR-287. Para isso, foram utilizadas metodologias de análise estatística, geoespacial e *in loco* em um trecho crítico, visando compreender aspectos relacionados à ocorrência de acidentes nesta região. Por meio da análise estatística verificou-se que a maior parte das vítimas são jovens, sobretudo homens, os veículos com maior envolvimento em acidentes são automóveis e motocicletas e o tipo de acidente mais frequente no trecho analisado é colisão lateral. A análise geoespacial possibilitou a identificação de pontos críticos ao longo do trecho de estudo. Já na visita *in loco* foram observados aspectos da via, veículos e ambiente, que podem estar influenciando na maior ocorrência de acidentes no trecho de análise. A partir dos resultados, foram propostas algumas medidas de engenharia que aliadas à educação no trânsito e a fiscalização podem contribuir para a melhoria da segurança viária no trecho de estudo.

Palavras-chave: Acidentes de trânsito. Fatores contribuintes. Sistema de Informações Geográficas. Travessia urbana.

ABSTRACT

EVALUATION OF ROAD SAFETY ON THE STRETCH OF HIGHWAYS RSC-287 AND BR-287 IN THE URBAN PERIMETER OF SANTA MARIA/RS

AUTHOR: Jéssica Jasmine Müller Carvalho

ADVISOR: Alejandro Ruiz Padillo

In Brazil, highway modal is the most used for the transport of passengers and cargo in the country. As a result, a high volume of vehicles travels daily on the roads, and this excessive use leads to certain negative impacts in different aspects, among which traffic accidents stand out. The number of traffic accidents that occur annually on Brazilian highways is alarming, because, in addition to the loss of lives whose value is incalculable, they also cost billions of *reais* per year to society. In this sense, engineering, education and inspection actions become extremely important to reduce negative interference between users that generate conflicts and traffic accidents. In view of this, research and data collection is of the utmost importance for the improvement of road safety, in the search for strategies to prevent and reduce road accidents. In order to reduce or even avoid traffic accidents, it is necessary to know the characteristics that may be linked to their occurrence, to understand which factors have the greatest influence on the cause of accidents and to analyze aspects of critical locations, in order to outline well-planned and implemented mitigating measures. Therefore, this work aims to evaluate road safety in an urban road stretch of the city of Santa Maria, between kilometers 231 of RSC-287 and 253 of BR-287. For this, statistical, geospatial and on-site inspection analysis methodologies were used in a critical section, aiming to understand aspects related to the occurrence of accidents in this region. Statistical analysis allowed finding that most victims are young people, especially men, the vehicles most involved in accidents are cars and motorcycles, and the most frequent type of accident in the analyzed section is lateral collision. The geospatial analysis enabled the identification of critical points along the studied stretch. During the on-site visit, aspects of the road, vehicles and environment were observed, which may be influencing the higher occurrence of accidents in the section under analysis. From the results, some engineering measures were proposed that, combined with traffic education and inspection, can contribute to the improvement of road safety in the studied section.

Keywords: Traffic accidents. Contributing factors. Geographic Information System. Urban road.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Óbitos por faixa etária em acidentes de transporte no Brasil, ano de 2021	19
Figura 2 - Mapa de localização da cidade de Santa Maria/RS.....	30
Figura 3 - Rodovias de acesso a cidade de Santa Maria/RS	31
Figura 4 - BR-287 no estado do Rio Grande do Sul.....	32
Figura 5 - Regiões Administrativas Santa Maria/RS	33
Figura 6 - Trecho de estudo	34
Figura 7 - Número de acidentes de trânsito por ano e mês de ocorrência.....	38
Figura 8 - Acidentes de trânsito por dia da semana de ocorrência	39
Figura 9 - Acidentes de trânsito por turno de ocorrência.....	40
Figura 10 - Acidentes de trânsito por tipo de acidente e ano de ocorrência.....	43
Figura 11 - Mapa da distribuição espacial dos acidentes de trânsito	45
Figura 12 - Acidentes durante o turno da manhã	46
Figura 13 - Acidentes durante o turno da tarde	47
Figura 14 - Acidentes durante o turno da noite	47
Figura 15 - Acidentes envolvendo veículos leves.....	48
Figura 16 - Acidentes envolvendo motocicletas	49
Figura 17 - Acidentes envolvendo veículos pesados	49
Figura 18 - Acidentes com atropelamento.....	50
Figura 19 - Acidentes com colisão lateral.....	51
Figura 20 - Trecho de estudo <i>in loco</i>	53
Figura 21 - Trecho com maior fluxo de pedestres.....	54
Figura 22 - Ponto de ônibus	55
Figura 23 - Infraestrutura da via	56
Figura 24 - Acostamento	56
Figura 25 - Sinalização vertical e horizontal.....	57
Figura 26 - Sinalização velocidade máxima permitida	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Veículos envolvidos em acidentes de trânsito por ano de ocorrência	41
Tabela 2 - Acidentes de trânsito por sexo e faixa etária dos envolvidos	42
Tabela 3 - Análise de aspectos presentes junto a rodovia	54

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASV	Auditoria de Segurança Viária
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DAER	Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem
DataSUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MTPA	Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONSV	Observatório Nacional de Segurança Viária
ONU	Organização das Nações Unidas
PNATRANS	Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito
PNT	Política Nacional de Trânsito
PVT	Programa Vida no Trânsito
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SUS	Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	DEFINIÇÃO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO E FATORES CONTRIBUINTES	17
2.2	CLASSIFICAÇÃO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO	22
2.3	POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONTROLE DA ACIDENTALIDADE NO TRÂNSITO	23
2.3.1	Política Nacional de Trânsito	23
2.3.2	Plano Global – Década de Ação pela segurança no trânsito 2021-2030 ...	24
2.3.3	Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito	25
2.3.4	Programa Vida no Trânsito	26
2.4	MEDIDAS DE CONTROLE DE ACIDENTALIDADE NO TRÂNSITO	26
2.5	PONTOS DE CONCENTRAÇÃO DE ACIDENTES	27
2.6	TÉCNICAS DE ANÁLISE DE PONTOS CRÍTICOS	27
3	METODOLOGIA.....	30
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
3.2	OBTENÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS REGISTROS DE OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO	34
3.3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	35
3.3.1	Análise estatística	35
3.3.2	Análise espacial	36
3.3.3	Análise <i>in loco</i>	37
4	RESULTADOS	38
4.1	ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO	38
4.1.1	Meses do ano	38
4.1.2	Dia da semana e turno	39
4.1.3	Veículos envolvidos	41
4.1.4	Faixa etária e sexo	42
4.1.5	Tipo de acidente	43
4.2	ANÁLISE ESPACIAL DAS OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO	44
4.3	ANÁLISE <i>IN LOCO</i> EM TRECHO CRÍTICO	52
4.4	PROPOSTAS	59
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
5.1	CONCLUSÕES	61
5.2	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	62
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

Os deslocamentos fazem parte da rotina das pessoas, pois em algum momento todos fazem uso das vias para se locomover de um ponto a outro com diferentes finalidades e necessidades a serem atendidas, ou fazem uso de produtos e serviços que precisam de transporte. Esses deslocamentos podem se dar por diversos modos de transporte: a pé, bicicleta, animais ou veículos motorizados.

De acordo com o Art. 1º da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, o trânsito é considerado como a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga e descarga. Além disso, manter o trânsito em condições seguras, é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito, cabendo a estes, no âmbito das respectivas competências, adotar as medidas destinadas a assegurar esse direito (BRASIL, 1997).

Dentro do trânsito, pode haver interferências negativas entre os usuários que resultem em problemas ou conflitos, ocasionando acidentes, que podem causar danos físicos, materiais e em algumas vezes até mesmo a morte dos envolvidos (GOLD, 1998).

Estima-se que, em todo o mundo, os acidentes de trânsito causam aproximadamente 1,35 milhão de mortes evitáveis e cerca de 50 milhões de feridos por ano, o que corresponde a mais de 3.000 mortes a cada dia em decorrência de lesões causadas no trânsito, sendo esta a principal causa de morte prematura no mundo (OMS 2012, 2021).

O modal rodoviário é predominante no Brasil e a crescente busca pelo uso do automóvel resulta no aumento da frota de veículos e no desenvolvimento da indústria automobilística (CNT, 2023). Como consequência disso, o modal rodoviário aumentou num ritmo acelerado, mas a infraestrutura não consegue ser expandida na mesma proporção, o que provoca congestionamentos, acidentes de trânsito e poluição do ar, entre outros problemas. As condições de infraestrutura, por vezes precárias, têm consequência no elevado número de acidentes.

Segundo Vasconcellos (2014), os ambientes de trânsito no país tornaram-se inseguros e hostis aos usuários mais vulneráveis, como pedestres e ciclistas, gerando uma quantidade enorme de acidentes envolvendo esses usuários. Além disso, índices de fatalidade na circulação viária no Brasil são bastante superiores aos dos países desenvolvidos e representam uma das principais causas de morte prematura da população economicamente ativa (CONTRAN, 2004).

Os acidentes de transporte terrestre no Brasil matam cerca de 33 mil pessoas por ano (OMS, 2021; IBGE, 2018), e deixam mais de 300 mil pessoas com lesões graves, constituindo-se uma das principais causas de mortes no país (IPEA, 2015). Por outro lado, dados do Ministério da Infraestrutura mostram quase 1 milhão de acidentes por ano, aproximadamente 23,7 mil vítimas fatais e cerca de 1,5 milhão de feridos ou ilesos (BRASIL, 2021). Segundo o Ministério da Saúde, a média de internações hospitalares devido a acidentes de trânsito é de 200 mil por ano (BRASIL, 2022).

Ademais, os acidentes em rodovias custam à sociedade brasileira cerca de R\$ 40 bilhões por ano, enquanto os acidentes nas áreas urbanas, em torno de R\$ 10 bilhões. Além disso, quanto maior a gravidade do acidente, maiores os custos associados a ele (CARVALHO, C., 2020).

Os custos dos acidentes incluem custos materiais ao sistema de saúde, danos à propriedade, perda de produtividade, custos administrativos de seguros e de serviços de emergência, custos legais e custos não monetários relativos à perda de qualidade de vida, à dor e ao sofrimento decorrente de mortes ou de agravos à saúde (CÂMARA DE DEPUTADOS, 2015, p. 116).

Isso implica a necessidade de implementação de políticas públicas que visem reduzir tanto a quantidade total de acidentes de trânsito quanto sua gravidade, através de ações como políticas de fiscalização e controle da velocidade, habilitação dos condutores e verificação das condições dos veículos, além da efetivação daquelas voltadas para a educação e para a melhoria da infraestrutura viária (CARVALHO, L., 2020).

No Rio Grande do Sul, o número de acidentes de trânsito com vítimas fatais é de 1,4 mil por ano, resultando em cerca de 1,6 mil óbitos e aproximadamente 1,8 mil feridos ou ilesos anualmente (IBGE, 2018; BRASIL, 2021; DETRAN, 2022). No Estado

a média de internações hospitalares devido aos acidentes de trânsito é de 5,2 mil por ano (BRASIL, 2022).

Dados da Brigada Militar do Estado do Rio Grande do Sul, registram em média 6,2 mil acidentes anualmente, sendo mais de 5 mil feridos e cerca de 380 vítimas fatais por ano (RIO GRANDE DO SUL, 2022).

Em Santa Maria/RS, município de estudo do presente trabalho, a média de ocorrência de acidentes de trânsito é de aproximadamente 760 a cada ano, o que resulta em cerca de 935 feridos e 25 vítimas fatais (DIÁRIO DE SANTA MARIA, 2022).

É possível perceber que as informações sobre acidentes de trânsito variam entre os bancos de dados dos diferentes órgãos envolvidos, visto que cada um trabalha de maneira independente, com metodologia de coleta e tratamento de dados própria, não havendo uma integração entre as bases de dados. Além disso, a coleta de dados de acidentes de trânsito envolve vários fatores variáveis, que dependem da maneira com que a ocorrência é atendida e registrada, e do quão precisas e completas são as informações coletadas. De qualquer forma, o número de acidentes de trânsito é bastante elevado, evidenciando o problema de segurança viária existente, devido à expressividade de ocorrências.

A imobilidade urbana resulta em fortes impactos negativos tanto à população, quanto à economia (CÂMARA DE DEPUTADOS, 2015). Diante disso, é fundamental o acompanhamento de medidas de planejamento visando a minimização de ocorrência de acidentes de trânsito. Nesse processo, a engenharia tem um papel muito importante de análise do cenário e de criar propostas que gerem soluções de infraestrutura para reduzir o número de acidentes de trânsito e sua gravidade.

1.1 JUSTIFICATIVA

A elevada quantidade de acidentes de trânsito que ocorrem anualmente em diversos países do mundo resulta em danos aos veículos, cargas, lesões em pessoas e também altos custos à sociedade, tanto em termos sociais, quanto em termos econômicos. Diante de tamanho impacto negativo, instituições públicas e organizações sociais têm estimulado a pesquisa e a coleta de dados fundamentais

para a melhoria da segurança viária, na busca de estratégias de prevenção e diminuição dos acidentes rodoviários, o que deve ser prioridade nos planos de governo.

Apesar de grande parte dos fatores que contribuem para ocorrência de um acidente de trânsito estar relacionado ao fator humano, melhorias através de engenharia podem minimizar o peso das ações humanas, de modo que o desenvolvimento de projetos de engenharia seja pensado para atender às habilidades e limitações do ser humano. Para reduzir ou até mesmo evitar os acidentes de trânsito, é necessário estudar características que podem estar atreladas a sua ocorrência. Compreender quais fatores têm maior influência na causa dos acidentes e analisar aspectos de locais críticos, auxilia no diagnóstico e traçado de medidas mitigadoras.

Nesse sentido, as ferramentas de SIG (Sistema de Informação Geográfica) são fundamentais como apoio a este processo, auxiliando na identificação de locais com maior concentração de acidentes de trânsito. Dessa maneira, a distribuição geográfica e a elaboração de mapas auxiliam na visualização e no entendimento do cenário de ocorrência de acidentes, de modo que as ações corretivas ou preventivas sejam melhor orientadas e direcionadas para locais mais severos, que, portanto, merecem prioridade de intervenção.

Diante do exposto, este trabalho justifica-se devido à importância da segurança viária, visto que a carência da mesma promove a ocorrência de acidentes e fatalidades, que oneram o sistema público e geram consequências irreparáveis aos envolvidos. Com este estudo, espera-se contribuir com a minimização dos sinistros e com a melhoria da segurança viária como um todo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é analisar a ocorrência de acidentes de trânsito em um trecho que compreende os quilômetros 231 da RSC-287 ao quilômetro 253 da BR-287, perímetro urbano de Santa Maria/RS.

1.2.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- Analisar estatisticamente as variáveis de ocorrências de acidentes de trânsito.
- Analisar a distribuição espacial dos acidentes de trânsito.
- Identificar trechos críticos, onde há maior concentração de acidentes de trânsito.
- Realizar visita *in loco* em um trecho crítico para analisar elementos da via, veículos e ambiente.
- Propor melhorias de segurança viária com base nos resultados obtidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEFINIÇÃO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO E FATORES CONTRIBUINTES

De acordo Viola (2000 apud MAURO, 2001), “acidente de trânsito é todo evento danoso que envolva o veículo, a via, o homem e/ou animais e para caracterizar-se, é necessário a presença de pelo menos dois desses fatores”. Em 2020, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou a revisão da NBR 10697, que substituiu a denominação acidente de trânsito, por sinistro de trânsito.

Assim, conforme a ABNT NBR 10697:2020,

Sinistro de trânsito é todo evento que resulte em dano ao veículo ou à sua carga e/ou em lesões a pessoas e/ou animais, e que possa trazer dano material ou prejuízo ao trânsito, à via ou ao meio ambiente, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou em áreas abertas ao público.

Essa atualização está alinhada à ideia do Sistema Seguro de mobilidade urbana, que reconhece a segurança no trânsito como resultado da inter-relação de diversos componentes que formam um sistema dinâmico, onde a responsabilidade é compartilhada por quem projeta, constrói, gerencia, fiscaliza e utiliza o espaço viário. Essa visão parte da premissa que nenhuma morte no trânsito é aceitável, e reconhece que o ser humano é passível de erro, no entanto, erros podem ser prevenidos a partir de medidas de segurança. Dessa forma, acidentes não são algo fortuito e aleatório, sendo necessário traçar estratégias para mitigar as chances de um sinistro ocorrer e reduzir a gravidade de suas consequências (BRASIL, 2022; RIZZON; CORRÊA, 2021).

Os fatores contribuintes de um acidente viário são as principais ações, falhas ou condições que levaram diretamente ao acidente. Normalmente há mais de um fator contribuindo para ocorrência de um acidente (CHAGAS, 2011). Segundo o Observatório Nacional de Segurança Viária, os fatores determinantes para um acidente são: “humano, veicular e viário” (ONSV, 2015):

- O fator humano diz respeito a ações como: excesso de velocidade, ingestão de bebidas alcoólicas, distrações como o uso de celular durante a condução, não

utilizar setas que indiquem suas intenções de manobras, não manter uma distância segura de outros veículos, ultrapassagens indevidas.

- O fator veicular está relacionado à manutenção regular do veículo e à certificação da correta operação de seus componentes, como: faróis, freios, pneus, limpadores de para-brisa, sistema elétrico e combustível.
- As vias dependem de seu estado de conservação, infraestrutura oferecida, presença de passarelas e acostamento, condições de sinalização e projeto.

Há ainda o aspecto ambiente, com fatores como: intensidade de luz, condições atmosféricas como a chuva, o vento e a neblina, que podem dificultar a visibilidade na via e contribuir com a ocorrência de um acidente, além de condições como dia da semana e período do dia, que podem ter influência nos padrões de acidentes (DETRAN, 2003).

Estima-se que a falha do elemento humano esteja envolvida em 90% dos acidentes, seja por meio de erros ou de violações à lei (HOFFMANN, 2005; PEDEN *et al.*, 2004). O perfil das vítimas de acidentes de trânsito no Brasil, considerando sexo e idade, tem se mostrado consistente nos últimos anos, predominando o envolvimento de homens com idades entre 20 e 40 anos nas ocorrências (LEGAY *et al.*, 2012; LIMA; CRUZ JUNIOR, 2016).

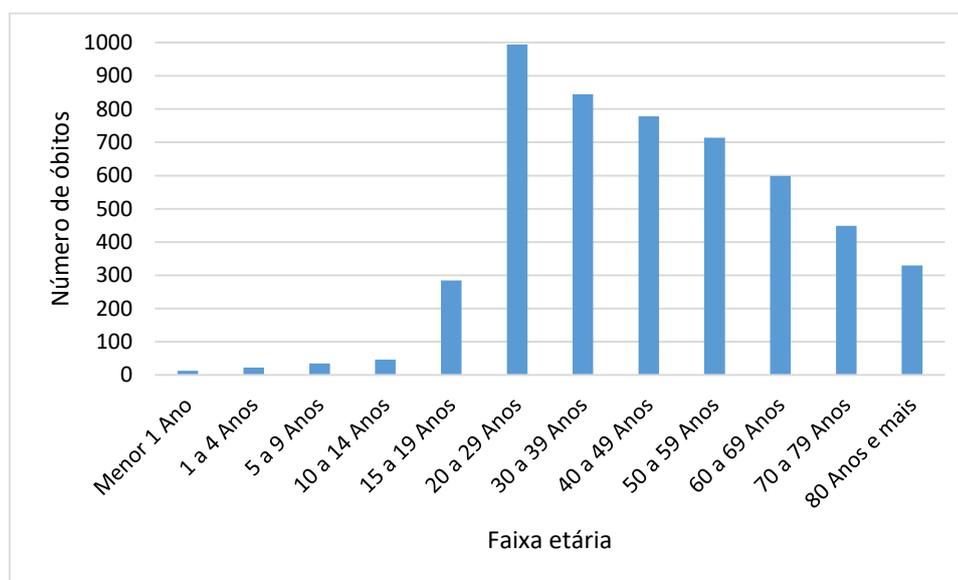
Informações do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS), mostram que, no ano de 2021, em mais de 80% dos acidentes registrados a vítima era do sexo masculino (BRASIL, 2021). O maior envolvimento dos homens em acidentes pode ser considerado como resultado das diferenças de gênero, manifestadas pela maior exposição histórica do sexo masculino à motorização, assim como sua postura mais agressiva e menos cautelosa, comparada ao sexo feminino, durante a condução de veículos (ÖZKAN; LAJUNEN, 2006; RIOS *et al.*, 2018).

Com relação às vítimas, pedestres, ciclistas e motociclistas são os usuários mais vulneráveis do trânsito, devido sua maior exposição a lesões. Além disso, a ocorrência de sinistros envolvendo esses usuários tende a ser mais grave. Assim, os dois maiores grupos de causas de óbitos em acidentes de transporte no país foram: motociclista traumatizado (42%) e pedestre traumatizado (22%) (BRASIL, 2021).

No caso dos motociclistas, as ocorrências se concentram principalmente na faixa etária de 20 a 49 anos (50%), enquanto para pedestres a porcentagem maior de acidentes é a partir dos 60 anos de idade (48%). A fragilidade dos idosos está no fato de que, em função das suas limitações com relação às capacidades cognitivas, sua resposta a condições de risco no tráfego é mais lenta, e portanto, maior o risco de se envolverem em sinistros de trânsito (CARVALHO, L., 2020).

A Figura 1 mostra a morbidade hospitalar do Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil por faixa etária, em decorrência de acidentes de transporte no ano de 2021.

Figura 1 - Óbitos por faixa etária em acidentes de transporte no Brasil, ano de 2021



Fonte: Adaptado de Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS).

Desde o ponto de vista dos fatores viários, a falta de infraestrutura adequada voltada para a mobilidade ativa muitas vezes negligencia as necessidades dos pedestres e ciclistas. Porém, é fundamental a atenção aos espaços de circulação desses grupos, a fim de minimizar problemas de segurança. Além disso, a falta de iluminação e visibilidade das vias, pode resultar em comportamentos inseguros, principalmente no período da noite ou em locais onde há veículos estacionados. Nesses casos, os condutores podem não perceber os pedestres em faixas de

travessia, e conseqüentemente não parar ou reduzir a velocidade de tráfego (DIÓGENES, 2008).

Alguns acidentes são mais recorrentes em tipos específicos de via, diante de condições inadequadas da engenharia de tráfego, e fatores como: a inexistência de passarelas e acostamentos, curvas fechadas ou com superelevação insuficiente, fluxos veiculares de sentido duplo e ausência de separador físico, podem contribuir com a ocorrência de acidentes de trânsito. Muitos destes acidentes ocorrem em trechos que, devido ao alto fluxo de veículos, já deveriam ter sido duplicados, ou em trechos em aclave/declive, sem as faixas adicionais necessárias, resultando em impaciência da parte dos condutores, que por sua vez, realizam ultrapassagens indevidas, fator contribuinte com o número de ocorrências (LIMA *et al.*, 2008).

Existem algumas características que são mais propícias à ocorrência de certos tipos de acidentes: por exemplo, normalmente atropelamentos estão relacionados à presença de pedestres combinada com a falta de regularidade em travessias e condições de deslocamento, já tombamentos e capotamentos costumam ser mais recorrentes em trechos em curva. Colisões frontais são recorrentes em ultrapassagens, enquanto as colisões laterais são comuns em cruzamentos e interseções, e colisões traseiras podem ser atreladas a freadas repentinas, não manter uma distância segura entre veículos e o excesso de velocidade (CHAGAS, 2011).

Outro fator importante é a condição de envolvimento das vítimas nos acidentes, que é fundamental para a implantação de estratégias preventivas. Nesse sentido destacam aspectos relacionados aos fatores veiculares. No Brasil, o número de veículos cresceu nos últimos tempos, em especial a frota de motocicletas, por ser uma opção mais econômica, comparada a outros veículos automotores, além das facilidades de tráfego e estacionamento. Esse crescimento da frota de motos, muitas vezes motivado à realização rápida de tarefas, até mesmo a trabalho, pode resultar em manobras arriscadas que tem como consequência o aumento da participação de motociclistas entre as vítimas de acidentes de trânsito (ANDRADE; MELLO JORGE, 2000).

Além das motocicletas, os automóveis estão associados a maior parte dos sinistros com pedestres, entretanto, os acidentes de maior gravidade comumente são caracterizados pela presença de veículos de grande porte, embora menos frequentes (CARVALHO, L., 2020; OMS, 2004). A velocidade de operação acima do permitido pelos veículos, é outro fator que apresenta grande efeito na gravidade dos sinistros envolvendo os pedestres (OMS, 2013; GÅRDER, 2004).

Finalmente, condições do ambiente, como dia da semana e período do dia, parecem também influenciar nos padrões de acidentes. De maneira geral, esses fatores variam de um local para outro, mas são mais frequentes acidentes nos fins de semana, sobretudo nas sextas-feiras, e no período da noite (CARVALHO, L., 2020). Acredita-se que a maior ocorrência de acidentes nesse período pode ser consequência do aumento do consumo de álcool, o que prejudica a tomada de decisões dos condutores, assim como suas habilidades psicomotoras, influenciando em alterações nas tarefas de condução do veículo e uso correto de equipamentos de segurança, o que contribui para que os acidentes tornem-se mais graves. Além do consumo de álcool, questões de visibilidade podem ser afetadas no período da noite, assim como o cansaço ao final do dia, decorrente das atividades diárias (LIBERATTI *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2008).

O conjunto de ações necessárias aos órgãos de trânsito para promover a segurança viária integrada é baseado na atuação conjunta de três pilares: engenharia, educação e exigência. O equilíbrio desse trinômio contribui para a melhoria efetiva da segurança viária, onde um apoia o outro, e juntos garantem o melhor funcionamento do sistema de trânsito. A engenharia atua no desenvolvimento de projetos viários que propiciem deslocamentos mais seguros, adequados aos requisitos operacionais dos veículos e comportamentais dos usuários da via. A educação no trânsito contribui através do ensino das normas e o constante reforço de condutas de comportamento consciente e responsável no trânsito. Já as ações de exigência dizem respeito ao esforço legal, de orientação e fiscalização do comportamento do usuário (CUCCI NETO, 1996; CAMPOS *et al.*, 2012).

Nesse sentido, apesar serem vários os fatores contribuintes envolvidos em um acidente de trânsito, no âmbito de engenharia a atuação se restringe a

intervenções no sistema viário, através de estudos dos pontos críticos, padrões e fatores comuns nos acidentes, identificando aspectos recorrentes, inspecionando o local e propondo medidas que visem a redução da frequência de acidentes (GOLD, 1998).

2.2 CLASSIFICAÇÃO DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

A análise das circunstâncias e consequências dos vários tipos de acidentes permite a definição de meios para reduzir sua frequência e gravidade. Segundo a ABNT NBR 10697: 2020, os acidentes de trânsito são classificados nos seguintes tipos:

Atropelamento – Acidente em que o pedestre(s) ou animal(is) sofre(m) impacto de um veículo em movimento.

Capotamento – Acidente 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 – Acidente em que há impacto de um veículo contra qualquer objeto fixo ou móvel sem movimento.

Colisão – Acidente em que um veículo em movimento sofre o impacto de outro veículo também em movimento. A colisão pode ser frontal, lateral, transversal ou traseira, a depender da direção que transitam e a maneira que colidem.

Engavetamento – Acidente em que há impacto de três ou mais veículos, em um mesmo sentido de circulação, resultado de uma sequência de colisões traseiras, laterais ou transversais.

Queda – Acidente em que há impacto em razão da queda livre do veículo, queda de pessoas ou cargas transportadas em razão do movimento do veículo.

Tombamento – Acidente 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 – aqueles que não se enquadram nas definições anteriores.

2.3 POLÍTICAS PÚBLICAS DE CONTROLE DA ACIDENTALIDADE NO TRÂNSITO

A solução de problemas relacionados à segurança no trânsito está diretamente ligada à interdisciplinaridade e à elaboração de projetos que possam integrar diferentes áreas, como a educação, saúde, engenharia, segurança pública, entre outras, visando ações pautadas em medidas preventivas e de respeito à garantia institucional, a todos os indivíduos, de circularem livres e com segurança no trânsito (HENRIQUE, 2002).

A importância de tratar questões relacionadas à ocorrência de acidentes de trânsito motivou a implementação de políticas, planos e programas voltados para a conscientização e redução da violência no trânsito

2.3.1 Política Nacional de Trânsito

Desde a instituição do Código Brasileiro de Trânsito – CTB em 1997, a gravidade do problema de segurança no trânsito passou a ser abordada através da conscientização e ações efetivas, no entanto, ainda insuficientes para representar um verdadeiro enfrentamento das questões de ocorrências trágicas de trânsito (CONTRAN, 2004). Buscando atender as necessidades diante do problema, foi regulamentada a Política Nacional de Trânsito – PNT por meio da Resolução Nº 166 de 15 de setembro de 2004, pelo Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, cujo principal objetivo é garantir um trânsito seguro aos seus maiores beneficiários, os cidadãos brasileiros.

Para redução das ocorrências e implementação da civilidade no trânsito, é preciso tratá-la como uma questão multidisciplinar, integrando objetivos e diretrizes que buscam traduzir valores, princípios, aspirações e anseios da sociedade, em busca do exercício pleno da cidadania e da conquista da dignidade humana e da qualidade

de vida plena. A liberdade de ir e vir de todos os cidadãos, assim como o direito de ocupar o espaço público e de conviver socialmente no trânsito, não deve ser afetada pela violência, consequência direta de problemas de mobilidade e ordenamento que impactam a qualidade de vida no meio urbano (MTPA, 2018).

2.3.2 Plano Global – Década de Ação pela segurança no trânsito 2021-2030

Na busca de reduzir o número de mortes e lesões no trânsito, foi declarada a Segunda Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2021-2030, através da Resolução 74/299 da Assembleia Geral da ONU, com a meta de redução de pelo menos 50% da acidentalidade nesse período. O Plano Global descreve ações recomendadas elaboradas a partir de intervenções comprovadas e eficazes, e traz as melhores práticas para prevenir lesões no trânsito, na busca por inspirar governos e demais partes interessadas a seguir um caminho que enfatize a segurança como um valor básico dentro do Sistema Seguro e da mobilidade sustentável (OMS, 2021).

A primeira década do plano de segurança no trânsito ocorreu entre os anos de 2011 e 2020, e teve como propósito reduzir em 50% o número de mortes no trânsito. Porém a análise dos dados colhidos ao longo do processo demonstraram uma fragilidade no sistema de prevenção destes acidentes e ferimentos causados, principalmente em jovens adultos e crianças entre 5 e 29 anos de idade, sendo estes índices tão expressivos que representam uma das maiores taxas de mortes no mundo (OMS, 2018).

Apesar do número de mortes estar estabilizado em relação ao crescimento da população global e em declínio relativo em relação ao número de veículos automotores, ainda não se tem o que é suficiente para redução significativa no número de mortes, afinal, mesmo com os esforços da década passada, trata-se de 1,35 milhões de mortes por ano, número este causado majoritariamente por inadequações em sistemas para pedestres, motociclistas, ciclistas, que ainda possuem as estruturas dedicadas para sua utilização dentro das vias negligenciadas em alguns países. Diante disso, faz-se necessário a implementação de medidas mais drásticas e em busca de reverter esse cenário foi iniciada uma segunda década de ação pela segurança no trânsito (OMS, 2018).

As ações recomendadas para esta nova década estão agrupadas da seguinte maneira: gestão da segurança no trânsito, vias e mobilidade mais seguras, veículos mais seguros, usuários das vias mais seguros e atenção após o acidente. Totalizando 12 metas de desempenho voluntárias para fatores de risco de segurança no trânsito e mecanismos de prestação de serviços, espera-se guiar os esforços dos países e acelerar o progresso para vias mais seguras (OMS, 2021).

2.3.3 Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito

O Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito - PNATRANS foi criado pela Lei nº 13.614 de 11 de janeiro de 2018, que acrescenta o art. 326-A ao CTB, e tem como objetivo orientar os gestores de trânsito a implementarem ações com o objetivo de reduzir mortes e lesões no trânsito, em alinhamento com a Nova Década de Segurança no Trânsito da ONU. Em 2021, o plano passou por uma revisão, essa atualização visa garantir um planejamento mais bem executado, por meio do acompanhamento efetivo das ações previstas (BRASIL, 2021).

O plano tem como diferencial seu olhar integrado, baseado em seis pilares de atuação: Gestão da Segurança no Trânsito, Vias Seguras, Segurança Veicular, Educação para o Trânsito, Atendimento às Vítimas, e Normatização e Fiscalização. A gestão da segurança no trânsito fortalece a articulação integrada nos diferentes níveis de governo e estimula o engajamento político/social sobre o tema. O pilar vias seguras prevê adequações da classificação viária e dos limites de velocidade. A segurança veicular incorpora os parâmetros mais seguros recomendados pela ONU, visando melhores práticas mundiais em segurança de veículos. A educação para o trânsito fomenta ações de educação com resultados de impacto para o curto e médio prazo. O atendimento às vítimas deve ser coordenado entre as diferentes áreas de especialistas, já que o tempo de atendimento é um fator crítico para reduzir o risco de morte ou lesão grave em decorrência de um acidente. Por fim, a normatização e fiscalização propõem a discussão de temas sensíveis sobre segurança viária (BRASIL, 2022).

2.3.4 Programa Vida no Trânsito

O Programa Vida no Trânsito - PVT surgiu como uma iniciativa ao “*Road Safety in Ten Countries (RS 10)*”, um projeto mundial de prevenção de lesões e mortes no trânsito e segurança viária, que inclui os 10 países com as maiores taxas de mortes no trânsito, entre os quais se encontra o Brasil. A principal característica do programa é o trabalho intersetorial e conjunto entre os diversos setores ligados direta ou indiretamente à problemática do trânsito. Seu objetivo principal é o fortalecimento de políticas de prevenção de lesões e mortes no trânsito, através de análises de dados e identificação de problemas locais de acidentalidade, que permitem propor estratégias de fiscalização, educação e engenharia de trânsito (DETRAN, 2019).

No Brasil, inicialmente no ano de 2010 o PVT foi implementado em 5 capitais, uma representante de cada macrorregião brasileira: Curitiba (sul), Belo Horizonte (sudeste), Campo Grande (centro-oeste), Teresina (nordeste) e Palmas (norte). Logo após foi expandido às demais capitais e hoje é desenvolvido em diversas cidades no país. No Rio Grande do Sul, teve início na capital Porto Alegre, onde mostrou resultados positivos na redução da acidentalidade no trânsito, levando outras cidades do estado a aderirem o programa. Entre elas, Santa Maria foi uma das pioneiras, no município, o Programa Vida no Trânsito teve o Comitê Intersetorial instituído através do Decreto Executivo nº 07, de 10 de janeiro de 2020, presidido e coordenado pela Secretaria de Mobilidade Urbana, composto por representantes dos órgãos e instituições, públicos e privados, de segurança, educação e saúde. E busca contribuir com o planejamento de estratégias e ações nos principais eixos da mobilidade urbana: fiscalização, engenharia de tráfego e educação para o trânsito (SANTA MARIA, 2022).

2.4 MEDIDAS DE CONTROLE DE ACIDENTALIDADE NO TRÂNSITO

A insegurança viária requer a adoção de medidas para garantir a mobilidade segura da cidade, essas medidas incluem a atuação conjunta de diferentes setores. No âmbito de engenharia, existem algumas medidas de segurança viária que podem ser implementadas, essas medidas podem ser preventivas ou corretivas e buscam gerenciar os conflitos provocados pelo uso compartilhado do espaço entre pedestres e veículos (GITELMAN *et al.*, 2012).

As intervenções no ambiente viário incluem medidas de moderação de tráfego e controle do limite de velocidade, como uso de lombadas, radares, rotatórias, chicanas e estreitamento da via. Outra alternativa aliada é a redução das viagens veiculares e incentivo à mobilidade sustentável, com a criação de ciclofaixas e ciclovias. A melhoria da infraestrutura das vias e calçadas é outro ponto importante, essa pode ser otimizada por meio da instalação de ilhas de refúgio e passarelas, redução da distância de travessia de pedestres, eliminação de barreiras físicas e melhoria da visibilidade, assim como o reforço da sinalização vertical, horizontal e iluminação adequada (WELLE *et al.*, 2015; ELVIK *et al.*, 2015).

2.5 PONTOS DE CONCENTRAÇÃO DE ACIDENTES

Pontos de concentração de acidentes, também chamados pontos críticos, ou ainda pontos quentes (*hotspots*), são os locais que apresentam as maiores taxas de ocorrência de acidentes de trânsito (MT, 2002). Por outro lado, a área crítica refere-se a uma proporção significativa de acidentes que está dispersa pela malha viária (QUEIROZ, 2003). Esses locais de maior risco, onde se concentram um elevado número de acidentes, devem receber maior atenção, buscando alternativas de ações prioritárias para controlar o problema.

No âmbito da mobilidade urbana, geralmente a maior concentração de acidentes está na região central, onde costuma haver maior presença de comércios e serviços, e conseqüentemente maior o fluxo de veículos e pedestres. Alguns fatores podem estar relacionados à ocorrência de acidentes, como a presença de interseções entre duas ou mais vias, presença de polos geradores e interferências temporárias, como obras e desvios (GOLD, 1998). Dessa maneira, um trecho crítico ou área crítica pode ter maior disposição a acidentes de acordo com suas características de projeto e ocupação.

2.6 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE PONTOS CRÍTICOS

A literatura aponta diversas metodologias para a análise do risco de ocorrência de acidentes de trânsito, que comumente baseiam-se na identificação de pontos

críticos e correlação com suas características de ocorrência. Os métodos de identificação mais utilizados são baseados no fato de que os acidentes, apesar da distribuição espacial, tendem a agregar-se em locais específicos da malha viária (BRANDÃO, 2007), e, portanto, a análise desses pontos permite melhorias no diagnóstico e traçado de medidas mitigadoras em função dos problemas encontrados em uma determinada região. O estabelecimento de pontos críticos pode ser feito através de análises dos bancos de dados dos acidentes, de técnicas de análise de conflitos, de estudos de percepção de risco ou técnicas de modelagem (DIÓGENES, 2008).

No Brasil são utilizados principalmente métodos numéricos e estatísticos. Os métodos numéricos são mais simples e de fácil aplicação, estes podem ser absolutos ou relativos, e de maneira geral, consideram o número ou a severidade dos acidentes. 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 (TEODORO; ALCANTARA; BARBOSA, 2014). A aplicação de tais métodos permite identificar indicadores e relacioná-los com as variáveis envolvidas, além da realização de cruzamentos de dados que ajudam na identificação de padrões e tendências existentes em uma determinada região.

Para auxiliar na identificação dos pontos críticos é comum o uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Os SIG podem ser definidos como uma ferramenta computacional que permite realizar análises de dados espacialmente georreferenciados (CARDOSO, 2006, FERRAZ *et al.*, 2012). Dessa forma, o SIG é uma importante ferramenta na determinação de pontos de concentração de acidentes, que possibilita a associação de diferentes atributos envolvidos em um acidente, com suas respectivas localizações geográficas. Além da espacialização e o cruzamento de dados coletados, proporciona também facilidade na identificação de informações, por meio da produção de mapas temáticos, contribuindo com o entendimento das relações existentes entre os acidentes e o ambiente onde eles ocorreram (SANTOS, 2006; CÂMARA *et al.*, 1996). Diante disso, o SIG tem demonstrado ser uma ferramenta capaz de integrar banco de dados, além de facilitar a execução de atividades de planejamento, estudo estratégico do uso do solo e monitoramento e eficiência dos sistemas viários (LOPES, 2020; MATSUMOTO; FLORES, 2012).

Outra técnica utilizada para tratar a segurança viária é a Auditoria, cujo objetivo principal é identificar os fatores de risco ou deficiências do projeto viário ou da via em operação, podendo ser empregada durante as fases de projeto e de construção, assim como na fase de manutenção das rodovias e vias urbanas (RIBEIRO, 2019). A Auditoria de Segurança Viária (ASV) consiste em um exame formal onde um grupo de auditores qualificados e independentes analisa o desempenho do ambiente viário existente ou projetado em relação à sua segurança (AUSTROADS, 2002). No caso de vias já existentes, o histórico de deficiências de trânsito é um importante fator que auxilia a ASV, por meio de estatísticas sobre os acidentes que já ocorreram em determinado trecho da malha viária, verificando a presença de falhas na segurança do trânsito, associadas à situações de risco como: geometria, sinalização, fluxo de veículos, condição do pavimento e dos dispositivos de drenagem e iluminação (GUERRA, 2022; SILVA, A.; SILVA, V., 2017). Essa identificação é importante na promoção de soluções tanto de caráter de detecção, quanto de prevenção, que objetivem evitar os acidentes ou mitigar as suas consequências (CUCCI NETO, 1996; NODARI; LINDAU, 2001; RIBEIRO, 2019).

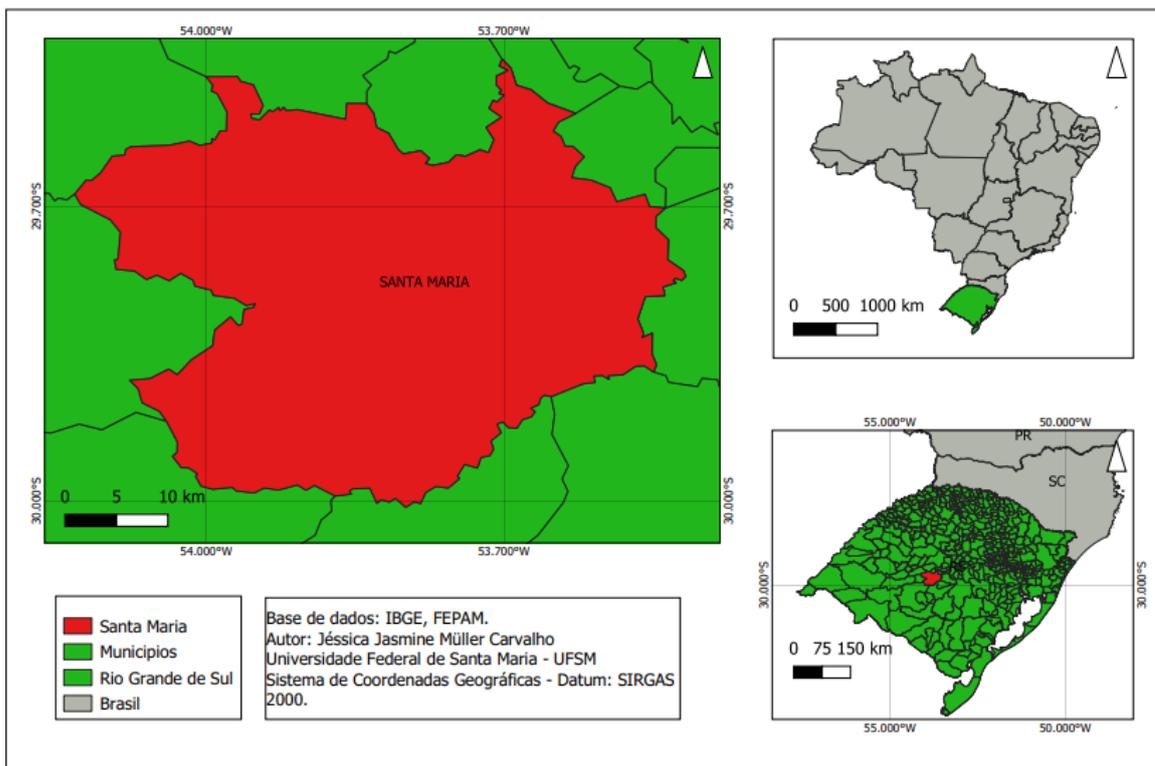
Por fim, cada metodologia apresenta peculiaridades, vantagens e dificuldades que precisam ser consideradas na análise da segurança viária. Essas metodologias podem ainda ser combinadas, a fim de se obter uma análise mais completa, e a escolha por uma determinada metodologia ou um conjunto delas depende principalmente do propósito do estudo e dos recursos disponíveis (DIÓGENES, 2008).

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Santa Maria está localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul, e segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) possui uma área territorial de 1.780,194 km² e cerca de 285 mil habitantes, sendo a quinta cidade mais populosa do estado (IBGE, 2021). A Figura 2 mostra a localização da cidade.

Figura 2 - Mapa de localização da cidade de Santa Maria/RS



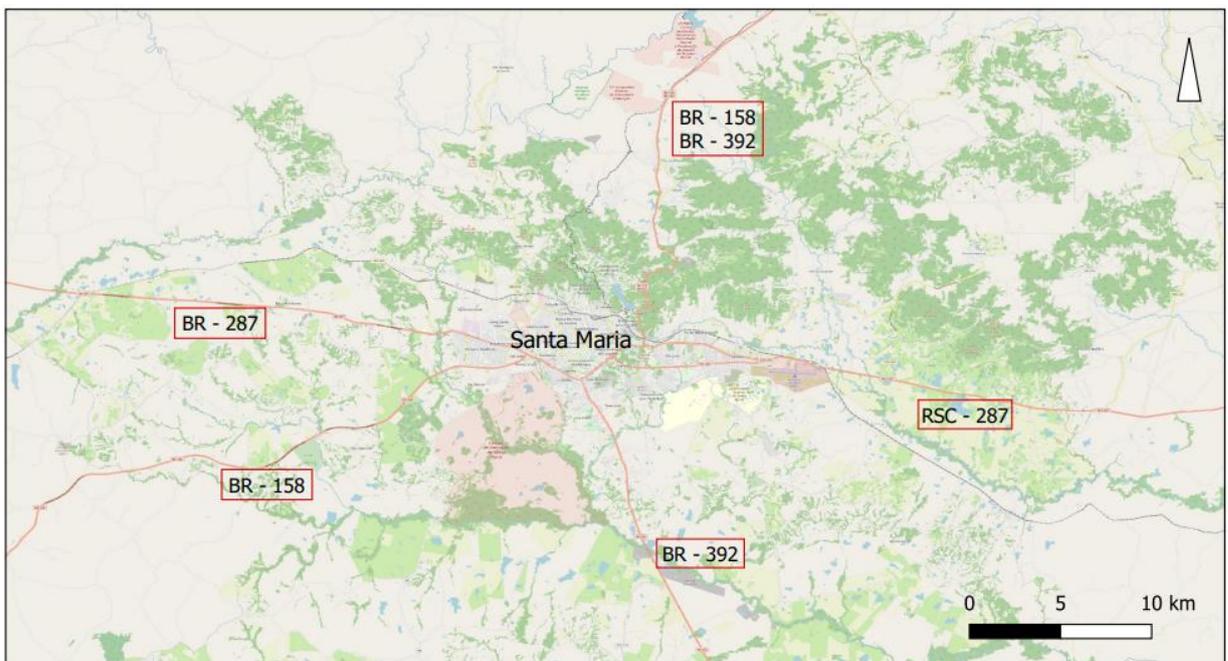
Fonte: A autora, 2022.

Santa Maria destaca-se na região principalmente por suas atividades comerciais e educacionais, além disso a cidade tem funções médico-hospitalares, militar-policial, entroncamento ferroviário e nó rodoviário. Considerada uma cidade

com característica militar, possui o segundo maior contingente do país. No âmbito industrial, há presença de pequenas indústrias, dispersas pelo território, por outro lado, a cidade abastece municípios vizinhos e atrai pessoas para seu comércio varejista e atacadista, tendo facilitada a conexão com outros municípios devido sua localização central. O destaque na área educacional faz com que Santa Maria seja vista como uma cidade universitária, especialmente por ser pioneira na interiorização do ensino superior, com a construção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) em 1960, uma das melhores do estado, somada a outras instituições de ensino superior, o que torna a cidade um grande atrativo para estudantes de diversas regiões do estado e também de fora dele (FERRARI; MOURA, 2019).

A frota de veículos de Santa Maria no ano de 2021 era de 176.278, composta majoritariamente por automóveis (60%), seguido de motocicletas (15%) e caminhonete (8%) (IBGE, 2021). Santa Maria tem seu acesso pelas seguintes rodovias: RSC-287, BR-158, BR-392 e BR-287, conforme representado na Figura 3.

Figura 3 - Rodovias de acesso a cidade de Santa Maria/RS



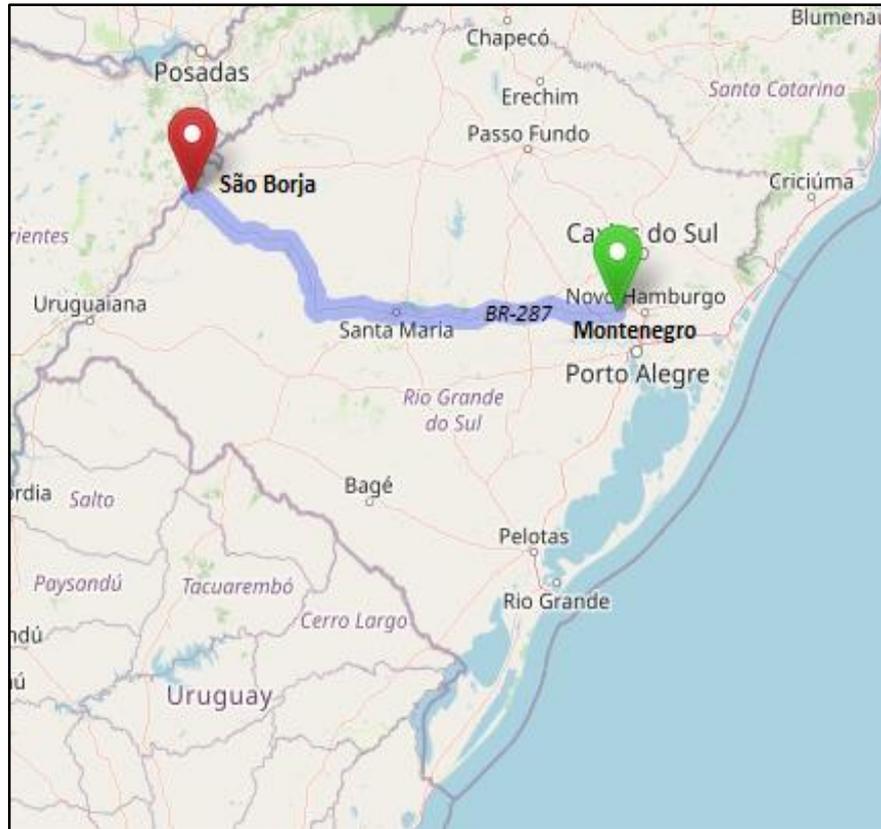
Fonte: Adaptado de OpenStreetMap, 2022.

A rodovia de estudo deste trabalho é a RSC-287 no trecho que compreende os quilômetros 231-241, e o trecho entre os quilômetros 241-253, que recebem a nomenclatura de BR-287. A RSC-287 é uma rodovia estadual que corta o estado do Rio Grande do Sul no sentido leste-oeste. Inicia no município de Montenegro e mantém esse nome até Santa Maria, sendo coincidente com a BR-287. A partir de Santa Maria o nome da rodovia muda para BR-287 e seu trajeto vai até São Borja, essa diferenciação segue informações do sistema rodoviário estadual (DAER, 2022; RIO GRANDE DO SUL, 2021).

A RSC-287 é um importante corredor logístico do Rio Grande do Sul, ligando o centro do estado à região metropolitana de Porto Alegre, com uma distância de 241 quilômetros, beneficiando mais de 10 cidades, entre os municípios de Santa Maria e Montenegro e sua administração é do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER, 2022). Enquanto a BR-287 é uma rodovia que atravessa o estado do Rio Grande do Sul transversalmente, iniciando na Região de Porto Alegre, na cidade de Montenegro, passando pelo centro do estado e terminando na região sudoeste, na cidade de São Borja, conforme Figura 4. Com extensão de 536 Km, localizada na região central do estado é um importante entroncamento de diversas estradas que compõem a malha rodoviária do país, sua administração é do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).

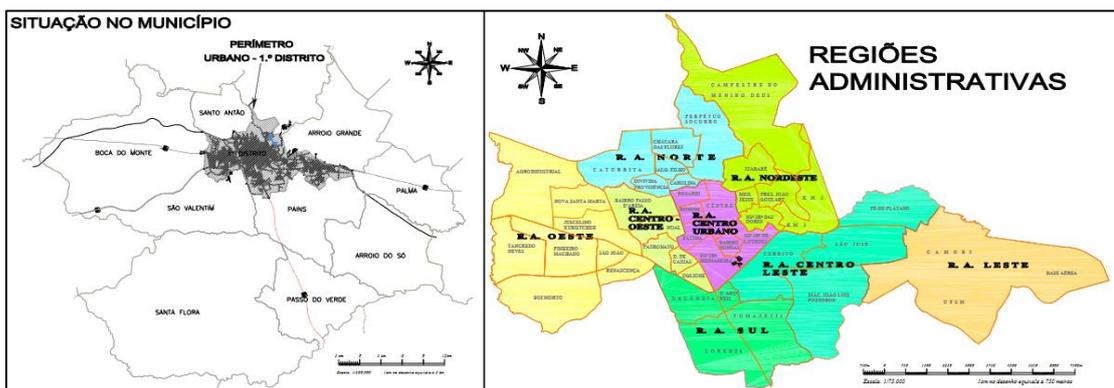
A área de estudo está limitada ao perímetro urbano de Santa Maria/RS, e o trecho analisado neste trabalho atravessa a cidade no sentido leste-oeste, passando por mais de 15 bairros de diferentes regiões administrativas, conforme o mapa de divisão urbana Figura 5. Em seu entorno destacam-se atividades de comércio e serviços.

Figura 4 - BR-287 no estado do Rio Grande do Sul



Fonte: Adaptado de OpenStreetMap, 2022.

Figura 5 - Regiões Administrativas Santa Maria/RS

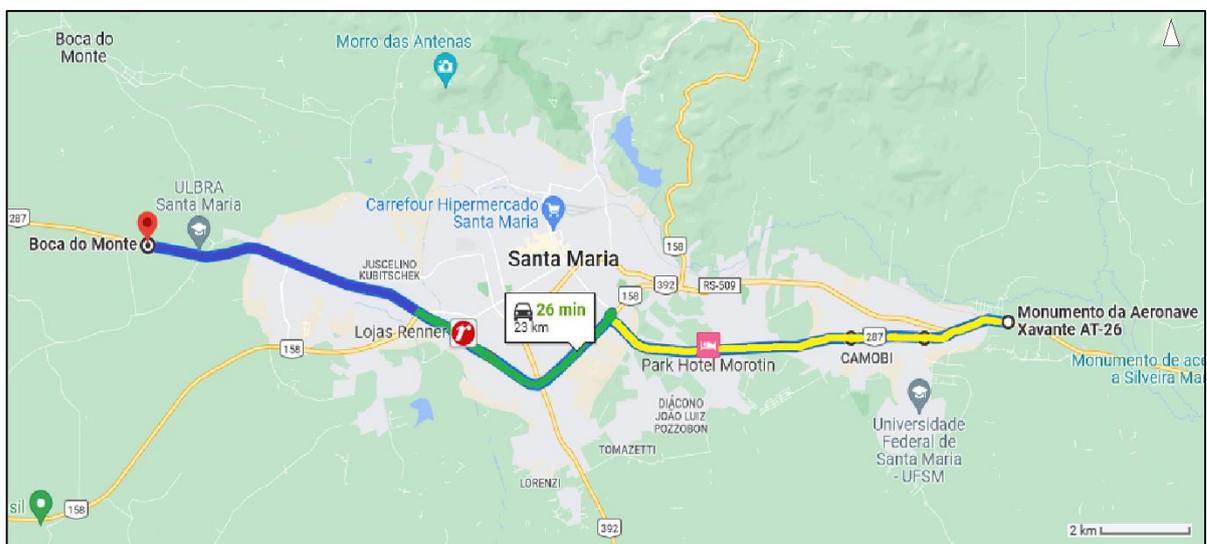


Fonte: Prefeitura Municipal de Santa Maria/RS, 2006.

A Figura 6 mostra o trecho analisado, compreendido entre os quilômetros 231 da RSC-287 ao 253 da BR-287, totalizando 23 km de extensão. Ao longo da rodovia

existe ainda uma área chamada Rodovia de Integração, entre os quilômetros 241 e 247 da BR-287, trechos coincidentes com outras BRs, com a BR-392 até o quilômetro 243 e com a BR-158 até o quilômetro 247, onde a BR-287 segue sozinha. Na figura o trecho em amarelo corresponde à RSC-287, o verde à Rodovia de Integração e o azul à BR-287.

Figura 6 - Trecho de estudo



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2022.

3.2 OBTENÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS REGISTROS DE OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

Os dados de acidentes de trânsito na cidade de Santa Maria/RS, foram disponibilizados pela Secretaria de Mobilidade Urbana do município através do Programa Vida no Trânsito, que conta com um Comitê Intersectorial, responsável pela coleta, gestão e análise de dados, além de produzir informações sobre fatores e condutas de risco, tipos de vítimas e participantes relacionados à sinistralidade no trânsito.

Os dados e informações dos acidentes de trânsito foram obtidos no formato de planilhas eletrônicas, compreendem os registros de acidentes ocorridos nos anos de 2019, 2020 e 2021, e estão descritos conforme logradouro, quilômetro ou número de localização na via, informações de data e turno da ocorrência, tipo de acidente, veículos envolvidos e características pessoais dos envolvidos. Nesse estudo, os dados foram restringidos às rodovias RSC-287 e BR-287 entre os quilômetros 231 e 253, área urbana de Santa Maria/RS.

Após a obtenção da base de dados fornecida, os registros de acidentes foram filtrados por logradouro, considerando apenas a rodovia e trecho de interesse do estudo. Logo após foi feita uma revisão, com intuito de remover informações inconsistentes e incompletas, como inexistência do quilômetro de ocorrência do acidente. Na sequência foi realizado um levantamento das coordenadas UTM de cada ponto de ocorrência de acidente, a fim de obter sua localização geoespacial ao longo da rodovia.

Com isso, foram gerados os dados de entrada para o estudo, que compreendem: ponto de localização geoespacial, ano, mês e dia de ocorrência, dia da semana, hora, turno, tipo de veículos envolvidos, sexo e idade do condutor, natureza do acidente e quilômetro em que ocorreu.

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foram utilizadas as seguintes metodologias combinadas na análise deste estudo: análise estatística descritiva, análise geoespacial e análise *in loco* em um trecho crítico estabelecido.

3.3.1 Análise estatística

A análise estatística básica foi utilizada para obter um conhecimento inicial dos dados e compreender se existe alguma relação entre as variáveis envolvidas em um acidente de trânsito. Essa análise contribui na verificação da presença de padrões nas

ocorrências e na identificação de perfis de acidentes mais recorrentes. Nesta etapa os dados foram analisados por meio de planilhas eletrônicas dentro do programa Microsoft Excel, buscando identificar quais variáveis mais contribuem para a ocorrência de acidentes de trânsito. Com o intuito de conhecer a relação entre as principais variáveis deste estudo, foram apresentados gráficos e tabelas para auxiliar na visualização do cenário dos últimos anos e na promoção do traçado de medidas corretivas e preventivas para a redução de acidentes de trânsito de acordo com as características mais frequentes ou com relação entre elas.

3.3.2 Análise espacial

Foi realizada uma análise geoestatística, com o intuito de identificar a presença de trechos críticos na via. O banco de dados fornecido pela Secretaria de Mobilidade Urbana do Município de Santa Maria/RS continha informações geográficas do quilômetro ou número da via em que foram registrados os sinistros de trânsito, portanto para que fosse possível georreferenciar um ponto de ocorrência, foi necessário a obtenção dos dados de latitude e longitude, e como um quilômetro compreende uma área e não apenas um ponto em específico, para o lançamento de cada acidente foi considerado o ponto central do quilômetro de ocorrência. Entretanto, pontos que continham número, metragem dentro do quilômetro ou ponto de referência foram posicionados na via considerando estes fatores.

Após a modelagem e o georreferenciamento dos pontos por meio do software QGIS, foi analisada a distribuição espacial dos acidentes de trânsito. Para isso, foi adotado o modelo geoestatístico de densidade Kernel, que consiste em um estimador de intensidade como método para realização das análises espaciais. Esse método permite a criação de mapas temáticos que possibilitam a identificação de pontos críticos por meio de ponderação dos dados dentro de um raio estabelecido, neste caso, o raio considerado foi de mil metros ou um quilômetro, a fim de abranger a área total do quilômetro e garantir a continuidade na representação do trecho, salienta-se que apesar da representação ser um raio circular de um quilômetro, na realidade o trecho corresponde ao eixo da via, não considerando características da área de seu entorno. Para a visualização dos mapas de calor, foi utilizada uma escala de cores,

onde o vermelho representa maior concentração de acidentes e a cor azul representa os locais onde há menor concentração de acidentes de trânsito.

3.3.3 Análise *in loco*

Após a análise espacial foi escolhido um trecho crítico para estudo *in loco*, esta análise foi baseada nos procedimentos de uma auditoria de segurança viária, embora a realização de uma auditoria completa não seja o objetivo deste trabalho, mas sim analisar determinadas características do local e relacioná-las aos acidentes registrados no período de estudo. Desta forma, a visita no entorno do quilômetro apontado como trecho crítico teve como objetivo a identificação de condicionantes da área, como: presença de sinalização, estrutura da via, existência de equipamentos de fiscalização de trânsito, condições de visibilidade, iluminação, velocidade média de tráfego e sua composição, comportamento dos pedestres e motoristas, entre outros fatores. Essas informações foram coletadas por meio de perspectiva visual e apresentadas no formato de relatórios fotográficos e tabela de análise da presença de elementos agrupados em relação a pedestres e vias.

Apesar do levantamento feito em campo, vale ressaltar que os dados espaciais de acidentes de trânsito são limitados ao quilômetro, resultando em uma imprecisão espacial, já que na maioria dos casos, não se sabe o local exato de ocorrência do acidente de trânsito dentro do trecho. Isso torna a análise de comportamento dos acidentes em relação aos elementos de infraestrutura viária aproximada.

4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

Neste estudo foram analisados dados dos anos de 2019, 2020 e 2021 para o trecho compreendido entre os quilômetros 231 da RSC-287 ao quilômetro 253 da BR-287. Ao longo dos três anos, dentro deste trecho houve um total de 132 acidentes registrados, uma média de 44 acidentes por ano, o que corresponde a cerca de 2 acidentes por quilômetro anualmente.

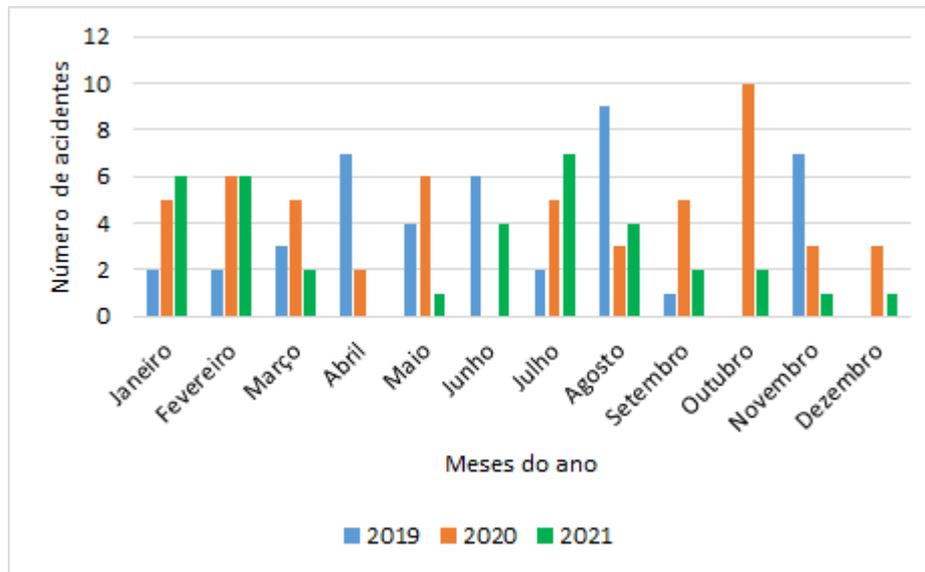
No ano de 2019 foram registrados 43 acidentes de trânsito, em 2020 foram 53, e em 2021 o número foi de 36, vale ressaltar que estes números são resultado da depuração de dados, onde foram eliminados registros com dados inconsistentes. Observa-se que no ano de 2021 o número de acidentes foi relativamente menor que nos demais anos, isso pode ser resultado da mudança de hábito dos usuários em função da pandemia do coronavírus (covid-19), que impactou de maneira significativa os deslocamentos das pessoas e o volume de tráfego urbano.

4.1.1 Meses do ano

O número de acidentes por ano, distribuídos ao longo dos meses, está representado na Figura 7.

Percebe-se que não existe um padrão de ocorrência ao longo dos meses, o número de ocorrências variou bastante entre os anos, sendo que em 2019 o mês de maior ocorrência foi o de agosto, em 2020 foi o mês de outubro e em 2021 o mês de julho, não evidenciando um padrão de mês como o mais crítico. De maneira geral, todos os meses tiveram acidentes no período avaliado, não estando vinculados períodos de férias ou de maior atividade comercial a variações na acidentalidade no trecho avaliado, o que indica a importância das ações de fiscalização e prevenção se estenderem em todo o ano.

Figura 7 - Número de acidentes de trânsito por ano e mês de ocorrência

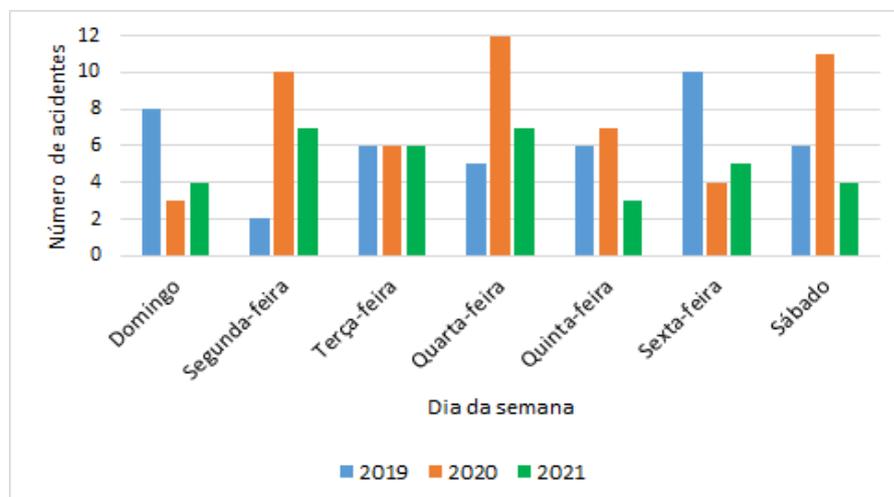


Fonte: A autora, 2023.

4.1.2 Dia da semana e turno

Assim como nos meses do ano, os dias da semana também não apresentaram um padrão de ocorrências ao longo dos anos. A Figura 8 mostra a distribuição dos acidentes por dia da semana nos três anos de estudo.

Figura 8 - Acidentes de trânsito por dia da semana de ocorrência

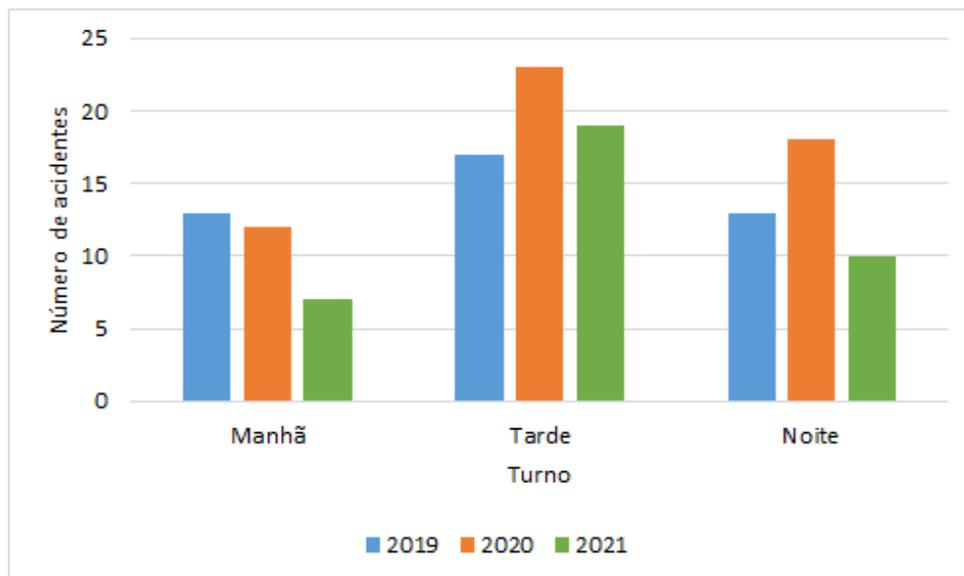


Fonte: A autora, 2023.

Apesar da literatura relacionar o aumento do número de acidentes aos fins de semana, esse comportamento não foi verificado neste estudo. Neste caso a ocorrência de acidentes pode ser observada ao longo de todos os dias da semana, o que reforça que as ações devem ser contínuas ao longo dos dias e meses, pois o risco de acidentes de trânsito está sempre presente, independente dessas variáveis.

Quanto ao turno de ocorrência dos acidentes, percebe-se a predominância de acidentes no período da tarde nos três anos, Figura 9.

Figura 9 - Acidentes de trânsito por turno de ocorrência



Fonte: A autora, 2023.

Acidentes no período da tarde podem estar relacionados a questões de ambiente como a iluminação, que pode ser afetada pela incidência solar, dificultando a visibilidade durante a condução de veículos. No período da tarde também existe um grande fluxo de veículos em função dos deslocamentos para trabalho, estudo, comércio e serviços, especialmente nas primeiras horas da tarde após o almoço, e no fim da tarde, esta última pode ser somada ao cansaço do final do dia, que por vezes resulta na diminuição das percepções humanas e o nível de atenção ao trânsito, assim

como a possibilidade de ofuscamento dos motoristas devido à orientação leste-oeste da maior parte do trecho analisado.

4.1.3 Veículos envolvidos

O número de veículos envolvidos em acidentes de trânsito em cada ano está expresso na Tabela 1.

Tabela 1 - Veículos envolvidos em acidentes de trânsito por ano de ocorrência

Veículo	2019	2020	2021
Automóvel	36	37	30
Motocicleta	26	31	23
Motoneta	3	3	1
Caminhão	4	7	3
Ônibus	1	1	0
Caminhonete	4	11	2
Camioneta	1	1	2
Bicicleta	0	5	3
Ciclomotor	0	1	0
Carroça	0	1	0
NI (não informado)	1	0	1
Total	76	98	65

Fonte: A autora, 2023.

É possível verificar que predomina a participação de veículos de passeio, sobretudo automóveis, seguido pelo número de motocicletas. Os veículos de passeio somados correspondem a 52% das ocorrências (agrupados automóvel, caminhonete e camioneta), enquanto as motocicletas cerca de 37% (agrupados motocicleta, motoneta e ciclomotor). Essa expressividade de automóveis e motocicletas é reflexo dos meios de transporte predominantes, sendo que os veículos mais presentes no tráfego são também aqueles mais suscetíveis ao envolvimento em acidentes de trânsito. Entretanto, sabendo que a frota veicular da cidade nos mesmos anos é composta por uma média de 72% de veículos de passeio e 19% de motocicletas

(IBGE, 2022), comparando essas porcentagens percebe-se que o número de motocicletas envolvidas em acidentes de trânsito é quase o dobro da sua representatividade na frota de veículos, destacando-se como o veículo de maior risco. Além disso, por ser mais vulnerável devido a sua maior exposição durante a condução, pode estar relacionado à ocorrência de acidentes de maior severidade, o que indica uma maior necessidade de atenção para estes usuários.

Um destaque positivo nesta análise é a participação do transporte público por meio de ônibus que aparece como um modo de transporte seguro, com quase nenhum envolvimento em ocorrências de acidentes de trânsito. Além de transportar um maior número de pessoas, contribuindo com a redução dos impactos ambientais e na melhoria da mobilidade urbana, demonstra ser um aliado da segurança viária dos seus usuários em particular e de todo o tráfego em geral.

4.1.4 Faixa etária e sexo

A Tabela 2 representa a relação do sexo por faixa etária das pessoas envolvidas em acidentes de trânsito nos três anos de estudo.

Tabela 2 - Acidentes de trânsito por sexo e faixa etária dos envolvidos

Faixa etária	Masculino			Feminino		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
18-29	21	22	10	7	7	10
30-39	7	17	8	2	3	7
40-49	13	17	7	3	4	1
50-59	4	10	7	0	2	0
60 ou +	8	9	9	0	1	0
Total	53	75	41	12	17	18
Total por sexo	169			47		

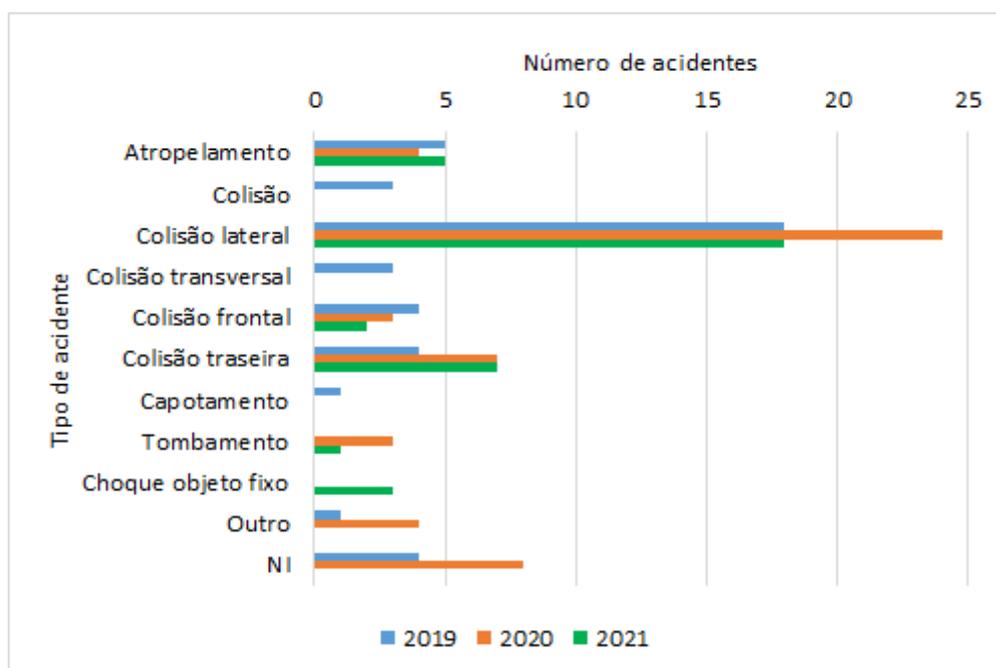
Fonte: A autora, 2023

Nota-se que o perfil mais recorrente é de homens de 18 a 29 anos de idade. Esse padrão condiz com a literatura onde o envolvimento de homens é superior ao de mulheres, possivelmente devido à sua maior exposição histórica ao trânsito e também a postura menos cautelosa comparada a das mulheres. Ao observar o sexo feminino percebe-se que o maior número de ocorrências se concentra na faixa etária mais jovem de 18 a 29 anos, e vai reduzindo conforme a faixa etária aumenta, reforçando a ideia de que historicamente os homens têm maior participação no trânsito e aos poucos as mulheres veem ampliando seu espaço nesse meio. Já para o sexo masculino, o risco está presente até a maior faixa etária, onde tem-se um número significativo de idosos envolvidos em acidentes, evidenciando que os homens sofrem maior impacto quanto a segurança nesta idade, o que pode estar relacionado à diminuição da capacidade cognitiva a medida que envelhecem.

4.1.5 Tipo de acidente

O número de acidentes por ano em função do tipo de ocorrência está representado na Figura 10.

Figura 10 - Acidentes de trânsito por tipo de acidente e ano de ocorrência



Fonte: A autora, 2023.

O tipo de acidente mais recorrente nos últimos três anos no trecho analisado foi colisão lateral. Este tipo de acidentes normalmente está relacionado à presença de interseções e a ocorrência de cruzamentos indevidos, sobretudo conversões à esquerda, na maioria das vezes, por desrespeito à sinalização, às regras de preferência ou até mesmo por falta de visibilidade.

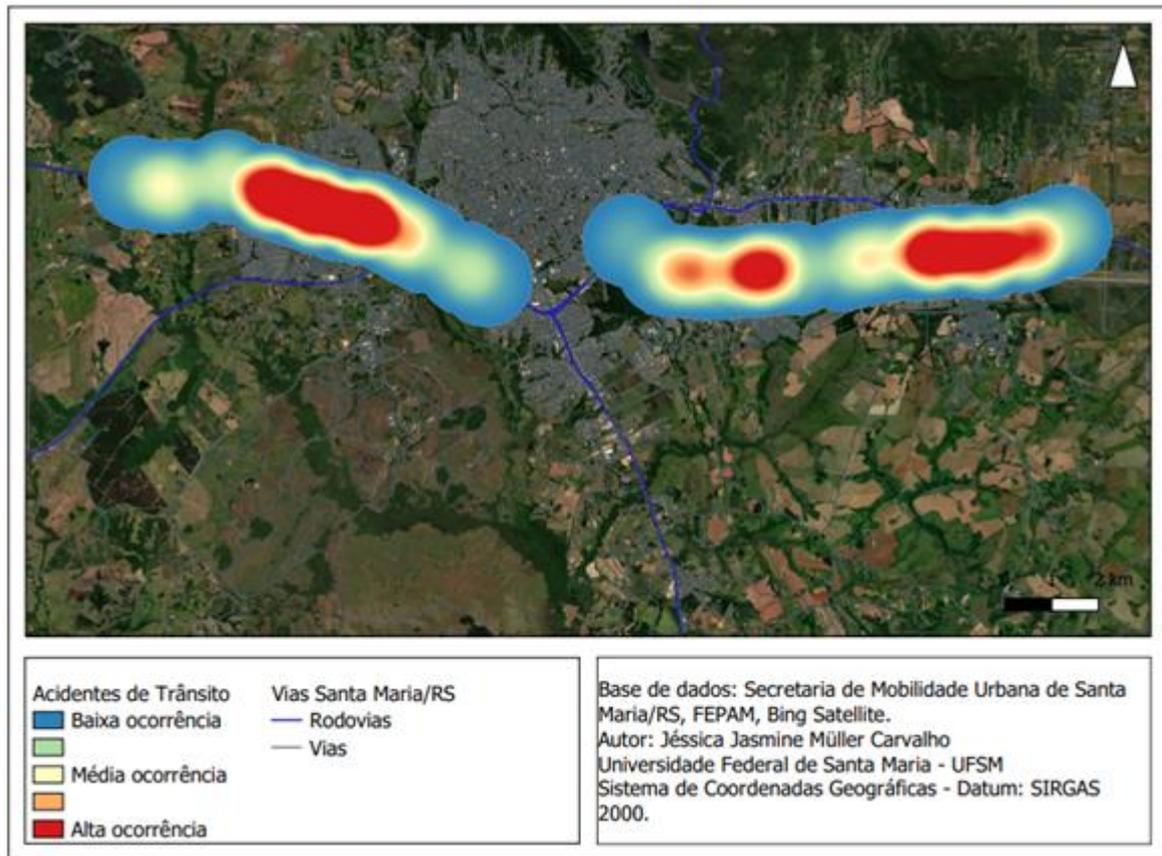
Outro tipo que se destaca é o de colisão traseira, também relacionado com interseções, faixas de pedestres ou locais com dispositivos de controle de velocidade, de forma que os veículos diminuem sua velocidade, mas aqueles que os seguem no fluxo do tráfego não conseguem frear adequadamente e terminam por alcançar aos veículos à frente. Para evitar esses tipos de colisões, é fundamental reforçar a sinalização para evidenciar a prioridade de fluxo e reduzir a velocidade em locais de interseções, além de eliminar obstáculos que prejudiquem a visibilidade reduzindo as possibilidades de conflito durante as conversões.

Outro ponto que merece atenção é o número significativo de atropelamentos já que estes têm grande chance de resultar em lesões mais severas às vítimas. Alguns fatores que podem contribuir com a ocorrência de acidentes são: desobediência a sinalização, falta de atenção, falta de visibilidade e de infraestrutura segura para os pedestres, e passagens impróprias.

4.2 ANÁLISE ESPACIAL DAS OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES DE TRÂNSITO

Através da análise espacial dos acidentes de trânsito fica mais clara a visualização de trechos críticos, o que pode ser observado através de mapas de calor que foram gerados a partir do banco de dados segundo a metodologia exposta. A Figura 11 mostra a disposição dos acidentes dos anos de 2019, 2020 e 2021 ao longo do trecho de estudo.

Figura 11 - Mapa da distribuição espacial dos acidentes de trânsito



Fonte: A autora, 2023.

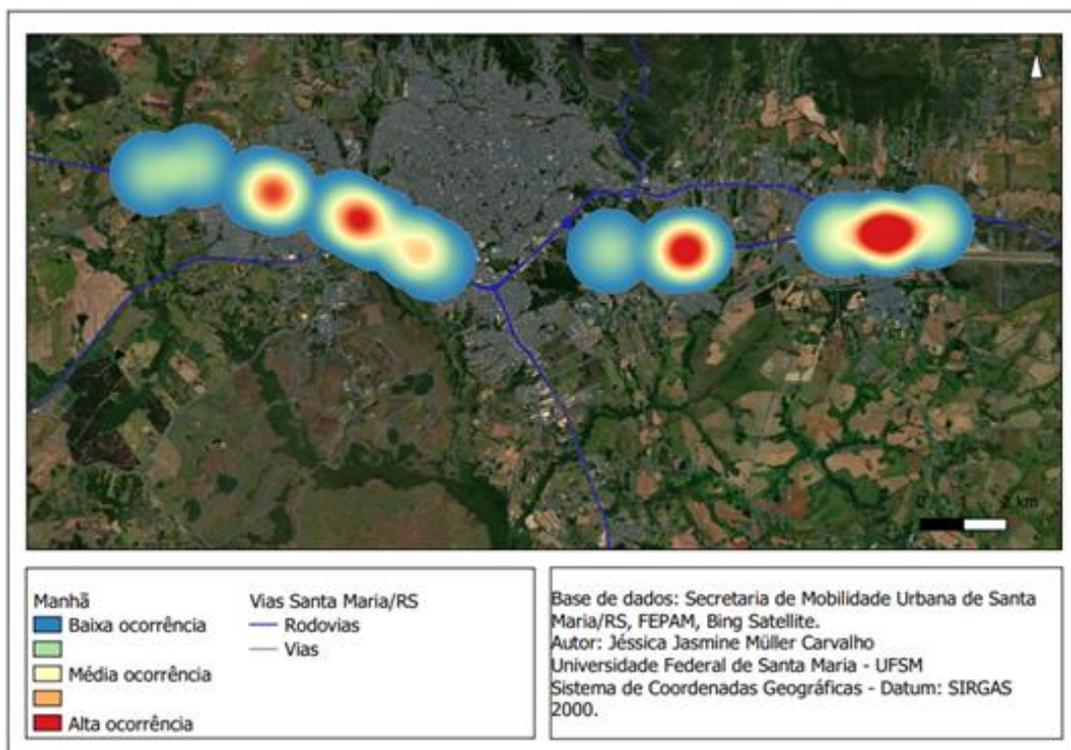
Identifica-se a presença de três trechos críticos, dos quais dois estão situados no trecho que compreende a RSC-287, região leste, e o outro no trecho relativo à BR-287, região oeste da cidade. Para o melhor entendimento, os trechos críticos serão tratados com numeração de 1 a 3 no sentido leste-oeste. O trecho crítico 1 compreende os quilômetros 233 e 234, região próxima à rótula de acesso à Avenida Roraima que vai até a Universidade Federal de Santa Maria. O trecho crítico 2 corresponde ao quilômetro 238, mais especificamente à interseção de acesso à Vila Maringá e ao bairro São José. Já o trecho crítico 3 compreende os quilômetros 248, 249 e 250, região que nos últimos anos tem passado por obras de duplicação da via e implantação de viadutos.

Outro ponto observado é a ausência de acidente entre os quilômetros 242 e 244 da BR-287, onde não houve registro de nenhum acidente no período de análise

deste estudo. Este trecho de modo geral, não é muito urbanizando, no sentido de não haver muitos moradores junto a rodovia e sim majoritariamente prestação de serviços e comércio, também não possui tantos cruzamentos, que podem ser indicadores de menores conflitos no uso do espaço, além disso, neste trecho a rodovia está duplicada, e portanto tem maior capacidade de tráfego, seus acessos são bem ordenados e possui dispositivo controlador de velocidade, indicativos de que projetos de engenharia quando bem planejados e executados contribuem com a melhoria da segurança viária.

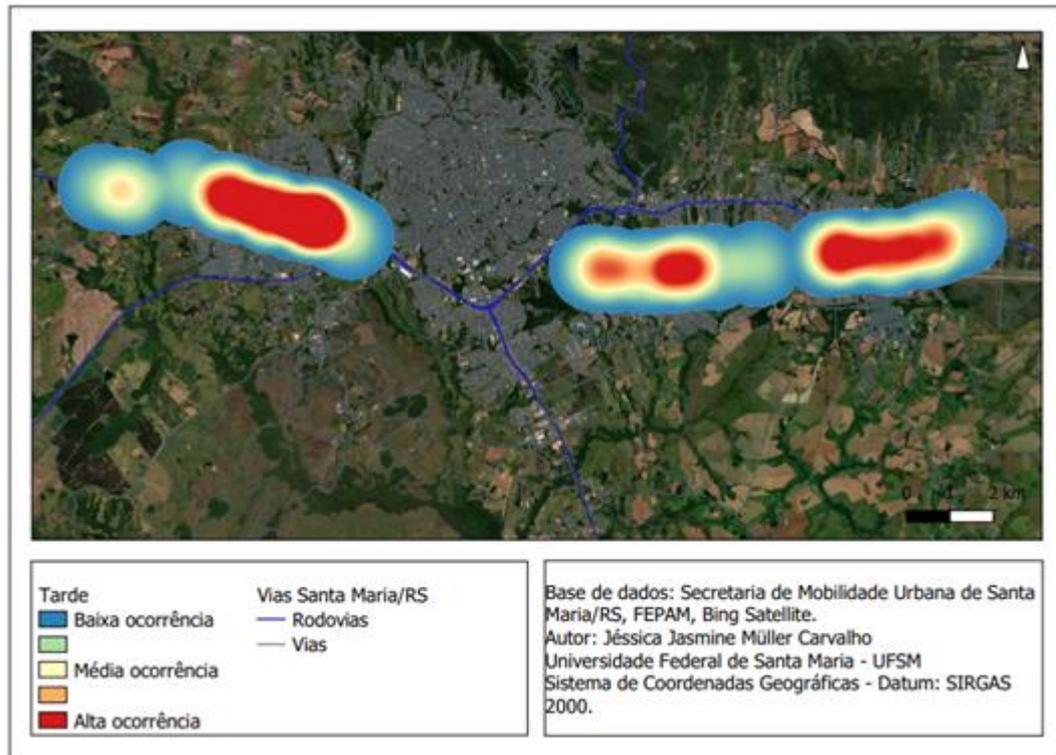
Com base na tabela de atributos de cada ocorrência, foram gerados alguns mapas temáticos considerando fatores relevantes para compreensão da relação entre o local de ocorrência com características da via e ambiente. As Figuras 12, 13 e 14 mostram a distribuição de acidentes de acordo com o turno de ocorrência.

Figura 12 - Acidentes durante o turno da manhã



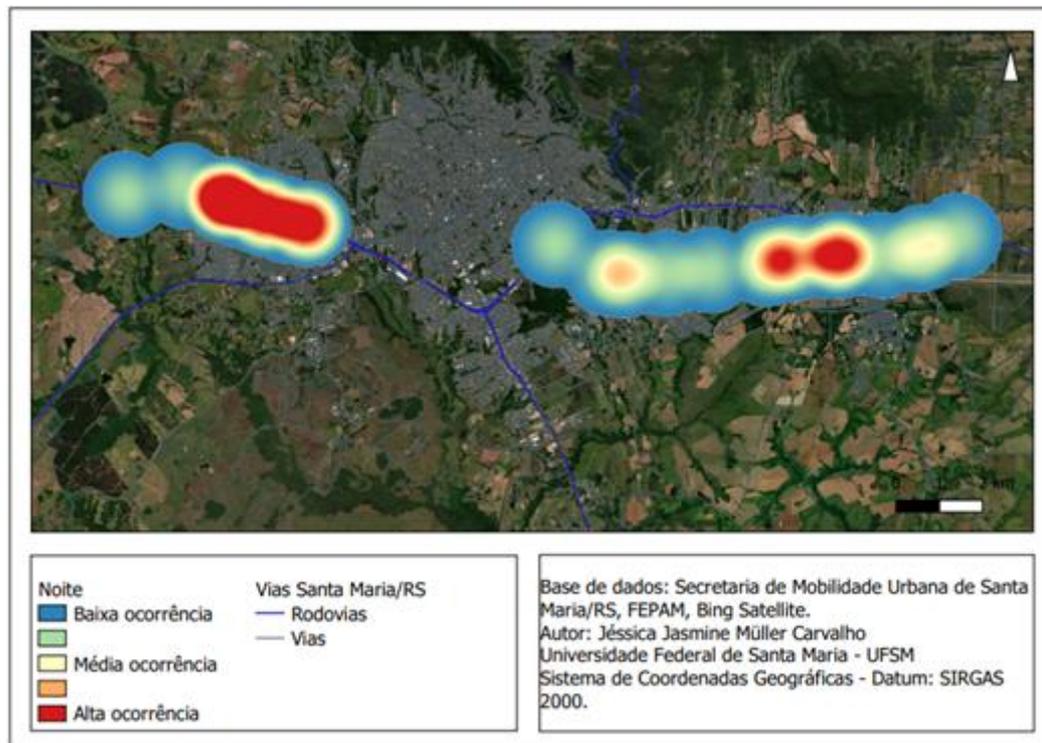
Fonte: A autora, 2023.

Figura 13 - Acidentes durante o turno da tarde



Fonte: A autora, 2023.

Figura 14 - Acidentes durante o turno da noite

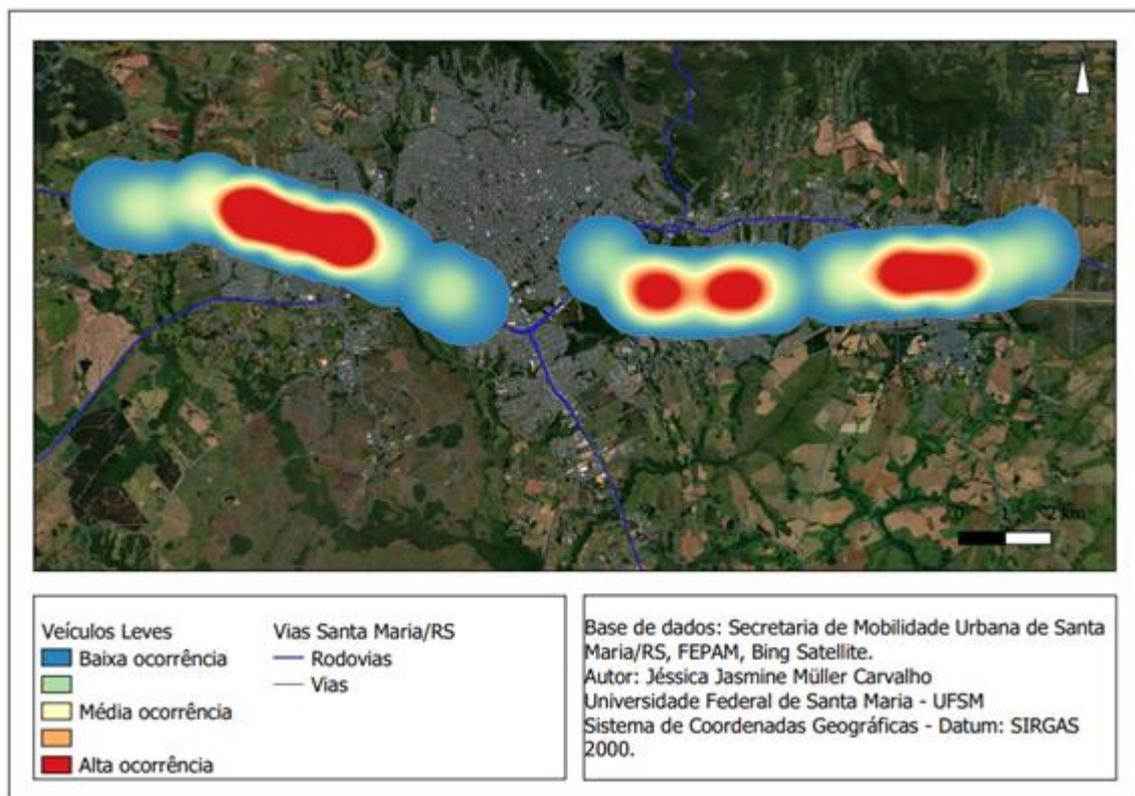


Fonte: A autora, 2023.

Em geral os pontos de ocorrência nos três turnos coincidem com os trechos críticos, de modo que sua distribuição ao longo dos turnos acompanha a tendência geral do número de acidentes, estando presentes nos três períodos. A maior frequência de acidentes detectada na seção anterior em relação ao período da tarde fica condizente com a maior densidade de acidentes nos trechos críticos nesse turno.

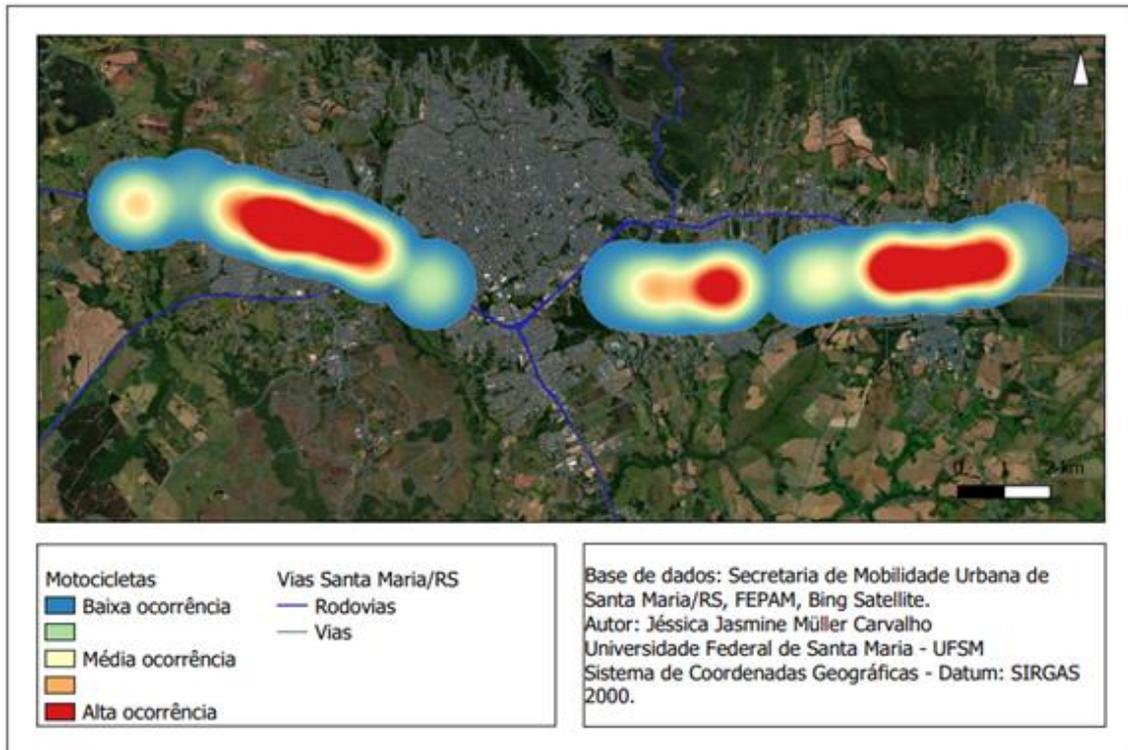
Os acidentes também foram agrupados de acordo com os veículos envolvidos, classificados em veículos leves que são aqueles de passeio, veículos pesados que são os de maior porte e motocicletas. As Figuras 15, 16 e 17 mostram a representação das ocorrências considerando esta classificação.

Figura 15 - Acidentes envolvendo veículos leves



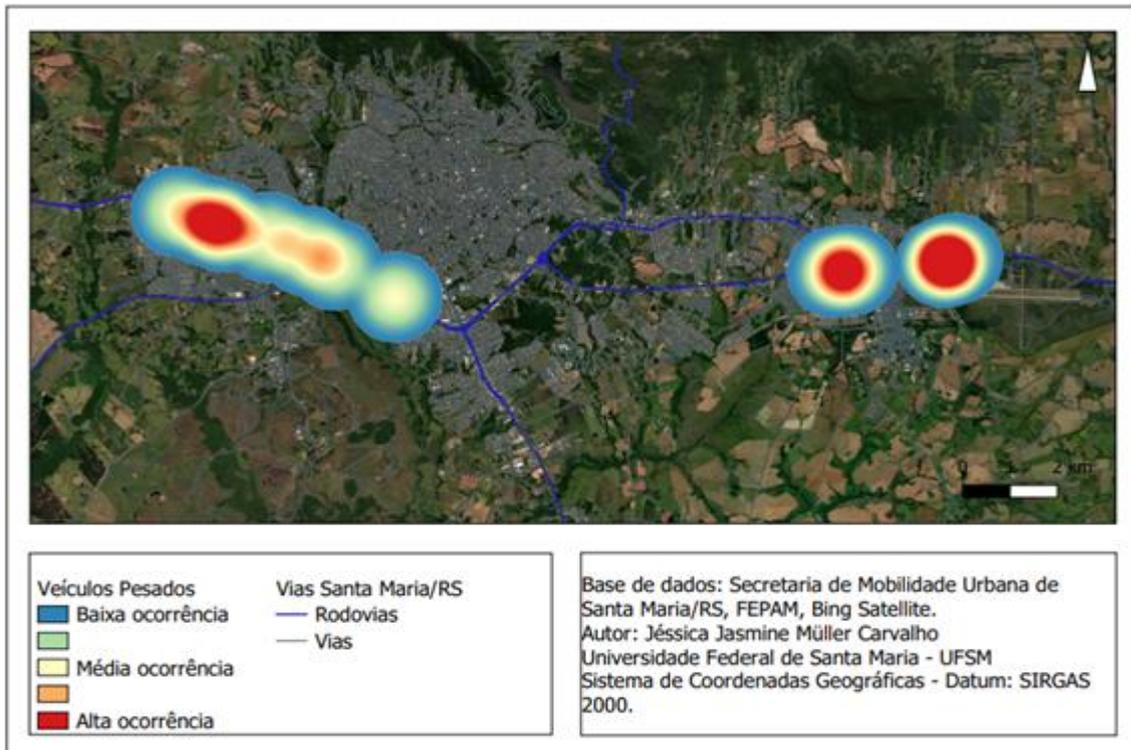
Fonte: A autora, 2023.

Figura 16 - Acidentes envolvendo motocicletas



Fonte: A autora, 2023.

Figura 17 - Acidentes envolvendo veículos pesados

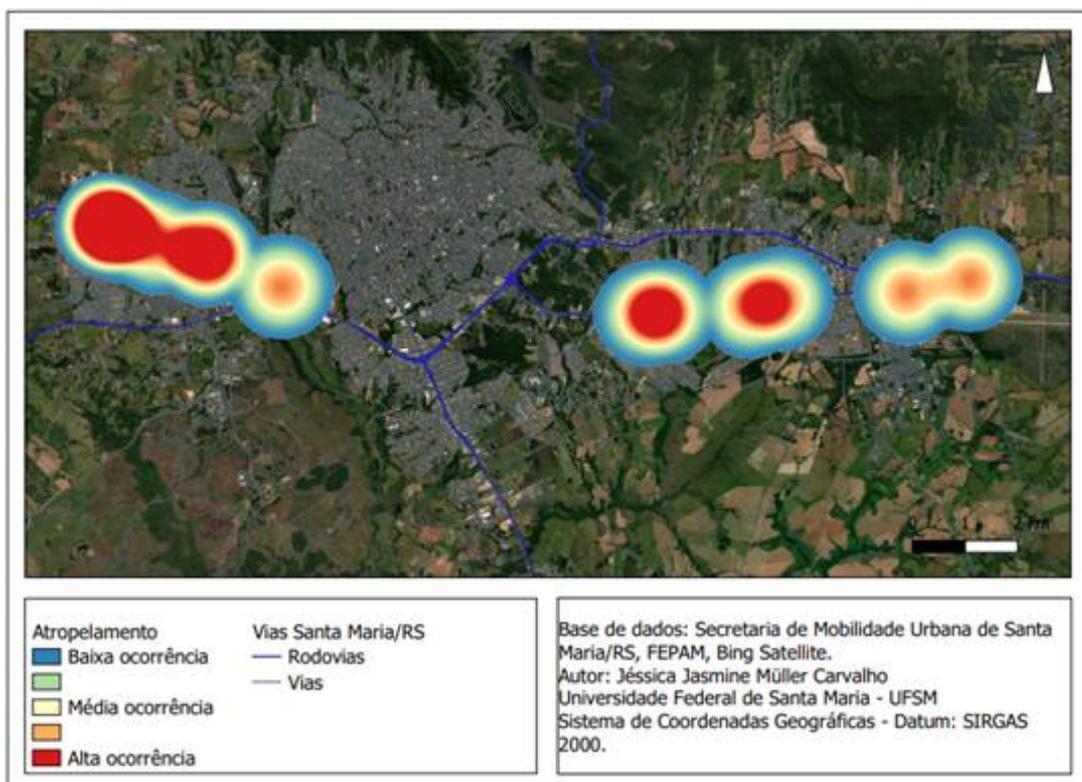


Fonte: A autora, 2023.

Nota-se que os acidentes envolvendo motocicletas e veículos leves são predominantes nos locais críticos, visto que esses veículos são os responsáveis pela maior parcela de envolvimento nos acidentes, consequência também de seu maior volume de frota nas vias. Já os veículos pesados têm ocorrências mais pontuais, mas ainda se localizam nas proximidades daqueles trechos mais críticos, principalmente nos acessos à cidade, isso pode estar relacionado a características da via nesses locais, o maior fluxo de pedestres e veículos existentes, e ao surgimento de conflitos nestes espaços.

Outro fator analisado foi o tipo de acidente de trânsito, de forma que foram gerados mapas de calor para as naturezas de atropelamento e colisão lateral, identificadas anteriormente como tipos frequentes para a base de dados completa. A Figura 18 mostra a distribuição dos acidentes com atropelamento.

Figura 18 - Acidentes com atropelamento

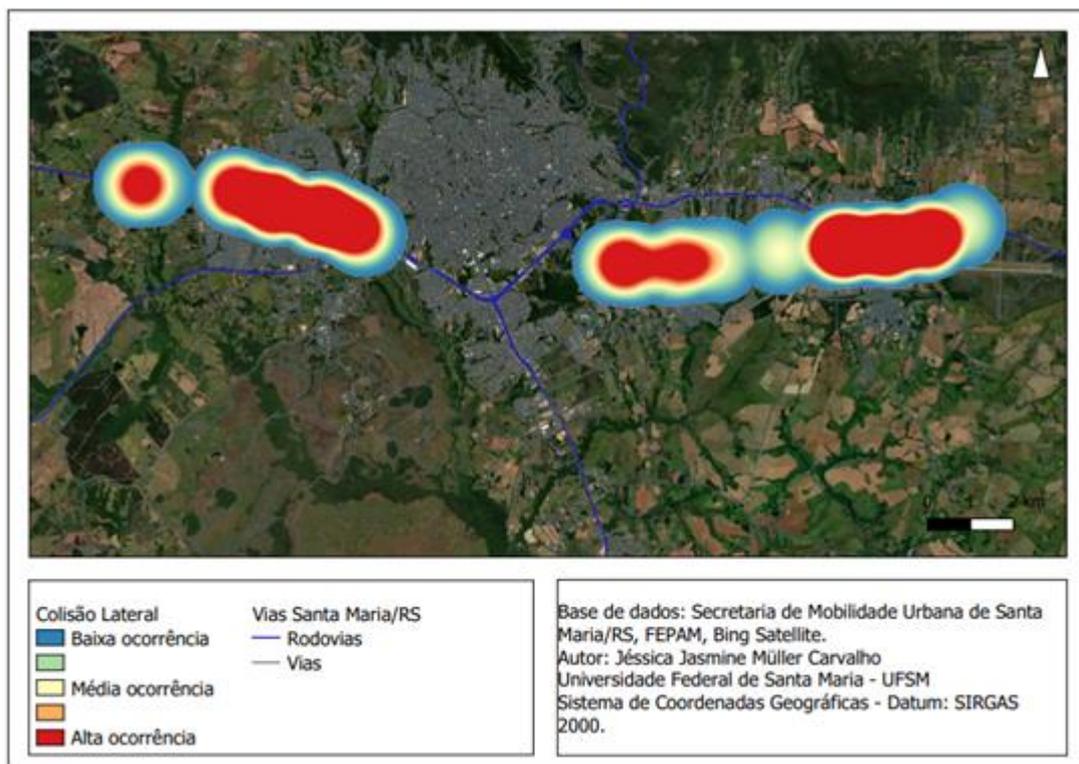


Fonte: A autora, 2023.

Os atropelamentos estão relacionados às regiões urbanas onde existe maior fluxo de pedestres na via, e, portanto, maior exposição a situações de risco no trânsito. É extremamente importante a identificação da localização de pontos críticos a esse tipo de acidente, visto que normalmente configuram maior possibilidade de agravos aos envolvidos.

A seguir a Figura 19 representa os acidentes com colisão lateral, tipo predominante no trecho de estudo, como já mencionado. Nela é possível perceber uma especial concentração dos acidentes nos trechos críticos, corroborando a periculosidade dos mesmos sobretudo em relação às interseções e acessos existentes, assim como a situações de risco derivadas de manobras de conversão à esquerda irregulares ou conflitos de tráfego em locais de baixa visibilidade ou condições deficientes da infraestrutura.

Figura 19 - Acidentes com colisão lateral



Fonte: A autora, 2023.

4.3 ANÁLISE *IN LOCO* EM TRECHO CRÍTICO

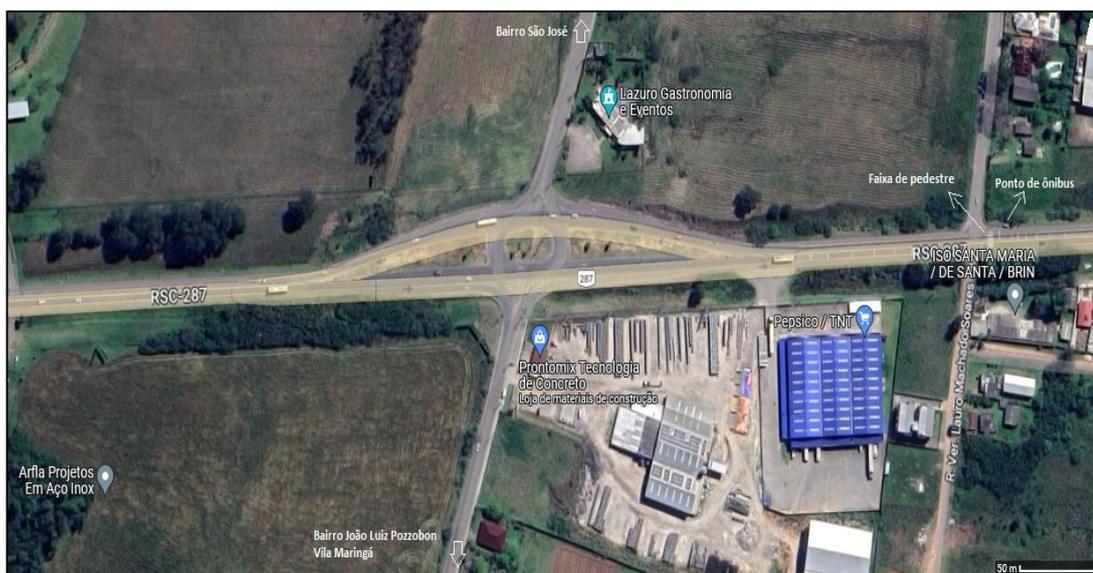
Compreender as características de ocorrência de acidentes em trechos críticos é de extrema importância para o traçado de medidas mitigadoras nessas regiões. Apesar de que os três trechos identificados neste trabalho merecem atenção, o alvo deste estudo específico *in loco* foi o trecho crítico 2 que corresponde ao quilômetro 238 da RSC-287. A escolha deste trecho deve-se a concentração dos acidentes em um único quilômetro, diferente dos demais que compreendiam uma faixa maior de distância, e outro ponto considerado foram as características atreladas às ocorrências dos acidentes, que possuem uma maior variedade neste local, com ocorrências de diferentes tipos de acidentes e condições do uso do ambiente e infraestrutura da via, ampliando as possibilidades de análise. É importante destacar que durante os anos de 2019, 2020 e 2021 ocorreram no entorno desse ponto: 2 atropelamentos, 6 colisões laterais, 1 colisão traseira, 1 colisão frontal, 1 colisão transversal e 4 acidentes sem informação do tipo.

Os demais trechos críticos identificados, que não serão abordados neste trabalho, apresentam algumas características que os tornam menos adequados para a análise *in loco* e propostas de intervenção posterior. O trecho crítico 1, relativo aos quilômetros 233 e 234, tem majoritariamente características de travessia urbana, além de ter seus acidentes mais distribuídos, o que limitaria propostas de atuação e exigiria uma análise mais pormenorizada e com maior grau de detalhamento dos dados de partida. Já o trecho crítico 3, que contempla os quilômetros 248, 249 e 250, tem sua distribuição espacial de acidentes ainda maior, além de estar em uma região que tem passado por alterações na via nos últimos anos, de forma que a presença de obras nessa área pode ter influenciado na ocorrência dos acidentes, e portanto, o ideal seria sua análise após passar por este processo, já que as condições em que aconteceram tais sinistros mudaram até a data atual.

Assim, o trecho crítico escolhido para análise possui características de via arterial da cidade de Santa Maria, nas proximidades dos bairros São José, Diácono João Luiz Pozzobon e Vila Maringá, região leste da cidade. A via é de pista simples, opera em sentido duplo de direção e não possui dispositivo de separação física. Conhecida como “Faixa Nova”, é uma importante via de ligação entre os bairros da região leste com o centro da cidade, e faz parte do itinerário de linhas de transporte

coletivo por ônibus. A geometria do trecho de análise pode ser observada na Figura 20.

Figura 20 - Trecho de estudo *in loco*



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2023.

O trecho caracteriza-se pela presença de uma rotatória de acesso aos bairros nas imediações, com a presença de outra interseção mais à direita que é o cruzamento com a rua Vereador Lauro Machado Soares, além disso existem entradas e saídas de veículos para acesso à empresa FedEx e demais propriedades lindeiras.

A visita foi realizada em uma sexta-feira pela manhã, nessa oportunidade foi observada a existência e a condição de alguns componentes da via e do ambiente, relacionados à infraestrutura destinada a pedestres e à via de tráfego, que estão descritos na Tabela 3.

O trecho analisado possui elevado fluxo de pedestres em pontos específicos, como o da Figura 21, trecho de acesso dos moradores das proximidades, através da Rua Vereador Lauro Machado Soares, principalmente com intuito do uso do transporte público por ônibus junto à rodovia.

Tabela 3 - Análise de aspectos presentes junto a rodovia

Aspectos relacionados a pedestres			
Item	Descrição	Sim	Não
1	Presença de local destinado ao passeio de pedestres		X
2	Acessibilidade		X
3	Existência de faixas de pedestres	X	
4	Sinalização	X	
Aspectos relacionados à via			
item	Descrição	Sim	Não
1	Sinalização velocidade	X	
2	Estacionamento e carga e descarga		X
3	Itinerário do transporte coletivo	X	
4	Equipamento de fiscalização eletrônica		X
5	Sinalização vertical	X	
6	Sinalização horizontal	X	
7	Permitido ultrapassagem		X
8	Perda de prioridade do fluxo principal		X

Fonte: A autora, 2023.

Figura 21 - Trecho com maior fluxo de pedestres



Fonte: A autora, 2023.

O local possui faixa de pedestre sinalizada, no entanto a proximidade da parada de ônibus com a faixa de pedestre pode ser um fator agravante a condições de risco, visto que o transporte público para sobre a faixa de pedestre para embarque e desembarque (Figura 22), o que faz com que os pedestres que estão junto a faixa aguardando para realizar a travessia tenham que se retirar do local para que o ônibus utilize este espaço na sua parada. Nessa situação a visibilidade é outro fator que pode ser comprometido, a presença do veículo próximo a faixa de pedestre pode dificultar que tanto o pedestre observe veículos se aproximando, quanto motoristas enxerguem com clareza a presença e a intenção dos pedestres em atravessar a via.

Figura 22 - Ponto de ônibus



Fonte: A autora, 2023.

Como pode-se observar na Figura 23 não existe infraestrutura destinada às pessoas que transitam neste local, não há calçadas, rampas ou espaço que possibilite o tráfego com segurança. Dessa maneira, os usuários tanto pedestres, quanto ciclistas, transitam somente pelo acostamento que além de não possuir infraestrutura própria para este fim, em alguns pontos tem um estreitamento, aumentando as condições de risco pela disputa do espaço com os veículos que trafegam na via, como pode ser observado na Figura 24.

Figura 23 - Infraestrutura da via



Fonte: A autora, 2023.

Figura 24 - Acostamento



Fonte: A autora, 2023.

Referente à via, não foram identificados grandes problemas nas condições de pavimento, existem algumas fissuras do tipo “couro de jacaré”, mas de maneira geral não parecem afetar as condições de desempenho da via. A via possui sinalização horizontal e vertical, como pode se observar na Figura 25, no entanto, apresenta sinalização deficiente das faixas horizontais na pista, e também de placas que deixem claro as conversões permitidas e a prioridade do fluxo principal, que em geral poderia ser de quem está na rotatória, mas neste caso em específico é de quem está na rodovia. Além disso, em alguns casos a sinalização vertical está parcialmente coberta pela vegetação do entorno, ou com sua orientação um pouco distorcida dificultando a visibilidade de quem trafega na via.

Figura 25 - Sinalização vertical e horizontal



Fonte: A autora, 2023.

A velocidade máxima permitida nesse trecho é de 40 km/h, e está sinalizada em ambos os sentidos de fluxo, Figura 26, porém não existe nenhum dispositivo de controle de velocidade.

Figura 26 - Sinalização velocidade máxima permitida



Fonte: A autora, 2023.

Durante a visita, notou-se que de maneira geral, os veículos trafegam acima da velocidade permitida, não costumam parar em respeito a faixa de pedestre, fazendo com que os pedestres tenham que aguardar brechas entre veículos para atravessar a via, e alguns realizam ultrapassagens na interseção de acesso aos bairros de maneira indevida. Além disso, no trecho está proibida de forma geral a ultrapassagem assim como as conversões à esquerda deste e para os acessos secundários, no entanto foi possível verificar durante a visita e pelas marcas existentes no pavimento que tais movimentos são frequentemente realizados. Esses comportamentos propiciam a ocorrência de acidentes na região, condizentes com os tipos maioritariamente observados.

4.4 PROPOSTAS

Um trânsito ordenado e bem planejado reduz significativamente a chance de ocorrência de acidentes, por isso é extremamente importante a implantação de ações multidisciplinares de educação, engenharia e fiscalização. A educação para o trânsito, voltada à conscientização dos usuários quanto ao seu papel no trânsito, pode contribuir com a adoção de uma postura mais responsável e adequada. Por isso é recomendável sempre que possível que esta ideia seja reforçada durante todo o ano.

Alguns elementos extremamente importantes na segurança do sistema viário, que devem ser observados ao longo da rodovia são: a infraestrutura das calçadas e da via, presença e manutenção da sinalização vertical e horizontal, iluminação, atenção às travessias de pedestres e controladores de velocidade, pois as condições desses fatores são responsáveis por influenciar a maior parte das situações de risco no trânsito. Considerando que o tipo de acidente mais recorrente na área de estudo é colisão lateral, recomenda-se que seja reforçada a sinalização e a adoção de elementos que reforcem o fluxo correto a ser adotado nas regiões de interseções e pontos de acesso à rodovia. Uma medida já prevista, é a duplicação da RSC-287, Faixa Nova de Camobi, que prevê a duplicação de 9 km da rodovia, com previsão de implantação de viadutos, passarelas para travessia de pedestres, ciclovia, iluminação, ruas laterais para o trânsito local e possibilidade de corredor exclusivo para ônibus (CRUBER, 2022), isso deverá contribuir com o fluxo de veículos, e minimizar situações como ultrapassagens indevidas que muitas vezes refletem em acidentes, melhorando de maneira geral a segurança viária e o índice de acidentalidade.

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro, a circulação de pedestres em vias rurais se dá através de acostamentos, enquanto em vias urbanas é comum a presença de passeio e calçadas (Brasil, 1997). O trecho analisado na visita *in loco* possui características urbanas com elevado volume de pedestres na área de estudo, reforçada pela presença de faixa de pedestres e pontos de ônibus, e portanto seria interessante a existência de passeios apropriados para o uso desses usuários, garantindo maior segurança na sua permanência ou passagens no local. Ainda segundo o Anexo I do Art. 68 da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, “passeio é parte da calçada ou pista de rolamento, neste último caso, separada por pintura ou elemento físico separador, livre de interferências, destinadas à circulação exclusiva

de pedestres e, excepcionalmente, de ciclistas” (Brasil, 1997, Art. 68). Neste sentido, acredita-se que a criação de um separador, físico ou não, nesta região aumentaria a segurança de pedestres e ciclistas, destinando um espaço segregado para estes usuários transitarem com menor exposição ao trânsito de veículos.

Outras medidas que poderiam ser benéficas para o trecho visitado são o afastamento da faixa de pedestres da parada de ônibus e o reforço da sinalização vertical e horizontal, assim como a instalação de dispositivos de fiscalização eletrônica, priorizando a travessia mais segura dos usuários da via. O afastamento da faixa de pedestres do ponto de ônibus reduziria as interferências entre estes elementos, minimizando a chance de ocorrência de acidentes nessa região. Ademais, é recomendável conter a vegetação junto a rodovia, para garantir maior visibilidade veículo-pedestre e a eficiência da sinalização vertical presente.

É importante também que seja reforçada a sinalização horizontal e vertical, deixando evidente os movimentos permitidos, como conversões e ultrapassagens, o que pode ser complementado com a construção de ilhas que conduzam os veículos a adotarem os movimentos corretos, e também dificultem aqueles comportamentos indevidos para que não aconteçam. Por fim, a intensificação da fiscalização pelo órgão responsável é outra medida recomendada para que sejam cumpridas as normas de trânsito.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÕES

O trânsito é resultado dos diversos usos do solo e dos deslocamentos de pessoas, veículos e animais que utilizam a via. Quando essa utilização não está bem ordenada, ocorrem conflitos que podem resultar em acidentes de trânsito. O número de acidentes que ocorrem anualmente nas diferentes vias de transporte do país é alarmante, e requer a análise de fatores contribuintes, e o planejamento e a implantação de medidas de segurança viária na busca por minimizar tanto o número quanto a gravidade das ocorrências.

Para isso, são importantes os estudos de análise para avaliar as características físicas dos trechos de rodovias e vias urbanas, com o objetivo de identificar pontos críticos e adequar a segurança viária. Neste trabalho foram utilizadas diferentes metodologias combinadas para melhor entender e relacionar os fatores contribuintes para a ocorrência de acidentes entre os quilômetros 231 da RSC-287 e quilômetro 253 da BR-287, no perímetro urbano da cidade de Santa Maria/RS. Por meio da análise estatística foi possível verificar qual o perfil mais recorrente de acidente e as condições sobre as quais ocorrem, destacando-se acidentes do tipo colisão lateral, pelo período da tarde, com maior envolvimento de homens, sobretudo de jovens, e de veículos automóveis e motocicletas. A análise espacial contribuiu com a verificação da distribuição espacial dos acidentes no trecho de estudo, o que permitiu a identificação de três trechos críticos, entre os quilômetros 233 e 234, no quilômetro 238 e entre os quilômetros 248 a 250, que são aqueles locais com maior concentração de acidentes, e que portanto, merecem prioridade de intervenção. Aliado a isso, a análise *in loco* procurou relacionar as características dos acidentes em um dos trechos críticos identificados, o referente ao quilômetro 238, com características da via e ambiente observadas durante a visita ao local, e com isso foram sugeridas algumas medidas que podem contribuir com a melhoria da segurança viária neste espaço, assim como ao longo do trecho de estudo de forma geral, como o reforço da sinalização vertical e horizontal, a regularização da segurança voltada para pedestres e fiscalização adequada.

Embora de maneira geral não se possa relacionar um acidente a uma única causa, existem certas situações que podem ser associadas à ocorrência de determinados tipos de acidentes, por aumentarem o risco destes acontecerem. Neste sentido, os projetos de engenharia devem buscar atenuar esses riscos, uma vez que são conhecidos os principais condicionantes na ocorrência de acidentes, deve-se trabalhar para que a via atenda às condições de tráfego e também minimize os efeitos das possíveis falhas humanas.

5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como dito anteriormente, neste trabalho foi realizada uma visita *in loco* inspirada em modelos de auditoria, mas não caracteriza-se como uma. Nesse sentido, uma sugestão é que seja realizada uma auditoria de segurança viária por profissionais especializados seguindo os protocolos recomendados.

Outra recomendação é que a análise seja realizada também nos outros dois pontos críticos identificados neste estudo, mas que não foram alvos deste trabalho. Ressalta-se que é necessário que o trecho que se encontra em obras, tenha esta etapa finalizada antes de sua análise.

Ademais, estudos que incorporem dados de volume de tráfego, uso do solo e que avaliem também a severidade dos acidentes na rodovia podem explorar ainda mais as circunstâncias de ocorrência dos acidentes de trânsito, mas para isso recomenda-se a utilização de dados de acidentes de trânsito mais completos e abrangentes.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, S. M.; MELLO JORGE, M. H. P. Características das vítimas por acidentes de transporte terrestre em município da Região Sul do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, Nº 2, p. 149-56, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10679: **Pesquisa de sinistros de trânsito - Terminologia**. Rio de Janeiro, 2020.

AUSTROADS. **Road Safety Audit**. National Library of Australia, 2 ed. Australia, 2002.

BOTTESINI, G.; NODARI, C. T. **O fator humano nos acidentes rodoviários: motivos e possíveis soluções levantados em um grupo focado**. Anais do 22º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2008.

BRANDÃO, L. M. **Discussão sobre Métodos para Identificação de Locais Críticos em Acidentes de Trânsito no Brasil**. Campinas, 2007. Disponível em: <https://www.sinaldetransito.com.br/artigos/identificacao_de_locais_criticos_de_acidentes.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2022.

BRASIL, Ministério da Infraestrutura. **Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito 2021**. Governo Federal, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/Anexo_I_pnatrans.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2022.

BRASIL, Ministério da Infraestrutura. **Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito**. RENAEST, 2021. Disponível em <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/renaest>>. Acesso em: 8 jan. 2023.

BRASIL, Ministério da Infraestrutura. **Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito**. RENAEST, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/renaest>>. Acesso em: 8 jan. 2023.

BRASIL, Ministério da Infraestrutura. **Sistema Seguro e Visão Zero**. 2022. Disponível em: <<https://www.google.com/url?q=https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/pnatrans/sistema-seguro-e-visao-zero>>. Acesso em: 08 nov. 2022.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Morbidade Hospitalar do SUS por Causas Externas por local de internação – a partir de 2008 Notas Técnicas**. Sistema de Informações Hospitalares do SUS - SIH/SUS. DATASUS, 2022. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sih/cnv/fiuf.def>>. Acesso em: 6 nov. 2022.

BRASIL. **Lei Federal Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997**. Brasília, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm>. Acesso em: 2 nov. 2022.

CÂMARA DE DEPUTADOS. **O DESAFIO DA MOBILIDADE URBANA**. Brasília: Câmara de Deputados, Edições Câmara, p. 116, 2015. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/a-camara/estruturaadm/altosestudios/pdf/desafio_mobilidade_conle.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2023.

CÂMARA G. *et al.* **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Rio de Janeiro, 1996.

CAMPOS, C. I. *et al.* **A importância da Educação de Trânsito na Formação de Cultura de Segurança no Trânsito**. Anais do III Seminário de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, 2012. Disponível em: <<http://www.eventos.uem.br/index.php/simpgeu/simpgeu/paper/viewFile/945/755>>. Acesso em: 18 nov. 2022.

CARDOSO, G. **Modelos para Previsão de Acidentes de Trânsito em Vias Arteriais Urbanas**. Tese (Doutorado) - Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

CARVALHO, C. H. R. **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**. Brasília: IPEA, 2020.

CARVALHO, L. O. **Análise da Ocorrência de Sinistros de Trânsito Envolvendo Pedestres na Cidade de Cachoeira do Sul**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Transportes e Logística) - Universidade Federal de Santa Maria, Cachoeira do Sul, RS, 2020.

CHAGAS, D. M. **Estudo Sobre Fatores Contribuintes de Acidentes de Trânsito Urbano**. Dissertação (Pós-Graduação) - Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). Confederação Nacional do Transporte, 2023. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/boletins>>. Acesso em: 06 fev. 2023.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). Conselho Nacional de Trânsito, 2004. **Resolução Nº 166, de 15 de setembro de 2004**. Disponível em: <https://urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/Contranresolucao166_04_POLITICANACIONAL_DETTRANSITO.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2022.

CRUBER, L. Estudo vai indicar como será feita a duplicação da Faixa Nova de Camobi. **Diário de Santa Maria**, Santa Maria, RS, 2022. Disponível em: <<https://diariosm.com.br/detalhes-sobre-o-projeto-de-duplicacao-da-faixa-nova-e-apresentado-em-coletiva-de-imprensa/>>. Acesso em: 11 fev. 2023.

CUCCI NETO, J. **Aplicações da Engenharia de Tráfego na Segurança dos Pedestres**. Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM (DAER). **Sistema Rodoviário Estadual**. DAER/RS, 2022. Disponível em: <<https://www.daer.rs.gov.br/sistema-rodoviario-estadual>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DETRAN). **Acidentalidade no RS**. Detran/RS, 2022. Disponível em: <<https://www.detran.rs.gov.br/acidentalidade>>. Acesso em: 6 nov. 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DETRAN). **Direção Defensiva**. Detran/PR, 2003. Disponível em: <<https://www.detran.pr.gov.br/arquivos/File/habilitacao/manualdehabilitacao/manualdehabparte6.pdf>>. Acesso em: 06 fev. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DETRAN). **Vida no Trânsito**. DETRAN/RS, 2022. Disponível em: <<https://www.detran.rs.gov.br/vida-no-transito>>. Acesso em: 13 dez. 2022.

DIÓGENES, M. C. **Método para Avaliar o Risco Potencial de Atropelamentos em Travessia Urbanas em Meio de Quadra**. Tese (Doutorado) - Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2008.

ELVIK, R. *et al.* **O Manual de Medidas de Segurança Viária**. Madrid, Espanha, 2015. Disponível em: <<https://diariodotransporte.com.br/wp-content/uploads/2016/03/seguranca-viaria-adamo.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

Em um ano, mortes no trânsito crescem 45% em Santa Maria. **Diário de Santa Maria**. Santa Maria, 2022. Disponível em <<https://diariosm.com.br/em-um-ano-mortes-no-transito-crescem-45-em-santa-maria/>>. Acesso em: 06 fev. 2023.

FERRARI, J.; MOURA, N. S. V. **Síntese Histórica do Surgimento e Ocupação do Centro à Oeste de Santa Maria/RS: A Cidade, Seus Agentes Dinamizadores e sua Evolução**. Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul, nº 33, p. 56-84, Porto Alegre, RS, 2019.

FERRAZ, A. C. P. *et al.* **Segurança Viária**. Núcleo de Estudos de Segurança no Trânsito, Departamento de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, SP: Suprema Gráfica e Editora, 2012.

GÂRDER, P. **The impact of speed and other variables on pedestrian safety in Maine**. Accident Analysis & Prevention, v. 36, p. 533-542, 2004.

GITELMAN, V. *et al.* **Characterization of pedestrian accidents and an examination of infrastructure measures to improve pedestrian safety in Israel**. Accident Analysis & Prevention, v. 11, nº 1, 2012.

GOLD, P. A. **Segurança de Trânsito: Aplicações de engenharia para Reduzir Acidentes**. Banco Interamericano de Desenvolvimento, 1998.

GUERRA, C. A. N. **Auditoria de Segurança Viária: Um Estudo de Caso em Trecho da Rodovia BR-116**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Russas, CE, 2022.

HENRIQUE, M. C. **Anos Potenciais de Vida Perdidos: A Herança dos Acidentes de Trânsito para as Gerações Futuras - Uma Abordagem Interdisciplinar**. Tese (Pós-Graduação) - Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2002.

HOFFMANN, M. H. **Comportamento do condutor e fenômenos psicológicos**. *Psicologia: Pesquisa & Trânsito*, v. 1, nº 1, p. 17-24, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE - Cidades, 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/santamaria/pesquisa/22/0>>. Acesso em: 09 dez. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6698#resultado>>. Acesso em: 8 jan. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Estimativa dos Custos dos Acidentes de Trânsito no Brasil com Base na Atualização Simplificada das Pesquisas Anteriores do IPEA**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7456/1/RP_Estimativa_2015.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2022.

LEGAY L. F. *et al.* Acidentes de transporte envolvendo motocicletas: perfil epidemiológico das vítimas de três capitais de estados brasileiros, 2007. **Revista do Sistema Único de Saúde**, Brasília, v. 21, nº 2, 2012.

LIBERATTI C. L. B. *et al.* Uso de capacete por vítimas de acidentes de motocicleta em Londrina, sul do Brasil. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 13, nº 1, Londrina, PR, 2003.

LIMA, I. M. de O. *et al.* **Fatores condicionantes da gravidade dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras**. Texto para Discussão, Nº 1344, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2008.

LIMA, L.C.; CRUZ JUNIOR, V. S. **Estudo dos acidentes de trânsito no Brasil à luz da Pesquisa Nacional**. VII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población e XX Encontro de Estudos Populacionais. Foz do Iguaçu, PR, 2016.

LOPES, S. A. **Análise de Acidentes de Trânsito com o Uso do SIG e Geoestatística: Estudo de Caso da Cidade de Palmas - TO**. Monografia (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, 2020.

MATSUMOTO, P. S. S.; FLORES, E. F. Estatística Espacial na Geografia: Um Estudo dos Acidentes de Trânsito em Presidente Prudente - SP. **Revista Geografia em Atos**, Departamento de Geografia da FCT/UNESP, v. 1, nº 12, p. 95-113, Presidente Prudente, 2012.

MAURO, M. L. F. **Acidentes de Trânsito: Perfil Epidemiológico de Vítimas e Caracterização de Alguns Traços de Personalidade de Motoristas Infratores em Campinas, São Paulo**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2001.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, PORTOS E AVIAÇÃO CIVIL (MTPA). **Política Nacional de Transportes: Caderno das Estratégias Governamentais**. Brasília: MTPA, 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/centrais-de-conteudo/caderno-das-estrategias-governamentais-versao-1-0-pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2022.

NODARI, C. T.; LINDAU, L. A. Auditoria da Segurança Viária. **Revista Transportes**, Laboratório de Sistemas de Transportes, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA (ONVS). **90% dos acidentes são causados por falhas humanas, alerta OBSERVATÓRIO**. ONSV, 2015. Disponível em: <<https://www.google.com/url?q=https://www.onsv.org.br/90-dos-acidentes-sao-causados-por-falhas-humanas-alerta-observatorio/>>. Acesso em: 11 nov. 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Estimated number of road traffic deaths**. OMS, 2021. Disponível em: <<https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/estimated-number-of-road-traffic-deaths>>. Acesso em: 8 jan. 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Global Status Report On Road Safety 2018**. Geneva, 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>>. Acesso em: 12 dez. 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Plano Global Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2021-2030**. OMS, 2021. Disponível em: <https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/road-traffic-injuries/global-plan-for-the-decade-of-road-safety-2021-2030-pt.pdf?sfvrsn=65cf34c8_35&download=true>. Acesso em: 9 nov. 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Relatório Mundial sobre Prevenção de Lesões Causadas pelo Trânsito**. OMS, 2012. Disponível em: <<https://www.paho.org/bra/dmdocuments/Relatorio%20Mundial%20Lesoes.pdf>>. Acesso em: 8 jan. 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Segurança de pedestres: Manual de Segurança Viária para Gestores e Profissionais da Área**. Brasília, DF: OPAS, 2013. Disponível em: <<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/3553/Pedestrian%20Manual%20POR%20TUGUES%2026-11-13.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 14 nov 2022.

ÖZKAN, T.; LAJUNEN, T. **What causes the differences in driving between young men and women? The effects of gender roles and sex on young drivers' driving**

behavior and self- assessment of skills. Transportation Research Part F 9, p. 269–277, 2006.

PEDEN, M. *et al.* **World report on road traffic injury prevention.** Organização Mundial da Saúde, Geneva, 2004. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42871/9241562609.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2022.

RIBEIRO, R. L. **Procedimento para a Auditoria de Segurança Viária Incluindo Avaliações em Ambientes Virtuais.** Tese (Doutorado) - Transportes, Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2019.

RIO GRANDE DO SUL, Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. **Notícia boa - Contrato de concessão da RSC-287 é assinado em Santa Cruz do Sul.** Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul, 2021. Disponível em: <<https://agergs.rs.gov.br/noticia-boa-contrato-de-concessao-da-rsc-287-e-assinado-em-santa-cruz-do-sul>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Segurança Pública. **Resumo de Acidentes.** Brigada Militar, Comando Rodoviário, 2022. Disponível em <<https://crbm.bm.rs.gov.br/resumo-de-acidentes/>>. Acesso em: 6 nov. 2022.

RIOS, P. A. A. *et al.* **Fatores associados a acidentes de trânsito entre condutores de veículos: achados de um estudo de base populacional.** Ciência & Saúde Coletiva, p. 943-955, 2018.

RIZZON, B.; CORRÊA, F. Por que sinistros de trânsito não são acidentes – e como podem ser evitados?. **WRI BRASIL**, 2021. Disponível em: <<https://www.wribrasil.org.br/noticias/por-que-sinistros-de-transito-nao-sao-acidentes-e-como-podem-ser-evitados>>. Acesso em: 08 nov. 2022.

SANTA MARIA, Secretaria de Mobilidade Urbana. **Programa Vida no Trânsito.** Santa Maria, 2022. Disponível em: <<https://www.santamaria.rs.gov.br/mobilidade/1091-programa-vida-no-transito>>. Acesso em: 13 dez. 2022.

SANTOS, A. M. R. *et al.* **Perfil das vítimas de trauma por acidente de moto atendidas em um serviço público de emergência.** Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 24, nº 8, p. 1927-1938, Rio de Janeiro, 2008.

SANTOS, L. **Análise dos Acidentes de Trânsito do Município de São Carlos Utilizando Sistema de Informações Geográficas – SIG e Ferramentas de Estatística Espacial.** Dissertação (Mestrado) - Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2006.

SILVA, A. H. L.; SILVA, V. L. **Aplicação do Método de Auditoria de Segurança Viária em Rodovias na Fase de Operação.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Aparecida de Goiânia, Aparecida de Goiânia, 2017.

TEODORO, A. B.; ALCANTARA, F. A.; BARBOSA, H. M. **Comparação entre Dois Métodos para Identificação de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito**. XXVIII ANPET - Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Curitiba, PR, 2014.

VASCONCELLOS, E. A. **Políticas de transporte no Brasil – A construção da mobilidade excludente**. 1. ed. Editora Manole, 2014.

WELLE, B. *et al.* O Desenho de Cidade Seguras: Diretrizes e Exemplos para Promover a Segurança Viária a partir do Desenho Urbano. **WRI Cidades**, 2015. Disponível em: <https://files.wri.org/d8/s3fs-public/Cities_Safer_By_Design_Portuguese.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2022.