

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE CAMPO MOURÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E DA EDUCAÇÃO**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERDISCIPLINAR
SOCIEDADE E DESENVOLVIMENTO - PPGSeD**

KEVIN WOLKER FERREIRA DA SILVA

**OS SINISTROS DE TRÂNSITO EM CAMPO MOURÃO-PR: ANÁLISE
GEOESPACIAL E FATORES URBANOS CORRELACIONADOS**

**CAMPO MOURÃO - PR
2025**

KEVIN WOLKER FERREIRA DA SILVA

**OS SINISTROS DE TRÂNSITO EM CAMPO MOURÃO - PR: ANÁLISE
GEOESPACIAL E FATORES URBANOS CORRELACIONADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar Sociedade e Desenvolvimento (PPGSeD) da Universidade Estadual do Paraná (Unespar), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre(a) em Sociedade e Desenvolvimento.

Linha de Pesquisa: Formação humana, políticas públicas e produção do espaço.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Ana Paula Colavite

Coorientador(a): Prof. Dr. Rodrigo Monteiro da Silva

**CAMPO MOURÃO - PR
2025**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNESPAR e Núcleo de Tecnologia de Informação da UNESPAR, com Créditos para o ICMC/USP e dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Silva, Kevin Wolker Ferreira da
Os Sinistros De Trânsito Em Campo Mourão - Pr:
Análise Geoespacial E Fatores Urbanos
Correlacionados / Kevin Wolker Ferreira da Silva. --
Campo Mourão-PR,2025.
166 f.

Orientador: Ana Paula Colavite.
Coorientador: Rodrigo Monteiro da Silva.
Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Acadêmico Interdisciplinar: "Sociedade e
Desenvolvimento") -- Universidade Estadual do
Paraná, 2025.

1. Estatística espacial. 2. Interdisciplinar. 3.
Mapeamento. 4. Mobilidade Urbana. 5. Sinistros de
trânsito. I - Colavite, Ana Paula (orient). II -
Silva, Rodrigo Monteiro da (coorient). III - Título.

KEVIN WOLKER FERREIRA DA SILVA

**OS SINISTROS DE TRÂNSITO EM CAMPO MOURÃO - PR: ANÁLISE
GEOESPACIAL E FATORES URBANOS CORRELACIONADOS**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr.^a Ana Paula Colavite (Orientadora) – Presidente

Prof. Dr. Rodrigo Monteiro da Silva (Coorientador) - Unespar, Campo Mourão

Prof. Dr. Rony Peterson da Rocha - Unespar, Campo Mourão

Prof. Dr. Marcos Clair Bovo - Unespar, Campo Mourão

Data de Aprovação

02/06/2025

Campo Mourão - PR

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Adna Coutinho de Souza e Celio Vicente Ferreira da Silva, que sempre me impulsionaram e deram apoio para que pudesse um dia ser “alguém”. A estrada ainda é longa, porém, uma das conquistas em busca dela se alcança agora, e sem vocês eu nunca conseguiria ter chegado até aqui.

Com muito amor, dedico este trabalho a vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, em especial aos meus pais, por todo o apoio que me deram para que eu chegasse até aqui.

Também agradeço aos meus orientadores, Ana Paula Colavite e Rodrigo Monteiro da Silva, que me prepararam e ofereceram valiosos conselhos ao longo desta jornada, apontando os erros e indicando pontos a serem aprimorados no desenvolvimento do trabalho.

Em especial, gostaria de expressar minha profunda gratidão à professora Ana Paula Colavite, que, mesmo diante de inúmeras dificuldades, continuou me apoiando para que conseguíssemos concluir esta pesquisa

Agradeço ainda aos meus amigos, em especial Weniker William e Keila Katherine, que foram uma fonte incondicional de apoio nos momentos em que mais precisei.

Registro também meus agradecimentos a todos os professores que contribuíram para a minha trajetória acadêmica, em especial aos professores Jefferson de Queiroz Crispim, Oséias Cardoso, Mauro Parolin e Sandra Carbonera Yokoo.

Agradeço à CAPES pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual esta pesquisa não teria sido possível.

Por fim, agradeço a Deus, por ter me proporcionado tudo o que vivi até aqui e por tudo o que ainda está por vir.

EPIGRAFE

Cuidado: que ninguém pague o mal com o mal; procurai sempre o bem entre vós e para todos. Ficai sempre alegres, orai sem cessar, daí graças por tudo. É isso o que Deus quer de vós como cristãos. Não apagueis o Espírito, não desprezeis a profecia, examinai tudo e ficai com o que é bom, evitai toda espécie de mal.

(1 Tessalonicenses 5:15-22)

SILVA, Kevin Wolker Ferreira da. **Os Sinistros De Trânsito Em Campo Mourão-Pr: Análise Geoespacial E Fatores Urbanos Correlacionados**. 166f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar Sociedade e Desenvolvimento, Universidade Estadual do Paraná, *Campus* de Campo Mourão, Campo Mourão, 2025.

RESUMO

O aumento da frota urbana é uma realidade nas cidades brasileiras e estrangeiras, ampliando também o número de sinistros decorrentes da intensificação da mobilidade. Segundo a Organização das Nações Unidas, tais ocorrências causam milhões de mortes anualmente no mundo, sobretudo em países de baixa e média renda, atingindo principalmente jovens adultos e crianças. Dessa forma, tornam-se necessários estudos sobre a temática, dado seu amplo impacto social. Neste contexto, desenvolveu-se esta pesquisa no âmbito do Programa de Pós-Graduação Sociedade e Desenvolvimento (PPGSeD), na Linha de Pesquisa 2: Formação humana, políticas públicas e produção do espaço. O objetivo é compreender a dinâmica e o perfil dos sinistros de trânsito em Campo Mourão e suas correlações espaciais com a estrutura viária urbana. A pesquisa adota método quanti-qualitativo, aplicando técnicas de estatística espacial para mapear sinistros de trânsito e analisar variáveis relacionadas. Os dados utilizados provêm do Corpo de Bombeiros do Paraná, que oferece base pública contendo informações como: local dos sinistros; número de pessoas envolvidas, sexo e idade; gravidade dos ferimentos; tipos de veículos; natureza da ocorrência; além de data e horário. Esses dados foram organizados e sistematizados para mapeamento no software QGIS e análise gráfica no Microsoft Excel, permitindo identificar o perfil das ocorrências e padrões espaciais associados. O recorte temporal inclui os anos de 2022 e 2023, período escolhido por representar a retomada da normalidade no fluxo viário após as restrições da pandemia da Covid-19. Entre 2020 e 2021, medidas como isolamento social e redução das atividades econômicas alteraram significativamente os padrões de circulação e a dinâmica do trânsito. Assim, os anos após a pandemia foram selecionados para assegurar resultados mais atuais e representativos da mobilidade urbana. Os dados revelam que a maior parte dos sinistros ocorre em áreas específicas de Campo Mourão, com padrões espaciais detectáveis em mapas de calor. Entre os pontos críticos, destacam-se a Avenida Capitão Índio Bandeira e suas intersecções, com concentrações significativas ao longo dos trimestres. Quanto à distribuição mensal, não há um padrão recorrente de concentração nos dois anos analisados. Por outro lado, os sábados apresentaram maior incidência de ocorrências. O perfil das vítimas mostra que homens compõem a maioria dos envolvidos, cerca de 58% em ambos os anos. A gravidade dos casos se concentra nos sinistros leves e moderados, predominando os leves. Entre os veículos, os automóveis são os mais comuns nas ocorrências, seguidos pelas motocicletas, estas proporcionalmente mais representativas em relação ao tamanho de sua frota total. Contudo, parte significativa da base apresenta lacunas, como ausência de registro do sexo dos envolvidos ou categoria veicular, o que pode indicar falhas no processo de coleta de informações.

Palavras-chaves: Estatística espacial; Interdisciplinar; Mapeamento; Mobilidade Urbana; Sinistros de trânsito.

SILVA, Kevin Wolker Ferreira da. **Traffic Accidents In Campo Mourão-Pr: Geo-Spatial Analysis And Correlated Urban Factors**. 166. Dissertation (Master) - Society and Development Interdisciplinary Postgraduate Program, State University of Paraná, Campo Mourão *Campus*, Campo Mourão, 2025.

ABSTRACT

The growth of urban vehicle fleets is a reality in Brazilian and foreign cities, also increasing the number of traffic incidents resulting from the intensification of mobility. According to data from the United Nations, such incidents cause millions of deaths worldwide every year, especially in low- and middle-income countries, primarily affecting young adults and children. Studies on this subject are therefore necessary due to its broad societal impact. In this context, this research was developed within the Graduate Program in Society and Development (PPGSeD), specifically under Research Line 2: Human Development, Public Policies, and Spatial Production. The objective is to understand the dynamics and profile of traffic accidents in the city of Campo Mourão and their spatial correlations with the urban road network. The research adopts a quanti-qualitative approach, applying spatial statistical techniques to map traffic accidents and analyze the related variables. The data were provided by the Paraná Fire Department, which maintains a public database with information including the location of the accidents; number, sex, and age of those involved; severity of injuries; types of vehicles; nature of the incidents; and the date and time of occurrences. These data were organized and systematized for mapping in QGIS software, along with a series of charts produced in Microsoft Excel, which supported the analysis of accident profiles and associated spatial patterns. The temporal scope covers the years 2022 and 2023, selected as they represent a period of returning to normal traffic levels following the restrictions imposed by the Covid-19 pandemic. Between 2020 and 2021, social distancing measures, reduced economic activity, and other restrictions significantly affected circulation patterns and the dynamics of urban traffic. Therefore, the post-pandemic years were chosen to ensure more current and representative results on urban mobility. The findings show that most accidents in Campo Mourão occur in specific areas, with spatial concentrations identified through heatmaps. Critical points include Avenida Capitão Índio Bandeira and its intersections, which recorded significant clusters during the quarters analyzed. Regarding monthly distribution, no consistent pattern was identified across the two years. Saturdays, however, concentrated the highest number of incidents. The victim profile indicates that men represent the majority of those involved, approximately 58% in both years. The severity of cases was mostly concentrated in mild and moderate accidents, with mild ones being predominant. In terms of vehicle categories, passenger cars were the most frequently involved, followed by motorcycles, which presented a disproportionately high level of involvement relative to their fleet size. Nevertheless, a considerable portion of the database contained incomplete records, such as missing information on the sex of those involved and vehicle category, which may reflect weaknesses in the data collection process.

Keywords: Spatial statistics; Interdisciplinary; Mapping; Urban Mobility; Traffic accidents.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável.....	37
Figura 2 - Localização de Campo Mourão	59
Figura 3 - Estrutura do SYSBM	63
Figura 4 - Estrutura das tabelas no SYSBM.....	63
Figura 5 - Fórmula utilizada na contagem de envolvidos no sinistro.....	65
Figura 6 - Estrutura dos dados de gráficos nos quais não há cruzamento de variáveis.....	67
Figura 7 - Fórmula utilizada na contagem de sinistros por mês e dia da semana	68
Figura 8 - Cruzamento de dados: dia da semana x período	69
Figura 9 - Organização dos endereços nos dados brutos.....	70
Figura 10 - Coleta de coordenadas no Google Earth Pro	71
Figura 11 - Estruturação inicial das coordenadas no Excel.....	71
Figura 12 - Transposição de dados	72
Figura 13 - Importação de arquivos georreferenciados para o Qgis.....	73
Figura 14 - Distribuição dos pontos com ocorrência de sinistros em Campo Mourão	74
Figura 15 - Delimitação da área de estudo no OSM e sua visualização inicial.....	74
Figura 16 - Estrutura dos arquivos base no Qgis.....	75
Figura 17 - Conversão das camadas para UTM	76
Figura 18 - Parâmetros para geração dos mapas de calor.....	77
Figura 19 - Arquivo raster gerado após a execução da KDE	77
Figura 20 - Definição dos parâmetros na simbologia.....	78
Figura 21 - Resultado após a aplicação dos parâmetros na simbologia	78
Figura 22 - Distribuição dos sinistros por tipo, arquivos base	79
Figura 23 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Primeiro Trimestre - 2022.....	97
Figura 24 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Segundo Trimestre - 2022.....	98
Figura 25 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Terceiro Trimestre - 2022	99
Figura 26 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Quarto Trimestre -2022.....	100
Figura 27 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Quinto Trimestre - 2023.....	101
Figura 28 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Sexto Trimestre - 2023.....	102
Figura 29 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Sétimo Trimestre - 2023	103
Figura 30 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Oitavo Trimestre - 2023.....	104
Figura 31 - Distribuição dos sinistros do tipo colisão em Campo Mourão em 2022 e 2023 .	105
Figura 32 - Distribuição dos sinistros do tipo Queda do veículo em Campo Mourão em 2022 e 2023	106
Figura 33 - Distribuição dos sinistros de tipos diversos em Campo Mourão em 2022 e 2023	107
Figura 34 - Síntese da distribuição de sinistros em Campo Mourão nos anos de 2022 e 2023	108
Figura 35 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão em 2022 e 2023	120
Figura 36 - Ponto 1	121
Figura 37 - Fluxo de veículos	122
Figura 38 - Fluxo de ciclistas e pedestres no local	122
Figura 39 - Ponto 2	123
Figura 40 - Ponto de acesso à rodovia.....	123
Figura 41 - Aglomeração de veículos em ponto sem sinalização.....	124
Figura 42 - Velocidade máximas permitidas na via	124
Figura 43 - Ponto 3	125

Figura 44 - Aglomeração de veículos próximas ao Colégio Adventista	126
Figura 45 - Áreas de conflito entre veículos e pedestres	126
Figura 46 - Pontos 4 e 5	127
Figura 47 - Áreas de conflito entre veículos e pedestres nos pontos 4 e 5	128

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de veículos segundo a NBR 10697	42
Quadro 2 - Uso do KDE nos estudos de sinistros	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Correlação de Pearson com gravidade dos sinistros em 2022.....	109
Tabela 2 - Correlação de Pearson com período do dia em 2022	110
Tabela 3 - Correlação de Pearson com gravidade dos sinistros em 2023.....	111
Tabela 4 - Correlação de Pearson com período do dia em 2023	113
Tabela 5 - Correlação de Pearson com gravidade dos sinistros em 2022.....	115
Tabela 6 - Correlação de Pearson com período do dia em 2022 e 2023	117

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição das vítimas por sexo	87
Gráfico 2 – Quantidade de sinistros por gravidade	88
Gráfico 3 – Distribuição de sinistros por mês	89
Gráfico 4 – Distribuição de sinistros dia da semana	90
Gráfico 5 – Distribuição dos sinistros por período do dia	91
Gráfico 6 – Distribuição dos sinistros por dia da semana e período	93
Gráfico 7 – Distribuição dos sinistros por tipo.....	94
Gráfico 8 – Número de veículos envolvidos em sinistros por categoria.....	95

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	SINISTROS DE TRÂNSITO: DEFINIÇÕES E QUESTÕES ASSOCIADAS	23
2.1	O trânsito na dinâmica do espaço urbano.....	24
2.2	Perfil e classificações de sinistros de trânsito.....	32
2.2.1	Sinistros de trânsito: categorizações, classificações e o sistema nacional de trânsito.....	39
2.3	O uso do sistema de informações geográficas na compreensão de sinistros no espaço urbano.....	45
3	APORTES TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	50
3.1	Explorando a complexidade dos sinistros de trânsito: uma abordagem interdisciplinar.....	51
3.2	Delimitação da área de estudo e seu recorte temporal.....	59
3.3	Metodologia e procedimentos técnico-operacionais	62
3.3.1	Equação do mapa de densidade de Kernel: conceito e aplicação	79
3.3.2	Correlação de Pearson aplicada a análise de sinistros de trânsito	80
3.4	Metodologia de análise da sinistralidade urbana: observações de campo	83
4	RESULTADOS E IMPLICAÇÕES: UM ESTUDO SOBRE SINISTROS DE TRÂNSITO	85
4.1	Análise dos produtos estatísticos representativos da sinistralidade em Campo Mourão.....	86
4.2	Análise de mapas sobre a sinistralidade em Campo Mourão.....	96
4.3	Análise de correlação: relações entre fatores e sinistralidade.....	108
4.4	Análise da relação entre infraestrutura urbana e sinistros	119
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	135
	REFERÊNCIAS	139
	ANEXOS	154

1 INTRODUÇÃO

As cidades, como apontado por Vasconcellos (2019), são semelhantes a organismos vivos, fruto de uma dinâmica e construção individual e coletiva, e que está constantemente em um processo mutatório. Esse processo contínuo de transformação se reflete em múltiplas dimensões urbanas: na economia que se desenvolve, nas práticas culturais que emergem e na própria paisagem. Assim como todos os elementos que constituem uma cidade, a paisagem é uma construção coletiva, que só pode ser concebida de forma integral quando consideramos a contribuição de cada indivíduo, grupo ou instituição que nela coexiste.

Neste sentido, Turbay e Cassilha (2021) também caracterizam a cidade como um organismo vivo e contribuem dizendo que é o local onde se inferem as políticas públicas por meio de planejamento, desenho e práticas urbanas que forneçam um equilíbrio entre as forças sociais que buscam se apropriar da cidade segundo seus desejos e necessidades. Todavia, esse equilíbrio raramente se concretiza, visto que uma minoria privilegiada - devido a fatores como desigualdade socioeconômica, disparidades no acesso a recursos e mecanismos de poder - concentra vantagens urbanas, relegando a maioria a condições de marginalização espacial e social.

Entre os elementos formados em função das dinâmicas das cidades, se encontra o trânsito, que, por sua vez, é reflexo das dinâmicas que ocorrem ali. A partir do trânsito, é possível se ter uma ideia se aquela cidade é populosa ou não, alguns dos elementos que compõem a sua dinâmica comercial, a organização da infraestrutura urbana, assim como uma série de outros fatores, pois, como aponta Vasconcellos (2019, p. 10), “as formas específicas do desenvolvimento urbano – relativo ao uso e à ocupação do solo, e suas características físicas e sociais – têm impacto direto no sistema de transporte e de trânsito, e são por eles afetadas também, num processo de interação.”

O trânsito, em específico o urbano é uma construção social e coletiva realizada nas cidades, é caracterizado no Código de Trânsito Brasileiro (CTB), estabelecido pela Lei N° 9.503 de 23 de setembro de 1997, no Artigo 1° parágrafo 1°, como “a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação de carga ou descarga” (Brasil, 1997).

O trânsito, assim como o processo de construção urbana, reflete e influência na organização socioespacial das cidades. De acordo com Silva e Figueiredo (2018, p. 156), “as configurações territoriais (sistemas naturais e de engenharia) são apenas condições, pois a

atualidade e historicidade do espaço deriva da conjunção da materialidade territorial e as características das ações”. No contexto do transporte urbano, as infraestruturas viárias (redes de ruas, avenidas, ciclovias, corredores de ônibus) representam apenas a condição material para a mobilidade na cidade.

Contudo, é da interação dessas estruturas com as práticas sociais – como a escolha dos meios de deslocamento, o uso efetivo dos modos de transporte e as políticas públicas de mobilidade – que resulta a dinâmica atual do trânsito e do transporte. A historicidade do transporte manifesta-se quando infraestruturas herdadas adquirem novos usos, sentidos e relevância ao longo do tempo, conforme mudam as necessidades e estratégias sociais e econômicas da cidade.

Assim, pode-se dizer que os sistemas de transporte e trânsito são agentes que contribuem para a formação dessa organização na configuração dessa estrutura urbana. Vale destacar que essa relação é dinâmica: a forma como a cidade se organiza impacta diretamente o funcionamento dos sistemas de transporte, ao mesmo tempo em que as características desses sistemas contribuem para moldar o desenvolvimento e a distribuição das atividades urbanas.

Entre estes agentes, podem ser citados: o setor financeiro; a indústria, comércio e serviços; a indústria automotiva; valor e uso da terra urbana; interesses e necessidades das pessoas; a construção civil; políticas do estado; os processos migratórios; o sistema político e econômico; e sistemas existentes de transporte e trânsito; “Todos estes agentes e processos interagem de forma complexa, “produzindo” o espaço urbano no qual vivemos e influenciando as formas como os sistemas de transporte e trânsito são organizados e usados” (Vasconcellos, 2019, p. 13).

Com todos estes agentes atuando e se influenciando mutuamente, o que se depara é um avançado processo de modernização e urbanização nas cidades, em que questões relacionadas à segurança viária se tornam cada vez mais presentes no processo de administração pública, seja em nível federal, estadual ou municipal. Os problemas relacionados à segurança viária, por sua vez, muitas vezes são reflexo da forma desordenada como as cidades cresceram (Hall, 2014).

Esses problemas, herança do crescimento desordenado das cidades, refletem-se no alto número de sinistros de trânsito em todo o mundo. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2022), esses sinistros causam cerca de 1,3 milhão de mortes anualmente. Desse total, 93% das fatalidades ocorrem em países de baixa e média renda, sendo o trânsito a principal causa de morte entre crianças e jovens adultos de 5 a 29 anos.

Esse cenário nacional e internacional encontra reflexos nítidos nas cidades brasileiras, entre as quais destaca-se Campo Mourão. Como um dos principais municípios da Mesorregião Centro-Ocidental do Paraná, Campo Mourão é o município mais populoso de sua região geográfica imediata (IBGE, 2022b) e é polo de serviços para 25 municípios vizinhos por meio da Comunidade dos Municípios da Região de Campo Mourão (COMCAM), a cidade apresenta desafios relevantes no que diz respeito à mobilidade urbana e segurança viária.

Isto ocorre em decorrência de uma série de fatores, como o trânsito em velocidades acima das estipuladas em determinada área, o uso de bebidas alcoólicas antes de assumir a direção de um veículo, o não uso de capacetes em motocicletas, o não uso de apetrechos de segurança, como cadeirinhas para as crianças, ou até mesmo do cinto de segurança (OMS, 2022). Além desses fatores, também se podem encontrar problemas na sinalização dos locais onde ocorrem os sinistros, como: problemas na infraestrutura das ruas, veículos em situação precária, assim como problemas relacionados à aplicação correta das leis de trânsito, como mostrado no relatório da OMS (2022).

Toda essa dinâmica ocorre dentro do sistema viário das cidades, que é composto por vias arteriais, coletoras e locais, e orientado pela Lei de Sistema Viário (LSV), que estabelece suas diretrizes de acordo com a dinâmica urbana da cidade, prevista pela Lei de Uso e Ocupação do Solo. A LSV tem como função, também, orientar a execução da infraestrutura urbana, com prioridade à mobilidade, utilizando-se da caminhada e da ciclomobilidade (Turabay; Cassilha, 2021).

Outro fator importante a ser apontado é a forma como a frota de veículos cresceu substancialmente nos últimos anos. De acordo com dados do IBGE (2022a), até o ano de 2010, a frota de veículos brasileira era composta por 64.817.974 veículos para 190.732.694 pessoas. Em 2022, o número de veículos cresceu para 115.116.532, enquanto a população atingiu o quantitativo de 203.080.756, ou seja, ao passo que houve um aumento de apenas 6% na população entre 2010 e 2022, a frota de veículos aumentou em 77,59%.

Ao mesmo tempo em que a frota de veículos vem se expandindo de forma exponencial ao longo das últimas décadas, não é realizada uma manutenção que adeque a estrutura viária atual a esse aumento de veículos nas cidades. Trabalhos como os de Soares (2018) e Prata et al. (2020) corroboram essa ideia, com base na qual o aumento da frota veicular, em junção com a falta de um planejamento urbano eficaz, traz consequências à população. Como o crescimento da frota de veículos é muito maior do que o crescimento populacional, acaba-se produzindo uma infraestrutura viária cada vez mais sobrecarregada e com menor capacidade de

atendimento à demanda, resultando em conflitos e congestionamentos cada vez mais recorrentes (Azevedo; Galindo, 2015).

Para que um planejamento urbano eficaz seja elaborado, é fundamental, no entanto, compreender o comportamento e os padrões de trânsito da população, pois, sem analisar a dinâmica do tráfego na cidade, torna-se inviável ajustar minuciosamente o sistema viário de modo que este reflita a realidade e o modelo de desenvolvimento local.

Diante disso, pesquisas sobre o tema e seus desdobramentos são essenciais, uma vez que contribuem para a construção de uma sociedade mais segura e comprometida com seus cidadãos. Isso porque os acidentes de trânsito impactam profundamente não apenas as vidas diretamente envolvidas, mas também a sociedade como um todo.

Nesse contexto, diversos órgãos públicos atuam na prevenção e contenção de sinistros. Em nível nacional, destacam-se o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) e a Polícia Rodoviária Federal. Nos estados e no Distrito Federal, há o Conselho Estadual de Trânsito (CETTRAN), o Conselho de Trânsito do Distrito Federal (CONTRANDIFE) e as Polícias Militares estaduais. Além disso, participam desse processo os órgãos executivos de trânsito e rodoviários da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, bem como as Juntas Administrativas de Recursos de Infrações (JARI) (Brasil, 1997).

Um exemplo significativo entre os órgãos mencionados é o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar, que, além de atuar no combate a incêndios, buscas, salvamentos e outras atividades relacionadas à Defesa Civil, também desempenha funções de socorro público e de policiamento de trânsito urbano e rodoviário, conforme definido no Artigo 48 da Constituição do Estado do Paraná. É justamente nas duas últimas atribuições que se insere parte da atuação do Corpo de Bombeiros no atendimento a sinistros de trânsito.

No Estado do Paraná, os sinistros de trânsito são registrados em uma plataforma pública denominada Sistema de Registro de Ocorrências e Estatísticas do Corpo de Bombeiros do Paraná (SysBM). Essa ferramenta não apenas documenta ocorrências relacionadas a sinistros de trânsito, como também abrange uma ampla variedade de atendimentos realizados pelo Corpo de Bombeiros.

A partir desse cenário, se visa compreender a dinâmica e o perfil dos sinistros de trânsito na cidade de Campo Mourão, assim como suas correlações espaciais com a estrutura viária urbana. Para a análise, foram escolhidos os anos de 2022 e 2023, período que representa a retomada da normalidade no trânsito urbano após as restrições impostas pela pandemia de Covid-19. Este período foi escolhido, pois como se vê em outras pesquisas, as medidas de isolamento social, restrições de atividades econômicas e a diminuição da mobilidade,

implementadas em 2020 e 2021, alteraram significativamente os padrões de circulação e a dinâmica dos acidentes de trânsito (Abdullah et al., 2020; Monteiro et al., 2024).

Durante a pandemia, houve uma redução no número total de acidentes, mas um aumento da gravidade e da letalidade dos sinistros, evidenciando mudanças na dinâmica habitual do trânsito (Monteiro et al., 2024). Assim, a escolha desse período busca garantir que os dados reflitam uma condição mais estável e representativa da dinâmica de circulação na cidade, livre das distorções causadas pelo contexto pandêmico, permitindo uma análise mais precisa dos padrões espaciais e temporais dos sinistros em Campo Mourão.

Diante do exposto até então, o objetivo geral desta pesquisa é compreender a dinâmica e o perfil dos sinistros de trânsito na cidade de Campo Mourão e suas correlações espaciais com a estrutura viária urbana. Em relação aos objetivos específicos, se objetivou traçar o perfil das sinistralidades em Campo Mourão; entender a distribuição espacial desses eventos, assim como seus padrões e pontos de concentração; e verificar se os elementos da estrutura e do planejamento urbano contribuem, de alguma forma, para as sinistralidades e, caso contribuam, identificar de que forma isso ocorre.

Para que os objetivos sejam alcançados, delimitaram-se as seguintes questões orientadoras da pesquisa: Qual é o perfil das sinistralidades de trânsito em Campo Mourão? Qual é a distribuição espacial desses sinistros, seus padrões e principais pontos de concentração? Os elementos da estrutura e do planejamento urbano contribuem de alguma forma para as sinistralidades? Se sim, como?

Para que essas perguntas fossem respondidas, delimitou-se como espaço de estudo a área urbana da cidade de Campo Mourão. Optou-se por estudar essa área em razão da significativa concentração de sinistros que nela ocorrem. Também se levou em conta o fato de que os sinistros ocorridos principalmente nas rodovias fora da área urbana imediata da cidade, bem como nas áreas rurais, não contribuem consideravelmente para o entendimento da dinâmica do trânsito mourãoense, visto que ocorrem de forma muito distinta em relação aos registrados na área urbana.

Levando-se em consideração os pontos apresentados, destaca-se a importância de desenvolver esta pesquisa no âmbito de um programa interdisciplinar. Tal escolha se justifica pela complexidade intrínseca do tema, que exige a integração e a articulação de diferentes áreas do conhecimento para uma compreensão mais abrangente e aprofundada. A interdisciplinaridade permite que diversas perspectivas e metodologias se complementem, promovendo debates enriquecedores e trocas de ideias que ampliam a análise e o alcance dos resultados. Dessa forma, o trabalho deixa de ser fragmentado e passa a considerar as múltiplas

dimensões envolvidas no fenômeno estudado, possibilitando a formulação de soluções mais eficazes e contextualizadas.

Nesta pesquisa, são mobilizadas principalmente as áreas de Geografia, Estatística, Ciência da Computação e Planejamento Urbano. A Geografia oferece a base para a análise do espaço geográfico, com foco na questão central dos sinistros de trânsito e suas relações espaciais. A Estatística contribui com métodos rigorosos para a análise quantitativa dos dados coletados, assegurando a validade e a confiabilidade dos resultados. A Ciência da Computação viabiliza o tratamento e a visualização desses dados, transformando informações brutas em ferramentas analíticas acessíveis e eficientes. Por fim, o Planejamento Urbano fornece um olhar crítico sobre os processos de desenvolvimento da cidade, permitindo compreender como a organização urbana influencia - e é influenciada - pelos sinistros de trânsito.

A conjugação dessas disciplinas, portanto, mostra-se essencial para abordar o problema de forma integrada e inovadora. Além disso, a interdisciplinaridade possibilita a superação de limitações metodológicas que seriam inevitáveis caso a pesquisa fosse conduzida de forma isolada por uma única área do conhecimento. Por exemplo, a Geografia, por si só, pode identificar padrões espaciais, mas, sem o suporte da Estatística, a análise quantitativa perderia em precisão e rigor. Da mesma forma, a Ciência da Computação é essencial para lidar com grandes volumes de dados e criar modelos preditivos que auxiliem na tomada de decisões. O Planejamento Urbano, por sua vez, contextualiza esses dados dentro das dinâmicas sociais, econômicas e políticas da cidade, permitindo que as soluções propostas sejam não apenas tecnicamente viáveis, mas também socialmente justas e sustentáveis.

Para isso, se emprega uma abordagem quanti-qualitativa, integrando mapeamento espacial com o uso do QGIS, análise estatística (incluindo o uso da densidade de Kernel e a correlação de Pearson), elaboração de gráficos e tabelas para visualização dos dados, além de observações de campo, que objetivam observar e apontar os problemas viários dos locais de maior contração de sinistros na cidade.

Assim, a abordagem interdisciplinar fortalece a capacidade da pesquisa de dialogar com diferentes públicos — desde o meio acadêmico até gestores públicos e a sociedade civil. Ao integrar conhecimentos e linguagens diversas, o trabalho torna-se mais acessível e relevante para a formulação de políticas públicas eficazes e para a promoção de mudanças concretas no ambiente urbano. Essa articulação entre teoria e prática, entre análise técnica e compreensão social, é fundamental para enfrentar os desafios complexos dos sinistros de trânsito e contribuir para a construção de cidades mais seguras e inclusivas.

Não obstante, é imprescindível destacar que a relevância desta pesquisa é ampliada pelo seu alinhamento com as agendas globais de desenvolvimento sustentável e segurança viária. Em particular, a temática abordada está diretamente vinculada ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 11 (ODS 11), que visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Esse objetivo contempla metas específicas relacionadas à garantia de acesso universal a sistemas de transporte seguros, acessíveis e sustentáveis, bem como à redução significativa do número de mortes e ferimentos decorrentes de sinistros de trânsito - especialmente entre populações vulneráveis, como mulheres, crianças, idosos e pessoas com deficiência.

Assim, a pesquisa contribui para o avanço de políticas públicas voltadas à promoção da mobilidade urbana segura e sustentável, elemento central para a qualidade de vida e a equidade nas cidades contemporâneas. Além disso, o presente estudo insere-se no contexto da Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2021–2030, iniciativa global liderada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), que busca intensificar os esforços para reduzir em 50% as fatalidades e lesões no trânsito até o final desse período.

Essa estratégia internacional reconhece a complexidade do fenômeno dos sinistros viários e a necessidade de abordagens integradas, que envolvam desde a melhoria da infraestrutura até ações de educação e fiscalização, passando pelo planejamento urbano e pela inovação tecnológica. Portanto, a pesquisa não apenas responde a demandas acadêmicas e técnicas, mas também dialoga com prioridades internacionais, reforçando sua relevância social e política no enfrentamento de um dos principais desafios contemporâneos à saúde pública e à sustentabilidade urbana.

Dessa forma, esta pesquisa encontra-se dividida em cinco seções, sendo a primeira esta Introdução, que apresenta brevemente o problema da pesquisa, os objetivos e as questões que se pretende responder.

A segunda seção é intitulada Sinistros de trânsito: definições e questões associadas, na qual se desenvolve a discussão teórica, o levantamento dos conceitos que emergiram ao longo da pesquisa e a forma como as análises são conduzidas. Nessa seção, são apresentados os conceitos e as normas técnicas referentes aos sinistros de trânsito; os elementos que compõem o trânsito; a dinâmica do trânsito e das sinistralidades no espaço urbano; a classificação dos perfis dos sinistros; e o uso do mapeamento na análise da sinistralidade. Esses temas são abordados em três subseções, a saber: 1) o trânsito na dinâmica do espaço urbano; 2) Perfil e classificação de sinistros de trânsito e 3) Uso do Sistema de Informações Geográficas na compreensão de sinistros no espaço urbano.

A terceira seção, intitulada Aportes Teóricos e Metodológicos da Pesquisa, aborda as discussões teóricas relativas à metodologia deste trabalho, apresentando as técnicas e os métodos empregados ao longo da pesquisa. O método de análise adotado é pautado na teoria da complexidade de Edgar Morin, em razão da natureza multi e interdisciplinar da temática investigada. Assim, a seção foi subdividida em quatro subseções: 1ª - Explorando a Complexidade dos Sinistros de Trânsito: Uma Abordagem Interdisciplinar; 2ª - Delimitação da Área de Estudo e seu Recorte Temporal; 3ª - Metodologia e Procedimentos Técnico-Operacionais; e 4ª - Metodologia de Análise da Sinistralidade Urbana.

A quarta seção, intitulada Resultados e Implicações: Um Estudo sobre Sinistros de Trânsito, apresenta os resultados obtidos e as discussões desenvolvidas ao longo da pesquisa, traçando paralelos que permitem compreender a dinâmica das sinistralidades em Campo Mourão. Esta seção está subdividida em quatro subseções: 1ª - Análise dos produtos estatísticos representativos da sinistralidade em Campo Mourão; 2ª - Análise de Mapas sobre a Sinistralidade em Campo Mourão; 3ª - Análise de correlação: relações entre fatores e sinistralidade; e 4ª - Análise da relação entre infraestrutura urbana e sinistros.

Por fim, na quinta e última seção, constituída pela Considerações Finais, são retomados os tópicos que foram abordados no decorrer do trabalho, com ênfase nos resultados obtidos e sua relevância para se desenvolverem estratégias para que o trânsito de Campo Mourão seja melhor.

2 SINISTROS DE TRÂNSITO: DEFINIÇÕES E QUESTÕES ASSOCIADAS

Esta seção tem como finalidade fundamentar teoricamente a análise proposta pela dissertação, estabelecendo os referenciais conceituais e metodológicos necessários para a compreensão do fenômeno dos sinistros de trânsito em Campo Mourão. A seleção dos subtemas que compõem esta seção justifica-se pela necessidade de abordar, de forma articulada, aspectos centrais para o alcance dos objetivos da pesquisa.

Inicialmente, discute-se o trânsito no contexto da dinâmica urbana, uma vez que a estrutura viária e a mobilidade são fatores determinantes na produção dos padrões de sinistralidade, diretamente relacionados ao objetivo de analisar as correlações espaciais entre os acidentes e a configuração do espaço urbano. Em seguida, aprofunda-se a discussão sobre o perfil e a classificação dos sinistros, etapa fundamental para caracterizar e tipificar os eventos estudados, possibilitando traçar um panorama detalhado sobre quem são as vítimas e como ocorrem os sinistros, em consonância com o objetivo de compreender o perfil das ocorrências. Por fim, destaca-se o papel da cartografia e das técnicas de análise espacial para a identificação de padrões, tendências e concentrações de sinistros, etapa alinhada à necessidade de mapear a distribuição espacial desses eventos e apoiar a proposição de estratégias de mitigação. Dessa forma, a estrutura do capítulo contribui para dar sustentação teórica e metodológica às análises realizadas na dissertação, proporcionando um diálogo consistente entre a literatura e os resultados obtidos.

Para tanto, a seção está subdividida em três subtópicos: a) o trânsito na dinâmica do espaço urbano; b) perfil e classificação de sinistros de trânsito; c) uso da cartografia na compreensão de sinistros no espaço urbano.

O primeiro subtópico, “O trânsito na dinâmica do espaço urbano”, explora como o trânsito e a mobilidade influenciam a produção e a organização do espaço urbano. Examina-se, aqui, como o planejamento e a implementação de sistemas de trânsito e transporte transformam o espaço urbano, impactando sua configuração, a distribuição de atividades e a ocupação populacional.

O segundo subtópico, “Perfil e classificação de sinistros de trânsito”, aprofunda nos diferentes tipos de perfis de sinistros e como eles podem ser categorizados e analisados, e isso inclui discussões sobre os aspectos técnicos e metodologias utilizadas para classificar e compreender os diversos padrões e características dos sinistros de trânsito.

O terceiro subtópico, “O uso do sistema de informações geográficas na compreensão de sinistros no espaço urbano”, foca na aplicação de técnicas de mapeamento e análise espacial para compreender a ocorrência e a distribuição de sinistros de trânsito no ambiente urbano. Essa seção explora como as ferramentas cartográficas e de geoprocessamento podem ser empregadas para identificar padrões, tendências e fatores espaciais associados aos sinistros de trânsito, proporcionando uma compreensão mais abrangente desse fenômeno no espaço urbano. A utilização de mapas, análises de densidade e sobreposição de dados permite revelar a geografia dos sinistros, subsidiando o planejamento e a implementação de medidas para a redução da sinistralidade viária.

Esse referencial fundamenta os procedimentos metodológicos utilizados na análise espacial dos sinistros no município de Campo Mourão, em consonância com os objetivos específicos desta dissertação, como traçar o perfil das ocorrências, analisar seus padrões geoespaciais e verificar possíveis relações com a estrutura urbana local. Essas discussões teóricas fornecem, assim, a base para a análise empírica que será apresentada nas seções seguintes.

2.1 O trânsito na dinâmica do espaço urbano

O espaço urbano, como descreve Corrêa (1989), é o conjunto de usos da terra justapostos entre si. Esse conjunto é definido por diversas áreas que têm usos distintos, tanto em forma quanto em conteúdo social - áreas de lazer e, entre outras, aquelas reservadas para futura expansão. O autor também define que o espaço urbano se fragmenta e se articula como reflexo e condicionante social, constituindo-se no palco de uma série de símbolos, um campo de luta (social) e podendo ser considerado a forma materializada de uma sociedade. O espaço urbano também é, enquanto produto social, resultado de ações acumuladas ao longo do tempo e engendradas por agentes que produzem e consomem esse espaço. Esses agentes, como proprietários dos meios de produção, proprietários fundiários, promotores imobiliários, o Estado e grupos sociais excluídos, atuam em um processo complexo de produção do espaço urbano, conforme aponta Silva (2016).

Nessa perspectiva, alguns autores têm analisado como o sistema de mobilidade urbana, especificamente o trânsito, contribui para a reprodução das desigualdades sociais nas cidades (Gough; Franch, 2005; Costa; Morais, 2014; Caccia, 2015; Pucci; Colleoni, 2016). Isso ocorre porque o trânsito desempenha um papel central, sendo tanto causa quanto consequência das dinâmicas urbanas. Desde a forma como as vias são projetadas e utilizadas até os padrões de

deslocamento das pessoas, o trânsito molda a experiência urbana de diferentes formas e graus variados de intensidade. Como consequência, o desenho e a gestão do trânsito refletem e consolidam as divisões socioespaciais existentes, atendendo prioritariamente às necessidades e preferências de determinados grupos sociais, em detrimento de outros menos favorecidos. (Pilotto, 2015; Enríquez; Pizzolato, 2020; Ali *et al.*, 2021; Souza; Magagnin, 2022).

Nesse processo de produção do espaço urbano, a mobilidade e o trânsito são elementos de significância, uma vez que são constituintes da estrutura e organização das cidades (Pilotto, 2015; Caccia, 2015). Esses elementos, ao serem planejados e implementados, modificam o espaço urbano, atuando sobre sua configuração, distribuição das atividades e da população (Loureiro *et al.*, 1995; Santos, 2014;).

Apesar de a temática trabalhada nesta pesquisa não estar estritamente ligada às questões de desigualdade social, é importante lembrar que essas desigualdades interferem diretamente na problemática da mobilidade urbana e do trânsito. O acesso aos meios de transporte e a qualidade desses serviços dependem fortemente da renda e da localização dos indivíduos na cidade (Pilotto, 2015; Hildebrand, 2021; Silva; Queiróz; Ojima, 2021). Com isso em mente, é necessário levar em consideração diversos aspectos no momento de planejar a mobilidade. Dentre esses fatores, como aponta Vasconcellos (2019), destacam-se os chamados fatores pessoais, que dizem respeito à gama de variáveis que envolvem a rotina do indivíduo; os fatores culturais, que se referem à dinâmica própria de cada cidade; e os fatores externos, que envolvem, por exemplo, a oferta - ou a falta dela - de meios de transporte, ou seja, aspectos que a pessoa não consegue controlar diretamente. Além do exposto, destaca-se um problema estrutural relacionado à forma como as cidades foram planejadas ao longo das décadas. Esse problema está ligado à priorização do espaço urbano para o trânsito de veículos motorizados, em detrimento da circulação segura de pedestres, que passam a conviver com ambientes urbanos cada vez mais hostis e perigosos. Nesse sentido, Turbay e Cassilha (2021) ressaltam que as cidades tornaram-se progressivamente mais voltadas aos veículos, evidenciando a centralidade excessiva do automóvel no desenho urbano.

O urbanismo dos preceitos modernistas, que respondia a certo caos decorrente do crescimento desordenado das cidades na revolução industrial, foi alvo de muitas críticas em razão de seu excesso de racionalidade, que colocava as relações humanas em segundo plano, especialmente pela genial ativista Jane Jacobs, além de ser um urbanismo desenhado para o automóvel, como protótipo de mobilidade, o que determinou o grande impacto socioambiental das cidades “carrocêntricas” (Turbay; Cassilha, 2021, p. 174).

Dentro dessa lógica cada vez mais voltada à valorização dos automóveis, observa-se uma perda progressiva de espaço pelas pessoas, consequência direta de como as cidades vêm sendo moldadas para atender às exigências do modo de produção capitalista, pautado por um urbanismo de viés neoliberal. Essa dinâmica, que coloca os indivíduos em segundo plano, resulta em cidades que segregam seus habitantes e produzem ambientes urbanos marcados pela desigualdade e exclusão, aspectos que também se manifestam nas dinâmicas do trânsito (Brandão, 2014; Rego, 2020; Turbay; Cassilha, 2021; Rhein, 2022). Enquanto o espaço urbano diz respeito à organização socioterritorial da cidade, a mobilidade e o trânsito exercem um papel fundamental na gestão e no uso desse espaço. Diversos são os elementos que compõem o trânsito urbano — desde os modais de transporte, a configuração e estruturação das vias, até a regulação e a gestão do tráfego — todos integrados à dinâmica de funcionamento e à experiência vivida pelos habitantes nas cidades (Vasconcellos, 2019).

Esses elementos, assim como o próprio trânsito, afetam e são afetados pelas dinâmicas do espaço urbano. Eles não apenas refletem a complexidade das interações humanas nas cidades, mas também moldam a forma como as pessoas se deslocam, interagem e utilizam os espaços urbanos. Além disso, são determinantes na configuração da acessibilidade, da conectividade e da qualidade de vida nas áreas urbanas. Portanto, não é incorreto afirmar que a relação entre o espaço urbano e o sistema de mobilidade e trânsito é de profunda interdependência, uma vez que ambos se influenciam mutuamente. Esses elementos são compostos por uma série de atores que desempenham papéis específicos na dinâmica urbana. Estes incluem motoristas, pedestres, ciclistas, agentes de trânsito e todos aqueles que se envolvem, de forma direta ou indireta, com o trânsito. Também compõem o trânsito os veículos, as sinalizações, as vias de tráfego, entre outros elementos. Vasconcellos (2019, p. 37) caracteriza esses atores e elementos como passivos e ativos no trânsito, afirmando que “O papel ativo é caracterizado por um movimento e, portanto, pela necessidade de consumir o espaço de circulação. Ao contrário, o papel passivo é estacionário pois não consome o espaço de circulação, mas é afetado por quem o faz”.

Nesse sentido, torna-se evidente que o trânsito urbano não se resume apenas ao deslocamento de veículos, mas envolve uma rede complexa de relações sociais e espaciais, disputas e conflitos entre os diferentes atores e elementos que o compõem. Além disso, compreender que o trânsito vai muito além do simples deslocamento de veículos é essencial para promover uma abordagem holística e inclusiva da mobilidade urbana.

Todos os aspectos citados e pontos levantados são levados em consideração no processo de mobilidade no trânsito pelas pessoas que dele participam. Além disso, nas últimas décadas,

observou-se um aumento exponencial da frota de veículos no Brasil, que passou de pouco mais de 45 milhões em circulação no ano de 2006 para mais de 115 milhões, conforme indicam dados do IBGE (2022c).

Esse aumento pode ser explicado por diversos fatores, como a ascensão da classe média, o crescimento econômico do país, políticas públicas de incentivo à aquisição do automóvel, a deficiência na infraestrutura de transporte público e a falta de alternativas viáveis de deslocamento (Oliveira, 2014; Klein; Alves, 2021). Como resultado desse crescimento, as cidades enfrentam desafios cada vez maiores relacionados ao congestionamento, à poluição do ar, à segurança viária e à qualidade de vida de seus habitantes (Brasil *et al.*, 2014).

Essas questões colocam em xeque a sustentabilidade dos sistemas de mobilidade urbana vigentes e exigem a busca por soluções que priorizem o transporte coletivo, os modos ativos (como o deslocamento a pé e por bicicleta) e a integração entre os diferentes modais (Scheffer *et al.*, 2019).

Esse crescimento da frota faz com que as cidades, especialmente as de grande e médio porte, fiquem sobrecarregadas de veículos, o que compromete a fluidez do trânsito no espaço urbano e contribui para o aumento do número de sinistros. Isso ocorre por diversos fatores, entre eles o fato de que a estrutura urbana não acompanha o ritmo de expansão da frota, resultando em um sistema viário que precisa acomodar um volume muito superior de automóveis ao que foi originalmente planejado.

A título de exemplo do que foi exposto acima, pode-se citar a cidade de São Paulo, que, no início do século XX, como aponta Vasconcellos (2013), enfrentava problemas relacionados apenas a questões policiais e burocráticas. No entanto, com o aumento da frota de veículos, passaram a surgir dificuldades associadas à circulação, como congestionamentos e sinistros.

Para enfrentar essas questões, iniciaram-se, ainda no final da década de 1940, intensas discussões sobre a problemática. No I Congresso de Trânsito da Cidade de São Paulo, realizado em 1949, surgiu a proposta de municipalização do trânsito — medida que, contudo, só seria efetivamente adotada no início da década de 1970.

Dessas discussões, emergiram duas visões distintas para a resolução dos problemas: uma inspirada no modelo americano e outra no modelo europeu.

Na década de 1950, aconteceu a principal polêmica sobre mobilidade, a discussão pública entre o ex-prefeito Prestes Maia e Anhaia Mello, urbanista e fundador da FAU — Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. As ideias de Prestes Maia, vencedor da disputa, explicam como chegamos ao estágio atual. A sua visão obreira, que defendia a ampliação do sistema viário, se chocava com a visão de Anhaia Mello, favorável ao planejamento urbano

e ao controle do uso do solo. Ou seja, enquanto a proposta de Prestes Maia seguia a receita americana, a proposta de Anhaia Melo abraçava a tradição europeia, que privilegiava uma cidade mais densa e com grande sistema de transporte coletivo. Na década de 1960, o aumento significativo da frota de veículos em circulação — 200 mil em 1961, 350 mil em 1965 e 640 mil em 1970 — elevou em muito o número de sinistros de trânsito e transformou os congestionamentos em fatos diários principalmente na área central e em seu entorno, colocando o tema definitivamente na mente das pessoas. (Vasconcellos, 2013, p. 6).

O aumento da frota de veículos em circulação na cidade de São Paulo, durante as décadas de 1950 e 1960, trouxe diversos desafios para a mobilidade urbana, a ponto de transformar-se em um problema crônico de congestionamentos e sinistros de trânsito. Conforme mencionado anteriormente, duas visões distintas foram propostas para enfrentar essa questão: uma, defendida por Prestes Maia, inspirava-se no modelo americano e propunha a ampliação do sistema viário; a outra, representada por Anhaia Mello, priorizava o planejamento urbano e o investimento no transporte coletivo, seguindo a tradição europeia (Silveira; Cocco, 2013; Monteiro, 2015). A abordagem de Prestes Maia, focada no aumento da infraestrutura rodoviária, revelou-se insuficiente para lidar com o crescimento desenfreado da frota de veículos. Por outro lado, a visão de Anhaia Mello, que valorizava o planejamento urbano integrado ao transporte coletivo, acabou ganhando mais espaço e relevância nas discussões posteriores sobre mobilidade em São Paulo (Silveira; Cocco, 2013; Monteiro, 2015).

Essa dicotomia entre as duas abordagens representa a tensão entre o modelo de desenvolvimento urbano voltado para o automóvel, fundamentado no liberalismo e no capitalismo, e uma perspectiva mais sustentável e equilibrada, que prioriza o transporte público, a integração modal e o planejamento urbano (Silveira; Cocco, 2013; Del'Arco; Costa, 2020).

Com base no exposto até aqui, chega-se à ideia de que a expansão da frota de veículos contribui para o aumento dos sinistros de trânsito. Isso é evidenciado em pesquisas que indicam forte correlação entre o tamanho da frota, a densidade populacional e a ocorrência desses sinistros. Alguns estudos realizados no Brasil destacam que o aumento do número de veículos supera o crescimento da infraestrutura, resultando em maiores taxas de sinistros, especialmente em áreas com populações mais densas e frotas maiores (Castiglioni; Faé, 2014; Borges; Souza, 2016; Santos *et al.*, 2016). Além disso, a prevalência de sinistros envolvendo motocicletas tem sido influenciada pelo crescimento considerável da frota dessa categoria de veículos, evidenciando a maior vulnerabilidade dos motociclistas a acidentes e fatalidades (Santos *et al.*, 2016). Adicionalmente, o número de mortes por veículo é analisado como um importante indicador de violência no trânsito, ressaltando a necessidade de compreender a relação entre o

tamanho da frota e a ocorrência de sinistros (Kilsztajn et al., 2016). De modo geral, esses estudos reforçam a noção de que a expansão da frota de veículos está diretamente associada ao aumento dos sinistros de trânsito.

Nesse contexto, torna-se evidente que os desafios relacionados à mobilidade urbana estão profundamente ligados a questões estruturais mais amplas, que envolvem a dinâmica do uso do solo, o planejamento urbano, as políticas de transporte e a distribuição de recursos.

Assim, evidencia-se a necessidade de um planejamento urbano abrangente e eficaz para enfrentar os desafios crescentes da mobilidade nas cidades. O modelo americano, centrado no uso do automóvel e na expansão da infraestrutura viária, foi considerado por alguns como uma solução viável. Por outro lado, a abordagem europeia, que prioriza o transporte público, o pedestre e o desenvolvimento de espaços urbanos mais compactos e acessíveis, também ganhou destaque como alternativa sustentável. O embate entre essas duas visões evidenciou a importância do planejamento urbano na definição do futuro da mobilidade urbana em São Paulo e em outras cidades ao redor do mundo.

O planejamento urbano pode ser considerado como a base para intervenções no espaço existente a fim de torná-lo melhor futuramente para população envolvida, quando, então será comparado com o passado. O espaço, em seus vários aspectos, deve ser transformado a fim de que os resultados sejam satisfatoriamente percebidos pelos atores que participa ativamente seja apenas no convívio diário com as mudanças, seja pelo caminho mais atuante de práticas governamentais. Além da dimensão espacial, outras extensões auxiliam na análise do planejamento urbano sempre relacionadas entre si, A dimensão econômica, por exemplo, observa as relações dos gastos orçamentários e seus efeitos diretos no espaço ao qual foram destinados. (Turbay; Cassilha, 2021, p. 113).

Além disso, as discussões sobre modelos de transporte e planejamento urbano não apenas moldaram o curso da mobilidade em São Paulo, como também tiveram impacto em nível nacional, influenciando políticas públicas e até mesmo a legislação. Com o reconhecimento crescente dos desafios enfrentados pelas cidades brasileiras em relação ao trânsito e à mobilidade urbana, a Constituição do país também passou a direcionar sua atenção para essas questões. Em especial, a promulgação de leis e emendas constitucionais voltadas à gestão do tráfego, à promoção do transporte público e à priorização da mobilidade sustentável reflete a importância cada vez maior atribuída a esses temas no cenário político e jurídico brasileiro, estabelecendo que o trânsito deve ser pauta central nos debates e nas ações de planejamento e gestão do espaço urbano.

Diante disso, as cidades precisam desenvolver estratégias de planejamento e gestão do trânsito que priorizem a mobilidade sustentável e a segurança dos usuários. Pesquisas na área

indicam que o investimento em infraestrutura cicloviária e para pedestres, bem como a priorização desses modos de transporte, pode gerar resultados positivos, como a redução de sinistros e a melhoria da acessibilidade (Souza; Magagnin, 2022; Tormo-Lancero *et al.*, 2022). Além disso, a implementação de sistemas de transporte público eficientes e acessíveis é fundamental para reduzir o uso de veículos individuais e os impactos decorrentes dessa escolha.

Neste sentido, desde a promulgação da Constituição de 1988, foram estabelecidas leis que, em teoria, deveriam garantir que a cidade atenda às necessidades das pessoas, como se observar nos artigos 182 e 183, que tratam especificamente da política urbana, conforme previsto no Estatuto da Cidade (Brasil, 2002):

Durante o processo de consolidação da Constituição de 1988, um movimento multissetorial e de abrangência nacional lutou para incluir no texto constitucional instrumentos que levassem à instauração da função social da cidade e da propriedade no processo de construção das cidades. Retomando a bandeira da Reforma Urbana, este movimento reatualizava, para as condições de um Brasil urbanizado, uma plataforma construída desde os anos 60 no país. As tentativas de construção de um marco regulatório a nível federal para a política urbana remontam às propostas de lei de desenvolvimento urbano elaboradas pelo então Conselho Nacional de Desenvolvimento Urbano nos anos 70, que resultaram no PL nº 775/83 (Brasil, 2002, p. 21).

Este processo de consolidação da Constituição Federal trouxe instrumentos legais que deveriam orientar o planejamento das cidades, mas nem sempre essa legislação é aplicada efetivamente, havendo ainda muitos desafios a serem superados em relação à mobilidade urbana e segurança no trânsito (Rolnik, 2013; Tonella, 2013; Koury; Oliveira, 2021).

No Estatuto da Cidade, conjunto de normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em benefício do bem coletivo, da segurança, do bem-estar dos cidadãos e do equilíbrio ambiental (Brasil, 2001), destaca-se o Plano Diretor, uma das principais ferramentas para a organização da infraestrutura urbana nas cidades. Este planejamento urbanístico pode ser realizado de forma integrada com a gestão do tráfego, explorando sinergias entre o desenho das vias, a sinalização, o sistema de transporte público e os modos ativos de locomoção, como a bicicleta e a caminhada (Sanchez, 2018; Motta, 2019; Guimarães *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2020; Pilotto, 2015; Abulatif *et al.*, 2020). Entretanto, observa-se que tal planejamento nem sempre prioriza o transporte público e os modos ativos, focando-se no transporte individual motorizado e em uma lógica rodoviarista (Santos *et al.*, 2020; Guimarães *et al.*, 2021).

Cada cidade deve elaborar seu próprio Plano Diretor, instrumento que organiza o espaço urbano de modo a assegurar a função social da cidade e das propriedades urbanas, definindo

limites, direitos e deveres relacionados ao uso da terra. Complementarmente, é obrigatória a elaboração de um Plano de Mobilidade Urbana, integrado ao Plano Diretor, conforme estabelece a Lei Federal nº 12.587/2012. Esse plano orienta diretrizes e estratégias para a gestão dos diferentes modos de transporte, com prioridade para o transporte público e os modos ativos, visando garantir mobilidade e acessibilidade de forma sustentável. Portanto, para que o planejamento do trânsito nas cidades seja eficaz na prevenção de sinistros, é fundamental adotar uma abordagem integrada, que envolva tanto os diversos setores da administração pública quanto a sociedade civil. Essa abordagem deve priorizar a mobilidade sustentável, por meio de investimentos em infraestrutura para pedestres e ciclistas, da implementação de sistemas de transporte público eficientes e acessíveis, e de uma gestão do tráfego que leve em conta as necessidades de todos os usuários da via. O problema observado na infraestrutura urbana tem origem na própria desordem instaurada pelos planos diretores e de zoneamento adotados em cada cidade. Isso ocorre porque, como aponta o Instituto Pólis (2004), tais planos e zoneamentos correspondem a uma versão “virtual” da cidade, não refletindo as condições reais em que ela se encontra. Na prática, acabam por seguir a lógica de mercado imposta pelas classes média e alta, em detrimento daquelas que têm acesso mais restrito ao capital - as classes populares:

O modo pelo qual os habitantes de uma cidade utilizam as vias depende muito do perfil socioeconômico deles. À medida que a renda familiar cresce, também cresce a mobilidade pessoal; pessoas de maior poder aquisitivo costumam usar mais o automóvel do que qualquer outro meio de transporte. Quando computamos as distâncias percorridas em um dia por famílias de diferentes níveis de renda, observamos grandes diferenças entre elas. Considerando apenas as distâncias lineares percorridas, o consumo diário de espaço nas vias pelas pessoas de alta renda é quatro vezes superior ao consumo das pessoas de renda mais baixa. Quando as distâncias lineares são multiplicadas pela área usada em cada modo diferente de transporte – por exemplo, 1m² andando a pé e 7m² usando automóvel — conclui-se que uma família de renda mais alta consome dez vezes mais espaço viário por dia que uma família de renda mais baixa, sem considerar o espaço necessário para estacionar o veículo. A conclusão mais importante em termos de políticas públicas é que o patrimônio público das vias não vem sendo distribuído igualmente entre as pessoas; portanto, considerar os investimentos no sistema viário democráticos e equitativos não passa de um mito — na verdade, o mais poderoso mito lançado para justificar a expansão indiscriminada do sistema viário (Vasconcellos, 2013, p. 7).

Ao mesmo tempo em que as cidades não são estruturadas para atender às suas populações de forma ampla, o controle do processo de expansão e desenvolvimento urbanos também se mostra um desafio de difícil resolução. Muitas cidades passaram por um rápido

crescimento econômico e, conseqüentemente, por uma intensa expansão demográfica (Instituto Pólis, 2001), o que contribuiu para o aumento exponencial da frota de veículos.

Além disso, o ônus da estruturação e organização desse crescimento recai inteiramente sobre os municípios, que, por sua vez, muitas vezes não conseguem administrá-lo de forma eficaz, seja por omissão, desconhecimento ou pela ausência de setores com pessoal qualificado para desempenhar tal função.

Os governos municipais em geral têm um departamento de transporte, trânsito ou vias públicas, mas raramente um departamento de urbanismo. O desenvolvimento urbano ocorre praticamente sem controle, sob regulamentações débeis (quando existem), de acordo com as leis do mercado referentes ao valor da terra e níveis de acessibilidade (Vasconcellos, 2012, p. 124).

Isso ocorre porque, como apontam Turbay e Cassilha (2021), o planejamento voltado ao desenvolvimento de uma mobilidade urbana realmente eficaz deve ser realizado com base nas especificidades da cidade à qual se destina. É necessário considerar seus aspectos operacionais, os sistemas de transporte e circulação, o uso e ocupação do solo, bem como a mobilidade ativa.

Apesar dos esforços voltados à construção de uma mobilidade urbana eficiente, a realidade cotidiana das cidades impõe obstáculos significativos a esse ideal. Um dos principais desafios enfrentados é o caos no trânsito, reflexo de uma série de problemas que impactam diretamente a qualidade de vida da população. Entre os diversos problemas relacionados ao trânsito — que vão desde o consumo de espaço, tempo e recursos naturais, inerentes ao seu funcionamento (Vasconcellos, 2019), até questões associadas à poluição atmosférica, sonora e de outras naturezas —, esta pesquisa concentrar-se-á especificamente nos sinistros de trânsito. Esse tema será abordado com maior profundidade na subseção a seguir, que apresenta conceituações, normativas e classificações pertinentes.

2.2 Perfil e classificações de sinistros de trânsito

Os sinistros de trânsito constituem uma preocupação de alcance global, mobilizando uma série de iniciativas e intervenções voltadas à sua redução e, idealmente, à sua erradicação. Trata-se de uma questão que ultrapassa fronteiras geográficas e exige abordagens multidisciplinares e interdisciplinares para enfrentar suas causas e conseqüências. A compreensão dos padrões espaciais e temporais desses eventos, assim como dos fatores que os influenciam, é essencial para a formulação de estratégias eficazes de prevenção e mitigação,

em consonância com o dinamismo do espaço urbano (Pompone; Neto, 2019; Castro *et al.*, 2021). No Brasil, os sinistros de trânsito configuram-se como um problema de saúde pública de grande relevância e diversas pesquisas têm analisado o fenômeno sob diferentes óticas, buscando elucidar seus determinantes e subsidiar ações que visem à sua redução (Leopoldo *et al.*, 2015; Figueira *et al.*, 2017; Filho *et al.*, 2021).

Um estudo realizado com base na Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) de 2013 analisou as lesões no trânsito a partir de características demográficas, uso de equipamentos de proteção, acesso a serviços de saúde, limitações nas atividades diárias e incapacidades resultantes (Malta *et al.*, 2016). A pesquisa evidenciou que os sinistros de trânsito afetam desigualmente os diferentes segmentos da população brasileira, com maior prevalência em determinados grupos. As lesões decorrentes são mais frequentes entre homens, jovens e residentes de áreas urbanas, com variações significativas associadas a fatores demográficos e socioeconômicos.

Os esforços para reduzir e eliminar os sinistros de trânsito envolvem uma diversidade de atores, incluindo governos, organizações não governamentais (ONGs), instituições de pesquisa, empresas do setor de transportes e a sociedade civil. Esses agentes atuam de forma colaborativa e interdisciplinar, reconhecendo a complexidade dos desafios relacionados à segurança viária. Diversas políticas públicas, legislações e normas técnicas vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de fornecer instrumentos adequados aos gestores de transporte e às autoridades de trânsito.

Nesse sentido, destaca-se o próprio Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que passou por importantes alterações em 2023, por meio da Lei nº 14.599/23, a qual modificou dispositivos da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (CTB), da Lei nº 11.442, de 5 de janeiro de 2007, e da Lei nº 11.539, de 8 de novembro de 2007. O uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tem se mostrado uma ferramenta valiosa para a compreensão e análise dos padrões espaciais e temporais dos sinistros de trânsito (Deslandes *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2015; Carneiro *et al.*, 2020;). Por meio do georreferenciamento e mapeamento de ocorrências, é possível identificar locais de maior incidência, bem como fatores geográficos, ambientais e infraestruturais, que possam influenciar a ocorrência desses eventos (Macedo, 2018).

Uma frente importante desses esforços reside na implementação de políticas públicas abrangentes. Os governos adotam medidas como leis de trânsito mais rigorosas, campanhas de conscientização e investimentos em infraestrutura viária mais segura. Essas políticas visam não apenas reduzir a incidência de sinistros, mas também promover uma cultura de segurança no trânsito.

Cabe destacar a importância da análise integrada de dados sobre sinistros de trânsito para a formulação de estratégias mais eficazes e em consonância com as necessidades específicas de cada contexto regional ou local. Essa abordagem holística, englobando diferentes fontes de informação e perspectivas disciplinares, é fundamental para se obter uma compreensão mais aprofundada do fenômeno e, conseqüentemente, desenvolver soluções mais resilientes e duradouras (Macedo, 2018; Silva *et.al* 2019).

Ademais, a sinalização de trânsito é fundamental na mitigação de sinistros. Sistemas de sinalização eficientes, incluindo sinalização horizontal, vertical e semafórica, contribuem para orientar e informar condutores, pedestres e ciclistas, reduzindo a probabilidade de eventos adversos. Além da análise integrada dos dados e da implementação dessa sinalização, que abrange os três tipos mencionados, necessários para orientar os usuários e, conseqüentemente, diminuir os sinistros, a aplicação do geoprocessamento e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) constitui uma ferramenta essencial para mapear, analisar e compreender os padrões espaciais dos sinistros de trânsito.

Essa abordagem integrada potencializa o desenvolvimento de ações preventivas e estratégicas na área de segurança viária, permitindo uma gestão mais eficaz dos recursos e a implementação de intervenções direcionadas às áreas de maior risco (Rodrigues *et al.*, 2017). Avanços tecnológicos também estão sendo cada vez mais explorados para melhorar a segurança viária. Desde sistemas de assistência ao condutor até veículos autônomos e infraestrutura inteligente, a tecnologia vem se tornando cada vez mais importante na prevenção de sinistros e na mitigação de seus impactos. Essas iniciativas refletem uma abordagem holística e baseada em evidências para enfrentar os desafios do trânsito e promover vias mais seguras para todos os usuários. Ao integrar dados geoespaciais, informações de trânsito e outras variáveis relevantes, os SIGs permitem a identificação de padrões, a visualização de tendências e a avaliação dos fatores que contribuem para a ocorrência de sinistros (Ворожейкин *et al.*, 2019; Mohammed *et al.*, 2020; Razi *et al.*, 2022).

Pesquisas nessa temática têm apontado a relevância do uso dessas tecnologias na identificação de locais críticos, na avaliação do impacto de intervenções, na modelagem de predição de riscos, entre outros aspectos. Assim, o emprego integrado de SIGs, em conjunto com outras estratégias, pode contribuir para a redução da incidência e gravidade dos sinistros de trânsito, salvaguardando vidas e promovendo maior segurança no espaço urbano (Deslandes *et al.*, 2008; Rodrigues *et al.*, 2017; Macedo, 2018).

Além disso, programas educacionais são desenvolvidos para sensibilizar os usuários das vias sobre práticas seguras de direção e comportamento responsável. A educação e a

conscientização também têm importante papel na mudança de comportamento dos indivíduos, incentivando o respeito às leis de trânsito e o uso adequado de equipamentos de segurança. A atuação integrada de todos os atores envolvidos - governo, sociedade civil, setor privado, instituições de pesquisa e comunidades locais - é essencial para que os esforços de redução de sinistros de trânsito sejam efetivos e sustentáveis a longo prazo.

Outro aspecto importante na agenda de segurança viária é o aprimoramento da infraestrutura rodoviária. Investimentos em melhorias neste setor, tais como sinalização, iluminação, pavimentação e projeto geométrico, contribuem para a redução de sinistros e a melhoria da fluidez do tráfego (Malta *et al.*, 2011; Stević *et al.*, 2021).

Observa-se em outros trabalhos, que as atitudes e a cultura de segurança dos diferentes modos de transporte impactam diretamente nos índices de sinistros (Hubbard, 2016). Portanto, é fundamental compreender e fortalecer a cultura de segurança entre os diversos usuários das vias, visando a uma abordagem integrada e colaborativa na promoção da segurança viária. Para que isso ocorra, é necessário compreender os padrões recorrentes nos sinistros, buscando analisar o que leva as pessoas a se envolverem nessas situações. A análise integrada dos tipos de sinistros, veículos, horários e locais é fundamental para desvendar a complexa dinâmica desses eventos e, assim, desenvolver soluções eficazes para a construção de um trânsito mais seguro.

Estudos desta natureza vem crescendo no Brasil, a exemplo do de Oliveira e Pereira (2019) e Souza *et al.* (2020), que exploraram a importância da análise integrada de diferentes fatores para a compreensão dos sinistros de trânsito e a proposição de medidas de segurança viária. Na mesma linha, podemos apontar o trabalho de Silva *et al.* (2021), que analisaram os dados de sinistros de trânsito em uma cidade brasileira e identificaram os padrões espaciais e temporais recorrentes, que serviram de subsídio para o desenvolvimento de políticas e intervenções mais direcionadas.

Levando em conta o que foi supracitado até aqui, é possível afirmar que os sinistros de trânsito configuram um grave problema de saúde pública a nível global. Há uma classificação específica para sinistros envolvendo transporte, que vai de V01 a V99, conforme a décima Classificação Internacional de Doenças (CID-10) (Wells *et al.*, 2019). Esses sinistros afetam principalmente as áreas urbanas e impactam diretamente a mobilidade das cidades. Os eventos incluem colisões, atropelamentos e outros incidentes nas vias públicas, resultando em lesões, mortes e custos significativos para a sociedade. A compreensão dos padrões espaciais e temporais desses sinistros, bem como dos fatores que os influenciam, é importante para

desenvolver estratégias eficazes de prevenção e mitigação, promovendo assim uma mobilidade mais segura e sustentável nas cidades.

As iniciativas para a redução dos sinistros de trânsito abrangem uma ampla gama de ações, desde a implementação de normas técnicas e legislações de trânsito, até investimentos em infraestrutura viária e campanhas de educação e conscientização (Almeida, 2015). Essas medidas visam não apenas reduzir a incidência de sinistros, mas também promover uma cultura de segurança no trânsito, protegendo a vida e o bem-estar dos usuários das vias.

Entre essas ações, destaca-se a iniciativa da Organização das Nações Unidas (ONU), por meio da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que inclui o debate sobre os sinistros de trânsito associados aos seus objetivos. Essa agenda, que considera o legado dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, apresenta uma série de medidas com amplo e diversificado escopo, prevendo ações destinadas a construir uma sociedade mais justa, inclusiva, pacífica, sustentável e resiliente (ONU, 2015).

A partir desses princípios, foram estabelecidos 17 objetivos, que incluem 169 metas a serem alcançadas para concretizar os ideais mencionados. Esses objetivos abrangem questões fundamentais, como a erradicação da pobreza, a garantia de uma educação de qualidade, ações voltadas ao combate às mudanças climáticas e a promoção de sociedades pacíficas e inclusivas, incluindo, entre outros aspectos, a redução dos sinistros de trânsito. Os 17 objetivos estão ilustrados na Figura 1.

Neste contexto, é importante destacar que os sinistros de trânsito se configuram como um problema complexo, que envolve uma diversidade de fatores, tais como questões infraestruturais, comportamentais, legislativas e tecnológicas.

Figura 1 - Os 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: Organização das Nações Unidas (2015).

Dentro do Objetivo 11 da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que visa tornar as cidades e os assentamentos humanos mais inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, a redução dos sinistros de trânsito é um aspecto fundamental (ONU, 2015). Os sinistros de trânsito afetam diretamente a segurança e a qualidade de vida nas cidades, impactando negativamente na mobilidade urbana, na saúde pública e nos custos sociais. Portanto, o enfrentamento dessa questão está diretamente ligado aos esforços para construir cidades mais seguras e sustentáveis, conforme estabelecido pelo Objetivo 11.

Diversas ações podem ser adotadas para atingir essa meta e fomentar uma melhor mobilidade urbana, incluindo: melhoria da infraestrutura viária, como a implementação de sinalização adequada, iluminação e projeto geométrico das vias; implementação de políticas públicas de segurança no trânsito, como a fiscalização efetiva e a promoção de campanhas de educação e conscientização; e promoção de uma cultura de responsabilidade e segurança entre os diversos usuários das vias, encorajando comportamentos seguros e respeitosos.

A redução dos sinistros de trânsito é importante para o desenvolvimento sustentável das cidades, pois impacta não apenas a segurança viária, mas também aspectos sociais, econômicos e ambientais. Por exemplo, a diminuição de sinistros pode melhorar a mobilidade urbana, reduzindo congestionamentos e o tempo de deslocamento, além de diminuir os custos com assistência médica e danos materiais. Isso contribui diretamente para a qualidade de vida e o bem-estar da população. Portanto, investir em políticas e ações específicas voltadas à segurança no trânsito, como a melhoria da infraestrutura viária, a implementação de fiscalização efetiva e

campanhas de conscientização, é fundamental para alcançar cidades mais sustentáveis e inclusivas, conforme estabelecido pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (Abreu *et. al.*, 2018; Campos *et.al* 2020; Locatelli *et al.* 2020).

No escopo dos subobjetivos dos ODS, o tema dos sinistros de trânsito pode ser observado especificamente como uma das metas sob o Objetivo 11, que estipula seguinte.

11.2 Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos. (ONU, 2015, p. 30).

Como já mencionado, os sinistros de trânsito são um grave problema global, tanto em países desenvolvidos, quanto em desenvolvimento (Almeida, 2015; Boateng, 2020; Castro *et al.*, 2021; Stević *et al.*, 2021). Porém, de acordo com a OMS (2018), a situação é ainda mais alarmante em países de baixa e média rendas, que registram cerca de 90% das mortes por sinistros de trânsito no mundo (Almeida, 2015). Essa discrepância se deve a uma série de fatores, como condições precárias das vias, fiscalização deficiente, baixa adoção de medidas de segurança e maior proporção de usuários vulneráveis, como pedestres e ciclistas. Diante desse cenário, a implementação de políticas públicas eficazes de segurança viária é indispensável para a redução de tais índices, especialmente nos países em desenvolvimento. Porém, para que essas políticas sejam realmente efetivas, é necessário compreender melhor os padrões espaciais e temporais dos sinistros, bem como os fatores que os influenciam. Estudos apontam que os sinistros de trânsito tendem a se concentrar em determinadas áreas das cidades, apresentando uma forte componente espacial (Castro *et al.*, 2021). Além disso, há variações significativas nos horários e dias da semana em que esses eventos ocorrem, portanto compreender essas dinâmicas e suas causas, como infraestrutura viária, sinalização, comportamento dos usuários, entre outros, é essencial para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes de prevenção e mitigação dos sinistros (Malta *et al.*, 2016; Castro *et al.*, 2021). Dessa forma, a análise espaço-temporal dos sinistros, aliada a uma compreensão dos fatores que os influenciam, é necessária para subsidiar a formulação e implementação de políticas públicas de segurança viária mais assertivas e adaptadas às realidades locais.

A continuidade desta discussão sobre a relevância da redução dos sinistros de trânsito para o desenvolvimento sustentável das cidades nos leva a considerar aspectos conceituais e de classificação relacionados à pesquisa sobre sinistros de trânsito. Neste sentido, é importante

compreender o papel do Sistema Nacional de Trânsito, que é responsável por estabelecer as normas técnicas e diretrizes para a regulamentação do trânsito em todo o país.

No mesmo sentido, a NBR 10697 (ABNT, 2020), que estabelece as normas para pesquisa e análise de sinistros de trânsito, será uma referência importante para orientar alguns aspectos metodológicos deste trabalho. Esses aspectos técnicos e de classificação relacionados à pesquisa sobre sinistros de trânsito serão explicados em mais detalhes na próxima subseção.

2.2.1 Sinistros de trânsito: categorizações, classificações e o sistema nacional de trânsito

Para compreender melhor a dinâmica e os fatores envolvidos nos sinistros de trânsito, é importante, primeiramente, delinear algumas categorizações e classificações adotadas nesta temática. Essa etapa é necessária para estabelecer definições técnicas sólidas que permitam analisar os sinistros de trânsito de forma mais abrangente e sistemática.

Ao definir claramente os termos e categorias utilizados, é possível desenvolver uma compreensão mais profunda dos diversos aspectos que influenciam a ocorrência desses eventos, tais como os fatores humanos, as condições da infraestrutura viária e a atuação dos órgãos responsáveis. Além disso, essa padronização facilita a coleta, organização e análise dos dados sobre sinistros, contribuindo para a formulação de políticas públicas mais efetivas e adaptadas às realidades locais.

De acordo com a NBR 10697 (ABNT, 2020), que estabelece as normas para pesquisa e análise de sinistros de trânsito, o termo correto a ser utilizado é “sinistro de trânsito” e não ‘acidente de trânsito’. Essa terminologia é adotada porque o termo “acidente” implica uma ocorrência fortuita e involuntária, enquanto “sinistro” se refere a qualquer ocorrência que resulte em dano material, lesão corporal ou morte no trânsito. Desta forma, é por este motivo que o termo “sinistro de trânsito” é adotado ao longo deste trabalho, a fim de manter conformidade com a norma técnica de referência.

Desta forma, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da Norma Técnica Brasileira (NBR) 10697 de 2020, estabelece como sinistro de trânsito:

[...] 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 prejuízos 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 (ABNT, 2020, p. 1).

O trânsito é composto pela utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operação

de carga ou descarga, como estabelecido na Lei N° 9.503, de 23 de setembro de 1997, que institui o código de trânsito brasileiro. A legislação e a normatização dos sinistros de trânsito se baseiam nessa composição, pois esses elementos interagem e influenciam diretamente a dinâmica e a segurança do trânsito.

No entanto, o enfoque desta pesquisa está principalmente na interação de três destes elementos: pessoas, veículos e vias. As pessoas, como condutores, pedestres e ciclistas, devem seguir as regras e a sinalização para um trânsito seguro. Os veículos, por sua vez, devem atender a requisitos técnicos e de segurança. E as vias, com sua infraestrutura e sinalização, são elementares na prevenção de sinistros. Portanto, a compreensão dessa tríade que compõe o trânsito é necessária para a formulação e implementação de políticas públicas efetivas de segurança viária para que se previna o acontecimento de sinistros.

Dentro de uma definição mais ampla de sinistro de trânsito, a NBR 10697 (ABNT, 2020) estabelece uma classificação detalhada desses eventos, considerando diferentes aspectos como: a natureza do evento (colisão, atropelamento, choque, capotagem, tombamento, etc.); os tipos de veículos envolvidos, as condições do trânsito (tráfego, infraestrutura, sinalização, etc.); as causas prováveis e as consequências (danos materiais, ferimentos de severidades distintas, óbitos, etc.). Essa classificação é importante para subsidiar a coleta, organização e análise dos dados sobre sinistros, permitindo um entendimento mais preciso e contextualizado desses eventos.

Outra referência importante neste contexto é o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que estabelece as normas gerais de circulação e conduta no trânsito em todo o território nacional, bem como a organização do Sistema Nacional de Trânsito (SNT). O Sistema Nacional de Trânsito é composto por diversos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios que têm atribuições relacionadas ao trânsito.

Portanto, para compreender a dinâmica e os fatores que influenciam a ocorrência de sinistros de trânsito, é preciso considerar os diversos elementos que compõem o sistema de trânsito, que inclui as pessoas, os veículos e as vias, bem como a legislação, normas técnicas e os órgãos responsáveis pela sua regulamentação e fiscalização. Apenas com essa compreensão abrangente do sistema de trânsito é possível desenvolver uma visão holística dos fatores que influenciam a ocorrência de sinistros e, conseqüentemente, formular políticas públicas efetivas de segurança viária.

Uma variável que importa na classificação dos sinistros relaciona-se à existência ou não de pessoas vítimas da ocorrência. Quando o sinistro não apresenta vítima, porém traz danos materiais ou prejuízos ao trânsito, via ou ambiente, é classificado como sinistro de trânsito sem

vítima. Por sua vez, quando há vítimas envolvidas no mesmo, porém não fatais, o sinistro é classificado como sinistro de trânsito com vítima não fatal. Quando a vítima vai a óbito imediatamente, ou em até trinta dias após o acontecido, ele é classificado como sinistro de trânsito com vítima fatal. Caso o evento não resulte em vítima ou dano material, mas venha a trazer prejuízos ao trânsito ou à via ou ao meio ambiente, ele é classificado como incidente de trânsito (ABNT, 2020).

A classificação proposta pela NBR 10697 (ABNT, 2020) reconhece essa gradação, ao distinguir os sinistros de trânsito sem vítimas, com vítimas não fatais e com vítimas fatais. Essa diferenciação é útil para uma compreensão da dinâmica e das consequências desses eventos, pois permite analisar os fatores que influenciam a gravidade dos sinistros e subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas mais efetivas para a prevenção e mitigação de seus impactos.

É importante estabelecer variáveis como essa na classificação dos sinistros de trânsito, correlacionando-os com dados demográficos, como sexo e idade dos envolvidos, bem como informações sobre o tipo de veículo, horário, local da ocorrência e outros fatores relevantes. Essa abordagem mais abrangente permite uma compreensão mais profunda da dinâmica e dos elementos que contribuem para a ocorrência desses sinistros, além de ser adotada por vários trabalhos, como os de Queiroz e Oliveira (2003), Malta *et al.* (2016), o que é imprescindível para o desenvolvimento de políticas públicas e estratégias eficazes de segurança viária.

O nível de gravidade dos sinistros de trânsito é um aspecto crucial a ser considerado, pois está diretamente relacionado aos custos socioeconômicos e às consequências para as vítimas, suas famílias e a sociedade em geral (Ayuso *et al.*, 2010). No estado do Paraná, os dados e registros sobre os sinistros de trânsito são fornecidos em plataforma pública, chamada de Sistema de Estatísticas do Corpo de Bombeiros do Paraná (SYSBM). Essa base de dados contém registros de atendimentos realizados pelo Corpo de Bombeiros nos casos de sinistros de trânsito.

Na plataforma, a gravidade do sinistro é classificada conforme os seguintes níveis: sem identificação, quando não há informações sobre vítimas; ilesa, as vítimas não sofreram nenhum ferimento; leves, para ferimentos de menor severidade; moderados, para ferimentos de gravidade intermediária; graves, para ferimentos de maior severidade; e óbito, quando há vítimas fatais. Além disto, quando os campos não nos fornecem estas informações, é utilizada a variável “sem informações”. Essa classificação permite uma análise mais precisa da dinâmica e das consequências dos sinistros de trânsito.

Quanto à classificação dos envolvidos no sinistro, considera-se pedestre toda pessoa que esteja a pé e utilizando vias terrestres ou áreas abertas ao público, mas que não esteja em veículo nem montada em animal. Além disso, os pedestres recebem uma classificação específica quando utilizam veículos de propulsão humana, definidos como aqueles que se deslocam com veículos diferentes de bicicletas ou automóveis. Nesta categoria incluem-se berços sobre rodas, cadeiras de rodas, carrinhos deslizadoros para crianças, carrinhos de carga, patins, patinetes, skates e veículos similares (ABNT, 2020).

A NBR 10697 apresenta uma classificação geral dos envolvidos nos sinistros de trânsito, dividindo-os em condutores, passageiros e pedestres, com diversas subcategorias dentro de cada grupo (ABNT, 2020). Contudo, como essas informações detalhadas não estão disponíveis na base de dados do Sistema de Estatísticas do Corpo de Bombeiros do Paraná (SYSBM), utilizada como fonte neste trabalho, tais variáveis não serão consideradas em nossas análises.

Quanto às causas dos sinistros, a NBR 10697 também oferece uma classificação específica (ABNT, 2020). Entretanto, a base de dados do SYSBM carece de informações detalhadas sobre os fatores geradores e contribuintes para esses eventos. Embora alguns aspectos possam ser analisados, uma avaliação precisa demandaria o desenvolvimento de estudos de caso aprofundados sobre os sinistros registrados.

Outra consideração feita na NBR, refere-se aos veículos que se envolvem nos sinistros de trânsito. Se considera veículo, “todo e qualquer meio de transporte existente, motorizado ou não, que transite por quaisquer vias, relacionado e definido pela legislação vigente e convenções internacionais de trânsito ratificadas pelo Brasil” (ABNT, 2020, p. 3, 2020). Portanto, entende-se por veículo, seja ele motorizado ou não, como bicicletas, carros de mão, entre outros; desde um automóvel particular a um grande caminhão de carga,

Estes veículos, ainda de acordo com a NBR 10697 (ABNT, 2020), podem ser distribuídos em tipos, como apresentado no Quadro 1. Os elevados números de distintas categorias de veículos reforçam a complexidade inerente ao debate sobre os sinistros de trânsito e sua correlação com as dinâmicas do espaço urbano.

Quadro 1 - Classificação de veículos segundo a NBR 10697

Tipo de veículo	Descrição
Automóvel	Veículo automotor, destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até oito pessoas, exclusive o condutor.
Caminhoneta	Veículo automotor misto, destinado ao transporte de passageiros, com capacidade para até 8 pessoas, exclusive o condutor.
Caminhonete	Veículo automotor misto de peso bruto total (PBT) até 3500 kg, destinado ao transporte de passageiros e carga em compartimentos distintos.

Caminhão	Veículo automotor dotado de chassi e cabine, destinado ao transporte de carga, com PBT superior a 3500 kg.
Caminhão-trator	Caminhão destinado a tracionar ou arrastar outro veículo.
Reboque	Veículo destinado a ser engatado atrás de veículo motorizado.
Semirreboque	Veículo que se apoia a sua unidade tratora ou é a ela ligado por meio de articulação.
Treminhão	Composição formada por um caminhão-trator e reboques ou semirreboques.
Bitrem	Treminhão formado por uma combinação de dois semirreboques acoplados entre si por uma quinta roda situada na traseira do primeiro semirreboque.
Trator	Veículo automotor construído para realizar trabalhos agrícolas, de construção e de pavimentação, bem como para tracionar outros veículos ou equipamentos.
Carro de mão (riquixá)	Veículo de propulsão humana utilizado no transporte de pequenas cargas ou pessoas.
Carroça	Veículo de tração animal destinado ao transporte de pessoas ou carga.
Charrete	Veículo de tração animal destinado ao transporte exclusivo de pessoas.
Ciclo	Todo veículo dotado de roda(s) e acionado exclusivamente por propulsão humana, mediante pedais ou manivelas.
Bicicleta	Ciclo dotado de duas rodas.
Triciclo	Ciclo dotado de três rodas.
Quadriciclo	Ciclo dotado de quatro rodas.
Multiciclo	Ciclo dotado de mais de quatro rodas.
Ciclomotor	Ciclo motorizado, dotado de pedais cuja potência do motor é regulamentada por legislação específica.
Triciclomotor	Veículo motorizado, dotado de três rodas, de estrutura similar à motocicleta/motoneta.
Quadriciclomotor	Veículo motorizado, dotado de quatro rodas, de estrutura similar à motocicleta/motoneta.
Ciclo elétrico	Veículo com motor elétrico, dotado de pedais, cuja potência do motor é regulamentada por legislação específica.
Motocicleta	Veículo motorizado dotado de duas rodas, dirigido por condutor em posição montada, com ou sem carrinho lateral, cuja velocidade máxima de fabricação exceda 50 km por hora.
Motoneta	Veículo motorizado dotado de 2 rodas, dirigido por condutor em posição sentada vida similar à motocicleta, com ou sem carrinho lateral, cuja velocidade máxima de fabricação exceda 50 km por hora.
Guincho	Veículo utilizado para elevar ou rebocar outro(s) veículo(s).
Guincho leve	Veículo utilizado para transportar veículo leve em plataforma ou rebocado.
Guincho pesado	Veículo utilizado para transportar veículo pesado em plataforma ou rebocado.
Ônibus	Veículo motorizado de transporte coletivo, com capacidade para mais de 20 passageiros, ainda que, em virtude de adaptações com vista à maior comodidade destes, transporte um número menor.
Micro-ônibus	Veículo motorizado de transporte coletivo, com capacidade para até 20 passageiros.
Trólebus	Ônibus alimentado diretamente pela rede elétrica, podendo apresentar-se sob a forma de veículo articulado ou conjugado.
Esqueite (skate)	Prancha com um ou mais eixos, dotada de uma ou mais rodas, sobre a qual uma pessoa se move de acordo com a inclinação e equilíbrio do corpo.
Esqueite motorizado	Esqueite com motor.
Patinete	Veículo dotado de duas ou mais rodas, que sustentam uma ou mais bases onde o condutor em pé apoia os pés, guiando-o por meio de um guidão que se eleva até a altura do tronco.
Patinete elétrico	Patinete com motor elétrico.
Trem	Composição ferroviária dotada de uma ou mais unidades, sendo pelo menos uma delas automotora, movendo-se em trilhos, destinado ao transporte de passageiros e/ou carga.
Monotrilho	Composição ferroviária que se move em um único trilho.

Metrô	Composição ferroviária dotada de duas ou mais unidades sendo pelo menos uma delas automotora de tração elétrica, que se move sobre trilhos em leito próprio, destinado ao transporte de passageiros.
Veículo leve sobre trilho (VLT) (Bonde)	Veículo geralmente de tração elétrica, destinado ao transporte de passageiros que se move sobre trilhos, utilizando parcialmente a via.
Veículo misto	Veículo motorizado destinado ao transporte de carga e passageiros.

Fonte: Adaptado de NBR 10697 (ABNT, 2020).

A NBR também apresenta dados sobre o tipo de propulsão do veículo; contudo, nesta pesquisa optou-se por não considerar essa variável, devido à maior relevância de outros aspectos para o objetivo do estudo, além da ausência de relação direta entre essa variável e a proposta deste trabalho. Pesquisas sobre sinistros indicam uma maior tendência de envolvimento de determinados tipos de veículos, destacando-se, com maior frequência, as motocicletas e os automóveis, conforme apontam Queiroz e Oliveira (2003). Nesse contexto, a maioria dos sinistros de trânsito envolve veículos motorizados destinados ao transporte individual ou coletivo (Sandt, 2019). Quanto aos tipos de sinistros, observa-se que os mais frequentes envolvem colisões e atropelamentos (Queiroz; Oliveira, 2003). Ainda, destacam-se algumas características das vítimas, como a predominância do sexo masculino e baixa renda (Laurenti *et al.*, 1972; Queiroz; Oliveira, 2003). Outra questão relevante é a relação entre a legislação de trânsito e a sinalização, uma vez que a falta ou inadequação de sinalização contribui significativamente para a ocorrência de sinistros (Queiroz; Oliveira, 2003; Malta *et al.*, 2011).

A NBR 10697 recomenda a utilização de indicadores para a realização de pesquisas sobre sinistros de trânsito (ABNT, 2020). Esses indicadores consideram parâmetros absolutos periódicos, como anuais, mensais, semanais ou diários, além de abrangência regional, incluindo estado, município, local ou via.

Os sinistros podem ser analisados sob diferentes aspectos, levando em conta dados como: o número total de sinistros; a quantidade de sinistros com vítimas; a gravidade das lesões, incluindo casos fatais; o número de veículos automotores envolvidos, bem como sua categoria e tipo; o volume de tráfego na via onde o sinistro ocorreu; o perfil demográfico das vítimas, permitindo sua caracterização sem identificar individualmente os envolvidos; e, por fim, o período do dia em que o sinistro aconteceu (madrugada, manhã, tarde ou noite).

Diante da diversidade e complexidade dos dados envolvidos na análise dos sinistros de trânsito, torna-se necessária a utilização de ferramentas capazes de integrar, organizar e interpretar essas informações de forma eficiente. Nesse contexto, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) destacam-se como instrumentos essenciais para a compreensão espacial dos

sinistros no ambiente urbano. Por meio dos SIG, é possível correlacionar diferentes aspectos dos sinistros, desde características das vítimas e veículos até a localização e o momento em que ocorreram, possibilitando uma análise mais detalhada e estratégica, que apoia a tomada de decisões na gestão da segurança viária.

2.3 O uso do sistema de informações geográficas na compreensão de sinistros no espaço urbano

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) é a junção de um sistema de *hardware*, *software*, informação espacial, procedimentos computacionais e recursos humanos que permite e facilita a análise, gestão ou representação de dados geográficos. A aplicação deste sistema é vasta, abrangendo desde o planejamento urbano à análise de recursos naturais, e tem se mostrado fundamental no entendimento de fenômenos espaciais, como a ocorrência de sinistros de trânsito no espaço urbano (Collares *et al.*, 2018). Com os SIGs é possível realizar de forma automatizada a captura e preparação de dados; o Gerenciamento de dados, incluindo armazenamento e manutenção; Manipulação e análise de dados; e, por fim, a apresentação desses dados (Viana *et al.*, 2019).

A integração entre os dados geoespaciais obtidos por sensoriamento remoto e aqueles armazenados em SIGs permite a criação de mapas detalhados que evidenciam padrões espaciais e temporais de incidência de sinistros de trânsito (Hong; Vonderohe, 2014). Com o uso dessa abordagem, é possível identificar áreas de maior risco, compreender as causas dos sinistros e planejar intervenções com maior precisão (Pandey *et al.*, 2020). Além disso, o uso de ferramentas de geoprocessamento amplia a capacidade de análise desses fenômenos, permitindo o cruzamento de informações sobre a infraestrutura viária, fluxos de tráfego, características socioeconômicas da população e outros fatores que influenciam a ocorrência de sinistros (Austin *et al.*, 1997).

A aplicação desses recursos tecnológicos no estudo de sinistros de trânsito, nos dias de hoje, é essencial para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes na prevenção e mitigação desses eventos, contribuindo para a melhoria da segurança viária nas cidades. Portanto, a integração do SIG com os dados sobre a ocorrência de sinistros de trânsito é significativa para uma compreensão mais ampla da dinâmica desses fenômenos em âmbito urbano, subsidiando a tomada de decisões e o planejamento de ações de mobilidade e segurança viária (Austin *et al.*, 1997; Santos *et al.*, 2022).

Macedo (2018) aponta que estudos têm demonstrado a importância do uso de SIGs na compreensão de sinistros no espaço urbano. Tais sistemas permitem realizar o registro, armazenamento, análise e visualização de dados sobre sinistros, possibilitando a identificação de áreas críticas e o planejamento de ações de intervenção (Ertunç *et al.*, 2013; Reddy, 2018; Shan *et al.*, 2021). Por exemplo, em estudo realizado na cidade de Antalya, na Turquia, foi utilizado o ArcGIS para analisar dados de sinistros fatais e com feridos em interseções viárias entre 2009 e 2010 (Ertunç *et al.*, 2013). Os resultados mostraram que o SIG foi fundamental para a identificação de “pontos quentes” (*hotspots*) de sinistros, subsidiando a formulação de medidas de segurança mais eficazes (Ertunç *et al.*, 2013).

Outra pesquisa realizada em Natal, Rio Grande do Norte, demonstrou como o geoprocessamento pode contribuir para análises de risco e vulnerabilidade socioambiental, incluindo estudos sobre sinistros de trânsito. Nesse caso, o uso de técnicas de cartografia digital e de banco de dados em ambiente SIG permitiu mapear áreas com maior incidência de sinistros e relacioná-las a variáveis socioeconômicas e ambientais (Macedo, 2018).

Estudos têm destacado que a transferência de modelos de previsão de sinistros entre diferentes cidades deve ser feita com cautela, devido às especificidades de cada local. Portanto, o desenvolvimento de modelos preditivos específicos para cada jurisdição, com base em suas características únicas, é fundamental para a efetividade das ações de prevenção (Ertunç *et al.*, 2013; Macedo, 2018).

A utilização do SIG para análise de sinistros de trânsito não se restringe apenas ao registro e visualização de dados, mas também envolve a possibilidade de estabelecer relações entre diferentes variáveis que influenciam a ocorrência desses eventos. Com o uso da sobreposição de camadas de informações georreferenciadas, é possível identificar padrões espaciais e temporais, compreender os fatores associados aos sinistros e subsidiar a formulação de políticas públicas mais eficazes, como pode ser observar no trabalho de Souza *et al.* (2008).

Nesse sentido, o uso do SIG demonstra ser uma ferramenta útil para a compreensão dos sinistros no espaço urbano, permitindo a identificação de áreas críticas, a análise de fatores de risco e o planejamento de intervenções mais precisas e efetivas na prevenção de sinistros de trânsito.

O uso do SIG na compreensão de sinistros no espaço urbano tem sido amplamente reconhecido como uma ferramenta essencial para o desenvolvimento de políticas públicas eficazes na prevenção e redução desses. Essa abordagem permite não apenas o registro e visualização de dados, mas também o estabelecimento de relações entre diferentes variáveis que influenciam a ocorrência desses eventos (Meinberg, 2003; Leite *et al.*, 2013).

Por meio da integração de dados geoespaciais obtidos por sensoriamento remoto e aqueles armazenados em SIGs, é possível criar mapas detalhados que evidenciam padrões espaciais e temporais de incidência de sinistros. Essa análise possibilita a identificação de áreas de maior risco, a compreensão das causas dos sinistros e o planejamento de intervenções mais precisas.

Adicionalmente, o uso de ferramentas de geoprocessamento amplia a capacidade de análise desses fenômenos, permitindo o cruzamento de informações sobre a infraestrutura viária, fluxos de tráfego, características socioeconômicas da população e outros fatores relevantes. Essa abordagem integrada contribui para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes na prevenção e mitigação de sinistros de trânsito, promovendo a melhoria da segurança viária nas cidades (Meinberg, 2003).

Entretanto, é importante ressaltar que a transferência de modelos preditivos entre diferentes cidades deve ser feita com cautela, devido às especificidades de cada local. Portanto, o desenvolvimento de modelos preditivos específicos para cada jurisdição, com base em suas características únicas, é necessário para a efetividade das ações de prevenção, como é apontado por Cunto *et. al.* (2014).

Além disso, a colaboração entre setores como transporte, saúde pública e segurança viária é um recurso a ser utilizada para potencializar o uso dos SIGs na redução dos sinistros de trânsito. A integração de dados provenientes de registros hospitalares, boletins de ocorrência policial, estatísticas de tráfego e informações sobre a infraestrutura viária permite uma análise multidimensional dos fatores que contribuem para os sinistros. Essa visão integrada possibilita a identificação de áreas de maior risco e a formulação de intervenções mais eficazes, como demonstrado em outros trabalhos que aplicaram SIGs em estudos de segurança viária (Queiroz, 2003; Carmo; Junior, 2016; Carmo; Junior 2019).

Outro aspecto importante é a capacidade dos SIGs de incorporar dados em tempo real, provenientes de sensores e sistemas de monitoramento, o que permite uma resposta rápida e eficaz às emergências. Isso pode ser especialmente útil em situações de alta complexidade, como sinistros em rodovias ou interseções críticas, onde a rapidez na intervenção pode salvar vidas.

Profissionais de trânsito podem visualizar em tempo real a localização de eventos, rotas de fuga e recursos disponíveis, facilitando a coordenação de operações de socorro. Essa incorporação de dados em tempo real nos SIGs representa um avanço significativo para a gestão da segurança viária, pois permite uma resposta rápida e eficaz a emergências e situações críticas no trânsito. Essa capacidade é especialmente relevante em locais de alta complexidade, onde a

agilidade na identificação e na intervenção pode reduzir significativamente o número e a gravidade dos sinistros (Sabel et al., 2005; Sales et al., 2019).

Essa incorporação de dados em tempo real nos SIGs representa um avanço significativo para a gestão da segurança viária, pois permite uma resposta rápida e eficaz a emergências e situações críticas no trânsito. Essa capacidade é especialmente relevante em locais de alta complexidade, como cruzamentos movimentados e rodovias urbanas, onde a agilidade na identificação e na intervenção pode reduzir significativamente o número e a gravidade dos sinistros.

Os SIGs possuem a capacidade de relacionar objetos espaciais, como nomes de ruas, quilômetros e cruzamentos, com informações complementares, incluindo dados sobre acidentes de trânsito, suas causas e os tipos de veículos envolvidos. Essa característica torna os SIGs ferramentas extremamente adequadas para analisar sinistros e suas taxas em locais específicos ao longo do tempo (Legramanti, 2021).

Ainda, a integração de uma abordagem participativa nos SIGs, conforme discutido por Freitas et al. (2020), pode fortalecer a coleta e atualização contínua de dados territoriais, especialmente em nível local, ao aliar conhecimentos técnicos e científicos ao saber das comunidades afetadas. Isso permite identificar vulnerabilidades específicas, mapear áreas de maior risco e planejar intervenções mais eficazes e adequadas à realidade socioespacial das cidades. No campo da segurança viária, essa perspectiva participativa aprimora a análise dos dados, reconhece padrões locais de sinistralidade e contribui para a elaboração de políticas públicas mais eficazes.

Em Campo Mourão - PR, essa tecnologia será aplicada por meio da instalação de câmeras e sensores eletrônicos para a fiscalização do avanço de semáforos, que monitorarão o tráfego 24 horas por dia, registrando infrações em tempo real e enviando essas informações para um centro de controle centralizado na Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade Urbana (SEIMOB), como apontado em notícia no *site* Tásabendo (2024).

Com base nas informações disponíveis no site da Prefeitura de Campo Mourão, as obras para implantação da fiscalização eletrônica de avanço de semáforos tiveram início em novembro de 2024. O objetivo da iniciativa é aumentar a segurança viária em pontos estratégicos da cidade, especialmente em cruzamentos com alto índice de infrações e sinistros. A fiscalização está sendo realizada por meio de câmeras instaladas nos semáforos, que registram automaticamente as infrações cometidas pelos motoristas que avançam o sinal vermelho. Os equipamentos são conectados a um sistema central, permitindo o monitoramento em tempo real e o envio das autuações para os condutores infratores. Segundo a Prefeitura, essa

medida visa a coibir comportamentos de risco e promover um trânsito mais seguro para todos os usuários das vias urbanas (Prefeitura de Campo Mourão, 2024; Prefeitura de Campo Mourão, 2025).

Desta forma, é importante que os governos e as autoridades locais invistam em infraestrutura de dados geoespaciais robusta e atualizada, garantindo que os SIGs sejam utilizados de forma eficiente na análise e prevenção de sinistros de trânsito. Isso inclui a manutenção de bases de dados atualizadas e a capacitação contínua dos profissionais envolvidos na análise e gestão desses dados.

3 APORTES TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA PESQUISA

O objetivo desta seção é apresentar os procedimentos metodológicos adotados ao longo da pesquisa. A princípio, destaca-se o caráter interdisciplinar do trabalho, que busca articular saberes de diferentes áreas para compreender a complexidade do fenômeno investigado. Para fundamentar essa abordagem, recorre-se à Teoria da Complexidade de Edgar Morin, que propõe superar a fragmentação do conhecimento e valorizar a integração de múltiplas perspectivas.

Também são apresentados os procedimentos técnico-operacionais realizados para se trabalhar com a série de dados que foram coletados, lapidados e analisados aqui. Para isto, subdividiu-se a seção em quatro subtópicos: 1) Explorando a Complexidade dos Sinistros de Trânsito: Uma Abordagem Interdisciplinar; 2) Metodologia e procedimentos técnico-operacionais; 3) Delimitação da área de estudo e seu recorte temporal; 4) Observações de campo.

O primeiro subtópico, “Explorando a Complexidade dos Sinistros de Trânsito: Uma Abordagem Interdisciplinar”, discute como a Teoria da Complexidade fundamenta a pesquisa, destacando sua relevância para a análise de fenômenos multifacetados como os sinistros de trânsito. Essa abordagem permite integrar diferentes áreas do conhecimento, proporcionando uma compreensão mais abrangente das causas e dinâmicas envolvidas.

No segundo subtópico, “Delimitação da Área de Estudo e Recorte Temporal”, são detalhados os critérios utilizados para a escolha da área investigada, justificando sua seleção com base em características específicas que a tornam relevante para o estudo. Além disso, apresenta-se o período analisado, indicando as razões que levaram à definição desse recorte temporal e sua importância para a compreensão dos padrões observados.

O terceiro subtópico, “Metodologia e Procedimentos Técnico-Operacionais”, descreve em detalhes as etapas metodológicas adotadas, incluindo a coleta, organização e tratamento dos dados. Se explica como as informações foram estruturadas em tabelas compatíveis com os *softwares* utilizados e os processos empregados na elaboração dos produtos cartográficos e analíticos apresentados na pesquisa.

Já o quarto subtópico, “Observações de Campo”, aborda a realização das análises presenciais nas áreas identificadas como de maior concentração de sinistros. Nessa etapa, se objetiva correlacionar elementos da infraestrutura urbana com os fatores que contribuem para a incidência dos sinistros, por meio da observação direta da dinâmica do trânsito e das condições locais.

Para assegurar a clareza e o encadeamento lógico da metodologia com o desenvolvimento específico da análise, a próxima subseção aprofundará a abordagem interdisciplinar adotada na pesquisa. Nela, será detalhado como a Teoria da Complexidade de Edgar Morin orienta a interpretação dos dados e a construção do conhecimento acerca dos sinistros de trânsito, evidenciando a importância de se integrar múltiplos saberes e dimensões para uma compreensão mais completa e contextualizada do fenômeno estudado. Essa fundamentação teórica fornecerá a base conceitual necessária para os procedimentos metodológicos descritos nas subseqüentes etapas da pesquisa.

3.1 Explorando a complexidade dos sinistros de trânsito: uma abordagem interdisciplinar

O estudo dos sinistros de trânsito constitui um campo de estudos complexo, que demanda uma abordagem interdisciplinar para ser plenamente compreendido. Isso ocorre porque a análise isolada, restrita apenas a estatísticas ou a um único fator, frequentemente não consegue explicar as causas relevantes associadas aos sinistros nem propor soluções eficazes. Fatores como infraestrutura viária, comportamento dos motoristas, condições ambientais e aspectos sociais interagem de forma dinâmica, sistêmica e multifacetada, o que exige uma visão que trabalhe neste mesmo sentido para que possa ser compreendida.

Para ilustrar a necessidade de superar essa fragmentação, pode-se citar, por exemplo, um estudo que se limite à análise estatística dos sinistros. Embora seja capaz de identificar padrões, esse tipo de abordagem não explica as causas subjacentes a esses padrões. É nesse ponto que a interdisciplinaridade se revela essencial, ao integrar diferentes perspectivas para uma compreensão mais abrangente e profunda do fenômeno. A interdisciplinaridade, conforme apontado por Souza et al. (2018), é compreendida como um instrumento transversal que promove o compartilhamento do conhecimento, buscando superar a fragmentação excessiva das áreas do saber. No entanto, não substitui a disciplinaridade, a qual é condição necessária para sua própria existência. Diversos autores têm se dedicado a caracterizar e definir a interdisciplinaridade a partir de diferentes abordagens metodológicas.

Nesse contexto, o paradigma da complexidade revela-se como uma abordagem adequada para o estudo dos sinistros de trânsito, dada a natureza multidimensional e inter-relacionada desse fenômeno. A aplicação dessa metodologia não decorre apenas de uma exigência da pesquisa, mas configura-se como uma consequência natural da própria complexidade do tema, que envolve múltiplos fatores e interações. Assim, a Teoria da

Complexidade contribui para uma análise mais abrangente e integrada, capaz de identificar padrões e relações que abordagens convencionais, baseadas exclusivamente em disciplinas isoladas, não conseguem captar plenamente, favorecendo, portanto, o desenvolvimento de soluções mais eficazes para a redução da sinistralidade no trânsito.

O paradigma da complexidade tem como uma de suas principais bases teóricas e referenciais o antropólogo, sociólogo e filósofo francês Edgar Morin, que, conforme destacam Scremin e Isaia (2021), reflete criticamente sobre as limitações do pensamento cartesiano. Esse pensamento, fundamentado no ceticismo metodológico e na análise fragmentada dos problemas, embora tenha proporcionado avanços científicos relevantes, também conduziu a uma especialização excessiva e à consequente fragmentação dos saberes — aspectos criticados por Morin por representarem barreiras à compreensão integrada da realidade.

Nesse sentido, adotar o paradigma da complexidade em uma pesquisa interdisciplinar significa recusar a fragmentação do conhecimento em compartimentos estanques, sem articulação entre si. Optar pela complexidade é, portanto, escolher uma abordagem que privilegia a análise do todo, a fim de construir uma visão mais ampla, profunda e interconectada do objeto de estudo.

O conhecimento pertinente deve enfrentar a complexidade. *Complexus* significa o que foi tecido junto; de fato, há complexidade quando elementos diferentes são inseparáveis constitutivos do todo (como o econômico, o político, o sociológico, o psicológico, o afetivo, o mitológico), e há um tecido interdependente, interativo e inter-retroativo entre o objeto de conhecimento e seu contexto, as partes e o todo, o todo e as partes, as partes entre si. Por isso, a complexidade é a união entre a unidade e a multiplicidade. Os desenvolvimentos próprios a nossa era planetária nos confrontam cada vez mais e de maneira cada vez mais inelutável com os desafios da complexidade (Morin, 2000, p. 38).

Essa teoria fundamenta a necessidade de integração ao reconhecer que fenômenos como os sinistros de trânsito são tecidos por múltiplos elementos interativos e interdependentes. O trânsito, enquanto sistema dinâmico, reflete a união entre unidade e multiplicidade: cada sinistro resulta de uma cadeia de fatores que se entrelaçam, muitas vezes de forma imprevisível. Adotar o paradigma da complexidade na análise dos sinistros de trânsito significa, portanto, recusar explicações simplistas e fragmentadas, optando por uma abordagem que valorize a totalidade e as inter-relações entre os diversos componentes do sistema viário.

Ao considerar os sinistros de trânsito sob essa ótica, torna-se evidente que intervenções isoladas, como a melhoria da sinalização ou o aumento da fiscalização, podem não ser suficientes para reduzir de forma significativa a ocorrência desses eventos. É necessário,

portanto, articular ações que envolvam múltiplos setores e que sejam informadas por diferentes campos do saber, promovendo uma verdadeira sinergia interdisciplinar. A pesquisa aqui desenvolvida adota essa premissa, buscando integrar métodos qualitativos e quantitativos, análises espaciais e sociais, e perspectivas técnicas e humanas, a fim de compreender e enfrentar o desafio dos sinistros de trânsito em sua totalidade.

É nesse sentido que esta investigação se insere em um programa interdisciplinar, aproveitando o potencial de diálogo e colaboração entre distintas áreas do conhecimento para propor intervenções mais eficazes e contextualizadas à realidade local. Define-se, assim, o modo como a pesquisa foi conduzida: com base em uma abordagem interdisciplinar.

Importa destacar, no entanto, que existem conceitos semelhantes à interdisciplinaridade, embora distintos: a multidisciplinaridade e a transdisciplinaridade. Para esclarecer tais diferenças, recorre-se à forma como Edgar Morin as contextualiza em entrevista concedida ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Comunicação da PUCRS, Juremir Machado da Silva (2007, p. 33), “A interdisciplinaridade junta disciplinas diferentes; a multidisciplinaridade, articula-as; só a transdisciplinaridade, porém, supera a particularidade, conjuga os saberes e faz com que aportes diferentes trabalhem por um mesmo fim”.

Nesse sentido, a interdisciplinaridade busca integrar ideias e conhecimentos durante a análise de um objeto, promovendo a troca entre saberes científicos, ainda que sem fundi-los em algo novo. A multidisciplinaridade, por sua vez, opera por meio da justaposição de disciplinas, nas quais cada uma analisa o objeto a partir de sua própria perspectiva, sem necessariamente dialogar com as demais. Já a transdisciplinaridade vai além: pretende não apenas o diálogo entre as disciplinas, mas a fusão de seus conteúdos, gerando novos conhecimentos a partir dessa síntese.

Pombo (2005) apresenta essas três abordagens como níveis distintos de construção e entendimento do conhecimento científico.

O primeiro é o nível da justaposição, do paralelismo, em que as várias disciplinas estão lá, simplesmente ao lado umas das outras, que se tocam mas que não interagem. Num segundo nível, as disciplinas comunicam umas com as outras, confrontam e discutem as suas perspectivas, estabelecem entre si uma interação mais ou menos forte; num terceiro nível, elas ultrapassam as barreiras que as afastavam, fundem-se numa outra coisa que as *transcende* a todas. Haveria, portanto, uma espécie de um *continuum* de desenvolvimento. Entre alguma coisa que é de menos – a simples *justaposição* – e qualquer coisa que é de mais – a ultrapassagem e a *fusão* – a interdisciplinaridade designaria o espaço *intermédio*, a posição *intercalar* (Pombo, 2005, p. 5-6).

Dessa forma, é possível afirmar que o paradigma da complexidade pode ser trabalhado tanto de forma interdisciplinar quanto transdisciplinar, conferindo ao pesquisador maior liberdade nas abordagens adotadas em sua investigação. Como destaca Tavares (2008), é necessário que haja diálogo entre diferentes pontos de vista, o que enriquece a compreensão dos fenômenos analisados.

A interdisciplinaridade não é um caminho de homogeneidade, mas de heterogeneidade. Por isso, um dos principais pressupostos para se caminhar interdisciplinarmente é o diálogo. Este deve ser reflexivo, crítico, entusiástico, que respeita e transforma. Num trabalho interdisciplinar em equipe é imprescindível que todos estejam abertos ao diálogo em qualquer momento (Tavares, 2008, p. 136).

Essa liberdade conferida ao pesquisador também se relaciona com a própria natureza da pesquisa interdisciplinar, que possui particularidades próprias. Cada área envolvida contribui com seus aportes teóricos e metodológicos, fundamentados nos diálogos estabelecidos entre os campos disciplinares participantes do trabalho. Nesse sentido, como afirma Fazenda (2003), não é possível conceber uma teoria única e restrita da interdisciplinaridade.

Diante de tudo o que foi discutido até aqui, pode-se afirmar que a interdisciplinaridade desempenha um papel fundamental na análise de situações complexas. Isso se deve, sobretudo, ao fato de esses temas envolverem múltiplas perspectivas sobre um mesmo objeto, o que, quando tratado apenas por meio da justaposição de saberes (multidisciplinaridade) ou a partir de um único ponto de vista (disciplinaridade), pode resultar em um conjunto fragmentado de informações. Embora esse tipo de produção seja válido, ela tende a ser menos enriquecedora do que aquela desenvolvida a partir de uma abordagem verdadeiramente interdisciplinar. Essa prática, como aponta Morin (2007), amplia e enriquece o conhecimento científico, permitindo uma compreensão mais profunda e abrangente da realidade.

A interdisciplinaridade é, mais ou menos, como a Organização das Nações Unidas na qual as nações estão associadas umas às outras, cada uma conservando sua autonomia, tentando colaborar, mas com frequência entrando em conflito. É necessário e útil fazer pesquisas interdisciplinares. Se elas são bem feitas é possível que aconteça o enriquecimento e a abertura de espíritos de diferentes disciplinas (Morin, 2007, p. 24).

Tais temas, que apresentam em sua própria gênese uma base interdisciplinar, requerem que seja realizada uma análise integrada das situações que se propõe a pesquisar. Estes, por sua vez, muitas vezes estão ligados diretamente a questões relacionadas ao desenvolvimento. No

entanto, ao se falar em desenvolvimento neste contexto, não se está fazendo referência ao modelo economicista e eurocêntrico amplamente difundido, sobretudo no período pós-Segunda Guerra Mundial. Trata-se, antes, de um conceito de desenvolvimento mais amplo, conforme aponta Amaro (2017), que possa ser efetivamente aplicado à realidade do chamado Sul Global, sem simplesmente reproduzir os parâmetros estabelecidos a partir da experiência europeia.

Considerando esses aspectos, destaca-se a relevância de conduzir esta pesquisa em um programa de caráter interdisciplinar. Essa opção justifica-se, sobretudo, pela necessidade de incorporar diversas áreas do conhecimento, promovendo debates e trocas de ideias e perspectivas que enriquecem a análise do objeto em estudo.

Optou-se, inicialmente, pela Geografia como disciplina central, dado seu caráter intrinsecamente multi e interdisciplinar, o que favorece um diálogo mais fluido com as demais áreas envolvidas. Como afirma Rodrigues (2008, p. 15), “trabalhando no contexto da relação sociedade-natureza, os geógrafos mantêm contato e se utilizam de conhecimentos das mais variadas ciências que contribuem para o estudo de fenômenos de interesse geográfico.” Essa abordagem integrada mostra-se fundamental nesta pesquisa, especialmente para analisar de que forma a infraestrutura viária, o uso e ocupação do solo, bem como as dinâmicas sociais e culturais, influenciam a ocorrência e a gravidade dos sinistros de trânsito.

Diferentemente de disciplinas que tendem a se concentrar em aspectos isolados, a Geografia permite abordar a interação entre múltiplos fatores, contemplando tanto as dimensões físicas do ambiente quanto as sociais e culturais. Ao investigar as relações entre sociedade e natureza, a Geografia oferece ferramentas analíticas valiosas para compreender como a organização espacial urbana e os elementos estruturais das vias impactam diretamente a segurança viária. A análise dos padrões de mobilidade urbana, por sua vez, possibilita identificar como rotas, horários de pico e fluxos de tráfego influenciam o comportamento de motoristas e pedestres, afetando diretamente o risco de sinistros.

Adicionalmente, a Geografia contribui com instrumentos como o georreferenciamento e a análise espacial, que permitem mapear e identificar áreas críticas de sinistros de trânsito. Essas técnicas possibilitam o cruzamento de dados sobre infraestrutura viária, volume de tráfego e características sociodemográficas, ampliando a compreensão dos fatores que condicionam tanto a frequência quanto a gravidade dos sinistros. Ademais, a análise dos padrões de mobilidade urbana, incluindo rotas de tráfego e horários de pico, permite compreender o comportamento de motoristas e pedestres, aspectos que impactam diretamente na segurança viária. Ao considerar as múltiplas dimensões do espaço urbano e suas interações, a Geografia oferece uma base sólida para a compreensão sistêmica dos sinistros de trânsito.

Seguindo essa linha de raciocínio, definiu-se também a Estatística como uma das disciplinas fundamentais para embasar as discussões desenvolvidas neste trabalho. A escolha dessa área justifica-se pela ampla gama de metodologias que oferece, capazes de enriquecer a pesquisa sob diferentes perspectivas. Entre os procedimentos estatísticos empregados, destaca-se a utilização da técnica de Estimativa de Densidade Kernel (EDK), ou Kernel Density Estimation (KDE), especialmente na etapa de estratificação dos dados.

Essa metodologia foi aplicada na análise dos dados coletados com o objetivo de gerar mapas de calor, que possibilitaram a identificação das áreas com maior concentração de sinistros de trânsito no município de Campo Mourão. A utilização da EDK proporcionou uma visualização espacial mais precisa da distribuição dos eventos, contribuindo significativamente para a compreensão dos padrões de ocorrência e subsidiando a formulação de estratégias voltadas à prevenção e ao planejamento urbano. É importante destacar que a interdisciplinaridade pode exercer um grande papel ao integrar métodos qualitativos e quantitativos na análise dos sinistros de trânsito. Pois, enquanto abordagens estatísticas podem identificar padrões gerais nos dados de sinistros (como horários ou locais com maior incidência), métodos qualitativos permitem compreender os contextos sociais e culturais subjacentes que contribuem para esses padrões. Essa combinação enriquece significativamente as conclusões obtidas e oferece bases mais sólidas para intervenções práticas. Como ressalta Raynaut (2010), em entrevista à CAPES, a interdisciplinaridade enfrenta o desafio prático de “fazer colaborar disciplinas que não enxergam os mesmos níveis da realidade. Em particular, fazer colaborar disciplinas que lidam com questões concretas, práticas e materiais da realidade com outras que atuam em dimensões menos palpáveis, imateriais, conceituais”. E, aqui, ousa-se afirmar que esse desafio tem sido cumprido.

O uso desta metodologia justifica-se principalmente pela ampla aplicação e pelos resultados obtidos em pesquisas relacionadas a sinistros de trânsito. No Quadro 2, é possível observar diversos estudos que empregaram essa metodologia em vários países ao redor do mundo.

Quadro 2 - Uso do KDE nos estudos de sinistros

Autor(es)	Local da área de estudo	Período do estudo
Shafabakhsh, Famili e Bahadori (2017)	Irã	2011 e 2012

Harirforoush e Bellatite (2019)	Canadá	2011 a 2013
Bíl, Andrášik e Sedoník (2019)	República Tcheca	2010 a 2018
Benedek, Ciobanu e Man(2016)	Romênia	2010 a 2013
Bassani, Rossetti e Catani (2020)	Itália	2006 a 2016
Lakshmi, Srikanth e Arockiasamy(2019)	Estados Unidos	2008 a 2012
Hashimoto <i>et. al</i> (2016)	Japão	1999 a 2007
Katicha, Khoury e Flintsch (2020)	Estados Unidos	2001 a 2010

Fonte: AIRES, 2022.

Outro método estatístico empregado foi o coeficiente de correlação de Pearson, utilizado para analisar as informações e traçar a relação entre variáveis (como tipo de habilitação e gravidade dos sinistros) e os diferentes níveis de lesões relatados (ilesos, leves, moderados, graves e óbitos). Essa análise fornece subsídios para identificar padrões quantitativos importantes e compreender como diferentes variáveis podem estar associadas à ocorrência e à gravidade dos sinistros.

Optou-se também pela utilização da Ciência da Computação, fundamental para o desenvolvimento da maior parte dos produtos gerados ao longo deste trabalho, especialmente por meio do uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e da tabulação de dados brutos no Excel. A Ciência da Computação teve papel não apenas no desenvolvimento dos produtos gerados ao longo deste trabalho, como também para o acesso, organização e análise dos dados utilizados. Por meio de ferramentas computacionais, SIGs e planilhas eletrônicas, foi possível tabular dados brutos, realizar análises espaciais e cruzar informações relevantes para o estudo dos sinistros de trânsito. O emprego desta ciência tornou possível a coleta, processamento e análise de um amplo volume de dados, que por si só não apresentam algo concreto, porém, quando agrupados e processados nos permitem observar uma série de padrões no comportamento do objeto de estudo, a sinistralidade em Campo Mourão.

Além do aspecto técnico, os bancos de dados digitais são importantes para a socialização dos dados, promovendo a transparência, o acesso facilitado e a democratização da informação.

Ao disponibilizar dados de forma organizada e acessível, esses bancos possibilitam que pesquisadores, gestores públicos e a sociedade em geral possam consultar, analisar e utilizar as informações para a formulação de políticas públicas e intervenções mais eficazes na segurança viária. Assim, potencializando as análises realizadas e ampliando o impacto social da pesquisa, favorecendo a circulação e o uso qualificado dos dados sobre sinistros de trânsito.

A Ciência da Computação também apresenta um caráter interdisciplinar, atuando como um campo agregador que integra conhecimentos e técnicas aplicáveis a diversas áreas do saber. Essa característica permite que as análises desenvolvidas sejam fundamentadas em dados robustos, processados por meio de recursos computacionais avançados, o que amplia a precisão e a profundidade dos estudos. Em especial, o uso de SIG exemplifica essa integração ao possibilitar a combinação de dados geográficos, típicos da Geografia, com dados estatísticos, oriundos da Estatística, para a criação de mapas temáticos que evidenciam padrões espaciais dos sinistros de trânsito. Essa visualização espacial é essencial para identificar áreas de risco e orientar o planejamento de intervenções direcionadas, demonstrando como a Ciência da Computação atua como elo entre diferentes disciplinas, potencializando a compreensão e a solução de problemas complexos.

Por fim, utiliza-se o Planejamento Urbano para compreender de que forma o desenvolvimento e o planejamento da cidade influenciam, ou não, na causalidade dos sinistros de trânsito em Campo Mourão. A relevância dessa área disciplinar reside no fato de que, para entender como a cidade se expandiu e se territorializou, é necessário analisar os conceitos e diretrizes que orientaram seu planejamento urbano ao longo do tempo. Dessa forma, é possível identificar como decisões passadas sobre uso do solo, infraestrutura viária e organização espacial impactam diretamente na ocorrência e na distribuição dos sinistros de trânsito no município, Lima *et al.* (2019, p. 1), pontuam o seguinte acerca disto.

A investigação sobre a expansão urbana com o aumento do perímetro urbano, por meio da incorporação de novas áreas ao espaço da cidade, é muito importante para se conhecer o principal mecanismo de produção de novas áreas urbanas e saber como população, incorporadores imobiliários e Estado atuam, além de observar como a legislação pode ser mais eficiente na gestão do espaço urbano, socialmente mais justo e sustentável (Lima *et. al.*, 2019)

A partir da integração dos referenciais teóricos das diversas áreas envolvidas, esta pesquisa adotou uma abordagem interdisciplinar e holística, que permite uma compreensão profunda e abrangente dos sinistros de trânsito. Essa perspectiva considera os múltiplos fatores que influenciam a ocorrência e as consequências desses eventos, valorizando a complexidade

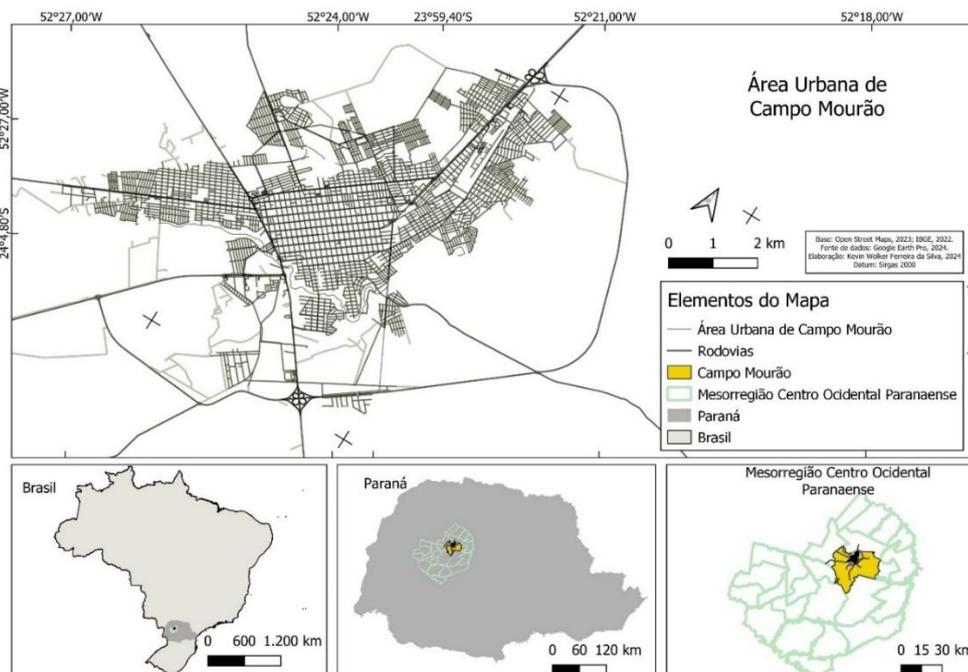
inerente ao fenômeno. Reconhece-se que soluções eficazes para a redução da sinistralidade exigem a colaboração entre diferentes campos do conhecimento, bem como uma visão sistêmica que articule todos os elementos relevantes, desde aspectos técnicos e ambientais até sociais e comportamentais.

Com base nessa abordagem interdisciplinar e holística, a próxima etapa da pesquisa detalha a metodologia adotada, explicando como foram definidos os limites da área de estudo e o recorte temporal. Essa delimitação é necessária para contextualizar a análise dos sinistros de trânsito em Campo Mourão, permitindo uma investigação focada nas características específicas do município e do período selecionado.

3.2 Delimitação da área de estudo e seu recorte temporal

O município de Campo Mourão localiza-se na região Sul do país, no estado do Paraná. Situado na Mesorregião Centro Ocidental Paranaense, na zona geográfica do Terceiro Planalto Paranaense, entre os rios Ivaí e Piquiri, o município possui coordenadas geográficas aproximadas de 24°02'45" de latitude sul e 52°22'58" de longitude oeste, tendo como municípios limítrofes: Araruna, Barbosa Ferraz, Corumbataí do Sul, Farol, Peabiru, Mamborê e Luiziana. A localização do município pode ser observada na Figura 2.

Figura 2 - Localização de Campo Mourão



Fonte: Elaborado pelo autor.

Campo Mourão é o município mais populoso em sua região geográfica imediata, com uma população de 99.432 habitantes, conforme o IBGE (2022c). A cidade desempenha um papel significativo na região, pois concentra muitos dos serviços essenciais que são fornecidos aos demais municípios, por meio da Comunidade dos Municípios da Região de Campo Mourão (COMCAM), uma associação que reúne 25 municípios da mesorregião. A centralidade de Campo Mourão como polo regional de serviços e comércio exerce influência direta sobre o trânsito local, intensificando o fluxo de veículos provenientes dos municípios vizinhos. Além disto, Campo Mourão é um município destacado no cenário agrícola do Paraná, especialmente pela produção de soja e milho. A região é parte do Núcleo Regional de Campo Mourão, e só no ano de 2022, produziu o equivalente a R\$ 858 milhões em produção agrícola de acordo com dados do Departamento de Economia Rural (DERAL, 2022).

Segundo DERAL (2022), o Núcleo Regional de Campo Mourão, que engloba 25 municípios, teve um Valor Bruto da Produção (VBP) agropecuária de aproximadamente R\$ 13,9 bilhões na safra 2020/2021, representando cerca de 8% do total estadual, sendo o quarto maior núcleo regional em valor no Paraná. Dentro desse núcleo, Campo Mourão destacou-se como o segundo maior produtor, com um VBP de cerca de R\$ 999 milhões, o que corresponde a 7% do total do núcleo, apresentando um aumento de 67% em relação à safra anterior. A produção é concentrada principalmente em grãos de verão, como soja e milho, que juntos representam a maior parte do valor produzido no município.

Essa forte presença agrícola em Campo Mourão influencia diretamente o trânsito local de diversas formas. O intenso fluxo de veículos pesados, como caminhões e máquinas agrícolas, é mais acentuado nos períodos de plantio e colheita, aumentando significativamente o volume de tráfego nas vias urbanas e rurais. Esse acréscimo pode elevar o risco de sinistros, em razão da convivência entre veículos lentos e pesados com o tráfego convencional, além de contribuir para o desgaste acelerado da infraestrutura viária.

Além disso, a movimentação agrícola impacta a dinâmica do trânsito, ao demandar rotas específicas para o escoamento da produção, o que pode gerar congestionamentos e maior exposição a situações de risco em pontos críticos da malha viária. A sazonalidade das atividades agrícolas provoca variações no fluxo de veículos, exigindo planejamento e gestão adequados para minimizar os impactos negativos na segurança viária.

Dada a relevância da cidade na região, se entende que a realização desta pesquisa é de suma importância, visto que a cidade tem um fluxo grande de veículos. Dados apresentados pelo IBGE (2024), mostram que entre 2006 e 2024, a frota veicular de Campo Mourão passou de 31.512 para 86.040 veículos, representando um aumento de 173%. Esse crescimento

expressivo reflete a ampliação da frota de veículos na cidade ao longo desse período. Atualmente, esse número é bastante significativo, especialmente quando comparado à população estimada de 99.432 habitantes, o que indica um elevado índice de veículos por habitante e evidencia o intenso fluxo veicular que caracteriza o município.

Ao analisar os dados em níveis estadual e federal, observa-se que o crescimento da frota no Paraná foi ligeiramente inferior, passando de 3.506.298 veículos registrados em 2006 para 9.179.769 em 2024, representando um aumento de 161,8%. Em âmbito nacional, contudo, esse aumento foi mais acentuado, com a frota crescendo de 42.304.171 veículos em 2006 para 123.974.520 em 2024, conforme dados do Ministério dos Transportes (2025). Esses números demonstram que a “explosão veicular” se configura como um fenômeno de abrangência nacional.

No ano de 2021, conforme notícia divulgada pela Prefeitura de Campo Mourão (2022a), um levantamento indicou que os sinistros de trânsito acarretaram um custo aproximado de R\$ 2 milhões aos cofres públicos do município. O Corpo de Bombeiros apontou que, somente no perímetro urbano da cidade, ocorrem em média 40 sinistros de trânsito por mês, sendo que a maior parte das colisões acontece entre automóveis e motocicletas nos cruzamentos das avenidas. A administração municipal tem ciência dessa situação, evidenciada na afirmação de que o “número de acidentes e multas mostra alto índice de desrespeito às leis de trânsito” (Campo Mourão, 2022b, n.p.). Para contornar esse problema, o município realiza campanhas de conscientização, como o Maio Amarelo, promovido em 2021 (Campo Mourão, 2022), e a Semana Nacional do Trânsito em Campo Mourão (Campo Mourão, 2023).

Esse aumento veicular na cidade traz uma série de problemas a sua estrutura urbana, como o aumento no número de sinistros de trânsito. Sendo assim, é importante que se realizem mapeamentos para que possam ser identificados os pontos críticos na cidade. Como aponta Queiroz (2003), é necessário levar em conta, ao analisarmos sinistros de trânsito, que essas ocorrências representam eventos espaciais aleatórios, com diferenças significativas no número de sinistros de um local em relação ao outro, com alguns locais mostrando um elevado número de ocorrências num dado período, enquanto outros locais apresentam frequências bem abaixo das médias esperadas.

Além disto, o município instituiu no ano de 2024 seu Plano de Mobilidade Urbana, por meio do Projeto de Lei nº 134/2024, que estabelece a Política Municipal de Mobilidade Urbana e o Plano Municipal de Mobilidade Urbana para o município. A primeira conferência relacionada ao plano ocorreu em janeiro de 2024, quando a Unilivre, universidade contratada

para realizar os estudos e produzir o material, fez a entrega do mesmo (Prefeitura de Campo Mourão, 2024).

A partir desses pressupostos, delimitou-se a análise aos anos de 2022 e 2023, de modo a possibilitar a compreensão da dinâmica dos sinistros de trânsito na cidade de Campo Mourão ocorridos nesse período. Esse período foi delimitado principalmente devido à forma como a dinâmica do trânsito em Campo Mourão foi impactada, com um retorno gradual à normalidade a partir de 2022, impulsionado principalmente pela difusão das vacinas, mesmo com o contexto global ainda marcado pela pandemia.

Em maio de 2023, quando a COVID-19 deixou de ser classificada como Emergência de Saúde Pública de Âmbito Internacional (*Public Health Emergency of International Concern – PHEIC*) e com a vacinação amplamente disseminada, a população já retomava quase totalmente a normalidade em relação ao trânsito. Considerando esses aspectos, definiu-se o período de 1º de janeiro de 2022 a 31 de dezembro de 2023 como o intervalo temporal abrangido pela pesquisa, uma vez que em 2022 a população de Campo Mourão iniciava o retorno à sua dinâmica normal no trânsito, enquanto em 2023 esse retorno já se consolidava de forma plena.

Considerando o recorte temporal definido para o estudo, que abrange o período de transição e consolidação do retorno à normalidade no trânsito após a fase crítica da pandemia da COVID-19, é fundamental detalhar, a seguir, os procedimentos metodológicos adotados para a coleta e análise dos dados. A próxima subseção apresenta a metodologia e os procedimentos técnico-operacionais utilizados, descrevendo como foi realizada a seleção, organização e tratamento das informações extraídas do banco de dados do Corpo de Bombeiros de Campo Mourão, que serviram de base para as análises quantitativas e qualitativas desenvolvidas nesta pesquisa.

3.3 Metodologia e procedimentos técnico-operacionais

A pesquisa adotou um método quanti-qualitativo, utilizando a série histórica disponível no banco de dados do Corpo de Bombeiros de Campo Mourão para realizar a análise dos dados obtidos. Essas informações podem ser acessadas publicamente por meio do Sistema de Estatísticas de Ocorrências do Corpo de Bombeiros do Paraná (SYSBM). O layout do site é relativamente intuitivo, apresentando dados como data e hora dos registros, a Organização do Corpo de Bombeiros Militar (OBM) responsável pelo registro, a fração da OBM, o município da ocorrência, além da natureza e subnatureza da ocorrência, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Estrutura do SYSBM

Fonte: SYSBM¹, 2024.

No SYSBM, após realizar o preenchimento dos dados na consulta de registros, são disponibilizadas, em formato de tabela, informações como o número do registro do sinistro, o OBM responsável pela ocorrência, a Data e hora do ocorrido, o Município onde aconteceu o sinistro, o Endereço, a Natureza do sinistro, o perfil das vítimas envolvidas (iniciais do nome das pessoas envolvidas, sexo, idade e nível de gravidade dos ferimentos), e, por fim, os tipos de veículos que se envolveram na ocorrência, como observa-se na Figura 4. O *download* destes dados pode ser realizado nos formatos PDF, Word e Excel.

Figura 4 - Estrutura das tabelas no SYSBM

Registro	OBM	Data e Hora	Município	Endereço	Natureza	Vítimas	Veículos
20225GB02348	5ª GB	31/03/2022 19:55	CAMPO MOURAO	ROD PR 082, km 1	Acidente de Trânsito - Tombamento		• Automóvel - RENAULT - CLIO AUT 1.0 H, Cor: Vermelho
20225GB02341	5ª GB	31/03/2022 13:48	CAMPO MOURAO	AV TANCREDO NEVES ESQUINA COM RUAS PAULO	Acidente de Trânsito - Colisão	• G J G Masculino, 68 anos Ferimentos Graves	• Automóvel - VW - TOUAREG 4.2 V8, Cor: Prata • Motocicleta - JTA - SUZUKI EN125 YES SE, Cor: Amarelo
20225GB02321	5ª GB	30/03/2022 13:23	CAMPO MOURAO	RUA HIDEJI KOBAYASHI, nº 600	Acidente de Trânsito - Colisão		
20225GB02279	5ª GB	29/03/2022 07:27	CAMPO MOURAO	RUA MIGUEL LUIZ PEREIRA, nº 1237	Acidente de Trânsito - Queda de veículo	• M E R M, Masculino, 24 anos Ferimentos Leves	• Motocicleta - YAMAHA - FAZER YS250, Cor: Preto
20225GB02272	5ª GB	28/03/2022 19:28	CAMPO MOURAO	ROD PR 558, km 1	Acidente de Trânsito - Colisão	• S F D L, Feminino, 25 anos Ferimentos Moderados • T S L, Masculino, 33	• Automóvel - FIAT - MOBI EASY, Cor: Prata • Caminhonete/Utilitário/Camioneta - GM - S10 RODEIO 2.8 D 4X4, Cor: Prata

Fonte: SYSBM, 2024.

¹ Link de acesso ao SYSBM: https://www.sysbm.bombeiros.pr.gov.br/sysbmnew/menu_imprensa/

É importante apontar, porém, que quando o intervalo dos dados solicitados é muito grande - geralmente a partir de seis meses de informação - existe a possibilidade de que eles venham corrompidos no formato utilizado no Excel. Isso pode causar erros ao abrir o arquivo e a ausência de determinadas informações em alguns campos, dificultando o processo de estruturação do banco de dados.

Mesmo ao definir intervalos menores de informações, os arquivos de Excel ainda estão suscetíveis a erros. O arquivo em Word também pode apresentar alguns problemas nas informações, já o PDF não apresenta esse problema, o que permitiu que os campos com dados corrompidos fossem coletados manualmente e organizados em tabela para construção do banco de dados no Excel. Ressalta-se, entretanto, que alguns campos não apresentaram informações, tanto nos arquivos em PDF quanto no site, o que foi interpretado como uma real escassez de dados sobre os ocorridos, configurando uma falha no registro.

Os dados coletados foram organizados em um banco de dados estruturado, composto por nove pastas principais, dentro da pasta mãe intitulada BD. As nove pastas que compõem o banco de dados são: base, calor, mapas prontos, modelos, shp_base, tabelas, testes, teste2 e tipos. Neste *hall* de pastas encontram-se todos os arquivos utilizados na confecção dos mapas temáticos e gráficos analisados na pesquisa.

Os dados coletados e estruturados foram organizados em quatro trimestres do ano de 2022 e mais quatro trimestres do ano de 2023, totalizando oito trimestres. A partir dos dados brutos coletados, foram extraídos dados para gerar as demais variáveis de análise na pesquisa. As variáveis adicionais extraídas foram: dia da semana, horário, latitude, longitude, sexo dos envolvidos no sinistro e sua quantidade, quantidade de envolvidos no sinistro por gravidade e categoria dos veículos envolvidos no sinistro.

Para realizar a extração dos dados, foram utilizadas fórmulas específicas no Excel para cada variável analisada. Para exemplificar o funcionamento de uma dessas fórmulas, apresentaremos a utilizada para extrair o número de pessoas do sexo masculino envolvidas nos sinistros. A fórmula correspondente está mostrada na Figura 5.

Figura 5 - Fórmula utilizada na contagem de envolvidos no sinistro

H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
Vítimas	Feminino	Masculino	SEM IDEN	Ilesa	Leves	Moderad	Graves	Óbito	Sem Infor	Veiculo Automó	
E C , Masculino, 48 anos Fe	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	Biciclet
A F M , Masculino, 62 anos	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	Motoci
J P A , Masculino, 23 anos F	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	Motoci
O L P , Masculino, 69 anos l	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	Automó
W L D S , Masculino, 21 anc	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	Automó
L G M , Masculino, 51 anos	0	=(NÚM.CARACT(H7) - NÚM.CARACT(SUBSTITUIR(H7; "Masculino"; ""))) / NÚM.CARACT("Masculino")									
C F X , Feminino, 39 anos F	1	NÚM.CARACT(texto)									
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	Automó
W D S , Masculino, 24 anos	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	Automó
, , Ferimentos Moderados	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	Automó
K P L S , Feminino, 28 anos	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	Motoci
E S D S , Feminino, 24 anos	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	Motoci
, , Ilesa	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	Motoci
M E F D E , Feminino, 17 ar	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Automó
P V D A K , Masculino, 19 ai	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	Motoci
R Z P , Feminino, 24 anos F	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	Automó
J H F M , Masculino, 16 ano	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	Motoci
L B , Feminino, 31 anos Fer	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Automó
V B B , Masculino, 20 anos	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	Motoci
L M G , Feminino, 25 anos f	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Motoci
S G P P , Feminino, 51 anos	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	Automó
J F B , Masculino, 49 anos F	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	Automó

Fonte: o autor, 2024.

A fórmula começa contando o número total de caracteres na célula J4 usando a função NÚM.CARACT(J2). Em seguida, ela remove todas as ocorrências da palavra “Masculino” da *string* na célula J2 utilizando a função “SUBSTITUIR”(J4; “Masculino”; “”), que substitui a palavra por uma *string* vazia. Após a remoção, a função “NÚM.CARACT(SUBSTITUIR(J4; “Masculino”; “”))” conta o número total de caracteres na *string* resultante. A diferença entre o número total de caracteres original e o número total de caracteres após a remoção da palavra “Masculino” é calculada subtraindo os dois valores: NÚM.CARACT(J4) - NÚM.CARACT(SUBSTITUIR(J4; “Masculino”; “”)). Este resultado é então dividido pelo comprimento da palavra “Masculino”, obtido usando-se NÚM.CARACT(“Masculino”). A palavra “Masculino” tem 9 caracteres.

Para ilustrar melhor, suponha que a célula J4 contenha a *string* “O sexo é Masculino e o sexo é Masculino”. A contagem total de caracteres seria 39, considerando espaços e tudo. Após remover “Masculino” duas vezes, a *string* se tornaria “O sexo é e o sexo é “, com 21 caracteres. A diferença entre as contagens seria $39 - 21 = 18$.

Dividindo este resultado pelo comprimento da palavra “Masculino” (9 caracteres), obteríamos $18 / 9 = 2$. Portanto, a fórmula retorna o valor 2, indicando que a palavra “Masculino” aparece duas vezes na célula J4. Essa fórmula automatiza o processo de contagem

do número de ocorrências de uma palavra específica dentro de uma *string*, utilizando funções de substituição e contagem de caracteres.

Este processo é repetido em sequência ao longo da coluna, adicionando os valores referentes a quantidade de vezes que a palavra Masculino aparece na coluna. O mesmo processo se repete para a variável Feminino. Outra variável importante que depende da contagem das duas supracitadas é a de quando não há informações sobre o sexo dos envolvidos no sinistro. Para adquirir este valor, utiliza-se uma função que adiciona o valor 1 para cada vez que uma das cédulas da variável Feminino e Masculino, apresentem, respectivamente, o valor 0. Ao final do processo, utiliza-se a função autossoma para identificar o número de envolvidos do sexo Masculino, Feminino e sem informação.

Para identificar outras variáveis como o número de veículos envolvidos em sinistros por categoria, o nível de gravidade e a quantidade de pessoas envolvidas nos sinistros, utiliza-se a mesma técnica utilizada acima, fazendo adaptações quanto à palavra-chave em uso para o cálculo e à célula em que ela está localizada. À exceção disso, o processo segue com os mesmos procedimentos.

Para fins de análise e organização, o dia foi dividido em quatro períodos principais: a madrugada, que vai da 0h às 6h; a manhã, que se estende das 6h ao meio-dia (12h); a tarde, que começa ao meio-dia (12h) e vai até às 18h; e, finalmente, a noite, que compreende o intervalo das 18h até a meia-noite (24h). Após gerar os dados necessários, foi produzida uma série de gráficos trimestrais, que podem ser observados em detalhe na seção de resultados deste trabalho.

Figura 6 - Estrutura dos dados de gráficos onde não há cruzamento de variáveis

4	Automóvel					112				112
5	Bicicleta					7				7
6	Caminhão					9				9
7	Caminhonete/Utilitario/Carro					14				14
8	Carreta					2				2
9	Micro-ônibus					0				0
10	Motocicleta e Motonetas					96				96
11	Ônibus					1				1
12	Patinete					0				0
13	Reboque ou Semi-reboque					2				2
14	Sem Informações					4				4
15	Total de Veículos					247				

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Feminino	Masculino	Sem Ident	Ilesa	Leves	Moderado	Graves	Óbito	Sem Informações	
2	73	100	15	29	88	57	4	2	10	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Natureza	Atropelam	Capotame	Choque c	Colisão	Queda de	Saída de p	Tombamento	
2	Acidente de Transito - Queda de veículo	8	6	=CONT.SE(A2:A145;"*Choque contra anteparo*")				144	
3	Acidente de Transito - Queda de veículo			CONT.SE(intervalo;critérios)					
4	Acidente de Transito - Colisão								
5	Acidente de Transito - Capotamento								
6	Acidente de Transito - Colisão								
7	Acidente de Transito - Queda de veículo								
8	Acidente de Transito - Choque contra anteparo								

Fonte: o autor, 2024.

Já nos gráficos que envolvem cruzamento de dados, foram utilizadas fórmulas mais elaboradas, com o objetivo de automatizar e garantir maior precisão no processo de contagem de determinadas variáveis.

A exemplo, podemos apontar o uso da fórmula “=SOMARPRODUTO((MÊS(A2:A113) = 9) * (TEXTO(A2:A113; “dddd”) = “Quarta-Feira”))”, utilizada para realizar a contagem de sinistros ocorridos por mês e dia da semana, observável na Figura 7.

Figura 7 - Fórmula utilizada na contagem de sinistros por mês e dia da semana

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Data e Hora	Dia da semana	Período				Domingo	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	
2	31/12/2023 12:24	domingo	Tarde			Outubro	7	9	6	10	5	7	3	47
3	30/12/2023 21:15	sábado	Noite			Novembro	5	5	8	6	4	7	9	44
4	30/12/2023 16:08	sábado	Tarde			Dezembro	=SOMARPRODUTO((MÊS(A2:A145) = 12) * (TEXTO(A2:A145; "dddd") = "Domingo"))							
5	30/12/2023 15:12	sábado	Tarde				=SOMARPRODUTO(matriz1; [matriz2]; [matriz3]; ...)							144
6	28/12/2023 18:37	quinta-feira	Noite											
7	26/12/2023 13:11	terça-feira	Tarde											
8	25/12/2023 19:01	segunda-feira	Noite											
9	25/12/2023 08:20	segunda-feira	Manhã											
10	24/12/2023 06:58	domingo	Manhã											
11	23/12/2023 21:24	sábado	Noite											
12	23/12/2023 13:30	sábado	Tarde											
13	23/12/2023 06:21	sábado	Manhã											
14	22/12/2023 23:39	sexta-feira	Noite											
15	22/12/2023 17:26	sexta-feira	Tarde											
16	20/12/2023 15:01	quarta-feira	Tarde											
17	20/12/2023 13:06	quarta-feira	Tarde											
18	19/12/2023 13:09	terça-feira	Tarde											
19	18/12/2023 17:10	segunda-feira	Tarde											
20	18/12/2023 16:10	segunda-feira	Tarde											

Fonte: o autor, 2024.

Essa fórmula verifica se o mês de cada data no intervalo A2:A113 é setembro (mês 9) usando a função $MÊS(A2:A113) = 9$. O resultado é um *array* de VERDADEIRO ou FALSO para cada célula, indicando se a data pertence a setembro.

Paralelamente, a fórmula converte cada data no intervalo A2:A113 em um texto que representa o dia da semana usando o formato “dddd” com a função $TEXTO(A2:A113; "dddd") = "Quarta-Feira"$. Isso verifica se o dia da semana é “Quarta-Feira”, resultando em outro *array* de VERDADEIRO ou FALSO para cada célula.

Quando se multiplica esses dois *arrays* de VERDADEIRO ou FALSO, o Excel trata VERDADEIRO como 1 e FALSO como 0. Portanto, a multiplicação dos dois *arrays* resulta em um novo *array* em que, se ambos os critérios forem verdadeiros (a data é setembro e é quarta-feira), o resultado é 1, e se qualquer um dos critérios for falso, o resultado é 0.

A função SOMARPRODUTO soma os produtos desses *arrays*. Neste caso, ela soma os 1s e 0s resultantes da multiplicação lógica. Como apenas os 1s contribuem para a soma, o resultado é o número total de quartas-feiras em setembro, dentro do intervalo especificado de datas.

Outra fórmula que utiliza de uma lógica semelhante é a utilizada para cruzar dados referentes aos dias e períodos de maior ocorrência de sinistros. Para utilizá-la, se altera o nome das variáveis de acordo com o que quer se analisar, no caso dia da semana e período de ocorrência, e repete-se a fórmula descrita acima com suas devidas alterações, como observa-se na Figura 8.

Figura 8 - Cruzamento de dados: dia da semana x período

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	Data e Hora	Dia da semana	Período			Manhã	Tarde	Noite	Madrugada				
2	31/12/2023 12:24	domingo	Tarde		Domingo	6	7	4	3				
3	30/12/2023 21:15	sábado	Noite		Segunda-f	6	7	8	2				
4	30/12/2023 16:08	sábado	Tarde		Terça-feira	4	7	7	0				
5	30/12/2023 15:12	sábado	Tarde		Quarta-fei	9	9	6	0				
6	28/12/2023 18:37	quinta-feira	Noite		Quinta-fei	3	3	6	1				
7	26/12/2023 13:11	terça-feira	Tarde		Sexta-feira	6	10	7	0				
8	25/12/2023 19:01	segunda-feira	Noite		Sábado	=SOMARPRODUTO((TEXTO(A2:A145;"dddd")="Sábado")*(C2:C145="Manhã"))							
9	25/12/2023 08:20	segunda-feira	Manhã			=SOMARPRODUTO(matriz1;[matriz2];[matriz3];...)						144	
10	24/12/2023 06:58	domingo	Manhã										
11	23/12/2023 21:24	sábado	Noite										
12	23/12/2023 13:30	sábado	Tarde										
13	23/12/2023 06:21	sábado	Manhã										
14	22/12/2023 23:39	sexta-feira	Noite										
15	22/12/2023 17:26	sexta-feira	Tarde										
16	20/12/2023 15:01	quarta-feira	Tarde										
17	20/12/2023 13:06	quarta-feira	Tarde										
18	19/12/2023 13:09	terça-feira	Tarde										
19	18/12/2023 17:10	segunda-feira	Tarde										
20	18/12/2023 16:10	segunda-feira	Tarde										
21	18/12/2023 12:45	segunda-feira	Tarde										
22	17/12/2023 11:12	domingo	Manhã										
23	16/12/2023 13:54	sábado	Tarde										
24	16/12/2023 02:02	sábado	Madrugada										
25	15/12/2023 20:12	sexta-feira	Noite										
26	15/12/2023 17:47	sexta-feira	Tarde										

Fonte: o autor, 2024.

Para analisar essa série de dados estatísticos e identificar as áreas com maior concentração de sinistros, pautando-se em índices estatísticos específicos, utilizou-se a técnica de Estimativa de Densidade Kernel (KDE), que possibilitou a criação dos mapas de calor analisados nesta pesquisa. O uso desta técnica teve como objetivo identificar as áreas com maior frequência de sinistros de trânsito e, posteriormente, possibilitar a análise em campo para avaliar a influência de fatores locais e regionais na incidência desses sinistros. A fim de dar prosseguimento à produção desses mapas, foi necessário, primeiramente, atribuir coordenadas georreferenciais aos locais onde ocorreram os sinistros. Esse processo consistiu em criar e associar às variáveis Longitude e Latitude os valores das coordenadas (X e Y), possibilitando sua utilização na confecção dos produtos cartográficos. Dessa forma, utilizaram-se os dados presentes na variável “Endereço” para localizar cada um dos sinistros. Para isso, foi necessário o uso do programa Google Earth Pro (GEP), no qual a informação contida no campo “Endereço” era inserida na barra de pesquisa. Como não havia um padrão uniforme na forma de registro dos endereços, conforme ilustrado na Figura, e considerando que alguns nomes de ruas estavam incorretos ou divergiam daqueles registrados no GEP, essa etapa do processo não pôde ser automatizada.

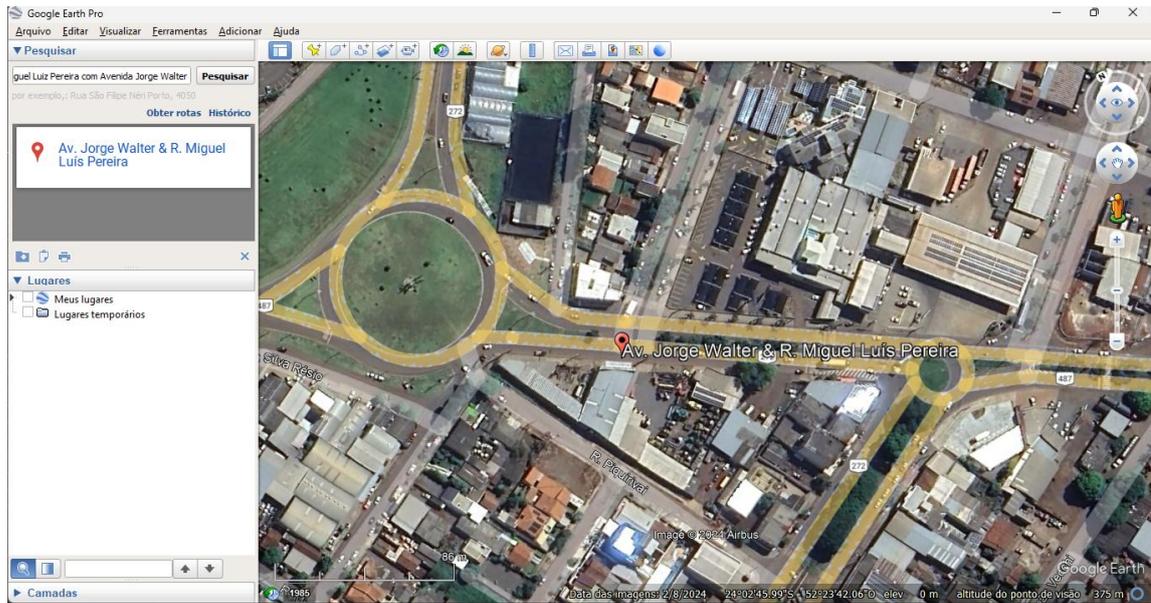
Figura 9 - Organização dos endereços nos dados brutos

F
Endereco
RUA DAMASCO, nº 401
AV PREF VIRIATO DE SOUZA FO, nº 435
RUA ROBERTO BRZEZINSKI COM AV JOAO BENTO
AV JOSE WIERZCHON COM RUA DOS COLONIZADORES
ROD BR 487, km 1
ROD BR 487, km 100
EST ESTRADA RURAL, nº 1
ROD PR 082, nº 5
ROD PR 487 CMO - IRETAMA, km 1
RUA HARRISON JOSE BORGES, nº 1200
ROD BR 487, km 5
AV JOHN KENNEDY, nº 2564
RUA RUA DEA RIBAS AMARAL, nº 303
AV JORGE WALTER, nº 2505
RUA MIGUEL LUIZ PEREIRA COM AV JORGE WALTER
RUA JOAO DE BARRO, nº 246
AV IRMÃOS PEREIRA COM RUA SANTOS DUMONT
AV COM NORBERTO MARCONDES COM RUA INTERVENTOR MANOEL RIBAS
EST ESTRADA RURAL, nº 4

Fonte: o autor, 2024.

Como exemplo do processo de coleta das coordenadas, considerou-se o caso de um sinistro ocorrido na interseção entre a Rua Miguel Luiz Pereira e a Avenida Jorge Walter. Para identificar a localização, digita-se “Rua Miguel Luiz Pereira com Avenida Jorge Walter” na barra de pesquisa do Google Earth Pro (GEP). Em seguida, posiciona-se o cursor sobre o ponto marcado e pressiona-se as teclas Ctrl + Shift + C para copiar as coordenadas, conforme ilustrado na Figura 10. Após isso, retorna-se ao Excel e cola-se a coordenada copiada na tabela, que, inicialmente, apresenta a estrutura mostrada na Figura 11.

Figura 10 - Coleta de coordenadas no Google Earth Pro



Fonte: Google Earth Pro, 2024.

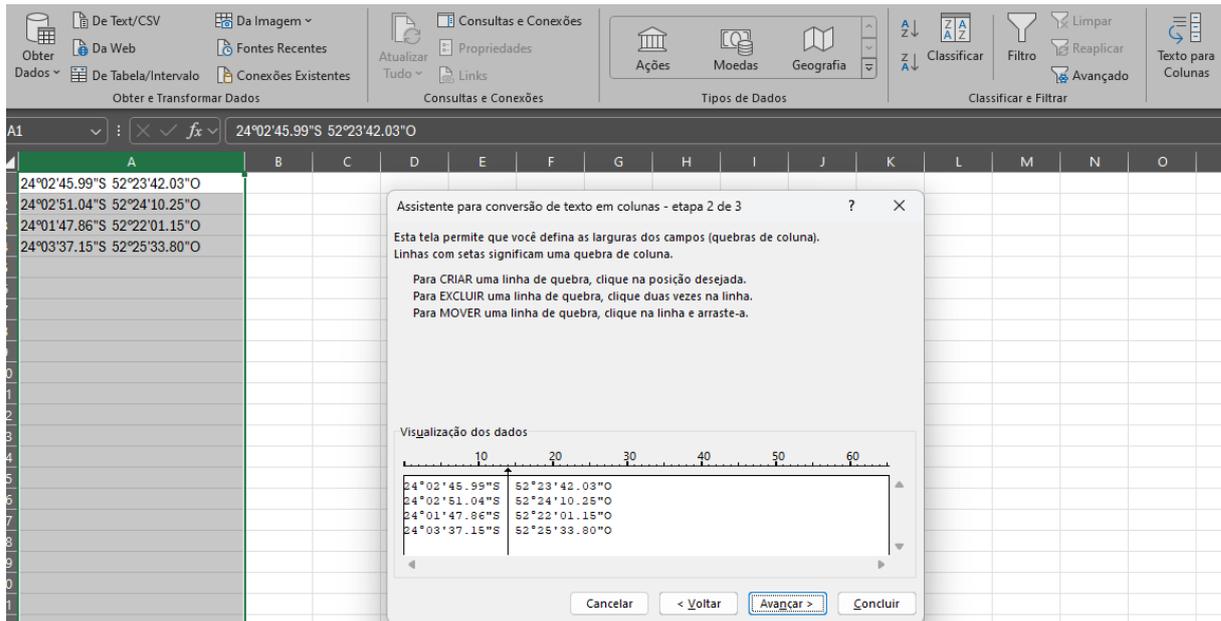
Figura 11 - Estruturação inicial das coordenadas no Excel

	A
1	24°02'45.99"S 52°23'42.03"O
2	24°02'51.04"S 52°24'10.25"O
3	24°01'47.86"S 52°22'01.15"O
4	24°03'37.15"S 52°25'33.80"O

Fonte: o autor.

O passo seguinte consistiu em separar as coordenadas em duas colunas distintas, atribuindo os valores de Sul à coluna Latitude e os de Oeste à coluna Longitude. Para isso, utiliza-se a opção “Texto para colunas”, localizada na aba Dados do Excel, a fim de realizar a separação adequada dos dados. Após esse procedimento, as informações passam a estar organizadas conforme ilustrado na Figura 12. Em seguida, os dados são salvos no formato .csv, dando início à etapa de organização e preparação para serem trabalhados no software QGIS.

Figura 12 - Transposição de dados

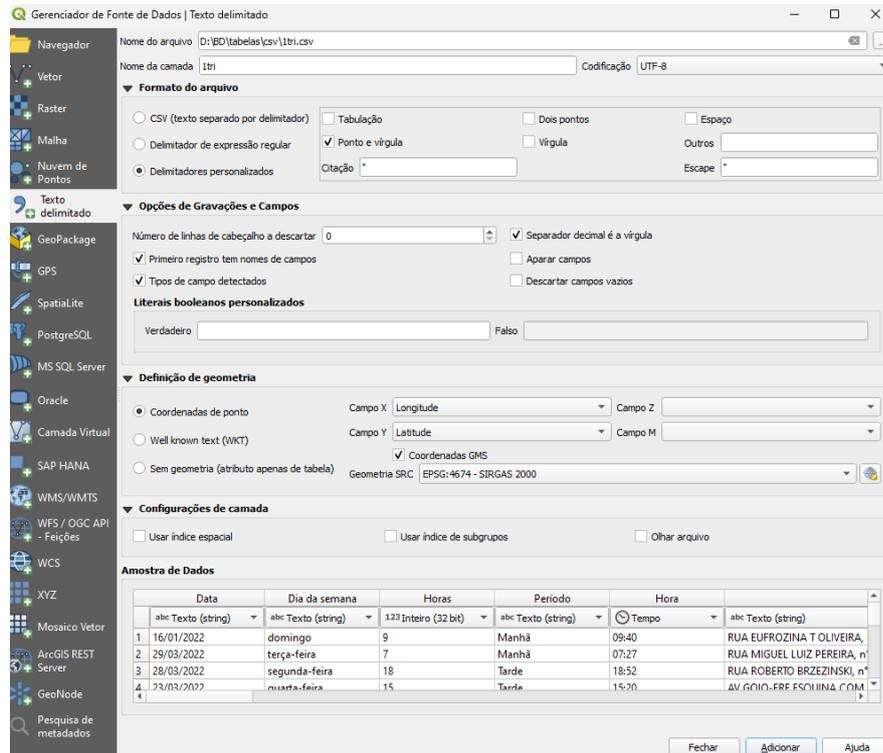


	A	B	C
1	24°02'45.99"S	52°23'42.03"O	
2	24°02'51.04"S	52°24'10.25"O	
3	24°01'47.86"S	52°22'01.15"O	
4	24°03'37.15"S	52°25'33.80"O	

Fonte: o autor, 2024.

Em seguida, foram importados todos os arquivos contendo a localização georreferenciada dos sinistros. Um desses arquivos agrupava todos os sinistros, independentemente do tipo de ocorrência, enquanto os demais estavam organizados por tipo de sinistro, que incluem: atropelamento, capotamento, choque contra anteparo, colisão, engavetamento, queda de veículo, saída de pista, submersão de veículo e tombamento. Apesar da variedade de tipos possíveis, alguns desses sinistros não foram registrados em nenhum dos trimestres analisados nesta pesquisa. Os parâmetros adotados para a importação dos arquivos estão detalhados na Figura 13.

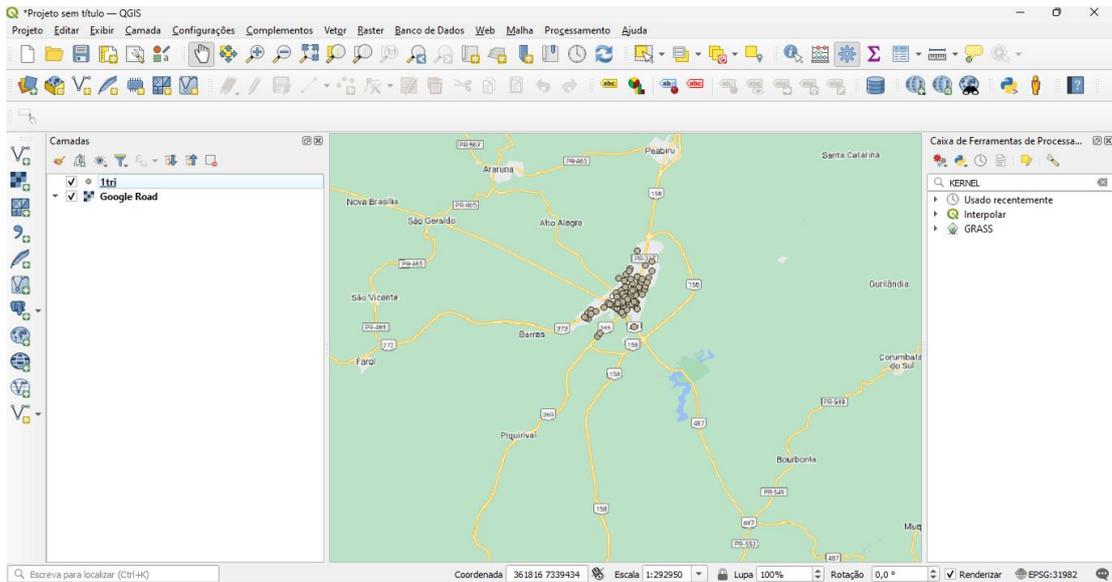
Figura 13 - Importação de arquivos georreferenciados para o Qgis



Fonte: o autor, 2024.

Após a importação dos dados, foi gerada uma série de pontos que representam a distribuição espacial dos sinistros na cidade de Campo Mourão. Essa visualização permite observar a concentração e dispersão dos eventos em diferentes áreas do município, facilitando a análise dos padrões de ocorrência e a detecção de possíveis áreas críticas. A distribuição dos pontos no mapa da cidade pode ser visualizada na Figura 14.

Figura 14 - Distribuição dos pontos com ocorrência de sinistros em Campo Mourão

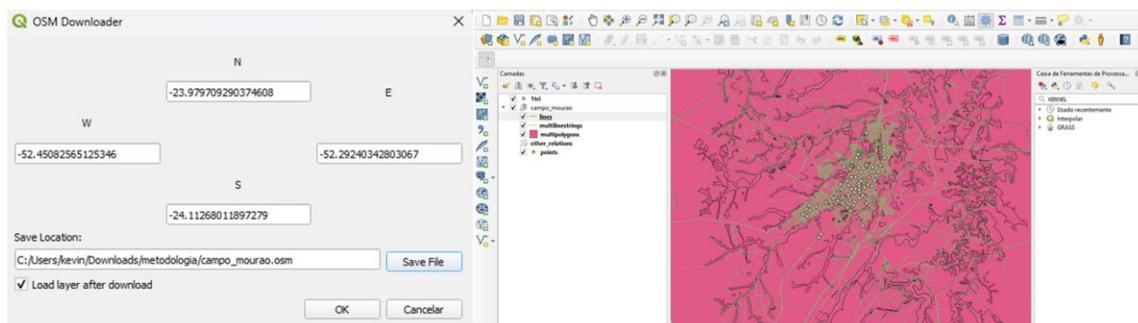


Fonte: o autor, 2024.

Após a realização dos procedimentos descritos até aqui, efetuou-se o download dos vetores utilizados como arquivos-base para a elaboração dos mapas. Com o objetivo de obter um panorama da configuração urbana de Campo Mourão, foi adicionado ao QGIS o plugin OSMDownloader, que permite a importação direta de dados do OpenStreetMap (OSM). Esse plugin possibilita a obtenção de uma malha urbana da cidade, a partir de um mapeamento colaborativo realizado pelos próprios usuários da plataforma.

A aquisição dos arquivos vetoriais ocorre mediante a delimitação das coordenadas correspondentes à área de estudo, conforme ilustrado na Figura 15. Após o download, os arquivos são integrados às demais camadas do projeto, contendo informações diversas, como relevo, hidrografia, ruas e avenidas — elementos também visíveis na Figura 14.

Figura 15 - Delimitação da área de estudo no OSM e sua visualização inicial

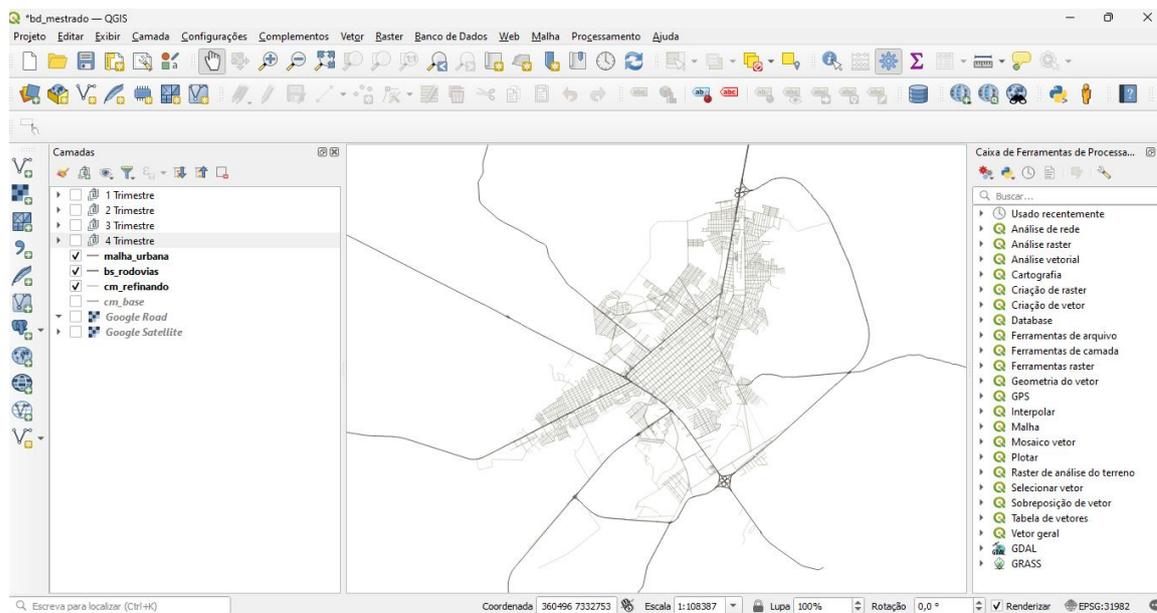


Fonte: Do autor, 2024.

Na sequência, procedeu-se à limpeza dos vetores do arquivo base obtido via OSM, de modo que apenas as feições de interesse fossem mantidas para a visualização e elaboração dos produtos cartográficos.

Dividiram-se estes arquivos em categorias, nomeadas de: “malha_urbana”, que reúne toda a área central da cidade de Campo Mourão; “bs_rodovias”, que representam as rodovias que se conectam a cidade de Campo Mourão; “cm_refinando”, que indica o ajuste fino realizado para que a área central se destaque; e o arquivo denominado “cm_base” correspondendo ao arquivo original que contém todos os elementos disponíveis. Ele é utilizado sempre que se torna necessário adicionar alguma feição que não esteja visível na visualização atual. Essa estrutura pode ser observada na Figura 16.

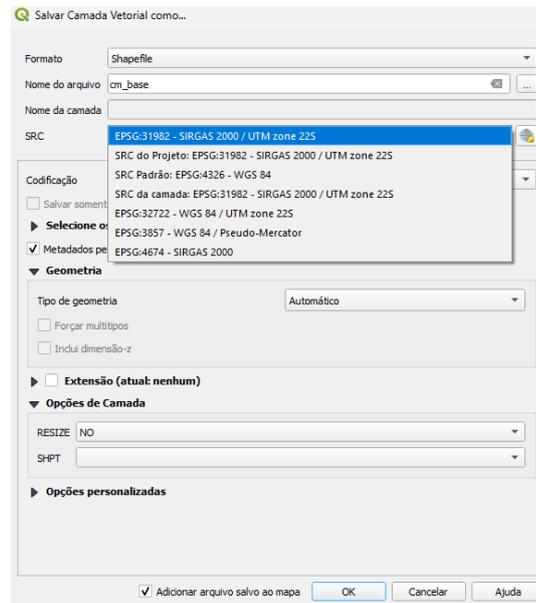
Figura 16 - Estrutura dos arquivos base no Qgis



Fonte: o autor, 2024.

Logo em seguida, foi realizada a conversão das coordenadas do arquivo, que estavam, por padrão, no Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) SIRGAS 2000 EPSG:4674 — com coordenadas geográficas — para o SRC SIRGAS 2000 / UTM zone 22S EPSG:31982, que utiliza coordenadas projetadas no sistema *Universal Transverse Mercator* (UTM). Essa conversão, ilustrada na Figura 17, foi necessária porque, para a elaboração dos mapas baseados na técnica KDE, as coordenadas devem estar representadas em metros.

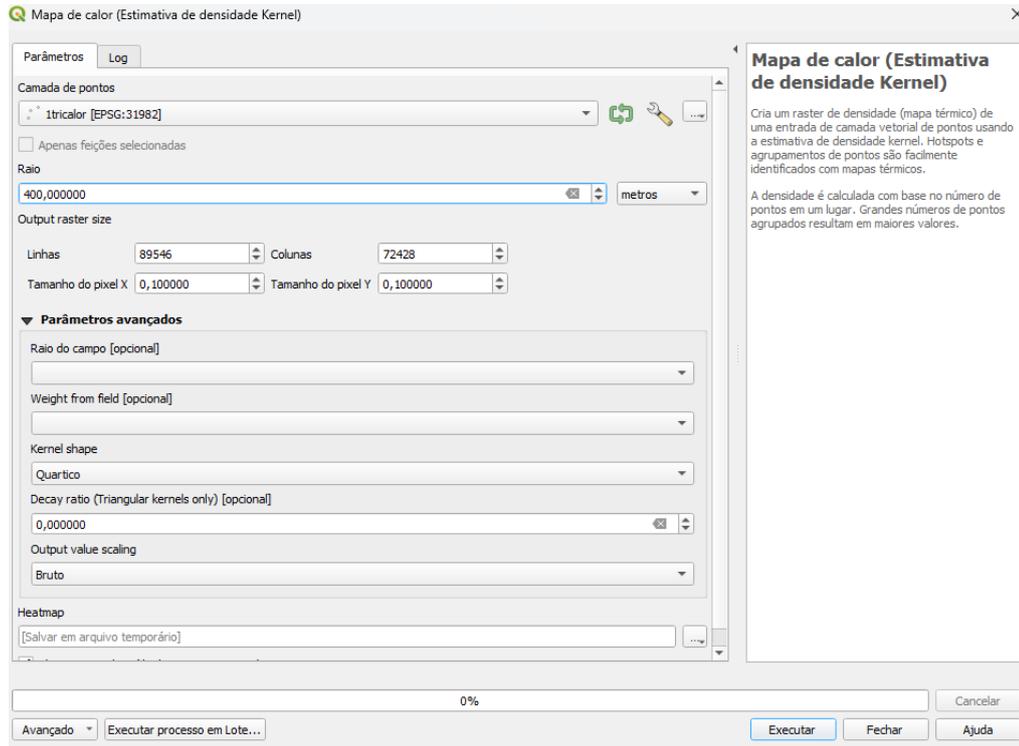
Figura 17 - Conversão das camadas para UTM



Fonte: o autor, 2024.

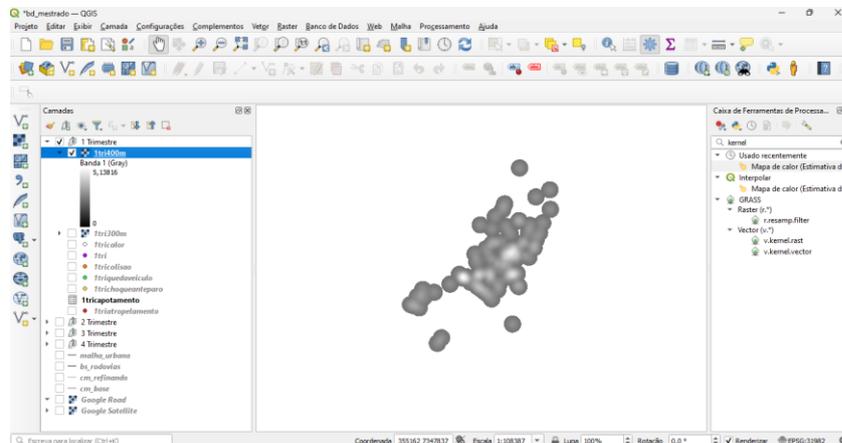
Com os arquivos devidamente preparados, a próxima etapa foi a da elaboração dos arquivos base para os mapas de calor. Estes arquivos são originados selecionando-se a opção Estimativa de densidade Kernel, no *Qgis*, na qual são definidos os parâmetros como a camada de pontos utilizada, o raio de abrangência entre pontos, número de linhas, tamanho dos pixels gerados, além de outros parâmetros, que podem ser observados na Figura 18. Neste trabalho, foram testadas diversas combinações de parâmetros; contudo, a que gerou os resultados mais eficientes para a análise foi a que utilizou um raio de 400 metros, mantendo os demais parâmetros nos valores padrão. Ao executar o processo com esses parâmetros, obtém-se o arquivo apresentado na Figura 19, no qual já é possível identificar alguns pontos em destaque. Vale ressaltar que essa figura ainda não mostra a forma final do mapa, que será apresentada posteriormente.

Figura 18 - Parâmetros para geração dos mapas de calor



Fonte: Do autor, 2024.

Figura 19 - Arquivo raster, gerado após a execução da KDE

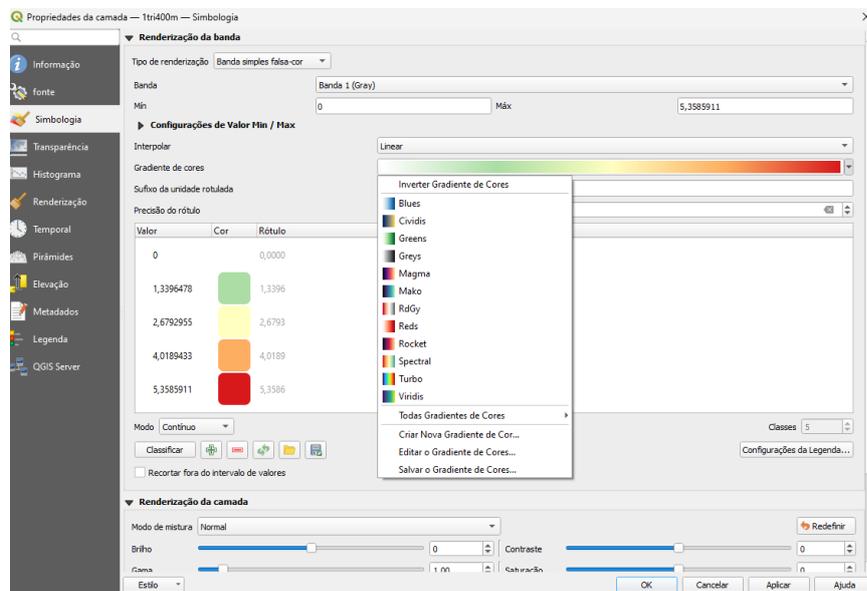


Fonte: Do autor, 2024.

O próximo passo realizado foi o de adequar a simbologia do arquivo de forma que ficasse visualmente mais fácil a observação e análise dos locais com maior concentração de sinistros. Para isso, conforme mostrado na Figura 20, foi escolhida a renderização do tipo “Banda simples falsa-cor”, configurada com cinco classes de rótulo em modo contínuo. O valor zero recebeu a cor branca com alto nível de transparência, de forma que as áreas sem índices de sinistros permanecessem sem cor. Essa escolha evita que regiões sem dados interfiram na

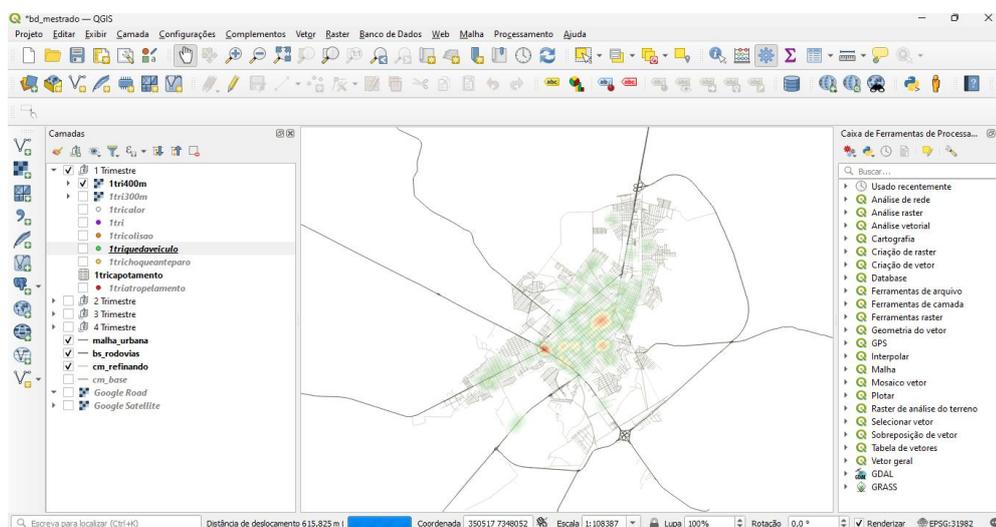
análise visual, facilitando a interpretação dos resultados. Os mapas de calor usam cores para indicar diferentes níveis de magnitude dos dados, permitindo a identificação rápida de padrões e áreas críticas. Neste caso, a simbologia foi ajustada para facilitar a observação dos locais com maior concentração de sinistros, utilizando-se uma escala de cores que destaca as áreas de alta densidade. Após a conclusão da realização deste passo, a malha do mapa de calor passou a apresentar uma forma mais clara e perceptível, como pode ser observado na Figura 21.

Figura 20 - Definição dos parâmetros na simbologia



Fonte: o autor, 2024.

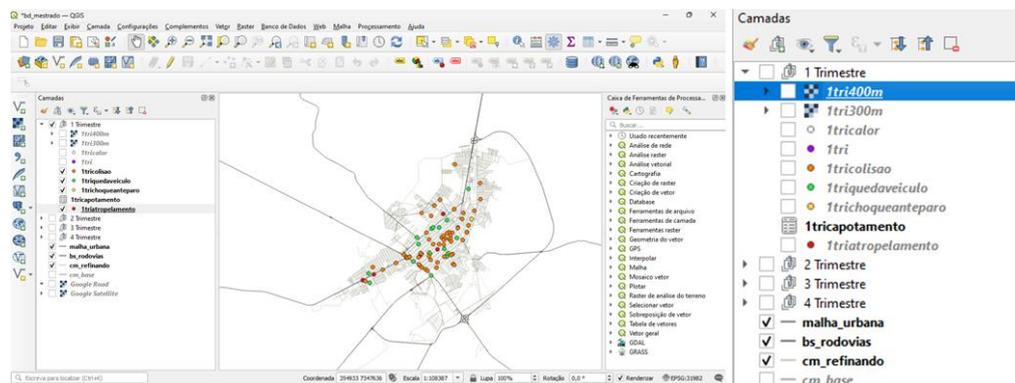
Figura 21 - Resultado após a aplicação dos parâmetros na simbologia



Fonte: o autor, 2024.

Outro tipo de mapa elaborado utiliza os pontos de sinistros, divididos por categoria, conforme descrito nesta seção. Esses pontos, apresentados na Figura 22, serviram de base para a criação de mapas temáticos que mostram a distribuição dos sinistros por tipo na cidade de Campo Mourão. Essa abordagem possibilitou também a análise das categorias de sinistros que ocorrem com maior frequência em determinadas áreas do município.

Figura 22 - Distribuição dos sinistros por tipo, arquivos base



Fonte: Do autor, 2024.

A análise dos dados obtidos permite que o próximo passo seja realizado, que diz respeito a escolha dos pontos que serão observados em Campo. Já que com as informações geradas, é possível identificar os lugares com maior ocorrência de sinistros em Campo Mourão.

3.3.1 Equação do mapa de densidade de Kernel: conceito e aplicação

Os mapas de calor elaborados no QGIS são gerados a partir das chamadas *Funções de Densidade de Probabilidade*, que são conceitos estatísticos utilizados para descrever a distribuição de uma variável aleatória X por meio de uma função de estimativa f . Ao especificar essa função f , é possível obter uma representação da distribuição de X (Silverman, 1986).

Neste trabalho, os mapas de calor foram elaborados utilizando a técnica estatística de estimativa de densidade por Kernel. Essa metodologia permite suavizar a distribuição dos pontos de dados, gerando uma superfície contínua que representa a densidade dos eventos em toda a área de estudo.

O mapa de Kernel baseia-se na ideia de que cada ponto de dados contribui para a densidade estimada em sua vizinhança, definida por um raio de influência. A contribuição de cada ponto é ponderada pela distância até o local de interesse, por meio de uma função

matemática chamada função de Kernel. Essa função determina como o peso de cada ponto diminui conforme a distância aumenta.

Existem várias funções de Kernel comuns, cada uma com características específicas: a gaussiana (ou normal), a mais utilizada, que suaviza os dados de forma contínua; a quártica, semelhante à gaussiana, porém com uma cauda mais curta; a triangular, que é mais simples e rápida de calcular, porém menos suave; e a uniforme, na qual todos os pontos dentro do raio de influência têm peso igual (Węglarczyk, 2018).

A equação geral para o estimador de densidade de Kernel pode ser representada como:

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_h(x - x_i) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (1)$$

onde $\hat{f}_h(x)$ é a densidade estimada no ponto x , com banda de suavização h ; n é o número total de pontos observados; $\sum_i^n = 1$ indica a soma para todos os pontos x_i ; K é a função de Kernel, que determina a influência de cada ponto sobre a densidade em x ; h é o parâmetro de suavização (largura de banda), que controla o raio de influência de cada ponto e x_i são os valores observados.

A escolha do raio de influência (h) afeta a suavização dos dados. Um valor pequeno pode resultar em uma superfície irregular, enquanto um valor grande pode suavizar demais os dados, perdendo detalhes importantes. Existem métodos para escolher h , como o método da média das distâncias médias mais o desvio padrão.

Em mapas de calor, a densidade estimada é representada por cores, nas quais áreas mais densas são geralmente indicadas por cores mais quentes (como vermelho ou laranja) e áreas menos densas por cores mais frias (como azul). Isso permite visualizar facilmente onde os eventos estão mais concentrados.

Ferramentas disponíveis no QGIS e ArcGIS permitem a criação de mapas de Kernel de forma relativamente simples, facilitando a análise espacial de dados pontuais. Esses softwares oferecem interfaces gráficas para configurar parâmetros como o raio de influência e a função de Kernel, tornando o processo mais acessível.

3.3.2 Correlação de Pearson aplicada a análise de sinistros de trânsito

Para analisar estatisticamente as tendências e padrões que influenciam a ocorrência de sinistros, optou-se por utilizar a correlação de Pearson. É importante destacar que, neste

contexto, a análise não está relacionada à localização espacial dos sinistros, mas sim às características específicas de cada ocorrência. A correlação de Pearson é uma técnica eficaz para medir a relação linear entre variáveis contínuas, permitindo identificar se há associação entre diferentes fatores que podem impactar a gravidade ou a frequência dos sinistros.

A metodologia envolveu, inicialmente, a coleta de dados sobre os sinistros, como tipo de carteira de motorista, período do dia, dias da semana, gravidade do sinistro (ilesos, leves, moderados, graves, óbitos). Após a coleta, os dados são organizados em uma base de dados para facilitar o cálculo da correlação. A correlação de Pearson é calculada usando a função (2):

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{\cos(X, Y)}{\sqrt{\text{var}(X) \cdot \text{var}(Y)}} \quad (2)$$

onde ρ é o coeficiente de correlação de Pearson, que pode variar de -1 a 1, indicando correlação linear positiva perfeita quando seu valor é 1; correlação linear negativa perfeita, quando seu valor é -1; e ausência de correlação linear quando seu valor é 0; x_i e y_i são os valores individuais das variáveis X e Y ; \bar{x} e \bar{y} são as médias das variáveis X e Y respectivamente; n é o número de pares de dados; \sum indica a soma de todos os valores para i de 1 até n ; $\text{var}(X)$ e $\text{var}(Y)$ representam as variâncias das variáveis X e Y ; e $\cos(X, Y)$ representa o cosseno do ângulo entre os vetores X e Y (Bruce; Bruce, 2019).

É importante considerar, no entanto, que a classificação “Sem Carteira” se refere ao agrupamento dos veículos que não necessitam de carteira de motorista para transitar na cidade, e não a motoristas não habilitados. As demais categorias seguem o padrão estipulado, como carteira A, B e C ou mais, que são categorias de habilitação para diferentes tipos de veículos, conforme regulamentado pelo Conselho Nacional de trânsito (CONTRAN), o órgão responsável por estabelecer as normas nacionais de trânsito no Brasil, no Artigo. 143 da Lei Nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.

O coeficiente de correlação de Pearson (rho) varia de -1 a 1. Valores próximos de 1 indicam uma forte correlação positiva, enquanto valores próximos de -1 indicam uma forte correlação negativa. Valores próximos de 0 sugerem que não há uma relação linear significativa entre as variáveis (Rumsey, 2010). Segundo Callegari-Jacques (2003), o coeficiente pode ser avaliado nos seguintes parâmetros:

- **Nula:** Quando $|r| = 0$, não há qualquer relação linear entre as variáveis.

- **Fraca:** Para valores entre $0 < |r| < 0,3$, a correlação é considerada fraca, ou seja, a associação linear entre as variáveis é pouco significativa.
- **Regular:** Com valores entre $0,3 \leq |r| < 0,6$, a relação é classificada como regular, indicando uma associação linear moderada.
- **Forte:** Para $0,6 \leq |r| < 0,9$, a correlação é considerada forte, mostrando uma relação linear significativa entre as variáveis.
- **Muito forte:** Quando $0,9 \leq |r| < 1$, a correlação é muito forte, sugerindo uma associação linear bastante intensa.
- **Plena ou perfeita:** Quando $|r| = 1$, a correlação é plena ou perfeita, significando que existe uma relação linear exata entre as variáveis.

Por exemplo, ao analisar a relação entre o tipo de carteira de motorista e a gravidade dos sinistros, uma correlação positiva entre carteira categoria B e sinistros graves pode indicar que condutores com essa habilitação estão mais frequentemente envolvidos em acidentes de maior gravidade. Por outro lado, uma correlação negativa entre a ausência de carteira e sinistros graves pode sugerir que condutores sem habilitação tendem a estar envolvidos em sinistros de menor gravidade. Além disso, ao examinar a relação entre o período do dia e a gravidade dos sinistros, uma correlação positiva entre a manhã e sinistros com pessoas ilesas sugere que, nesse período, ocorrem mais acidentes sem ferimentos graves. Por outro lado, uma correlação negativa entre a noite e sinistros leves indica que, à noite, os acidentes tendem a ser menos graves.

Nesta pesquisa, foram analisadas correlações entre variáveis relacionadas às características dos condutores, aos períodos do dia, ao tipo de dia e aos desfechos dos sinistros. As variáveis consideradas referentes aos condutores incluíram a categoria da carteira de habilitação (sem carteira, Carteira A, Carteira B, Carteira C ou superior). No que diz respeito ao tempo, foram analisados os períodos do dia (manhã, tarde, noite e madrugada) e o tipo de dia (semana ou fim de semana). Quanto aos desfechos dos sinistros, avaliaram-se o total de sinistros, vítimas ilesas, lesões leves, moderadas, graves e óbitos. Foram realizadas correlações entre essas variáveis para identificar possíveis associações lineares entre as características dos condutores, o contexto temporal dos sinistros e os diferentes desfechos dos sinistros.

A utilização da correlação de Pearson na análise de sinistros oferece uma visão dos padrões subjacentes, permitindo que as autoridades e seguradoras desenvolvam estratégias para prevenir sinistros e mitigar seus impactos. Ao identificar quais fatores estão mais fortemente relacionados à gravidade dos sinistros, é possível direcionar esforços de segurança para áreas específicas, como educação de motoristas ou melhorias na infraestrutura viária.

É importante ressaltar que a utilização da correlação de Pearson na análise dos sinistros permite identificar relações lineares entre diferentes fatores, como características dos condutores, períodos do dia e desfechos dos sinistros. Essa abordagem oferece uma compreensão dos padrões subjacentes, possibilitando sejam direcionadas estratégias de prevenção e mitigação de impactos para aspectos mais relevantes, como campanhas educativas ou intervenções na infraestrutura viária.

No entanto, cabe destacar que a correlação não implica, necessariamente, uma relação de causa e efeito entre as variáveis analisadas, conforme Callegari-Jacques (2003). Ou seja, mesmo que duas variáveis apresentem correlação positiva ou negativa, isso não significa que uma seja responsável pelo aumento ou diminuição da outra; indica apenas que ambas tendem a variar semelhantemente, sugerindo uma relação de similaridade em termos de direção Callegari-Jacques (2003). Reconhecendo essa limitação, a próxima etapa deste trabalho envolveu observações de campo, com o objetivo de aprofundar a análise qualitativa dos fatores identificados e compreender, em maior detalhe, o contexto em que os sinistros ocorrem.

3.4 Metodologia de análise da sinistralidade urbana: observações de campo

Para compreender a relação entre a estrutura urbana e os sinistros de trânsito em Campo Mourão, desenvolveu-se uma metodologia de observação de campo que integra análises geográficas, observações empíricas e revisão documental. Realizou-se uma revisão documental para compreender as diretrizes legais e urbanísticas que regem a infraestrutura viária e a mobilidade urbana.

Gerou-se um mapa de calor combinando dados de sinistralidade dos anos de 2022 e 2023, permitindo assim selecionar cinco pontos críticos na cidade, caracterizados pela alta concentração de sinistros e peculiaridades urbanas, como cruzamentos movimentados e vias próximas a equipamentos públicos.

Nos pontos críticos, conduziram-se observações focadas nas condições das vias e nas dinâmicas sociais locais. Foram analisados diversos aspectos, incluindo condições das vias, como sinalização, presença de faixas de pedestres e iluminação, utilizando-se um *checklist* fotográfico para registro. A dinâmica do tráfego foi avaliada por meio de observação visual, focando especialmente em comportamentos de risco, como ultrapassagens irregulares e atitudes inadequadas de motoristas e pedestres, que utilizam as vias perigosamente, principalmente colocando a própria segurança em risco.

O fluxo de pedestres foi documentado por meio de registros em vídeo e observação participante, observando-se o movimento em cruzamentos, uso de calçadas e pontos de travessia informal. Os elementos constituintes da infraestrutura urbana foram apontados em figuras, considerando a presença de equipamentos públicos e privados, como escolas e postos de saúde, pontos de ônibus e ciclovias, postos de combustível, e comércio em geral. Além disso, examinou-se o uso do solo, comparando-se as condições observadas com as normas legais vigentes, especialmente em relação ao comércio informal, estacionamentos irregulares e ocupação de vias públicas.

Integraram-se dados espaciais por meio de SIG, sobrepondo pontos de sinistros, infraestrutura urbana e características viárias. Triangularam-se dados de campo, mapas de calor e normas urbanas para identificar correlações. Por exemplo, verificou-se que cruzamentos com alta sinistralidade frequentemente apresentam ausência de sinalização semafórica ou conflitos entre pedestres e veículos.

Assim, combinaram-se abordagens quantitativas (análise espacial) e qualitativas (observação de campo), garantindo uma avaliação interdisciplinar alinhada às necessidades do planejamento urbano contemporâneo.

Diante da integração entre múltiplos métodos e fontes de dados, a pesquisa estruturou um quadro robusto para compreender a complexidade dos sinistros de trânsito em Campo Mourão. Essa articulação entre análises espaciais, observações qualitativas e cruzamento de diferentes bancos de dados proporcionou uma base sólida para interpretar os padrões identificados. A partir dessa abordagem, cria-se o suporte necessário para examinar os resultados obtidos e discutir suas implicações práticas e teóricas.

Na próxima seção, serão apresentados e analisados os principais achados do estudo, relacionando-os ao perfil dos sinistros, à distribuição espacial dos registros e aos fatores infraestruturais associados, permitindo elucidar de forma mais precisa a dinâmica dos sinistros no contexto urbano investigado.

4 RESULTADOS E IMPLICAÇÕES: UM ESTUDO SOBRE SINISTROS DE TRÂNSITO

Como discutido anteriormente, os sinistros de trânsito representam um grave problema de saúde pública no município de Campo Mourão. Com o objetivo de compreender melhor essa realidade, esta seção teve como propósito analisar os produtos cartográficos elaborados, identificar o perfil dos sinistros e correlacionar a infraestrutura urbana aos locais com maior índice de sinistros.

Neste sentido, para se compreender como ocorre a dinâmica destes sinistros na área urbana de Campo Mourão, se subdividiu-se essa seção em três subtópicos, sendo eles: (4.1) Análise dos produtos estatísticos representativos da sinistralidade em Campo Mourão; (4.2) Análise de mapas sobre a sinistralidade em Campo Mourão; (4.3) Análise de correlação: relações entre fatores e sinistralidade; e (4.4) Análise da relação entre infraestrutura urbana e sinistros.

O primeiro subtópico aborda os produtos estatísticos utilizados para representar a distribuição e a frequência dos sinistros de trânsito em Campo Mourão. Por meio da elaboração de gráficos e tabelas, foram identificados padrões e tendências nos dados, possibilitando a construção de um perfil detalhado da sinistralidade na região. Essa abordagem quantitativa permite visualizar a incidência dos sinistros ao longo do tempo e entre diferentes categorias, contribuindo para a compreensão dos principais fatores envolvidos.

No segundo subtópico, a análise se volta para os mapas cartográficos relacionados à sinistralidade em Campo Mourão. Foram utilizados mapas de calor e mapas de distribuição por tipo de sinistro para examinar a intensidade e a concentração espacial desses eventos. Essa representação espacial facilita a identificação de áreas críticas e padrões geográficos relevantes, permitindo apontar regiões com maior incidência de sinistros e subsidiando ações de planejamento urbano e de segurança viária.

O terceiro subtópico apresenta a análise de correlação entre os fatores associados aos sinistros de trânsito. Com a aplicação da equação de correlação de Pearson, foram examinadas as relações lineares entre diferentes variáveis, como características dos condutores, períodos do dia, tipos de dia e desfechos dos sinistros. Essa abordagem possibilitou identificar quais fatores apresentam maior similaridade de comportamento, indicando padrões de associação, embora não implique relação de causa e efeito entre as variáveis analisadas.

Por fim, o quarto subtópico traz uma análise relacional entre a infraestrutura urbana dos locais com maior índice de sinistros e a ocorrência desses eventos. Foram avaliados aspectos como a configuração da rede viária, a sinalização e demais elementos urbanos, a fim de verificar se possíveis falhas ou deficiências estruturais contribuem para a sinistralidade observada. Essa etapa busca fornecer subsídios para intervenções e melhorias direcionadas à redução dos sinistros de trânsito na região.

Na subseqüente subseção, será descrito com mais profundidade o processo de análise dos produtos estatísticos e cartográficos que retratam a dinâmica dos sinistros em Campo Mourão.

4.1 Análise dos produtos estatísticos representativos da sinistralidade em Campo Mourão

A utilização de sistemas de informações geográficas tem se mostrado uma importante ferramenta para a análise espacial e compreensão da distribuição de sinistros de trânsito no espaço urbano. Assim, a primeira etapa desta pesquisa consistiu em levantar e analisar os produtos cartográficos elaborados, mapeamentos e representações espaciais e gráficas, que retratassem a distribuição dos sinistros de trânsito no município de Campo Mourão.

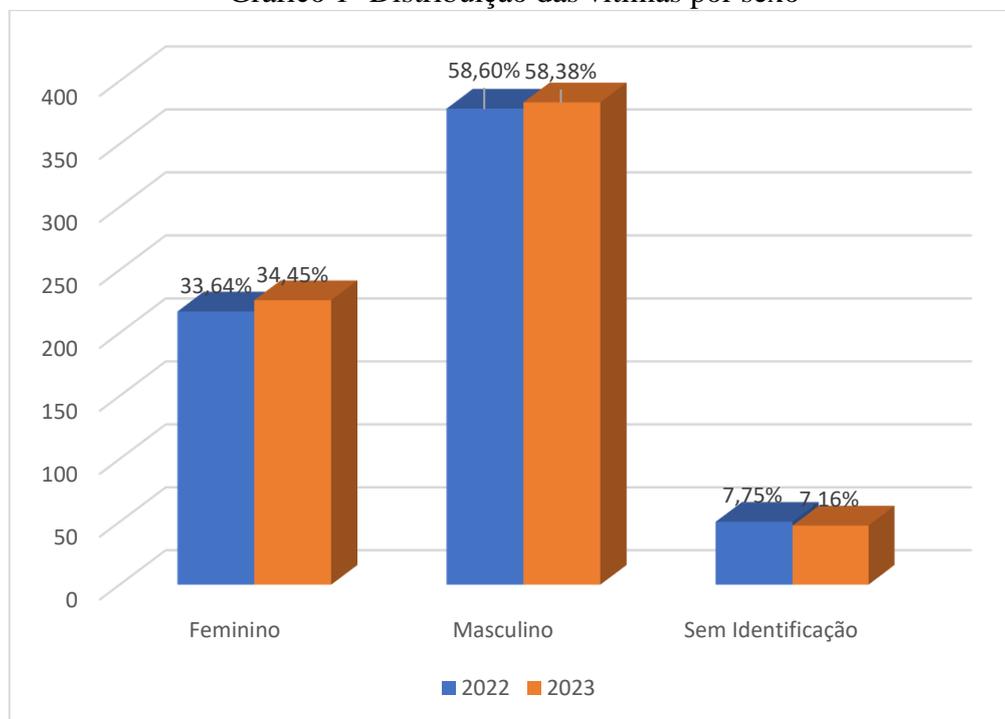
Os sinistros de trânsito tendem a se concentrar em determinadas áreas ou “pontos quentes” (*hotspots*) da malha viária, revelando uma distribuição espacial não aleatória. Esse padrão espacial pode ser melhor visualizado e compreendido por meio da cartografia temática, que permite a identificação desses locais críticos e a espacialização de outros atributos relacionados aos sinistros.

Para desenvolver esta análise, os dados dos anos de 2022 e 2023 foram examinados de forma anual e comparativa, permitindo observar a evolução da sinistralidade ao longo desse período. Em 2022, foram registrados 650 sinistros de trânsito em Campo Mourão, número que aumentou para 660 ocorrências em 2023, evidenciando uma média superior a um sinistro por dia em ambos os anos.

No primeiro gráfico analisado (Gráfico 1), observa-se que, ao longo dos anos de 2022 e 2023, não houve discrepância significativa na porcentagem de envolvidos em sinistros. O padrão indica que pessoas do sexo masculino representam a maior parte dos envolvidos, correspondendo a 58% do total em ambos os anos. Já a participação de pessoas do sexo feminino manteve-se bastante estável, com 33,64% em 2022 e 34,45% em 2023. Por fim, os

dados com informações ausentes correspondem a aproximadamente 7% dos casos em ambos os anos.

Gráfico 1- Distribuição das vítimas por sexo



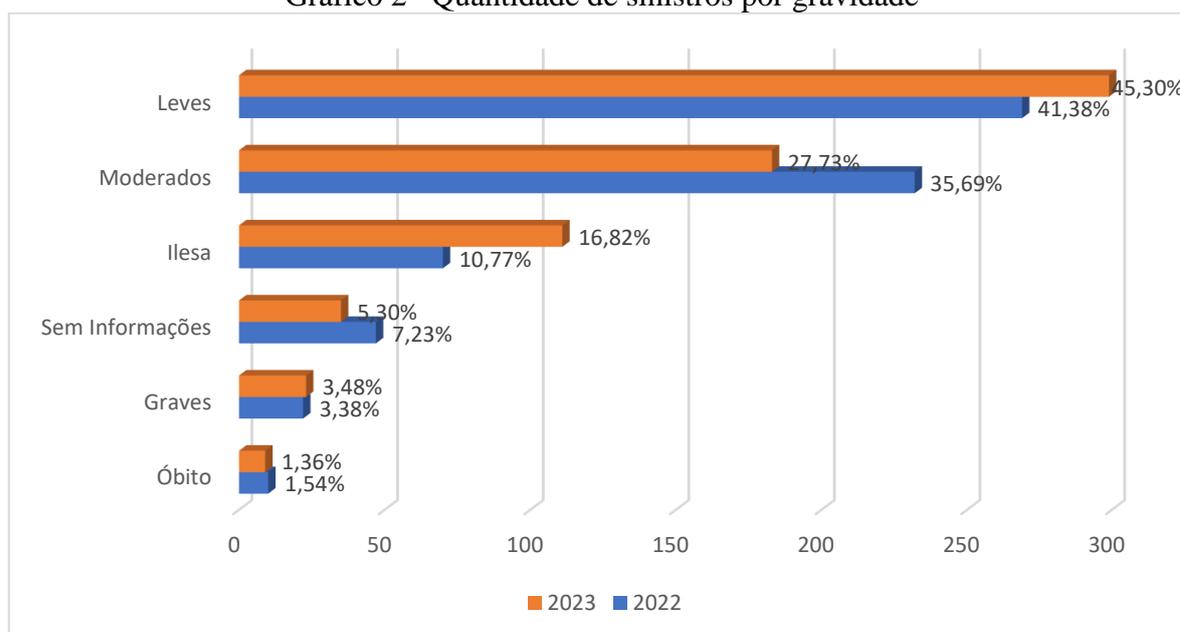
Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

No Gráfico 2, observa-se que, ao longo dos dois anos analisados, os sinistros de gravidade leve foram os mais frequentes em Campo Mourão, representando mais de 40% dos registros em ambos os anos. Em seguida, aparecem os sinistros de gravidade moderada, que corresponderam a 27,73% dos casos em 2023 e 35,69% em 2022, indicando uma maior variação percentual nessa categoria ao longo do tempo. Apesar dessa flutuação, o padrão geral se mantém: o maior número de sinistros envolve ferimentos leves, seguido por moderados, vítimas ilesas, casos sem informações, ferimentos graves e, por fim, óbitos. Entretanto, é importante destacar que esses números são expressivos, sobretudo ao considerar a gravidade dos eventos em termos absolutos. Com 650 sinistros registrados em 2022 e 660 em 2023, verifica-se que a média diária ultrapassa um sinistro por dia na cidade.

Além disso, como cada sinistro pode envolver mais de uma vítima, o número de pessoas afetadas diariamente por sinistros de trânsito é ainda maior. Esse cenário evidencia não apenas a frequência dos eventos, mas também o impacto significativo que a sinistralidade exerce sobre a população local.

Embora o número de óbitos registrados em sinistros de trânsito em Campo Mourão seja inferior em relação a outros tipos de desfecho, esses dados merecem atenção especial. Em 2022, foram contabilizadas 10 mortes, e em 2023, 9 mortes decorrentes desses acidentes no município. Os casos de ferimentos graves totalizaram 22 ocorrências em 2022 e 23 em 2023. Embora esses números sejam menores quando comparados ao registro de vítimas com lesões leves (269 em 2022 e 299 em 2023) e moderadas (232 em 2022 e 183 em 2023), não podem ser considerados aceitáveis ou minimizados, já que cada óbito ou ferimento grave representa um impacto profundo para as famílias envolvidas e para toda a sociedade. A menor incidência de óbitos e ferimentos graves pode estar relacionada ao fato de que a maioria dos sinistros ocorre nas áreas centrais da cidade, onde os limites de velocidade são reduzidos — variando de 20 km/h em zonas hospitalares e escolares a 40 km/h nas demais vias urbanas. A limitação de velocidade pode contribuir para a predominância de vítimas com ferimentos leves, que são o desfecho mais frequente ao longo dos anos analisados. No entanto, mesmo com a redução do risco de fatalidades em áreas de menor velocidade, é necessário destacar que a maior parte dos sinistros está relacionada à imprudência e ao desrespeito às leis de trânsito. Portanto, nenhuma morte ou caso grave decorrente de sinistros podem ser relativizados ou considerados como “baixo quantitativo”, já que tais ocorrências são evitáveis e resultam, em grande parte, de comportamentos inadequados no trânsito.

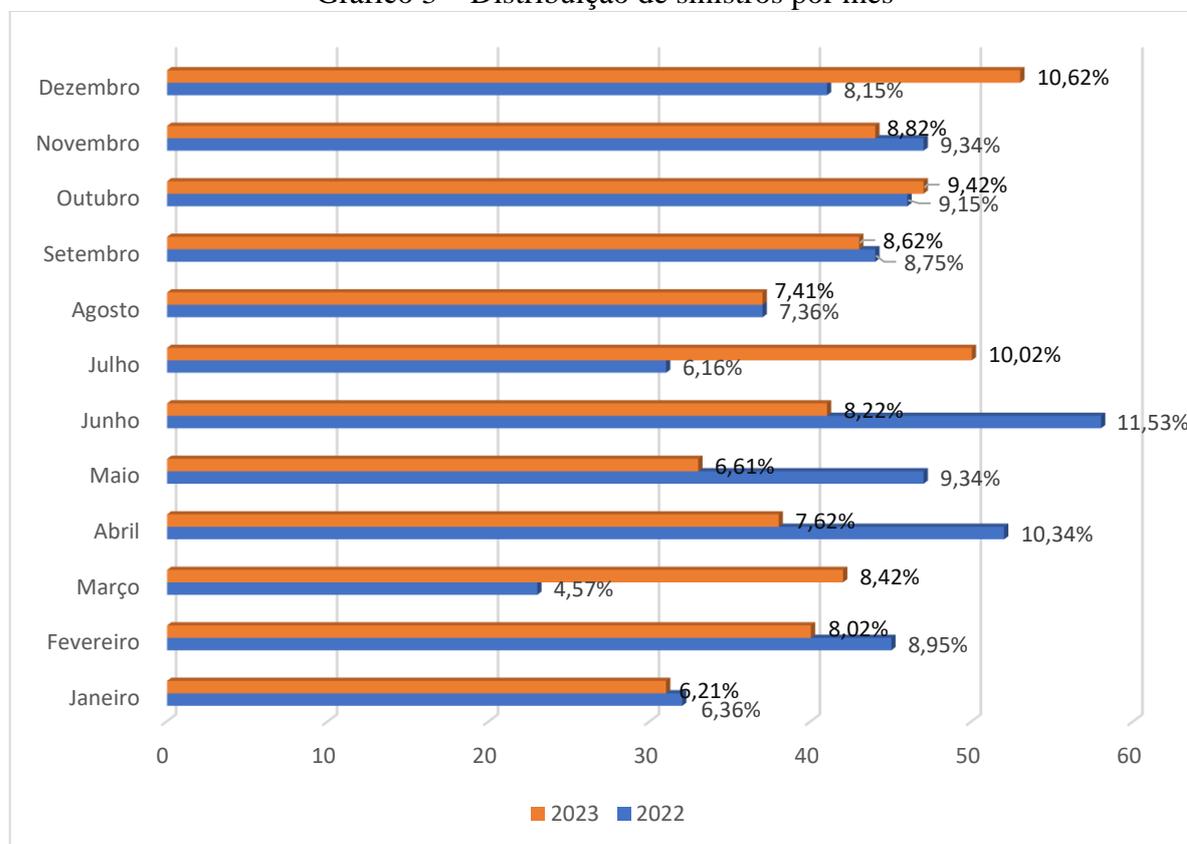
Gráfico 2– Quantidade de sinistros por gravidade



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

A distribuição dos sinistros ao longo dos meses de 2022 e 2023 revela tanto semelhanças quanto diferenças significativas. Em janeiro, a participação dos sinistros foi semelhante, com 6,36% do total em 2022 e 6,21% em 2023. Em fevereiro, os percentuais foram de 8,95% em 2022 e 8,02% em 2023. Em março, observa-se uma diferença mais expressiva: 4,57% dos sinistros em 2022 e 8,42% em 2023. Em abril, o percentual foi de 10,34% em 2022 e 7,62% em 2023. No mês de maio, os sinistros representaram 9,34% do total em 2022 e 6,61% em 2023. Em junho, o percentual de sinistros foi de 11,53% em 2022 e 8,22% em 2023. Em julho, houve 6,16% dos registros em 2022 e 10,02% em 2023. Em agosto, os valores permaneceram próximos, com 7,36% em 2022 e 7,41% em 2023. Setembro apresentou 8,75% em 2022 e 8,62% em 2023, enquanto outubro registrou 9,15% em 2022 e 9,42% em 2023. Em novembro, os sinistros corresponderam a 9,34% do total em 2022 e 8,82% em 2023. Por fim, em dezembro, o percentual foi de 8,15% em 2022 e 10,62% em 2023. De modo geral, observa-se que alguns meses apresentaram percentuais próximos entre os dois anos, enquanto outros meses, como março, abril, maio, junho, julho e dezembro, evidenciaram variações maiores na proporção de sinistros registrados.

Gráfico 3 – Distribuição de sinistros por mês

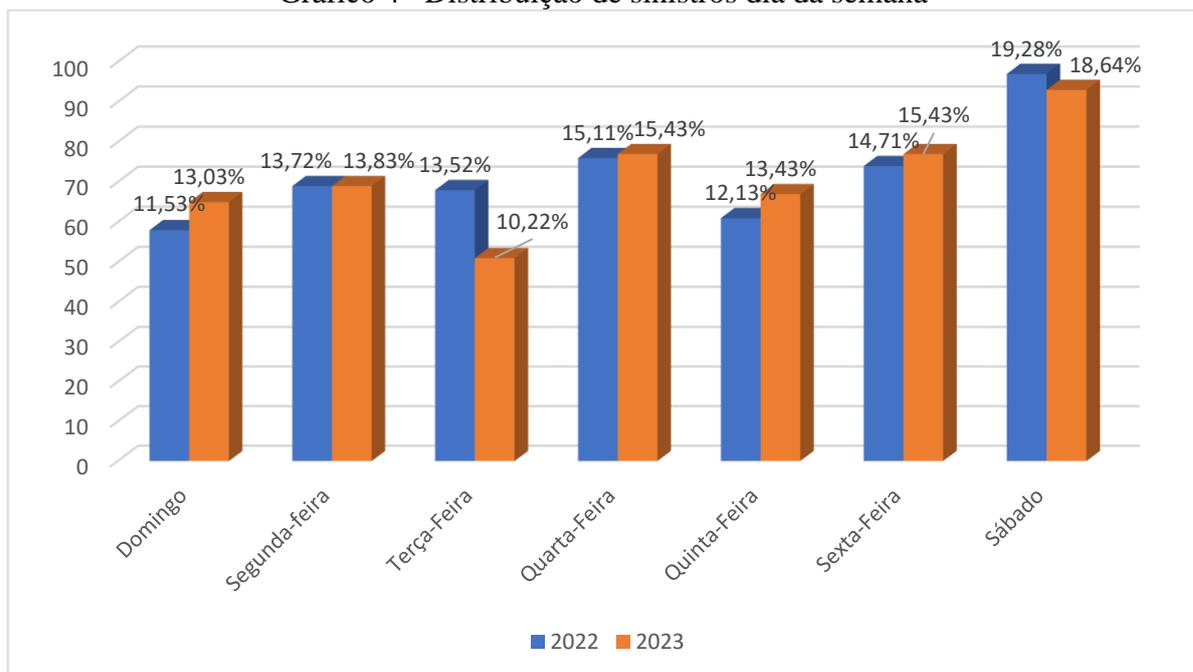


Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

Em relação à distribuição percentual dos sinistros por dias da semana nos anos de 2022 e 2023, observam-se as seguintes variações conforme apresentado no Gráfico 4. O domingo registrou variação positiva, passando de 11,53% em 2022 para 13,03% em 2023. A segunda-feira apresentou percentuais estáveis, com 13,72% em 2022 e 13,83% em 2023. A terça-feira apresentou variação negativa, de 13,52% em 2022 para 10,22% em 2023. A quarta-feira apresentou variação positiva, passando de 15,11% para 15,43%. Em relação à quinta-feira, observou-se variação positiva, de 12,13% em 2022 para 13,43% em 2023. A sexta-feira também apresentou variação positiva, de 14,71% para 15,43%. O sábado apresentou variação negativa, passando de 19,28% em 2022 para 18,64% em 2023.

Em ambos os anos analisados, o sábado concentrou o maior percentual de sinistros, representando 19,28% do total em 2022 e 18,64% em 2023. Por outro lado, o domingo foi o dia com menor percentual em 2022, com 11,53%, enquanto em 2023 a terça-feira registrou o menor percentual, com 10,22%. Assim, observa-se uma diferença de 7,75 pontos percentuais entre o sábado (maior percentual) e o domingo (menor percentual) em 2022, e de 8,42 pontos percentuais entre o sábado e a terça-feira em 2023. Esses dados indicam que a concentração de sinistros varia consideravelmente ao longo da semana, com destaque para a predominância dos sinistros aos sábados em ambos os anos analisados.

Gráfico 4– Distribuição de sinistros dia da semana



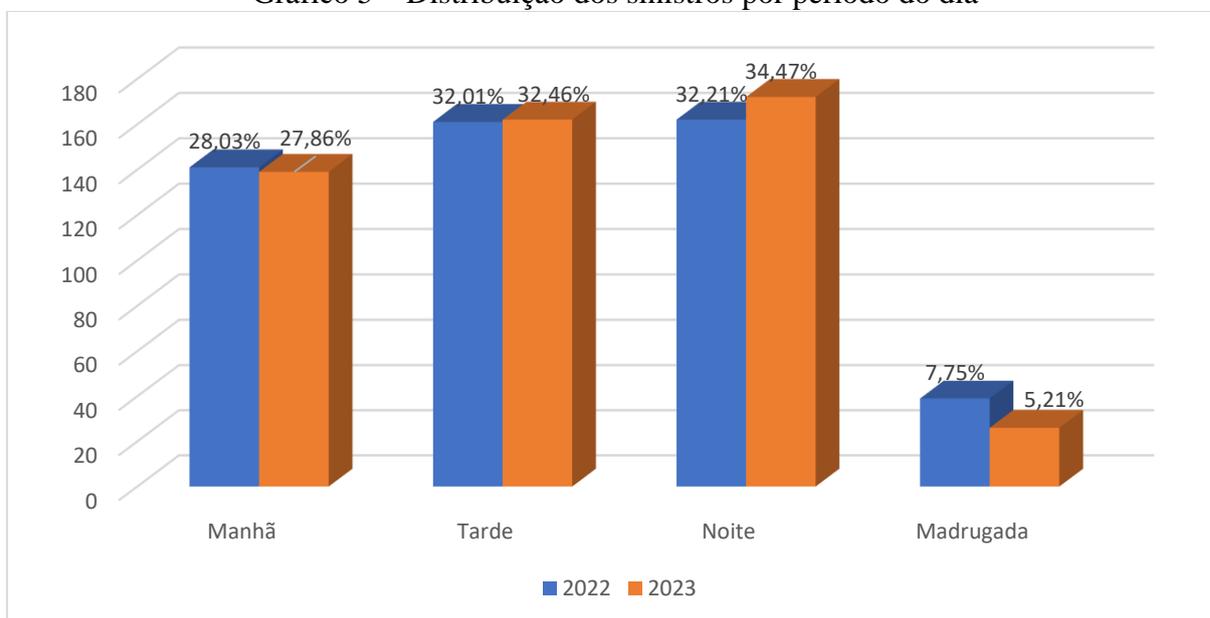
Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

Ao analisar-se o período de ocorrência dos sinistros, conforme o Gráfico 5, observamos que a distribuição dos sinistros apresenta algumas tendências. Na manhã, o número de sinistros foi ligeiramente menor em 2023, com 139 casos (27,86%), em comparação com os 141 casos (28,03%) de 2022. Essa diferença é pouco significativa, indicando que a manhã manteve uma participação semelhante na distribuição total de sinistros nos dois anos.

A tarde e à noite também mostraram um padrão de estabilidade e leve aumento. Na tarde, o número passou de 161 (32,01%) em 2022 para 162 (32,46%) em 2023, mantendo uma participação próxima. À noite, observou-se um aumento mais expressivo, com os sinistros passando de 162 (32,21%) em 2022 para 172 (34,47%) em 2023. Mesmo assim, esse período continuou a ser um dos que registraram maior incidência de sinistros.

No entanto, a madrugada apresentou uma redução no número de sinistros, passando de 39 ocorrências (7,75%) em 2022 para 26 ocorrências (5,21%) em 2023. Diferentemente dos outros períodos do dia, que mantiveram percentuais relativamente próximos entre os dois anos analisados, a madrugada foi o único intervalo com uma variação negativa mais expressiva, indicando uma diminuição na concentração de sinistros nesse horário em 2023.

Gráfico 5 – Distribuição dos sinistros por período do dia



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

Ao analisar os dados do Gráfico 6, que relaciona a distribuição dos sinistros por dia da semana e período, observa-se que os anos de 2022 e 2023 apresentam tanto variações quanto tendências semelhantes. No domingo, por exemplo, o número de sinistros manteve-se estável pela manhã, com 13 ocorrências em ambos os anos, indicando consistência nesse período. Já

na tarde, houve um aumento de 15 para 18 sinistros, e à noite, o número subiu de 21 para 25 casos. A madrugada permaneceu constante, com 9 sinistros registrados em ambos os anos. Na segunda-feira, observou-se uma diminuição nos sinistros ocorridos pela manhã, passando de 30 para 23 registros, enquanto a tarde manteve estabilidade, com 21 sinistros em ambos os anos. Já no período da noite, houve aumento de 13 para 21 ocorrências, ao passo que a madrugada apresentou uma variação negativa, de 5 para 4 sinistros. Esse comportamento sugere que, apesar das variações em outros períodos, a tarde de segunda-feira se manteve como um intervalo de padrão consistente.

A terça-feira apresentou redução nos sinistros tanto na manhã, de 22 para 14, quanto à noite, de 23 para 16 ocorrências. A tarde permaneceu estável, com 20 registros em cada ano, enquanto a madrugada passou de 3 para 1 sinistro. Esse cenário indica uma tendência de diminuição dos sinistros em três dos quatro períodos, especialmente na madrugada, acompanhando o padrão observado em outros dias.

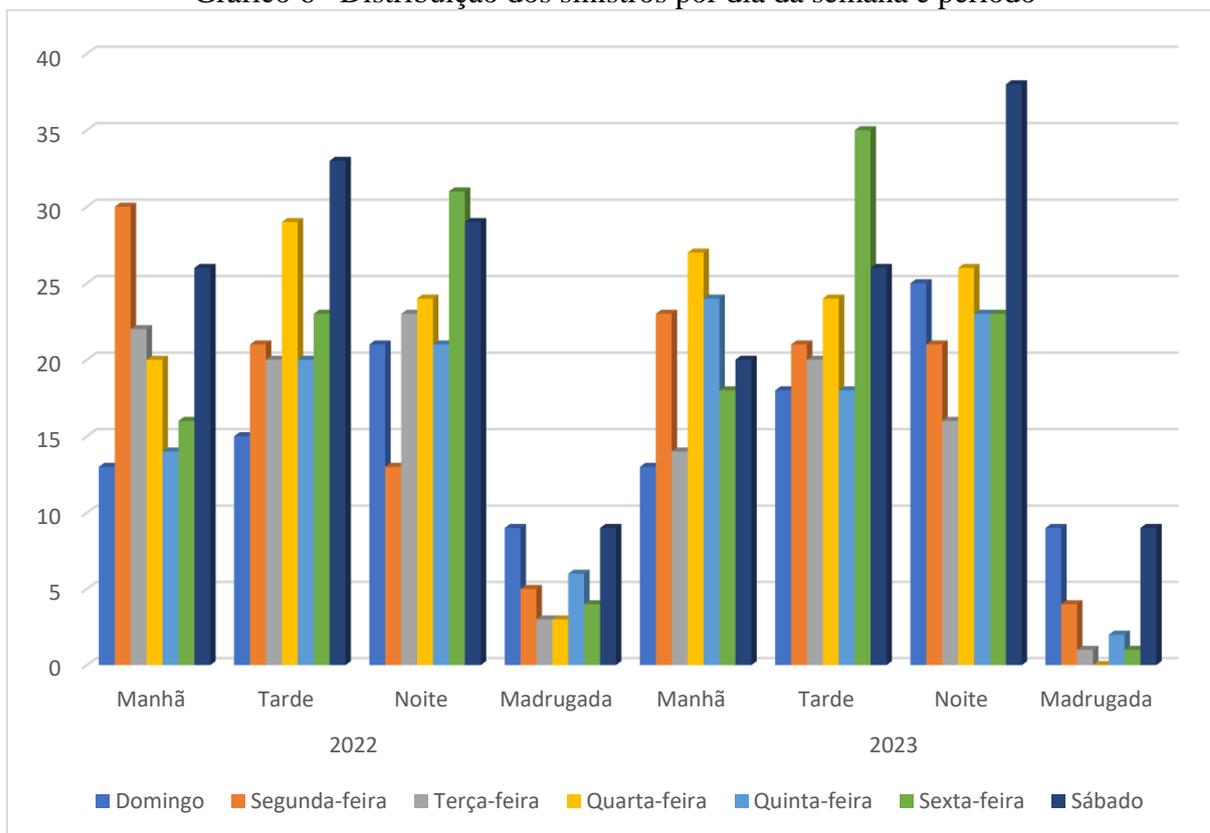
Na quarta-feira, houve aumento nos sinistros pela manhã, de 20 para 27, e à noite, de 24 para 26 registros. A tarde registrou uma redução, de 29 para 24 sinistros, e a madrugada apresentou queda de 3 para 0 ocorrências. Assim como em outros dias, a madrugada se destacou pela diminuição dos registros, enquanto a manhã e a noite apresentaram variações positivas.

A quinta-feira foi marcada por um aumento expressivo nos sinistros da manhã, de 14 para 24, enquanto a tarde apresentou redução, de 20 para 18 ocorrências. À noite, houve crescimento de 21 para 23 sinistros, e a madrugada seguiu a tendência de queda, passando de 6 para 2 registros. O padrão de redução na madrugada se manteve, enquanto manhã e noite apresentaram crescimento.

Na sexta-feira, a manhã registrou aumento de 16 para 18 sinistros, e a tarde apresentou crescimento mais acentuado, de 23 para 35 ocorrências. Por outro lado, a noite apresentou redução de 31 para 23 registros, e a madrugada caiu de 4 para 1 sinistro. Mesmo com a diminuição à noite em 2023, esse período ainda figura entre os de maior concentração de sinistros ao longo da semana.

O sábado apresentou redução nos sinistros pela manhã, de 26 para 20, e à tarde, de 33 para 26 registros. Por outro lado, a noite mostrou aumento de 29 para 38 ocorrências, enquanto a madrugada manteve estabilidade, com 9 sinistros em ambos os anos. A noite de sábado permanece como um dos períodos com maior incidência de sinistros, reforçando a importância desse intervalo para ações de prevenção.

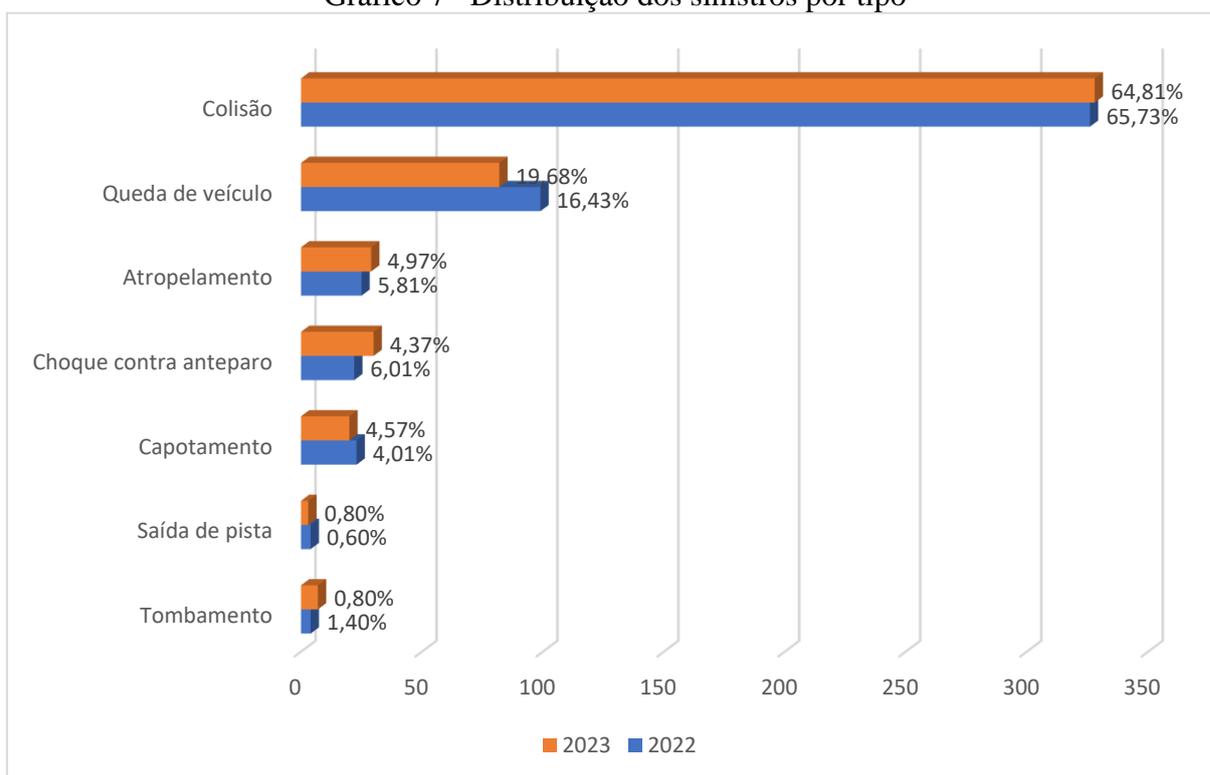
Gráfico 6– Distribuição dos sinistros por dia da semana e período



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

Ao analisar a classificação dos sinistros por tipo e sua concentração ao longo dos anos, conforme observado no Gráfico 7, nota-se que as colisões são o tipo de sinistro mais frequente, com 326 casos em 2022 e 328 em 2023, mantendo uma participação alta e estável de 2022 (64,81%) para 2023 (65,73%). Esse padrão de estabilidade nas colisões sugere que elas são uma constante na dinâmica dos sinistros de trânsito em Campo Mourão.

Gráfico 7– Distribuição dos sinistros por tipo



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

Em segundo lugar, a queda de veículo foi o tipo de sinistro que mais ocorreu, apesar de ter diminuído em termos absolutos, passando de 99 para 82 casos, ainda representando uma parcela significativa de 2022 (19,68%) para 2023 (16,43%). Embora haja uma redução, a queda de veículo mantém a segunda posição na distribuição dos tipos de sinistros.

O atropelamento apresentou um aumento, passando de 25 para 29 casos, com uma participação que subiu de 2022 (4,97%) para 2023 (5,81%). Em seguida, o choque contra anteparo também apresentou um aumento significativo, passando de 22 para 30 casos, elevando sua participação de 2022 (4,37%) para 2023 (6,01%). O capotamento apresentou uma ligeira redução, passando de 23 para 20 casos, mas manteve uma participação próxima, de 2022 (4,57%) para 2023 (4,01%).

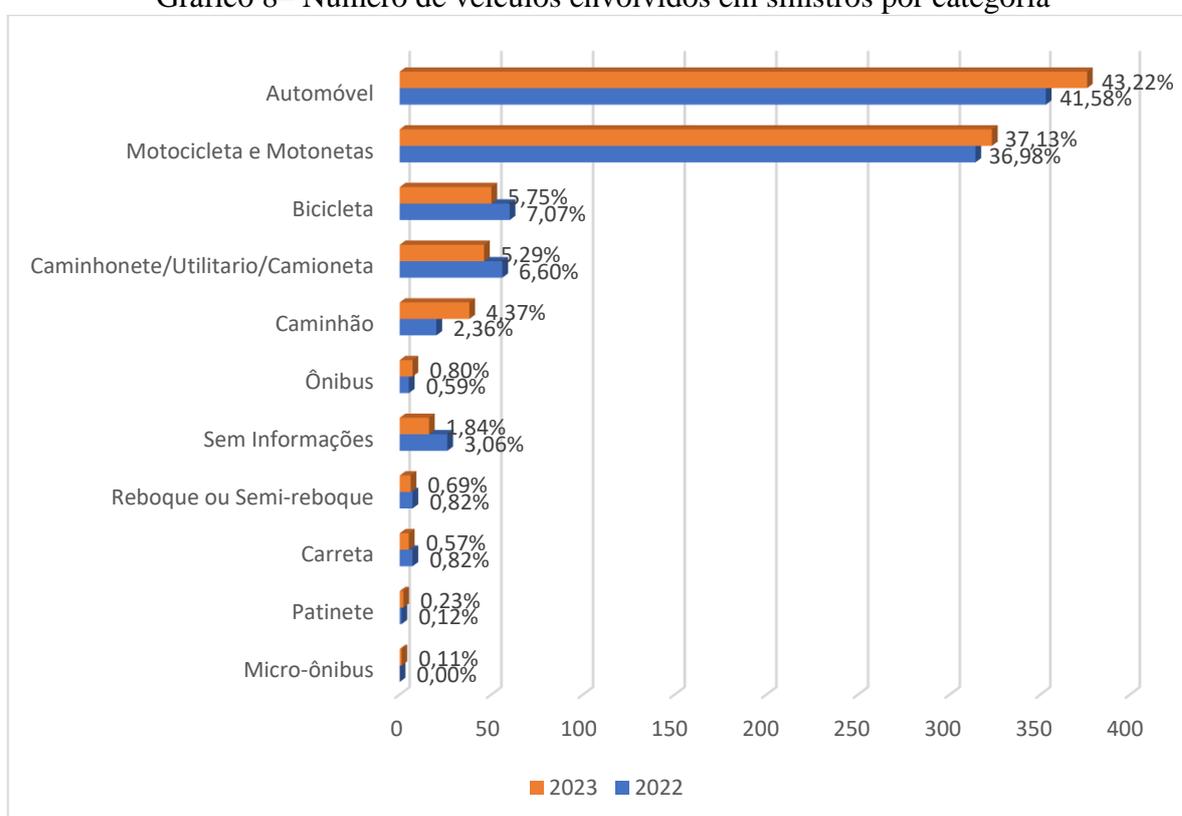
Por fim, os tipos de sinistros menos frequentes foram o tombamento e a saída de pista. O tombamento aumentou de 4 para 7 casos, elevando sua participação de 2022 (0,80%) para 2023 (1,40%), enquanto a saída de pista diminuiu de 4 para 3 casos, reduzindo sua participação de 2022 (0,80%) para 2023 (0,60%). Esses tipos de sinistros apresentam variações menores, mas ainda são relevantes na análise geral dos sinistros de trânsito.

Apesar das variações percentuais observadas entre 2022 e 2023, é interessante notar que as posições relativas dos diferentes tipos de sinistros não se alteraram significativamente. As

colisões continuaram sendo o tipo mais frequente, seguidas pela queda de veículo, e assim por diante. Esse padrão sugere uma estabilidade na hierarquia dos tipos de sinistros, nos quais as colisões mantêm sua posição dominante, e os outros tipos seguem uma ordem relativamente constante. Essa estabilidade é um indicador importante, pois sugere que as causas subjacentes dos sinistros não mudaram drasticamente ao longo dos anos, e que as estratégias de prevenção podem ser ajustadas com base nessa consistência.

Ao analisar o Gráfico 8, observa-se que automóveis e motocicletas são as categorias de veículos mais frequentemente envolvidas em sinistros, ocupando respectivamente o primeiro e segundo lugares. Em 2022, os automóveis estiveram presentes em 353 casos, correspondendo a 41,58% dos sinistros, enquanto em 2023 esse número aumentou para 376 casos, representando 43,22%. Esse leve crescimento indica uma participação ligeiramente maior dos automóveis, embora os valores permaneçam próximos entre os dois anos. Já as motocicletas e motonetas mantiveram um envolvimento consistente, passando de 314 casos (36,98%) em 2022 para 323 casos (37,13%) em 2023. Essa estabilidade sugere que as condições do trânsito ou os comportamentos dos condutores desses veículos não sofreram alterações significativas nesse período.

Gráfico 8– Número de veículos envolvidos em sinistros por categoria



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

Por outro lado, algumas categorias de veículos apresentaram uma redução na participação em sinistros. As caminhonetes/utilitários/camionetas diminuíram de 56 casos (6,60%) para 46 casos (5,29%), enquanto as bicicletas caíram de 60 casos (7,07%) para 50 casos (5,75%). As carretas também tiveram uma redução, passando de 7 casos (0,82%) para 5 casos (0,57%), e os reboques ou semirreboques diminuíram ligeiramente, de 7 casos (0,82%) para 6 casos (0,69%). A categoria “Sem Informações” apresentou uma diminuição, passando de 26 casos (3,06%) para 16 casos (1,84%), o que pode indicar que em 2023 houve uma melhoria na coleta e registro de dados sobre os sinistros, resultando em menos casos sem informações disponíveis.

Os micro-ônibus e patinetes continuaram com baixos números de envolvimento em sinistros, mas apresentaram pequenos aumentos. Os micro-ônibus passaram de 0 caso em 2022 para 1 caso em 2023, enquanto os patinetes aumentaram de 1 caso (0,12%) para 2 casos (0,23%). Esses aumentos podem ser atribuídos a uma maior presença desses veículos nas vias ou a um aumento na conscientização sobre a necessidade de relatar incidentes envolvendo esses tipos de veículos.

Após a apresentação dos dados quantitativos sobre a distribuição dos sinistros em Campo Mourão, torna-se possível compreender não apenas os padrões temporais, mas também a diversidade dos envolvidos nos acidentes na cidade. Contudo, para aprofundar a análise da dinâmica da sinistralidade no município, é fundamental investigar a distribuição espacial desses eventos. Por isso, a próxima subseção é dedicada à análise cartográfica dos sinistros, utilizando mapas de calor e mapas temáticos por tipo de ocorrência, com o objetivo de identificar áreas críticas e padrões geográficos relacionados aos sinistros.

4.2 Análise de mapas sobre a sinistralidade em Campo Mourão

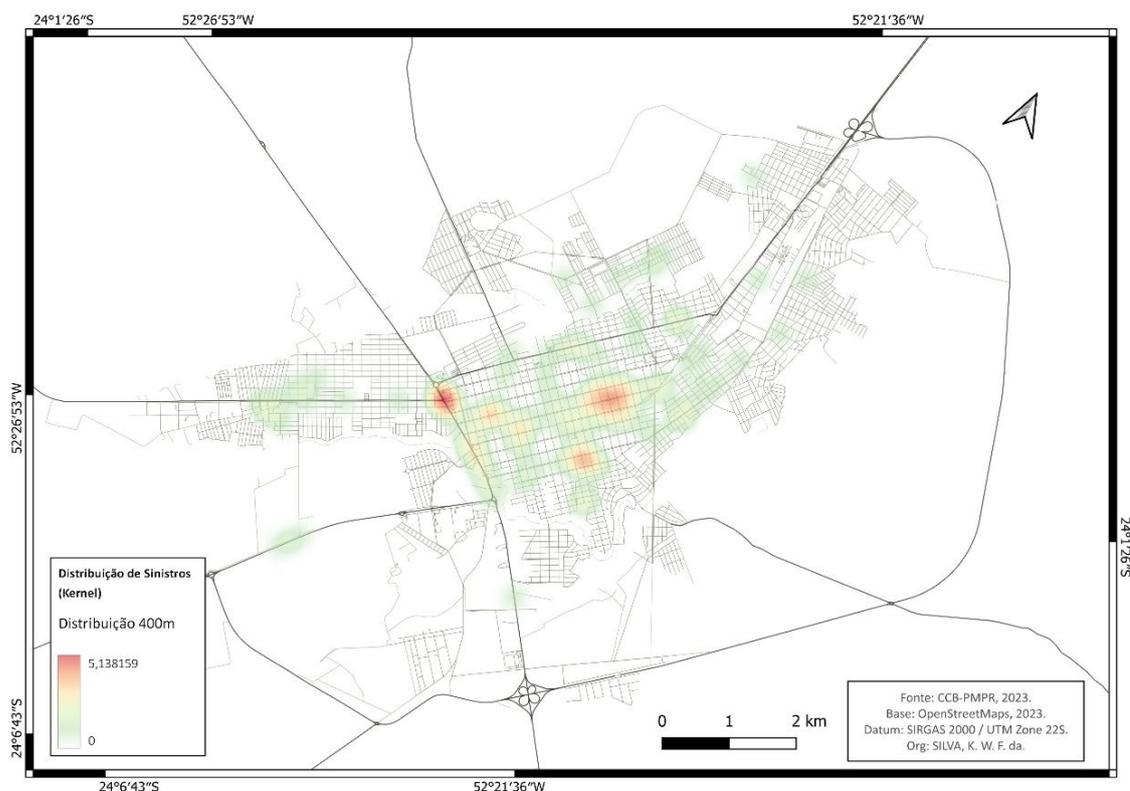
Nesta subseção, foi realizada uma análise cartográfica² da sinistralidade em Campo Mourão, com foco em duas abordagens principais. Primeiramente, foram utilizados mapas de calor para visualizar a intensidade e a concentração espacial dos sinistros, permitindo a identificação de áreas críticas e padrões geográficos. Em complemento, analisaram-se mapas de distribuição dos sinistros por tipo, que proporcionaram uma visão mais detalhada sobre a

² Todos os mapas apresentados neste trabalho podem ser observados ampliados, em melhor qualidade, na seção de anexos.

natureza e a frequência desses eventos no espaço urbano. A análise dos mapas de calor foi realizada com base em dados trimestrais, o que permitiu observar o comportamento dos sinistros ao longo do tempo e identificar possíveis padrões temporais que influenciam sua distribuição espacial. Os primeiros quatro trimestres correspondem ao ano de 2022, enquanto do quinto ao oitavo referem-se ao ano de 2023. Ao segmentar o ano em trimestres, torna-se possível captar variações específicas em diferentes períodos, facilitando a compreensão dos fatores que contribuem para a formação e evolução dos padrões observados nos mapas de calor.

Na Figura 23, referente ao primeiro trimestre de 2022, destacam-se três áreas principais de concentração: a região da rotatória entre a Avenida John Kennedy e a Rua Luís Miguel Pereira, um trecho entre as ruas Rocha Pombo, Santa Cruz e São José, e o entorno da Avenida João Bento com as ruas São Paulo, Mato Grosso e Santa Catarina. Mesmo com essas concentrações, observa-se que os sinistros também se distribuem, em menor intensidade, por toda a área central.

Figura 23 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Primeiro Trimestre– 2022

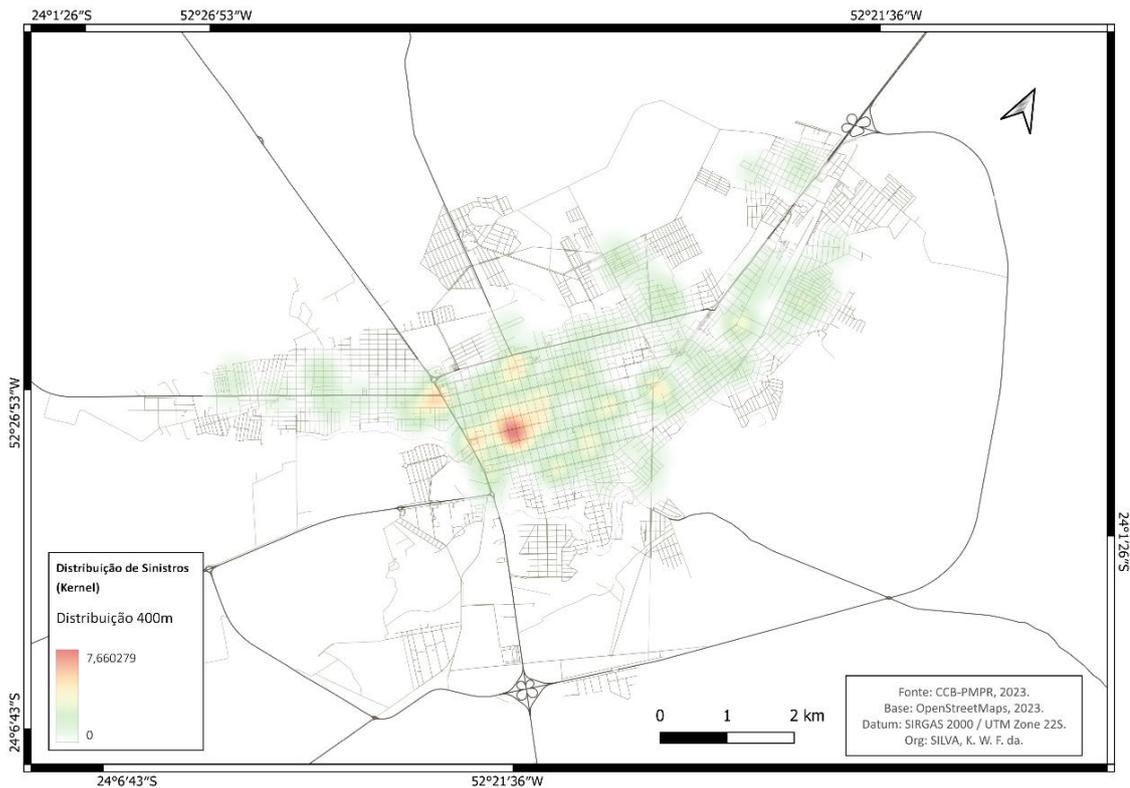


Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

Já no segundo trimestre, visualizado na Figura 24, a atenção se volta para uma mancha de maior intensidade ao longo da Avenida Capitão Índio Bandeira, especialmente na região

próxima à universidade UniCesumar e ao Centro Universitário Integrado, entre as ruas Edmundo Mercer e Roberto Brzezinski. Além desse ponto principal, pequenas manchas de menor concentração continuam a aparecer em diferentes áreas da cidade, sugerindo uma persistência de ocorrências em pontos variados.

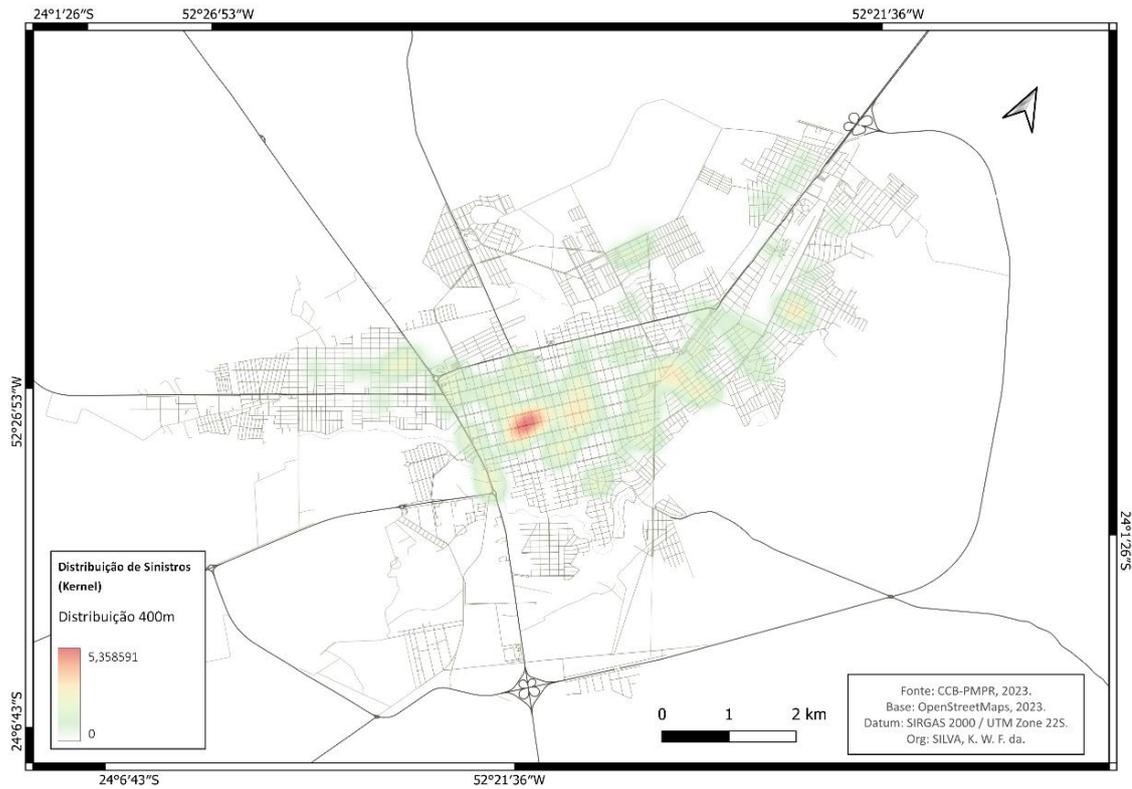
Figura 24 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Segundo Trimestre - 2022



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

No terceiro trimestre, conforme apresentado na Figura 25, a concentração de sinistros permanece na região da Avenida Capitão Índio Bandeira, mas se desloca para as proximidades do Colégio Adventista, entre as ruas Prefeito Devete de Paula Xavier e Rua Araruna, mantendo ainda registros ao longo da mesma avenida. Esse padrão reforça a importância desse eixo viário para o comportamento dos sinistros ao longo do ano.

Figura 25 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Terceiro Trimestre - 2022



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

Ao final de 2022, no quarto trimestre, a Figura 26 mostra que a mancha de concentração que vinha se mantendo entre as avenidas Capitão Índio Bandeira e Goioerê, e entre as ruas Prefeito Devete de Paula Xavier e Francisco Ferreira Albuquerque, apresenta uma diminuição na intensidade, embora ainda seja um ponto de atenção. Nesse período, a maior concentração de sinistros se desloca para a Avenida Capitão Índio Bandeira, agora nas proximidades da Caixa Econômica Federal, entre as ruas Interventor Manoel Ribas e Rocha Pombo.

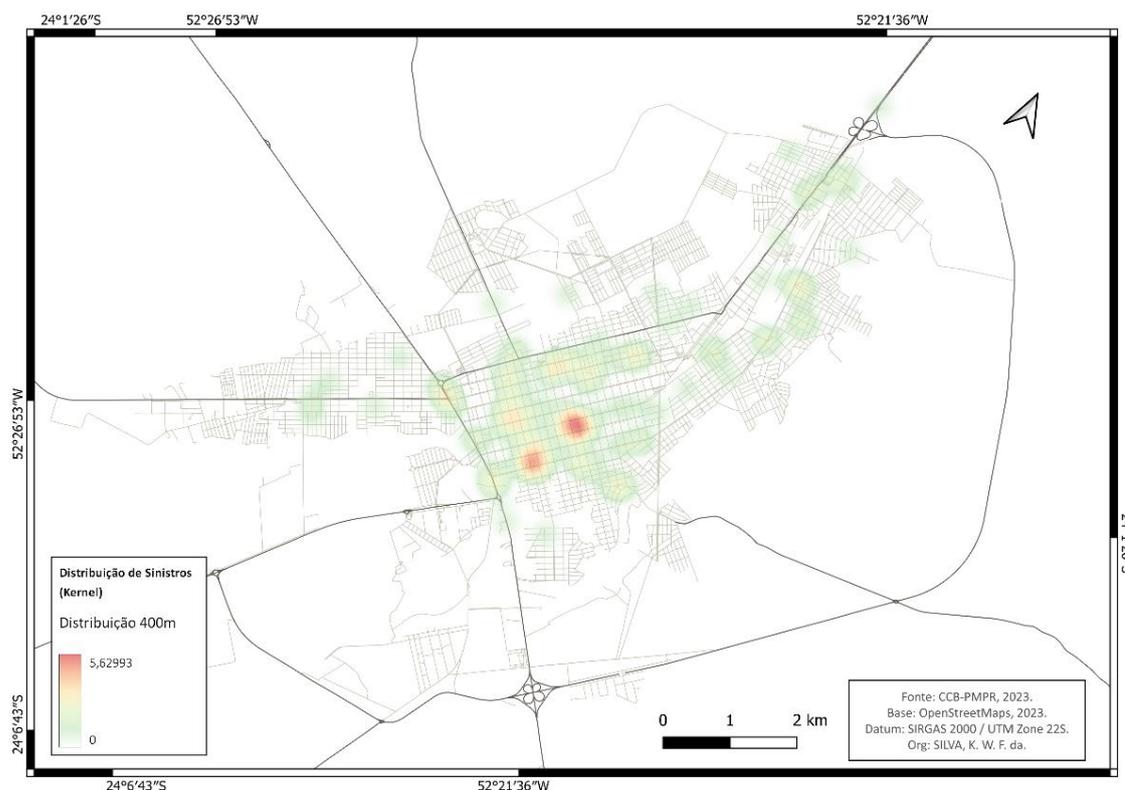
Figura 26 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Quarto Trimestre -2022



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

Já em 2023, o quinto trimestre analisado e ilustrado na Figura 27, evidencia duas áreas de destaque: uma entre as ruas São Paulo e Santa Catarina, abrangendo também as avenidas Capitão Índio Bandeira e Irmãos Pereira, e outra entre a Rua São Josafat e Roberto Brzezinski, na Avenida João Bento e José Camargo de Oliveira. O padrão de dispersão de pequenas manchas pelo município se mantém, indicando que, embora existam pontos críticos, os sinistros continuam ocorrendo em diferentes áreas.

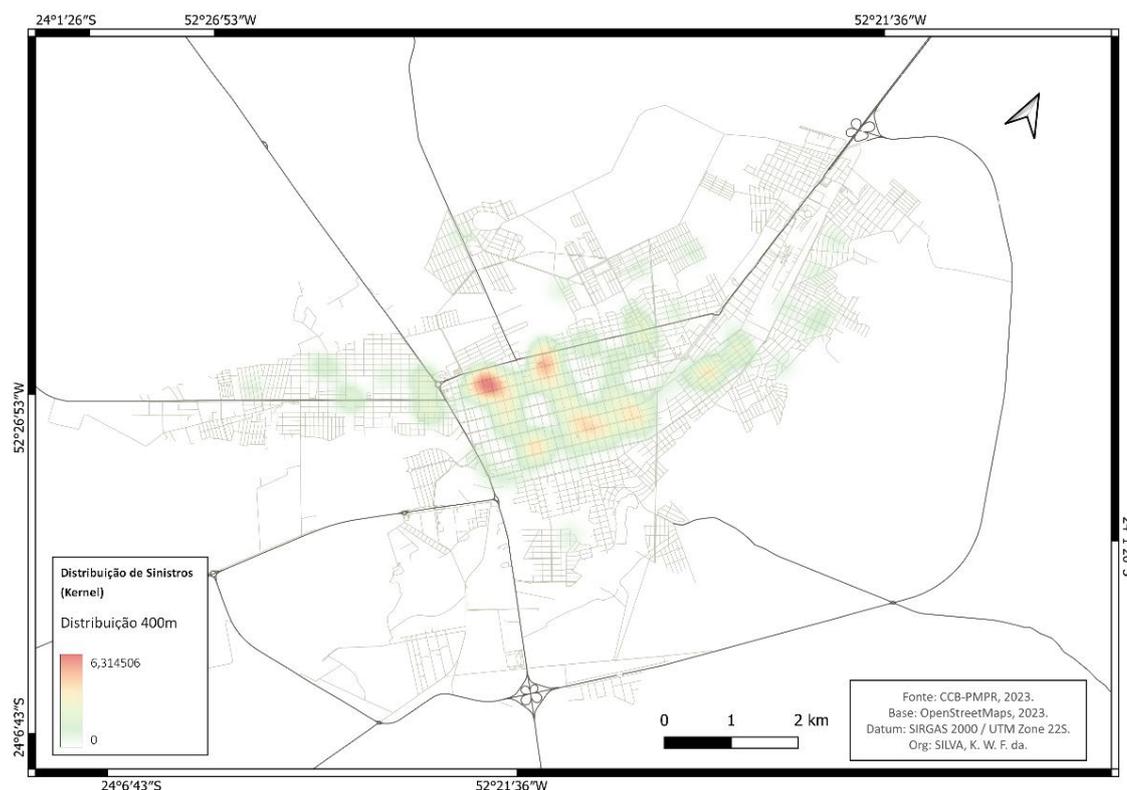
Figura 27 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Quinto Trimestre - 2023



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

No sexto trimestre, conforme ilustrado na Figura 28, duas regiões voltam a se destacar: a primeira está localizada próxima à Universidade Estadual do Paraná, entre as ruas São Josafat e Pitanga, e entre as avenidas Jorge Walter e Guilherme de Paula Xavier; a segunda situa-se nas mesmas avenidas, entre as ruas Brasil e São Paulo. Essas variações ao longo dos trimestres evidenciam a dinâmica da sinistralidade em Campo Mourão, ressaltando a importância do monitoramento contínuo para identificar tendências e embasar ações preventivas mais eficazes.

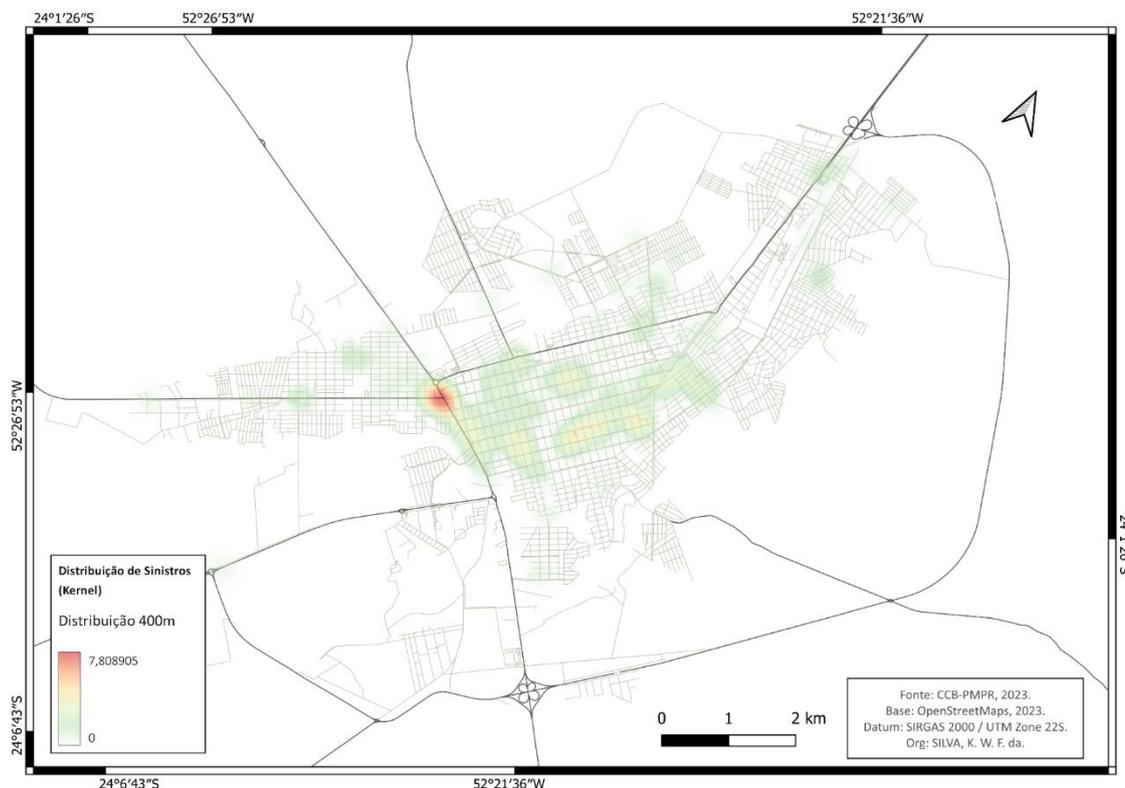
Figura 28 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Sexto Trimestre - 2023



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

No sétimo trimestre, conforme apresentado na Figura 29, observa-se uma concentração de sinistros bastante localizada. A principal mancha de destaque situa-se na rotatória entre a Avenida John Kennedy e a Rua Luís Miguel Pereira, evidenciando esse ponto como o principal foco de ocorrências no período. Diferentemente dos trimestres anteriores, não se identificam outras áreas com grande concentração de sinistros, o que sugere uma concentração pontual dos sinistros nesse intervalo.

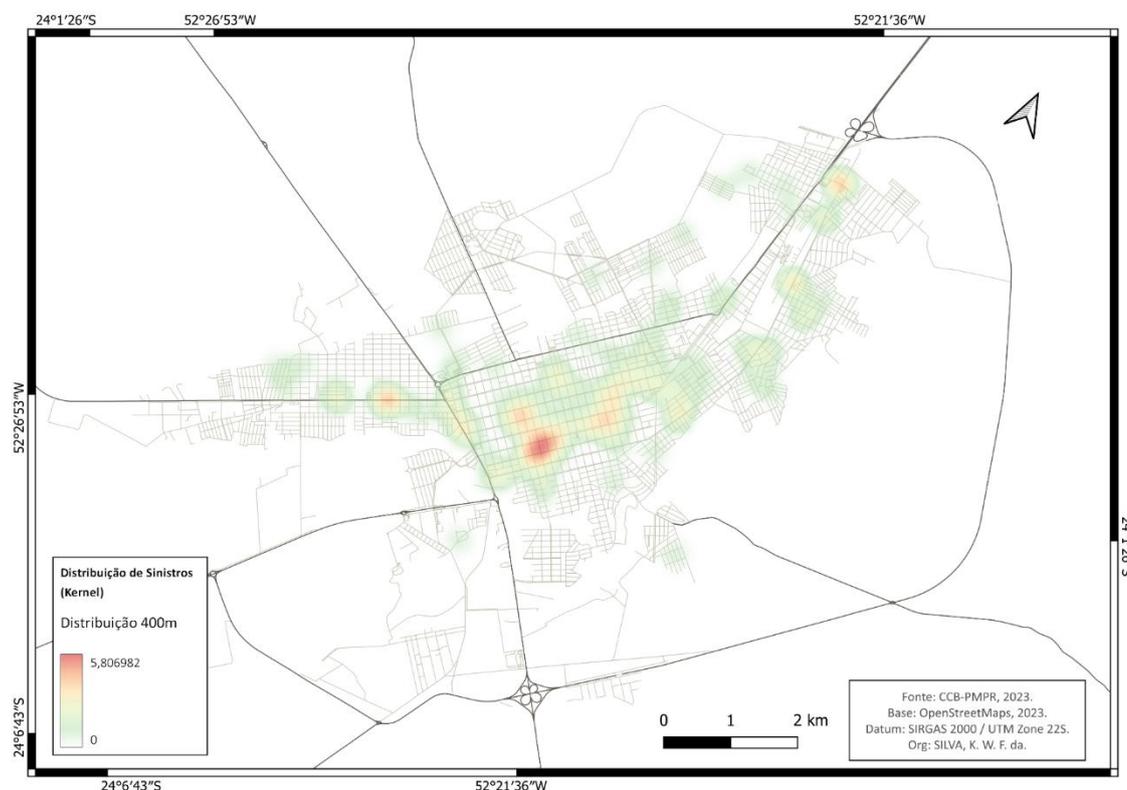
Figura 29 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Sétimo Trimestre - 2023



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

Já no oitavo trimestre e último trimestre analisado, ilustrado na Figura 30, o padrão de dispersão volta a aparecer, com duas áreas de maior destaque. A primeira se estende pelas Avenidas Irmãos Pereira e João Bento, abrangendo o trecho entre as ruas Prefeito Devete de Paula Xavier e Rua Brasil. A segunda área de concentração está localizada um pouco mais ao norte, também nas Avenidas Irmãos Pereira e João Bento, agora entre as ruas Brasil e Roberto Brzezinski. Essas manchas indicam que, ao final do período analisado, os sinistros voltam a se distribuir em mais de um ponto crítico dentro da malha urbana de Campo Mourão.

Figura 30 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Oitavo Trimestre - 2023



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

Muitas das manchas observadas ao longo dos trimestres estão próximas a instituições de ensino superior, como a Universidades UniCesumar e o Centro Universitário Integrado, e à Universidade Estadual do Paraná. Além disso, elas também se localizam em áreas de alta concentração de pessoas, como centros comerciais e pontos de grande fluxo de pedestres. Isso sugere que a proximidade com esses locais pode influenciar a ocorrência de sinistros, seja devido ao aumento do tráfego ou à maior exposição a situações de risco.

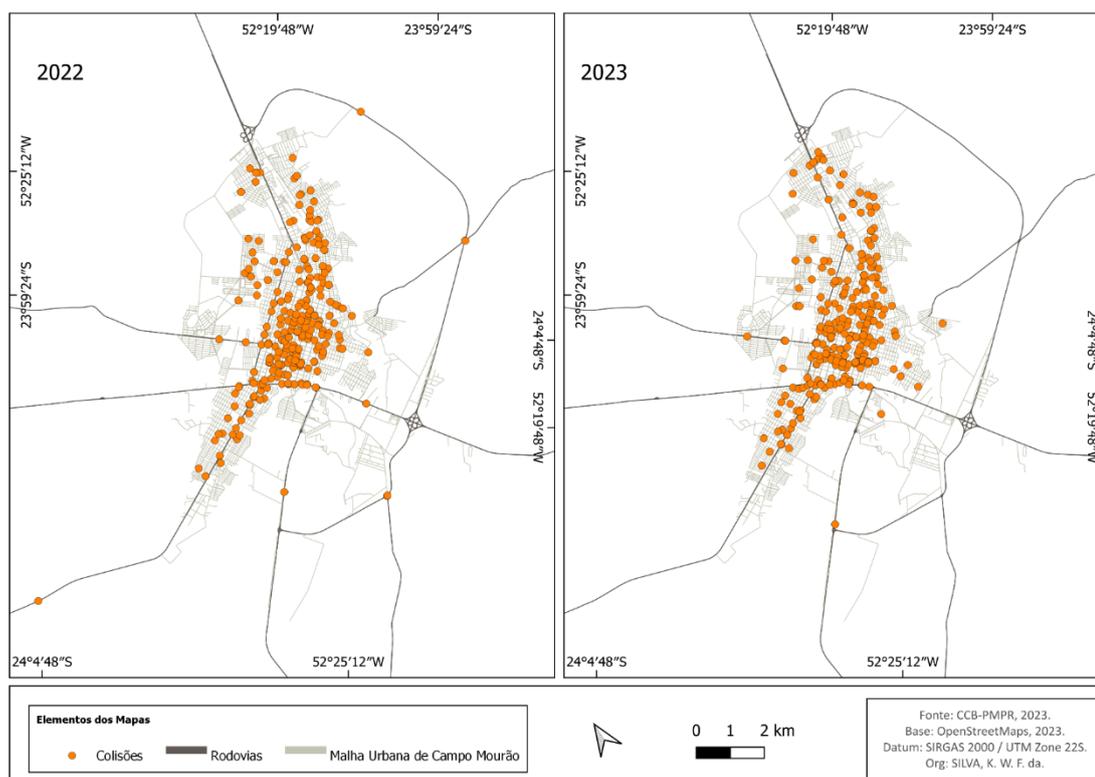
Todas as manchas de calor observadas ao longo dos oito trimestres concentraram-se na área central da cidade, indicando que essa região é particularmente suscetível à ocorrência de sinistros. A combinação de alta densidade populacional, fluxo intenso de veículos e pedestres, além da presença de instituições educacionais e comerciais, pode estar contribuindo para essa concentração.

Para aprimorar a análise da distribuição dos sinistros por categoria, optou-se por destacar separadamente os dois tipos de ocorrência com maior número de registros: colisões e quedas de veículo. Essa abordagem permite uma visualização mais clara dos padrões associados a esses eventos, facilitando a comparação com as demais categorias de sinistros e contribuindo para uma compreensão mais detalhada do perfil dos sinistros em Campo Mourão. As demais

categorias de sinistros, como atropelamento, choque contra anteparo, tombamento, capotamento e saída da pista, apresentaram baixos números e, por vezes, nenhuma ocorrência ao longo dos trimestres, justificando a decisão de separar os mapas de maior ocorrência (colisões e quedas de veículos) dos demais tipos de categoria de sinistro. Essa constatação também levou à escolha da análise anual nesses mapas, visando uma melhor visualização e identificação de padrões no decorrer do ano.

No primeiro mapa de sinistros por tipo de ocorrência, especificamente o de colisões, apresentado na Figura 31, observa-se que, assim como nos mapas de calor trimestrais, os sinistros concentram-se principalmente na área central da cidade de Campo Mourão, sobretudo em cruzamentos, evidenciado pelos aglomerados de pontos que representam cada ocorrência.

Figura 31 - Distribuição dos sinistros do tipo colisão em Campo Mourão em 2022 e 2023



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

O segundo mapa, presente na Figura 32, representa as Quedas de Veículo e repete o padrão de ocorrência do mapa de colisões, tendo uma distribuição por toda a cidade de Campo Mourão, porém, apresenta uma concentração mais significativa na área central da cidade, principalmente em cruzamentos.

Figura 32 - Distribuição dos sinistros do tipo Queda do veículo em Campo Mourão em 2022 e 2023

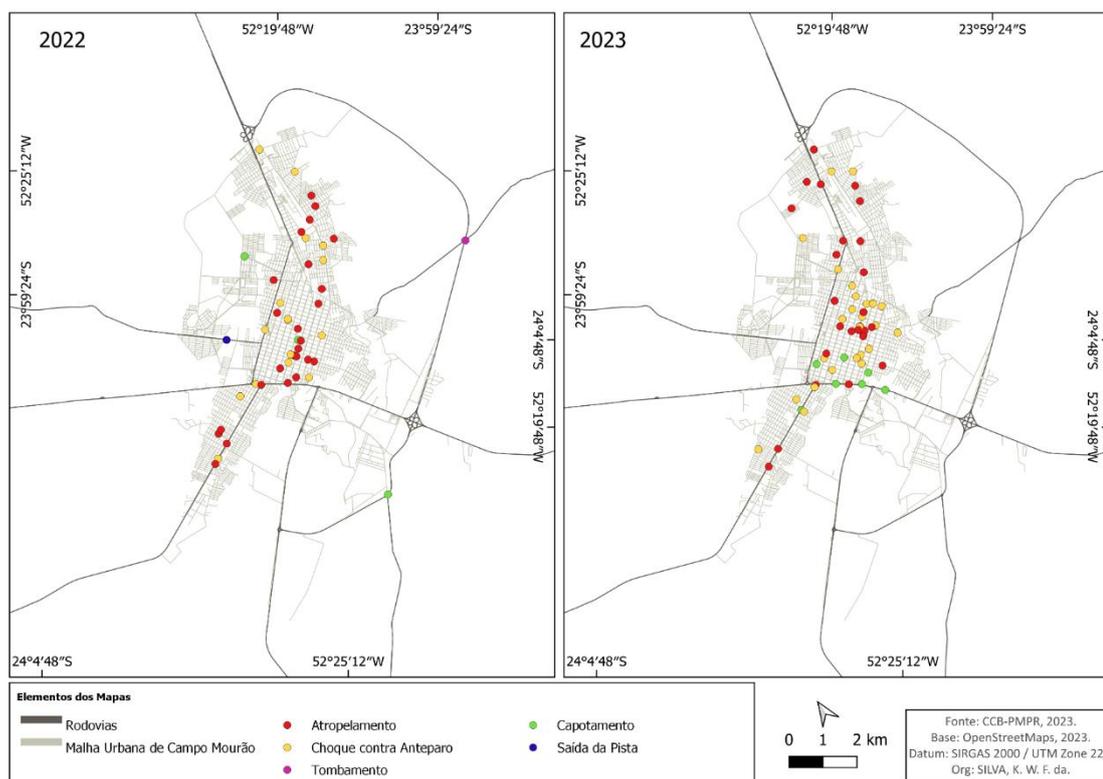


Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

O terceiro mapa de distribuição de sinistros por tipo, apresentado na Figura 33, que contempla os demais tipos de sinistros, segue padrão semelhante aos dois anteriores, distribuindo-se por toda a cidade, porém com maior concentração na área central. Essa distribuição corrobora os resultados observados na análise dos mapas de calor.

Por fim, ao observar a Figura 33, que representa a distribuição geral dos sinistros em Campo Mourão, percebe-se que, em ambos os anos, a maior parte das ocorrências concentra-se na região central do município, especialmente ao longo dos principais corredores viários urbanos. Esse padrão de concentração mantém-se praticamente inalterado de um ano para outro, indicando a persistência das áreas críticas já identificadas anteriormente.

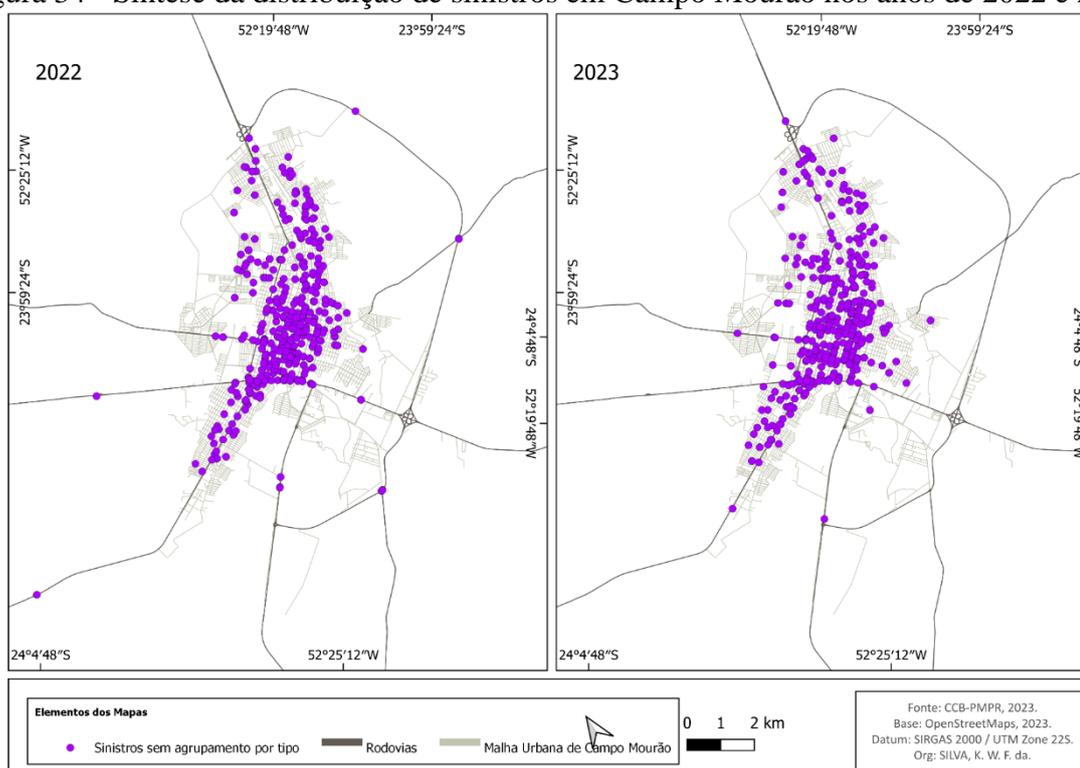
Figura 33 - Distribuição dos sinistros de tipos diversos em Campo Mourão em 2022 e 2023



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

Além do centro expandido, é possível notar a presença de alguns pontos de sinistros em trechos das rodovias que circundam a cidade, embora em menor quantidade quando comparados à malha urbana. Em 2023, a distribuição dos sinistros permanece semelhante à observada em 2022, apresentando pequenas variações e uma leve dispersão para áreas um pouco mais afastadas do núcleo central, mas sem alterações significativas no padrão geral.

Figura 34 - Síntese da distribuição de sinistros em Campo Mourão nos anos de 2022 e 2023



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

Embora a análise espacial permita identificar onde os sinistros se concentram, compreender por que eles ocorrem e quais fatores estão associados à sua incidência exige uma abordagem complementar. Assim, na próxima subseção, será realizada uma análise de correlação entre diferentes variáveis e a ocorrência de sinistros, utilizando a correlação de Pearson para investigar as relações entre categorias veiculares, períodos do dia e da semana, e a gravidade dos eventos registrados nos anos analisados.

4.3 Análise de correlação: relações entre fatores e sinistralidade

Nesta subseção, realiza-se a análise dos dados de sinistralidade por meio da correlação de Pearson, com o objetivo de compreender as relações entre diferentes fatores e a ocorrência de sinistros. A correlação de Pearson é uma medida estatística que quantifica a intensidade e a direção da relação linear entre duas variáveis, variando de -1 a 1. Com base nos dados de 2022 e 2023, essa análise permite identificar padrões entre as categorias veiculares, os períodos do dia e da semana, e a gravidade dos sinistros.

Em 2022, conforme observado na Tabela 1, condutores sem carteira apresentam correlações negativas fracas com todos os tipos de gravidade de sinistro, indicando uma associação de baixa intensidade entre a ausência de habilitação e os diferentes níveis de gravidade dos sinistros. Já os condutores com carteira A mostram correlações mistas: negativas com "Ileso" e "Óbitos", mas positivas com "Leves", "Moderados" e "Graves". A correlação negativa fraca com os sinistros classificados como "Ileso" (0,0347) e "Óbitos" (0,1176) sugere que, à medida que aumenta a presença desses condutores, há uma leve tendência de redução nesses tipos extremos de sinistros, ou seja, menos sinistros sem vítimas e menos sinistros fatais envolvendo esse grupo. Por outro lado, as correlações positivas fracas com as categorias "Leves" (0,1441), "Moderados" (0,1412) e "Graves" (0,0836) indicam que condutores com carteira A estão mais associados a sinistros com vítimas feridas em níveis intermediários de gravidade

Por outro lado, os condutores com carteira B apresentam correlações positivas moderadas a fracas com todos os tipos de gravidade, indicando uma maior frequência de envolvimento em sinistros. Para os condutores com carteira C ou mais, as correlações são positivas fracas com a maioria das categorias, exceto "Moderados", que apresenta uma correlação negativa fraca.

Tabela 1 - Correlação de Pearson entre fatores de condutores e gravidade do sinistro em 2022

2022						
Fatores	Total	Ileso	Leves	Moderados	Graves	Óbitos
Sem carteira	-0,1190	-0,0353	-0,0311	0,0293	-0,0863	-0,0316
Carteira A	0,0581	-0,0347	0,1441	0,1412	0,0836	-0,1176
Carteira B	0,3910	0,2493	0,2615	0,0586	0,1820	0,0447
Carteira C ou mais	0,2855	0,1336	0,1838	-0,0143	0,1020	-0,0359
Manhã	0,1923	0,2584	-0,0893	0,1294	-0,0479	0,1311
Tarde	-0,1063	-0,1413	0,1935	-0,1495	-0,0838	-0,0627
Noite	-0,1104	-0,0630	-0,0922	-0,0786	0,1211	-0,0565
Madrugada	0,0065	-0,1098	-0,0140	0,1222	0,0288	-0,0353
Semana	-0,1772	-0,0948	-0,1219	0,0960	-0,1479	0,0689
Fim de semana	0,1772	0,0948	0,1219	-0,0960	0,1479	-0,0689

Fonte: Organizada pelo autor com base nos dados do SYSBM.

Em relação aos períodos do dia, a manhã apresenta correlações positivas com "Total", "Ileso" e "Óbitos", mas negativas com "Leves" e "Graves", sugerindo uma relação de sinistros com pessoas ilesas, porém uma menor frequência de feridos leves e graves. À tarde, as correlações são negativas na maioria das categorias, exceto em "Leves", indicando uma redução no número total de sinistros ou na gravidade dos sinistros, mas com um aumento na ocorrência

de feridos leves. À noite, há correlações negativas com a maioria das categorias, mas positiva com “Graves”, indicando menos sinistros, mas possivelmente mais graves. A madrugada não parece ter uma influência na gravidade dos sinistros.

Os dias da semana também mostram padrões relevantes. Durante a semana, as correlações são negativas com “Total”, “Ileso”, “Leves” e “Graves”, mas positivas com “Moderados” e “Óbitos”, sugerindo menos sinistros, mas com maior probabilidade de ferimentos moderados ou óbitos. Já nos fins de semana, as correlações são positivas com “Total”, “Ileso”, “Leves” e “Graves”, mas negativas com “Moderados” e “Óbitos”, indicando mais sinistros, mas com menor probabilidade de ferimentos moderados ou óbitos.

É importante notar que, em sua maioria, os valores de correlação são fracos, indicando que as relações lineares entre os fatores analisados e a gravidade dos sinistros não são muito expressivas. Contudo, ao cruzar os dados com os períodos do dia, conforme apresentado na Tabela 2, observa-se a existência de correlações entre a posse da carteira de habilitação e variáveis relacionadas aos sinistros ou comportamentos de risco.

Tabela 2 - Correlação de Pearson entre fatores de condutores e períodos do dia em 2022

2022				
	Manhã	Tarde	Noite	Madrugada
Sem carteira	-0,0104	0,0539	-0,1158	-0,1037
Carteira A	0,0181	0,0379	0,0217	-0,0211
Carteira B	0,2923	0,0892	-0,1260	0,0382
Carteira C ou mais	0,1283	0,0386	0,1117	0,0024
Semana	0,0461	0,0091	-0,0575	-0,3291
Fim de semana	-0,0461	-0,0091	0,0575	0,3291

Fonte: Organizada pelo autor com base nos dados do SYSBM.

Em relação ao tipo de carteira, observa-se que motoristas sem carteira apresentam uma correlação ligeiramente positiva durante a tarde (0,0539), mas correlações negativas à noite (0,1158) e na madrugada (0,1037). Isso sugere que a ausência de carteira está mais associada a comportamentos ou eventos negativos nos períodos noturnos. Por outro lado, condutores com carteira categoria A exibem pequenas correlações positivas ao longo do dia (manhã: 0,0181; tarde: 0,0379; noite: 0,0217), mas uma correlação negativa na madrugada (0,0211), indicando menor envolvimento em eventos negativos nesse período. Motoristas com carteira B apresentam uma forte correlação positiva na manhã (0,2923) e moderada à tarde (0,0892), mas negativa à noite (0,1260), sugerindo que estão mais associados a eventos diurnos. Por outro lado, condutores com carteira C ou mais exibem correlações positivas em todos os períodos,

especialmente na manhã (0,1283) e à noite (0,1117), refletindo maior atividade em horários comerciais.

Em relação ao período da semana, há correlações positivas na manhã (0,0461) e tarde (0,0091), mas moderadamente negativa na madrugada (0,3291), indicando que eventos negativos ocorrem mais frequentemente nesse período noturno. Já nos finais de semana, as correlações apresentam comportamento inverso: são negativas na manhã (0,0461) e à tarde (0,0091), enquanto na madrugada apresentam uma correlação moderadamente positiva (0,3291), indicando uma maior incidência de eventos problemáticos durante o período noturno.

Em termos gerais, motoristas sem carteira apresentam maior associação com eventos negativos à noite e madrugada, enquanto aqueles com categorias superiores (B, C ou mais) tendem a estar mais envolvidos em eventos diurnos, sugerindo maior atividade nesses períodos. A madrugada se destaca como o período com maior variação nas correlações, especialmente nos finais de semana, indicando maior risco ou incidência de eventos negativos nesse horário. Observa-se que há uma clara inversão nos padrões entre dias úteis e finais de semana, com maior risco noturno nos finais de semana.

Já quando se observam os dados de 2023 dispostos na Tabela 3, verifica-se que motoristas sem carteira apresentam correlações positivas elevadas em todas as categorias de gravidade dos sinistros, com destaque para o valor de 0,9359 no total e 0,8987 para sinistros com vítimas ileas. Isso indica que a ausência de habilitação está associada a uma maior ocorrência de sinistros em geral. No entanto, as correlações para condutores com carteira (A, B e C ou mais) são ainda maiores, inclusive para a categoria de óbitos, o que reflete a predominância desses condutores na amostra e sua forte relação com os eventos registrados. Assim, embora a falta de habilitação seja um fator importante, a análise mostra que os motoristas habilitados também estão fortemente relacionados à gravidade dos sinistros, destacando a complexidade dos fatores envolvidos na ocorrência de sinistros.

Tabela 3 - Correlação de Pearson entre fatores de condutores e gravidade do sinistro em 2023

2023						
Fatores	Total	Ileso	Leves	Moderados	Graves	Óbitos
Sem carteira	0,9359	0,8987	0,9358	0,9282	0,8634	0,7588
Carteira A	0,9955	0,9607	0,9938	0,9892	0,8910	0,8075
Carteira B	0,9973	0,9680	0,9932	0,9916	0,8906	0,8184
Carteira C ou mais	0,9591	0,9246	0,9548	0,9574	0,8539	0,7971
Manhã	-0,0534	-0,0668	-0,0478	-0,0483	-0,0911	-0,0830
Tarde	-0,0548	-0,0508	-0,0491	-0,0572	-0,1073	-0,0978

Noite	-0,0572	-0,0444	-0,0609	-0,0664	0,0590	-0,0198
Madrugada	-0,0254	-0,0221	-0,0380	-0,0107	-0,0409	0,0978
Semana	-0,1459	-0,1306	-0,1343	-0,1655	-0,1347	-0,1627
Fim de semana	0,1294	0,1058	0,1190	0,1538	0,1051	0,1329

Fonte: Organizada pelo autor com base nos dados do SYSBM.

Os condutores com carteira A apresentam correlações fortemente positivas em todas as categorias analisadas, destacando-se especialmente nas variáveis “Total” (0,9955) e “Leves” (0,9938), o que indica uma associação muito intensa com esses tipos de sinistros. No entanto, a correlação positiva com “Óbitos” (0,7588) é relevante, mas menor, sugerindo uma associação menos intensa com fatalidades em comparação com outras categorias. Motoristas com carteira B exibem um padrão semelhante, com correlações positivas muito fortes em “Total” (0,9973) e “Leves” (0,9932), e uma correlação positiva forte com “Óbitos” (0,8075), ligeiramente maior que a da carteira A. Já os condutores com carteira C ou superior apresentam correlações positivas fortes a muito fortes em todas as categorias, com destaque para a variável “Total” (0,9591). Observa-se ainda uma correlação positiva forte com “Óbitos” (0,8184), superior à verificada para a categoria A e próxima à observada para a categoria B.

De forma geral, motoristas sem carteira de habilitação apresentam a maior associação com fatalidades, enquanto os motoristas habilitados (categorias A, B e C ou superior) demonstram elevada associação com a ocorrência geral de sinistros, mas com menor risco relativo de fatalidades em comparação aos não habilitados. Observa-se, ainda, que condutores com categorias superiores (C ou mais) possuem um envolvimento proporcionalmente maior em sinistros graves ou fatais.

Com relação ao período do dia, a manhã apresenta correlações negativas para todas as categorias de gravidade até “Graves” (variando de 0,0534 a 0,0911), indicando menor ocorrência de sinistros nesses horários. Contudo, no caso de óbitos, registra-se uma correlação positiva moderada (0,7971), sugerindo que as fatalidades estão mais associadas à manhã. À tarde, as correlações se mantêm consistentemente negativas (de 0,0548 a 0,1073), incluindo também os óbitos (- 0,0830), o que evidencia uma baixa associação com eventos graves ou fatais nesse período. Durante a noite, predominam correlações negativas (entre 0,0572 e 0,0664) em quase todas as categorias, com exceção de uma leve correlação positiva em “Graves” (0,0590); para óbitos, a correlação permanece negativa (0,0978). Na madrugada, todas as categorias apresentam correlações negativas leves (entre 0,0254 e 0,0409), inclusive a categoria de óbitos (0,0198), o que sugere menor associação de sinistros fatais nesse período.

Quanto ao período da semana, os dias úteis apresentam correlações negativas consistentes para todas as categorias até “Graves” (de 0,1459 a 0,1347), enquanto para óbitos há uma correlação positiva moderada (0,0978), sugerindo maior risco relativo de fatalidades nesses dias. Nos finais de semana, por outro lado, as correlações são positivas em todas as categorias até “Graves” (variando de 0,1294 a 0,1538), e negativas para óbitos (0,1627), o que indica uma menor ocorrência relativa de fatalidades nesses dias. Em resumo, motoristas sem carteira têm forte associação com eventos graves e fatais, enquanto motoristas habilitados apresentam alta associação com eventos gerais, mas menor risco relativo para fatalidades. O período da manhã tem maior associação com fatalidades, enquanto os outros períodos apresentam correlações negativas ou neutras. Durante os dias úteis, há maior risco relativo para fatalidades, e nos finais de semana, há maior ocorrência geral de eventos leves e moderados, mas menor associação com fatalidades.

É importante destacar que, diferentemente das análises apresentadas em tabelas anteriores, os dados de 2023 revelam correlações excepcionalmente fortes e consistentes entre os fatores relacionados aos condutores e as diferentes categorias de gravidade dos sinistros. As correlações próximas de 1,0 para motoristas habilitados nas categorias A, B e C ou mais indicam uma associação quase perfeita, evidenciando que esses condutores são os principais envolvidos nos eventos registrados, tanto em sinistros leves quanto graves.

Quando se faz a análise da correlação levando em conta os períodos do dia no ano de 2023, como se vê na Tabela 4, motoristas sem carteira apresentam correlações negativas em todos os períodos do dia, com destaque para a madrugada (0,0382), indicando menor associação com eventos nesse período. No entanto, a tarde apresenta a menor correlação negativa (0,0188), sugerindo que eventos envolvendo motoristas sem carteira ocorrem mais frequentemente nesse horário. Já os motociclistas com carteira A mostram correlações negativas consistentes em todos os períodos, com valores próximos entre si (variando de 0,0323 na madrugada a 0,0502 à noite), indicando baixa associação com eventos em qualquer período do dia. Por sua vez, a elevada correlação observada na categoria “Sem Carteira”, evidencia que esses usuários também têm uma participação significativa nos sinistros, especialmente nos eventos com vítimas ilesas e leves.

Tabela 4 - Correlação de Pearson entre fatores de condutores e períodos do dia em 2023

2023				
	Manhã	Tarde	Noite	Madrugada
Sem carteira	-0,0822	-0,0188	-0,0224	-0,0382

Carteira A	-0,0358	-0,0471	-0,0502	-0,0323
Carteira B	-0,0400	-0,0414	-0,0350	-0,0136
Carteira C ou mais	-0,0590	-0,0473	-0,0433	0,0100
Semana	0,0559	0,0183	0,1016	-0,2756
Fim de semana	-0,0484	-0,0553	0,0339	0,2717

Fonte: Organizada pelo autor com base nos dados do SYSBM.

Os motoristas com carteira categoria B apresentam correlações negativas em todos os períodos do dia, sendo a mais fraca na madrugada (0,0136) e a mais acentuada à tarde (0,0414), o que sugere um menor envolvimento relativo em sinistros durante os períodos noturnos. Em contrapartida, condutores com carteira C ou superior exibem correlações negativas nos períodos diurnos, manhã (0,0590), tarde (0,0473) e noite (0,0433), mas demonstram uma leve correlação positiva na madrugada (0,0100), indicando uma maior associação com ocorrências nesse período, em comparação aos demais.

Por período do dia, a manhã apresenta correlações negativas para todos os tipos de carteira, sendo mais forte para motoristas sem carteira (0,0822), o que indica menor associação de eventos envolvendo qualquer tipo de motorista nesse período. À tarde, as correlações negativas são consistentes para todos os tipos de carteira, com valores similares aos da manhã. Motoristas sem carteira apresentam a menor correlação negativa (0,0188), sugerindo que esse grupo tem maior envolvimento relativo nesse horário. À noite, as correlações são negativas para todos os tipos de carteira, sendo mais fortes para Carteira A (0,0502), indicando que motociclistas habilitados têm menor associação com eventos nesse período.

Na madrugada, as correlações são negativas leves para Carteiras A e B (0,0323 e 0,0136, respectivamente) e uma leve correlação positiva para Carteira C ou mais (0,0100). Motoristas sem carteira também apresentam correlação negativa (0,0382), mas ainda assim maior risco relativo nesse horário.

Por período do dia, durante a semana há correlação positiva na manhã (0,0559) e tarde (0,0183), mas fortemente negativa na madrugada (0,2756), indicando maior ocorrência relativa de eventos durante o dia nos dias úteis e menor ocorrência durante a madrugada. Já nos finais de semana, há correlação negativa na manhã (0,0484) e tarde (0,0553), mas positiva à noite (0,0339) e fortemente positiva na madrugada (0,2717), refletindo maior risco ou incidência de eventos noturnos nos finais de semana.

Em termos gerais, motoristas sem carteira apresentam maior risco relativo à tarde e menor risco na madrugada. Motoristas habilitados (Carteiras A, B e C ou mais) têm baixa

associação com eventos em geral, mas motoristas da categoria C ou mais têm maior envolvimento relativo na madrugada. A manhã e tarde apresentam as menores associações com eventos (correlações negativas consistentes), enquanto a madrugada é o período mais crítico para motoristas da categoria C ou mais (correlação positiva).

Durante os dias úteis, há maior associação com eventos diurnos (manhã e tarde) e menor associação durante a madrugada. Nos finais de semana, há maior risco relativo durante a noite e madrugada, especialmente para motoristas da categoria C ou mais. Essas informações podem ser usadas para direcionar estratégias preventivas específicas, como reforço na fiscalização noturna nos finais de semana ou campanhas educativas voltadas para motoristas sem habilitação e profissionais (Carteira C ou mais).

Ao consolidar os dados dos anos de 2022 e 2023, observa-se, conforme a Tabela 5, que motoristas sem carteira de habilitação apresentam correlações positivas em todas as categorias de gravidade dos sinistros. Os valores mais elevados ocorrem nas categorias “Total” (0,8266), “Ilesos” (0,7851) e “Leves” (0,8250), evidenciando uma forte associação com a ocorrência geral de sinistros. Embora as correlações sejam menores para sinistros “Graves” (0,6450) e “Óbitos” (0,6163), elas ainda se mantêm em níveis significativos, indicando que condutores não habilitados estão consistentemente associados tanto a eventos de menor gravidade quanto aos de maior severidade.

Tabela 5 - Correlação de Pearson entre fatores de condutores e gravidade do sinistro em 2022 e 2023

2022 e 2023						
Fatores	Total	Ileso	Leves	Moderados	Graves	Óbitos
Sem carteira	0,8266	0,7851	0,8250	0,8204	0,6450	0,6163
Carteira A	0,9931	0,9494	0,9899	0,9838	0,7705	0,7438
Carteira B	0,9959	0,9593	0,9901	0,9859	0,7723	0,7578
Carteira C ou mais	0,9269	0,8879	0,9219	0,9194	0,7260	0,7083
Manhã	-0,0395	-0,0323	-0,0463	-0,0322	-0,0717	-0,0290
Tarde	-0,0417	-0,0472	-0,0257	-0,0505	-0,1001	-0,0823
Noite	-0,0437	-0,0343	-0,0467	-0,0530	0,0752	-0,0231
Madrugada	-0,0223	-0,0310	-0,0317	-0,0025	-0,0128	0,0497
Semana	-0,1071	-0,0981	-0,0991	-0,1117	-0,1375	-0,0891
Fim de semana	0,1019	0,0871	0,0951	0,1104	0,1176	0,0762

Fonte: Organizada pelo autor com base nos dados do SYSBM.

Os motociclistas com carteira A mostram correlações muito altas em todas as categorias, com destaque para “Total” (0,9931), “Leves” (0,9899) e “Moderados” (0,9838). As correlações diminuem para “Graves” (0,7705) e “Óbitos” (0,7438), mas permanecem altas, sugerindo que

motociclistas habilitados têm maior associação com eventos gerais, mas menor risco relativo de fatalidades. Motoristas com carteira B apresentam valores semelhantes à carteira A, com correlações muito altas em “Total” (0,9959), “Leves” (0,9901) e “Moderados” (0,9859), e redução nas correlações para “Graves” (0,7723) e “Óbitos” (0,7578). Isso indica que motoristas dessa categoria também têm alta associação com eventos gerais, mas menor risco relativo de fatalidades.

Já os motoristas com carteira C ou mais têm correlações positivas altas em todas as categorias, mas ligeiramente menores que as carteiras A e B (ex.: “Total” 0,9269). Para “Graves” (0,7260) e “Óbitos” (0,7083), as correlações são mais altas do que para motoristas sem carteira, indicando maior envolvimento relativo em eventos severos.

Por período do dia, a manhã apresenta correlações negativas para todas as categorias (0,0395 a 0,0717), indicando menor associação com eventos nesse período. A correlação mais negativa ocorre em “Graves” (0,0717), sugerindo menor risco relativo de sinistros severos pela manhã. À tarde, as correlações são negativas consistentes (0,0417 a 0,1001), com maior negatividade em “Graves” (0,1001), indicando baixa associação com eventos graves ou fatais. À noite, as correlações são negativas leves para a maioria das categorias (0,0437 a 0,0530), exceto uma leve positividade em “Graves” (0,0752), sugerindo um aumento relativo no risco de sinistros graves durante a noite. Na madrugada, as correlações são próximas de zero ou levemente negativas para a maioria das categorias (0,0223 a 0,0317), mas há uma leve positividade em “Óbitos” (0,0497), indicando que a madrugada tem menor associação geral com eventos, mas um risco relativo um pouco maior de fatalidades.

Por período da semana, ao longo da semana há correlações negativas consistentes para todas as categorias (0,1071 a 0,1375), indicando menor associação geral com eventos durante os dias úteis. A correlação mais negativa ocorre em “Graves” (0,1375), sugerindo menor risco relativo de sinistros severos nesses dias. Já nos finais de semana, as correlações são positivas para todas as categorias (0,1019 a 0,1176), com maior positividade em “Graves” (0,1176), refletindo maior risco relativo de sinistros severos nos finais de semana.

É relevante destacar que, ao analisar os dados combinados de 2022 e 2023, as correlações apresentadas na Tabela 5 são notavelmente fortes e consistentes, evidenciando uma associação robusta entre os fatores relacionados aos condutores e a gravidade dos sinistros. As correlações próximas de 1,0 observadas para motoristas habilitados nas categorias A e B indicam uma relação quase perfeita com a ocorrência geral de sinistros, especialmente nos casos de gravidade leve e moderada. Esse padrão reforça o papel central desses condutores na dinâmica da sinistralidade registrada, sugerindo que sua participação está fortemente associada

aos tipos de acidentes mais frequentes. Embora as correlações diminuam para as categorias mais graves, elas permanecem significativamente altas, indicando que esses motoristas continuam fortemente envolvidos em sinistros severos e fatais. Por outro lado, a categoria “Sem carteira” - que inclui condutores de veículos que não exigem habilitação, como bicicletas, patinetes e outros modais - apresenta correlações elevadas e consistentes, principalmente em eventos totais, ilesos e leves, ressaltando a participação expressiva desses usuários nos sinistros.

Em termos gerais, motoristas sem carteira têm forte associação com eventos gerais e severos, mas apresentam menor risco relativo de fatalidades do que motoristas habilitados (especialmente das categorias superiores). Motoristas habilitados (Carteiras A e B) têm alta associação geral com sinistros leves e moderados. Motoristas da categoria C ou mais apresentam maior envolvimento proporcional em eventos graves ou fatais.

A manhã e à tarde são os períodos menos associados a eventos graves ou fatais. A noite apresenta maior risco relativo para sinistros graves. A madrugada tem menor associação geral com eventos, mas um leve aumento no risco de fatalidades. Durante os dias úteis (semana), há menor ocorrência relativa de sinistros graves ou fatais. Nos finais de semana, o risco relativo aumenta significativamente para sinistros graves.

Ao analisar os dados, correlacionando-os com o período do dia, como se vê na Tabela 6, motoristas sem carteira apresentam correlações negativas para todos os períodos do dia, com os valores mais baixos na madrugada (0,0562) e manhã (0,0459). Isso sugere que motoristas sem carteira têm menor associação relativa com eventos nesses períodos, mas ainda apresentam certo risco proporcional. Já os motociclistas com carteira A mostram correlações negativas leves em todos os períodos, variando de 0,0375 (noite) a 0,0259 (madrugada), indicando que têm uma fraca associação relativa com eventos em qualquer período do dia.

Tabela 6 - Correlação de Pearson entre fatores de condutores e períodos do dia em 2022 e 2023

2022 e 2023				
	Manhã	Tarde	Noite	Madrugada
Sem carteira	-0,0459	-0,0042	-0,0443	-0,0562
Carteira A	-0,0285	-0,0348	-0,0375	-0,0259
Carteira B	-0,0207	-0,0278	-0,0275	-0,0128
Carteira C ou mais	-0,0131	-0,0320	-0,0274	-0,0014
Semana	0,0374	0,0226	0,0513	-0,3010
Fim de semana	-0,0435	-0,0411	0,0435	0,2931

Fonte: Organizada pelo autor com base nos dados do SYSBM.

Motoristas com carteira B apresentam correlações negativas consistentes em todos os períodos, com os menores valores na madrugada (0,0128) e os maiores à tarde (0,0278), sugerindo baixa associação relativa com eventos, especialmente no período noturno. Por outro lado, motoristas com carteira C ou mais têm correlações negativas em quase todos os períodos, exceto uma correlação quase neutra na madrugada (0,0014), o que sugere que têm maior envolvimento relativo na madrugada em comparação aos outros períodos.

Por período do dia, a manhã apresenta correlações negativas para todos os tipos de carteira, sendo mais fortes para motoristas sem carteira (0,0459), indicando baixa associação geral com eventos para todos os grupos analisados. À tarde, as correlações são negativas consistentes para todas as categorias de carteira, com destaque para a Carteira C ou mais (0,0320) e Carteira B (0,0278), mostrando que a tarde também apresenta baixa associação geral com eventos. À noite, as correlações são negativas leves em todas as categorias, com valores próximos entre si (ex.: Sem Carteira: 0,0443; Carteira A: 0,0375), indicando um padrão semelhante ao da tarde. Na madrugada, as correlações são próximas de zero ou levemente negativas para a maioria das categorias (ex.: Carteira C ou mais: 0,0014; Carteira B: 0,0128), sugerindo que a madrugada tem menor associação geral com eventos, mas motoristas da categoria C ou mais apresentam maior envolvimento relativo nesse período.

Quanto ao período da semana, observa-se que, nos dias úteis, há correlação positiva com os sinistros nos períodos da manhã (0,0374), tarde (0,0226) e noite (0,0513), enquanto a madrugada apresenta uma correlação fortemente negativa (- 0,3010). Isso sugere que os eventos tendem a ocorrer com maior frequência durante o dia nos dias de semana, sendo menos comuns na madrugada. Por outro lado, nos finais de semana, verifica-se correlação negativa nos períodos da manhã (- 0,0435) e tarde (- 0,0411), e correlação positiva à noite (0,0435) e fortemente positiva na madrugada (0,2931), evidenciando um risco relativo mais elevado de sinistros durante os períodos noturnos nos finais de semana. Em termos gerais, motoristas sem carteira apresentam maior risco relativo à noite e madrugada. Motoristas habilitados (Carteiras A e B) têm baixa associação geral com eventos em qualquer período. Motoristas da categoria C ou mais apresentam maior envolvimento relativo na madrugada. A manhã e à tarde são os períodos menos associados a eventos para todas as categorias, enquanto a noite apresenta um leve aumento no risco relativo de eventos. A madrugada é o período mais crítico para motoristas da categoria C ou mais.

Durante os dias úteis (semana), há maior ocorrência relativa de eventos diurnos (manhã e tarde) e menor ocorrência durante a madrugada. Já nos finais de semana, há maior risco

relativo durante a noite e madrugada. Essas tendências podem ser usadas para direcionar estratégias preventivas específicas, como reforço na fiscalização noturna nos finais de semana ou campanhas educativas voltadas para motoristas sem habilitação e profissionais (Carteira C ou mais).

4.4 Análise da relação entre infraestrutura urbana e sinistros

Nesta subseção, foi realizada uma análise da infraestrutura urbana em Campo Mourão, com o objetivo de explorar possíveis relações entre a configuração urbana e a ocorrência de sinistros de trânsito. A infraestrutura urbana desempenha um papel fundamental na segurança viária, uma vez que elementos como a configuração da malha viária, a sinalização, a iluminação pública e as condições de manutenção das vias influenciam diretamente a probabilidade de ocorrência de sinistros.

Para dar início a essa análise, foram identificados os cinco pontos com maior incidência de sinistros nos anos de 2022 e 2023. A seleção desses locais foi realizada com base em um mapa de calor, apresentado na Figura 35, que reúne todas as ocorrências registradas ao longo do referido período. Ao concentrar a análise nesses pontos críticos, tornou-se possível observar como a infraestrutura urbana pode estar influenciando significativamente a ocorrência dos sinistros.

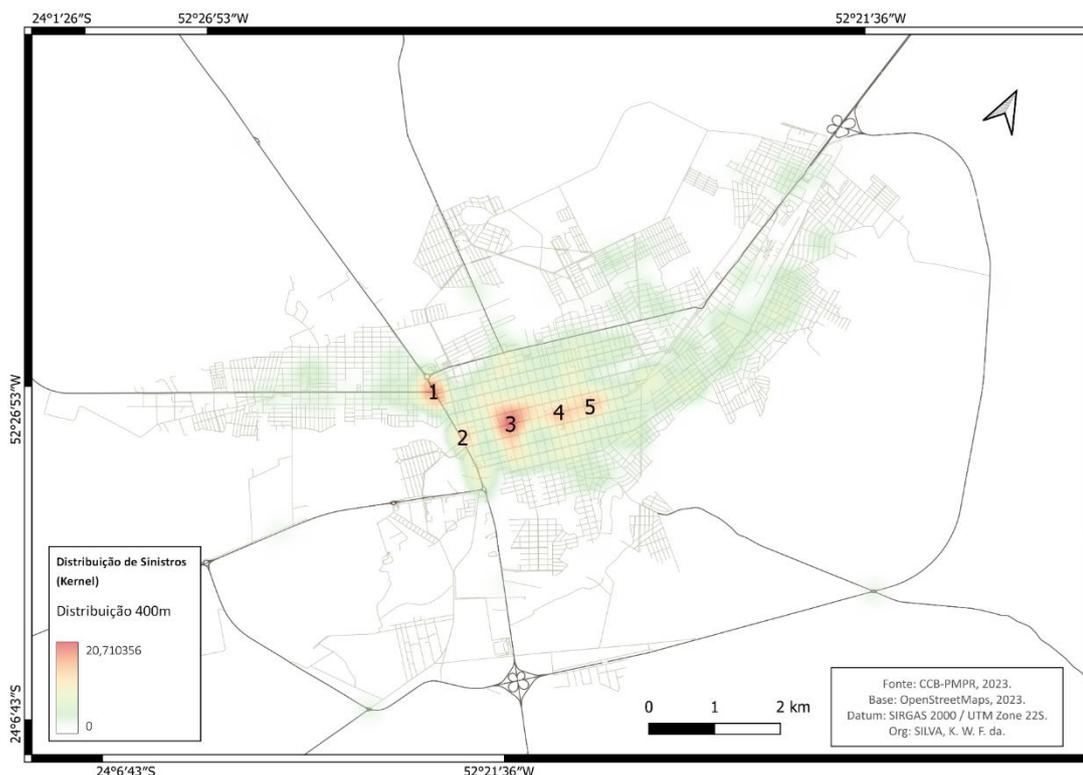
Para isso, realizou-se um levantamento de campo nos pontos críticos previamente identificados, com o objetivo de coletar dados sobre a infraestrutura presente. A análise envolveu a observação direta da configuração da rede viária, incluindo a presença de cruzamentos, curvas acentuadas e interseções complexas. Também foram avaliadas a sinalização viária, a condição das calçadas e outros elementos urbanos relevantes, como a existência de obstáculos na pista.

Em relação ao comportamento de motoristas e pedestres, foi realizada apenas uma observação superficial do fluxo de trânsito nesses locais, reconhecendo-se que uma análise mais aprofundada dessa dimensão requer estudos específicos, de caráter multidisciplinar, dada sua complexidade.

Nos pontos identificados no mapa da Figura 35, a quantidade de sinistros variou significativamente. O Ponto 1 registrou 18 sinistros, sendo o segundo local com maior incidência de ocorrências. Em seguida, o Ponto 2 teve 13 sinistros, apresentando uma das menores quantidades entre os locais analisados. O Ponto 3 foi o mais afetado, com um total de 20 sinistros, sendo o local com a maior incidência de sinistros. Já o Ponto 4 apresentou 15

ocorrências, situando-se entre os locais com maior número de sinistros. Por fim, o Ponto 5 teve 14 sinistros, mostrando uma distribuição significativa, mas menor que a do Ponto 3 e do Ponto 1.

Figura 35 - Distribuição dos sinistros em Campo Mourão em 2022 e 2023



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

O ponto 1, que apresentou um total de 18 sinistros ao longo dos anos de 2022 e 2023, situa-se na rotatória que conecta a Avenida John Kennedy (PR-317) e a Rua Luís Miguel Pereira (BR-487), ambas rodovias que cruzam Campo Mourão. Esse entroncamento é estratégico pois dá acesso ao setor populoso do Lar Paraná, onde se concentram indústrias, comércios e prestadores de serviços especializados. Além disso, é a via principal para quem se desloca às cidades vizinhas, como Farol, Janiópolis e Goioerê, e também serve como acesso à rodoviária municipal, à Estrada Boiadeira (que conduz à cidade de Tuneiras do Oeste, Cruzeiro do Oeste e conexão com a PR-323) e à Perimetral, reforçando seu papel como importante corredor de tráfego urbano e regional.

O local apresenta grande fluxo de veículos, especialmente em horários de pico, composto por veículos de pequeno e grande porte, ciclistas e pedestres. A presença de postos de gasolina e empresas de frete e transporte de cargas na região contribui para o intenso movimento de caminhões, o que aumenta a complexidade do tráfego. Próximo à rotatória, há

estabelecimentos como farmácias e o posto de saúde do Consórcio Intermunicipal de Saúde fica localizado a cerca de 300 metros da rotatória, o que atrai pedestres e reforça a necessidade de infraestrutura adequada para garantir a segurança viária.

O município de Campo Mourão tem investido em melhorias na sinalização semafórica, especialmente em pontos estratégicos para o fluxo viário. Um exemplo desse investimento é a instalação e ajuste dos novos semáforos no cruzamento da Avenida Irmãos Pereira com a região do Novo Centro, uma das áreas de maior circulação da cidade. De acordo com reportagem publicada pela Tribuna do Interior (2024), a Secretaria de Obras e Serviços Públicos (SEIMOB) realizou ajustes nos tempos dos semáforos para otimizar o fluxo de veículos e aumentar a segurança dos pedestres, buscando reduzir congestionamentos e o risco de sinistros. Essas intervenções fazem parte de um conjunto de ações voltadas à modernização da infraestrutura urbana e à melhoria da mobilidade, alinhando-se às demandas identificadas nos pontos críticos de sinistros.

Figura 36 - Ponto 1



Fonte: *Google Earth Pro*, 2025.

Figura 37 - Fluxo de veículos



Fonte: Fotografias pelo autor, 2025.

Figura 38 - Fluxo de ciclistas e pedestres no local



Fonte: Fotografias pelo autor, 2025.

O ponto 2, representado na Figura 39, localizado ao longo da Rua Luís Miguel Pereira (BR-487), apresentou um total de 13 sinistros nos anos analisados. A via, que também funciona como um trecho da BR-487, possui acessos considerados confusos devido à sinalização não específica, o que facilita a aglomeração de veículos, especialmente para aqueles tentando cruzar a rodovia. Essa situação é agravada pelas variações na velocidade dos veículos, que frequentemente excedem o limite de 60 km/h até a aproximação do semáforo no ponto 1. A ausência de passarelas e faixas de pedestres também eleva o risco de sinistros envolvendo pedestres.

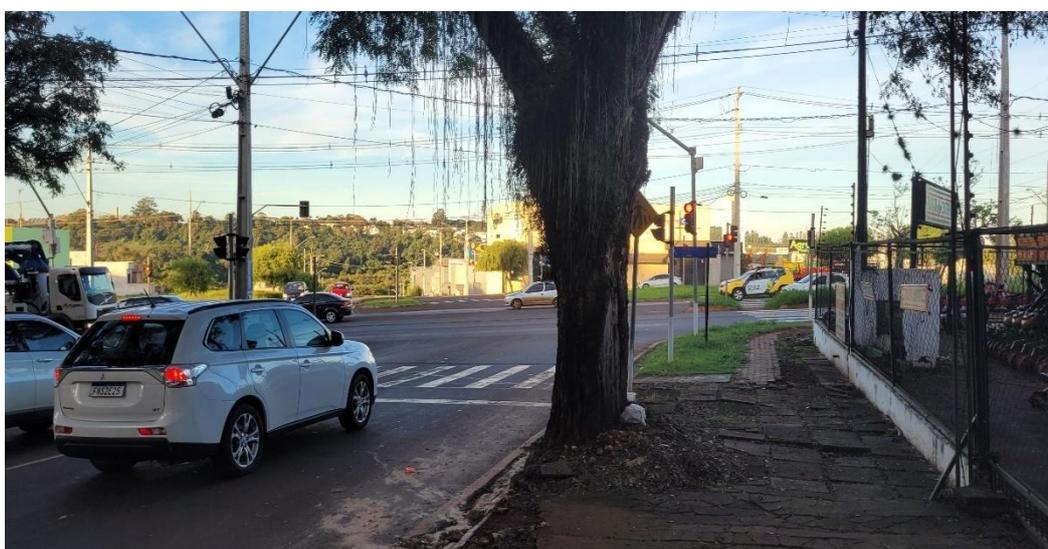
A Rua Luís Miguel Pereira desempenha um papel importante na conectividade urbana e regional. Ela interliga-se diretamente ao ponto 1 e serve como um dos principais acessos ao bairro Lar Paraná. Além disso, a via é um importante corredor de acesso à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e ao Novo Centro, um novo polo em expansão na cidade. A saída pela UTFPR também conecta à PR-158, formando uma rota que liga Campo Mourão, às cidades de Luiziana e Borbônia. A região também abriga estabelecimentos como comércios de peças agrícolas, restaurantes e mecânicas que atraem um fluxo constante de veículos e pessoas.

Figura 39 - Ponto 2



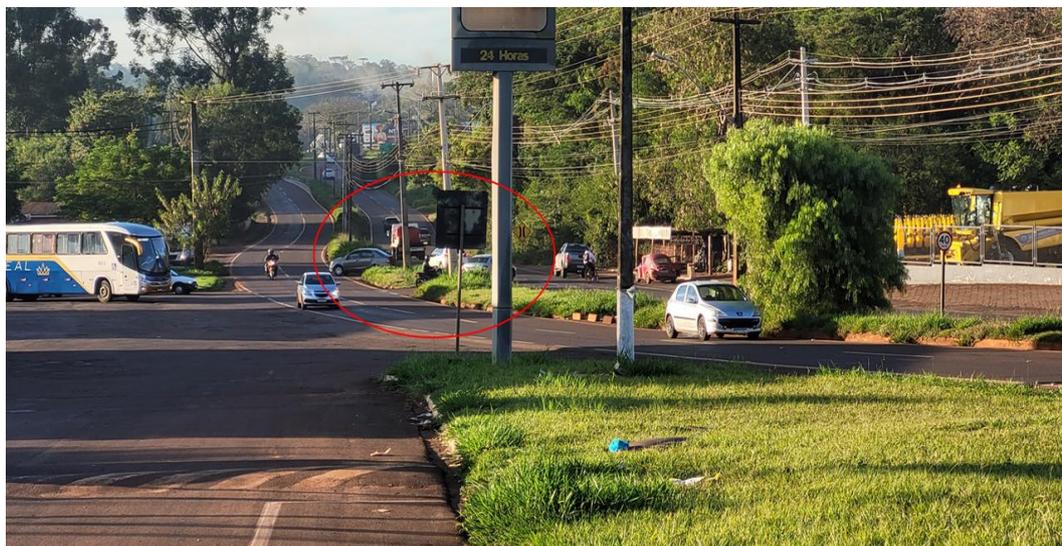
Fonte: *Google Earth Pro*, 2025.

Figura 40 - Ponto de acesso à rodovia



Fonte: Fotografias pelo autor, 2025.

Figura 41 - Aglomeração de veículos em ponto sem sinalização



Fonte: Fotografias pelo autor, 2025.

Figura 42 - Variações na velocidade máxima permitida na via



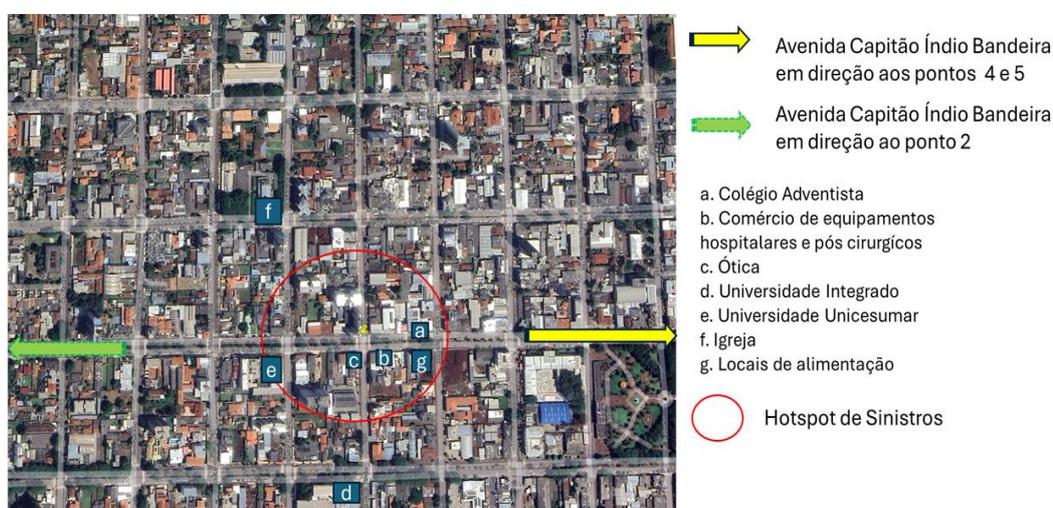
Fonte: Fotografias pelo autor, 2025.

O ponto 3, que apresentou a maior concentração de sinistros ao longo dos anos de 2022 e 2023, totalizando 20 ocorrências, está localizado entre a Avenida Capitão Índio Bandeira e a Avenida Manoel Mendes de Camargo, e entre as ruas São Josafat e Roberto Brzezinski, conforme ilustrado na Figura 43. Essa região concentra diversos colégios, incluindo o Colégio Adventista de Campo Mourão, estabelecimentos de saúde especializados, universidades, igrejas, além de locais de alimentação e comércio em geral, o que gera um fluxo intenso e diversificado de pessoas e veículos.

Em horários de pico, observa-se a presença de uma viatura da Polícia Militar que auxilia no controle do tráfego, especialmente próximo ao Colégio Adventista, local que se torna um ponto de grande aglomeração de veículos, conforme mostrado na Figura 44. Um problema recorrente nessa área, assim como em diversas regiões da cidade, refere-se às situações de risco entre pedestres e veículos, os quais são exacerbados pela insuficiência e inadequação da infraestrutura viária existente. Em vários trechos, os veículos precisam avançar sobre a faixa de pedestres e até invadir a via oposta para garantir a segurança ao cruzar, devido à falta de visibilidade e à ausência de estrutura adequada para travessia segura. Essa prática, embora muitas vezes necessária, aumenta o risco de sinistros, evidenciando a necessidade de melhorias na infraestrutura urbana para proteger tanto pedestres quanto motoristas.

Além disso, a Avenida Capitão Índio Bandeira, onde está localizado esse ponto, conecta-se diretamente aos pontos 2, 4 e 5, funcionando como um importante eixo viário que oferece acesso tanto ao centro da cidade quanto às rodovias mencionadas nos pontos anteriores. Essa interligação reforça a relevância estratégica da região para a mobilidade urbana e regional.

Figura 43 - Ponto 3



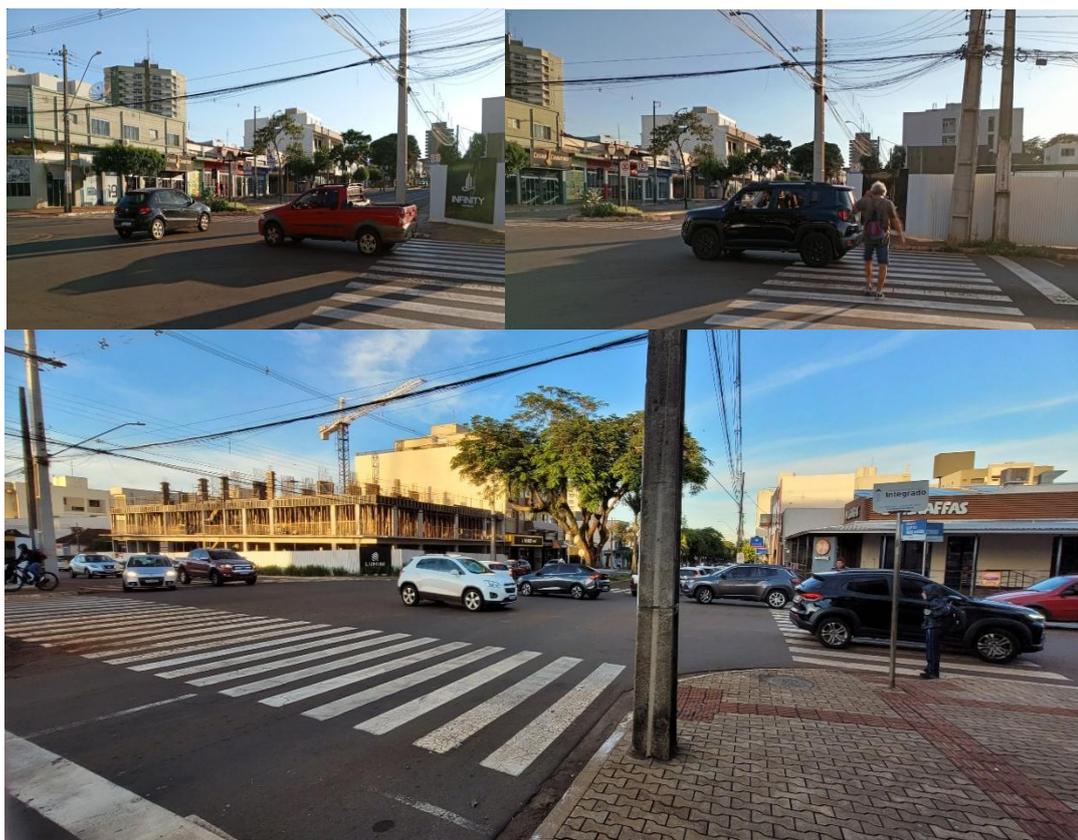
Fonte: *Google Earth Pro*, 2025.

Figura 44 - Aglomeração de veículos próximas ao Colégio Adventista



Fonte: Fotografias pelo autor, 2025.

Figura 45 - Áreas de conflito entre veículos e pedestres



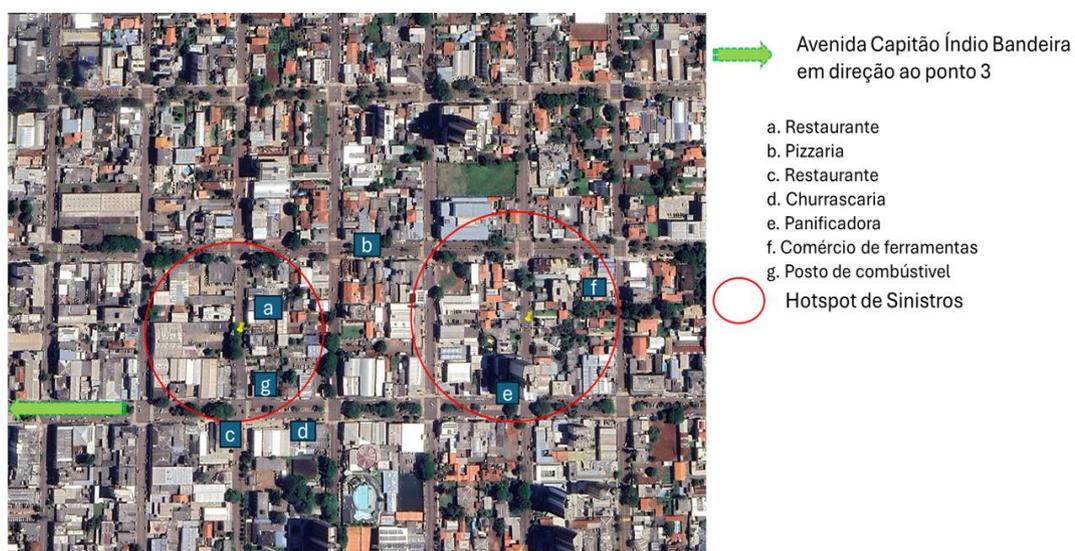
Fonte: Fotografias pelo autor, 2025.

Já nos pontos 4 e 5, localizados ao longo das avenidas Capitão Índio Bandeira e Manoel Mendes de Camargo, entre as ruas Mato Grosso e Rocha Pombo, conforme observado na Figura 46, foram registrados 15 e 14 sinistros, respectivamente. Embora o fluxo de veículos nesses

locais não seja tão intenso quanto nos pontos 1, 2 e 3, a Figura 47 evidencia que os problemas de infraestrutura são semelhantes, com condutores frequentemente precisando avançar sobre faixas de pedestres e invadir a via de fluxo oposto, especialmente pela baixa visibilidade nos cruzamentos, o que eleva o risco de sinistros.

Esses pontos encontram-se em uma área bastante próxima ao centro da cidade, que concentra uma ampla diversidade de estabelecimentos comerciais, especialmente restaurantes, locais de alimentação, postos de gasolina e serviços em geral. Essa proximidade com a região central torna esses locais estratégicos para a mobilidade urbana, mas também demanda uma atenção especial no que se refere à segurança viária.

Figura 46 - Pontos 4 e 5



Fonte: *Google Earth Pro*, 2025.

Figura 47 - Áreas de conflito entre veículos e pedestres nos pontos 4 e 5



Fonte: Fotografias pelo autor, 2025.

Algo que se nota ao observar-se os pontos de maior incidência de sinistros em Campo Mourão, é que há conexão geográfica clara, pois estes estão localizados ao longo da Avenida Capitão Índio Bandeira, uma das principais vias da cidade. Essa avenida desempenha um papel significativo na mobilidade urbana, conectando-se diretamente à rodovia pela Rua Miguel Luiz Pereira, que, por sua vez, liga-se à Avenida John Kennedy — o segundo maior ponto de concentração de sinistros na cidade.

Essa continuidade viária cria um corredor de tráfego intenso, especialmente em horários de pico, onde convergem veículos de diferentes origens e destinos. A interligação dessas vias não apenas facilita o fluxo de veículos pela cidade, mas também concentra áreas de conflito devido ao alto volume de tráfego e à presença de cruzamentos movimentados, aumentando o risco de sinistros nesses pontos conectados.

Também é válido destacar que já existe um relatório de prognóstico de mobilidade urbana para Campo Mourão, que traz uma série de sugestões para a administração municipal sobre como melhorar a mobilidade na cidade. Esse documento oferece diretrizes importantes para o desenvolvimento de políticas públicas que visam otimizar o sistema de transporte, reduzir congestionamentos e sinistros e promover um ambiente urbano mais seguro e sustentável. Além disso, o relatório inclui recomendações sobre a implementação de infraestrutura cicloviária, melhoria do transporte público e a promoção de práticas de mobilidade mais eficientes.

Conforme apresentado no Relatório de Propostas de Diretrizes e Ações - Plano de Mobilidade Urbana de Campo Mourão -, foram estabelecidas seis diretrizes gerais orientadoras do plano: (i) priorização do transporte não motorizado sobre o motorizado; (ii) promoção do acesso integral aos serviços de mobilidade; (iii) deslocamento de cargas e pessoas de forma eficiente e eficaz; (iv) mobilidade segura; (v) integração das políticas municipais de desenvolvimento urbano; e (vi) integração entre os modos e serviços de transporte urbano. Essas diretrizes orientam as ações para tornar o sistema de mobilidade mais sustentável, seguro e acessível a toda a população, alinhando-se às necessidades atuais e futuras da cidade (Plano de Mobilidade Urbana De Campo Mourão, 2024).

Também, já foi estabelecida a Política Municipal de Mobilidade Urbana de Campo Mourão (Campo Mourão, 2024), que institui diretrizes para organizar e promover a mobilidade urbana no município, alinhando-se à Política Nacional de Mobilidade Urbana. A lei estrutura-se por meio de instrumentos normativos, como o Plano Municipal de Mobilidade Urbana e o Plano de Ações e Investimentos, que deverão ser regularmente revisados para garantir atualização e efetividade.

A metodologia empregada utiliza o conceito de prospectiva via cenários, que inclui a construção de três cenários de mobilidade: atual, tendencial e projetado. O cenário atual retrata uma fotografia do estado vigente da mobilidade, enquanto o tendencial projeta a situação futura se as tendências atuais se mantiverem, e o projetado apresenta o futuro desejado, alinhado com as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587/2012), priorizando acessibilidade universal, sustentabilidade, equidade, segurança e eficiência.

Para cada zona, o relatório apresenta detalhamentos dos pontos críticos, níveis de serviço, fluxos, atrasos e formação de filas, bem como estratégias projetadas para melhoria, incluindo readequação geométrica, sinalização avançada, implantação de semáforos, redução da velocidade, criação de binários, melhorias em rotatórias e priorização dos modais não motorizados, especialmente pedonal e ciclomobilidade.

O prognóstico integrado consolida as demandas do diagnóstico técnico e participação popular, organizando as recomendações em eixos temáticos: sistema viário, transporte pedonal, ciclomobilidade, transporte público, transporte escolar, transporte motorizado individual, acesso ao município, transporte de cargas e gestão/regulamentação. Cada eixo abrange atributos como segurança viária, acessibilidade universal, adequação legislativa, mobilidade e fluidez, redução de acidentes, tecnologia, inovação e infraestrutura.

O Plano de Mobilidade Urbana de Campo Mourão, conforme detalhado no Relatório do Prognóstico da Mobilidade, apresenta um diagnóstico aprofundado das deficiências da cidade

no que tange à mobilidade urbana. O plano destaca uma predominância excessiva do transporte motorizado individual, que representa 44% dos deslocamentos, quase o dobro da média nacional para municípios do mesmo porte. Essa alta dependência do automóvel particular gera problemas como congestionamentos, poluição atmosférica e consumo elevado de espaço viário, fatores que comprometem a qualidade de vida e a sustentabilidade urbana. Além disso, o plano aponta a precariedade da infraestrutura cicloviária e pedonal, ressaltando a inexistência ou desconexão de ciclovias e a insuficiência de calçadas acessíveis e seguras para pedestres, o que dificulta a utilização dos modais mais sustentáveis e inclusivos.

Outra deficiência destacada é a insuficiente abrangência e qualidade do transporte público, refletida na baixa representatividade do modal e na insatisfação dos usuários com tarifas elevadas, frequências inadequadas e falta de integração. O relatório também evidencia a dificuldade de acessibilidade universal para pessoas com mobilidade reduzida, com apenas 16% das calçadas possuindo rampas adequadas e 5% com piso tátil, o que compromete a autonomia dessa parcela significativa da população. Na dimensão do transporte de cargas, o plano identifica ausência de rotas específicas bem sinalizadas para veículos pesados, resultando em circulação inadequada dentro da área urbana, aumento do desgaste das vias e conflitos com outros modais, especialmente em regiões densas ou próximas a zonas residenciais.

O relatório de prognóstico incorpora ainda simulações de tráfego que apontam congestionamentos em pontos estratégicos da cidade, como os cruzamentos na Av. Presidente Kennedy e na Rua Miguel Luiz Pereira (locais apontados ao longo desta pesquisa), revelando a necessidade urgente de intervenções para evitar o agravamento da fluidez no curto, médio e longo prazo. Essas análises significativas para priorizar investimentos e planejar ações que possam minimizar os impactos negativos, como filas excessivas, atrasos significativos e aumento dos sinistros de trânsito. O plano, portanto, não apenas identifica as falhas, mas também projeta cenários futuros para subsidiar a tomada de decisões e a formulação de estratégias integradas e sustentáveis.

Apesar da extensão e detalhamento do diagnóstico, o plano poderia aprofundar mais a crítica em relação à falta de planejamento integrado entre expansão urbana e mobilidade. A tendência de expansão urbanística dispersa, apontada como um vetor de mudança, aumenta as distâncias dos deslocamentos e reforça a dependência do transporte motorizado, mas o plano não apresenta com clareza mecanismos eficazes de controle territorial para conter essa dispersão. Outro ponto crítico é a limitada atenção à implementação de políticas tarifárias progressivas e à efetiva promoção da equidade social no acesso ao transporte público, aspectos

que são mencionados, mas que carecem de proposições concretas e instrumentos de ação eficazes.

Em relação a estruturação do plano, são apresentados objetivos que incluem a promoção do desenvolvimento sustentável, a acessibilidade universal, a inclusão social, a equidade no acesso ao transporte público coletivo, a segurança nos deslocamentos e a gestão participativa e democrática dos processos ligados à mobilidade. As diretrizes priorizam o transporte não motorizado, a mobilidade segura, o acesso integral aos serviços, a integração das políticas urbanas e a eficiência no deslocamento de pessoas e cargas.

A infraestrutura urbana e os modos de transporte — tanto motorizados quanto não motorizados — são detalhadamente regulamentados, com princípios específicos para cada categoria que ressaltam segurança, participação pública e sustentabilidade. A gestão da mobilidade ficará a cargo de órgãos municipais, como a Comissão Especial da Mobilidade Urbana Municipal e o Conselho Municipal da Cidade, que terão competências para planejar, gerenciar recursos, acompanhar a implementação e garantir o controle social da política.

Além disso, a lei estabelece e organiza eixos estratégicos que orientam as ações voltadas à melhoria da infraestrutura viária, transporte pedonal, cicloviário, transporte público e escolar, transporte motorizado, acesso ao município e regulamentação e gestão do sistema de mobilidade urbana. Esses eixos visam garantir maior eficiência, segurança, equidade e sustentabilidade no transporte municipal. A implementação das ações previstas deverá respeitar prazos definidos, garantindo ampla participação e transparência, assegurando que a mobilidade em Campo Mourão evolua de forma planejada e integrada.

O detalhamento das ações previstas no Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Campo Mourão demonstra o compromisso em estruturar e implementar melhorias significativas e integradas nos diversos aspectos da mobilidade local. Cada eixo estratégico, desde a requalificação viária e das calçadas, passando pelo conforto urbano, conectividade, estímulo à mobilidade cicloviária, até a gestão e regulamentação do sistema, direciona ações específicas para assegurar maior eficiência, segurança, acessibilidade e sustentabilidade.

Essas ações visam não apenas a melhoria da infraestrutura física, como também promovem a inclusão social, o uso de modos de transporte ativos e coletivos, além de fortalecer a governança participativa e democrática no planejamento e na execução das políticas públicas relacionadas. Esse conjunto coordenado de propostas e ações reforça a orientação estratégica da lei municipal para que a mobilidade em Campo Mourão evolua de forma planejada, integrada e alinhada aos princípios da sustentabilidade e da equidade. Assim, a abordagem prática

oferecida pelo plano operacionaliza os eixos estratégicos estabelecidos na lei, detalhando as intervenções necessárias para transformar a realidade da mobilidade urbana no município.

O Plano de Mobilidade Urbana de Campo Mourão – Relatório do Plano de Ações e Investimento (UNILIVRE, 2023), estrutura-se em diversos eixos estratégicos, cada um contemplando ações específicas destinadas a aprimorar diferentes aspectos do sistema viário, do transporte e da infraestrutura urbana, visando transformar a mobilidade local de forma segura, eficiente e sustentável.

No Eixo Plano de Requalificação Viária, as ações focam na revisão da hierarquia viária, redefinição dos sentidos de fluxo, atualização do parque semafórico, intervenções em interseções e vias, além da definição de vias preferenciais para organizar melhor o tráfego e aumentar a segurança viária. Já o Plano de Requalificação das Calçadas preocupa-se com a adequação da legislação municipal relacionada a passeios, implantação e manutenção das calçadas, campanhas de incentivo ao uso e cuidado desses espaços, e a elaboração de materiais educativos e eventos voltados para o transporte pedonal.

O Eixo Conforto e Mobiliário prevê a manutenção e padronização da iluminação pública adequada à escala humana, promovendo ambientes urbanos mais agradáveis e seguros. Quanto à Conectividade, as ações contemplam a criação de áreas de convivência, calçadões, ruas completas, implementação de travessias elevadas e passarelas para pedestres, promovendo a integração e segurança dos deslocamentos não motorizados.

No âmbito do ciclismo, o Plano Cicloviário propõe a reestruturação da rede cicloviária, implantação de infraestrutura de apoio para rotas de cicloturismo rural, paraciclos e sistemas de compartilhamento de bicicletas. Complementarmente, o Fomento ao Modo Cicloviário atua na valorização e incentivo dos ciclistas por meio de campanhas e materiais educativos.

Para o transporte público, as ações focam na adequação dos itinerários e frequências, implantação de corredores exclusivos, padronização de abrigos, divulgação de informações e fiscalização da operação para melhorar a eficiência e a qualidade do serviço. O eixo de Isenções no Transporte Público inclui medidas de gratuidades e tarifas zero para ampliar o acesso da população.

No que tange ao transporte remunerado privado, o plano aborda a inclusão tecnológica por meio de aplicativos para táxis. O Transporte Escolar é contemplado por ações que regulam a idade dos veículos, readequação dos pontos de embarque, ajustes nos itinerários, fiscalização e melhorias operacionais, incluindo o transporte universitário.

A expansão dos estacionamentos rotativos, especialmente a ampliação da zona azul, integra o eixo de Expansão de Estacionamentos, contribuindo para a melhor organização do uso

do espaço urbano. Para a Manutenção e Segurança Viárias, as ações abrangem implantação de redutores e fiscalização de velocidade, manutenção contínua da sinalização e pavimentação, conjugadas a campanhas educativas no trânsito.

Na dimensão do acesso ao município, o plano prevê implantação e manutenção da sinalização de acesso, reestruturação dos acessos aos distritos e ampliação do aeroporto, fortalecendo a integração territorial e a mobilidade intermunicipal.

Por fim, o eixo de Regulamentação e Gestão objetiva estruturar a gestão da mobilidade urbana através da concessão da publicidade urbana, regulamentação do transporte privado individual por aplicativos, além de promover iniciativas como a parada segura e revisão da legislação específica, como a Lei dos *Parklets*.

O plano ainda enfatiza a Integração Modal, por meio do desenvolvimento de aplicativos para integração entre os modais, campanhas para incentivar a mobilidade ativa na rede municipal de ensino, elaboração de calendário de eventos relacionados e a conexão do aeroporto e rodoviária com demais modais, visando um sistema de transporte cada vez mais interligado, eficiente e sustentável.

Além das iniciativas voltadas à infraestrutura e à gestão dos diferentes modos de transporte, a segurança viária emerge como um componente importante para garantir a efetividade e a qualidade do sistema de mobilidade. Medidas específicas para tornar as áreas viárias urbanas mais seguras não apenas protegem os usuários, mas também favorecem a adoção de modais ativos e coletivos, promovendo um ambiente de deslocamento integrado, eficiente e sustentável, em consonância com os objetivos do plano de integração modal.

Medidas de segurança podem tornar áreas viárias urbanas significativamente mais seguras para todos os usuários. Primeiramente, a implantação de infraestrutura adequada para pedestres, como calçadas contínuas, acessíveis e bem sinalizadas, para garantir a segurança e a mobilidade ativa. Além disso, o redesenho de ruas para se tornarem compartilhadas, onde pedestres, ciclistas e veículos dividem o espaço com proteção e estímulo à atenção, pode reduzir colisões em até 50%, promovendo velocidades mais baixas e maior cautela dos motoristas (WRI Brasil, 2024). A criação de ruas exclusivas para pedestres também tem efeitos positivos, não só na segurança, mas na qualidade ambiental e econômica das regiões urbanas.

Outra medida importante envolve a moderação do tráfego por meio da redução dos limites de velocidade e implantação de elementos físicos como lombadas, faixas elevadas e ilhas de refúgio em cruzamentos, que reduzem sinistros graves, principalmente em áreas escolares ou residenciais (Ratanavaraha e Watthanaklang, 2013; Magkafas et al., 2025). Um desenho urbano que privilegia a segurança de todos os usuários, incluindo a melhoria das vias

arteriais com faixas exclusivas e sinalização eficiente, contribui para reduzir atropelamentos e colisões veiculares.

A manutenção adequada dos sistemas de sinalização vertical e horizontal, pavimentação regular e iluminação pública eficiente é imprescindível para mitigar riscos oriundos de deficiências físicas nos espaços viários (Silva et al., 2024). Uma infraestrutura urbanística bem cuidada evita situações perigosas causadas por buracos, má visibilidade e falta de orientação para os usuários das vias. Aliado a isso, políticas de fiscalização rigorosa das normas de trânsito e educação contínua da população sobre práticas seguras fomentam comportamentos responsáveis e colaborativos no trânsito.

Por fim, sistemas tecnológicos integrados, como monitoramento em tempo real, aplicativos para gestão do tráfego e dispositivos automáticos de controle de velocidade ampliam a segurança viária, tornando a gestão do trânsito mais eficiente e preventiva.

É importante destacar que, apesar da relevância dessas medidas para melhorar a segurança viária urbana, a observação de campo realizada nesta pesquisa concentrou-se na análise da dinâmica do trânsito e nas condições locais verificadas *in loco*, sem aprofundar a investigação técnica ou detalhada das intervenções específicas para segurança viária. Portanto, esta pesquisa não se propôs a avaliar de forma exaustiva as várias opções de medidas e projetos possíveis, focando-se na compreensão geral do cenário existente e suas implicações para futuras ações integradas e planejadas, conforme orientações de especialistas na área.

Em suma, o levantamento de campo realizado nos pontos críticos de sinistros em Campo Mourão permitiu identificar aspectos importantes da infraestrutura viária e do fluxo de veículos que contribuem para a ocorrência de sinistros. Embora a análise tenha sido superficial, as observações sobre sinalização, acessos, comportamento de condutores e condições para pedestres evidenciam desafios reais que impactam a segurança no trânsito. Os resultados obtidos no trabalho de campo ganham ainda mais relevância quando confrontado com as diretrizes estabelecidas no Plano de Mobilidade Urbana, que oferece um referencial estratégico para orientar intervenções e melhorias. Dessa forma, a combinação entre a experiência prática do levantamento e as propostas do plano municipal reforça a necessidade de ações integradas, visando aprimorar a mobilidade urbana e garantir maior segurança para todos os usuários das vias em Campo Mourão.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do trânsito na dinâmica do espaço urbano evidencia a profunda interdependência entre mobilidade, planejamento urbano e as transformações sociais e espaciais nas cidades brasileiras. O trânsito, longe de ser apenas um fenômeno de deslocamento de veículos, revela-se como um reflexo das escolhas históricas, políticas e econômicas que moldaram nossas cidades, frequentemente priorizando o automóvel em detrimento de modos de transporte mais inclusivos e sustentáveis.

O crescimento acelerado da frota de veículos, impulsionado por fatores econômicos, políticas públicas e mudanças sociais, colocou em xeque a capacidade das cidades de absorver essa demanda, resultando em congestionamentos, aumento dos sinistros e degradação da qualidade de vida urbana. Conforme discutido, a priorização do transporte motorizado individual e a expansão da infraestrutura viária, baseadas em modelos urbanos de matriz americana, têm demonstrado suas limitações diante dos desafios contemporâneos relacionados à mobilidade, acessibilidade e sustentabilidade. A experiência histórica de cidades como São Paulo evidencia a necessidade de repensar paradigmas e buscar soluções integradas, que valorizem o transporte público, os modos ativos (caminhada e bicicleta) e a integração entre diferentes modais. O planejamento urbano, nesse contexto, emerge como ferramenta fundamental para promover cidades mais justas, seguras e eficientes, capazes de responder às demandas de uma população cada vez mais urbana e diversificada. Mesmo cidades de porte médio, como Campo Mourão, enfrentam desafios crescentes na gestão do trânsito, refletidos na recorrência de sinistros e fatalidades. Isso em se dá em função de diversos aspectos, como o próprio aumento da frota de veículos, que aliado à concentração de serviços e comércio que atraem um grande fluxo regional, intensifica a demanda sobre a infraestrutura viária local e por consequência o risco de ocorrerem sinistros.

Além disso, é imprescindível reconhecer que as desigualdades sociais e espaciais se refletem e se reproduzem no sistema de mobilidade, tornando urgente a adoção de políticas públicas que promovam o acesso universal e equitativo aos meios de transporte, bem como a valorização do espaço público como ambiente de convivência e cidadania.

Neste sentido, os sinistros de trânsito configuram-se como um dos grandes desafios contemporâneos para a saúde pública, a mobilidade urbana e o desenvolvimento sustentável das cidades, exigindo respostas integradas e multidisciplinares. Ao longo dessa dissertação, se evidencia que a compreensão dos padrões espaciais e temporais desses eventos, bem como dos

fatores que os influenciam, é necessária para a elaboração de estratégias eficazes de prevenção e mitigação.

O panorama brasileiro revela que os sinistros de trânsito afetam de desigualmente diferentes segmentos da população, com maior incidência entre jovens, homens e moradores de áreas urbanas, o que demanda políticas públicas sensíveis às especificidades locais e sociais. Destacam-se, ainda, o papel da análise integrada de dados, do uso de tecnologias como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e da implementação de sinalização eficiente para identificar áreas críticas e direcionar intervenções.

A atuação conjunta de governos, sociedade civil, setor privado e instituições de pesquisa é imprescindível para promover uma cultura de segurança viária. Investimentos em infraestrutura, educação para o trânsito, fiscalização e avanços tecnológicos, aliados a campanhas de conscientização, são caminhos promissores para a redução dos sinistros e de seus impactos sociais, econômicos e ambientais.

A agenda global, expressa nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, reforça a urgência de tornar as cidades mais inclusivas, seguras e resilientes, destacando a redução dos sinistros de trânsito como elemento central para a qualidade de vida urbana. Portanto, enfrentar esse problema requer compromisso contínuo, inovação e colaboração entre todos os atores sociais, para que seja possível construir um trânsito mais seguro, humano e sustentável para as presentes e futuras gerações.

Com base na análise dos dados de sinistros de trânsito em Campo Mourão durante os anos de 2022 e 2023, algumas considerações finais podem ser feitas. Primeiramente, os exemplos apresentados, tanto em contextos nacionais quanto internacionais, demonstram que o uso de SIGs vai muito além do simples mapeamento: trata-se de uma abordagem integrada, capaz de cruzar variáveis como infraestrutura viária, fluxos de tráfego e características socioeconômicas, subsidiando políticas públicas mais assertivas e adaptadas às especificidades de cada localidade.

O avanço tecnológico, como a incorporação de dados em tempo real por meio de sensores e câmeras, amplia ainda mais o potencial dos SIGs, possibilitando respostas rápidas e eficientes em situações críticas e contribuindo para a redução dos sinistros e de suas consequências. A experiência recente de Campo Mourão, com a implantação de fiscalização eletrônica e monitoramento centralizado, ilustra como a aplicação prática dessas ferramentas pode transformar a gestão da segurança viária.

Outro ponto a se levantar, é a forma como a análise isolada de dados estatísticos ou de fatores individuais não é suficiente para captar a totalidade dos fenômenos envolvidos na

ocorrência de sinistros viários. A integração de diferentes áreas do conhecimento permite não apenas identificar padrões, mas também compreender as causas e as inter-relações que permeiam o trânsito urbano.

A adoção da Teoria da Complexidade, fundamentada nos conceitos de Edgar Morin, mostrou-se importante para superar a fragmentação do saber e promover uma visão holística dos sinistros de trânsito. Essa abordagem possibilitou enxergar o trânsito como um sistema dinâmico, no qual fatores físicos, sociais, culturais e comportamentais se entrelaçam de forma indissociável. Assim, intervenções pontuais e setoriais tendem a ser insuficientes; é necessário articular ações integradas, informadas por diferentes campos do saber e adaptadas à realidade local.

O uso de ferramentas e métodos como o georreferenciamento, a análise espacial e a Estatística - exemplificados pela aplicação da Estimativa de Densidade Kernel (KDE) e do coeficiente de correlação de Pearson - enriqueceu a análise, permitindo identificar áreas críticas e padrões de sinistralidade em Campo Mourão. A combinação de métodos quantitativos e qualitativos, aliada ao diálogo entre disciplinas, fortaleceu as conclusões e ofereceu subsídios mais robustos para a possível proposição de intervenções práticas.

Neste sentido, a análise dos dados demonstrou que os sinistros tendem a se concentrar em determinadas áreas da malha viária, com destaque para a Avenida Capitão Índio Bandeira e suas intersecções com outras vias importantes. A presença de colégios, estabelecimentos de saúde e locais de alimentação nessas áreas contribui para o aumento do fluxo de veículos e pedestres, elevando o risco de sinistros. A infraestrutura viária, que muitas vezes exige que os veículos avancem sobre faixas de pedestres para garantir a visibilidade, também é um fator contribuinte. Essas áreas exigem atenção especial das autoridades de trânsito, que podem implementar medidas como a instalação de semáforos, a melhoria da sinalização e a fiscalização do cumprimento das leis de trânsito.

Outro aspecto relevante é que, embora tenham ocorrido pequenas variações entre os anos, o município registrou uma média superior a um sinistro por dia, com 650 ocorrências em 2022 e 660 em 2023, configurando um desafio significativo para a gestão da mobilidade e da segurança viária local. Em relação ao perfil de envolvimento em sinistros, constatou-se que os homens são mais propensos a se envolver em sinistros do que as mulheres, representando a maioria dos casos registrados. Os sinistros de gravidade leve são os mais comuns, seguidos pelos de gravidade moderada, indicando que a maioria dos sinistros resulta em ferimentos não fatais. No entanto, o número absoluto de vítimas envolvidas em sinistros é relativamente alto, com mais de uma vítima por dia.

As colisões constituem o tipo de sinistro mais frequente, seguidas pelos casos de queda de veículo. Apesar de o número de automóveis ser significativamente maior em relação às motocicletas, estas apresentam um número elevado de envolvimento em sinistros, sugerindo uma vulnerabilidade maior ou um comportamento de risco mais frequente por parte dos motociclistas. Automóveis e motocicletas são as categorias de veículos mais envolvidas em sinistros, refletindo a predominância desses veículos na frota local.

A distribuição dos sinistros ao longo dos meses do ano apresenta algumas variações, mas sem padrões sazonais consistentes. Os sábados são os dias com maior incidência de sinistros, e as noites são os períodos com maior incidência de sinistros, embora os números percentuais em relação aos demais horários sejam relativamente próximos, com exceção das madrugadas, que apresentam percentuais muito inferiores aos demais períodos devido ao fluxo reduzido do trânsito.

De forma geral, o perfil de envolvimento em sinistros em Campo Mourão é caracterizado por homens, em sinistros de gravidade leve, envolvendo principalmente automóveis e motocicletas, com colisões como o tipo de sinistro mais comum. Os pontos de maior incidência de sinistros estão concentrados ao longo da Avenida Capitão Índio Bandeira e suas intersecções, especialmente em horários de pico e nos finais de semana.

As análises estatísticas, por sua vez, permitiram identificar relações relevantes entre fatores associados aos condutores, períodos do dia e da semana, e a gravidade dos sinistros de trânsito em Campo Mourão nos anos de 2022 e 2023. Embora a maioria das correlações encontradas seja de intensidade fraca, os resultados evidenciam tendências que podem subsidiar políticas públicas e estratégias de prevenção mais direcionadas.

Destaca-se que motoristas sem habilitação apresentam, em 2023, maior associação com sinistros graves e fatais. Por outro lado, condutores habilitados, especialmente das categorias B e C ou mais, mantêm alta associação com a ocorrência geral de sinistros, mas apresentam menor risco relativo de fatalidades, sugerindo que a posse da carteira de habilitação, embora importante, não elimina o envolvimento em sinistros, mas pode estar relacionada a uma maior sobrevivência ou menor gravidade dos casos.

A análise também evidenciou padrões temporais, nos quais os períodos da manhã e da tarde apresentam menor associação com eventos graves ou fatais, enquanto a madrugada e os finais de semana concentram maior risco. Essa inversão nos padrões entre dias úteis e fins de semana sugere a influência de fatores comportamentais e contextuais, tais como fadiga, consumo de álcool e maior circulação noturna em momentos de lazer.

REFERÊNCIAS

ABREU, D. R. DE O. M.; SOUZA, E. M. DE.; MATHIAS, T. A. DE F. Impacto do Código de Trânsito Brasileiro e da Lei Seca na mortalidade por acidentes de trânsito. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 34, n. 8, p. e00122117, 2018.

ABDULLAH, M.; DIAS, C.; MULEY, D.; SHAHIN, M. Exploring the impacts of COVID-19 on travel behavior and mode preferences. **Transportation research interdisciplinary perspectives**, 2020.

ABULATIF, L.; DE SOUZA SILVA, A.; COLUSSO, I. Parcerias intersetoriais estratégicas para o desenvolvimento urbano sustentável: proposição de um modelo conceitual. **Bitácora Urbano Territorial**, v. 30, n. 1, p. 181–191, 2020. DOI: 10.15446/bitacora.v30n1.68283. Disponível em: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/68283>. Acesso em: 6. maio. 2025.

AIRES, R. O. S. **Uso de índice de ambiente construído para análise espacial dos atropelamentos em São Paulo**. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. doi:10.11606/D.3.2022.tde-27042022-084058. Acesso em: 2025-05-06.

ALI, L.; NAWAZ, A.; IQBAL, S.; BASHEER, M. A.; HAMEED, J.; ALBASHER, G.; SHAH, S. A. R.; BAI, Y. Dynamics of transit oriented development, role of greenhouse gases and urban environment: a study for management and policy. **Sustainability**, Basel, v. 13, n. 5, p. 2536, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13052536>. Acesso em: 6 maio 2025.

ALMEIDA, N. D. Os acidentes e mortes no trânsito causados pelo consumo de álcool: um problema de saúde pública. **Revista de Direito Sanitário**, São Paulo, Brasil, v. 15, n. 2, p. 108–125, 2015. DOI: 10.11606/issn.2316-9044.v15i2p108-125. Disponível em: <https://revistas.usp.br/rdisan/article/view/89322>. Acesso em: 6 maio. 2025.

ALVES, E. F. Características dos Acidentes de Trânsito com Vítimas de Atropelamento no Município de Maringá-Pr, 2005/2008. **Saúde e Pesquisa**, v. 3, n. 1, p. 25-32, 2010.

AMARO, R. R. «Desenvolvimento ou Pós-Desenvolvimento? Des-Envolvimento e... Noflay!», **Cadernos de Estudos Africanos**. 2018, Disponível em: <http://journals.openedition.org/cea/2335>. Acesso em: 6. maio 2025.

ANDRADE, C. A.; OLIVEIRA LOPES, A.; RIBEIRO, M. K.; FONSECA, W. Identificação de segmentos críticos em acidentes de trânsito na Rodovia DF-002: geoprocessamento de dados do Instituto de Criminalística da Polícia Civil do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 2, n. 1, p. 16-23, 2013.

AUDY, J.L.N; MOROSINI, M. C. (Orgs.). Desafios da transdisciplinaridade e da complexidade In: **Inovação e interdisciplinaridade na universidade**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007, p. 22-28.

AUSTIN, K.; TIGHT, M.; KIRBY, H. The use of geographical information systems to enhance road safety analysis. **Transportation Planning and Technology**, v. 20, n. 3, p. 249–266, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03081069708717592>. Acesso em: 6 maio 2025.

AYUSO, M.; GUILLÉN, M.; ALCANIZ, M. The impact of traffic violations on the estimated cost of traffic accidents with victims. **Accident Analysis & Prevention**, v. 42, n. 2, p. 709–717, 2010.

AZEVEDO, F. F.; GALINDO, L. S. O crescimento da frota de automóveis em Natal/RN e seus nexos com a produção do espaço urbano - DOI 10.5216/ag.v9i3.33814. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 9, n. 3, p. 161–175, 2015. DOI: 10.5216/ag.v9i3.33814. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/33814>. Acesso em: 6 maio. 2025.

BERGAMASCHI, R. B. **SIG Aplicado a segurança no trânsito: estudo de caso no município de Vitória**, ES. 2010. Monografia (Departamento de Geografia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

BOATENG, F.G. “Indiscipline” in context: a political-economic grounding for dangerous driving behaviors among Tro-Tro drivers in Ghana. **Humanit Soc Sci Commun** 7, 8 (2020). Disponível em <https://doi.org/10.1057/s41599-020-0502-8>. Acesso em: 6 maio. 2025.

BORGES, E.; SOUZA, R. V. B. Análise comparativa entre o aumento da frota de veículos e o índice de vítimas fatais de acidentes de trânsito em Maringá-PR, no período de 2005 a 2015. In: **XI SEUR -V Colóquio Internacional sobre Comércio e Consumo Urbano**, 2015.

ВОРОЖЕЙКИН, И В.; MARUSIN, A.; BRYLEV, I.; VINOGRADOVA, V. **Digital Technologies and Complexes for Provision of Vehicular Traffic Safety**. 2019.

BRANDÃO CARNEIRO, M. F.; GUEDES, G. C.; SOUZA, G. V.; SILVA, L. Q.; LENOIR, V. Q. Violência e criminalidade violenta no estado de Minas Gerais e na mesorregião Norte de Minas. **Revista Tocantinense de Geografia**, [S. l.], v. 9, n. 19, p. 248–271, 2020. DOI: 10.20873/rtg.v9n19p248-271. Disponível em: <https://periodicos.ufnt.edu.br/index.php/geografia/article/view/10431>. Acesso em: 6 maio 2025.

BRANDÃO, L. Da cidade moderna às contemporâneas: notas para uma crítica do urbanismo modernista. **Revista Territórios e Fronteiras**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 247–271, 2014. DOI: 10.22228/rtf.v7i1.316. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/territoriosefronteiras/index.php/v03n02/article/view/316>. Acesso em: 6 maio. 2025.

BRANDÃO, Y. V.; SOUZA, L. M.; GOMIDES, T. S.; GRANDE, R. E.; SOUZA, F. S. H.; GUIDONI, D. L. A multi-layer and VANET-based approach to improve accident management in smart cities. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON DISTRIBUTED COMPUTING IN SENSOR SYSTEMS (DCOSS)**, 16., 2020, Marina del Rey, CA. Anais [...]. Marina del Rey, CA: IEEE, 2020. p. 165-172. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/DCOSS49796.2020.00037>. Acesso em: 6 maio 2025.

BRASIL, M.; V. O.; OLIVEIRA, L. C.; DE OLIVEIRA, F. C.; TASSIGNY, M. M. Impacto ambiental, sustentabilidade e o crescimento desordenado da frota de veículos automotores do estado do Ceará / Environmental impact, sustainability and growth disorder fleet of motor vehicles of the state of Ceará. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade** (ISSN 2318-3233), São Paulo, v. 4, n. 2, p. 110–124, 2014. Disponível em: <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/259>. Acesso em: 4 maio 2025.

BRASIL. CAPES. **Área interdisciplinar no Brasil poderia ser modelo para a França, afirma Claude Raynaud**. Brasília, 30 nov. 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/assuntos/noticias/area-interdisciplinar-no-brasil-poderia-ser-modelo-para-a-franca-afirma-claude-raynaud>. Acesso em: 4 maio 2025.

BRASIL. **Estatísticas - Frota de Veículos - SENATRAN**. [S. l.], 17 fev. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/estatisticas-frota-de-veiculos-senatran>. Acesso em: 27 mar. 2025.

BRASIL. Estatuto da cidade. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2001.

BRASIL. **ESTATUTO DA CIDADE: guia para implementação pelos municípios e cidadãos**. Brasília: Caixa Econômica Federal, Instituto Polis, 2002.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades e estados: Campo Mourão**. 2022b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/campo-mourao.html>. Acesso em: 22 nov. 2022.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Frota de veículos**. 2022a. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120?ano=2022;localidade1=410430>. Acesso em: 05 nov. 2023.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Panorama**. 2022c. Disponível em: https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/?utm_source=ibge;utm_medium=home;utm_campaign=portal. Acesso em: 05 nov. 2023.

BRASIL. **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm. Acesso em: 22 out. 2024.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artemed, 2003. 255p.

CAMPESTRINI, J. B.; NECKEL, A.; SILVA, T. L. D. **Analysis of the urban mobility of a medium-sized city in northern Rio Grande do Sul**. 2022. DOI: 10.17271/23188472107920223291.

CAMPO MOURÃO (PR). **Decreto nº 1073, de 22 de dezembro de 2023. Autoriza a cessão de uso de imóvel que menciona à Associação de Pesca Esportiva Mourãoense - APEM, e dá outras providências**. 2023. Disponível em:

<https://campomourao.atende.net/atende.php?rot=1&aca=119&ajax=t&processo=viewFile&ajaxPrevent=1703275094422&file=2C8940DF66DEDA5E89F60AD332891C547DF78290&sisistema=WPO&classe=UploadMidia>. Acesso em: 22 out. 2024.

CAMPO MOURÃO. Acidentes de trânsito custaram cerca de R\$ 2 milhões ao município em 2021. 2022. Disponível em: <https://campomourao.atende.net/cidadao/noticia/acidentes-de-transito-custaram-cerca-de-r-2-milhoes-ao-municipio-em-2021>. Acesso em: 22 out. 2024.

CAMPO MOURÃO. Início das obras de fiscalização eletrônica de avanço de semáforos. 2024. Disponível em: <https://campomourao.atende.net/cidadao/noticia/inicio-das-obras-de-fiscalizacao-eletronica-de-avanco-de-semaforos>. Acesso em: 3 maio 2025.

CAMPO MOURÃO. Número de acidentes e multas mostram alto índice de desrespeito às leis de trânsito. 2022b. Disponível em: <https://campomourao.atende.net/cidadao/noticia/numero-de-acidentes-e-multas-mostram-alto-indice-de-desrespeito-as-leis-de-transito>. Acesso em: 22 out. 2024.

CAMPO MOURÃO. Número de acidentes reforça necessidade de maior conscientização no trânsito. 2024. Disponível em: <https://campomourao.atende.net/cidadao/noticia/numero-de-acidentes-reforca-necessidade-de-maior-conscientizacao-no-transito>. Acesso em: 22 out. 2024.

CAMPO MOURÃO. Plano de Mobilidade Urbana é entregue ao município. 2024. Disponível em: <https://campomourao.atende.net/cidadao/noticia/plano-de-mobilidade-urbana-e-entregue-ao-municipio>. Acesso em: 4 maio 2025.

CAMPO MOURÃO. Plano de Mobilidade Urbana: Relatório de Propostas de Diretrizes e Ações. Campo Mourão: Prefeitura Municipal, 2024. Disponível em: <https://campomourao.atende.net/atende.php?rot=1&aca=119&ajax=t&processo=viewFile&ajaxPrevent=1698091506258&file=1EDD6DD13705EE4087AFC38E6C4EC1320D1A8A6A&sisistema=WPO&classe=UploadMidia>. Acesso em: 6 maio 2025.

CAMPO MOURÃO. Projeto de Lei nº de 15 de agosto de 2024. Institui a Política Municipal de Mobilidade Urbana para o Município de Campo Mourão, Estado do Paraná, e dá outras providências. Disponível em: https://sapl.campomourao.pr.leg.br/media/sapl/public/materialegislativa/2024/61153/71608-2024_projeto_lei_134-2024.pdf. Acesso em: 10 jul. 2025.

CAMPO MOURÃO. Segurança no trânsito: avanço de sinal será fiscalizado com câmeras. 2025. Disponível em: <https://campomourao.atende.net/cidadao/noticia/seguranca-no-transito-avanco-de-sinal-sera-fiscalizado-com-cameras>. Acesso em: 3 maio 2025.

CARMO, C. L.; RAIA JUNIOR, A. A. Segurança em rodovias inseridas em áreas urbanas na região sul do Brasil. Urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, e20170182, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20170182>.

CARMO, C. L.; RAIA JUNIOR, A. A. Segurança viária em trechos urbanos de rodovias federais no estado de São Paulo, Brasil. In: **CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL – PLURIS**, 7., 2016. Anais [...][S.l.]: Pluris, 2016.

CASTIGLIONI, A. H.; FAÉ, M. I. Inter-relações entre a frota de veículos, a ocorrência de acidentes de trânsito e o adensamento populacional no Espírito Santo. **Ateliê Geográfico**, 8, p. 103-127, 2014.

CASTRO, D. A.; CABRERA ARANA, G. A.; BASTIDAS LOPERA, D. L. Incidente vial relacionado con trabajo en transportadores de pasajeros y carga en Medellín Colombia: el rol de la infraestructura. **Revista de Salud Pública**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 1–10, 2021. Disponível em: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revsaludpublica/article/view/51593>. Acesso em: 6 maio. 2025.

COLLARES, E. G.; CARVALHO, A. C. P.; SANTOS, B. M. DOS; FONSECA, L. D. PROPOSIÇÃO DE UMA CARTA DE POTENCIAL À PRODUÇÃO RURAL PARA A REGIÃO DO MÉDIO RIO GRANDE - MG. **Boletim de Geografia**, v. 36, n. 2, p. 91-103, 2018.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. Ática, 1989. Disponível em: <https://reverbe.net/cidades/wp-content/uploads/2011/08/Oespaco-urbano.pdf> Acesso em: 22 out. 2024.

COSTA, L. P. DA.; MORAIS, I. R. D. Espaço, iniquidade e transporte público: avaliação da acessibilidade urbana na cidade de Natal/RN por meio de indicadores de sustentabilidade. **Sociedade & Natureza**, v. 26, n. 2, p. 237–251, 2014.

CUNTO, F. J. C.; NODARI, C. T.; BARBOSA, H. M. Transferência de modelos de previsão de acidentes entre cidades brasileiras. **Transportes**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 76–85, 2014. Disponível em: <https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/790>. Acesso em: 3 maio. 2025.

DE CAMPOS, J.M.P; DA SILVEIRA E.F; PÉRICO, E. Cidades seguras e resilientes? Das metas de desenvolvimento sustentável à mortalidade evitável em pequenos municípios. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 274–283, 2020.

DEL'ARCO, G. H. F.; COSTA, M. O. The real estate market in Rebouças avenue axis: Application of the Urbanistic Guidelines for the Urban Structuring Zones of the São Paulo's Strategic Master Plan from 2014. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S. l.], v. 8, n. 66, 2020. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/2590. Acesso em: 6 maio 2025.

DESLANDES, S. F.; MINAYO, M. C. D. S.; LIMA, M. L. C. D. Atendimento de emergência às vítimas de acidentes e violências no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, 24, 430-440, 2008.

Departamento de Estradas de Rodagem (DER). **Manual de Segurança Viária**. São Paulo, 2023.

DOS SANTOS, R. C.; PEREIRA, E. P.; BARROSO CASTAÑÓN, J. A. Smart cities: worldwide smart urban transportation's scenario and importance. **Revista Nacional de**

Gerenciamento de Cidades, [S. l.], v. 10, n. 75, 2020. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/2818. Acesso em: 6 maio 2025.

ERTUNÇ, E.; ÇAY, T.; MUTLUOĞLU, Ö. Intersection road accident analysis using geographical information systems: Antalya (Turkey) example. In: **7th International Conference on Application of Information and Communication Technologies**, 2013, Baku, Azerbaijan. Proceedings [...]. [S. l.], p. 1-5, 2013.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: História, Teoria e Pesquisa**. 11. ed. Campinas, SP: Papirus, 2003.

FAZENDA, I.C.A (org.). **O Que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.

FIGUEIRA, A. D. C.; PITOMBO, C. S.; OLIVEIRA, P. T. M. E. S.; LAROCCA, A. P. C. Identification of rules induced through decision tree algorithm for detection of traffic accidents with victims: a study case from Brazil. **Case Studies on Transport Policy**, v. 5, n. 2, p. 200-207, 2017.

FREITAS, L. E. de; NUNES, F. S. B. Potencial de SIG participativos na Gestão de Riscos de Desastres e Emergências em Saúde. **Saúde em Debate**, [online], v. 44, n. spe2, p. 214-229, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-11042020E215>. Acesso em: 9 jul. 2025.

GAVLAK, A. A. **Mercado de geotecnologias no governo federal entre os anos 2011 e 2019: compras públicas e geografia aplicada**. 2021. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

GOUGH, K. V.; FRANCH, M. Spaces of the street: socio-spatial mobility and exclusion of youth in Recife. **Children's Geographies**, v. 3, n. 2, p. 149–166, 2005.

GUIMARÃES, B. R.; PASQUALETTO, A.; CUNHA, J. P. S. The vital necessity of urban mobility in Brazilian cities. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S. l.], v. 9, n. 69, 2021. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/2784. Acesso em: 6 maio 2025.

HALL, P. **Cities of tomorrow: An intellectual history of urban planning and design since 1880**. John Wiley & Sons, 2014.

HILDEBRAND, M. Mobilidade urbana à luz da justiça social: convite a uma perspectiva alternativa. **Revista INVI**, Santiago, v. 36, n. 102, p. 20-53, 2021. Disponível em <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-83582021000200020&lng=es&nrm=iso>. Acesso em 06 maio 2025.

HONG, S.; VONDEROHE, A. P. Uncertainty and sensitivity assessments of GPS and GIS integrated applications for transportation. **Sensors**, v. 14, n. 2, p. 2683–2702, 2014.

HUBBARD, S. Safety culture: examination of safety attitudes across transportation modes. **Transportation Research Record**, v. 2582, n. 1, p. 61-71, 2016.

KILSZTAJN, S.; LEITE DA SILVA, C. R.; SILVA, D. F.; MICHELIN, A.; RENDALL DE CARVALHO, A.; FERRAZ, I. L. B. Óbitos por acidentes de trânsito e frota de veículos. In: **Anais do XII Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, p.23-27, 2000.

KLEIN, C.; ALVES, J. A. B. Crescimento da frota de veículos na cidade de Curitiba/PR, mobilidade urbana e externalidades do transporte. **Ágora**, v. 23, n. 1, p. 265-282, 2021.

KOURY, A. P.; OLIVEIRA, B. S. DE . A democracia e a questão urbana na constituinte brasileira (1987-1988). **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, p. e20200007, 2021.

LAURENTI, R.; GUERRA, M.A.T.; BASEOTTO, R.A.; KLINCERVICIUS, M.T. Alguns aspectos epidemiológicos da mortalidade por acidentes de trânsito de veículo a motor na Cidade de São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 6, n. 4, p. 329–341, 1972.

LEITE, M. E.; SANTOS NETO, N. F.; ANTUNES, S. S. F. Análise espacial dos acidentes de trânsito com ciclistas utilizando o sistema de informação geográfica. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, Uberlândia**, v. 9, n. 16, p. 190–199, 2013. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/21769>. Acesso em: 6 maio 2025.

LEGRAMANTI, G. **Utilização de sistema de informações geográficas na tomada de decisões do sistema viário com base em dados de acidentes de trânsito no município de pato branco**. 2021. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021.

LEOPOLDO, K.; LEYTON, V.; OLIVEIRA, L. G. DE .. Uso exclusivo de álcool e em associação a outras drogas entre motoristas de caminhão que trafegam por rodovias do Estado de São Paulo, Brasil: um estudo transversal. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, n. 9, p. 1916–1928, 2015.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, p. e20180037, 2019.

LOCATELLI, I. P. V.; BERNARDINIS, M. A. P.; MORAES, M. A. Uma aproximação entre as políticas públicas de mobilidade urbana e os objetivos de desenvolvimento sustentável em Curitiba-PR. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. e16850, 2020. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/16850>. Acesso em: 6 maio 2025.

LOUREIRO, C.; RIGATTI, D.; AMORIM, L. Forma e uso social no espaço urbano: Porto Alegre e Recife. **PosFAUUSP**, São Paulo, n. 5, p. 17–31, 1995. Disponível em: <https://revistas.usp.br/posfau/article/view/137085>. Acesso em: 6 maio 2025.

MACEDO, Y. M. Contribuições do Geoprocessamento para estudos de risco e vulnerabilidade socioambiental em Natal/RN, Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 44–62, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/15243>. Acesso em: 6 maio. 2025.

MAGKAFAS, F.; FOUNTAS, G.; ANASTASOPOULOS, P. C.; BASBAS, S. Beyond Speed Reduction: A Systematic Literature Review of Traffic-Calming Effects on Public Health, Travel Behaviour, and Urban Liveability. **Infrastructures**, v. 10, n. 6, p. 147, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/infrastructures10060147>. Acesso em: 10. jul. 2025.

MALTA, D. C.; ANDRADE, S. S. C. D. A.; GOMES, N. L.; SILVA, M. M. A. D.; NETO, O. L. D. M.; CHIORO, A.; NARDI, A. C. F. Lesões no trânsito e uso de equipamento de proteção na população brasileira, segundo estudo de base populacional. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 2, p. 399–410, 2016.

MALTA, D. C.; MASCARENHAS, M. D. M.; BERNAL, R. T. I.; SILVA, M. M. A. D.; PEREIRA, C. A.; MINAYO, M. C. D. S.; NETO, O. L. D. M. Análise das ocorrências das lesões no trânsito e fatores relacionados segundo resultados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) Brasil, 2008. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 9, p. 3679–3687, 2011.

MEINBERG, F. F. Ferramentas para a análise de acidentes de trânsito com o uso de um sistema de informação geográfico. **Informática Pública**, v. 5, n. 1, p. 79-99, 2003.

MOHAMMED, S.; ARABNIA, H. R.; QU, X.; ZHANG, D.; KIM, T.; ZHAO, J IEEE Access special section editorial: big data technology and applications in inteligente transportation. **IEEE Access**, v. 8, p. 201331-201344, 2020.

MONTEIRO, A. C. C. A. **Os hotéis da metrópole: o contexto histórico e urbano da cidade de São Paulo através da produção arquitetônica hoteleira (1940-1960)**. 2006. Dissertação (Mestrado em História e Fundamentos da Arquitetura e do Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Acesso em: 10. Jul. 2025.

MONTEIRO, A. C. da S.; DANTAS, W. L. dos R.; ANDRADE, M. O. de; SANTOS, E. M. dos. Impacto da pandemia da COVID-19 nos sinistros de trânsito e mortalidade nas rodovias federais brasileiras. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, n. 6, p. e4612 , 2024. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/4612>. Acesso em: 21 jul. 2025.

MORIN, E. Desafios da transdisciplinaridade e da complexidade In: AUDY, J. L. N.; MOROSINI, M. C (Orgs.). **Inovação e interdisciplinaridade na universidade**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007, p. 22-28.

MORIN, E. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Tradução do francês: Eliane Lisboa. Porto Alegre: Ed. Sulina, 2005.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

MOTTA, G. A. S. The municipal urban planning legislation in Uberlândia-MG: The constitution of a highway policy and the absence of urbanity in new urban subdivisions / A legislação municipal de planejamento urbano em Uberlândia-MG: a constituição de uma

política rodoviária e a ausência de urbanidade em novas subdivisões urbanas. **Revista de Direito da Cidade**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 161–182, 2019. DOI: 10.12957/rdc.2019.32135. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/rdc/article/view/32135>. Acesso em: 6 maio 2025.

NASCIMENTO, A.D.A.D., 2017. **Uso de Geotecnologias na Especialização dos Acidentes de Trânsito com Vítimas no Perímetro Urbano de Araguaína-TO**, 2015.

OLIVEIRA, C. A. de. Revisitando os conceitos de cidade difusa e acessibilidade: relações com a circulação e o aumento da frota de veículos em cidades médias do Estado de São Paulo. **Geo UERJ**, [S. l.], v. 2, n. 25, p. 324–365, 2014. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/view/10602>. Acesso em: 6 maio 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 22 out. 2024.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **OMS lança Década de Ação pela Segurança no Trânsito 2021-2030**. 2021. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/28-10-2021-oms-lanca-decada-acao-pela-seguranca-no-transito-2021-2030>. Acesso em: 22 out. 2024.

PARANÁ (Estado). **Constituição (1989). À Polícia Militar, força estadual, instituição permanente e regular, organizada com base na hierarquia e disciplina militares, cabe a polícia ostensiva, a preservação da ordem pública, o policiamento de trânsito urbano e rodoviário, de florestas e de mananciais, além de outras formas e funções definidas em lei. Constituição do Estado do Paraná: Da segurança pública**. Curitiba, PR, 05 out. 1989. Disponível em: <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/exibirAto.do?action=iniciarProcesso;codAto=9779;codItemAto=97592>. Acesso em: 20 set. 2023.

PARANÁ. DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DO PARANÁ. **Frota de veículos cadastrados por municípios e tipo, Paraná**. 2022. Disponível em: https://www.detran.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-03/frota_janeiro_2020_1.pdf. Acesso em: 22 nov. 2022.

PILOTTO, A. S. **Área metropolitana de Curitiba. Um estudo a partir do espaço intra-urbano**. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/d.16.2010.tde-09062010-141856>. Acesso em: 22 mar. 2025.

POMBO, O. Interdisciplinaridade e integração dos saberes. **Liinc em Revista**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2006. Disponível em: <https://revista.ibict.br/liinc/article/view/3082>. Acesso em: 11 jul. 2023.

PRATA, D. F. R.; BARTOLAZZI, V. T.; GONÇALVES JÚNIOR, E. R.; SIQUEIRA GONÇALVES, V.; SILVA NETO, R. Impactos causados pelo incremento da frota de veículos na cidade de Itaperuna/RJ. **Cadernos do Desenvolvimento Fluminense**, Rio de Janeiro, n. 17, p. 105–115, 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/cdf/article/view/56437>. Acesso em: 6 maio 2025.

PUCCI, P.; COLLEONI, M. **Understanding Mobilities for Designing Contemporary Cities**. Springer International Publishing, 2016. Disponível em: Acesso em: 22 mar. 2025.

REGO, R. L. Arquitetura e urbanismo na transamazônica: entre o real, o imaginário e o utópico. **Nova Revista Amazônica**, v. 8, n. 1, p. 45-60, 2020.

RHEIN, J. S. Para quem são estruturadas as cidades? Reflexões sobre o impacto do urbanismo neoliberal na materialização do direito à cidade. **O Público e o Privado**, Fortaleza, v. 20, n. 43 set/dez, 2023. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/opublicoeoprivado/article/view/7705>. Acesso em: 6 maio. 2025.

VIANA, C. M.; ABRANTES, P.; ROCHA, J.; Introductory Chapter: Geographic Information Systems and Science. In: ROCHA, J.; ABRANTES, P (Orgs.). **Geographic information systems and Science**. IntechOpen, 2019.

RODRIGUES, A. J. **Geografia: Introdução à Ciência Geográfica**. São Paulo: Avercamp, 2008.

SABEL, C. E.; KINGHAM, S.; NICHOLSON, P. A.; BARTIE, P. E. Road Traffic Accident Simulation Modelling – A Kernel Estimation Approach. In: **SPATIAL INFORMATION RESEARCH CENTRE**, 2005.

SALES, V. F.; SEABRA, L. O.; GALLIS, R. B. A. Solução para Avaliação de Segurança Viária em Rodovias Baseada em Múltiplos Critérios. **Anuário do Instituto de Geociências UFRJ**, v. 42, p. 708–722, 2019.

SANCHES, J. R. Repercussão da nova-agenda urbana no direito público e privado no Brasil e na América Latina: o papel do direito à cidade. **Revista de Direito da Cidade**, v. 10, n. 3, p. 186-201, 2018.

SANDT, L. The **Basics of Micromobility and Related Motorized Devices for Personal Transport**. 2019. Disponível em: <https://trid.trb.org/view/1663933>. Acesso em: 5 abr. 2024.

SANTOS, L. A. C.; BRITO, T. R. D. C.; NETO, C. D. M. E. S. Uso dos sistemas de informação geográficas (SIG) nas ciências ambientais: entre 2009 e 2019: uma análise cienciométrica. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 15, n. 4, p. 1715–1731, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/252142>. Acesso em: 6 maio. 2025.

SANTOS, O. A. D. Urban common space, heterotopia and the right to the city: reflections on the ideas of Henri Lefebvre and David Harvey. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 6, n. 2, p. 146–157, 2014.

SANTOS, R. O. da S.; SALES, A. P. de A.; SOUZA, R. A. de; CARDOSO, A. I. Q. PREVALÊNCIA DOS ACIDENTES DE TRÂNSITO ENVOLVENDO MOTOCICLISTAS E SUA RELAÇÃO COM A FROTA DE VEÍCULOS. **Varia Scientia - Ciências da Saúde**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 88–101, 2016. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/variasaude/article/view/12699>. Acesso em: 23 mar. 2025.

SANTOS, R. T. D.; AMICCI, A. G. N.; MALBURG, C. H. R.; SOUZA, F. D. O.; MESENTIER, A. A. P. D.; SILVA, J. F. F. G. D.; LOPEZ, G. S.; AZEVEDO, C. F. S. D. **Demanda por investimentos em mobilidade urbana no Brasil**. BNDES, 2015. Disponível em: https://web.bnades.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4301/1/BS41-Demanda%20por%20investimentos%20em%20mobilidade%20urbana%20no%20Brasil_P.pdf. Acesso em: 23 mar. 2025.

SCHEFFER, A. P.; PAGNUSSAT CECHETTI, V.; LAUERMAN, L. P.; PORTO, E. R.; DALLA ROSA, F. Study to promote the sustainable mobility in university. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 20, n. 5, p. 871-886, 2019.

SCREMIN, G.; ISAIA, M. de A. O paradigma da complexidade: contexto e fundamentos na formação docente. **Perspectiva**, [S. l.], v. 39, n. 1, p. 1–17, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/66869>. Acesso em: 6 maio. 2025.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ. Departamento de Economia Rural – DERAL. **Análise preliminar VBP 2021 – Núcleo Regional de Campo Mourão**. Curitiba, 2022. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2022-08/campo_mourao_analise_vbp_2021.pdf. Acesso em: 4 maio 2025.

SHAN, X.; WANG, Y.; DONG, M.; XIA, J. Application research and analysis of geographic information system in intelligent city surveying and mapping. In: **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1881, n. 4, p. 042071, 2021.

SILVA, A. N. R. **Sistemas de informações geográficas para planejamento de transportes**. 1998. Tese (Livre Docência em Economia e Planejamento de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 1998.

SILVA, F. M. V.; FIGUEIREDO, E. H. L. DIREITO SOCIAL AO TRANSPORTE: NOVA DIRETRIZ E VELHAS PREMISSAS NA MOBILIDADE URBANA. **REVISTA DA AGU**, [S. l.], v. 17, n. 1, 2018. Disponível em: <https://revistaagu.agu.gov.br/index.php/AGU/article/view/1102>. Acesso em: 10 jul. 2025.

SILVA, J. C. A produção do espaço urbano: Olhares para leitura da cidade e do urbano. **Sustentabilidade**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 110–124, 2014. Disponível em: <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/259>. Acesso em: 21 out. 2024.

SILVA, J. G.; QUEIROZ, S. N.; OJIMA, R. PERFIL DA MOBILIDADE LABORAL INTER E INTRAMUNICIPAL NO BRASIL NOS ANOS DE 2000 E 2010 / Profile of inter and intra city labor mobility in Brazil in the years 2000 and 2010. **Informe GEPEC**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 125–144, 2021. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/26535>. Acesso em: 6 maio. 2025.

SILVA, J. M. Inter, multi ou transdisciplinaridade, uma questão de comunicação. In: AUDY, J. L. N.; MOROSINI, M. C. (Orgs.). **Inovação e interdisciplinaridade na universidade**. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 32-34, 2007a.

SILVA, M. R. S.; FÉLIX, N. S.; SALES, M. F. G. A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE SINALIZAÇÃO VIÁRIA PARA A SEGURANÇA DOS

USUÁRIOS. **International Contemporary Management Review**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. e96, 2024. Disponível em: <https://icmreview.com/icmr/article/view/96>. Acesso em: 11 jul. 2025.

SILVA, P. B.; FERREIRA, S. M. P.; KOKKINOGENIS, Z.; ANDRADE, M. Identificação de outliers em dados de acidentes de trânsito no Brasil: análise de cluster versus métodos estatísticos. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 103, 2019. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/12880>. Acesso em: 15 fev. 2025.

SILVEIRA, M. R.; COCCO, R. G.. Transporte público, mobilidade e planejamento urbano: contradições essenciais. **Estudos Avançados**, v. 27, n. 79, p. 41–53, 2013.

SILVERMAN, B. W. **Density estimation for statistics and data analysis**. London: Chapman and Hall, 1986.

SOARES FILHO, A. M.; MERCHAN-HAMANN, E.; VASCONCELOS, C. H. Expansão, deslocamento e interiorização do homicídio no Brasil, entre 2000 e 2015: uma análise espacial [Expansion, displacement and interiorization of homicides in Brazil, between 2000 and 2015: a spatial analysis]. **Ciencia & Saude Coletiva**, v. 25, n. 8, p. 3097–3105, 2020.

SOARES, L. R. S. Planejamento urbano e gestão de transportes na Amazônia: as políticas públicas para a mobilidade urbana em face do processo de dispersão metropolitana em Belém-PA. **Revista GeoAmazônia**, v. 5, n. 10, p. 138-159, 2018.

SOUZA, A. C. de; MORAES, M. C. L. de; MARTINS, L. T.; FRÓES, M. B. de C.; SALZANO, E. dos S.; MOURA, M. R. de J. TRÂNSITO COMO TEMÁTICA INTERDISCIPLINAR EM PROMOÇÃO DA SAÚDE. **Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 187–203, 2018. Disponível em: <https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ries/article/view/1201>. Acesso em: 6 maio. 2025.

SOUZA, A. P.; MORTEAN, E. C. M.; MENDONÇA, F. F. Caracterização dos acidentes de trânsito e de suas vítimas em Campo Mourão, Paraná, Brasil. **Espaço. saúde** (Online), 2010, p. 16-22.

SOUZA, V. D. R. D.; CAVENAGHI, S.; ALVES, J. E. D.; MAGALHÃES, M. D. A. F. M. Análise espacial dos acidentes de trânsito com vítimas fatais: comparação entre o local de residência e de ocorrência do acidente no Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 25, p. 353-364, 2008.

SOUZA, V. R.; CAVENAGHI, S.; ALVES, J. E. D. **Mapeamento dos óbitos por local de ocorrência dos acidentes de trânsito na cidade do Rio de Janeiro**. 2006.

SOUZA, Y. E. D. S.; MAGAGNIN, R. C. Factors that may impair the walkability of students on the route between the Alencastro urban public transport station and the Federal Institute of Mato Grosso (Cuiabá Campus). **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 10, n. 79, 2022.

STEVIC, Ž.; DAS, D. K.; KOPIC, M. A novel multiphase model for traffic safety evaluation: a case study of South Africa. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2021, p. 5584599, 2021.

PANDEY, S.; TRIPATHI, S.; SINGH, A. Delineation of ground water potential zone using remote sensing, GIS and GPS, in Mauranipur Block, Jhansi District (UP), India.

International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, v. 9, n. 6, p. 2138-2145, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.906.261>. Acesso em: 6 maio 2025.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (SEAB). **VBP 2022: Relatórios Municipais - Versão Definitiva**. Curitiba, 2023. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2023-08/vbp_2022_relatorios_municipais_versao_definitiva.pdf. Acesso em: 20. Mar. 2025.

PILOTTO, A. S. **Área metropolitana de Curitiba. Um estudo a partir do espaço intra-urbano**. 2010. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Acesso em: 6. Maio. 2025.

POMPONE, E. C.; OLIVEIRA NETO, G. C. de. A survey on accidents in the road transportation of hazardous materials in São Paulo, Brazil, from 1983 to 2015. **Transportation Research Record**, v. 2673, n. 2, p. 285-293, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0361198119827915>. Acesso em: 6 maio 2025.

PRATA, D. F. O.; BARTOLAZZI, V. T.; GONÇALVES JÚNIOR, E. R.; SIQUEIRA GONÇALVES, V.; SILVA NETO, R. Impactos causados pelo incremento da frota de veículos na cidade de Itaperuna/RJ. **Cadernos do Desenvolvimento Fluminense**, Rio de Janeiro, n. 17, p. 105–115, 2020. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/cdf/article/view/56437>. Acesso em: 6 maio 2025.

QUEIROZ, M. P. **Análise espacial dos acidentes de trânsito do Município de Fortaleza**. 2003. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes)-Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

QUEIROZ, S. M.; OLIVEIRA, P. Acidentes de trânsito: uma análise a partir da perspectiva das vítimas em Campinas. **Psicologia & Sociedade**, v. 15, n. 2, p. 101-123, 2003.

RATANAVARAHA, V.; WATTHANAKLANG, D. The Effectiveness of Temporary Traffic Calming Devices on Reducing Speeds of Traffic Flow in School Zones. **Indian Journal of Science and Technology**, 6(5), 2013.

RAZI, A.; CHEN, X.; LI, H.; WANG, H.; RUSSO, B.; CHEN, Y.; YU, H. (2023). Deep learning serves traffic safety analysis: A forward-looking review. **IET Intelligent Transport Systems**, 17(1), 22-71. Disponível em: <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1049/itr2.12257>. Acesso em: 22 mar. 2025.

REDDY, G. P. O. Geographic information system: principles and applications. In: REDDY, G. P. O.; SINGH, S. K. (Ed.). **Geospatial technologies in land resources mapping, monitoring and management**. Cham: Springer International Publishing, p. 45-62, 2018.

RODRIGUES, D. S.; MAGALHÃES, C. E. P.; FONSECA, F. P.; DUARTE, A. L. S.; RIBEIRO, P. J. G. Avaliação da conformidade de sinais de trânsito para melhorar a segurança

rodoviária em meio urbano: uma aplicação no Centro de Guimarães, Portugal. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 9, supl. 1, p. 346–360, 2017.

ROLNIK, R. **Ten years of the City Statute in Brazil: from the struggle for urban reform to the World Cup cities**. 29 abr. 2013.

RUMSEY, D. J. **Statistics essentials for dummies**. Indiana: John Wiley & Sons, 2010.

TÁSABENDO. **Prefeitura inicia obras de fiscalização eletrônica de avanço de semáforos**. Tásabendo, 2025. Disponível em: <https://tasabendo.com.br/transito/prefeitura-inicia-obras-de-fiscalizacao-eletronica-de-avanco-de-semaforos/>. Acesso em: 3 maio 2025.

TAVARES, D. E. A interdisciplinaridade na contemporaneidade — qual o sentido? In: FAZENDA, I. (Org.). **O Que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.

TONELLA, C. Políticas urbanas no Brasil: marcos legais, sujeitos e instituições. **Sociedade e Cultura**, v. 28, n. 1, p. 29-52, 2013.

TORMO-LANCERO, M. T. et al. Development of a Roadmap for the Implementation of a Sustainable Mobility Action Plan in University Campuses of Emerging Countries. **Frontiers in Sustainability**, v. 3, 2022.

TRANCHITELLA, F. B.; SANTOS, R. S. D.; EL BACHA, J. J. S. H.; SOBRADO, J. V.; SANTOS, M. B. S. D.; COLOMBO SOUZA, P. (2021). Mortality due to transport accidents in the city of São Paulo: 2005-2015. **Acta Ortopédica Brasileira**, 29(4), 193-196.

TRIBUNA DO INTERIOR. **Semáforos da Irmãos Pereira para o Novo Centro passam por ajustes pela Seimob**. Disponível em: <https://www.tribunadointerior.com.br/campo-mourao/semaforos-da-irmaos-pereira-para-o-novo-centro-passam-por-ajustes-pela-seimob/>. Acesso em: 6 maio 2025.

TURBAY, A. L. B.; CASSILHA, S. A. **Cidades contemporâneas e mobilidade: conceitos e ferramentas para o planejamento**. Curitiba: Editora Intersaberes, 2021.

UNILIVRE. **Plano de Mobilidade Urbana Campo Mourão - PR: Relatório do Plano de Ações e Investimento**. 2023. Disponível em: <https://campomourao.atende.net/atende.php?rot=1&aca=119&ajax=t&processo=viewFile&ajaxPrevent=1701457044113&file=C10821081754174808845ACEAB274B364019ED62&sistema=WPO&classe=UploadMidia>. Acesso em: 10 jul. 2025.

VASCONCELLOS, E. A. de. **Mobilidade urbana e cidadania**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2019]. Edição do Kindle.

VASCONCELLOS, E. A. de. **Mobilidade urbana: O que você precisa saber**. Editora Companhia das Letras, 2013.

WELLS, R. H. C. **CID-10: Classificação estatística internacional de doenças e problemas relacionados à saúde**. São Paulo: EDUSP, 2011.

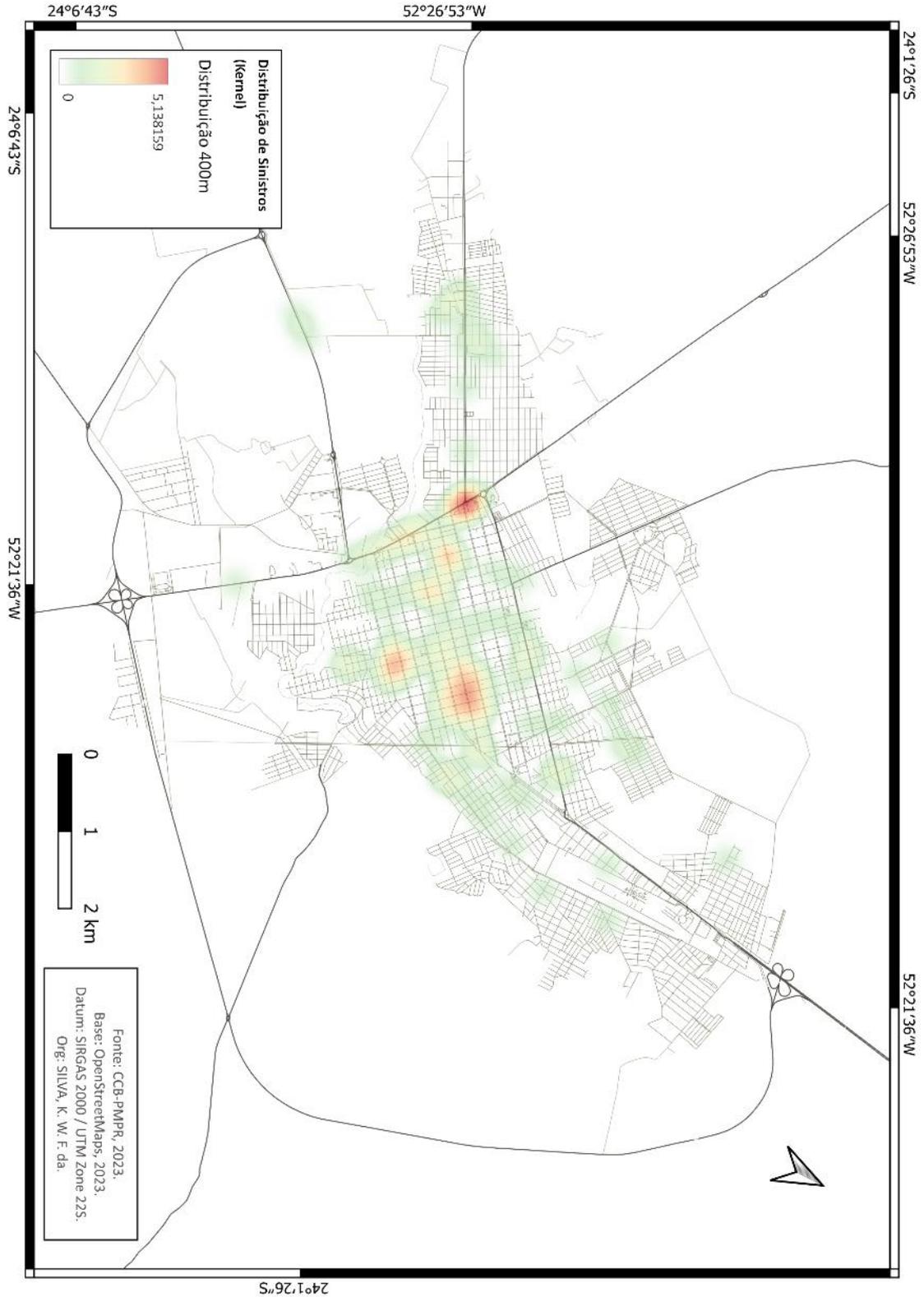
WĘGLARCZYK, S. Kernel density estimation and its application. **ITM Web of Conferences**, v. 23, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Road traffic injuries**. 2022. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>. Acesso em: 22 nov. 2022.

WRI BRASIL. **6 maneiras de tornar ruas mais seguras para pedestres**. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/6-maneyras-de-tornar-ruas-mais-seguras-para-pedestres>. Acesso em: 8 jul. 2025.

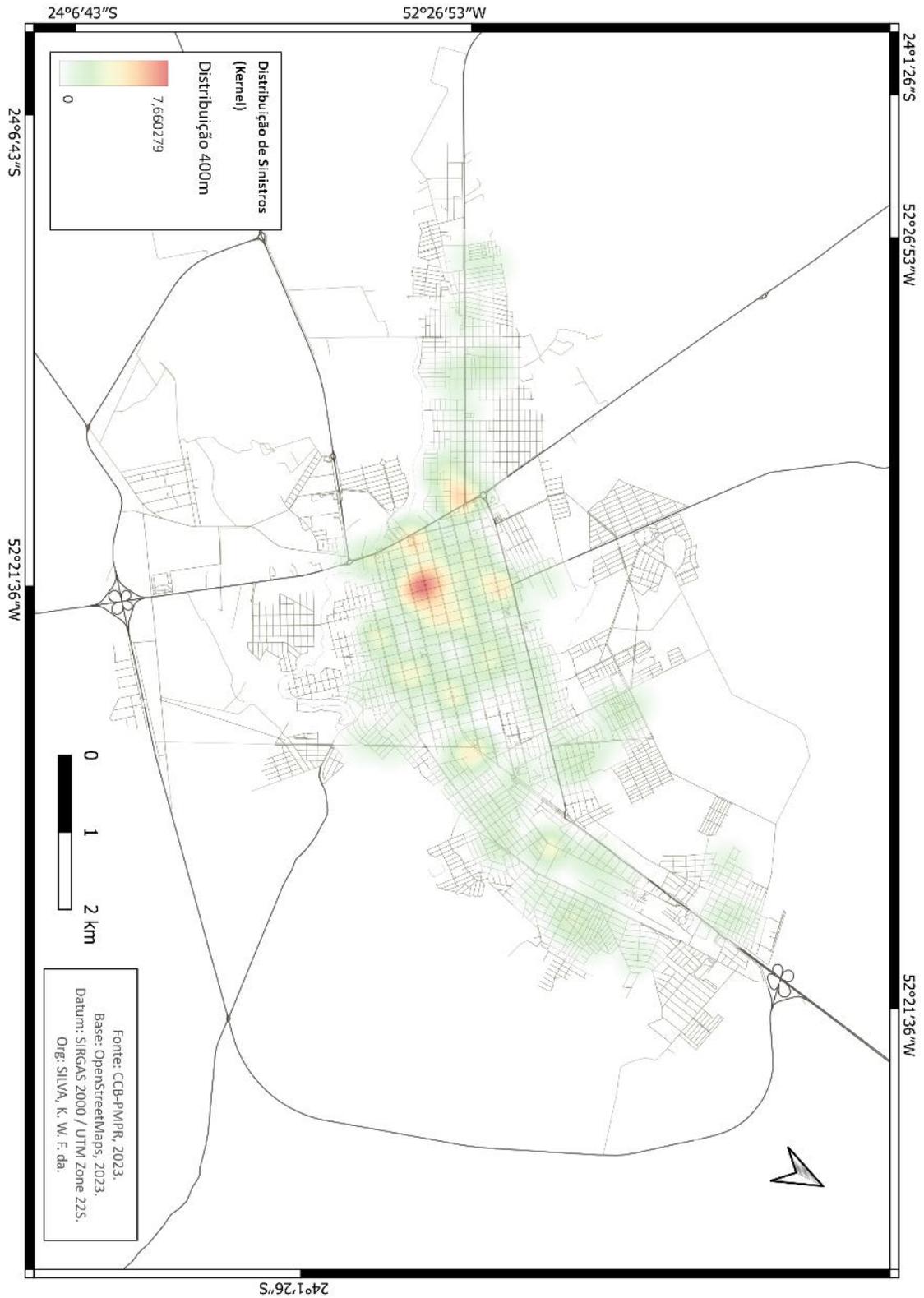
ANEXOS

ANEXO A – Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Primeiro Trimestre - 2022



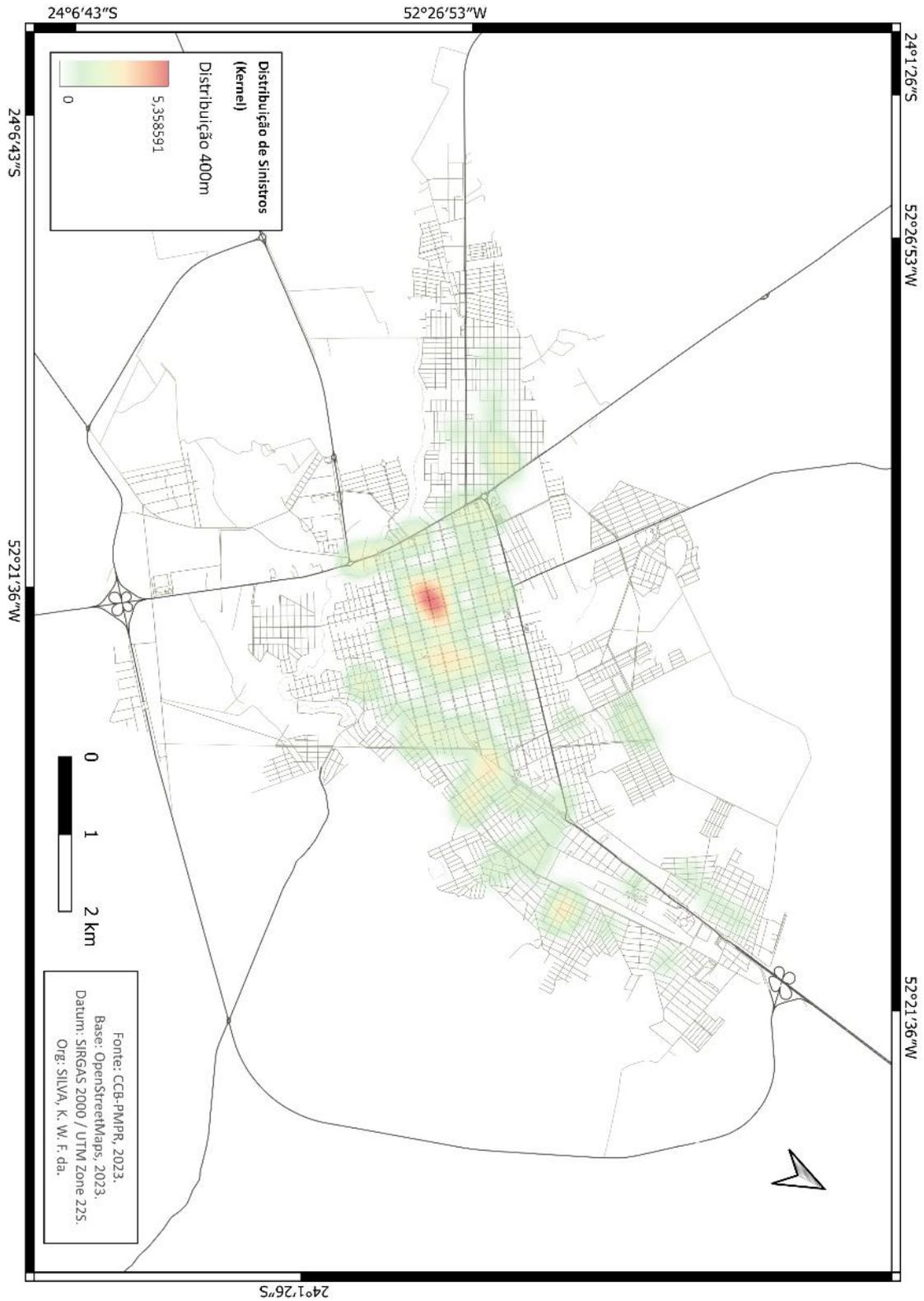
Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

ANEXO B – Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Segundo Trimestre - 2022



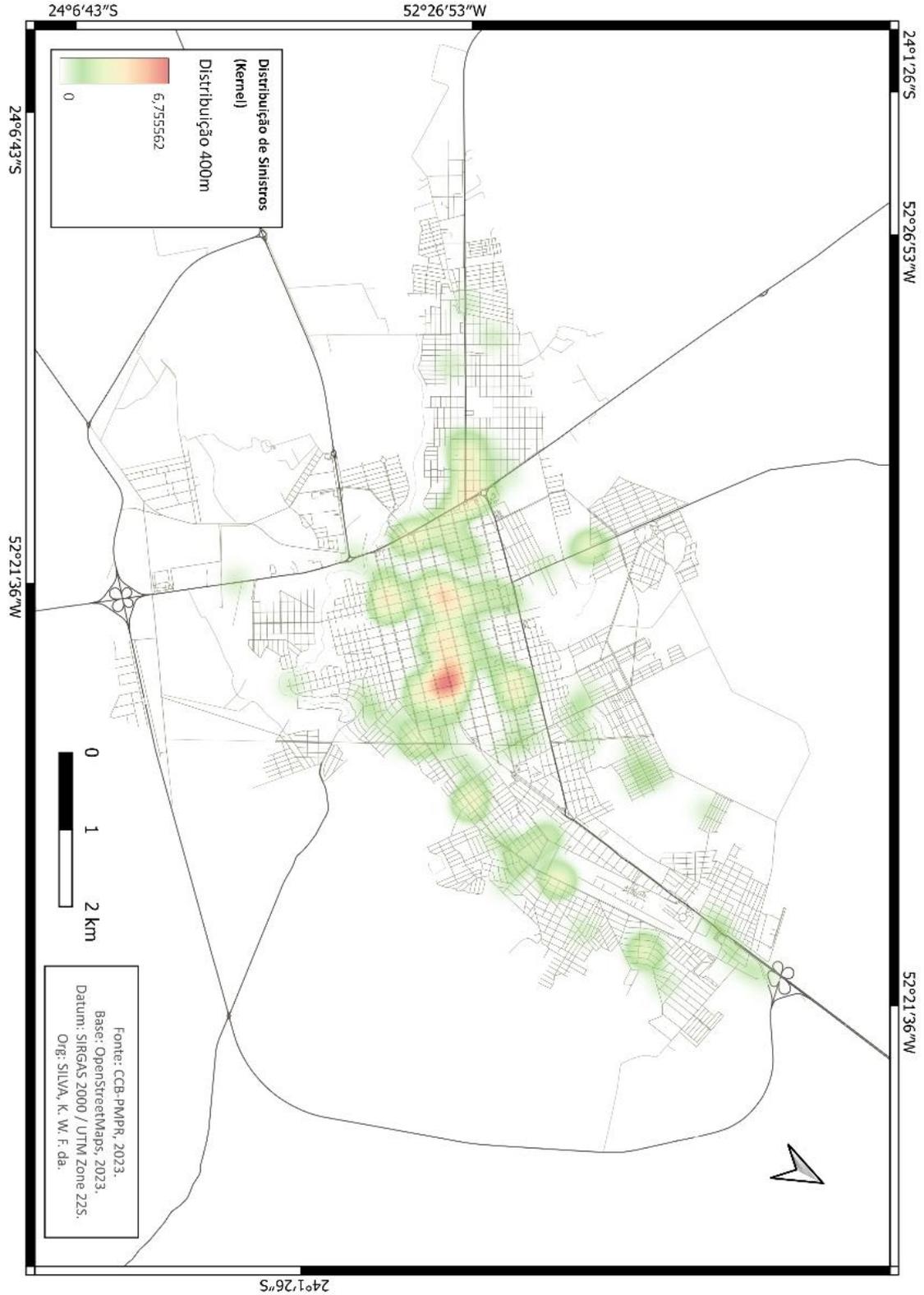
Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

ANEXO C – Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Terceiro Trimestre - 2022



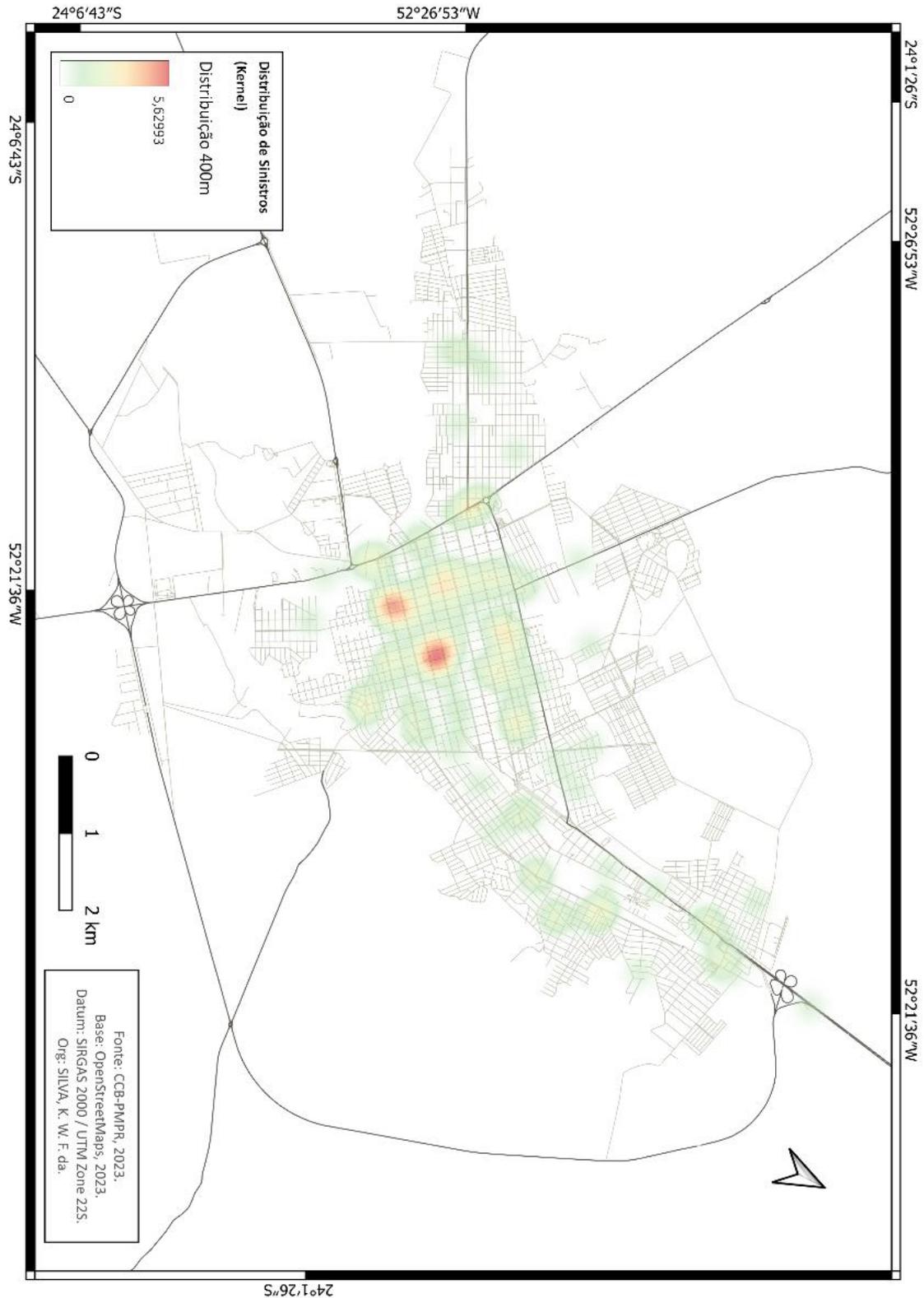
Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

ANEXO D – Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Quarto Trimestre -2022



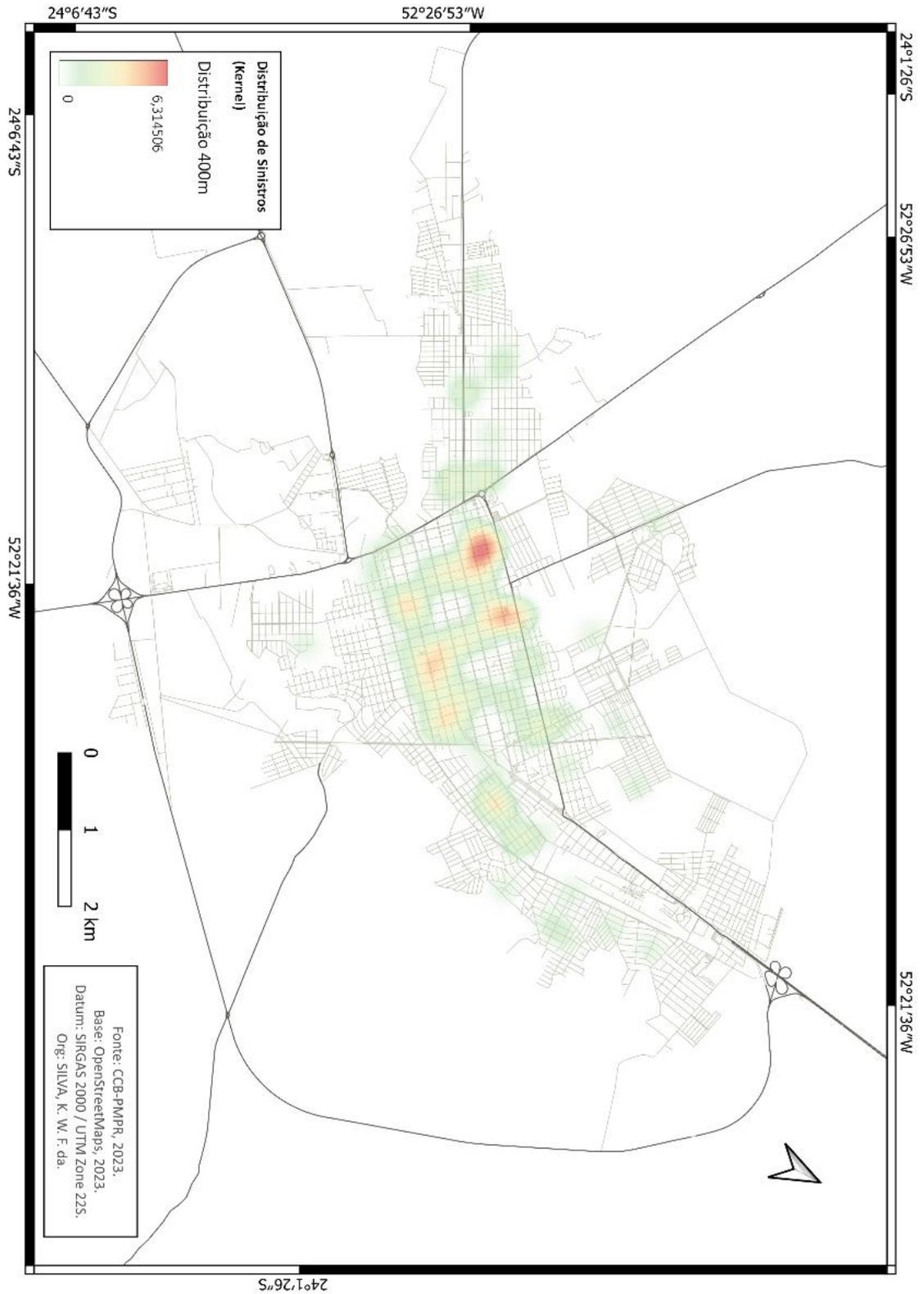
Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

ANEXO E – Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Quinto Trimestre - 2023



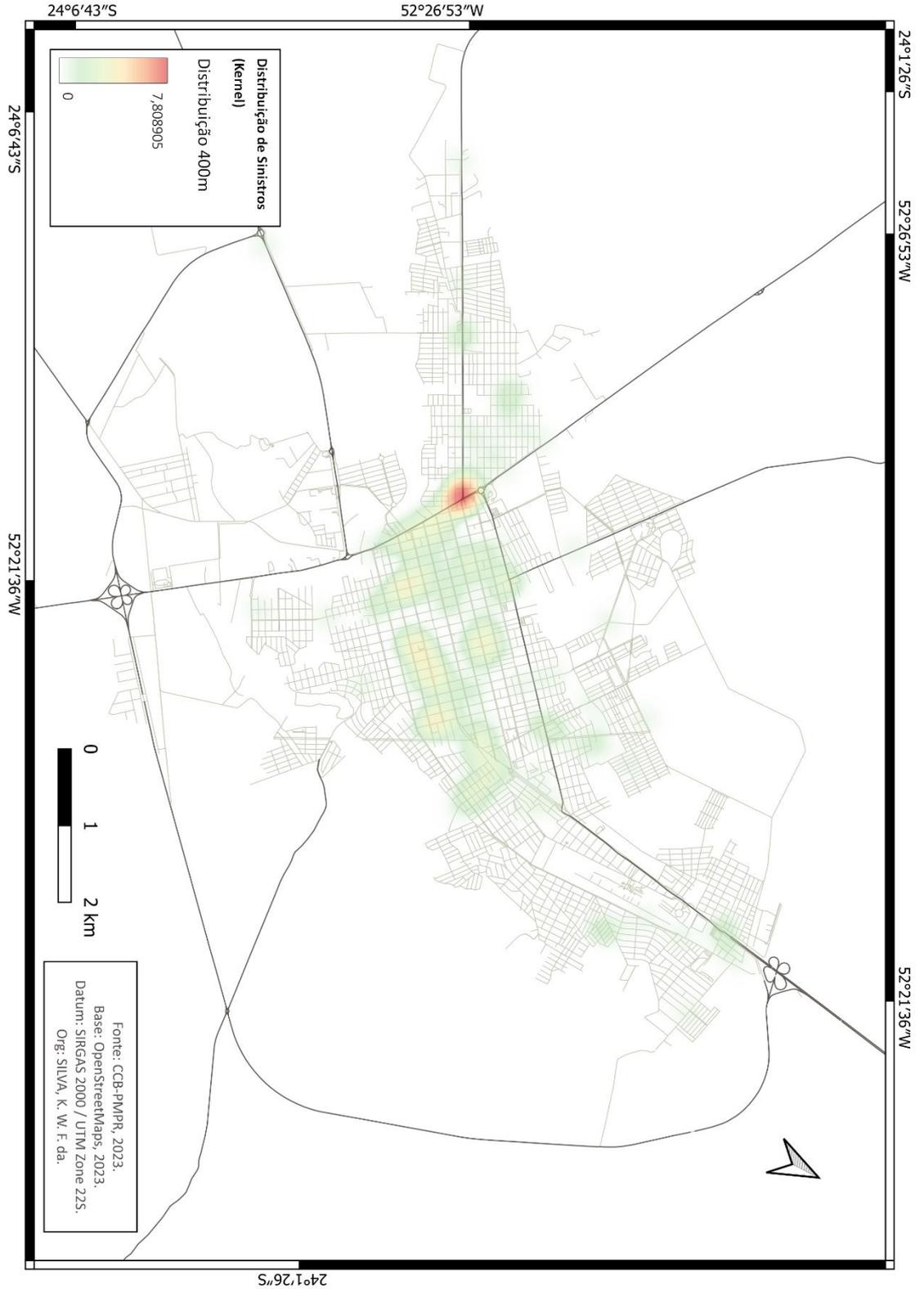
Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

ANEXO F – Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Sexto Trimestre - 2023



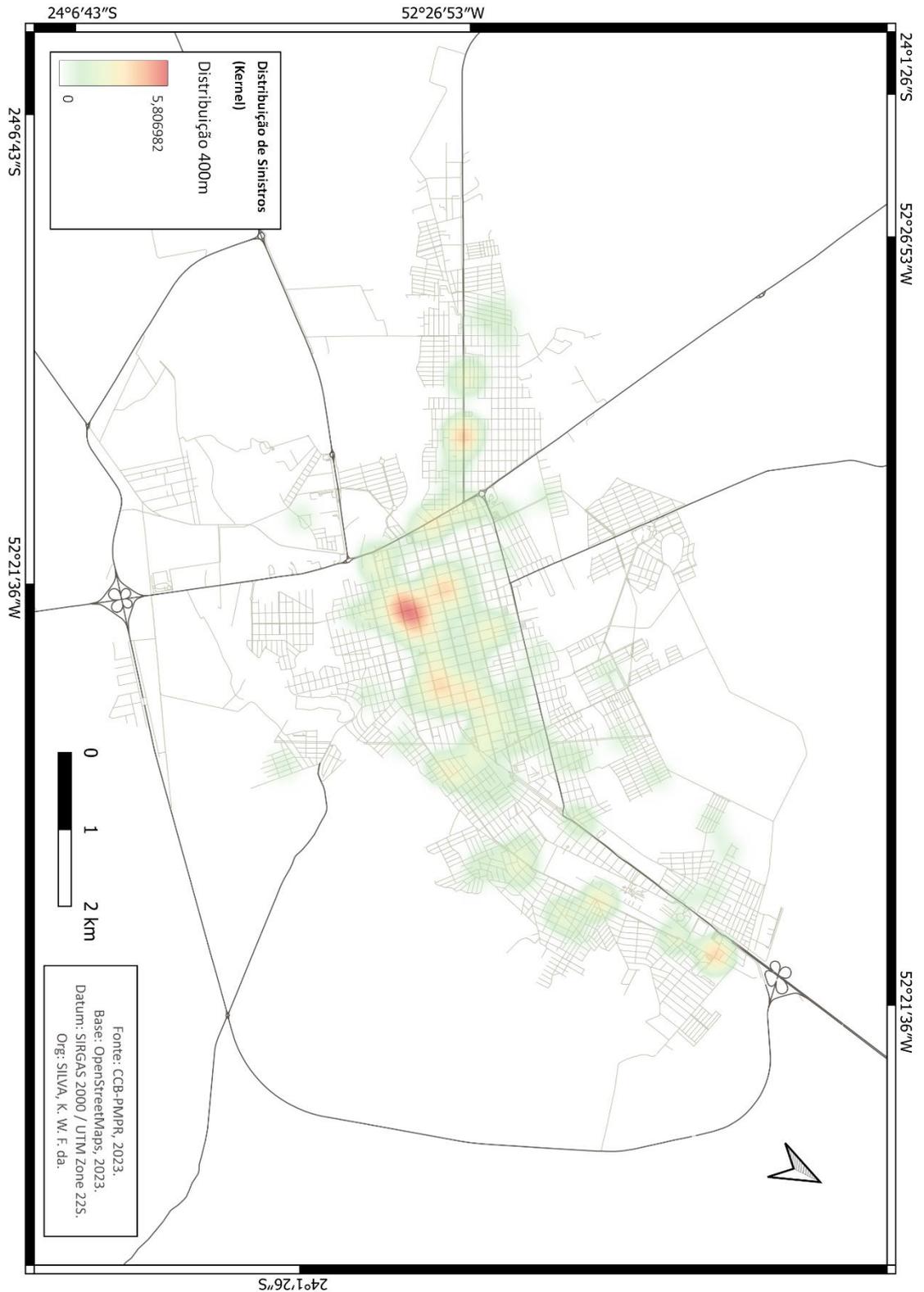
Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

ANEXO G – Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Sétimo Trimestre - 2023



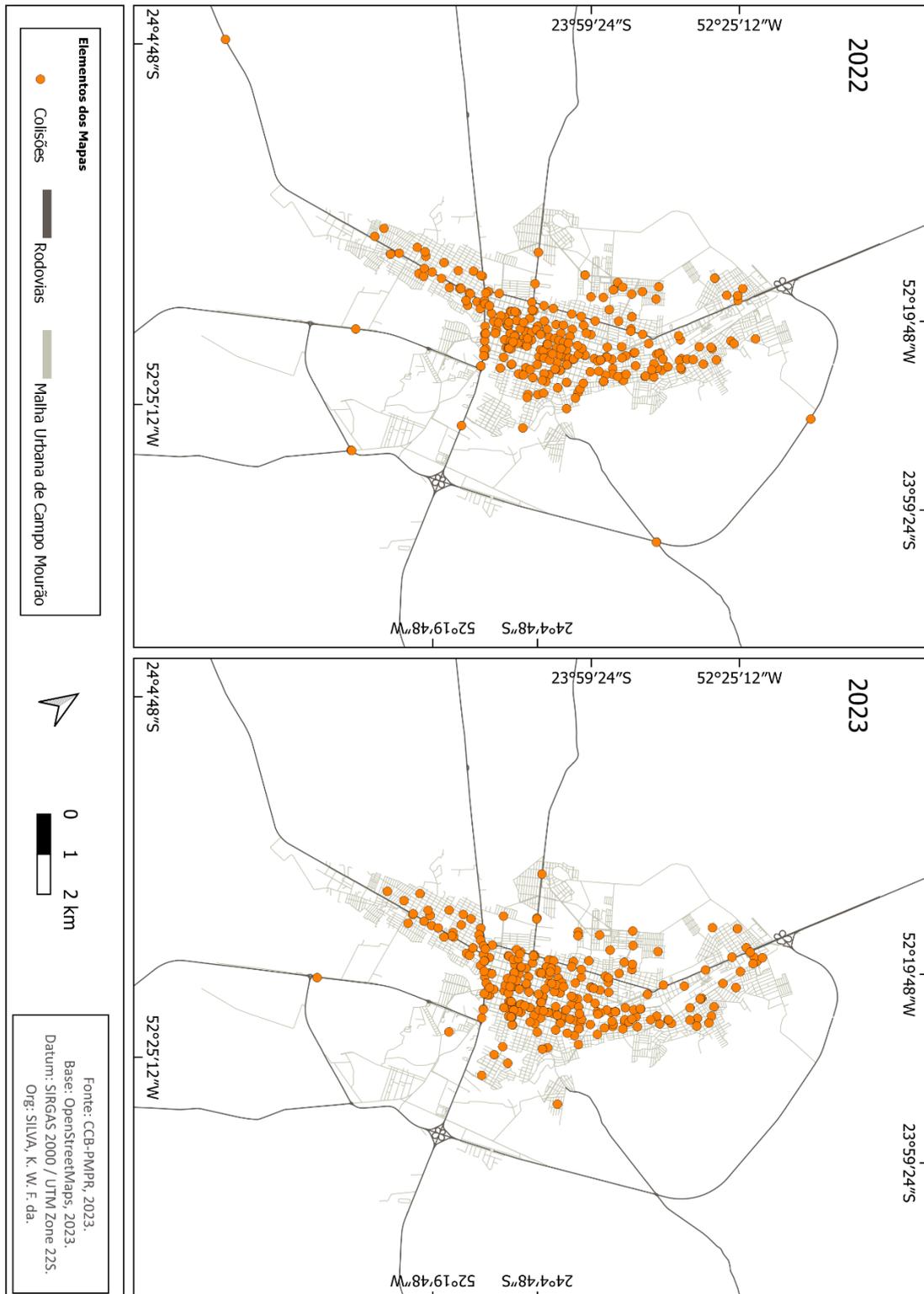
Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

ANEXO H – Distribuição dos sinistros em Campo Mourão no Oitavo Trimestre - 2023



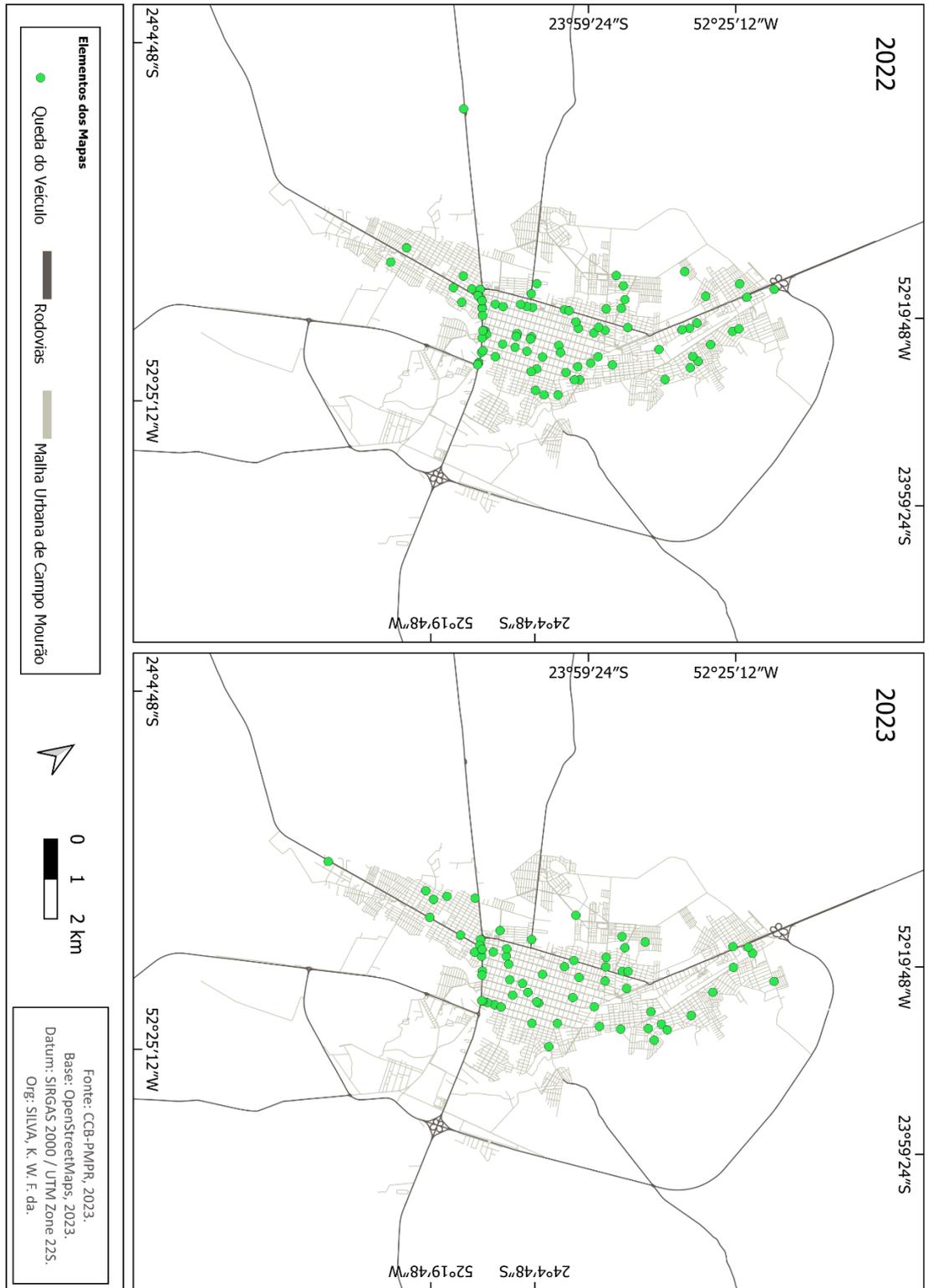
Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

ANEXO I – Distribuição dos sinistros do tipo colisão em Campo Mourão em 2022 e 2023



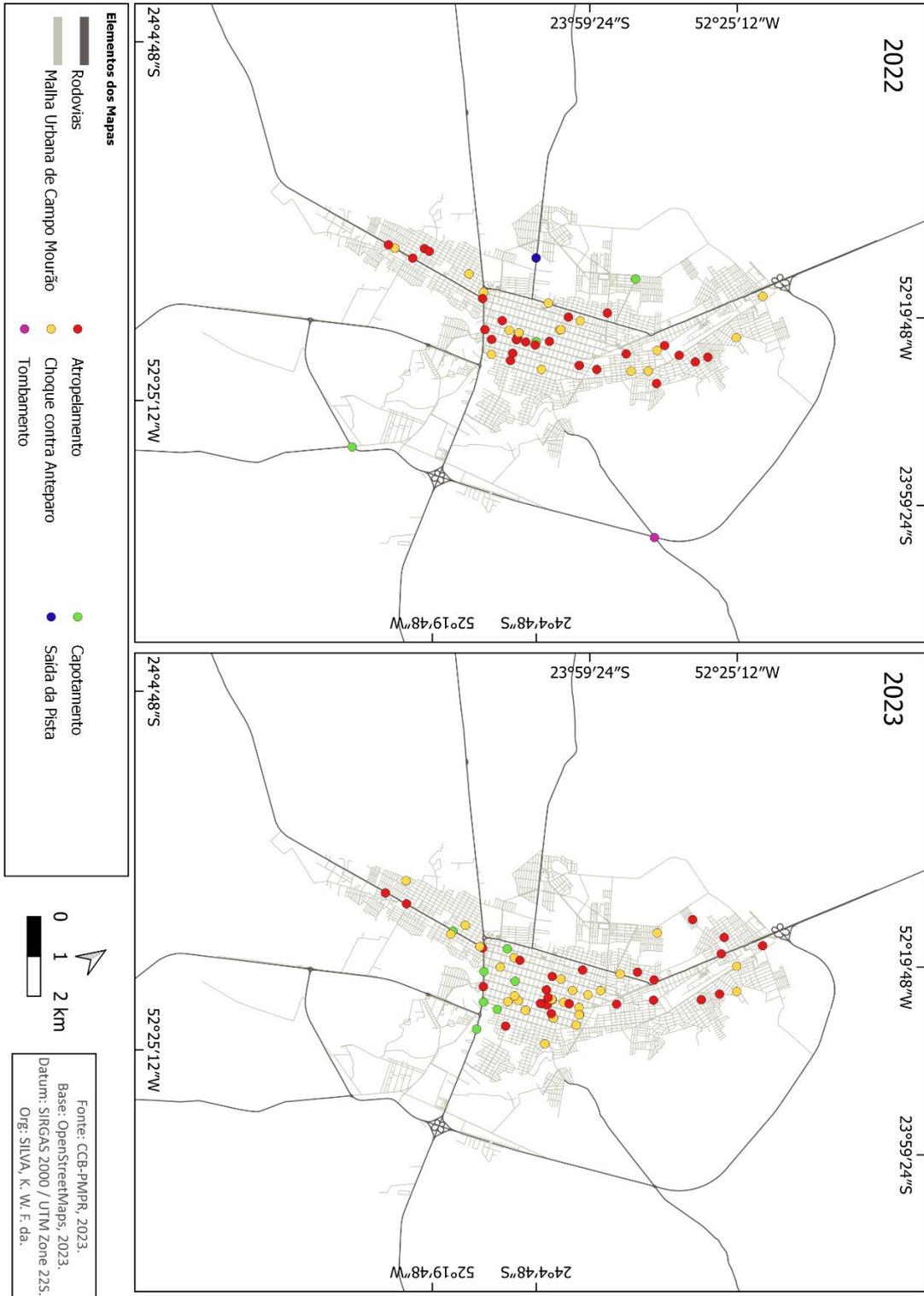
Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

ANEXO J – Distribuição dos sinistros do tipo Queda do veículo em Campo Mourão em 2022 e 2023



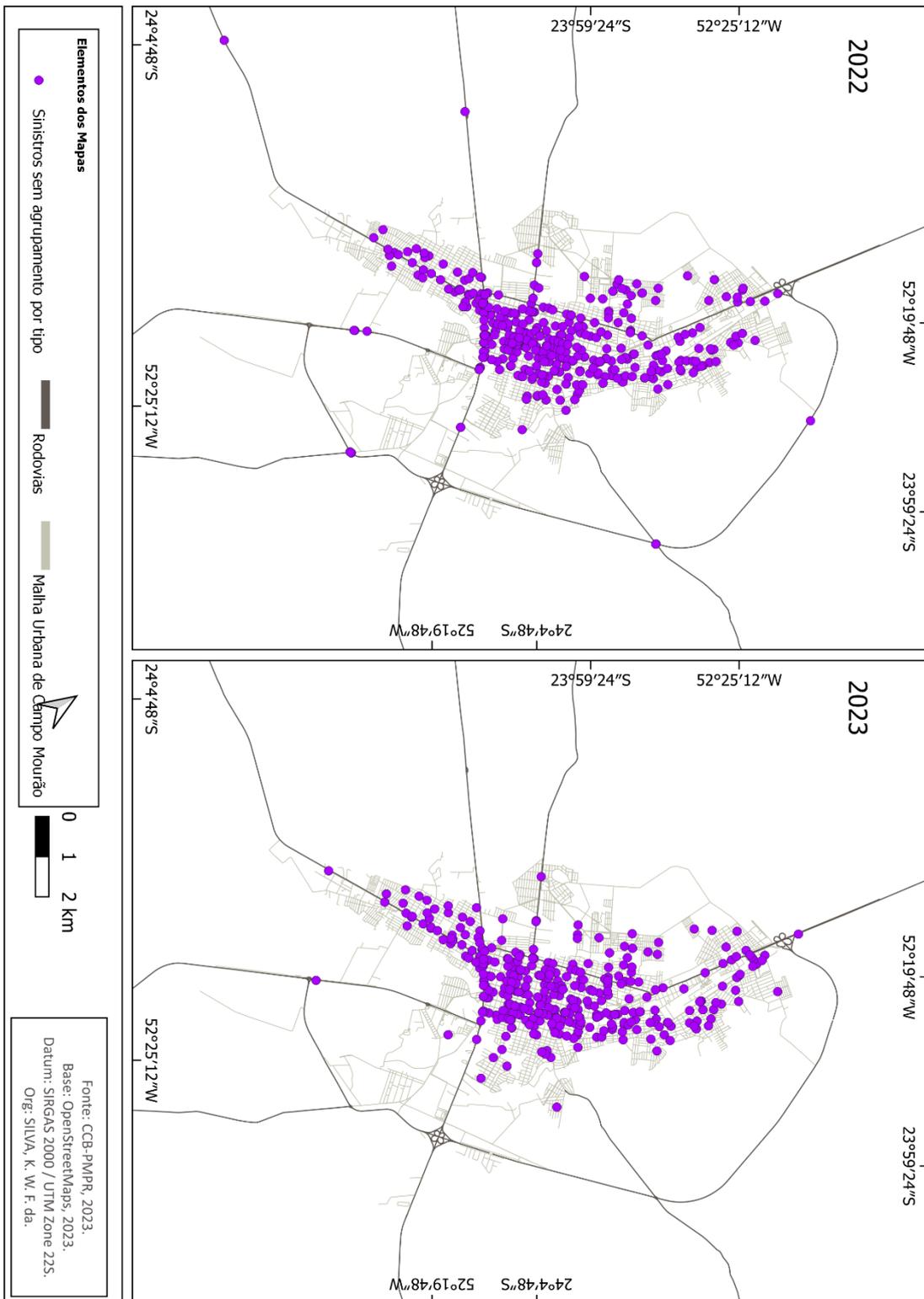
Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

ANEXO K – Distribuição dos sinistros de tipos diversos em Campo Mourão em 2022 e 2023



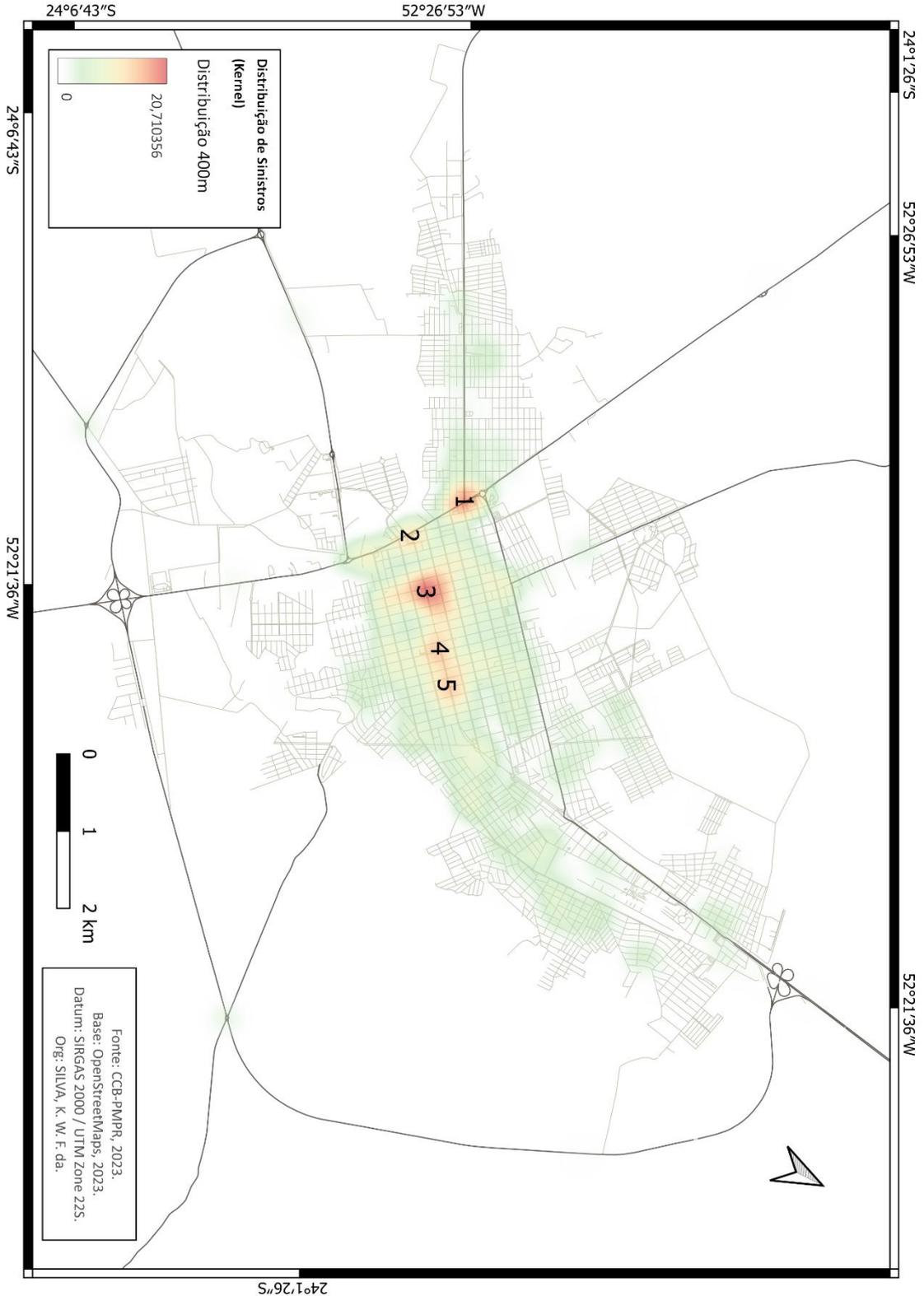
Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

ANEXO L - Síntese da distribuição de sinistros em Campo Mourão nos anos de 2022 e 2023



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.

ANEXO M – Distribuição dos sinistros em Campo Mourão em 2022 e 2023



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados do SYSBM, 2024.