



ÍNDICE DE SEVERIDADE E MAPAS DE DENSIDADE DE *KERNEL* COMBINADOS PARA IDENTIFICAR E CARACTERIZAR A SINISTRALIDADE DE TRÂNSITO EM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE

Cláudio Bellintane Júnior¹
Thais de Cassia Martinelli Guerreiro²

Resumo: O crescimento desordenado das cidades tem afetado também os municípios de pequeno porte, nos quais são verificados problemas de mobilidade semelhantes aos ocorridos em cidades de grande porte, porém em proporção menor, mas com efeitos semelhantes (inúmeros sinistros de trânsito, perdas de vidas e grande prejuízo social e econômico). Esta pesquisa combina o índice de severidade de sinistros de trânsito com um Sistema de Informação Geográfica (SIG), através da criação de Mapas de Densidade de *Kernel*, para identificar pontos críticos de sinistralidade em Novo Horizonte, cidade de pequeno porte localizada no estado de São Paulo. A metodologia aplicada consistiu na coleta de dados entre os anos 2018 e 2024, seguida do processamento dos dados, cálculo do índice de severidade, definição e georreferenciamento dos pontos críticos em um SIG e criação de Mapas de Densidade de *Kernel*. Motociclistas, pedestres e ciclistas representaram 73,07% do total de óbitos no período analisado e a Avenida da Saudade a via que apresentou a maior mancha de calor, com uma variação significativa de cores ao longo de toda a sua extensão, indicando uma alta concentração de sinistros em diferentes trechos e sugerindo que essa via deve ser priorizada para intervenções e melhorias na segurança viária. Dentre tais intervenções, sugere-se fechamento de aberturas de canteiros centrais em alguns cruzamentos, implantação de faixas elevadas para pedestres, instalação de dispositivos eletrônicos de fiscalização de velocidade. Ou seja, medidas que podem reduzir conflitos viários e aumentar a segurança de toda a população novo-horizontina.

Palavras-chave: Segurança viária; sinistros de trânsito; sistema de informação geográfica; mapa de densidade de *Kernel*.

SEVERITY INDEX AND KERNEL DENSITY MAPS COMBINED TO IDENTIFY AND CHARACTERIZE TRAFFIC ACCIDENT RATIO IN SMALL CITIES

Abstract: The unplanned growth of cities has also affected small municipalities, where mobility-related problems similar to those observed in large urban centers have emerged, albeit on a smaller scale but with comparable consequences, including numerous road traffic crashes, loss of life, and substantial social and economic costs. This study combines a traffic crash severity index with a Geographic Information System (GIS) through the development of Kernel Density Maps to identify crash hotspots in Novo Horizonte, a small municipality located in the state of São Paulo, Brazil. The adopted methodology consisted of data collection from 2018 to 2024, followed by data processing, calculation of the severity index, identification and georeferencing of critical locations within a GIS environment, and the generation of Kernel Density Maps. Motorcyclists, pedestrians, and cyclists accounted for 73.07% of all fatalities during the study period. Avenida da Saudade exhibited the highest density hotspot, with substantial color variation along its entire length, indicating a high concentration of crashes across multiple segments and suggesting that this roadway should be prioritized for road safety interventions and improvements. Recommended measures include the closure of median openings at selected intersections, the implementation of raised pedestrian crossings, and the installation of automated speed enforcement devices. Such interventions have the potential to reduce traffic conflicts and enhance road safety for the entire population of Novo Horizonte.

Keywords: Road safety; traffic crashes; Geographic Information System (GIS); Kernel Density Mapping.

1 Introdução

O crescimento acelerado da população urbana faz com que os países busquem uma relação

¹ Mestre em Engenharia Urbana. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Coordenador Chefe da Unidade Gestora de Trânsito da Prefeitura de Novo Horizonte/SP. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1218-4302>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5192349156513503>. E-mail: chebabejr@gmail.com

² Doutorado em Ciência (USP/EESC). Professora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5795-8875>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2650555786682535>. E-mail: tcmguerreiro@ufscar.br

segura, sustentável e eficiente para os diversos modos de transporte, focando principalmente na segurança dos pedestres, ciclistas e motociclistas que são os mais vulneráveis (WHO, 2023).

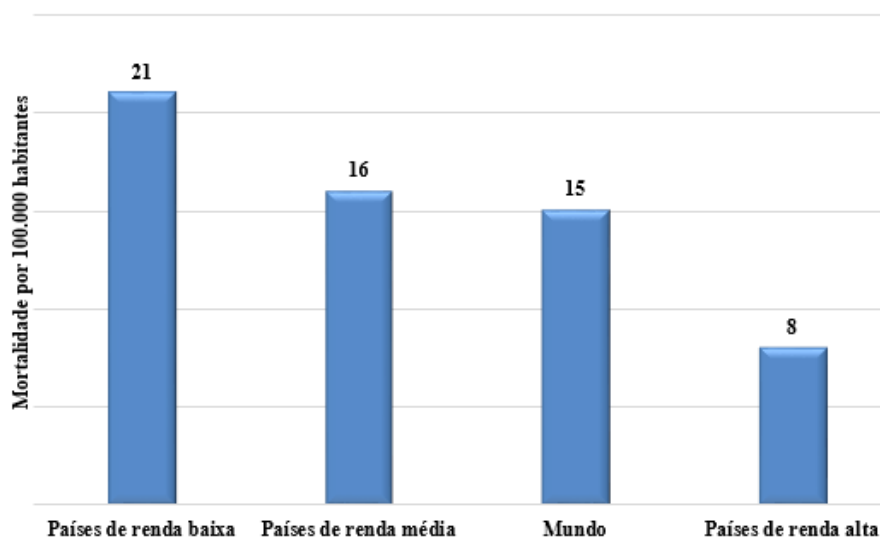
O sinistro de trânsito é um problema crítico e de saúde pública que afeta a infraestrutura e toda a população mundial (Torbaghan et al., 2022). De acordo com Vasconcellos (2005) os sinistros de trânsito representam um significativo problema em países desenvolvidos e em desenvolvimento, apesar de apresentarem características distintas em cada nação ou região do mundo.

No ano de 2019, a principal causa de óbito de crianças e jovens de 5 a 29 anos de idade foi ocasionada pelos sinistros de trânsito. A faixa ativa da população, compreendida por pessoas de 18 a 59 anos de idade, representou dois terços das mortes. Os mais vulneráveis no trânsito (pedestres, ciclistas e motociclistas) representam mais da metade das mortes (WHO, 2023).

No ano de 2021, estima-se que houve 1,19 milhão de vítimas fatais no trânsito em todo o planeta, representando uma redução de 5%, ao se comparar com o cenário de 2010, quando foram registradas 1,25 milhão de mortes (WHO, 2023).

Considerando o cenário mundial, no ano de 2021 (vide Figura 01), a taxa média de mortes por sinistro de trânsito foi de 15 por 100.000 habitantes, sendo que os países com baixa renda registraram a taxa de 21, os países de renda média registraram a taxa de 16 e os países com alta renda registraram 8 óbitos por 100.000 habitantes (WHO, 2023).

Figura 01 - Taxa de mortalidade no trânsito global no ano de 2021



Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Com base nos dados (WHO, 2023).

A disparidade em segurança viária entre o Brasil e os países desenvolvidos é significativa (Carmo, 2019). De acordo com os dados do DATASUS, no ano de 2022 ocorreram 31.945 mortes no Brasil por sinistro de trânsito, havendo também milhares de pessoas com invalidez permanente,



números alarmantes que necessitam ser reduzidos (Brasil, 2022).

O percentual de óbitos no Brasil entre motociclistas apresentou um aumento significativo, passando de 8,3% em 2000 para 24,7% em 2008, e continuou a ascender, embora de maneira mais gradual, atingindo 33,4% em 2017. Além disso, constatou-se que a proporção de óbitos de pedestres está altamente associada ao tamanho dos municípios. Em contrapartida, essa associação não se verifica para os ocupantes de automóveis e, de forma mais acentuada, para os motociclistas, cujas taxas de mortalidade são consideravelmente mais elevadas em municípios de menor porte populacional (PROADESS, 2019).

Em 2017, os municípios com até 20.000 habitantes tiveram a maior taxa de mortalidade por sinistros de trânsito, com 26,82 óbitos por 100.000 habitantes, enquanto os com mais de 500.000 habitantes registraram a menor taxa, de 12,86 (Prado et al., 2019). As taxas médias de mortalidade variaram conforme o porte dos municípios: 25 mortes por 100 mil habitantes nos de pequeno porte, 23 nos de médio porte e 16 nos de grande porte (ONSV, 2019).

Carnevallí Fernandes (2018) cita a importância de aprofundar as discussões teóricas e metodológicas sobre os municípios de pequeno porte no Brasil, dada sua diversidade e complexidade, já que aproximadamente 90% dos municípios brasileiros têm até 50 mil habitantes. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os municípios de pequeno porte são definidos como aglomerados urbanos que possuem até 50 mil habitantes.

Os dados populacionais do Censo de 2022 revelam que o Brasil é constituído por 5.568 municípios. Ademais, o Distrito Federal e o Distrito Estadual de Fernando de Noronha são considerados equivalentes a municípios, conforme a classificação do IBGE. Dessa maneira, o total de unidades administrativas no país é de 5.570 (IBGE, 2023).

Desses, 3.860 municípios, que representa 69,30%, possuem uma população inferior a 20 mil habitantes. A faixa populacional de 20 mil a 50 mil habitantes é composta por 1.053 municípios, correspondendo a 18,90% do total. Além disso, há 338 municípios na faixa de 50 mil a 100 mil habitantes, equivalente a 6,07%. Assim, observa-se que 4.913 municípios, ou seja, 88,20%, têm menos de 50 mil habitantes. Ao considerar a faixa até 100 mil habitantes, o total de municípios aumenta para 5.251, resultando em um percentual de 94,27% (IBGE, 2023).

No município de Novo Horizonte (NH), objeto de estudo deste trabalho, uma cidade de pequeno porte localizada na região noroeste do estado de São Paulo e com uma população de aproximadamente 39 mil pessoas, os problemas de mobilidade urbana e de segurança viária são os mesmos que nas grandes cidades, porém em proporção menor por ser uma cidade de pequeno porte. Entre os anos de 2000 e 2022, a população novo-horizontina cresceu 18,17% e a sua frota de veículos cresceu, de forma impressionante, 182,60% (vide Tabela 01). Entretanto, o espaço viário é o mesmo. A proporção entre população e veículos que no ano de 2000 era de 2,83

habitantes por veículo passou para 1,19 no ano de 2022.

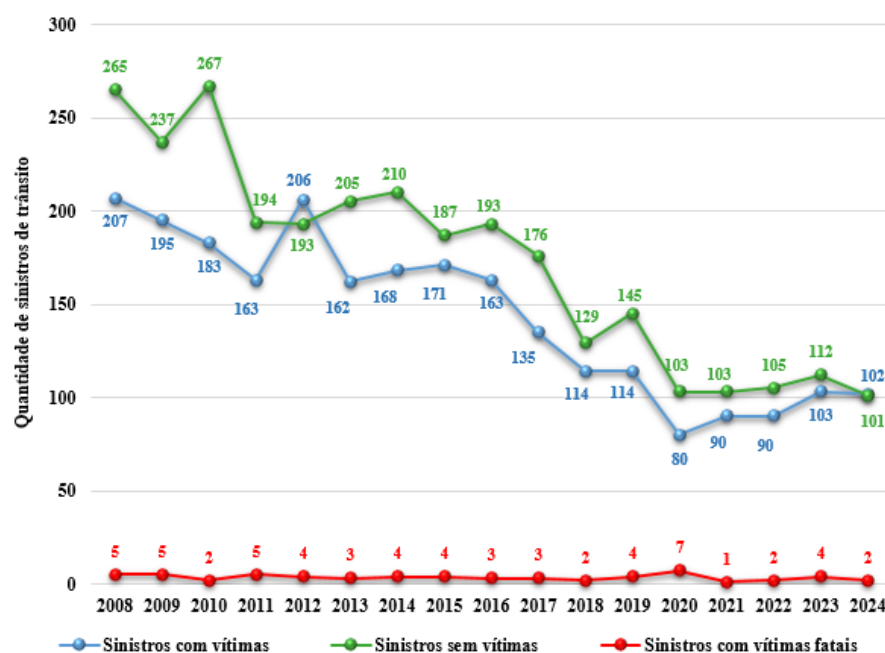
Tabela 01 - Crescimento da população e da frota em Novo Horizonte/SP

	Ano 2000	Ano 2022	Crescimento (%)
População	32.432	38.324	18,17 %
Frota de veículos	11.443	32.338	182,60 %

Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Adaptado de IBGE (2023) e SENATRAN (2023).

Apesar do crescimento da frota de veículos, o município de Novo Horizonte/SP vem apresentando uma tendência consistente de redução da sinistralidade. Tal comportamento é evidenciado na Figura 02, a qual demonstra a distribuição dos sinistros por tipo de gravidade no período de 2008 a 2024. As três categorias de sinistros são representadas por linhas distintas, permitindo uma visualização clara da tendência ao longo dos anos.

Figura 02 - Gráfico da gravidade dos sinistros de trânsito - 2008 a 2024

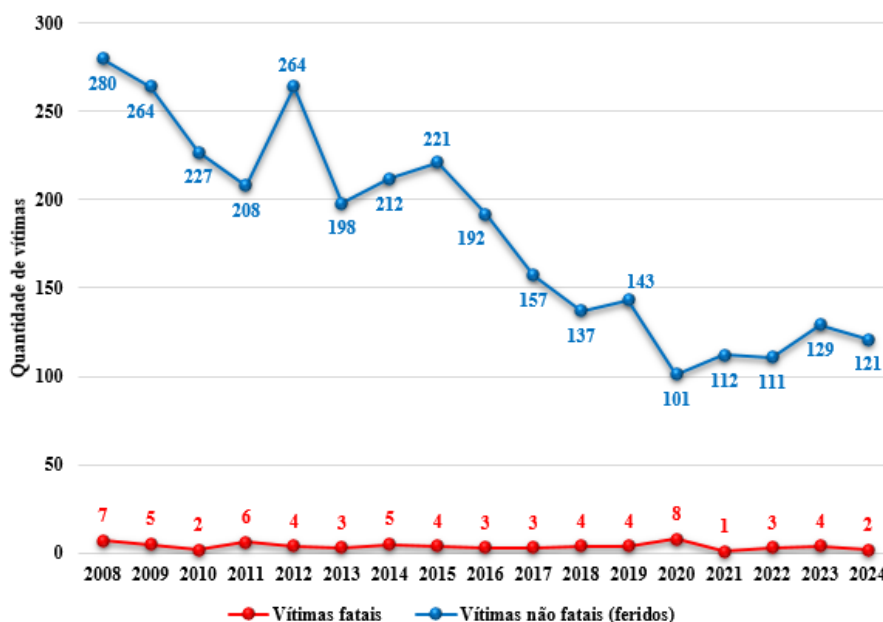


Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Com base nos dados dos boletins de ocorrências da Polícia Militar.

Observa-se que houve uma tendência geral de redução nos sinistros ao longo do período analisado. Os sinistros de trânsito sem vítimas reduziram em aproximadamente 61,89%, enquanto os sinistros com vítimas apresentaram uma diminuição de 50,72%. Esses dados evidenciam uma queda significativa no número de ocorrências. Por outro lado, os sinistros com vítimas fatais mostraram uma tendência de diminuição ao longo do período, com um pico em 2020. A redução ao longo dos anos, resultou em 60% nesse tipo de sinistro. Em relação aos feridos e as vítimas fatais por sinistro de trânsito, a Figura 03 mostra a evolução no período de 2008 a 2024. Nota-se que, em 2008, o número de feridos era de 280 e, gradativamente, esse número vem diminuindo

nos anos seguintes. Em 2012, houve um pico com 264 feridos e uma redução ao longo dos anos com pouca oscilação. Em 2024, esse total caiu para 121, representando uma redução de 56,78%. Essa tendência positiva reflete melhorias nas condições de segurança viária ao longo do período. Em atenção às mortes, observa-se um pico em 2020, com 8 óbitos registrados, entretanto no período analisado houve uma redução de 71,42% no número de vítimas fatais.

Figura 03 - Gráfico da evolução dos feridos e das vítimas fatais - 2008 a 2024



Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Com base nos dados dos boletins de ocorrências da Polícia Militar.

Esses dados refletem avanços nas políticas de segurança viária e na conscientização sobre a importância da segurança no trânsito ao longo dos anos, mas ainda é importante manter esforços para reduzir ainda mais esses números.

Devido às limitações associadas à obtenção dos boletins de ocorrência de forma física referentes ao período de 2008 a 2017, a presente pesquisa se restringiu a um intervalo de sete anos, compreendendo o período de 2018 a 2024. Essa delimitação temporal se justifica pela transição para o registro on-line das ocorrências de sinistros de trânsito nesse intervalo, que simplifica a acessibilidade e a coleta de dados pertinentes para a análise em questão. Após a coleta, processamento e sistematização de dados, utilizou-se o índice de severidade, calculado em UPS - Unidade Padrão de Severidade, para identificar os pontos e trechos críticos, conforme a severidade de cada sinistro de trânsito.

A UPS é uma métrica utilizada para quantificar a gravidade dos sinistros em um determinado local, facilitando comparações e a priorização de intervenções em segurança viária. O cálculo da severidade é realizado por meio da soma dos produtos do número de sinistros classificados por severidade e os pesos atribuídos a cada tipo de sinistro, os quais refletem a



gravidade dos mesmos (DENATRAN, 1987). Posteriormente à identificação preliminar das áreas com maior frequência de ocorrências graves, procedeu-se à busca da localização espacial com o intuito de visualizar as áreas e trechos críticos. Esse processo visa aprofundar a análise e direcionar a atenção para as regiões que requerem intervenções específicas em termos de segurança viária.

Lasmar et al. (2018) citam a importância do *software* Quantum GIS (QGIS) para fazer a análise de mapas de calor e o uso do método do cálculo da severidade para identificar e classificar pontos críticos de sinistros de trânsito.

Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho é identificar e caracterizar os sinistros de trânsito ocorridos no período de 2018 a 2024 na área de circunscrição pertencente ao município de Novo Horizonte/SP. Para alcançar este objetivo, também são apresentados os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar os sinistros de trânsito;
- Georreferenciar os sinistros de trânsito para facilitar a identificação das vias e interseções com maior incidência de gravidade;
- Identificar os pontos críticos de ocorrência dos sinistros de trânsito, utilizando o cálculo do índice de severidade e a ferramenta do QGIS denominada “Mapa de Densidade de *Kernel*”.

Diante do exposto, este trabalho evidencia a relevância da pesquisa para os municípios de pequeno porte, os quais atualmente constituem 88,20% das cidades brasileiras. Destaca-se a importância de identificar os pontos e trechos críticos de sinistralidade, com o cálculo do índice de severidade e o uso do SIG, a fim de subsidiar uma tomada de decisão mais detalhada e eficiente.

2 Referencial teórico

2.1 Segurança viária

As mortes por sinistros de trânsito são um grave problema de saúde pública que afeta todo o mundo, principalmente os países de baixa e média renda. Na esfera mundial, aproximadamente 1,3 milhão de pessoas perdem as suas vidas e 50 milhões ficam feridas por ano devido a sinistralidade (WHO, 2021).

Os custos econômicos dos sinistros de trânsito são elevados, variando entre 1% e 2% do PIB dos países, com 1% para nações de baixa renda, 1,5% para renda média e 2% para alta renda. Esses custos incluem perdas materiais, despesas hospitalares e reparos em sinalização. Em 2023, o PIB global foi estimado em US\$ 112,6 trilhões, resultando em custos associados a sinistros de aproximadamente US\$ 1,7 trilhão, com um percentual médio de 1,5% (Ferraz et al., 2023).

No período compreendido entre 2010 e 2019, as ocorrências de sinistros de trânsito no Brasil resultaram em um impacto econômico estimado em aproximadamente R\$ 3,8 bilhões,



considerando a atualização monetária para maio de 2023 pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), correspondendo a aproximadamente 1,7 milhão de autorizações de internações hospitalares (AIHs). Esses dados se referem apenas ao SUS e hospitais conveniados, ou seja, os custos com hospitais privados não estão computados (IPEA, 2023).

Ferraz et al. (2023) citam a importância da elaboração de políticas públicas pautadas na realização de ações conjuntas em seis áreas, conhecidas tecnicamente como os “Seis Es” para a efetiva redução dos sinistros de trânsito: Engenharia (Engineering), Educação (Education), Esforço Legal (Enforcement), Engajamento (Engagement), Ambiente (Environment) e Avaliação (Evaluation).

A WHO (2023) afirma que reduzir mortes e lesões no trânsito exige: políticas de mobilidade que protejam usuários vulneráveis; melhoria da infraestrutura viária; regulamentações que garantam veículos mais seguros; e normas que incentivem comportamentos responsáveis, como respeitar a velocidade, não usar celular ao dirigir, não conduzir sob efeito de álcool e usar cinto ou capacete. A gestão da velocidade em locais com muitos usuários vulneráveis é essencial para diminuir a ocorrência e a gravidade dos sinistros. A organização também destaca a importância da participação da sociedade civil na construção de soluções e ressalta que o rápido atendimento às vítimas e o fortalecimento da reabilitação são fundamentais na resposta pós-sinistro.

Para a redução de mortes e da gravidade de lesões causadas por sinistros de trânsito, alguns países e cidades do mundo vêm adotando o programa Visão Zero, baseado no conceito de Sistema Seguro, no qual a segurança viária supera, no grau de prioridade, a mobilidade. Desta forma, obtém-se uma mobilidade que priorize as pessoas e não os veículos (Ferrer, 2017).

Outra política que vem sendo adotada para a redução dos sinistros de trânsito é o Traffic Calming. De acordo com Ferrer (2017), o Traffic Calming é a denominação ampla utilizada para descrever as estratégias de engenharia que promovem a redução de velocidades. Para Gonzalo-Orden (2018) as medidas de Traffic Calming são essenciais para a diminuição de velocidade e o volume de tráfego e a consequência é uma redução também dos riscos de sinistros de trânsito.

No âmbito brasileiro, para a redução de mortes e da gravidade de lesões causadas por sinistros de trânsito, no ano de 2023, a SENATRAN publicou a terceira versão do Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS). Este plano reafirma, em relação à primeira edição, que as ações devem ser fundamentadas em seis pilares: gestão da segurança no trânsito; vias seguras; segurança veicular; educação para o trânsito; atendimento às vítimas; e normatização e fiscalização (Brasil, 2023).



2.2 Sinistros de trânsito

Os acidentes de trânsito foram renomeados de sinistros de trânsito, de acordo com definição estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da Norma Brasileira (NBR) 10697 (ABNT, 2020) em 16/11/2020.

Ferraz et al. (2023) esclarecem a importância de compreender corretamente os tipos de sinistros de trânsito ocorridos para a melhor tomada de decisão, objetivando reduzir a sinistralidade.

A implementação do Programa PARE em 2002, de iniciativa do governo federal, enfatizou a pesquisa para identificar fatores de sinistralidade e planejar intervenções corretivas, com o foco na identificação de locais vulneráveis e na gravidade dos sinistros de trânsito (Brasil, 2002).

Na análise da ocorrência de sinistros em diferentes locais, é essencial considerar o critério utilizado para identificar e classificar as áreas problemáticas, como interseções e trechos de ruas. Vários parâmetros podem ser empregados para essa avaliação, incluindo a quantidade total de sinistros, o índice de severidade e os custos associados. É importante ressaltar que usar apenas o número total de sinistros sem levar em conta a gravidade pode levar a equívocos, tratando de maneira equivalente casos sem vítimas e casos com vítimas fatais (Ferraz et al., 2023).

Para Teodoro, Alcântara e Barbosa (2014), é viável a utilização da técnica apresentada no manual do Programa PARE para identificar pontos e trechos críticos, juntamente com a análise de ferramentas de georreferenciamento e estimadores de intensidade de *Kernel*, já que os dois métodos alcançaram resultados semelhantes.

2.3 Sistema de informação geográfica - SIG

Ouni e Belloumi (2018) esclarecem que hoje os sinistros de trânsito são analisados pela técnica de distribuição espacial, proporcionando um melhor detalhamento e compreensão, já que os pontos geográficos são relacionados com as ocorrências de trânsito.

De acordo com Torbaghan et al. (2022), o uso do SIG contribui para entender o real cenário e colabora para a adoção da melhor estratégia para eliminar os riscos de sinistros de trânsito, já que as causas principais sofrem uma variação espacial, devido ao clima, volume de tráfego, e condições das vias e rodovias. Para Ferreira (2017) o SIG é uma ferramenta que permite a inclusão de dados estatísticos sobre a sinistralidade conforme sua localização geográfica. Isso permite criar mapas temáticos para facilitar a identificação de áreas com alta incidência de sinistros de trânsito.

Para Carvalho e Câmara (2004) uma das aplicações do SIG em estudos de sinistros de trânsito é o estimador de núcleo (*Kernel Estimation*), um método que representa e analisa padrões de pontos, estimando a densidade pontual em uma área de estudo. Baseado em funções de densidade de probabilidade, esse estimador fornece uma abordagem eficaz para analisar



fenômenos pontuais, permitindo avaliar a intensidade de processos em regiões específicas.

Os mapas de calor possibilitam a representação visual da densidade de pontos, sendo úteis para reconhecer agrupamentos e áreas com alta concentração de uma atividade específica. Sua criação é baseada na análise da distribuição de dados em uma determinada região. Assim, uma cor mais intensa indica uma maior concentração da atividade em questão (Lasmar et al., 2018).

A estimativa de densidade de *Kernel* é uma ferramenta eficaz para identificar aglomerados de sinistros, calculando a densidade de eventos ao redor de cada ponto com base na distância entre eles. Isso resulta em um mapa contínuo que representa áreas de risco, gerado por meio de interpolação contínua (AUDU et al., 2021).

Conforme o estudo realizado por Rabbani et al. (2019), o método da estimativa de *Kernel* para detecção de sinistros de trânsito analisa a densidade de ocorrências em áreas específicas, que permite identificar regiões de maior risco. O princípio fundamental desta ferramenta envolve calcular a densidade dos pontos de sinistros mais próximos, levando em conta a distância em relação a um ponto de referência inicial.

Essa tecnologia auxilia na transformação de dados brutos em informações úteis, com a identificação de áreas com alta incidência de sinistros, conhecidas como pontos quentes (hotspots). Assim, é possível formular políticas públicas e otimizar os recursos na mitigação da sinistralidade (Bezerra; Ferreira; Da Silva, 2020).

3 Metodologia

Foram coletados os dados de sinistralidade ocorridos na área de circunscrição pertencente ao município de Novo Horizonte/SP, no período compreendido entre os anos 2018 e 2024, por meio do B.O. (Boletim de Ocorrência) on-line da Polícia Militar do Estado de São Paulo/SP. Em seguida foi realizada uma análise para verificar a inconsistência dos dados, visando a correção das informações lançadas, sobretudo, sobre os locais nos quais ocorreram os sinistros de trânsito. Posteriormente os dados foram processados em planilhas do Microsoft Excel e a sistematização ocorreu por meio de planilhas, tabelas e gráficos, facilitando a caracterização dos sinistros, tais como: sinistros com vítimas e sem vítimas, atropelamentos, dias da semana e horários da ocorrência, dentre outros. Após a sistematização dos dados, utilizou-se equação definida pelo Programa PARE (Brasil, 2002) para encontrar o índice de severidade, medido em UPS, para classificar os pontos críticos, conforme a gravidade do sinistro, permitindo definir o trecho exato da via ou interseção que deverá receber oportunidades de melhorias. A técnica de avaliação de sinistros de trânsito por meio da UPS é utilizada para medir a gravidade dos sinistros em diferentes locais, como trechos ou interseções. O cálculo foi feito pela soma dos produtos dos tipos de sinistros de trânsito pelo peso atribuído a cada severidade. Os pesos atribuídos são: 1 para sinistro



sem vítima, 4 para sinistro com vítima, 6 para atropelamento e 13 para sinistro com vítima fatal (Brasil, 2002; DNIT, 2009), como apresentado na Equação 1:

$$UPS = SV.1 + CV.4 + AT.6 + VF.13 \quad (1)$$

Onde:

UPS = Unidade Padrão de Severidade (número ponderado pela severidade do sinistro);

SV = Número de sinistro sem vítima;

CV = Número de sinistro com vítima;

AT = Número de sinistro envolvendo pedestre (atropelamento);

VF = Número de sinistro com vítima fatal.

Após a etapa de processamento e sistematização dos dados, os dados de sinistros de trânsito foram georreferenciados, conforme a latitude e longitude informada no B.O., considerando as correções das inconsistências encontradas em alguns boletins. Tal georreferenciamento permitiu obter uma distribuição espacial dos sinistros de trânsito, a qual foi realizada utilizando o *software* gratuito (QGIS), versão 3.34.8-Prizren.

A elaboração do Mapa de Densidade de *Kernel*, a partir de dados de sinistros de trânsito requer uma metodologia específica que considera a severidade dos sinistros. Os dados referentes aos sinistros foram organizados em um arquivo com a extensão CSV, uma vez que esse formato é compatível com o *software* QGIS. Este conjunto de dados deve incluir informações sobre latitude, longitude e a severidade do sinistro. Antes da importação dos dados para o QGIS, foi necessário replicar os pontos conforme a severidade dos sinistros. A metodologia de replicação adotada estabelece que, para sinistros sem vítimas, a latitude e a longitude devem ser replicadas uma vez, resultando em um único ponto. Nos casos de sinistros com vítimas, a replicação ocorre quatro vezes, gerando quatro pontos. Para atropelamentos, a mesma latitude e longitude devem ser replicadas seis vezes, enquanto para sinistros que resultaram em vítimas fatais, a replicação deve ocorrer treze vezes. Este processo de replicação foi realizado utilizando o Excel, no qual foram criadas novas linhas correspondentes a cada replicação, garantindo que os dados estivessem prontos para a análise subsequente no QGIS. Após a preparação dos dados, o próximo passo consistiu em importar o arquivo resultante para o QGIS, onde foi possível proceder com a criação do mapa de calor a partir da ferramenta “Estimativa de Densidade *Kernel*”.

O sistema de referência de coordenadas utilizado foi o SIRGAS 2000/UTM zone 22S. Para agrupar os sinistros de trânsito no *Kernel*, utilizou-se como configuração uma função quártica, devido à sua capacidade de modelar superfícies contínuas a partir de conjuntos discretos de dados, tais como pontos representativos de ocorrências de sinistros. Para representar a incidência dos sinistros de trânsito, usou-se um raio de 100 metros e o tamanho das células X e Y foi igual a 1, para permitir uma visualização com melhor definição. Os dados foram separados em classes.



Outras configurações para elaboração do mapa de calor foram adotadas e geradas automaticamente pelo QGIS, conforme detalhado a seguir:

I. Renderização de Banda:

- i. Tipo de Renderização: Utilizou-se a técnica de banda simples falsa-cor.
- ii. Banda Seleccionada: Banda 1 (Gray).
- iii. Valores de Limite:
 - Valor Mínimo: 0
 - Valor Máximo: 55

II. Configurações de Valor Mínimo e Máximo:

- i. Método de Interpolação: O método discreto foi empregado para a interpolação dos dados.
- ii. Precisão de rótulo: 0
- iii. Gradiente de Cores: Spectral com as cores invertidas
 - Intervalo de 0 a 11: Azul
 - Intervalo de 11 a 22: Verde
 - Intervalo de 22 a 33: Amarelo
 - Intervalo de 33 a 44: Laranja
 - Valores superiores a 44: Vermelho

A adoção dessa padronização permitiu que a zona de transição crítica para esse período septenal fosse destacada em tons de vermelho quando o índice de severidade alcançasse, no mínimo, 44 UPS. A precisão do rótulo adotada foi 0 (zero) porque não há necessidade de casas decimais, tendo em vista que não há fração para registros de sinistro de trânsito. A Banda 1 (Gray) exibe a primeira banda de um raster em uma paleta de cinza. Isso contribui para análises que exigem a visualização de dados de forma simplificada, como identificação de áreas com intensidade de algum fenômeno. O tamanho do pixel X, refere-se à largura de cada pixel na direção horizontal - eixo X, enquanto o tamanho do pixel Y, refere-se à altura de cada pixel na direção vertical - eixo Y (QGIS, 2024).

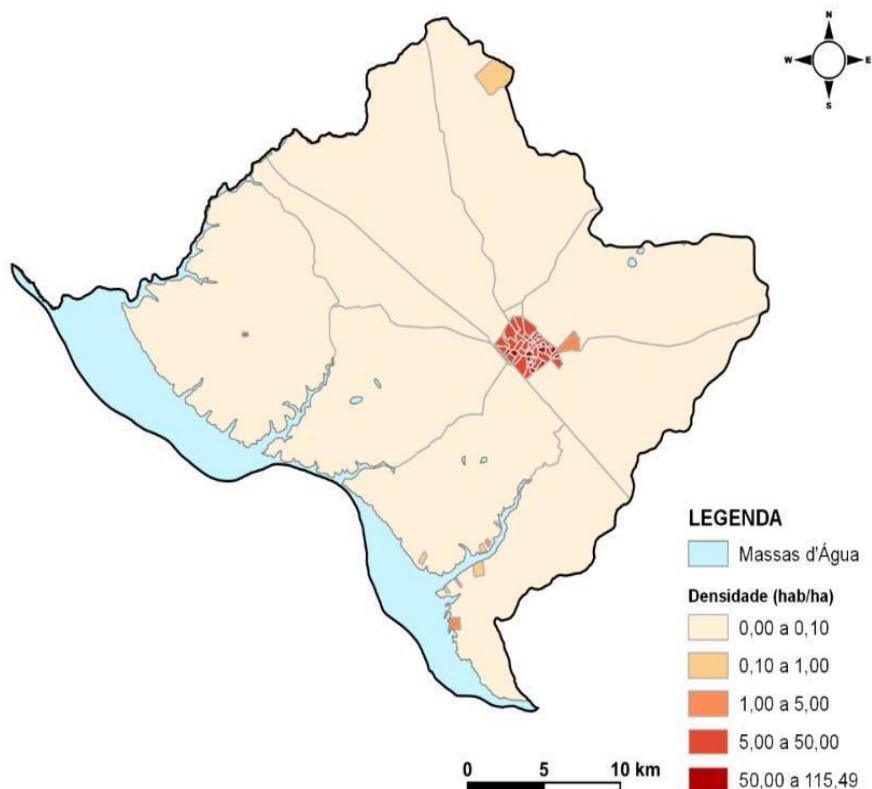
A representação em banda simples falsa cor, com gradiente de cores espectral invertido, refere-se a uma técnica de visualização de dados raster no QGIS, onde se utiliza uma única banda de dados aplicada em uma paleta de cores espectral invertida. Isso inclui uma transição de cores que pode ir do azul ao vermelho, passando por verde, amarelo e laranja, refletindo uma escala de valores numéricos de forma visualmente intuitiva. As cores invertidas significam que a paleta de cores é aplicada de forma que as cores mais intensas são representadas por cores que normalmente representariam valores altos (QGIS, 2024).

Dessa maneira, a sequência das cores foi organizada da seguinte maneira: azul, verde, amarelo, laranja e vermelho. A progressão tonal do mapa de calor foi definida de azul a vermelho, sendo o vermelho associado à maior concentração de sinistros de trânsito. A escolha do método discreto para a interpolação foi fundamentada na sua capacidade de proporcionar uma visualização mais clara das camadas de severidade dos sinistros de trânsito. Essa abordagem facilita a identificação das áreas classificadas como em estágio grave, moderado ou leve, permitindo uma análise mais intuitiva e eficaz dos dados. A simplicidade na representação dos diferentes níveis de severidade contribui para uma melhor interpretação das informações.

3. 1 Caracterização da área de estudo

O município de Novo Horizonte/SP está localizado na região noroeste do Estado de São Paulo, a uma latitude 21°28'05" sul e a uma longitude 49°13'15" oeste, estando a uma altitude de 447 metros, pertencendo à região de governo do município de Catanduva/SP, com uma população de 38.324 habitantes e uma densidade demográfica de 41,13 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2023). A área territorial de Novo Horizonte é de 931,74 km², o que posiciona o município na 48^a posição entre os municípios do estado e na 1.522^a posição no Brasil. Já sua área urbanizada é igual a 8,98 km², correspondendo a 0,96% de solo urbanizado (IBGE, 2023). A Figura 04 ilustra o município de Novo Horizonte/SP.

Figura 04 - Densidade e ocupação do solo

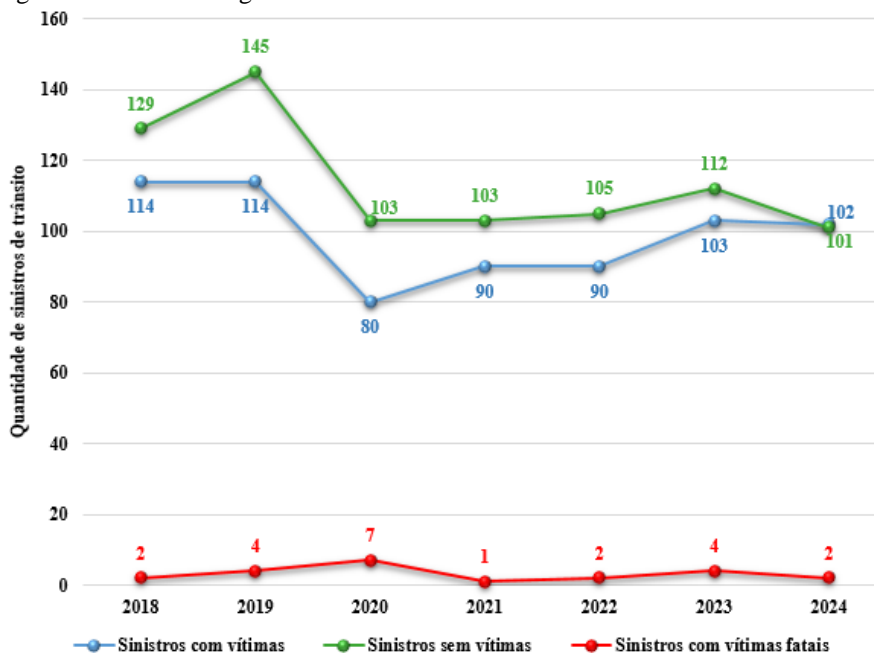


Fonte: IBGE (2023).

4 Análise de dados

No período de 2018 a 2024 foram registrados 1.513 sinistros de trânsito na área de circunscrição pertencente ao município de Novo Horizonte/SP, sendo 798 sem vítimas, 693 com vítimas e 22 com vítimas fatais. A Figura 05 detalha a evolução dos sinistros de trânsito por tipo de gravidade no período septenal.

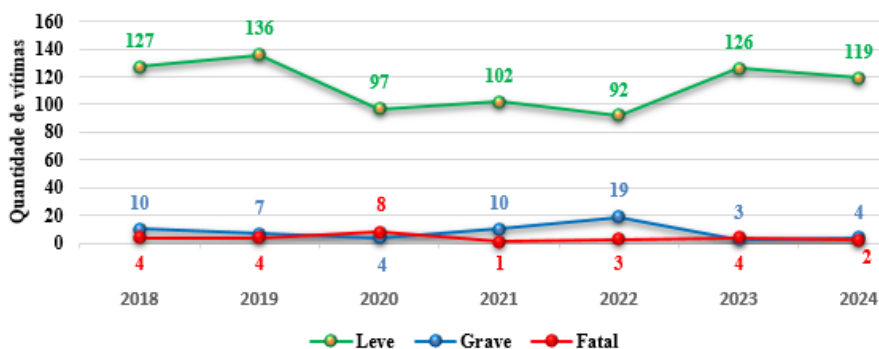
Figura 05 - Gráfico da gravidade dos sinistros de trânsito - 2018 a 2024



Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Com base nos dados dos boletins de ocorrências da Polícia Militar.

A média diária de sinistros de trânsito foi de 0,59, considerando que os anos de 2020 e 2024 foram bissextos, o período de estudo ficou definido em 2.557 dias. Houve 882 vítimas no total, com as seguintes gravidades: 2,95% fatais, 6,46% graves e 90,59% leves. A Figura 06 apresenta a série histórica da evolução dos feridos e vítimas fatais no período de 2018 a 2024.

Figura 06 - Gráfico da evolução dos feridos e das vítimas fatais - 2018 a 2024



Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Com base nos dados dos boletins de ocorrências da Polícia Militar.



Observa-se divergência na quantidade de vítimas fatais apresentada nas Figuras 05 e 06, uma vez que a Figura 05 contempla apenas o número de sinistros com registro de vítimas fatais, enquanto a Figura 06 apresenta a quantidade de vítimas que vieram a óbito no momento do sinistro ou em até 30 dias após a data da ocorrência. Destaca-se, ainda, que um único sinistro com vítima fatal pode resultar em mais de um óbito.

Considerando o período de 2018 a 2024, de acordo com a Tabela 02, observa-se que os motociclistas representam 38,46% do número de mortos, seguido pelos pedestres com 26,92% e pelos passageiros com 23,08%. O grupo mais vulnerável no trânsito (motociclistas, pedestres e ciclistas) representa 73,07% do número de óbitos.

Tabela 02 - Discriminação da situação das vítimas fatais - 2018 a 2024

Situação das vítimas fatais	Ano 2018	Ano 2019	Ano 2020	Ano 2021	Ano 2022	Ano 2023	Ano 2024	Total
Condutor	0	0	1	0	0	0	0	1 (3,85%)
Passageiro	3	0	1	0	2	0	0	6 (23,08%)
Ciclista	0	0	2	0	0	0	0	2 (7,69%)
Pedestre	0	0	3	1	0	2	1	7 (26,92%)
Motociclista	1	4	1	0	1	2	1	10 (38,46%)
Total	4	4	8	1	3	4	2	26

Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Com base nos dados dos boletins de ocorrências da Polícia Militar.

A Tabela 03 mostra o percentual de vítimas fatais de acordo com a faixa etária. O grupo de 18 a 29 anos de idade concentra o maior percentual de mortes nesse septênio com 38,46%. Logo em seguida vem a faixa etária de 30 a 39 anos de idade, representando 23,07% das mortes.

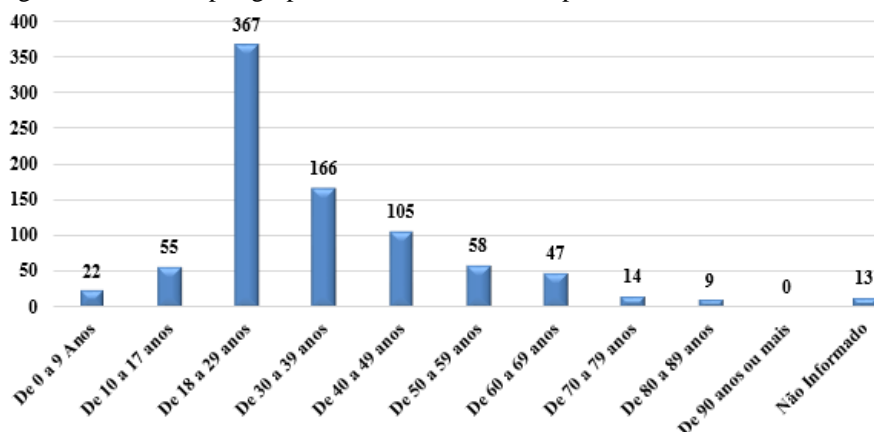
Tabela 03 - Grupo de idade das vítimas “fatais” no período de 2018 a 2024

Faixas etárias	Quantidades	Porcentagens
De 0 a 9 anos	1	3,85%
De 10 a 17 anos	3	11,54%
De 18 a 29 anos	10	38,46%
De 30 a 39 anos	6	23,07%
De 40 a 49 anos	2	7,69%
De 50 a 59 anos	1	3,85%
De 60 a 69 anos	1	3,85%
De 70 a 79 anos	2	7,69%
De 80 a 89 anos	0	0,00%
90 anos ou mais	0	0,00%
Não informada	0	0,00%
Total	26	100%

Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Com base nos dados dos boletins de ocorrências da Polícia Militar.

As vítimas não fatais também são predominantes no grupo de 18 a 29 anos de idade, conforme demonstrado no gráfico de colunas (vide Figura 07).

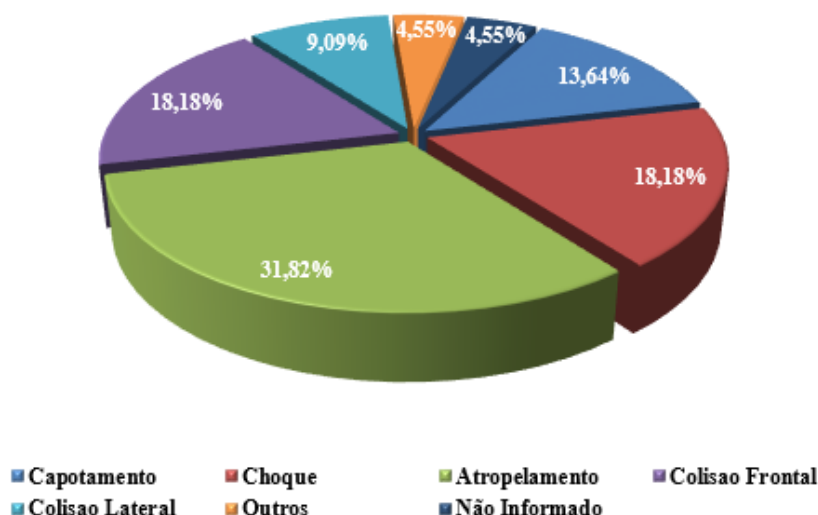
Figura 07 - Gráfico por grupo de idade de feridos no período de 2018 a 2024



Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Com base nos dados dos boletins de ocorrências da Polícia Militar.

A Figura 08 ilustra os tipos de sinistros de trânsito que resultaram em óbitos no período de 2018 a 2024, permitindo uma análise visual clara da proporção de cada tipo de sinistro.

Figura 08 - Gráfico dos tipos de sinistros com “vítimas fatais” - 2018 a 2024



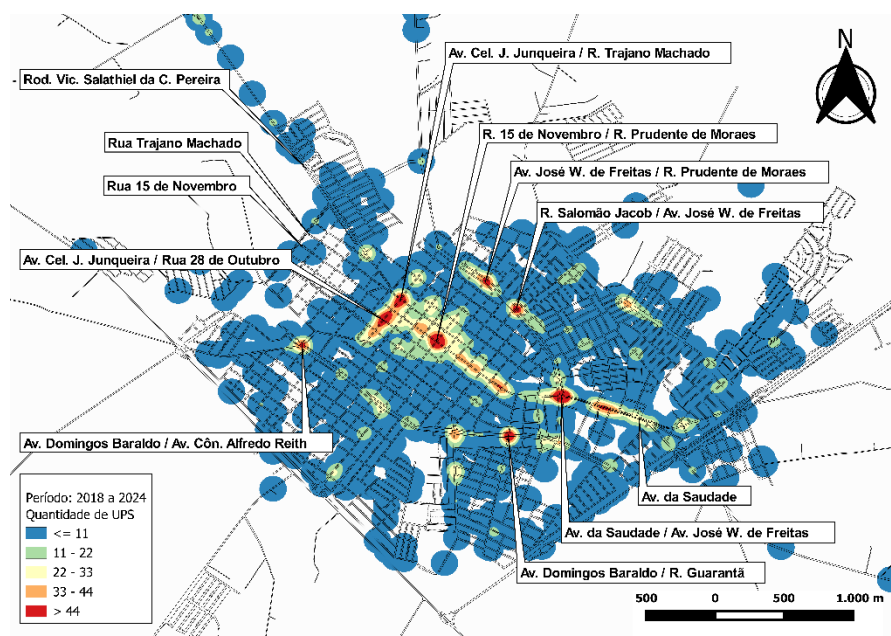
Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Com base nos dados dos boletins de ocorrências da Polícia Militar.

De forma a entender a distribuição espacial dos sinistros de trânsito ao longo de toda a malha viária de Novo Horizonte/SP, foi utilizado o *software* QGIS. A partir da ferramenta “Estimativa de Densidade *Kernel*” foi gerado o mapa de calor dos sinistros de trânsito. A interpretação do mapa de calor evidencia diferentes níveis de severidade dos sinistros de trânsito, representados por uma escala cromática que varia do azul, associado aos menores índices de gravidade, ao vermelho, correspondente às ocorrências mais severas. A gradação estabelecida segue a sequência azul, verde, amarelo, laranja e vermelho, indicando aumento progressivo da gravidade e da concentração dos eventos registrados dentro do raio de 100 metros adotado na análise. As áreas destacadas em vermelho representam os locais com maior concentração e

severidade de sinistros, configurando-se como pontos críticos que demandam intervenções prioritárias voltadas à segurança viária. Em contrapartida, as regiões em laranja e amarelo indicam níveis intermediários de gravidade, requerendo monitoramento e ações preventivas. Já as áreas em verde apresentam menor intensidade de ocorrências, enquanto as zonas em azul correspondem aos locais com reduzida incidência e menor gravidade dos sinistros. Essa classificação por cores facilita a identificação de áreas críticas, orientando ações prioritárias para planejamento urbano e segurança viária.

A Figura 09 demonstra a distribuição espacial da severidade dos sinistros de trânsito ocorridos no septênio.

Figura 09 - Mapa de calor da severidade da sinistralidade de Novo Horizonte/SP no período de 2018 a 2024



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Com base nessas informações, as autoridades competentes podem desenvolver um plano estratégico voltado à melhoria da segurança viária, com foco na redução da severidade dos sinistros de trânsito, sobretudo nas vias críticas identificadas.

5 Discussão dos resultados obtidos

Considerando o ano de 2022, o total de 31.945 óbitos registrados em âmbito nacional evidencia a gravidade da crise de segurança viária no Brasil. No nível estadual, foram contabilizadas 4.847 mortes, enquanto no âmbito municipal ocorreram 3 registros de óbitos, com destaque para o número elevado de mortes entre os motociclistas (Tabela 04). Essa categoria enfrenta riscos significativos devido à sua maior exposição em vias de tráfego intenso e à vulnerabilidade física em caso de sinistros.

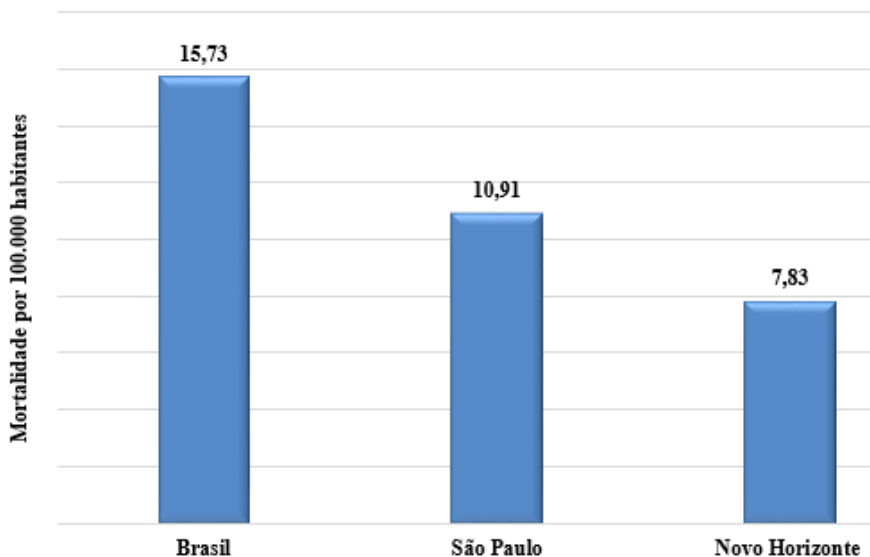
Tabela 04 - Vítimas fatais por esfera e média por 100.000 habitantes no ano de 2022

GRUPO CID10	Esfera nacional - Brasil	Esfera estadual - SP	Esfera municipal - NH
Pedestre traumatizado em um sinistro de transp.	5.715	1.113	0
Ciclista traumatizado em um sinistro de transporte	1.358	278	0
Motociclista traumatizado em um sinistro de transp.	11.182	1.532	1
Ocupante triciclo motorizado traumat. sinistro transp.	33	4	0
Ocupante automóvel traumatizado sinistro transp.	6.899	924	2
Ocupante caminhonete traumatizado sinistro transp.	328	32	0
Ocupante veíc. transp. pesado traumat. sin. transp.	819	111	0
Ocupante ônibus traumatizado sinistro transporte	138	11	0
Outros sinistros de transporte terrestre	5.473	842	0
Total de óbitos	31.945	4.847	3

Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Adaptado de Brasil (2022) e de Novo Horizonte/SP (2023).

A taxa média de óbitos por 100.000 habitantes decorrentes de sinistros de trânsito constitui um indicador fundamental para a avaliação da segurança viária em diferentes escalas territoriais, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 - Taxa de mortalidade por 100.000 habitantes no ano de 2022



Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Com base nos dados do DATASUS e Novo Horizonte/SP (2023).

A média nacional de 15,73 é preocupante e sugere a necessidade de intervenções urgentes. A média de 10,91 para o estado de São Paulo, embora menor, ainda aponta para a necessidade de estratégias eficazes. A média de 7,83 para o município de Novo Horizonte/SP indica um contexto relativamente seguro, mas também sugere a importância de manter e melhorar essa situação.

A Tabela 05 detalha as vias com os maiores índices de severidade de sinistros de trânsito



entre 2018 e 2024. Oferece também uma visão abrangente da gravidade da sinistralidade em diferentes vias. As informações contidas nela contribuem para identificar os pontos críticos que necessitam de intervenções imediatas e eficazes.

Tabela 05 - Locais com maiores índices de severidade - 2018 a 2024

LOCAL	CV Fatal	CV	SV	AT	Quant. sinistro	Total UPS
Avenida da Saudade	1	45	43	1	90	242
Rod. Vic. Salathiel da Costa Pereira	5	16	14	0	35	143
Rua 15 de Novembro	1	11	30	5	47	117
Avenida José Wilibaldo de Freitas	0	22	21	1	44	115
Avenida Domingos Baraldo	0	19	30	1	50	112
Avenida Coronel Joaquim Junqueira	0	14	21	1	36	83
Rodovia Vicinal Prof. Miguel Brabo	1	13	9	0	23	74
Rua Trajano Machado	0	8	29	2	39	73
Avenida Jorge Ismael de Biasi	2	5	3	1	11	55
Avenida Guido Della Togna	1	4	13	2	20	54
Av. José W. de Freitas/Av. da Saudade	0	8	16	1	25	54
Avenida Ângela Blaso Segreto	0	11	9	0	20	53

Fonte: Elaborado pelos autores (2025). Com base nos dados dos boletins de ocorrências da Polícia Militar.

A Avenida da Saudade constitui a via de maior fluxo do município, em razão da concentração de empresas, instituições de ensino e de sua função como principal acesso de entrada e saída da cidade. A via apresenta boa sinalização horizontal e vertical, possui velocidade regulamentada de 40 km/h e intenso fluxo de veículos leves e pesados ao longo do dia. As ruas 15 de Novembro e Rua Trajano Machado, configuram-se como os principais eixos viários da área central, caracterizados pela elevada concentração comercial, grande circulação de pedestres e acesso a importantes equipamentos urbanos. Ambas possuem velocidade regulamentada de 30 km/h, ampla sinalização viária e diversas faixas de travessia de pedestres, compatíveis com o intenso fluxo urbano e comercial. As avenidas José Wilibaldo de Freitas e Domingos Baraldo, conhecidas como vias marginais do município, possuem importante função de distribuição do tráfego urbano, além de concentrarem diversas empresas e atividades comerciais. Ambas apresentam fluxo intenso de veículos e são separadas por um córrego, constituindo importante eixo de circulação e acesso entre diferentes regiões da cidade.

A Avenida Coronel Joaquim Junqueira destaca-se como a principal via gastronômica do município, além de concentrar importantes equipamentos urbanos, como a Escola ETEC, o hospital municipal, posto de combustível e diversos estabelecimentos comerciais. A via possui canteiro central físico, adequada sinalização viária e intenso fluxo de veículos e pedestres ao longo de sua extensão. A Avenida Jorge Ismael de Biasi está localizada no bairro mais populoso do município e exerce importante função de ligação viária local. A avenida possui canteiro central



físico em parte de sua extensão, enquanto outros trechos são segregados apenas por tachões e sinalização horizontal. A via concentra empresas e também atende ao fluxo de estudantes e responsáveis da escola municipal José Luis Tomazi. Embora apresente sinalização adequada e velocidade regulamentada de 40 km/h, o pavimento encontra-se desgastado, necessitando de recapeamento.

A Avenida Guido Della Togna constitui importante acesso à SP-304 e concentra empresas de grande porte, instituições de ensino e órgãos públicos, como o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE e a Cooperativa de Eletrificação e Desenvolvimento Rural da Região de Novo Horizonte - CERNHE. A via possui canteiro central físico, boa sinalização horizontal e vertical e velocidade regulamentada de 40 km/h. A Avenida Ângela Blaso Segreto se consolidou nos últimos anos como uma das principais vias urbanas do município em decorrência da expansão urbana registrada em suas imediações. Atualmente, concentra empresas, serviços e áreas de lazer destinadas à população local. A avenida possui canteiro central físico em grande parte de sua extensão, embora alguns trechos ainda estejam segregados apenas por tachões e sinalização horizontal, em razão do processo de duplicação em andamento. A velocidade regulamentada na via é de 40 km/h.

A interseção entre a Avenida José Wilibaldo de Freitas e a Avenida da Saudade apresenta o maior índice de sinistros de trânsito do município entre os pontos de confluência viária, fato associado ao elevado volume de tráfego decorrente da interseção entre duas importantes avenidas urbanas. O local conta com conjunto semaforico para controle da circulação viária.

No que se refere às rodovias vicinais, a Rodovia Salathiel da Costa Pereira conecta o município de Novo Horizonte/SP ao município de Urupês/SP, sendo amplamente utilizada por veículos de passeio e caminhões, sobretudo como rota alternativa ao pedágio. Apesar de possuir boa sinalização horizontal e vertical, a rodovia apresenta limitações estruturais relevantes, como ausência de acostamento e presença de curvas acentuadas, fatores que elevam o risco de sinistros. Em um ponto considerado crítico foi instalado radar de fiscalização eletrônica de velocidade. De forma semelhante, a Rodovia Vicinal Prof. Miguel Brabo, que dá acesso à Vila Cardoso e ao município de Itajobi/SP, também possui boa sinalização viária e é bastante utilizada por motoristas que se deslocam para Catanduva/SP por motivos de trabalho, lazer e atendimento médico especializado. Entretanto, assim como a Rodovia Salathiel da Costa Pereira, apresenta ausência de acostamento e trechos sinuosos, exigindo maior atenção dos condutores.

Durante o período analisado, o município não contava com ciclovias ou ciclofaixas implantadas nas vias discriminadas na Tabela 5, as quais apresentaram os maiores índices de severidade. Convém destacar que não foram realizadas contagens volumétricas de tráfego nesse período, tampouco havia disponibilidade de dados oficiais que possibilitassem a quantificação



precisa do fluxo de veículos nas vias mencionadas. Dessa forma, as caracterizações apresentadas foram fundamentadas em observações de campo, no uso e ocupação do solo, bem como na relevância funcional das vias para a mobilidade urbana do município.

Analisando uma série temporal de 7 (sete) anos, compreendendo o período de 2018 a 2024, o presente trabalho apresenta dados concretos para a tomada de decisão para mitigação da sinistralidade nas vias e rodovias vicinais do município de Novo Horizonte/SP, tendo em vista que os dados apresentaram os logradouros com mais ocorrências, além de obter dados pormenorizados das vítimas, trazendo à tona que os grupos mais vulneráveis necessitam de prioridades nas ações e intervenções. O estudo apresentado demonstra a necessidade de priorizar os mais vulneráveis no trânsito (motociclistas, pedestres e ciclistas), já que os mesmos representaram 73,07% do número de óbitos, no referido período.

6 Considerações finais

Os sinistros de trânsito revelam um fenômeno significativo que impacta a saúde pública em escala global, com especial gravidade em países de baixa e média renda. Essa questão não se limita apenas aos municípios de grande porte, mas também afeta cidades de menor dimensão. Dados do Censo de 2022 do IBGE indicam que, dos 5.570 municípios brasileiros, 4.913 possuem menos de 50 mil habitantes, o que evidencia a extensão do problema em localidades que muitas vezes são negligenciadas nas discussões, conforme citado no trabalho de Carnevalli Fernandes (2018). Desta forma, este trabalho teve como objetivo identificar e caracterizar os sinistros de trânsito ocorridos no período de 2018 a 2024 na área de circunscrição pertencente ao município de Novo Horizonte/SP.

O presente trabalho foi desenvolvido com base nos registros oficiais de sinistros de trânsito constantes nos boletins de ocorrência, razão pela qual a análise se restringiu aos casos formalmente registrados, não contemplando possíveis subnotificações. Quanto às causas dos sinistros, ressalta-se que este não constituiu o objetivo central da pesquisa, cujo enfoque esteve voltado à caracterização espacial e à severidade dos sinistros no município.

A metodologia apresentada se mostrou apropriada para atingir o objetivo proposto, já que permitiu caracterizar os sinistros de trânsito e identificar os pontos e trechos críticos, por meio do cálculo do Índice de Severidade, além de georreferenciar os sinistros de trânsito para facilitar a visualização das áreas com maior incidência de gravidade, com o uso da ferramenta Mapa de Densidade de *Kernel*.

A análise de dados e a discussão de resultados apontam quais são as principais vias e pontos críticos que necessitam de intervenções. Com base nos dados coletados, nota-se que os motociclistas lideram o número de vítimas fatais, seguidos pelos pedestres, passageiros, ciclistas



e condutores. A partir desses dados, conclui-se que os motociclistas estão significativamente mais vulneráveis a sinistros fatais. Tais resultados ratificam o que é apresentado por PROADESS (2019), uma vez que afirmam que motociclistas apresentam taxas de mortalidade mais elevadas em municípios de pequeno porte. Além disso, motociclistas, pedestres e ciclistas foram responsáveis por 73,07% do total de óbitos registrados, o que corrobora os dados da WHO (2023), os quais indicam que pedestres, ciclistas e motociclistas são considerados os mais vulneráveis, representando mais da metade dos óbitos provenientes de sinistros de trânsito no mundo. Essa situação ressalta a necessidade de políticas públicas eficazes que abordem a segurança no trânsito, sobretudo para as cidades de pequeno porte, nas quais a infraestrutura adequada e a conscientização sobre os riscos associados ao trânsito são igualmente essenciais.

Em relação às vias críticas identificadas, o estudo aponta oportunidades de melhoria sob a perspectiva do planejamento urbano e da engenharia de tráfego, priorizando intervenções capazes de ampliar a segurança viária e reduzir a severidade dos sinistros, priorizando sobretudo os pedestres e ciclistas. Entre as medidas recomendadas destacam-se a implantação de deflexões verticais, como faixas elevadas para travessia de pedestres e ondulações transversais; deflexões horizontais, como extensões de calçada nas esquinas, redução dos raios de giro e implantação de minirrotatórias; além da criação de infraestrutura cicloviária, estreitamento de vias, fechamento de aberturas de canteiros centrais, instalação de semáforos para pedestres e radares eletrônicos fixos.

Para a Avenida da Saudade, via que apresentou o maior índice de severidade, recomenda-se o fechamento de aberturas de canteiros centrais em alguns cruzamentos, a implantação de faixas elevadas para pedestres e a instalação de dispositivos eletrônicos de fiscalização de velocidade, medidas que podem reduzir conflitos viários e aumentar a segurança. Nas ruas 15 de Novembro e Trajano Machado, sugere-se o estreitamento da via no quadrilátero de maior fluxo de pedestres, com prolongamento das calçadas, permitindo apenas uma faixa de rolamento. Tal medida tende a reduzir a velocidade operacional dos veículos e ampliar a área de circulação segura para os pedestres. No restante da extensão dessas vias, recomenda-se ao menos a implantação de extensões de calçada nas esquinas dos cruzamentos.

Para as avenidas José Wilibaldo de Freitas e Domingos Baraldo, considera-se prioritária a implantação de ciclovias e bem como de faixas elevadas para pedestres, promovendo maior proteção aos ciclistas e segurança nas travessias aos pedestres. Na Avenida Coronel Joaquim Junqueira, recomenda-se a implantação de faixas elevadas para pedestres e a instalação de semáforo no cruzamento com a Rua 28 de Outubro, local de acesso ao hospital e caracterizado por intenso fluxo de veículos e pedestres. Para a Avenida Jorge Ismael de Biasi, sugere-se a continuidade da construção dos canteiros centrais, a redução dos raios de giro e a implantação de ondulações transversais, medidas voltadas à moderação do tráfego e à redução da velocidade dos



veículos. Na Avenida Guido Della Togna, recomenda-se a implantação de ciclofaixas e de ondulações transversais, especialmente nas proximidades da escola e nos pontos críticos da avenida, visando aumentar a segurança dos usuários vulneráveis. Para a Avenida Ângela Blaso Segreto, sugere-se a duplicação da avenida em toda sua extensão, associada à implantação de ciclofaixas, minirrotatórias em cruzamentos de grande fluxo e radar fixo. No cruzamento entre a Avenida José Wilibaldo de Freitas e a Avenida da Saudade, recomenda-se a implantação de semáforo para pedestres no ponto em que já existe semáforo veicular, além da instalação de câmeras para fiscalização do avanço de sinal vermelho, prática frequentemente associada a sinistros no local.

Por fim, para as rodovias vicinais Salathiel da Costa Pereira e Professor Miguel Brabo, sugere-se a implantação de acostamentos e radares fixos em pontos críticos, buscando proporcionar maior segurança aos usuários, que utilizam essas vias em deslocamentos cotidianos.

Diante do exposto, foi possível caracterizar, georreferenciar e identificar as áreas e os pontos críticos de sinistralidade no município, bem como apresentar propostas de intervenção e oportunidades de melhoria voltadas ao poder público, visando à redução da gravidade dos sinistros de trânsito e ao aumento da segurança viária. Os resultados obtidos reforçam a importância do planejamento urbano integrado às políticas de mobilidade e engenharia de tráfego, especialmente no que se refere à proteção dos usuários mais vulneráveis.

A dificuldade encontrada foi na análise da inconsistência de um pequeno número de boletins de ocorrência da Polícia Militar, como, por exemplo, os sinistros ocorridos nas rodovias de jurisdição do Estado e os sinistros ocorridos dentro de propriedades rurais e de pátios de empresas privadas, o que não é de competência do poder público municipal.

Este trabalho contribui para pesquisas futuras, especialmente para municípios de pequeno porte, ao oferecer uma metodologia para identificar os pontos críticos de sinistralidade, além de apresentar dados sólidos para a tomada de decisão para redução da sinistralidade.

Referências bibliográficas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10697: Pesquisa de sinistros de trânsito - Terminologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

AUDU, A. A.; IYIOLA, O. F.; POPOPOLA, A. A.; ADELEYE, B. M.; MEDAYESE, S.; MOSIMA, C.; BLAMAH, N. The application of geographic information system as an intelligent system towards emergency responses in road traffic accident in Ibadan. **Journal of Transport and Supply Chain Management**, [s.l], v. 15, p. 1-17, a546, 2021. <https://doi.org/10.4102/jtscm.v15i0.546>. Acesso em: 05 out. 2024.

BEZERRA, A. L. F.; FERREIRA, E. A.; DA SILVA, P. C. M. Aplicação do princípio de Pareto e mapa de calor na análise de acidentes de trânsito. In: **VIII SINGEP - SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE**, VIII, 2020, remoto. Anais do VIII SINGEP. São Paulo, 2020. 1-17. Disponível em: https://submissao.singep.org.br/8singep/anais/resumo?cod_trabalho=478. Acesso em: 03 set. 2024.



BRASIL. Ministério dos Transportes. **Programa PARE - Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito**. Ministério dos Transportes, Brasília, DF, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. **DATASUS. Tabnet**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sim/cnv/obt10uf.def>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. **Pnatrans - Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito**. Secretaria Nacional Trânsito. Brasília, DF: Ministério da Infraestrutura, 2023.

CARNEVALLI FERNANDES, P. H. O urbano brasileiro a partir das pequenas cidades. **Revista Geoaraguaia**, Barra do Garças, MT, v. 8, n.1, p. 13-31, 2018. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/geo/article/view/6981>. Acesso em: 25 de out. 2024.

CARMO, C. L. do. **Segurança viária em trechos urbanos de rodovias federais**. 2019. 177f. Tese (Doutorado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11500>. Acesso em: 11 set. 2024.

CARVALHO, Marília Sá; CÂMARA, Gilberto. Análise espacial de eventos. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. (Org.). **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: INPE, 2004, Capítulo 2.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. **Manual de identificação análise e tratamento de pontos negros**. Brasília, DF: Coleção Serviços de Engenharia, 1987.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Metodologia para identificação de segmentos críticos**. Identificação e Proposição de Melhorias em Segmentos Críticos da Malha Rodoviária Federal do DNIT. São Paulo, p. 18-22, 2009. Disponível em: <https://www.labtrans.ufsc.br/wp-content/uploads/2020/12/Produto-1-%E2%80%933-Metodologia-para-Identifica%C3%A7%C3%A3o-de-Segmentos-Cr%C3%ADticos.-DNIT-2009..pdf>. Acesso em: 11 set. 2024.

FERRAZ, A. C. P. *et al.* **Segurança no Trânsito**. 3. ed. Curitiba, PR: Ed. dos Autores, 2023. ISBN 978-65-00-85500-5.

FERREIRA, P. C. P. **Uma proposta de tratamento dos dados sobre acidentes nas rodovias federais brasileiras com vistas a atuar preventivamente na redução de sua ocorrência**. 2017. 183p. Tese de Doutorado - COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/10301/1/877243.pdf>. Acesso em: 09 set. 2024.

FERRER, A. Movilidad urbana segura. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP**, [s.l.], n. 145, p. 7-18, 1º quadrimestre, 2017. Disponível em: <https://files.antp.org.br/2017/5/30/rtp145-c.pdf>. Acesso em: 09 set. 2024.

GONZALO-ORDEN, H.; PEREZ-ACEBO, H.; UNAMUNZAGA, A. L.; ARCE, M. R.. **Effects of traffic calming measures in different urban areas**. In: **XIII CONFERENCE ON TRANSPORT ENGINEERING (CIT)**, XIII, 2018, Univ Oviedo, Polytechn Sch Engn Gijon, Gijon, SPAIN. Transportation Research Procedia 33, 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.10.079>

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades. **Novo Horizonte: Panorama**, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/novo-horizonte/panorama>. Acesso em: 27 mai. 2023.

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Balço da primeira década de ação pela segurança no trânsito no Brasil e perspectivas para a segunda década**. Brasília, DF: Ipea, 2023. (Dirur: Nota Técnica, 42).

LASMAR, M. T.; DE MORAES, B. M.; INOUE, T. I.; BACALTCHUCK, P. B.; PAMBOUKIAN, S. V. D. Identificação e classificação de pontos críticos de acidentes de trânsito. **Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**, [s. l.], v. 17, n. 1, 2018. Disponível em: <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/rmec/article/view/10514>. Acesso em: 24 jul. 2024.

Novo Horizonte/SP. Prefeitura Municipal. **Unidade Gestora de Trânsito. Dados estatísticos de sinistros de trânsito**. 2023.

ONSV - Observatório Nacional de Segurança Viária. **Acidentes por porte de município**. 2019. Disponível em: https://www.onsv.org.br/source/files/originals/RELATORIO_MUNICIPALIZACAO-019899.pdf. Acesso em 28 nov. 2024.

OUNI, F.; BELLOUMI, M. Spatio-temporal pattern of vulnerable road user's collisions hot spots and related risk factors for injury severity in Tunisia. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 56, p. 477-495, julho, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.05.003>. Acesso em: 24 jul. 2024.

PROADESS - Projeto Avaliação do Desempenho do Sistema de Saúde. **Acidentes de transporte terrestre no Brasil: aspectos da morbimortalidade (2000-2017)**. Boletim Informativo do PROADESS, nº 5, 2019. Disponível em: https://www.proadess.icict.fiocruz.br/Boletim_5_PROADESS_ATT_2019.pdf. Acesso em 20 nov. 2024.



QGIS Development Team. **QGIS User Guide**. QGIS Documentation, 2024. Disponível em: https://docs.qgis.org/3.34/en/docs/user_manual/index.html. Acesso em: 12 fev. 2024.

RABBANI, M. B. A.; KHAN, S. A.; IQBAL, Q.; ZAMAN, E. Q. Analysis of vehicle accidents using spatio-temporal tools in ArcGIS: A case study of Hayatabad, Peshawar. **International Journal of Engineering Works**, v. 6, n. 12, p. 439-444, dezembro, 2019. Disponível em: <https://www.ijew.io/paper/analysis-of-vehicle-accidents-using-spatio-temporal-tools-in-arcgis-a-case-study-of-hayatabad-peshawar>. Acesso em: 28 out. 2024.

SENATRAN - Secretaria Nacional de Trânsito. **Frota de Veículos**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/estatisticas-frota-de-veiculos-senatran>. Acesso em 27 mai. 2023.

TEODORO, A. B.; ALCÂNTARA, F. A.; BARBOSA, H. M. Comparação entre dois métodos para identificação de locais críticos de acidentes de trânsito. In: **XXVIII CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM TRANSPORTE**, XXVII, 2014, Curitiba, PR. Anais do XXVIII Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte, Curitiba/PR, 2014.

TORBAGHAN, M. E.; SASIDHARAN, M. S.; REARDON, L.; MUCHANGA-HVELPPLUND, L. C.W., Understanding the potential of emerging digital technologies for improving road safety. **Accident Analysis & Prevention**, v. 166, março, 2022, 106543. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106543>. Acesso em: 15 jan. 2024.

VASCONCELLOS, E. A. De. **A cidade, o transporte e o trânsito**. São Paulo: Prolivros. 2005.

WHO - World Health Organization. **Plano Global - Década de Ação pela segurança no trânsito 2021-2030**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2021/10/oms-lanca-plano-para-reduzir-acidentes-e-mortes-no-transito-ate-2030/plano-de-acao-global-decada-2021-2030.pdf/view>. Acesso em: 13 jul. 2024.

WHO - World Health Organization. **Global status report on road safety 2023**. Geneva: World Health Organization, 2023. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.