



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

THAYS KUCHENBECKER

**EFETIVIDADE DOS RADARES FIXOS DE VELOCIDADE
PARA REDUÇÃO DO NÚMERO E GRAVIDADE DE
SINISTROS DE TRÂNSITO:
UM ESTUDO TRANSVERSAL ANTES E DEPOIS**

THAYS KUCHENBECKER

**EFETIVIDADE DOS RADARES FIXOS DE
VELOCIDADE PARA REDUÇÃO DO NÚMERO E
GRAVIDADE DE SINISTROS DE TRÂNSITO: UM
ESTUDO TRANSVERSAL ANTES E DEPOIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Estadual de Londrina (UEL), como requisito parcial para à obtenção do título de Mestre em Saúde Coletiva.

Orientador: Prof. Dr. Edmarlon Girotto

Londrina
2026

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Kuchenbecker, Thays.

Efetividade dos radares fixos de velocidade para redução do número e gravidade de sinistros de trânsito: um estudo transversal antes e depois / Thays Kuchenbecker. - Londrina, 2026.
118 f.

Orientador: Edmarlon Giroto.

Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, 2026.

Inclui bibliografia.

1. Acidente de Trânsito - Tese. 2. Medidores de Velocidade - Tese. 3. Mortalidade - Tese. I. Giroto, Edmarlon . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva. III. Título.

CDU 614

THAYS KUCHENBECKER

**EFETIVIDADE DOS RADARES FIXOS DE
VELOCIDADE PARA REDUÇÃO DO NÚMERO E
GRAVIDADE DE SINISTROS DE TRÂNSITO: UM
ESTUDO TRANSVERSAL ANTES E DEPOIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Estadual de Londrina (UEL), como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Saúde Coletiva.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr Orientador Edmarlon Girotto
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Alberto Durán González
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Profa. Dra. Débora Regina de Oliveira Moura
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Londrina, 17 de abril de 2026.

“Desacelere, seu bem maior é a vida”

— Mensagem de campanhas educativas de trânsito, 2025

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Dr. Edmarlon, cujo conhecimento e didática foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu marido, Bruno, pela compreensão, especialmente nos momentos de ausência dedicados ao estudo. Sua presença foi indispensável para minha perseverança.

À minha mãe e às minhas irmãs pelo carinho e suporte, que me fortaleceram para superar os desafios da vida e seguir em frente.

Aos colegas da CMTU, meu antigo local de trabalho, que contribuíram para a realização desta dissertação, em especial ao Antônio, pela paciência ao me ensinar a utilizar a ferramenta QGIS e por esclarecer todas as minhas dúvidas, contribuições fundamentais para o desenvolvimento deste estudo.

A todas as pessoas que me oportunizaram atuar na gestão do trânsito, inspirando-me a ir além, aprofundar meus estudos e me dedicar a entregar o melhor que o conhecimento pode oferecer, com um compromisso contínuo com a sociedade e a busca pela evolução, expresso minha mais profunda gratidão.

Esta dissertação, é resultado do apoio e da colaboração de todos aqueles que, ao longo da minha trajetória, compartilharam comigo o compromisso diário de transformar o trânsito, com o propósito maior de salvar vidas. Meu profundo agradecimento a todos!

KUCHENBECKER, Thays. **Efetividade dos Radares Fixos de Velocidade para Redução do Número e Gravidade dos Sinistros de Trânsito: Um Estudo Transversal Antes e Depois.** 2026. 118fls. Exame de Qualificação de Mestrado/ Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2026.

RESUMO

Introdução: Os sinistros de trânsito são grave problema de saúde pública global, com alto número de lesões e mortes. No Brasil, frota veicular crescente e urbanização desordenada agravam o cenário, sobrecarregando vias e os sistemas de saúde. O fator humano destaca-se como o principal determinante de fatalidades, especialmente o excesso de velocidade, que eleva risco de óbitos e incapacidades. Evidências de países alta mostram que radares de velocidade reduzem sinistros e gravidade de lesões. Porém, há lacuna científica sobre sua efetividade em nações de baixa/média renda, com diferenças em infraestrutura, fiscalização e comportamento de condutores. Assim, é essencial investigar o impacto no Brasil para embasar políticas públicas adaptadas às realidades locais. **Objetivo:** Avaliar o impacto da fiscalização eletrônica por radares de velocidade na redução da quantidade e gravidade das lesões em sinistros de trânsito no município de Londrina (PR). **Métodos:** Trata-se de um estudo observacional transversal do tipo antes e depois, baseado em dados secundários de sinistros atendidos pelo Corpo de Bombeiros Militar do Paraná e pela Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina. O período analisado compreendeu um ano anterior e um ano posterior à instalação dos radares, entre 2020 e 2023. Utilizou-se o software QGIS para georreferenciamento e cálculo da distância entre o ponto do sinistro e o radar mais próximo. **Resultados:** Foram analisadas 1.456 ocorrências viárias, distribuídas entre os períodos pré e pós-intervenção. Após a instalação dos radares, observou-se redução global de 17,5% no número absoluto de sinistros e de 15,6% no total de vítimas. Demograficamente, vítimas masculinas caíram 18,6%, enquanto femininas diminuíram 10,3%. Faixas etárias jovens (20-29 anos: -28,1%; 30-39 anos: -35,3%; 10-19 anos: -26,6%) apresentaram maiores reduções, contrastando com aumentos em grupos mais velhos (40-49 anos: +34,0%). Ferimentos leves (-15,0%) e graves sem risco à vida (-16,1%), com risco à vida (-14,7%) predominaram, com óbitos caindo 25,0%. Motociclistas (condutores: -20,1%; passageiros: -19,2%) foram os mais afetados, enquanto pedestres aumentaram 5,3%. Por gravidade, fatais reduziram 56,3%, com maior eficácia em vias de 60 km/h (-91,7% de 12 para uma vítima) e colisões (-17,8%). Especialmente, declínios foram acentuados próximas aos radares (0-50 m: -45,3%; 0-100 m: -34,8%), atenuando-se em distâncias maiores (até 500 m: -22,2%). Apesar de a regressão logística não indicar significância estatística para a diminuição global dos sinistros graves/fatais (OR = 0,851; IC 95%; p = 0,517), os padrões observados sugerem efeito positivo da intervenção sobre a severidade dos impactos. **Conclusões:** Observou-se redução na proporção de sinistros e vítimas, com predomínio de sinistros de menor gravidade após a instalação dos radares, além da diminuição de motociclistas e homens envolvidos. Os resultados apontam alterações nas características dos sinistros e no quantitativo de vítimas nas vias equipadas com fiscalização de velocidade, podendo subsidiar o planejamento de novas ações e estratégias para intensificar a fiscalização no trânsito, especialmente em vias de alta velocidade.

Descritores: Acidentes de trânsito; Medidores de velocidade; Mortalidade; Índices de gravidade do trauma.

KUCHENBECKER, Thays. **Effectiveness of Fixed Speed Radars in Reducing the Number and Severity of Traffic Accidents: A Before-and-After Cross-Sectional Study.** 2026. 118s. Dissertation Defense. Collective Health Department – State University of Londrina. Londrina, 2026.

ABSTRACT

Introduction: Traffic accidents are a serious global public health problem, with a high number of injuries and deaths. In Brazil, the growing vehicle fleet and disordered urbanization worsen the scenario, overburdening roads and health systems. The human factor stands out as the main determinant of fatalities, especially excessive speed, which increases the risk of deaths and disabilities. Evidence from high-income countries shows that speed radars reduce accidents and injury severity. However, there is a scientific gap regarding their effectiveness in low- and middle-income nations, with differences in infrastructure, enforcement, and driver behavior. Thus, it is essential to investigate the impact in Brazil to support public policies adapted to local realities. **Objective:** To evaluate the impact of electronic speed enforcement using radars on reducing the quantity and severity of injuries in traffic accidents in the municipality of Londrina (PR). **Methods:** This is a cross-sectional observational study of the before-and-after type, based on secondary data from accidents attended by the Military Fire Department of Paraná and the Municipal Traffic and Urbanization Company of Londrina. The analyzed period comprised one year before and one year after the installation of the radars, between 2020 and 2023. QGIS software was used for georeferencing and calculating the distance between the accident point and the nearest radar. **Results:** A total of 1,456 road incidents were analyzed, distributed between the pre- and post-intervention periods. After the installation of the radars, there was an overall reduction of 17.5% in the absolute number of accidents and 15.6% in the total number of victims. Demographically, male victims decreased by 18.6%, while female victims fell by 10.3%. Young age groups (20-29 years: -28.1%; 30-39 years: -35.3%; 10-19 years: -26.6%) showed the greatest reductions, contrasting with increases in older groups (40-49 years: +34.0%). Minor injuries (-15.0%) and severe injuries without life-threatening risk (-16.1%), with life-threatening risk (-14.7%) predominated, with deaths dropping 25.0%. Motorcyclists (drivers: -20.1%; passengers: -19.2%) were the most affected, while pedestrians increased by 5.3%. By severity, fatal accidents reduced by 56.3%, with greater effectiveness on 60 km/h roads (-91.7% from 12 to one victim) and collisions (-17.8%). Spatially, declines were pronounced near the radars (0-50 m: -45.3%; 0-100 m: -34.8%), attenuating at greater distances (up to 500 m: -22.2%). Although logistic regression did not indicate statistical significance for the overall decrease in severe/fatal accidents (OR = 0.851; 95% CI; p = 0.517), the observed patterns suggest a positive effect of the intervention on impact severity. **Conclusions:** A reduction was observed in the proportion of accidents and victims, with a predominance of lower-severity incidents after radar installation, in addition to a decrease in motorcyclists and men involved. The results indicate changes in accident characteristics and the number of victims on roads equipped with speed enforcement, which may support the planning of new actions and strategies to intensify traffic enforcement, especially on high-speed roads.

Key-words: Traffic accident; speed meters; mortality; trauma severity indices.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Mapa da distribuição geográfica dos pontos de fiscalização eletrônica de velocidade e da ocorrência de sinistros de trânsito em Londrina (PR), 2020–2023. 37
- Figura 2** – Mapa de distâncias euclidianas em Londrina: aplicação da ferramenta "Distância ao ponto central mais próximo" do QGIS destacando a Avenida Dez de Dezembro – distância do radar ao sinistro de trânsito mais próximo.....40
- Figura 3** – Distribuição da quantidade de sinistros de trânsito por categorias de distância aos radares fixos em Londrina (PR): comparação entre os períodos anterior e posterior à implantação dos equipamentos, no intervalo de 2020 a 2023. 54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de sinistros avaliados, por ano, após as exclusões.....	41
Tabela 2 – Caracterização das vítimas de sinistros de trânsito antes e após a implantação de radares de velocidade, Londrina, PR, 2020-2023	48
Tabela 3 – Distribuição dos sinistros de trânsito com vítimas antes e depois da implantação dos radares de velocidade, Londrina, PR, 2020-2023.	50
Tabela 4 – Tipos de veículos envolvidos nos sinistros de trânsito com vítimas antes e depois da implantação dos radares de velocidade, Londrina, PR, 2020-2023.....	52
Tabela 5 – Distâncias dos sinistros com vítimas em relação aos radares fixos antes e depois da implantação dos radares de velocidade, Londrina, PR, 2020-2023.....	53
Tabela 6 – Distribuição dos sinistros com vítimas por faixa de distância em relação aos radares fixos antes e depois da implantação dos radares de velocidade, Londrina, PR, 2020-2023	55
Tabela 7 – Impacto dos radares fixos de acordo com a gravidade dos sinistros antes e depois da implantação dos radares de velocidade, Londrina, PR, 2020-2023	57
Tabela 8 – Total de sinistros com vítimas segundo gravidade, turno, velocidade da via de acordo com distância e tempo de implantação dos radares fixos, Londrina, PR, 2020-2023...	60
Tabela 9 – Prevalência e razão de chances (OR) antes e após a instalação de radares segundo gravidade, velocidade da via e distâncias dos sinistros de trânsito	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS	Sistema de Frenagem Antitravamento e airbags
CEVs	Controladores Eletrônicos de Velocidade
CMTU-LD	Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina
DETRAN/PR	Departamento Estadual de Trânsito do Paraná
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ESC	Controle Eletrônico de Estabilidade
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
P2P	Ponto a Ponto
PNATRANS	Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito
PVT	Programa Vida no Trânsito
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
STT	Sinistro de Transporte Terrestre
UTM	Universal Transverso de Mercator
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	Trânsito e o excesso de velocidade.....	19
2.2	Prevenção de Sinistros de Trânsito.....	20
2.3	Relação entre Velocidade Veicular e Severidade de Sinistros e a Eficácia de Medidores Eletrônicos de Fiscalização de Velocidade	22
3	JUSTIFICATIVA	26
4	OBJETIVOS	29
4.1	Objetivo geral	29
4.1.1	Objetivos específicos	29
5	MÉTODOS.....	30
5.1	Tipo do Estudo.....	30
5.2	Local de Estudo	30
5.3	População de Estudo.....	30
5.4	Caracterização dos Serviços Pré-Hospitalares no Município	31
5.5	Fonte de Dados	32
5.6	Casuística do Estudo.....	33
5.6.1	Primeira Fase	34
5.6.2	Segunda Fase	35
5.6.3	Terceira Fase.....	38
5.7	CrITÉrios de Inclusão e Exclusão	41
5.8	Variáveis de Estudo e Categorização	41
5.8.1	Tipo do Sinistro	42
5.8.2	Período de Ocorrência do Sinistro.....	42
5.8.3	Dia da Semana de Ocorrência do Sinistro	42
5.8.4	Veículos Envolvidos.....	42
5.8.5	Sexo	43
5.8.6	Idade	43
5.8.7	Posição no Veículo	43
5.8.8	Gravidade do Trauma	44
5.8.9	Velocidade da Via da Ocorrência do Sinistro	44
5.8.10	Distância da Ocorrência do Sinistro para o Radar de Velocidade.....	44
5.9	Processamento e Análise dos Dados	45
5.10	Aspectos Éticos.....	46

6	RESULTADOS	47
6.1	Características das vítimas.....	47
6.1.1	Caracterização demográfica e de lesões das vítimas	47
6.2	Características dos sinistros.....	49
6.2.1	Distribuição Geral dos sinistros.....	49
6.2.2	Tipo de Veículos envolvidos em sinistros.....	51
6.2.3	Distribuição dos sinistros por Distância em Relação aos Radares	53
6.3	Análise comparativa entre as variáveis	55
6.3.1.	Impacto dos Radares na Gravidade dos Sinistros por diversas categorias	55
6.3.2	Variação de Sinistro no Período Pós-Implantação por Trimestre	58
6.3.3	Prevalência e Razão de Chances (OR) de Sinistros por Gravidade, Velocidade e Distância	61
7	DISCUSSÃO	63
7.1	Aspectos Metodológicos.....	63
7.2	Caracterização das vítimas	64
7.2.1	Caracterização demográfica e de lesões das vítimas	64
7.3	Caracterização dos Sinistros.....	68
7.3.1	Distribuição Geral dos Sinistros	68
7.3.2	Tipo de Veículos envolvidos em sinistros.....	71
7.3.3	Distribuição dos sinistros por Distância em Relação aos Radares	73
7.4	Análise comparativa entre as variáveis	75
7.4.1	Impacto dos Radares na Gravidade dos Sinistros por diversas categorias	75
7.4.2	Variação de Sinistros no Período Pós-Implantação por Trimestre.....	77
7.4.3	Prevalência e Razão de Chances (OR) de Sinistros por Gravidade, Velocidade e Distância	79
8	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82
9	REFERÊNCIAS.....	85
	APÊNDICES	98
	APÊNDICE A – Síntese de Evidências Científicas sobre a Eficácia da Fiscalização Eletrônica de Velocidade.....	99
	APÊNDICE B – Data de Operação dos Radares e Período do Estudo	101
	APÊNDICE C – Fluxograma do Processo Metodológico.....	104
	APÊNDICE D – Relação dos Radares de Velocidade	105
	APÊNDICE E – Quadro síntese das Variáveis de Estudo.....	110
	APÊNDICE F – Solicitação de Dados para Pesquisa Acadêmica.....	111
	ANEXOS.....	112

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP.....	113
ANEXO B – Termo de Consentimento da CMTU.....	117

1 INTRODUÇÃO

Os sinistros de trânsito representam uma preocupação global em relação à saúde pública, causando um alto número de lesões e fatalidades a cada ano. Nas últimas décadas ocorreram grandes transformações no Brasil, principalmente os avanços nas indústrias automobilísticas que geraram efeitos multiplicadores urbanos e sociais. Todos esses avanços e mudanças tecnológicas fizeram com que o crescimento da cidade acontecesse de forma desordenada, sem infraestrutura adequada, e os centros urbanos não acompanharam o crescimento da frota de veículos (Anjos *et al.*, 2007).

No ano de 2019 os sinistros de trânsito foram a principal causa de morte de crianças e jovens de 5 a 29 anos e a décima segunda principal causa de morte para todas as idades no mundo. Dois terços das mortes ocorreram entre pessoas com idade ativa de 18 a 59 anos, causando danos sociais, econômicos e de saúde para toda a sociedade (Who, 2023).

O Brasil, no período de 2010 a 2019, ocorreram cerca de 392 mil mortes em sinistros de transporte terrestres (STT), demonstrando um aumento de 13,5% em relação a década anterior (2000 a 2009). As regiões Sul e Sudeste do país apresentaram uma queda no número de mortes total, bem como uma queda das mortes por atropelamentos, mas com aumento das mortes de usuários de automóveis e veículos leves, tipos de sinistros que também representaram a realidade outras regiões do país (Carvalho; Guedes, 2023).

Em face desses desafios, a Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou de 2011 a 2020 a “1ª Década de Ação pela Segurança no Trânsito”, com intuito de conscientizar os países a adotar medidas para reduzir o número de mortes no trânsito (Onu, 2010). Com o fim da primeira década, foi lançada em 2021 a “2ª Década de Ação pela Segurança no Trânsito”, compreendendo diversas ações para segurança no trânsito, entre as quais o gerenciamento da velocidade.

A velocidade excessiva é um fator de risco crítico para a segurança viária e um problema de saúde pública de magnitude considerável, pois é um contribuinte importante para a ocorrência de sinistros, fatalidades e lesões. De fato, o excesso de velocidade é frequentemente o fator que mais contribui para as fatalidades no trânsito quando comparado a outros fatores de risco para os quais o risco atribuível populacional está disponível. Uma vez que a velocidade do tráfego influencia decisivamente a velocidade de impacto durante uma colisão, o que, por sua vez, determina a energia cinética liberada e, consequentemente, a gravidade das lesões, as intervenções destinadas a controlar a velocidade são determinantes para reduzir o risco de lesões permanentes e morte (Opas, 2012a).

Dentro do complexo sistema viário, o excesso de velocidade é amplamente reconhecido como um grave fator de risco. A velocidade está intrinsecamente ligada tanto à ocorrência de colisões quanto à gravidade das lesões resultantes. Quanto maior a velocidade desenvolvida pelo veículo, maior é o risco de colisão e a probabilidade de lesões graves (Oliveira *et al.*, 2015). Estudo realizado em Foz de Iguaçu-PR identificou que o excesso de velocidade pode ser responsável por uma parcela significativa de sinistros fatais, chegando a 32% dos óbitos em 2021 (Silveira, 2023).

Há estudos que constam que os excessos de velocidade foram responsáveis por 31% de todas as mortes e 17% de todas as lesões graves na Nova Zelândia, conforme documentado pela polícia. Além disso, os autores indicaram que essas estimativas podem subestimar o impacto total da velocidade na severidade das colisões, pois a velocidade influencia significativamente a gravidade dos resultados desses eventos, independentemente da sua origem (Opas, 2012a).

Estudos demonstram que aumentos de apenas 5 km/h acima da média de 60 km/h em áreas urbanas, e de 10 km/h acima da média em áreas rurais, podem dobrar o risco de colisões fatais. Além disso, evidências indicam que o excesso moderado de velocidade (entre 10 km/h e 15 km/h acima do limite estabelecido) contribui significativamente para colisões graves, de forma semelhante às velocidades mais altas, devido à sua prevalência (Opas, 2012a).

A gestão da velocidade se faz necessária, considerando um dos principais fatores contribuintes tanto para o número quanto para a gravidade das lesões no trânsito. À medida que a velocidade aumenta, o mesmo acontece com a distância percorrida durante o tempo de reação do condutor quanto a distância necessária para a parada segura. Além disso, à medida que a velocidade aumenta, cresce a quantidade de energia mecânica (cinética) a ser dissipada no momento do impacto, resultando em uma maior probabilidade de lesões graves (Opas, 2012a).

Nesse contexto, a fiscalização dos limites de velocidade é uma estratégia para reduzir esses riscos (Wilson *et al.*, 2010). Segundo Elvik (2012) confirma que a fiscalização policial, realizada tanto por meio de oficiais quanto pela aplicação de câmeras de velocidade, resulta na redução da taxa de excesso de velocidade e, conseqüentemente, na diminuição do número de sinistros. Tal eficácia reforça a importância das políticas de fiscalização como ferramentas de controle social para promover escolhas de velocidade que tragam conseqüências desejáveis do ponto de vista da sociedade e da saúde coletiva (Elvik, 2012).

Em resposta a essa problemática, a implementação de intervenções de segurança viária com base em evidências se faz necessária. As intervenções mais efetivas são frequentemente aquelas centradas no veículo ou nas infraestruturas, pois reduzem ou eliminam o risco e dependem menos da mudança de comportamento dos usuários. No âmbito das ações de fiscalização — componente das políticas de segurança com elevado potencial de dissuasão — destaca-se a utilização de dispositivos automatizados de controle de velocidade, como os radares fixos ou móveis. Segundo Novoa (2009), evidencia de forma consistente a efetividade dessa medida na redução dos índices de sinistros, lesões e fatalidades no trânsito.

O uso de radares de velocidade é uma ferramenta eficiente e de custo relativamente baixo para o monitoramento da velocidade, dá coerência à fiscalização, reduzindo o uso de critérios individuais no momento da fiscalização (Opas, 2012a). Em revisão sistemática realizada por Wilson *et al.* (2010), que avaliou o impacto dos radares sobre o excesso de velocidade, os sinistros de trânsito e a redução dos ferimentos e mortes, verificou que os dispositivos de fiscalização são intervenções válidas para reduzir as lesões e mortes causadas no trânsito. Os radares podem inibir os comportamentos de excessos de velocidade, considerando o aumento contínuo no volume do tráfego, sendo uma intervenção para ampliar ou substituir a fiscalização convencional (Wilson *et al.*, 2010).

Os equipamentos de radares desempenham um papel importante no controle da velocidade nas vias, sendo fundamentais na redução de lesões e sua gravidade. Em detrimento dos esforços direcionados a coibir esse fator de risco conhecido que determinam a ocorrência de gravidade das lesões, como a velocidade excessiva, há uma lacuna na compreensão e na promoção da adesão da população a esses controles. A eficácia dos radares vai além da aplicação de multas, pois desempenham um papel educativo ao conscientizar os condutores sobre a importância do cumprimento do limite de velocidade estabelecido, contribuindo para um ambiente viário mais seguro e prevenindo tragédias evitáveis (Oliveira *et al.*, 2015).

No entanto, a simples presença de radares fixos não garante o cumprimento das normas de velocidade, devido a desafios comportamentais como o "efeito canguru", caracterizado pela desaceleração abrupta antes do dispositivo e aceleração logo após a passagem. Observou-se, em vias urbanas brasileiras, que a velocidade média dos veículos é significativamente menor no ponto exato do radar (48,2 km/h) em comparação com 200m depois (57,9 km/h), indicando que a adesão aos limites legais cai para cerca de 60% apenas a

200m de distância. Essa limitação sugere que a mudança comportamental vai além da intervenção estrutural pontual e justifica a necessidade de avaliação rigorosa e contínua (Oliveira *et al.*, 2015).

A revisão sistemática de Wilson *et al.* (2010) demonstrou que todos os estudos incluídos foram realizados em países de alta renda, limitando a generalização dos resultados para países de rendimento médio e baixo, que introduzem radares de velocidade. Assim, não se pode assumir que as conclusões desses estudos na eficácia dos radares na redução das lesões no trânsito sejam aplicáveis aos países em desenvolvimento, destacando uma lacuna significativa na literatura sobre a eficácia e os impactos da fiscalização por radares nesses diferentes contextos econômicos. Uma síntese das principais evidências científica identificadas na literatura encontra-se sistematizada no Apêndice A.

Realizar um estudo no Brasil permite validar se os achados de países de alta renda se aplicam a contextos de renda média e baixa, fortalecendo políticas de trânsito baseadas em evidências. Além disso, os dados gerados podem informar a formulação de políticas públicas mais eficazes, adaptando estratégias de fiscalização de velocidade às particularidades locais.

Diante desse contexto, torna-se imperativa a realização de pesquisas adicionais, especialmente em países em desenvolvimento, para ampliar o conhecimento sobre a eficácia dos radares de velocidade na redução de sinistros de trânsito e fatalidades.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Trânsito e o excesso de velocidade

O trânsito constitui um sistema complexo de interações entre indivíduos, veículos e infraestrutura viária, modulado por variáveis sociais, ambientais e psicológicas. Esse sistema impacta diretamente a qualidade de vida, a saúde física e mental, bem como o bem-estar geral da população, especialmente em contextos urbanos, onde se manifestam congestionamentos, poluição atmosférica, estresse crônico e restrições à mobilidade cotidiana. O incremento no volume de tráfego associa-se a agravos à saúde, incluindo doenças respiratórias, obesidade infantil e distúrbios psicológicos relacionados ao estresse (Alhusinan, 2024; Wang, 2021).

As relações interpessoais no trânsito são fundamentais para a segurança e eficiência viária. Interações sociais, como cooperação, respeito às normas e comunicação não verbal (gestos, sinais), influenciam decisões e comportamentos dos motoristas (Mohammadi *et al.*, 2021; Wang, 2022; Lehsing; Fleischer; Bengler, 2016). Mohammadi *et al.* (2021) evidenciam que os motoristas tendem a mimetizar o comportamento de veículos que os ultrapassam, acelerando em resposta a manobras em alta velocidade, o que pode alterar dinamicamente o padrão de fluxo viário. A presença de normas sociais e modelos positivos de conduta favorece comportamentos mais seguros, enquanto relações de respeito e prosocialidade contribuem para o aumento do bem-estar e a redução de conflitos e sinistros (Kim, *et al.*, 2024).

Estudo de Rachad, El Hafidy e Idri (2024) destaca a importância da utilização da teoria do comportamento planejado para compreender a intenção e o comportamento de excesso de velocidade. Normas morais e comportamentos passados são determinantes-chave do comportamento de excesso de velocidade, que podem ser abordados eficazmente por meio de intervenções de mudança comportamental (Rachad; El Hafidy; Idri, 2024).

Fatores motivacionais como a gratificação egóica, a propensão ao risco, a pressão temporal, o desinteresse pela direção e a desatenção representam determinantes chave do excesso de velocidade, com variações significativas entre faixas etárias e gêneros (Gabany; Plummer; Grigg, 1997). Aspectos psicológicos, incluindo a intenção de dirigir em alta velocidade, hábitos consolidados de condução e atitudes favoráveis ao excesso, exercem influência mediada pela percepção de risco. Baixa percepção de risco, ilusão de controle e crença em impunidade potencializam tais comportamentos (Ding *et al.*, 2023).

Em experimento controlado com simulador de direção, Roidl, Frehse e Höger (2014) submeteram 79 participantes a quatro cenários viários projetados para elicitare emoções específicas, incorporando elementos críticos como veículos lentos ou obstáculos. Parâmetros de condução (velocidade, aceleração e excesso de velocidade) e autorrelatos emocionais foram monitorados. Os achados indicam que a raiva induz acelerações mais abruptas e velocidades elevadas, com efeitos persistentes por até 2 km após o gatilho emocional.

Javid *et al.* (2021), ao investigarem motoristas em Lahore (Paquistão), constataram que a capacidade de adesão aos limites de velocidade e a efetividade da fiscalização viária são mecanismos eficazes de controle. Contudo, traços de personalidade, contextos situacionais, ambiente de direção e influências culturais modulam positivamente a propensão ao excesso. Ademais, características individuais ligadas à velocidade, restrições contextuais, normas pessoais e pressões socioambientais impactam de forma significativa o comportamento dos condutores.

Assim, o trânsito é uma característica social que impacta a vida, a saúde e o bem-estar das pessoas. Relações interpessoais e normas sociais são centrais para a segurança viária. O excesso de velocidade resulta de múltiplos fatores, incluindo influência social, pressão de tempo, percepção de risco, aspectos psicológicos e características do ambiente viário.

2.2 Prevenção de Sinistros de Trânsito

Um sistema de trânsito seguro deve incorporar o tripé fundamental da mobilidade urbana, composto por engenharia, educação e fiscalização. As intervenções nessas dimensões visam à capacitação educacional da comunidade, ao desenvolvimento de infraestrutura de engenharia para aprimorar a segurança viária e veicular, e à aplicação rigorosa da fiscalização, assegurando o cumprimento das normas legais de trânsito (Aguilera, 2014).

Nesse contexto, a ABNT, na revisão da NBR 10697, refine sinistro de trânsito como evento com dano a veículo/carga, lesões a pessoas/animais ou prejuízos ao trânsito/via/meio ambiente, envolvendo pelo menos uma parte em movimento em vias terrestres ou áreas públicas (DNIT, 2024). Essa terminologia substitui "acidente de trânsito", alinhando-se ao Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS). A mudança visa romper a percepção de inevitabilidade associada à palavra "acidente", que semanticamente

sugere algo fortuito ou incontrolável, e reforça a prevenibilidade dos eventos (Pnatrans, 2023).

Dentre as três dimensões do tripé, as intervenções de engenharia destacam-se por transformar vias e veículos em elementos inerentemente mais seguros (Opas, 2012a). A pacificação do tráfego (*traffic calming*) constitui uma estratégia de engenharia viária projetada para a moderação intencional da velocidade veicular e, em alguns casos, da demanda de fluxo em vias urbanas e residenciais, por meio de intervenções, as quais visam reduzir o volume de tráfego e a velocidade dos veículos em vias. Essa estratégia tem sido demonstrada como eficaz na redução de lesões de tráfego (Novoa; Pérez; Borrell, 2009; Bunn *et al.*, 2003).

A conversão de cruzamentos em rotatórias pode reduzir o número de colisões graves em 30% a 50% (Fisa *et al.*, 2022). Medidas que separam o tráfego motorizado dos pedestres e ciclistas (como calçadas, barreiras físicas, pontes, túneis ou ciclovias) são consideradas necessárias, principalmente onde a velocidade é alta, pois o corpo humano tem baixa tolerância a lesões em colisões acima de 30 km/h (Opas, 2012a; Carvalho, 2020).

No que diz respeito à segurança veicular, avanços como a obrigatoriedade de freios com Sistema de Frenagem Antitravamento (ABS) e airbags, além da adoção do Controle Eletrônico de Estabilidade (ESC) — sistema que monitora a trajetória do veículo e corrige derrapagens freando rodas individuais e ajustando o motor automaticamente —, desempenham papel fundamental. O ESC, em particular, tem sido relacionado a uma diminuição de até 49% nos sinistros envolvendo um único veículo (Novoa; Pérez; Borrell, 2009).

As campanhas de segurança viária, quando adequadamente estruturadas, promovem uma redução média de 9% nas colisões de trânsito (Fisa *et al.*, 2022). Além disso, campanhas educativas massivas, quando combinadas com fiscalização ostensiva, podem reduzir as colisões ligadas à velocidade (Opas, 2012a). Contudo, a análise de Novoa, Pérez e Borrell (2009) posiciona a educação como um componente de suporte para outras estratégias, mas, isoladamente, não apresentam evidência significativa para modificar o comportamento e reduzir colisões. Segundo Carvalho (2020), as ações educativas devem ser contínuas e focar nos principais fatores de risco, como o uso de celular, o consumo de álcool e o excesso de velocidade.

As intervenções mais eficazes são aquelas que reduzem ou eliminam o risco de sofrer uma lesão de tráfego e que não dependem fundamentalmente da mudança de comportamento ou conhecimento dos usuários (Novoa; Pérez; Borrell, 2009). A fiscalização é considerada

uma estratégia com impacto mais provável e consistentemente se mostrou uma intervenção efetiva na redução de sinistros e vítimas, especialmente quando focada no controle da velocidade e do uso de álcool (Fell *et al.*, 2009).

No âmbito da repressão ao consumo de álcool ao volante, legislações mais restritivas de porte e comercialização de bebidas alcoólicas associaram-se a decréscimos de 16% nos sinistros fatais, enquanto políticas de tolerância zero para condutores jovens produziram reduções adicionais de 5% na mesma métrica (Fell *et al.*, 2009). Complementarmente, programa piloto de recompensa monetária por denúncias anônimas de motoristas embriagados em Stockton, Califórnia, logrou diminuição de 42% nas fatalidades em colisões álcool-relacionadas e de 63% nas prisões por condução sob influência etílica no período analisado (Fell *et al.*, 2009).

Segundo Hobeika e Yaungyai, (2006), em Fairfax (EUA), a implantação de sistemas automatizados de detecção de infrações em semáforos vermelhos resultou em declínio de até 58% nas violações registradas e de 27% na taxa de colisões após 24 meses de operação. Os dispositivos de fiscalização eletrônica de velocidade (CEVs, Radares fixos e móveis, e Lombadas Eletrônicas) são medidas amplamente avaliadas e consideradas eficazes na redução de colisões e fatalidades, atuando como ferramentas na gestão da velocidade (Pilkington; Kinra, 2005; Pérez *et al.*, 2007; Novoa; Pérez; Borrell, 2009; Wilson *et al.*, 2010; Sobanski, 2006).

Dessa forma, a prevenção de sinistros é um esforço multisetorial que exige a integração dos pilares de Engenharia, Educação e Fiscalização (o chamado tripé do trânsito), além da alocação de recursos financeiros e humanos e o monitoramento contínuo dos resultados (Anjos *et al.*, 2007).

2.3 Relação entre Velocidade Veicular e Severidade de Sinistros e a Eficácia de Medidores Eletrônicos de Fiscalização de Velocidade

A velocidade tem sido identificada como um fator de risco fundamental em sinistros, visto que influencia tanto a probabilidade de um sinistro quanto a sua gravidade. A gravidade de um sinistro de trânsito está diretamente ligada à energia envolvida na colisão, que, por sua vez, depende da velocidade: A severidade de um sinistro depende da mudança na velocidade do veículo no momento do impacto (Heydari; Miranda-Moreno; Liping, 2014).

Quanto maior a velocidade de colisão, mais grave será o dano em termos de lesão e dano material. Isso ocorre porque, em velocidades mais altas, mais energia é dissipada no impacto, e parte dessa energia é absorvida pelo corpo humano vulnerável. Por exemplo, um sinistro a 60 km/h tem 300% da energia de um sinistro a 30 km/h (Job; Sakashita, 2016). A influência da velocidade na severidade das lesões é, em grande parte, uma questão de física e biomecânica. A lei da física que fundamenta essa relação é que a energia cinética é diretamente proporcional à massa multiplicada pelo quadrado da velocidade. Consequentemente, quanto maior a velocidade, maior a energia que deve ser absorvida no impacto e, portanto, mais destrutivo será o sinistro. O efeito da velocidade é muito maior com o aumento da velocidade (Elvik, 2012). Em adição, o excesso de velocidade aumenta a probabilidade de o condutor perder o controle do veículo e, se a colisão ocorrer, aumenta a probabilidade de lesões graves (Opas, 2012a).

A severidade das lesões em cenários de colisão específicos ilustra o impacto drástico da velocidade. Para os pedestres atingidos por um carro, o risco de morte aumenta drasticamente, sendo oito vezes maior quando a velocidade de impacto sobe de 40 km/h para 80 km/h. Em colisões laterais entre carros, o risco de fatalidade para os ocupantes já é significativo a 50 km/h. Mesmo para os ocupantes contidos nos carros mais seguros, o limite para lesões graves ou fatais em colisões frontais foi determinado em uma velocidade de impacto de 70 km/h. A permissão de velocidades elevadas em muitas vias, muitas vezes sem infraestrutura adequada (como faixas separadas), deixa usuários vulneráveis como pedestres e ciclistas mais suscetíveis a lesões e mortes (Who, 2018).

Segundo a Organização Panamericana de Saúde (OPAS), o risco de envolvimento em um sinistro com vítima cresce significativamente em consequência do acréscimo de velocidade a cada 5 km/h (Opas, 2012b). A velocidade também afeta a segurança ao dar menos tempo de reação aos usuários e aumentar a distância necessária para parar um veículo (Elvik, 2012). Uma diferença de 20 km/h na velocidade de condução (de 80 km/h para 100 km/h) pode resultar em uma diferença de 67 km/h na velocidade de impacto contra um obstáculo a 70 metros de distância (Montella *et al.*, 2014). Segundo Yousefifard *et al.* (2021), ultrapassar o limite de velocidade aumenta as chances de morte em sinistros rodoviários em até 3,16 vezes. Dessa forma, a velocidade é um fator de risco especialmente crítico para usuários vulneráveis das vias públicas (pedestres, ciclistas e motociclistas), que correm um alto risco de lesão grave ou fatal em colisões com veículos motorizados devido à falta de proteção (Opas, 2012a).

A probabilidade de um pedestre ser morto em um atropelamento aumenta consideravelmente com a velocidade. Enquanto a maioria sobrevive se atropelada a 30 km/h ou menos, a maioria morre quando atingida por um veículo a 50 km/h (Opas, 2012a). Segundo Hussain *et al.* (2019) a probabilidade de fatalidade de um pedestre atinge 50% em uma velocidade de impacto estimada de 59 km/h, e 75% a 69 km/h. Já os motociclistas estão entre os principais tipos de vítimas e estão envolvidos em sinistros de elevada gravidade, com 61% a 82% das vítimas, em contraste com 6% a 7% para ocupantes de automóveis (Silva, 2006). A menor proteção corporal aumenta o risco de lesões de diferentes graus de complexidade (Galbani, 2011).

Dessa forma, é estabelecido que o aumento da velocidade está ligado ao aumento da probabilidade de lesões graves e fatais (Hess, 2004), sendo que o maior efeito da velocidade é nas consequências de lesão dos sinistross (Montella *et al.*, 2014). Consequentemente, a redução da velocidade média é esperada para diminuir os sinistross fatais e sérios e, simultaneamente, aumentar a eficácia das intervenções (na estrada e nos veículos) destinadas a prevenir mortes e lesões graves (Who, 2018). Nesse sentido, o gerenciamento eficaz da velocidade é uma intervenção central nas estratégias de segurança viária.

Uma redução de 1 km/h na velocidade média pode resultar em uma diminuição percentual de 7,8% nas colisões fatais (a uma velocidade de referência de 50 km/h). Para colisões graves e fatais, a redução é de 5,9% no mesmo contexto. Uma redução de 2 km/h na velocidade média, em vias de 50 km/h, pode levar a uma redução de 15,1% nas colisões fatais (Opas, 2012a). O aumento da velocidade torna os sinistross mais prováveis, como também, e principalmente, transforma colisões evitáveis ou leves em eventos catastróficos, pois a energia do impacto cresce de forma exponencial. A gestão da velocidade é vista, portanto, como uma ferramenta para reduzir a gravidade dos sinistross (Opas, 2012a).

Ações de fiscalização e as intervenções destinadas a reduzir a velocidade são, então, consideradas necessárias para prevenir lesões e mortes no trânsito (Wilson *et al.*, 2010). A redução da gravidade dos sinistross (queda no número de feridos graves e vítimas fatais) pode ser um resultado da fiscalização eletrônica que inibe o excesso de velocidade, levando a sinistros de menor impacto (Sousa, 2008).

A fiscalização eletrônica é uma ferramenta de gestão de velocidade importante para melhorar a segurança no trânsito (Pérez *et al.*, 2007; Opas, 2012a). Programas automatizados que empregam câmeras fixas ostensivas, conforme delineado por Thomas *et al.* (2008), promovem ganhos substantivos em segurança em pontos de elevada sinistralidade, com

estimativas consolidadas apontando reduções de 20 % a 25 % nos sinistross com lesões nos locais intervencionados. Essa robustez é corroborada pela revisão sistemática de Wilson *et al.* (2010), que, ao analisar 28 estudos, identificou declínio universal no número de colisões nas áreas fiscalizadas pós-implantação. Nas adjacências das câmeras, o estudo identificou que as reduções oscilaram entre 8 % e 49 % para o conjunto de sinistros e entre 11 % e 44 % para sinistros fatais e graves.

Pilkington e Kinra (2005) ampliam o espectro de evidências, reportando variações de 5 % a 69 % na diminuição de colisões, 12 % a 65 % em lesões e 17 % a 71 % em óbitos nas proximidades dos dispositivos. Tal impacto decorre diretamente da atenuação da gravidade dos sinistros, uma vez que velocidades reduzidas demandam menor dissipação de energia cinética em impactos, minorando o risco lesivo (Opas, 2012a; Sousa, 2008). Portanto, a fiscalização eletrônica de velocidade configura-se como estratégia de comprovada eficácia na modulação comportamental dos condutores, promovendo adesão a limites prudentes e, por conseguinte, reduzindo tanto a incidência quanto a severidade dos sinistros de trânsito (Sousa, 2008).

3 JUSTIFICATIVA

Os sinistros de trânsito representam uma das principais causas externas de morbimortalidade no Brasil, com elevada magnitude epidemiológica, sobrecarga ao Sistema Único de Saúde (SUS) e repercussões socioeconômicas amplas. Carvalho (2020) estima custos anuais superiores a R\$ 50 bilhões, predominantemente decorrentes da perda de capacidade produtiva, agravada pela vitimização de adultos jovens e seus impactos de longo prazo na previdência social e na sustentabilidade familiar. Em 2014, nas rodovias federais, registraram-se 167.247 sinistros, com 8.233 óbitos e 26.182 feridos graves, gerando custo social total de R\$ 12,8 bilhões — 62% atribuídos às vítimas (gastos assistenciais e perda de produção) e 37,4% aos veículos (danos materiais, perda de carga e remoção). Nas aglomerações urbanas, o custo de 2003 de R\$ 5,3 bilhões (IPEA, 2003), atualizado pelo IPCA e ajustado pela variação de óbitos no Datasus, situa-se entre R\$ 9,9 e R\$ 12,9 bilhões em 2014. Excluindo a malha federal, os custos em rodovias estaduais e vias municipais variam de R\$ 24,8 a R\$ 30,5 bilhões, representando a maior fração do ônus econômico local e implicando diretamente orçamentos municipais em saúde, assistência social, infraestrutura viária e capital humano (Carvalho, 2020).

O município de Londrina, no estado do Paraná, é o quarto maior da Região Sul do Brasil, com uma população de cerca de 560 mil habitantes e uma taxa de urbanização de aproximadamente 97,4% (Iparde, 2023). Com um crescimento na frota de veículos de mais de 6% no período de 2018 a 2022, Londrina supera o aumento populacional de 1991 a 2000, que foi de 14,5%, com um o crescimento de 35,2% na frota de veículos (Detran-PR, 2022), elevando o risco de sinistros de trânsito.

A alta incidência de sinistros de trânsito em todo o mundo, em países de renda alta e baixa, levou à implementação de intervenções preventivas. Essas podem ser conceituadas como conjuntos coerentes de objetivos e atividades para eliminar eventos adversos no uso das vias (Ridde; Dagenais, 2013). Revisão sistemática de Buun *et al.* (2003) indica que medidas de moderação de tráfego em áreas urbanas reduzem feridos e óbitos. Em adição, o DNIT (2010) reforça a necessidade de estratégias de controle de velocidade, com monitoramento contínuo de pontos críticos para avaliar impactos e refinar políticas. Os Controladores Eletrônicos de Velocidade (CEVs) exercem efeito ampliado, abrangendo distâncias de desaceleração e aceleração pós-monitoramento, demandando posicionamento estratégico em trechos de risco (Cupolillo, 2006).

Segundo Pérez *et al.* (2007) após dois anos de operação dos radares de velocidade no anel viário de Barcelona, observou-se uma diminuição significativa no número de sinistros de trânsito. Os resultados deste estudo mostraram que os radares de velocidade são eficazes na redução do número de colisões rodoviárias e, conseqüentemente, do número de pessoas feridas e de veículos envolvidos em sinistros em áreas urbanas. A instalação de radares de velocidade em áreas urbanas deve ser considerada como parte dos esforços para aumentar a segurança viária — em um contexto de declínio geral no número de colisões em Barcelona. No entanto, é difícil comparar os resultados com os de outros estudos publicados, devido às diferentes metodologias utilizadas. Além disso, poucos estudos publicados relataram velocidades máximas, e muitos se concentraram em rodovias (Pérez *et al.*, 2007).

Segundo revisão sistemática de Pilkington e Kinra (2005), os radares de velocidade são uma intervenção eficaz na redução de colisões e vítimas no trânsito. Entretanto, estudos em países de baixa e média renda não foram encontrados, o que corrobora com a revisão sistemática de Wilson *et al.* (2010), o qual também indica a falta de estudos em países em desenvolvimento para compreender se a fiscalização por radares possui a mesma eficácia.

Em países em desenvolvimento, o contexto institucional e sociocultural do trânsito difere substancialmente daquele observado em países desenvolvidos. Conforme apontam Uzundu, Jamson e Hibberd (2020), há, em muitos desses países, uma carência de regras formais claramente estabelecidas e aplicadas, o que leva os condutores a desenvolverem formas informais de comunicação e interação no tráfego. Além disso, os sistemas regulatórios tendem a ser frágeis, e a fiscalização é frequentemente limitada pela escassez de recursos financeiros, tecnológicos e humanos, bem como pela insuficiência de treinamento das forças policiais. Nesse contexto, os elevados índices de sinistros de trânsito são atribuídos a uma combinação de fatores, incluindo comportamentos de risco por parte dos usuários das vias, condições inadequadas dos veículos, projetos viários abaixo dos padrões de segurança, além da limitada educação para o trânsito e da fiscalização ineficaz.

Segundo o Global Road Safety Facility (2021), fatores culturais podem desempenhar um papel ainda mais relevante em países de baixa e média renda na explicação das elevadas taxas de mortalidade no trânsito. Tal relevância decorre, em parte, da existência de normas que, embora formalmente estabelecidas, não são devidamente aplicadas em função de restrições institucionais e operacionais, como a falta de recursos e de capacitação das autoridades responsáveis pela gestão do trânsito. De forma convergente, Who (2004) destaca

que a elevada incidência de sinistros nos países de baixa e média renda resulta de um conjunto de fatores estruturais e comportamentais, incluindo práticas inadequadas dos usuários, veículos inseguros, infraestrutura viária deficiente, baixa cobertura de educação para motoristas e fiscalização insuficiente das leis de segurança viária.

No caso brasileiro, embora exista um arcabouço legal relativamente avançado, como o Código de Trânsito Brasileiro e a Lei Seca, a literatura aponta para a persistência de uma percepção de impunidade. Diferentemente de países desenvolvidos, nos quais a fiscalização é rigorosa, sistemática e previsível, no Brasil a aplicação das sanções legais frequentemente é percebida como inconsistente e desproporcional à gravidade dos danos causados. Esse cenário contribui para o desrespeito recorrente às normas de trânsito, alimentado pela expectativa de baixa probabilidade de punição efetiva (Carvalho, 2020).

Diante desse panorama, evidencia-se uma lacuna na literatura científica acerca da efetividade dos radares de velocidade em países em desenvolvimento. Assim, o presente estudo, com delineamento transversal do tipo antes e depois, tem como objetivo avaliar a efetividade dos radares fixos de velocidade na redução do número e da gravidade dos sinistros de trânsito. Espera-se que os resultados contribuam para o avanço do conhecimento científico na área, ampliem a conscientização pública sobre a importância da fiscalização de velocidade para a segurança viária e promovam maior aceitação social das políticas de gestão da velocidade. Ademais, pretende-se subsidiar gestores e formuladores de políticas públicas na elaboração e implementação de estratégias mais eficazes, sustentáveis e contextualizadas para o controle da velocidade e a promoção da segurança no trânsito.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Avaliar o impacto da fiscalização eletrônica por meio de radares de velocidade na redução da gravidade das lesões e óbitos no trânsito do município de Londrina-PR.

4.1.1 Objetivos específicos

- Caracterizar as vítimas de sinistros quanto ao perfil demográficos, gravidades das lesões e circunstância do sinistro;
- Investigar as taxas de sinistros, lesões e óbitos antes e depois da implementação da fiscalização eletrônica, identificando variações significativas nas estatísticas;
- Investigar a redução na quantidade e na gravidade das lesões após a instalação dos radares de velocidade, considerando a estratificação dos efeitos em função das faixas de distância em relação aos dispositivos.

5 MÉTODOS

5.1 Tipo do Estudo

Tratou-se de pesquisa transversal, descritiva, e de abordagem quantitativa, realizada no município de Londrina, Paraná.

5.2 Local de Estudo

O município de Londrina, situado ao Norte do Estado do Paraná, segunda maior cidade do Estado, foi considerada cenário para realização da presente pesquisa por ser área de abrangência do Siate - Serviço Integrado de Atendimento ao Trauma em Emergência, exercido pelo Corpo de Bombeiros Militar do Paraná.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população residente de Londrina em 2022 era de 555.965 habitantes. Esse contingente populacional reforça a importância da cidade e seu papel como centro de desenvolvimento urbano na região. Contudo, junto ao seu crescimento, Londrina enfrenta desafios relacionados à mobilidade urbana e à segurança pública, especialmente no que diz respeito à mortalidade por sinistros de trânsito.

Dados da Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina (CMTU-LD) demonstram que os óbitos decorrentes de sinistros de trânsito no município foram 68 em 2020, 62 em 2021, 56 em 2022 e 74 em 2023. Esses números resultam em um coeficiente médio de mortalidade por sinistros de trânsito de 11,69 óbitos por 100.000 habitantes ao longo do período de quatro anos. Essa taxa evidencia o desafio persistente de saúde pública representado pelos sinistros de trânsito, demandando intervenções específicas para melhorar a segurança viária e reduzir as taxas de mortalidade no município.

5.3 População de Estudo

A população de estudo foi composta por sinistros de trânsito dos anos de 2020, 2021, 2022 e 2023 atendidas pelo Corpo de Bombeiro Militar. Isso inclui todos os registros de

atendimento, independentemente da gravidade das lesões, abrangendo tanto casos leves quanto graves, além de fatalidades ocorridas durante os anos de análise. Secundariamente, características das vítimas dos sinistros de trânsito também foram avaliadas.

5.4 Caracterização dos Serviços Pré-Hospitais no Município

O Serviço Integrado de Atendimento ao Trauma em Emergência (SIATE) foi implementado em Londrina em junho de 1996, resultado da colaboração entre três instituições: a Secretaria Estadual de Saúde, a Autarquia do Serviço Municipal de Saúde e a Secretaria Estadual de Segurança Pública. Esse modelo organizacional apresenta semelhanças com o adotado em Curitiba, onde o SIATE foi instituído anteriormente, em 29 de março de 1990 (Liberatti, 2000).

[...] prestar o socorro de emergência às vítimas de acidentes ocorridos em vias e logradouros públicos, em ambientes profissionais e domiciliares, garantindo o suporte básico e avançado de vida, e transportá-las para os hospitais de referências integrados ao sistema, por meio de ambulâncias, em condições ideais, com equipamentos e procedimentos médicos indispensáveis ao suporte de vida, evitando o agravamento das lesões e melhorando suas condições clínicas (Paraná, 2010b).

A equipe é composta por bombeiros socorristas que, além da formação básica de bombeiro, recebem capacitação especializada em técnicas de resgate, imobilização, transporte e suporte básico de vida a vítimas de trauma. Esse treinamento, ministrado por médicos, enfermeiros e bombeiros instrutores, ocorre por meio de um curso teórico-prático com carga horária de 560 horas. A revalidação da certificação é realizada bienalmente, através de um processo de educação continuada para os profissionais (Galbani, 2011).

Em Londrina, a triagem inicial das vítimas é realizada por bombeiros, que avaliam a necessidade de atendimento médico. Quando não é necessário atendimento especializado, os bombeiros socorristas prestam Suporte Básico de Vida (SBV). Até 2009, o SIATE contava com médicos na equipe, mas, a partir de dezembro daquele ano, o suporte médico passou a ser remoto, via rádio, pelo SAMU, com o SIATE focando apenas no SBV. Em casos de vítimas graves, os socorristas solicitam a unidade móvel do SAMU, que realiza o Suporte Avançado de Vida (SAV) com médicos e enfermeiros. Se a comunicação por rádio estiver congestionada, a Central de Regulação do SIATE é acionada por telefone. Assim, o SIATE concentra-se no atendimento a traumas, enquanto o SAMU assume casos clínicos e traumas

graves, com eventuais atendimentos iniciais pelo SAMU devido à ampla cobertura de ambos os serviços (Galbani, 2011).

5.5 Fonte de Dados

Os dados foram coletados no Sistema de Registro de Ocorrências e Estatísticas do Corpo de Bombeiros (SYSBM), acessado publicamente por meio do “menu imprensa” do Corpo de Bombeiros do Estado do Paraná, disponível no link http://www.bombeiroscascavel.com.br/sysbmnew/menu_imprensa/.

O SYSBM registra atendimentos de sinistros de trânsito com base nas lesões observadas no momento do atendimento pelo Corpo de Bombeiros. Contudo, para atender à recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS), que preconiza o acompanhamento das vítimas por 30 dias, foi necessário obter dados adicionais sobre óbitos ocorridos após os sinistros. Isso se justifica porque, conforme a OMS, falecimentos decorrentes do agravamento de lesões dentro desse período devem ter o sinistro de trânsito como causa atribuída (Opas, 2012b).

No contexto das ações para redução de sinistros de trânsito, a Prefeitura de Londrina instituiu, em 2017, o Decreto nº 707, que criou a Comissão Municipal Intersetorial de Prevenção de Acidentes e Segurança no Trânsito. Essa comissão, de natureza consultiva, propositiva e executiva, foi responsável pela implantação e monitoramento do Projeto Vida no Trânsito (PVT), coordenado pela CMTU-LD. Para execução do PVT, foi utilizado um guia nacional que orienta intervenções baseadas em evidências para reduzir óbitos e lesões graves causadas por diversos fatores. Esse guia, adotado pela CMTU-LD, estabelece uma metodologia para análise e acompanhamento de vítimas feridas, registrando casos em que o falecimento ocorre em até 30 dias devido ao agravamento das lesões, conforme recomendado pela OMS (Brasil, 2017).

A CMTU-LD, além de utilizar dados provenientes dos atendimentos do Corpo de Bombeiros, monitora óbitos por sinistros de trânsito por meio de redes sociais, jornais locais e cruzamento de informações com a Autarquia Municipal de Saúde, que disponibiliza periodicamente dados de óbitos por transporte registrados no DATASUS. Essas informações são analisadas pela CMTU-LD quando as ocorrências acontecem no perímetro de Londrina, dentro de um prazo de 30 dias após o óbito, sendo necessárias para o registro e

acompanhamento conforme as diretrizes do PVT e as recomendações da OMS sobre mortes no trânsito. Para obter as variáveis de estudo relacionadas aos óbitos posteriores aos sinistros, foi solicitada a disponibilização das informações necessárias à pesquisa, conforme o Termo de Consentimento da CMTU-LD, apresentado no Anexo B.

As informações sobre os pontos de instalação dos controladores fixos de velocidade em Londrina estão disponíveis para consulta pública no site oficial da CMTU-LD, órgão responsável pela implementação desses dispositivos. Essa iniciativa, em conformidade com a regulamentação federal, fortalece a transparência e facilita o acesso da população às informações sobre a fiscalização de trânsito em Londrina, disponibilizando a localização dos controladores fixos de velocidade e incentivando o diálogo sobre segurança viária e prevenção de sinistros.

5.6 Casuística do Estudo

A população de estudo foi composta por sinistros de trânsito em Londrina ocorridos no período de junho de 2020 a novembro de 2023, atendidas pelo SIATE e vítimas registradas como óbito posterior pela CMTU-LD, por meio de acompanhamento e análise de dados.

A coleta de dados foi realizada de maneira sistemática e padronizada, com análise de informações consolidadas que possibilitou a comparação entre dois períodos distintos: antes e após a instalação dos controladores de velocidade em Londrina. Os períodos de análise foram delimitados com base nos registros oficiais referentes à implementação dos radares, contemplando um intervalo de um ano antes e um ano após a instalação dos equipamentos. A data de instalação é assumida como a data de emissão das primeiras multas, que pode não ser a data real da instalação física. Assim, o período antes do radar abrange de junho de 2020 a novembro de 2022, enquanto o período depois do radar compreende de junho de 2021 a novembro de 2023, levando em consideração as distintas datas de operação dos radares, conforme Apêndice B.

Para avaliar o efeito dessa intervenção, adotou-se o método de estudo antes-e-depois com grupo de comparação, amplamente utilizado e recomendado para avaliar o efeito de medidas de segurança viária. Esse enfoque minimizar a interferência de fatores de confusão como a regressão à média ou as tendências de longo prazo na estimativa da eficácia da

medida (Sabanski, 2016). O fluxograma resumido das etapas do processo metodológico adotado no presente estudo encontra-se apresentado no Apêndice C.

5.6.1 Primeira Fase

As informações sociodemográficas das vítimas de sinistros de trânsito, incluindo o perfil das lesões e os locais dos sinistros, foram coletadas e inseridas em uma planilha do Microsoft Excel. A planilha foi estruturada com colunas específicas para os componentes do endereço, como rua ou avenida (por exemplo, "Avenida Dez de Dezembro"), número (por exemplo, "1578"), bairro, cidade e estado. Essa organização modular facilitou o processamento geoespacial subsequente e garantiu a integridade dos dados para as operações de geocodificação.

Após a inserção dos dados, os endereços contidos na planilha foram processados utilizando a extensão "Geocode Cells" da Planilha Eletrônica do Google Sheets, uma ferramenta especializada projetada para geocodificar endereços textuais presentes em células de planilhas. Essa extensão converte strings descritivas de endereços em coordenadas geográficas, especificamente latitude e longitude em graus decimais. Além disso, a ferramenta permite a geocodificação reversa, possibilitando a transformação de coordenadas em endereços textuais quando necessário. No presente estudo, foi empregada a geocodificação direta para obter coordenadas em graus decimais a partir dos endereços fornecidos.

Considerando que o mapa base utilizado no sistema de informação geográfica QGIS estava projetado no sistema de coordenadas Universal Transverso de Mercator (UTM), foi necessária a conversão das coordenadas geocodificadas de graus decimais para o formato UTM, garantindo compatibilidade e precisão no alinhamento espacial. Essa transformação foi realizada diretamente no Excel por meio de fórmulas de conversão estabelecidas, mantendo um fluxo de trabalho otimizado e minimizando a necessidade de intervenções com softwares externos durante essa etapa.

Após a conversão das coordenadas, a planilha foi salva no formato CSV (Valores Separados por Vírgula) para possibilitar sua importação no software QGIS versão 3.32. Esse formato foi escolhido por sua compatibilidade com sistemas de informação geográfica, permitindo a integração eficiente dos dados geocodificados com o ambiente de mapeamento do QGIS.

No QGIS, a importação foi realizada por meio da funcionalidade “Adicionar Camada de Texto Delimitado”. Na janela de configuração, o arquivo CSV foi selecionado, e o delimitador foi definido como vírgula, conforme o padrão do arquivo.

Para a criação da camada de pontos, os campos correspondentes às coordenadas UTM foram especificados: a coluna "Longitude" foi associada ao eixo X, e a coluna "Latitude" ao eixo Y. O Sistema de Referência de Coordenadas (CRS) foi configurado como o código EPSG correspondente à zona UTM do estudo (SIRGAS 2000/ UTM zona 22S - EPSG:31982). A visualização prévia dos dados na interface do QGIS foi utilizada para verificar a correta interpretação das colunas e coordenadas.

Após a configuração, a camada foi importada, resultando na plotagem de pontos geográficos no mapa do QGIS, representando os locais dos sinistros de trânsito. Para garantir a correta alocação dos sinistros foram conferidos ponto a ponto e realocando, quanto necessário, a fim de alinhamento com o mapa base. A camada resultante foi salva como um arquivo vetorial (formato ESRI Shapefile) para análises subsequentes.

Esse processo assegurou a integração eficiente dos dados geocodificados ao ambiente do QGIS, permitindo a análise espacial dos sinistros de trânsito com base nas coordenadas UTM e nos atributos associados.

O QGIS, sendo software de Sistema de Informação Geográfica (SIG), permite a visualização, análise e interpretação de dados geográficos, auxiliando na identificação de padrões e relações espaciais. Essa ferramenta é importante para o planejamento de ações preventivas e intervenções no âmbito da saúde pública, como destacado por Shaira *et al.* (2020).

Conforme a revisão sistemática de Shahzad (2020), os SIG têm se mostrado eficazes na análise espacial de sinistros de trânsito, possibilitando a rápida identificação de áreas críticas e o suporte à formulação de estratégias de prevenção. O uso do QGIS, em particular, destaca-se por sua capacidade de processar dados geográficos de forma eficiente, contribuindo para a redução de sinistros viários.

5.6.2 Segunda Fase

Os pontos referentes aos radares de trânsito, disponibilizados no site da CMTU-LD, foram processados e alocados no sistema de informação geográfica QGIS, seguindo um fluxo

de trabalho semelhante ao descrito para os sinistros de trânsito na primeira fase, com adaptações específicas para garantir a integração e a precisão dos dados.

Os endereços dos radares foram estruturados contendo informações como rua ou avenida, número, bairro, cidade e estado. Esses dados foram inicialmente inseridos em uma planilha do Microsoft Excel, organizada em colunas modulares, seguindo o mesmo padrão utilizado para os sinistros de trânsito. Essa estruturação facilitou o processamento subsequente e assegurou a consistência dos dados para as operações de geocodificação.

A geocodificação dos endereços dos radares foi realizada utilizando a extensão "Geocode Cells" do Excel, a mesma ferramenta empregada na primeira fase. Essa extensão converteu os endereços textuais em coordenadas geográficas (latitude e longitude em graus decimais). O processo de geocodificação direta foi aplicado, gerando coordenadas precisas para cada endereço fornecido. Durante essa etapa, os dados foram revisados para garantir a integridade e a exatidão das informações, corrigindo eventuais inconsistências nos endereços, como erros de digitação ou formatação.

Como o mapa base utilizado no QGIS estava projetado no sistema de coordenadas Universal Transverso de Mercator (UTM), zona 22S (SIRGAS 2000, código EPSG:31982), as coordenadas em graus decimais obtidas na geocodificação foram convertidas para o formato UTM. Essa conversão foi realizada diretamente no Excel, utilizando fórmulas de transformação estabelecidas, que mapearam as coordenadas de latitude e longitude para os correspondentes valores de X (Longitude UTM) e Y (Latitude UTM). Esse procedimento garantiu a compatibilidade dos dados com o sistema de referência do mapa base, mantendo a precisão espacial e otimizando o fluxo de trabalho.

Após a conversão das coordenadas, a planilha com os dados dos radares foi salva no formato CSV (Valores Separados por Vírgula), compatível com o QGIS. Esse formato foi escolhido por sua capacidade de integrar eficientemente os dados geocodificados ao ambiente de mapeamento, permitindo a importação direta e a manipulação no software.

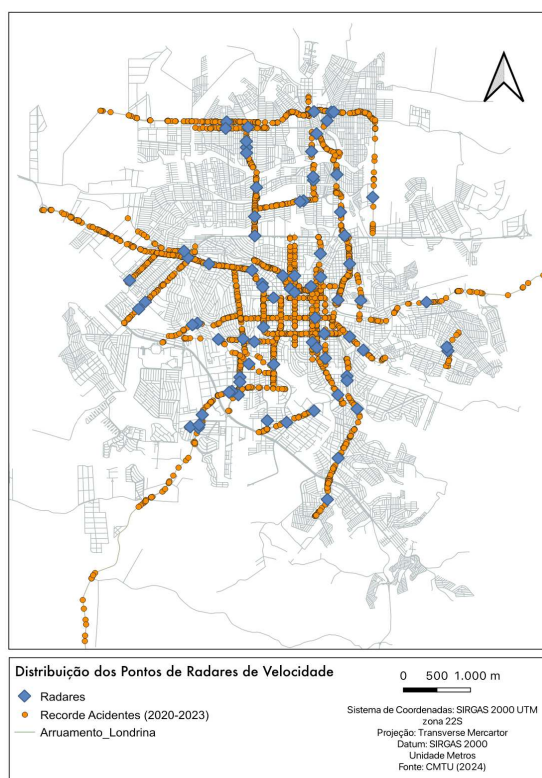
No QGIS, os dados dos radares foram importados utilizando a funcionalidade "Adicionar Camada de Texto Delimitado". Na janela de configuração, o arquivo CSV foi selecionado, e o delimitador foi definido como vírgula, conforme o padrão do arquivo. As colunas correspondentes às coordenadas UTM foram especificadas: a coluna "Longitude" (X) para o eixo X e a coluna "Latitude" (Y) para o eixo Y. O Sistema de Referência de Coordenadas (CRS) foi configurado como SIRGAS 2000/UTM zona 22S (EPSG:31982), garantindo o alinhamento com o mapa base utilizado.

A visualização prévia dos dados na interface do QGIS foi utilizada para verificar a correta interpretação das colunas e a precisão das coordenadas. Quaisquer discrepâncias identificadas, como pontos fora de alinhamento com o mapa base, foram corrigidas manualmente por meio de conferência ponto a ponto, realocando as coordenadas quando necessário. Esse procedimento de validação foi conduzido com o objetivo de garantir a plotagem precisa dos pontos de radares nos locais correspondentes.

Após a importação e validação, os dados foram plotados como uma camada de pontos geográficos no QGIS, representando os locais dos radares de trânsito. Para garantir a integridade e a usabilidade dos dados em análises subsequentes, a camada foi salva como um arquivo vetorial no formato ESRI Shapefile.

A camada de pontos dos radares foi integrada ao ambiente do QGIS, permitindo a análise espacial conjunta com a camada de sinistros de trânsito gerada na primeira fase. Essa integração possibilitou a investigação das correlações espaciais entre os locais dos radares e os pontos de ocorrência de sinistros, conforme a distribuição representada na Figura 1.

Figura 1 – Mapa da distribuição geográfica dos pontos de fiscalização eletrônica de velocidade e da ocorrência de sinistros de trânsito em Londrina (PR), 2020–2023.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.6.3 Terceira Fase

Após a validação individual dos pontos de sinistros no QGIS, os dados foram filtrados utilizando a Tabela de Atributos do software, com o objetivo de isolar os sinistros correspondentes às vias equipadas com radares. Esse processo envolveu a segmentação dos pontos de sinistros com base no endereço associados às vias dos radares, garantindo que apenas os sinistros ocorridos em cada via específica fossem selecionados. Para cada via com radar, uma camada distinta de sinistros foi criada no QGIS, contendo os pontos filtrados.

A filtragem foi realizada por meio da funcionalidade Tabela de Atributos, acessada no QGIS, onde consultas baseadas nos campos de endereço (como rua ou avenida) foram aplicadas para selecionar os pontos correspondentes a cada via de radar. Esse processo utilizou expressões de filtro para identificar os registros, garantindo precisão na associação entre os sinistros e as vias. Cada camada gerada foi validada visualmente no mapa base, projetado no sistema de coordenadas SIRGAS 2000/UTM zona 22S (EPSG:31982), para confirmar o correto alinhamento espacial dos pontos.

Após a criação, cada camada de sinistros por via de radar foi exportada e salva como um arquivo vetorial no formato ESRI Shapefile.

Esse procedimento resultou em um conjunto de camadas específicas, cada uma representando os sinistros de trânsito associados a uma via com radar, permitindo uma análise detalhada e segmentada da relação entre a presença de radares e a ocorrência de sinistros.

Para as vias com múltiplos radares, foi criada uma camada única no QGIS que agregou todos os pontos de radares correspondentes a cada via, consolidando a representação espacial dos equipamentos de fiscalização. Em vias de duplo sentido com radares em ambas as direções, foi determinado um ponto médio para representar a localização dos radares. Dos 79 pontos de radares inicialmente identificados, 20 foram consolidados em pontos médios, resultando em 69 pontos para os fins do estudo, conforme Relação dos Radares de Velocidade contida no Apêndice D.

Essa abordagem foi adotada devido à ausência de informações detalhadas sobre a direção específica dos sinistros nas vias de duplo sentido, conforme relatado nos registros do Corpo de Bombeiros. Nestes casos, os sinistros foram alocados com base no endereço do lote informado (por exemplo, em frente ao número do lote descrito), sem distinção da direção do tráfego.

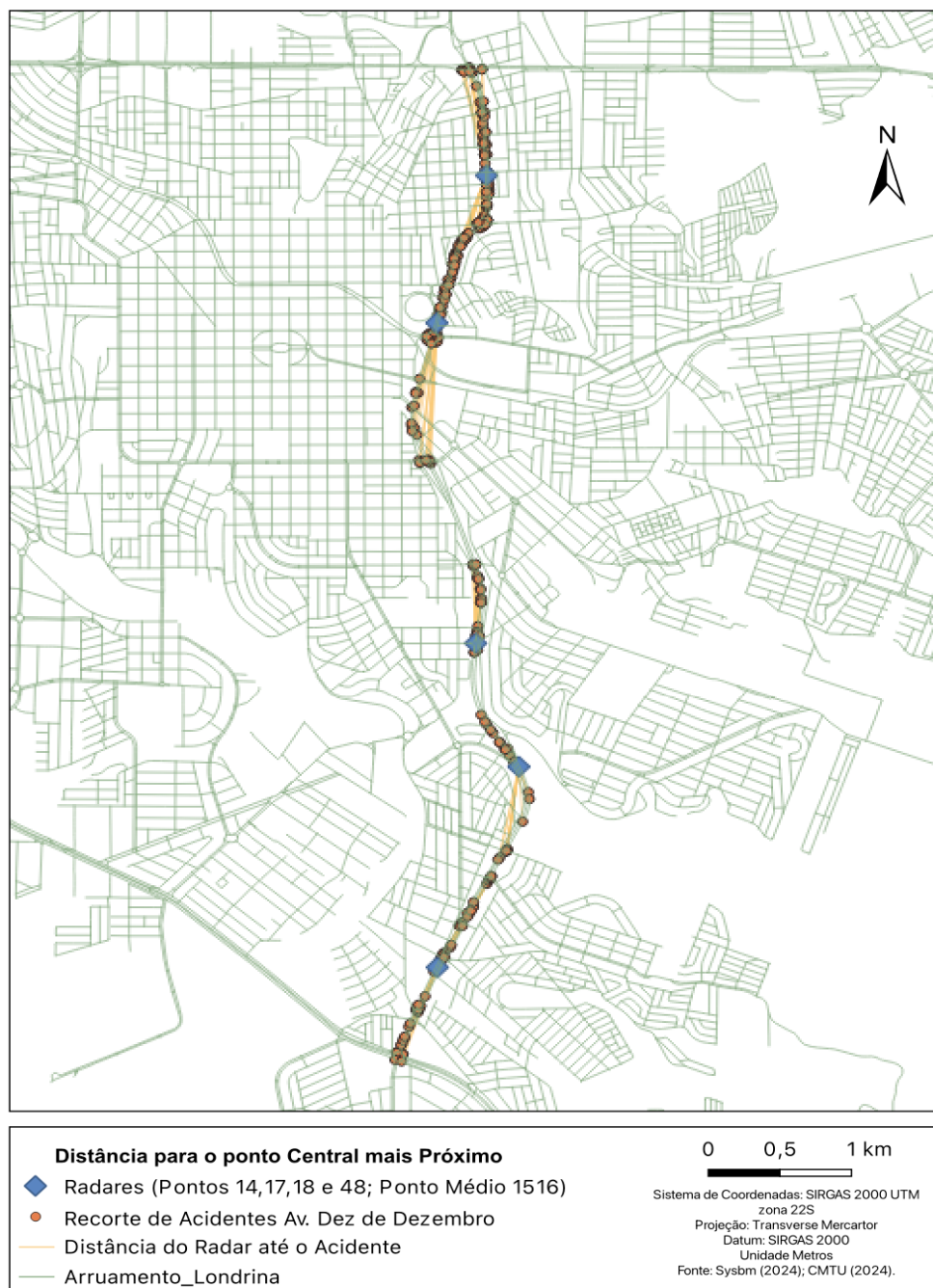
O cálculo do ponto médio para os radares em vias de duplo sentido foi realizado utilizando as coordenadas UTM (SIRGAS 2000/UTM zona 22S, EPSG:31982) dos radares em cada direção. A média aritmética das coordenadas X (Longitude UTM) e Y (Latitude UTM) foi computada para determinar o ponto central, que foi então incorporado à camada correspondente à via. Essa metodologia assegurou uma representação simplificada e consistente dos radares, alinhada com a abordagem utilizada para a alocação dos sinistros, que não considerou a direção do tráfego.

Cada camada resultante, contendo os pontos de radares por via (incluindo os pontos médios para vias de duplo sentido), foi validada visualmente no QGIS para garantir o correto alinhamento com o mapa base. Após a validação, as camadas foram exportadas e salvas como arquivos vetoriais no formato ESRI Shapefile.

Após a consolidação das camadas de radares e sinistros no QGIS, a ferramenta “Distância do Ponto Central Mais Próximo” foi utilizada para calcular a distância euclidiana entre cada ponto de sinistro e o radar mais próximo em sua respectiva via, especialmente em vias com múltiplos radares, conforme Figura 2. Essa ferramenta, disponível no QGIS, traçou uma reta entre cada ponto de sinistros e o radar mais próximo (ou o ponto médio, no caso de vias de duplo sentido com radares em ambas as direções) e adicionou automaticamente um novo campo na tabela de atributos da camada de sinistros. Esse campo, denominado “Distância ao Radar”, registrou a distância em metros entre cada sinistro e o radar mais próximo, utilizando o sistema de coordenadas SIRGAS 2000/UTM zona 22S (EPSG:31982) para garantir precisão nas medições espaciais.

Na configuração da ferramenta “Distância ao Ponto Mais Próximo”, a camada de sinistros foi selecionada como a camada base, e a camada de radares da via selecionada foi definida como a camada de referência (hub). A ferramenta identificou automaticamente o radar mais próximo para cada ponto de sinistro na mesma via, calculando a distância euclidiana mais curta com base nas coordenadas UTM, conforme representação contida na Figura 2. O resultado foi incorporado como um novo atributo numérico na tabela de atributos da camada de sinistros, permitindo a análise quantitativa da proximidade dos sinistros em relação ao radar mais próximo.

Figura 2 – Mapa de distâncias euclidianas em Londrina: aplicação da ferramenta "Distância ao ponto central mais próximo" do QGIS destacando a Avenida Dez de Dezembro – distância do radar ao sinistro de trânsito mais próximo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Após a execução, a tabela de atributos atualizada foi inspecionada para verificar a integridade dos cálculos de distância. A camada de sinistros com o novo campo de distância foi exportada e salva como um arquivo vetorial no formato ESRI Shapefile por preservar todos os atributos, incluindo o campo recém-adicionado de distância.

Essa abordagem foi realizada para cada ponto de radar a fim de permitir a integração de informações espaciais quantitativas ao conjunto dos sinistros de cada via, possibilitando as análises subsequentes sobre a relação entre o sinistro de trânsito e a proximidade dos radares. A adição da variável distância na tabela de atributos forneceu a métrica fundamental para realização do estudo.

5.7 Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos os registros de sinistros de trânsito atendidas em Londrina nos anos de 2020, 2021, 2022 e 2023. Esses registros abrangeram sinistros com lesões de gravidade (leves, moderadas, graves) e casos fatais, independentemente do tipo de veículo envolvido (carros, motos, bicicletas, pedestres, etc.) ou do local do sinistro dentro do município.

Foram excluídos do estudo os registros incompletos ou com dados insuficientes de endereçamento, que dificultaram a análise e o georreferenciamento, como aqueles com informações de local ausentes ou não localizáveis. Também foram excluídas as vítimas atendidas pelo Corpo de Bombeiros e registradas como ilesas.

Tabela 1 - Número de sinistros avaliados, por ano, após as exclusões.

Ano	Total de sinistros	Sem dados de endereço	Casos ilesos	Total de sinistros avaliados
2020	2.964	27	72	2.865
2021	2.932	81	51	2.800
2022	2.707	213	34	2.460
2023	2.873	186	56	2.631

Fonte: Dados da pesquisa, 2020 a 2023.

5.8 Variáveis de Estudo e Categorização

As variáveis consideradas no presente estudo foram aquelas relacionadas às características do sinistro (tipo do sinistro, período do dia, dia da semana, mês) e da vítima (sexo, idade, posição no veículo, gravidade do trauma), bem como às características da via

(velocidade regulamentada e distância em relação ao radar). A descrição dessas variáveis encontra-se sistematizadas no Apêndice E.

5.8.1 Tipo do Sinistro

A classificação dos tipos de sinistro foi estabelecida com base nas circunstâncias de ocorrência, conforme registros preenchidos pelos bombeiros socorristas. As categorias adotadas incluem atropelamento, capotamento, choque contra anteparo (como árvores, postes ou similares), colisão, engavetamento, queda de veículo, saída de pista, tombamento e outras tipologias, permitindo uma análise detalhada e sistemática dos eventos de trânsito.

5.8.2 Período de Ocorrência do Sinistro

O horário de ocorrência dos sinistros foi categorizado em quatro intervalos temporais: madrugada (00h00 às 05h59), manhã (06h00 às 11h59), tarde (12h00 às 17h59) e noite (18h00 às 23h59). Para uma análise mais abrangente, os períodos foram agrupados em duas classificações gerais: diurno (06h00 às 17h59) e noturno (18h00 às 05h59), possibilitando a identificação de padrões temporais associados aos eventos de trânsito.

5.8.3 Dia da Semana de Ocorrência do Sinistro

Os dias da semana foram categorizados individualmente, abrangendo de segunda-feira a domingo, para permitir a análise da distribuição temporal dos sinistros de trânsito ao longo dos dias da semana.

5.8.4 Veículos Envolvidos

Os veículos envolvidos foram categorizados com base nos tipos de veículos registrados pelos bombeiros socorristas. As categorias abrangem colisões entre diferentes

tipos de veículos e incidentes envolvendo um único tipo, incluindo: automóvel (isolado ou em combinação com bicicleta, caminhão, ônibus, moto, patinete elétrico/motorizado, skate ou similar, trator de obras, ou outros veículos de propulsão humana); bicicleta (sozinha ou em colisão com caminhão, ônibus, ou outros veículos de propulsão humana); caminhão (isolado ou em combinação com caminhão, ônibus, ou patinete elétrico/motorizado); moto (sozinha ou em colisão com bicicleta, caminhão, carroça de propulsão animal, outra moto, ônibus, pedestre, trator agrícola, ou trator de obras); ônibus (isolado ou em colisão com outro ônibus); patinete elétrico/motorizado; trator agrícola; trator de obras; e outros veículos de propulsão humana.

5.8.5 Sexo

A variável sexo foi classificada em três grupos: masculino, feminino e o não apurado, sendo esta última atribuída aos casos em que o campo correspondente não foi preenchido nos registros dos bombeiros socorristas durante o atendimento às vítimas.

5.8.6 Idade

A idade foi categorizada em faixas etárias de dez anos, abrangendo os intervalos de 0 a 9 anos, 10 a 19 anos, 20 a 29 anos, 30 a 39 anos, 40 a 49 anos, 50 a 59 anos, 60 anos ou mais, além de uma categoria "não apurado" para casos em que a informação não foi registrada pelos bombeiros.

5.8.7 Posição no Veículo

A variável posição no veículo foi categorizada com base no papel ocupado pelas vítimas durante os sinistros de trânsito. As categorias incluem: ciclista, condutor de moto, condutor de veículo leve, condutor de veículo pesado, passageiro de moto, passageiro de ônibus, vans ou ambulância, passageiro de veículo leve, passageiro de veículo pesado, pedestre e outros.

5.8.8 Gravidade do Trauma

A gravidade do trauma em vítimas de sinistros de trânsito foi avaliada pelos socorristas do Corpo de Bombeiros do Paraná com base na análise das funções vitais.

O sistema de classificação utilizado compreendeu as seguintes categorias: ileso, Código 1 (ferimentos leves), Código 2 (ferimentos moderados sem risco iminente à vida), Código 3 (ferimentos graves com risco à vida) e Código 4 (óbito). Para fins do presente estudo, os casos classificados como ilesos foram excluídos, e as demais categorias foram redefinidas da seguinte forma: Código 1 como leve, Código 2 como moderado, Código 3 como grave e Código 4 como fatal. Adicionalmente, com base nos dados do banco de dados da CMTU-LD, os casos inicialmente classificados pelos bombeiros que evoluíram para óbito no período de até 30 dias após o sinistro foram reclassificados como fatal. Dos 798 sinistros registrados antes das instalações dos radares, 12 foram reclassificados como fatal, enquanto dos 658 registrados após a instalação, 4 receberam essa reclassificação.

5.8.9 Velocidade da Via da Ocorrência do Sinistro

A velocidade da via refere-se ao limite de velocidade estabelecido nas vias onde ocorreram os sinistros de trânsito em Londrina, categorizado em três valores principais: 40 km/h, 50 km/h e 60 km/h, conforme registros oficiais da CMTU-LD.

5.8.10 Distância da Ocorrência do Sinistro para o Radar de Velocidade

A distância da ocorrência do sinistro para o radar de velocidade foi categorizada em intervalos de 50 metros até 1000 metros, com incrementos adicionais de 1001-1500 metros, 1501-2000 metros e acima de 2000 metros, com base na proximidade dos sinistros de trânsito em relação aos controladores fixos de velocidade em Londrina. Essa categorização permite analisar a influência da presença de radares na incidência de sinistros.

5.9 Processamento e Análise dos Dados

Os dados coletados foram sistematizados em planilhas do Microsoft Excel, organizadas em colunas que correspondem às variáveis do estudo. Nessa fase, procedeu-se à identificação e exclusão de registros duplicados e inconsistentes, com o objetivo de assegurar a qualidade e a confiabilidade das análises. Registros duplicados foram definidos como aqueles que apresentavam coincidência simultânea de informações, tais como data e horário do sinistro, local (via/logradouro), tipo de sinistro e características da vítima, indicando a duplicidade de um mesmo evento. Em tais casos, manteve-se apenas um registro válido, sendo os demais excluídos do banco de dados.

Os registros inconsistentes foram identificados a partir da presença de informações incompletas ou locais inexistentes, tais como a imprecisão do local do sinistro, ausência de dados essenciais (nome do logradouro, numeral), divergências entre variáveis o que impossibilitou o georreferenciamento adequado do sinistro. Esses registros foram excluídos da análise, uma vez que poderiam comprometer a confiabilidade e a precisão das análises.

Após a depuração do banco de dados, as distâncias foram obtidas no QGIS por meio da ferramenta "Distância do Ponto Central Mais Próximo" e extraídas das tabelas de atributos, foram integradas às planilhas do Excel, vinculando cada distância ao respectivo sinistros e vítima. Além disso, os limites de velocidade das vias associadas aos sinistros com radares foram incorporados às planilhas, garantindo a correspondência com cada evento registrado.

Após a estruturação, os dados foram importados para o Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 19.0, onde foi realizada a depuração do banco de dados. A análise descritiva foi conduzida para caracterizar a as vítimas dos sinistros e os sinistros de trânsito com base nas variáveis definidas. Para variáveis categóricas, incluindo sexo, faixa etária, tipo de sinistro, período do dia, dia da semana, posição no veículo, gravidade do trauma e limite de velocidade da via, foram computadas frequências absolutas, relativas e as variações percentuais entre os períodos pré-radar (um ano antes) e pós-radar (um ano após).

Para avaliar a prevalência e a gravidade dos sinistros de trânsito, estratificadas segundo os limites de velocidade das vias e faixas de distância em relação aos radares, nos períodos antes e depois da instalação dos radares, foi utilizado a Regressão Logística, com cálculo da razão de chances (Odds Ratio – OR). Foram considerados significativos os testes que apresentaram valor de $p < 0,05$.

5.10 Aspectos Éticos

Por se tratar de pesquisa envolvendo seres humanos, mesmo que indiretamente pela utilização de dados secundários, todas as normas referentes à Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012 (BRASIL, 2012) e à Resolução nº 510 de 07 de abril de 2016 (BRASIL, 2016) do Conselho Nacional de Saúde (Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos) foram seguidas.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina (Parecer Nº 7.052.017/2024 – Anexo A).

Também, para a realização desta pesquisa e fornecimento dos dados pela CMTU-LD, foi enviada solicitação, conforme Apêndice F, a qual apresentou parecer favorável (Anexo B – Termo de Consentimento).

6 RESULTADOS

Os resultados a seguir exploram informações do período de análise estratificado em fases antes dos radares (ano imediatamente anterior à ativação dos radares) e depois dos radares (ano subsequente). No intervalo de estudo, registraram-se 1.456 sinistros de trânsito em pontos de radares, distribuídos em 798 eventos antes dos radares (envolvendo 907 vítimas) e 658 eventos depois dos radares (envolvendo 766 vítimas).

A redução no número de sinistros atingiu 17,5% e a diminuição no quantitativo de vítimas alcançou a redução de 15,6%, conforme análise comparativa antes e depois da implantação dos radares fixos de velocidade.

6.1 Características das vítimas

6.1.1 Caracterização demográfica e de lesões das vítimas

A Tabela 2 apresenta a caracterização das vítimas de sinistros de trânsito em Londrina, PR, no período do estudo. No total, foram registradas 1.666 vítimas (906 antes e 760 após), com uma redução global de 16,1% depois da implantação. Foram excluídas da análise as vítimas com informações incompletas sobre sexo, idade ou tipo de ferimento, totalizando uma vítima antes da implantação dos radares e seis vítimas após a implementação.

A maioria das vítimas é do sexo masculino, representando 69,1% do total (1.152 casos), com uma redução de 18,6% após a implantação (de 635 para 517 casos). Em contraste, as vítimas femininas, que compõem 30,9% (514 casos), exibem uma diminuição menor, de 10,3% (de 271 para 243 casos).

As faixas etárias demonstram reduções mais evidentes em grupos jovens (10 a 19 anos) e adultos jovens (20 a 29 anos), que concentram o maior volume de vítimas. A categoria de 20-29 anos, a mais afetada (40,3% do total, 672 casos), apresentou uma queda de 28,1% (de 391 para 281 casos), seguida por 30-39 anos (-35,3%, de 190 para 123 casos) e 10-19 anos (-26,6%, de 94 para 69 casos).

Por outro lado, faixas etárias mais avançadas exibem aumentos: 40-49 anos (+34,0%, de 100 para 134 casos), 50-59 anos (+21,2%, de 66 para 80 casos) e 60+ anos (+20,0%, de 55 para 66 casos).

Em relação à gravidade dos ferimentos, os casos leves predominam, representando 57,0% do total (953 casos). Após a implantação da medida, observa-se uma redução de 15,0% nesses casos, passando de 515 para 438. Essa tendência de declínio é similar à verificada nos ferimentos graves sem risco à vida, que caíram 16,1% (de 353 para 296 casos). Além disso, os ferimentos graves com risco à vida diminuíram 14,7% (de 34 para 29 casos), e os óbitos registraram uma queda de 25,0% (de 4 para 3 casos).

Quanto à posição das vítimas, os motociclistas — incluindo condutores e passageiros — compõem a maioria, com 70,4% do total (1.036 condutores e 141 passageiros). Nesse grupo, as reduções foram expressivas: -20,1% para condutores de moto (de 576 para 460 casos) e -19,2% para passageiros (de 78 para 63 casos). Já os pedestres, que representam 11,6% das vítimas (195 casos), apresentaram um leve aumento de 5,3% (de 95 para 100 casos).

Outras categorias exibem variações moderadas ou pontuais: ciclistas tiveram uma redução de 10,3% (de 39 para 35 casos), e condutores de veículos leves, de 4,2% (de 72 para 69 casos). Por fim, o aumento de 500,0% em passageiros de ônibus, vans ou ambulâncias (de 1 para 6 casos) (Tabela 2).

Tabela 2 – Caracterização das vítimas de sinistros de trânsito antes e após a implantação de radares de velocidade, Londrina, PR, 2020-2023.

Variáveis	Antes do Radar (%)	Depois do Radar (%)	Total (%)	Variação (%)
Sexo				
Masculino	635 (70,1)	517 (68,0)	1152 (69,1)	-18,6
Feminino	271 (29,9)	243 (32,0)	514 (30,9)	-10,3
Faixa Etária				
0 a 9 anos	10 (1,1)	7 (0,9)	17 (1,0)	-30,0
10 a 19 anos	94 (10,4)	69 (9,1)	163 (9,8)	-26,6
20 a 29 anos	391 (43,2)	281 (37,0)	672 (40,3)	-28,1
30 a 39 anos	190 (21,0)	123 (16,2)	313 (18,8)	-35,3
40 a 49 anos	100 (11,0)	134 (17,6)	234 (14,0)	34,0
50 a 59 anos	66 (7,3)	80 (10,5)	146 (8,8)	21,2
60 anos ou mais	55 (6,1)	66 (8,7)	121 (7,3)	20,0
Ferimentos				
Leves	515 (56,8)	438 (57,2)	953 (57,0)	-15,0
Graves Sem Risco à Vida	353 (39,0)	296 (38,6)	649 (38,8)	-16,1
Graves Com Risco à Vida	34 (3,8)	29 (3,8)	63 (3,8)	-14,7
Óbito	4 (0,4)	3 (0,4)	7 (0,4)	-25,0

Posição				
Ciclista	39 (4,3)	35 (4,5)	74 (4,5)	-10,3
Condutor de Moto	576 (63,5)	460 (60,0)	1036 (62,0)	-20,1
Condutor de Veículo Leve	72 (7,9)	69 (9,0)	141 (8,4)	-4,2
Condutor de Veículo Pesado	0 (0,0)	1 (0,1)	1 (0,1)	0,0
Passageiro de Moto	78 (8,6)	63 (8,2)	141 (8,4)	-19,2
Passageiro de ônibus, Vans, Ambulância	1 (0,1)	6 (0,8)	7 (0,4)	500,0
Passageiro de Veículo Leve	44 (4,9)	32 (4,2)	76 (4,5)	-27,3
Passageiro de Veículo Pesado	1 (0,1)	0 (0,0)	1 (0,1)	-100,0
Pedestre	95 (10,)	100 (13,1)	195 (11,6)	5,3
Outros	1 (0,1)	0 (0,0)	1 (0,1)	-100,0

Fonte: Dados da pesquisa 2020 a 2023.

6.2 Características dos sinistros

6.2.1 Distribuição Geral dos sinistros

De acordo com a Tabela 3, foi constatada uma redução no número absoluto de sinistros de trânsito em todos os dias da semana, em todas as faixas de horário, tipos de sinistro e velocidades das vias analisadas. Antes da implantação dos radares, predominavam os sinistros aos sábados, sextas-feiras e quintas-feiras, com percentuais de 16,0%, 15,4% e 15,3%, respectivamente. Após a implementação dos radares, a frequência relativa de sinistros em dias úteis aumentou 2%, passando de 72,4% do total de sinistros no período anterior para 74,4% no período posterior. Apesar disso, o número total de sinistros em dias úteis diminuiu de 578 para 489, representando uma redução de 15,4%.

Ao comparar os finais de semana (sábados e domingos) nos períodos antes e depois da instalação dos radares, observa-se uma redução média de 51 ocorrências, equivalente a uma queda de 23,2% (220 para 169 sinistros).

Houve maior ocorrência de sinistros durante a tarde, seguida da noite, em ambos os períodos analisados. Antes da implantação dos radares, esses períodos representavam 33,7% e 32,5%, respectivamente; após a implantação, passaram para 34,5% e 29,9%. A proporção de sinistros no período diurno (manhã e tarde) aumentou de 61,8% para 63,7%; no entanto, observou-se uma redução mais acentuada no número absoluto de sinistros noturnos, de 32,6% comparado com 29,9% do período diurno (Tabela 3).

De acordo com a Tabela 3, o tipo de sinistro mais frequente em ambos os períodos foi a colisão, representando 64,3% antes da implantação dos radares e 62,6% depois. Verificou-se um aumento nas proporções dos demais tipos de sinistros (queda de veículo, atropelamento, choque contra anteparo e outros), que passaram de 35,7% no período anterior para 37,3% no posterior. Houve redução no número absoluto de sinistros para quase todos os tipos no período depois do radar, sendo a redução em colisões a mais expressiva em números brutos 19,7% (de 526 para 416).

Em relação às velocidades das vias, observou-se que 44,4% dos sinistros ocorreram em vias com velocidade máxima permitida de 60 km/h, tanto antes quanto após a implantação dos radares. No período posterior, as vias com maior concentração de sinistros foram as de 60 km/h (47,1%), seguidas pelas de 50 km/h (39,1%). Ao comparar os números absolutos, a maior redução no número de sinistros ocorreu nas vias de 50 km/h, com uma queda de 26,6% (Tabela 3).

Tabela 3 – Distribuição dos sinistros de trânsito com vítimas antes e depois da implantação dos radares de velocidade, Londrina, PR, 2020-2023.

Variáveis	Antes do Radar (%)	Depois do Radar (%)	Total (%)	Variação %
Dia da Semana				
Domingo	92 (11,5)	72 (10,9)	164 (11,3)	-21,7
Segunda-feira	116 (14,5)	114 (17,3)	230 (15,8)	-1,7
Terça-feira	111 (13,9)	96 (14,6)	207 (14,2)	-13,5
Quarta-feira	106 (13,3)	88 (13,4)	194 (13,3)	-17,0
Quinta-feira	122 (15,3)	82 (12,5)	204 (14,0)	-32,8
Sexta-feira	123 (15,4)	109 (16,6)	232 (15,9)	-11,4
Sábado	128 (16,0)	97 (14,7)	225 (15,5)	-24,2
Faixas de Horário				
Madrugada (00-06h)	46 (5,8)	42 (6,4)	88 (6,0)	-8,7
Manhã (06-12h)	224 (28,1)	192 (29,2)	416 (28,6)	-14,3
Tarde (12-18h)	269 (33,7)	227 (34,5)	496 (34,1)	-15,6
Noite (18-00)	259 (32,5)	197 (29,9)	456 (31,3)	-23,9
Tipo do Sinistro				
Colisão	513 (64,3)	412 (62,6)	925 (63,5)	-19,7
Queda de Veículo	171 (21,4)	143 (21,7)	314 (21,6)	-16,4
Atropelamento	71 (8,9)	60 (9,1)	131 (9,0)	-15,5
Choque Contra Anteparo	36 (4,5)	35 (5,3)	71 (4,9)	-2,8
Outros	7 (0,9)	8 (1,2)	15 (1,0)	14,3

Velocidade da Via

40 km/h	94 (11,8)	91 (13,8)	185 (12,7)	-3,2
50 km/h	350 (43,9)	257 (39,1)	607 (41,7)	-26,6
60 km/h	354 (44,4)	310 (47,1)	664 (45,6)	-12,4

Fonte: Dados da pesquisa 2020 a 2023.

6.2.2 Tipo de Veículos envolvidos em sinistros

Observa-se uma redução na frequência absoluta e relativa dos sinistros envolvendo automóveis e motocicletas, que representam a maioria dos casos — cerca de 70% do total (Tabela 4). Antes da implantação dos radares, as colisões entre automóveis e motocicletas (auto x moto) totalizaram 378 ocorrências (47,4%), enquanto as motocicletas isoladas somaram 186 casos (23,3%). Após a instalação, essas categorias declinaram para 300 (45,6%) e 148 (22,5%), respectivamente, com reduções absolutas de 20,6% (auto x moto) e 20,4% (moto).

No agregado, os automóveis (incluindo combinações) totalizaram 509 casos (63,9%) antes dos radares e 418 casos (63,5%) depois, resultando em uma redução absoluta de 17,9%. Já as motocicletas (incluindo combinações) registraram 633 casos (79,4%) antes e 500 casos (76,0%) depois, com uma queda de 21,0%.

Em contraste com essa tendência geral, categorias envolvendo bicicletas e ônibus apresentam aumentos pontuais. As bicicletas isoladas, por exemplo, cresceram 13,3% (de 15 para 17 casos), enquanto os ônibus isolados aumentaram 25,0% (de 4 para 5 casos).

Tabela 4 – Tipos de veículos envolvidos nos sinistros de trânsito com vítimas antes e depois da implantação dos radares de velocidade, Londrina, PR, 2020-2023.

Veículos Envolvidos	Antes do Radar	Depois do Radar	Total (%)	Variação (%)
Auto	66 (8,3)	65 (9,9)	131 (9,0)	-1,5
Auto X Auto	39 (4,9)	37 (5,6)	76 (5,2)	-5,1
Auto X Bicicleta	16 (2,0)	11 (1,7)	27 (1,9)	-31,3
Auto X Caminhão	5 (0,6)	3 (0,5)	8 (0,5)	-40,0
Auto X Moto	378 (47,4)	300 (45,6)	678 (46,6)	-20,6
Auto X Moto X Caminhão	1 (0,1)	1 (0,2)	2 (0,1)	0,0
Auto X Moto X Ônibus	2 (0,3)	0 (0,0)	2 (0,1)	-100,0
Auto X Ônibus	2 (0,3)	1 (0,2)	3 (0,2)	-50,0
Bicicleta	15 (1,9)	17 (2,6)	32 (2,2)	13,3
Bicicleta X Bicicleta	1 (0,1)	0 (0,0)	1 (0,1)	-100,0
Bicicleta X Caminhão	1 (0,1)	2 (0,3)	3 (0,2)	100,0
Bicicleta X Ônibus	2 (0,3)	1 (0,2)	3 (0,2)	-50,0
Bicicleta X Veiculo De Propulsão Humana - Outros	0 (0,0)	1 (0,2)	1 (0,1)	100,0
Caminhão	3 (0,4)	3 (0,5)	6 (0,4)	0,0
Caminhão X Caminhão	0 (0,0)	1 (0,2)	1 (0,1)	100,0
Caminhão X Ônibus	0 (0,0)	1 (0,2)	1 (0,1)	100,0
Moto	186 (23,3)	148 (22,5)	334 (22,9)	-20,4
Moto X Bicicleta	9 (1,1)	9 (1,4)	18 (1,2)	0,0
Moto X Caminhão	12 (1,5)	9 (1,4)	21 (1,4)	-25,0
Moto X Moto	45 (5,6)	40 (6,1)	85 (5,8)	-11,1
Moto X Ônibus	11 (1,4)	3 (0,5)	14 (1,0)	-72,7
Ônibus	4 (0,5)	5 (0,8)	9 (0,6)	25,0

Fonte: Dados da pesquisa 2020 a 2023.

6.2.3 Distribuição dos sinistros por Distância em Relação aos Radares

A Tabela 5 apresenta a distribuição espacial dos sinistros com vítimas em relação aos radares fixos de velocidade. Observa-se uma tendência de declínio nos sinistros em faixas de distância mais próximas aos radares, particularmente nas categorias de 0-50 m (-45,3%), 101-150 m (-35,6%) e 251-300 m (-31,1%). Na faixa de 0-50 m, por exemplo, a proporção de sinistros caiu de 10,8% antes da implantação (86 casos) para 7,1% após (47 casos). Declínios moderados também aparecem em faixas intermediárias, como 51-100 m (-18,2%) e 301-350 m (-22,9%), sugerindo que o impacto dos radares se estende de forma limitada, conforme ilustrado na Figura 3.

Em contrapartida, algumas faixas distantes apresentam estabilidade ou aumentos, como 351-400 m (+13,3%), 551-600 m (+57,1%), 851-900 m (+17,6%) e 951-1000 m (+125,0%). Já nas áreas mais remotas, como 1001-1500 m (-8,7%) e acima de 2000 m (-39,4%), registram-se reduções variáveis.

A Tabela 6 apresenta a distribuição cumulativa dos sinistros com vítimas por faixas de distância em relação aos radares fixos de velocidade. A análise cumulativa permite avaliar o alcance espacial do efeito preventivo dos radares, medido pela variação percentual nos sinistros acumulados até cada limite de distância.

As reduções são mais acentuadas, novamente, nas menores distâncias, variando de -45,3% (0-50m), -34,8% (0-100 m) a -35,0% (0-150 m). Essa faixa, que acumula 330 casos totais, reflete uma diminuição de 70 casos depois da implantação. Há uma atenuação progressiva do efeito nas distâncias médias, com reduções entre -22,2% (0-500 m) e -28,8% (0-200 m).

O efeito se dilui ainda mais, com -16,6% até 2000 m (redução de 765 casos em 638 totais) e uma redução mais acentuada de -39,4% acima de 2000 m (embora em amostra pequena de 53 casos).

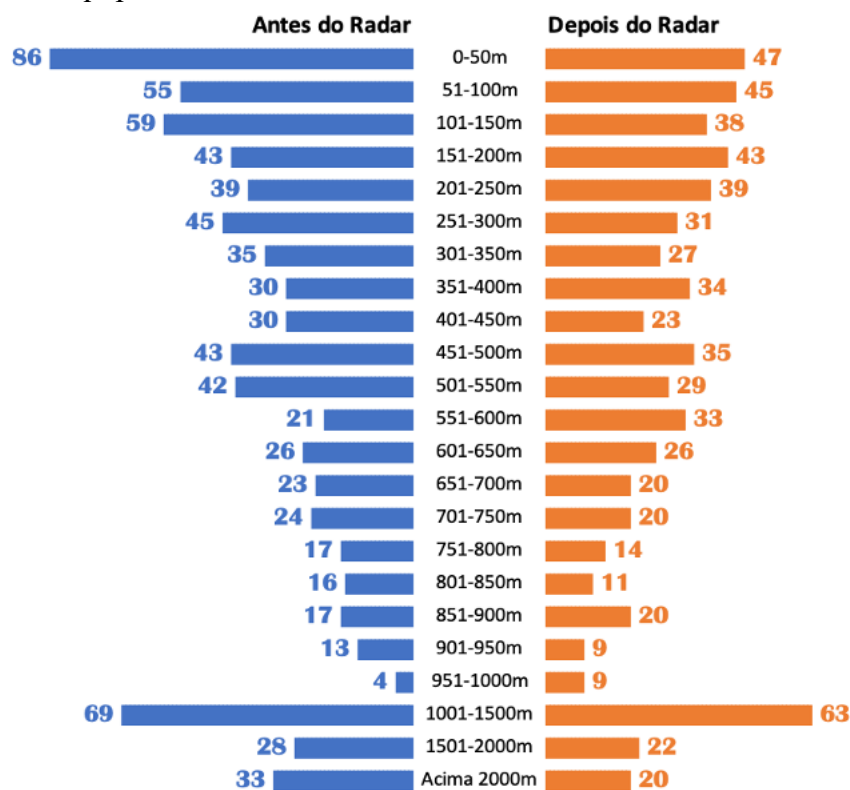
Tabela 5 – Distâncias dos sinistros com vítimas em relação aos radares fixos antes e depois da implantação dos radares de velocidade, Londrina, PR, 2020-2023.

Faixa de Distância	Antes do Radar (%)	Depois do Radar (%)	Total (%)	Variação (%)
0-50m	86 (10,8)	47 (7,1)	133 (9,1)	-45,3
51-100m	55 (6,9)	45 (6,8)	100 (6,9)	-18,2
101-150m	59 (7,4)	38 (5,8)	97 (6,7)	-35,6
151-200m	43 (5,4)	43 (6,5)	86 (5,9)	0,0
201-250m	39 (4,9)	39 (5,9)	78 (5,4)	0,0
251-300m	45 (5,6)	31 (4,7)	76 (5,2)	-31,1

301-350m	35 (4,4)	27 (4,1)	62 (4,3)	-22,9
351-400m	30 (3,8)	34 (5,2)	64 (4,4)	13,3
401-450m	30 (3,8)	23 (3,5)	53 (3,6)	-23,3
451-500m	43 (5,4)	35 (5,3)	78 (5,4)	-18,6
501-550m	42 (5,3)	29 (4,4)	71 (4,9)	-31,0
551-600m	21 (2,6)	33 (5,0)	54 (3,7)	57,1
601-650m	26 (3,3)	26 (4,0)	52 (3,6)	0,0
651-700m	23 (2,9)	20 (3,0)	43 (3,0)	-13,0
701-750m	24 (3,0)	20 (3,0)	44 (3,0)	-16,7
751-800m	17 (2,1)	14 (2,1)	31 (2,1)	-17,6
801-850m	16 (2,0)	11 (1,7)	27 (1,9)	-31,2
851-900m	17 (2,1)	20 (3,0)	37 (2,5)	17,6
901-950m	13 (1,6)	9 (1,4)	22 (1,5)	-30,8
951-1000m	4 (0,5)	9 (1,4)	13 (0,9)	125,0
1001-1500m	69 (8,6)	63 (9,6)	132 (9,1)	-8,7
1501-2000m	28 (3,5)	22 (3,3)	50 (3,4)	-21,4
Acima 2000m	33 (4,1)	20 (3,0)	53 (3,6)	-39,4
Total	798 (100,0)	658 (100,0)	1456 (100,0)	-17,5

Fonte: Dados da pesquisa 2020 a 2023.

Figura 3 – Distribuição da quantidade de sinistros de trânsito por categorias de distância aos radares fixos em Londrina (PR): comparação entre os períodos anterior e posterior à implantação dos equipamentos, no intervalo de 2020 a 2023.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Tabela 6 – Distribuição dos sinistros com vítimas por faixa de distância em relação aos radares fixos antes e depois da implantação dos radares de velocidade, Londrina, PR, 2020-2023.

Faixa de Distância (m)	Antes do Radar	Depois do Radar	Total (%)	Redução (%)
0–50	86 (64,7)	47 (35,3)	133 (100,0)	-45,3
0–100	141 (60,5)	92 (39,5)	233 (100,0)	-34,8
0–150	200 (60,6)	130 (39,4)	330 (100,0)	-35,0
0–200	243 (58,4)	173 (41,6)	416 (100,0)	-28,8
0–250	282 (57,1)	212 (42,9)	494 (100,0)	-24,8
0–300	327 (57,4)	243 (42,6)	570 (100,0)	-25,7
0–350	362 (57,3)	270 (42,7)	632 (100,0)	-25,4
0–400	392 (56,3)	304 (43,7)	696 (100,0)	-22,4
0–450	422 (56,3)	327 (43,7)	749 (100,0)	-22,5
0–500	465 (56,2)	362 (43,8)	827 (100,0)	-22,2
0–1000	668 (54,7)	553 (45,3)	1221 (100,0)	-17,2
0–2000	765 (54,5)	638 (45,5)	1403 (100,0)	-16,6
Acima 2000	33 (62,3)	20 (37,7)	53 (100,0)	-39,4
Total	798 (100,0)	658 (100,0)	1456 (100,0)	-17,5

Fonte: Dados da pesquisa 2020 a 2023.

6.3 Análise comparativa entre as variáveis

6.3.1. Impacto dos Radares na Gravidade dos Sinistros por diversas categorias

A Tabela 7 demonstra o impacto dos radares fixos de velocidade na gravidade dos sinistros com vítimas em Londrina, PR, no período do estudo, estratificando os dados por distância em relação aos radares, tipo de sinistro, turno do dia e velocidade da via. No total, observou-se uma redução global de 56,3% nos sinistros fatais (de 16 para 7 casos), 12,0% nos graves (de 25 para 22), 14,2% nos moderados (de 323 para 277) e 18,9% nos leves (de 434 para 352).

A estratificação por distância cumulativa destaca nas distâncias de 0-100 m, os sinistros fatais caíram de 4 para 0 casos, moderados -26,4% (de 53 para 39) e leves -43,8% (de 80 para 45), embora graves tenham aumentado 100% (de 4 para 8). Em 0-200 m, as reduções foram de -75,0% em fatais (de 8 para 2), -18,9% em moderados (de 95 para 77) e -37,3% em leves (de 134 para 84), com aumento de 66,7% em graves (de 6 para 10). Até 0-500 m, as quedas foram consistentes: -84,6% em fatais (de 13 para 2), -16,0% em moderados

(de 175 para 147) e -24,7% em leves (de 259 para 195), com declínio moderado em graves (-11,1%, de 18 para 16).

A análise por tipo de sinistro demonstra variações, sendo as colisões, o tipo mais prevalente (41,5% e 42,5% moderados pré e pós implantação dos radares, respectivamente) exibiram declínios de -17,8% (de 213 para 175). No caso de leves, houve declínio de -22,1% (de 281 para 219), mas aumento de 25,0% em fatais (de 4 para 5). Quedas de veículo mostraram redução em sinistros fatais de 3 óbitos para 0, -13,0% em moderados (de 69 para 60) e -16,5% em leves (de 97 para 81). Já os atropelamentos, com proporção fatal antes da implantação 9,9%, caíram -85,7% (de 7 para 1) e -18,4% em leves (de 38 para 31), mas aumentaram 8,7% em moderados (de 23 para 25). Os choques contra anteparo tiveram -50,0% em fatais (de 2 para 1) e -25,0% em moderados (de 16 para 12), com aumento de 28,6% em leves (de 14 para 18). A classificação do tipo do sinistro “outros” exhibe menor número de sinistros evidencia em aumento de 150,0% em moderados, de 2 para 5 sinistros.

Os períodos do dia indicam que na madrugada (00-06h) ocorreram reduções de -100,0% em fatais (de 3 para 0) e -33,3% em graves (de 3 para 2), com estabilidade em moderados (19 casos) e leves (21 casos). Já no período da manhã (06-12h) mostrou uma redução de 60,0% em fatais (de 5 para 2), -7,9% em moderados (de 89 para 82) e -19,2% em leves (de 125 para 101), com aumento de 40,0% em graves (de 5 para 7). O período da tarde (12-18h) exibiu -50,0% em fatais (de 4 para 2), -19,0% em moderados (de 116 para 94) e -12,7% em leves (de 142 para 124), sem variação em graves (7 casos). À noite (18-00h) teve -25,0% em fatais (de 4 para 3), -40,0% em graves (de 10 para 6), -17,2% em moderados (de 99 para 82) e -27,4% em leves (de 146 para 106).

A estratificação por limite de velocidade demonstra padrões diferenciados de impacto, com maior efetividade em vias de velocidade mais elevada. Em vias de 40 km/h, observa-se um aumento em sinistros fatais (de 0 para 1 caso), contrastando com uma redução de 50,0% em graves (de 2 para 1), -6,7% em moderados (de 45 para 42) e estabilidade em leves (47 casos). Já em vias de 50 km/h, as reduções atingem -29,9% em moderados (de 144 para 101) e -26,3% em leves (de 190 para 140), embora com um aumento de 25,0% em fatais (de 4 para 5). Por fim, em vias de 60 km/h, os declínios são mais acentuados: -91,7% em fatais (de 12 para 1) e -16,2% em leves (de 197 para 165), sem variação em moderados (134 casos).

Tabela 7 – Impacto dos radares fixos de acordo com a gravidade dos sinistros antes e depois da implantação dos radares de velocidade, Londrina, PR, 2020-2023.

Variáveis	Antes do Radar (%)				Depois do Radar (%)				Variação %			
	Sinistros Fatais	Sinistros Graves	Sinistros Moderados	Sinistros Leves	Sinistros Fatais	Sinistros Graves	Sinistros Moderados	Sinistros Leves	Sinistros Fatais	Sinistros Graves	Sinistros Moderados	Sinistros Leves
Distância												
0-100m	4 (2,8)	4 (2,8)	53 (37,6)	80 (56,7)	0 (0,0)	8 (8,7)	39 (42,4)	45 (48,9)	-100,0	100,0	-26,4	-43,8
0-200m	8 (3,3)	6 (2,5)	95 (39,1)	134 (55,1)	2 (1,2)	10 (5,8)	77 (44,5)	84 (48,6)	-75,0	66,7	-18,9	-37,3
0-500m	13 (2,8)	18 (3,9)	175 (37,6)	259 (55,7)	2 (0,6)	16 (4,4)	147 (40,8)	195 (54,2)	-84,6	-11,1	-16,0	-24,7
Tipo do Sinistro												
Colisão	4 (0,8)	15 (2,9)	213 (41,5)	281 (54,8)	5 (1,2)	13 (3,2)	175 (42,5)	219 (53,2)	25,0	-13,3	-17,8	-22,1
Queda de Veículo	3 (1,8)	2 (1,2)	69 (40,4)	97 (56,7)	0 (0,0)	2 (1,4)	60 (42,0)	81 (56,6)	-100,0	0,0	-13,0	-16,5
Atropelamento	7 (9,9)	3 (4,2)	23 (32,4)	38 (53,5)	1 (1,7)	3 (5,0)	25 (41,7)	31 (51,7)	-85,7	0,0	8,7	-18,4
Choque Contra Anteparo	2 (5,6)	4 (11,1)	16 (44,4)	14 (38,9)	1 (2,9)	4 (11,4)	12 (34,3)	18 (51,4)	-50,0	0,0	-25,0	28,6
Outros	0 (0,0)	1 (14,3)	2 (28,6)	4 (57,1)	0 (0,0)	0 (0,0)	5 (62,5)	3 (37,5)	0,0	-100,0	150,0	-25,0
Turno												
Madrugada (00-06h)	3 (6,5)	3 (6,5)	19 (41,3)	21 (45,7)	0 (0,0)	2 (4,8)	19 (45,2)	21 (50,0)	-100,0	-33,3	0,0	0,0
Manhã (06-12h)	5 (2,2)	5 (2,2)	89 (39,7)	125 (55,8)	2 (1,0)	7 (3,6)	82 (42,7)	101 (52,6)	-60,0	40,0	-7,9	-19,2
Tarde (12-18h)	4 (1,5)	7 (2,6)	116 (43,1)	142 (52,8)	2 (0,9)	7 (3,1)	94 (41,4)	124 (54,6)	-50,0	0,0	-19,0	-12,7
Noite (18-00)	4 (1,5)	10 (3,9)	99 (38,2)	146 (56,4)	3 (1,5)	6 (3,0)	82 (41,6)	106 (53,8)	-25,0	-40,0	-17,2	-27,4
Velocidade da Via												
40 KM/H	0 (0,0)	2 (2,1)	45 (47,9)	47 (50,0)	1 (1,1)	1 (1,1)	42 (46,2)	47 (51,6)	100,0	-50,0	-6,7	0,0
50 KM/H	4 (1,1)	12 (3,4)	144 (41,1)	190 (54,3)	5 (1,9)	11 (4,3)	101 (39,3)	140 (54,5)	25,0	-8,3	-29,9	-26,3
60 KM/H	12 (3,4)	11 (3,1)	134 (37,9)	197 (55,6)	1 (0,3)	10 (3,2)	134 (43,2)	165 (53,2)	-91,7	-9,1	0,0	-16,2
Total	16 (100,0)	25 (100,0)	323 (100,0)	434 (100,0)	7 (100,0)	22 (100,0)	277 (100,0)	352 (100,0)	-56,3	-12,0	-14,2	-18,9

Fonte: Dados da pesquisa 2020 a 2023.

6.3.2 Variação de Sinistro no Período Pós-Implantação por Trimestre

A Tabela 8 apresenta a distribuição temporal dos sinistros com vítimas depois da implantação de radares fixos de velocidade (0-3 meses, 3-6 meses e 6-12 meses), com foco em faixas de distância cumulativa (0-100 m, 0-200 m e 0-500 m). No total, foram registrados 654 sinistros depois da implantação (173 nos primeiros 3 meses, 155 entre 3-6 meses e 326 entre 6-12 meses).

A estratificação por gravidade e tempo demonstra que nos primeiros 0-3 meses, os sinistros leves predominam (57,8% do total, 100 casos), seguidos por graves sem risco à vida (39,9%, 69 casos), com proporções menores em graves com risco (2,3%, 4 casos) e ausência de fatais. Em faixas próximas (0-100 m), a proporção de leves cai para 47,8% (11 casos), com aumento em graves sem risco (43,5%, 10 casos) e com risco (8,7%, 2 casos). Entre 3-6 meses, observa-se uma redução no total (de 173 para 155 sinistros), com leves em 11,3% (89 casos), mas aumento em fatais (18,8%, 3 casos globalmente). Nas faixas espaciais, 0-100 m mostra elevação em leves (66,7%, 16 casos).

No período de 6-12 meses, o total sobe para 326 sinistros, com graves sem risco à vida em destaque (45,7%, 149 casos) e leves em 49,7% (162 casos). Em 0-100 m, graves sem risco atingem 51,4% (23 casos), e em 0-500 m, 44,6% (78 casos), com fatais mínimos (1,2%, 4 casos).

Os padrões por turno indicam uma persistência de riscos noturnos. Nos 0-3 meses, tarde (35,3%, 61 casos) e noite (28,3%, 49 casos) concentram a maioria, com madrugada em baixa (5,8%, 10 casos). Em 0-100 m, noite sobe para 34,8% (8 casos) e entre 3-6 meses, a distribuição se equilibra, com noite em 11,2% (51 casos), e aumento espacial em manhã (29,2% em 0-100 m, 7 casos). No período de 6-12 meses, tarde permanece alta (35,9%, 117 casos), com noite em 29,5% (96 casos), e elevação em madrugada em faixas próximas (13,8% em 0-100 m, 6 casos). Destaca-se uma redução relativa em riscos noturnos iniciais, mas persistência em faixas distantes (ex.: 7,6% em 0-500 m na madrugada tardia).

A distribuição por limite de velocidade evidencia maior efetividade em vias de 60 km/h, com tendências de aumento proporcional ao longo do tempo. Nos 0-3 meses, 60 km/h (46,8%, 81 casos), seguida por 50 km/h (41,0%, 71 casos) e 40 km/h (12,1%, 21 casos). Em faixas espaciais, 60 km/h atinge 52,2% em 0-100 m (12 casos) e 52,1% em 0-500 m (49 casos). Entre 3-6 meses, 60 km/h sobe para 12,3% (82 casos), com elevação em 0-500 m (59,8%, 55 casos). No período de 6-12 meses, 60 km/h permanece alta (44,5%, 145 casos),

com 54,7% em 0-500 m (94 casos), enquanto 40 km/h aumenta para 13,8% (45 casos) e 20,7% em 0-100 m (9 casos).

Ao analisar a somatória de sinistros ocorridos no intervalo de 0 a 6 meses, observa-se uma redução no total de eventos de 328 no primeiro semestre para 326 no segundo semestre, correspondendo a uma diminuição de 0,61 %. Em termos de gravidade das lesões, registra-se uma redução nos sinistros leves de 189 para 162, equivalente a 14,29 %; por outro lado, verifica-se aumento nos graves sem risco à vida (de 126 para 149, ou +18,25 %), nos graves com risco à vida (de 10 para 11, ou +10,00 %) e nos fatais (de 0 para 4, representando um incremento absoluto de 4 casos).

Na comparação dos semestres específica para a faixa de distância de 0-200 metros, quanto à gravidade, constatou-se uma redução nos sinistros leves de 53 para 32, o que representa uma diminuição de 39,62%; as demais categorias de gravidade, contudo, apresentaram aumento no segundo semestre.

Em relação ao turno diurno, ao comparar os semestres, observou-se uma redução de 36,84% na faixa de 0-200 m (de 38 para 24) e de 11,94% na faixa de 0-500 m (de 67 para 59); no entanto, nos demais turnos do dia, não houve redução.

Por fim, ao analisar os sinistros associados às velocidades por semestre, observa-se que, na faixa de 0-200 metros em vias com limite de 40 km/h, houve uma redução de 14 para 13 sinistros, correspondendo a uma diminuição de 7,14%. No total de sinistros e nas faixas de distância, não se registrou redução, independentemente da velocidade da via ou da distância considerada.

Tabela 8 – Total de sinistros com vítimas segundo gravidade, turno, velocidade da via de acordo com distância e tempo de implantação dos radares fixos, Londrina, PR, 2020-2023.

Total por Período	0-3 meses				3-6 meses				6-12 meses			
Variáveis	Total de Sinistros	0 a 100m	0 a 200m	0 a 500m	Total de Sinistros	0 a 100m	0 a 200m	0 a 500m	Total de Sinistros	0 a 100m	0 a 200m	0 a 500m
Gravidade	Qtd (%)	Qtd (%)	Qtd (%)	Qtd (%)	Qtd (%)	Qtd (%)	Qtd (%)	Qtd (%)	Qtd (%)	Qtd (%)	Qtd (%)	Qtd (%)
Leves	100 (57,8)	11 (47,8)	26 (53,1)	52 (55,3)	89 (11,3)	16 (66,7)	27 (57,4)	55 (59,8)	162 (49,7)	18 (41,4)	32 (43,2)	88 (50,2)
Graves sem risco a vida	69 (39,9)	10 (43,5)	21 (42,9)	38 (40,4)	57 (9,5)	6 (25,0)	15 (31,9)	32 (34,8)	149 (45,7)	23 (51,4)	41 (55,4)	78 (44,6)
Graves com risco a vida	4 (2,3)	2 (8,7)	2 (4,1)	4 (4,3)	6 (12,8)	2 (8,3)	4 (8,5)	4 (4,3)	11 (3,4)	4 (9,2)	4 (5,4)	8 (4,6)
Fatal	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	3 (18,8)	0 (0,0)	1 (2,1)	1 (1,1)	4 (1,2)	0 (0,0)	1 (1,4)	1 (0,5)
Turno do Dia												
Madrugada (00-06h)	10 (5,8)	1 (4,3)	2 (4,1)	3 (3,2)	10 (11,4)	2 (8,3)	3 (6,4)	5 (5,4)	21 (6,4)	6 (13,8)	9 (12,2)	13 (7,4)
Manhã (06-12h)	53 (30,6)	5 (21,7)	11 (22,4)	25 (26,6)	45 (10,8)	7 (29,2)	16 (34,0)	29 (31,5)	92 (28,2)	12 (27,6)	24 (32,4)	49 (28,0)
Tarde (12-18h)	61 (35,3)	9 (39,1)	23 (46,9)	38 (40,4)	49 (9,9)	8 (33,3)	14 (29,8)	29 (31,5)	117 (35,9)	17 (39,1)	24 (32,4)	59 (33,7)
Noite (18-00)	49 (28,3)	8 (34,8)	13 (26,5)	28 (29,8)	51 (11,2)	7 (29,2)	14 (29,8)	29 (31,5)	96 (29,5)	10 (23,0)	20 (27,0)	54 (30,8)
Velocidade da Via												
40 KM/H	21 (12,1)	2 (8,7)	6 (12,2)	8 (8,5)	25 (13,5)	6 (25,0)	8 (17,0)	12 (13,0)	45 (13,8)	9 (20,7)	13 (17,6)	20 (11,4)
50 KM/H	71 (41,0)	9 (39,1)	20 (40,8)	37 (39,4)	48 (7,9)	9 (37,5)	15 (31,9)	25 (27,2)	136 (41,7)	17 (39,1)	26 (35,1)	60 (34,3)
60 KM/H	81 (46,8)	12 (52,2)	23 (46,9)	49 (52,1)	82 (12,3)	9 (37,5)	24 (51,1)	55 (59,8)	145 (44,5)	19 (43,7)	38 (51,4)	95 (54,3)
Total	173 (100,0)	23 (100,0)	49 (100,0)	94 (100,0)	155 (100,0)	24 (100,0)	47 (100,0)	92 (100,0)	326 (100,0)	45 (100,0)	77 (100,0)	175 (100,0)

Fonte: Dados da pesquisa 2020 a 2023.

6.3.3 Prevalência e Razão de Chances (OR) de Sinistros por Gravidade, Velocidade e Distância

A Tabela 9 apresenta os resultados da prevalência e razão de chances (OR) antes e após a instalação de radares segundo gravidade, velocidade da via e distâncias dos sinistros de trânsito.

A análise da gravidade total demonstra uma leve redução na proporção de sinistros graves/fatais (de 5,1% para 4,4%), mas sem significância estatística ($p = 0,517$; $OR = 0,851$, IC 95%: 0,523-1,386).

Na estratificação por velocidade da via, observa-se em vias de 40 km/h, a proporção de sinistros graves/fatais permaneceu praticamente inalterada (2,1% para 2,2%; $OR = 1,034$, IC 95%: 0,143-7,498; $p = 0,974$). Para vias de 50 km/h, houve um aumento não significativo na proporção de sinistros graves/fatais (4,6% para 6,2%; $OR = 1,386$, IC 95%: 0,680-2,826; $p = 0,369$). Já nas vias de 60 km/h, a redução de 6,5% para 3,5% ($OR = 0,529$, IC 95%: 0,254-1,105; $p = 0,090$), sugerindo maior eficácia dos radares em vias de maior velocidade, ainda que o resultado não seja significativo.

Na estratificação por distância do radar, os resultados são variáveis. Na faixa de 0-100m, o aumento na proporção de sinistros graves/fatais (5,6% para 8,7%; $OR = 1,595$, IC 95%: 0,577-4,412; $p = 0,0368$), mas sem significância estatística. Na faixa de 101-200m também não houve diferença significativa ($OR = 0,823$, IC 95%: 0,224-3,019; $p = 0,768$), e com redução de 5,9 para 4,9% de sinistros graves e fatais após a implantação dos radares. Na faixa de 201-500m, a redução de 7,7% para 3,2% ($OR = 0,4$, IC 95%: 0,154-1,036; $p = 0,059$), próximo da significância estatística. Para distâncias ≥ 501 m, o efeito é neutro ($OR = 1,129$, IC 95%: 0,463-2,753; $p = 0,789$).

Tabela 9 – Prevalência e razão de chances (OR) antes e após a instalação de radares segundo gravidade, velocidade da via e distâncias dos sinistros de trânsito, Londrina, PR, 2020-2023.

Variáveis e Categorias	Antes do Radar (%)	Depois do Radar (%)	p*	OR	IC 95%
Total	798 (100,0)	658 (100,0)			
Gravidade					
Leves e Moderados	757 (94,8)	629 (95,6)		1,000	
Graves e Fatais	41 (5,1)	29 (4,4)	0,517	0,851	[0,523; 1,386]
Via - 40 km/h	94 (11,8)	91 (13,8)			
Leves e Moderados	92 (97,9)	89 (97,8)		1,000	
Graves e Fatais	2 (2,1)	2 (2,2)	0,974	1,034	[0,143; 7,498]
Via - 50 km/h	350 (43,8)	257 (39,1)			
Leves e Moderados	334 (95,4)	241 (93,8)		1,000	
Graves e Fatais	16 (4,6)	16 (6,2)	0,369	1,386	[0,680; 2,826]
Via - 60 km/h	354 (44,6)	310 (47,1)			
Leves e Moderados	331 (93,5)	299 (96,5)		1,000	
Graves e Fatais	23 (6,5)	11 (3,5)	0,090	0,529	[0,254; 1,105]
Distância 0-100m	142 (17,8)	92 (13,9)			
Leves e Moderados	134 (94,4)	84 (91,3)		1,000	
Graves e Fatais	8 (5,6)	8 (8,7)	0,368	1,595	[0,577; 4,412]
Distância 101-200m	101 (12,6)	81 (12,3)			
Leves e Moderados	95 (94,1)	77 (95,1)		1,000	
Graves e Fatais	6 (5,9)	4 (4,9)	0,768	0,823	[0,224; 3,019]
Distância 201-500m	222 (27,8)	189 (28,7)			
Leves e Moderados	205 (92,3)	181 (96,8)		1,000	
Graves e Fatais	17 (7,7)	6 (3,2)	0,059	0,400	[0,154; 1,036]
Distância 501 ou mais	333 (41,7)	296 (44,9)			
Leves e Moderados	323 (97,0)	286 (96,6)		1,000	
Graves e Fatais	10 (3,0)	10 (3,4)	0,789	1,129	[0,463; 2,753]

p* value for chi-square test

Fonte: Dados da pesquisa 2020 a 2023.

7 DISCUSSÃO

7.1 Aspectos Metodológicos

De acordo com a revisão sistemática de Wilson *et al.* (2010) estudos observacionais do tipo antes-depois são empregados para avaliar a efetividade de radares fixos de velocidade na redução do número e da gravidade de sinistros de trânsito. Métodos antes-depois são eficazes em segurança viária para estimar fatores de modificação de sinistros em intervenções únicas ou múltiplas. Dado o uso comum de intervenções simultâneas em trechos rodoviários, é necessário dispor de métodos que isolem o efeito individual de cada medida, permitindo identificar sua contribuição específica para a melhoria da segurança., conforme Galgamuwa e Dissanayake (2018). Essa metodologia fortalece as análises, fornecendo evidências sobre o impacto das medidas de controle de velocidade antes e após a instalação dos radares de velocidade, contribuindo para o desenvolvimento de políticas públicas de segurança viária mais eficazes.

O delineamento antes e depois, conforme proposto por Li, Graham e Majumdar (2013), oferece um critério claro para selecionar unidades não tratadas semelhantes às unidades tratadas. Complementarmente, Shaira *et al.* (2020) destacam a utilidade do geoprocessamento no planejamento de ações preventivas e interventivas, facilitando a identificação de pontos críticos. Ademais, Shaira *et al.* (2020) destacam que o uso do QGIS é singular e construtivo, contribuindo para gerenciar ou reduzir a frequência de sinistros. Tais informações são estratégias para os departamentos de trânsito, permitindo a implementação de mudanças necessárias ou o aumento da vigilância, como a instalação de redutores de velocidade em locais identificados como críticos.

Apesar dessas contribuições metodológicas, algumas limitações devem ser consideradas na interpretação dos resultados. O delineamento antes-depois, mesmo com grupos de comparação, é suscetível a vieses temporais, como mudanças sazonais no tráfego ou outras políticas públicas implementadas no período. Além disso, a análise espacial em faixas fixas (ex.: 0-100 m, 201-500 m) pode ocultar particularidades locais, como cruzamentos ou traçados viários, que influenciam a distribuição de sinistros. A ausência de dados sobre variáveis confundidoras, como condições climáticas ou uso de álcool, também restringe a inferência causal. Por fim, o estudo foca em um contexto municipal específico (Londrina-PR), o que restringe a generalização para outras regiões com diferentes perfis de tráfego e infraestrutura.

No que se refere às bases de dados utilizadas, embora apresentem ampla cobertura e relevância institucional, há limitações inerentes à sua natureza administrativa. Destaca-se a possibilidade de subnotificação, especialmente nos casos de sinistros sem vítimas graves ou em situações nas quais o atendimento não envolveu o Corpo de Bombeiros, como ocorrências atendidas exclusivamente pelo Serviço de Atendimento Móvel de Urgência ou pela Polícia Militar sem acionamento do resgate. Ademais, os registros do SYSBM refletem a condição clínica observada no momento do atendimento pré-hospitalar, podendo ocorrer divergências entre a classificação inicial da lesão e a evolução posterior do quadro da vítima.

Outra limitação diz respeito à precisão geográfica e à padronização das variáveis registradas. A localização dos sinistros pode apresentar imprecisões decorrentes de registros incompletos de logradouro, ausência de numeração predial ou inconsistências na denominação das vias, o que pode comprometer análises espaciais mais detalhadas. Tal limitação é potencializada pelo fato de que os bancos de dados utilizados possuem finalidades institucionais distintas: enquanto o Corpo de Bombeiros prioriza o registro de informações clínicas e operacionais relacionadas à vítima e ao atendimento emergencial, a caracterização espacial do evento nem sempre constitui um elemento central do registro. Assim, a localização do sinistro pode ser registrada de forma aproximada ou secundária. Essas restrições não invalidam os achados do estudo, mas devem ser consideradas na interpretação dos resultados, reforçando a necessidade de cautela na inferência causal e a importância do fortalecimento contínuo da integração e padronização para qualificação dos sistemas de informação em segurança viária.

7.2 Caracterização das vítimas

7.2.1 Caracterização demográfica e de lesões das vítimas

Estudos internacionais mostram que a instalação de radares de velocidade reduz significativamente o número de sinistros, feridos e mortes no trânsito, independentemente do sexo (Pilkington; Kinra, 2005; Wilson *et al.*, 2010; Vadeby; Howard, 2024). Essa intervenção, ao promover a adesão aos limites de velocidade, reduz riscos associados ao excesso de velocidade, um fator causal preponderante em sinistros graves.

Os estudos que analisam vítimas por sexo indicam que homens são mais frequentemente vítimas de sinistros graves e fatais do que mulheres, devido a maior exposição ao trânsito e comportamentos de risco (Foroutaghe; Moghaddam; Fakoor, 2020; Pineda-Jaramillo; Barrera-Jiménez; Mesa-Arango, 2022). Segundo Foroutaghe, Moghaddam e Fakoor (2020), intervenções como a instalação de radares e o aumento da fiscalização resultam em uma redução mais acentuada nas vítimas do sexo masculino, que representam a maioria dos envolvidos em sinistros graves. No mesmo estudo, com base em dados do Irã, os autores observam que a taxa de lesões em homens diminuiu após a intensificação da fiscalização, a qual abordou principalmente na velocidade, por meio de políticas de aplicação da lei, como multas mais rigorosas; enquanto a taxa entre mulheres permaneceu estável ou apresentou redução menor, o que reflete sua menor exposição ao trânsito.

No presente estudo a instalação de radares de velocidade contribui para a redução de vítimas em sinistros de trânsito para ambos os sexos, com impacto mais pronunciado entre os homens devido à sua maior exposição ao risco e envolvimento enquanto as mulheres, geralmente menos expostas, apresentam diminuições menos acentuadas. Os resultados do estudo corroboram essa tendência, ao registrar uma redução nas vítimas masculinas, ao passo que a proporção de mulheres entre as vítimas aumentou ligeiramente, refletindo não um aumento absoluto de casos femininos, mas uma queda mais intensa nas ocorrências envolvendo homens, o que altera a composição relativa das vítimas e reforça a efetividade diferencial das medidas de controle de velocidade conforme o perfil de risco por gênero.

Em termos demográficos, o perfil das vítimas neste estudo destaca uma predominância masculina e de faixas etárias jovens, o que é consistente com evidências globais. A maioria dos envolvidos em sinistros graves pertence à faixa de 25 a 40 anos (48,2% do total), com um risco de mortalidade 1,66 vezes maior para homens em comparação com mulheres (Yousefifard *et al.*, 2021). No Brasil, a faixa etária de 15 a 24 anos representa 24,32% das vítimas, associada à inexperiência na condução, à obtenção recente de licenças e à adaptação insuficiente ao trânsito (Marin; Queiroz, 2000).

Essa tendência é corroborada por estudo em León, Nicarágua, onde 90% dos sinistros envolveram homens entre 15 e 40 anos (Yousefifard *et al.*, 2021). Além disso, as lesões por sinistros de trânsito emergem como a principal causa de morte para crianças e jovens adultos de 5 a 29 anos, e entre as três principais para indivíduos de 15 a 44 anos (Yousefifard *et al.*, 2021; Fisa *et al.*, 2022). Segundo Park e Bae (2020) pessoas na faixa etária de 20 a 39 anos, a gravidade das lesões em pedestres é menor em áreas com mais faixas de pedestres e radares de velocidade. Esses dados reforçam a necessidade de intervenções

direcionadas a grupos de risco, como campanhas educativas para jovens e medidas de proteção para pedestres e motociclistas.

No estudo de De Pauw *et al.* (2014), conduzido em rodovias de Flandres, Bélgica, a evolução do número de sinistros em locais equipados com radares de velocidade foi comparada com a evolução do número total de sinistros. As análises demonstraram uma redução não significativa de 8% no número de sinistros com feridos. No caso dos sinistros mais graves, com feridos graves e fatais, foi encontrada uma diminuição de 29%, significativa ao nível de 5%. Observou-se um efeito favorável para todas as categorias de usuários da via (ocupantes de automóveis, ciclistas, condutores de ciclomotores, motociclistas e pedestres), com uma redução maior no número de usuários da via feridos nos locais monitorados em comparação com a tendência geral.

Quanto a gravidade dos sinistros, a queda é mais acentuada para sinistros fatais e com lesões graves do que para sinistros leves. Por exemplo, em rodovias monitoradas, a redução de sinistros fatais chegou a 39% e de lesões graves a 15% (embora este último nem sempre seja estatisticamente significativo) (Vadeby; Howard, 2024). Em alguns contextos, a eliminação de sinistros fatais foi observada após a instalação dos radares (Almoshaogeh *et al.*, 2021).

No que concerne às lesões e à mortalidade, estudos de revisão indicam reduções significativas em resultados adversos próximos a câmeras de velocidade, variando de 12% a 65% para lesões e de 17% a 71% para mortes (Wilson *et al.*, 2010). Sendo o estudo de Montella *et al.*, 2014 o sistema ponto a ponto (P2P) na Itália demonstrou efeitos mais pronunciados em sinistros graves, associados a mudanças no comportamento de velocidade. O sistema P2P de fiscalização de velocidade emprega detectores de laço indutivo instalados em pórticos de entrada e saída, que identificam veículos por meio de variações eletromagnéticas e ativam câmeras. A velocidade média é determinada pelo intervalo de tempo entre os pórticos e a distância fixa entre eles, considerando infratores aqueles que excedem o limite de velocidade acrescido de 5 km/h de tolerância. Os dados capturados são transmitidos de forma segura ao sistema central policial por meio de protocolos criptografados. Nesse local, operadores realizam verificação manual da placa e da classe veicular, seguida de consulta automatizada ao registro nacional de veículos, culminando na geração da notificação de infração. Diferentemente da fiscalização pontual de velocidade, como ocorre no sistema de fiscalização de velocidade no município de Londrina (PR).

Neste estudo, os motociclistas – incluindo condutores e passageiros – representaram a maioria das vítimas de sinistros de trânsito, totalizando 70,4% dos casos, com 1.036

condutores e 141 passageiros. Os pedestres, por sua vez, corresponderam a 11,6% das vítimas, abrangendo 195 casos. Essa distribuição sugere uma concentração de riscos entre usuários vulneráveis do trânsito, como motociclistas e pedestres.

Essa maior prevalência de vítimas entre motociclistas e pedestres alinha-se a achados da literatura internacional. Em países com baixo índice de veículos motorizados, os pedestres são particularmente afetados, apresentando um risco de mortalidade 2,07 vezes maior em comparação com motoristas e passageiros (Yousefifard *et al.*, 2021). Da mesma forma, em contextos como a Nicarágua, os sinistros envolvendo motocicletas representaram 60% dos ferimentos ou mortes, com 90% das vítimas sendo homens entre 15 e 40 anos (Toval-Ruiz; Rojas-Roque; Hernández-Vásquez, 2020).

No Irã, análises semelhantes indicam que o risco de morte em veículos de duas rodas é significativamente maior do que em veículos de quatro rodas, embora essa relação possa variar ao excluir estudos focados exclusivamente em pedestres (Yousefifard *et al.*, 2021). Esses padrões reforçam a vulnerabilidade de usuários de veículos de duas rodas e pedestres, especialmente em ambientes urbanos com alta densidade de tráfego, como observado em Xangai, onde 84% das mortes envolveram homens (Shalзад, 2020).

Segundo o estudo de De Pauw *et al.* (2014), realizado na Bélgica, a instalação de radares de velocidade resulta em redução significativa de sinistros e vítimas entre motoristas, passageiros e motociclistas. Seus resultados apontam uma diminuição maior no número de feridos nesses grupos em locais com radares do que na tendência geral da região. Ademais, os radares fixos de velocidade tiveram um efeito favorável na segurança rodoviária, reduzindo principalmente os sinistros graves e os ferimentos para todas as categorias de usuários da via (De Pauw *et al.*, 2014).

No entanto, evidências são mistas: em uma rodovia no Arizona (EUA), as câmeras não afetaram estatisticamente o número total de colisões, sugerindo a necessidade de pesquisas futuras sobre gravidade de lesões, internações e custos hospitalares (Skubic *et al.*, 2013).

Essa discussão reforça a importância de integrar os achados demográficos e de lesões nos estudos com políticas públicas mais amplas. A predominância de motociclistas e pedestres como vítimas, aliada ao perfil jovem e masculino, aponta para a urgência de medidas preventivas, como o aprimoramento de sistemas de fiscalização eletrônica e educação no trânsito.

7.3 Caracterização dos Sinistros

7.3.1 Distribuição Geral dos Sinistros

A análise integrada dos padrões de sinistros de trânsito, conforme evidenciado na literatura e nos resultados do presente estudo, destaca a eficácia de intervenções como a implantação de radares para reduzir riscos viários, particularmente em contextos urbanos como Uberlândia e a malha rodoviária paulista (Sousa, 2008). Inicialmente, considerando a distribuição temporal semanal, os dados históricos de Uberlândia (2004-2006) indicam que sextas-feiras concentravam em média 16,09% dos sinistros, com picos semelhantes nos sábados (16,0%), sextas-feiras (15,4%) e quintas-feiras (15,3%) antes da implantação dos radares, alinhando-se à observação de maior severidade nos finais de semana devido a fatores comportamentais como consumo de álcool e direção em alta velocidade (Sousa, 2008).

De acordo com Pérez *et al.* (2007), em Barcelona, o tráfego na rodovia estudada costuma ser intenso durante o dia, especialmente em dias úteis; nesses períodos, os motoristas não conseguem exceder os limites de velocidade. Assim, discorre que os radares de velocidade deveriam ser mais eficazes na redução de sinistros à noite e nos fins de semana, quando o fluxo de tráfego é menor. Os resultados da pesquisa confirmaram que o efeito protetor dos radares foi maior nos fins de semana.

Os resultados do presente estudo corroboram essa tendência antes da intervenção das instalações de radares, no qual todos os dias da semana após a instalação dos radares houve queda de 15,4% nos dias úteis e uma diminuição mais pronunciada, de 23,2%, nos finais de semana. Essa redistribuição sugere que os radares atuam como inibidores de comportamentos de risco recreativos, promovendo uma distribuição mais equilibrada e reduzindo a severidade associada aos sábados e domingos, o que reforça a necessidade de políticas preventivas integradas a esses períodos de maior vulnerabilidade.

Em termos de distribuição de horário, os achados de Uberlândia (2004-2006) apontam para um predomínio de sinistros entre 11h e 19h, coincidente com picos de fluxo urbano (Sousa, 2008), enquanto estudos complementares indicam 40% das ocorrências noturnas ou concentrações entre 14h-15h e 19h-23h, com taxas de fatalidade em rodovias duas a três vezes maiores à noite devido a fadiga, risco comportamental e baixa visibilidade (DER, 2023). Os resultados do estudo atual ecoam essa dinâmica, com a tarde mantendo-se como período de maior incidência (33,7% antes e 34,5% após os radares), seguida pela noite (32,5% para 29,9%), e uma elevação na proporção diurna de 61,8% para 63,7%.

Notavelmente, a redução absoluta foi mais acentuada nos sinistros noturnos (32,6% em comparação a 29,9% no diurno), indicando que a fiscalização eletrônica contínua dos radares reduz efetivamente riscos noturnos exacerbados, alinhando-se à literatura e sugerindo que intervenções como iluminação aprimorada ou campanhas de conscientização poderiam complementar esses ganhos em horários de alto tráfego vespertino.

Quanto aos tipos de sinistros, a literatura demonstra que atropelamentos, choques, colisões frontais e traseiras respondem por cerca de 70% das fatalidades na malha paulista (2017-2021), com atropelamentos — apesar de apenas 2% do total — representando mais de 20% das mortes devido ao alto potencial de severidade, influenciado dramaticamente pela velocidade (95% de sobrevivência a 30 km/h versus 30% a 60 km/h) (DER, 2023; Sousa, 2008). Choques, por sua vez, compõem 29% dos sinistros e 14% das fatalidades, ocorrendo contra elementos naturais ou construídos (DER, 2023), enquanto em Uberlândia os atropelamentos prevalecem em áreas específicas após choques e colisões traseiras (Sousa, 2008). Os dados do estudo confirmam a colisão como tipo predominante (64,3% antes e 62,6% após). O aumento proporcional nos demais tipos (de 35,7% para 37,3%) sugere uma diversificação relativa, possivelmente decorrente da supressão seletiva de colisões ligadas a velocidade, o que conecta diretamente à discussão sobre priorização de intervenções em tipos de alta letalidade, como atropelamentos, e enfatiza a importância de infraestruturas protetoras em vias urbanas.

O excesso de velocidade emerge como fator causal central, contribuindo para um terço das lesões no trânsito e sendo a principal causa de violência viária no Brasil (Oliveira, 2015), frequentemente associado ao desrespeito à sinalização em cruzamentos e diferenciais de velocidade em vias de alto limite (Sousa, 2008). Os sinistros ocorrem majoritariamente em vias bem estruturadas, apontando para falhas humanas como determinantes (Sousa, 2008).

Nos resultados do estudo, apesar do aumento na porcentagem relativa de sinistros em vias de 60 km/h — que passou de 44,4% para 47,1% após a implantação dos radares —, observa-se uma redução absoluta de 44 sinistros nessa faixa de velocidade (de 354 para 310), correspondendo a uma queda de 12,4% no número de ocorrências. Esse padrão demonstra um fenômeno importante: embora a proporção de sinistros em vias de 60 km/h tenha crescido em relação ao total, o número real de sinistros diminuiu, indicando que a redução geral de sinistros foi ainda mais acentuada em outras faixas de velocidade, especialmente nas vias de 50 km/h, onde a queda absoluta foi de 93 sinistros (-26,6%).

Em vias de 40 km/h, a variação foi mínima (-3 sinistros), mantendo a representatividade estável. Assim, o aumento percentual em 60 km/h reflete não um

agravamento local, mas sim uma concentração relativa dos sinistros remanescentes em vias de maior limite, onde o volume absoluto de sinistros ainda foi reduzido, embora em menor intensidade que nas velocidades inferiores.

Essa dinâmica reforça a eficácia dos radares na redução absoluta de sinistros em todas as faixas, com maior impacto em velocidades moderadas (50 km/h), e sugere que o ganho percentual em 60 km/h é um efeito composicional decorrente da maior queda em outros limites, e não um indicativo de piora na segurança dessas vias. Tal interpretação alinha-se aos resultados de Al-Masaeid, Mujalli e Al-Haj (2020), cujas análises de séries temporais interrompidas demonstraram impactos significativos da instalação de radares em áreas urbanas e suburbanas na Jordânia. Entre janeiro de 2018 e junho de 2019, as estimativas sugeriram que cerca de 140 e 239 sinistros foram evitados em vias arteriais urbanas e suburbanas com limites de velocidade de 60 e 70 km/h, respectivamente. As reduções de sinistros obtidos em vias urbanas e suburbanas foram de 10% e 19%, respectivamente.

A ausência de aumento absoluto dos sinistros em qualquer faixa de velocidade em Londrina (mesmo em 60 km/h, onde a redução foi de 12,4%) contrasta diretamente com o leve acréscimo em 80 km/h reportado por Al-Masaeid, Mujalli e Al-Haj (2020), no qual, em vias com limite de velocidade de 80 km/h houve um aumento de 0,6% no número de sinistros devido à instalação de radares de velocidade. Assim, embora os radares tenham promovido reduções em Londrina em todas as velocidades analisadas (40, 50 e 60 km/h), o contraste com o aumento em 80 km/h na Jordânia indica que a generalização da intervenção para vias de maior limite requer cautela.

Essa persistência de velocidades moderadas a altas, apesar da redução global observada, reforça a eficácia dos radares em contextos de desrespeito frequente à legislação de trânsito, mas evidencia a necessidade de medidas complementares, como a promoção de limites de 30 km/h em áreas urbanas, conforme preconiza o estudo de Sadeghi-Bazargani e Saadati (2016). Essa pesquisa compilou resultados de 22 estudos internacionais publicados entre 1992 e 2013, demonstrando impactos positivos de diversas estratégias de gestão de velocidades na segurança viária, com o apoio político como fator determinante para sua escolha e implementação. Especificamente, a fiscalização eletrônica de velocidade promoveu reduções de 4% a 51% nos sinistros com vítimas. Já as medidas de engenharia, incluindo a moderação de tráfego, revelaram maior efetividade com deflexões verticais (redução de 44% nos sinistros com vítimas), superando as deflexões horizontais. O estabelecimento de zonas de 30 km/h, por sua vez, resultou em uma diminuição de 41% nos sinistros (Sadeghi-Bazargani; Saadati, 2016).

Os locais selecionados para fiscalização com medidores de velocidade devem priorizar a maximização da segurança viária, considerando trechos com histórico de sinistros graves, perfis de velocidade elevados ou excessivos, e identificação proativa ou preditiva de pontos de risco (Job *et al.*, 2020). Um exemplo é a experiência em New South Wales, Austrália, onde os primeiros 28 radares resultaram em redução de 71% na velocidade média e de 89% nas fatalidades nos trechos monitorados (Job; Sakashita, 2016).

De acordo com Turner, Job e Mitra (2020) a eficácia da fiscalização de velocidade é maximizada quando integrada a intervenções de engenharia criteriosamente projetadas e a estratégias de comunicação eficiente. Embora a fiscalização promova a adesão aos limites de velocidade, é necessário prover infraestrutura viária autoexplicativa, capaz de induzir comportamentos adequados de respeito ao limite de velocidade. Eles reforçam que medidas de reengenharia viária devem ser priorizados sobre aquelas que dependem da mudança do comportamento individual, como a fiscalização.

7.3.2 Tipo de Veículos envolvidos em sinistros

A análise dos tipos de veículos envolvidos em sinistros de trânsito com vítimas, demonstra padrões na composição modal dos sinistros em Londrina, PR, entre 2020 e 2023, com ênfase nas variações antes e após a implantação de radares de velocidade. Os dados indicam que colisões envolvendo automóveis e motocicletas, representando 46,6% do total de ocorrências (n=678), seguidas por sinistros isolados com motocicletas (22,9%; n=334) e automóveis (9,0%; n=131). Essa prevalência reflete a vulnerabilidade inerente aos usuários de veículos de duas rodas, alinhando-se a estudos como em Bogotá e França mostram que radares de velocidade trazem significativamente sinistros e lesões relacionadas a motociclistas. Segundo Valderrama *et al.* (2023), em Bogotá, a redução após a instalação de câmeras automatizadas de fiscalização de velocidade foi especialmente notável para motociclistas e pedestres. Na França, houve diminuição de 39% nas fatalidades de motociclistas após a implementação do programa automatizado de fiscalização (Blais; Carnis, 2015).

Notavelmente, a implantação dos radares correlacionou-se com reduções substanciais em automóveis e motocicletas (-20,6%) e sinistros isolados com motocicletas (-20,4%), sugerindo um efeito moderador sobre comportamentos de risco, possivelmente associado à redução de velocidades excessivas. Essas diminuições ecoam achados de Sousa (2008) em

Uberlândia, onde automóveis representaram 55,7% dos veículos envolvidos em sinistros em 2005, uma leve redução em relação a 2002 (59%), enquanto motocicletas mantiveram estabilidade em torno de 14,4-14,5%. Em Londrina, no entanto, a proporção de motocicletas é marcadamente superior, destacando contextos urbanos regionais com maior dependência de modais de duas rodas, potencialmente exacerbados por fatores socioeconômicos e de mobilidade (Oliveira, 2015). Ademais, reduções drásticas foram observadas em interações específicas, como automóveis com motocicletas e ônibus (-100%) e motocicletas com ônibus (-72,7%), embora essas categorias representem volumes menores, indicando possíveis efeitos localizados da fiscalização eletrônica em rotas de transporte coletivo.

Por outro lado, os dados demonstram aumentos em sinistros envolvendo bicicletas isoladas (13,3%; n=32) e bicicletas com caminhões (100%; n=3), contrastando com a tendência geral de declínio. Esse padrão corrobora o crescimento relatado por Sousa (2008), onde bicicletas passaram de 3% para 5,7% das ocorrências em Uberlândia entre 2002 e 2005, e pelo Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER, 2023), que documentou um aumento em vítimas fatais entre ciclistas em São Paulo de 2015 a 2020, representando 30% dos usuários vulneráveis (pedestres e ciclistas) em 2020. Internacionalmente, Shaira *et al.* (2020) em Tirupati, Índia, identificaram motocicletas em 55,6% dos sinistros, com bicicletas em 6,1%, reforçando a classificação de "usuários vulneráveis" para esses grupos devido à instabilidade lateral e baixa tolerância biomecânica a forças de colisão (DER, 2023).

Contudo, pesquisas em outros contextos indicam que radares e câmeras de fiscalização também beneficiam ciclistas, especialmente em cruzamentos e áreas urbanas na China, de acordo com LV *et al.* (2022), além de promoverem reduções em sinistros de todas as categorias de usuários da via, na Bélgica, após a implantação de radares fixos de velocidade, como discorre De Pauw *et al.* (2014). Além disso, estudos demonstram a necessidade de intervenções amplas nas políticas de segurança viária, com ênfase nos modais vulneráveis em contextos como São Paulo e a Índia, por meio de abordagens integradas que incluam segregação de modais vulneráveis como os ciclistas e pedestres, bem como educação para condutores de veículos motorizados (Oliveira, 2015; Shaira *et al.*, 2020).

O perfil de lesões em sinistros de trânsito em países em desenvolvimento difere dos países desenvolvidos, destacando a necessidade de políticas de segurança baseadas em evidências locais e adaptadas às condições sociais, políticas e econômicas específicas. Pedestres, que representam até 70% das fatalidades em áreas urbanas, passageiros de ônibus, caminhões e micro-ônibus, e ciclistas são os principais grupos vulneráveis. As políticas devem priorizar a proteção das pessoas pobres, que são as mais afetadas devido à mistura de

veículos e usuários desprotegidos nas vias. Esforços internacionais são necessários para promover o aprendizado entre países em desenvolvimento, visando reduzir a carga de lesões por sinistros de trânsito de forma eficaz (Nantulya; Reich, 2002).

7.3.3 Distribuição dos sinistros por Distância em Relação aos Radares

A análise da distribuição espacial dos sinistros de trânsito com vítimas em relação aos radares fixos de velocidade demonstra um padrão de redução nas ocorrências após a implantação dos dispositivos em Londrina, PR, entre 2020 e 2023. Destacam-se reduções nas proximidades imediatas dos radares: por exemplo, uma diminuição de 45,3% na faixa de 0-50 metros (de 86 para 47 casos) e 35,6% em 101-150 metros (de 59 para 38 casos). Essa tendência se atenua nas demais faixas de distância.

Já nas distribuições cumulativas, o impacto concentrado nas proximidades demonstra uma redução de 35,0% na faixa de 0-150 metros (de 200 para 130 casos) e 22,2% em 0-500 metros (de 465 para 362 casos), com uma estabilização em torno de 17,2% até 1000 metros e 16,6% até 2000 metros. Esses achados corroboram a hipótese de um "raio de ação efetivo" dos radares, estimado em 200-500 metros, onde o efeito comportamental de desaceleração proativa é mais evidente, possivelmente impulsionado pela percepção de fiscalização iminente. A dissipação gradual do impacto à medida que a distância aumenta pode refletir uma transferência de comportamentos de risco para trechos não monitorados, alinhando-se ao conceito de "efeito halo" invertido ou migração de sinistros (Sousa, 2008; Oliveira, 2015).

Segundo Li *et al.* (2013) os radares de velocidade são mais eficazes na redução de sinistros em um raio de até 200 metros dos locais onde estão instalados, sem evidências de migração de sinistros. Além disso, em outra pesquisa, Li *et al.* (2020) discorre que a instalação de múltiplos radares demonstra-se superior à de um único dispositivo, com reduções de 21,4% e 13,2% nas colisões com feridos, respectivamente, dentro desse mesmo raio.

Estudo de Christie *et al.* (2003) identificou que os radares móveis de velocidade reduzem sinistros com feridos em 51% a distâncias de até 500 metros, com um efeito ainda maior em locais mais próximos do radar. Já Hess (2004) destaca que nas imediações dos locais onde as câmeras estão instaladas, o uso de câmeras de fiscalização de limite de velocidade pode levar a uma redução impressionante de 45,74% no número de sinistros com

feridos, enquanto na área circundante mais ampla, observam-se reduções menores, mas ainda significativas

Esses padrões se aproximam de evidências da literatura sobre o comportamento veicular em torno de controladores eletrônicos de velocidade (CEVs). Sobanski (2016), por exemplo, documentou desacelerações iniciais a partir de 1.000 metros antes dos CEVs, com reduções de até 42,2% na velocidade média exatamente no dispositivo (equivalente a 31,27 km/h absolutos para veículos leves), seguidas de acelerações rápidas pós-passagem, recuperando 88,6% da velocidade original a 500 metros e 100% a 1.250 metros. Tal dinâmica de "desaceleração-aceleração" é exacerbada pelo uso de aplicativos de navegação que alertam sobre radares, intensificando padrões oportunistas de conformidade (Sarno *et al.*, 2012). Ademais, a subavaliação perceptual dos riscos associados ao excesso de velocidade, em que os condutores priorizam a redução do tempo de deslocamento em detrimento das potenciais consequências adversas, contribui para essa variabilidade espacial dos sinistros de trânsito (Who, 2023b). Na Suécia, a instalação em série de radares de velocidade pontuais aumentou significativamente o cumprimento dos limites de velocidade e reduziu a velocidade média e o número de fatalidades (Vadeby; Howard, 2024).

Comparativamente, estudos em contextos urbanos brasileiros reforçam essas observações. Em Uberlândia (MG), Sousa (2008) adotou um perímetro de 300 metros antes e após os dispositivos, identificando reduções locais, mas alertando para o deslocamento de sinistros para áreas adjacentes. Da mesma forma, Oliveira (2015), em Belo Horizonte (MG), reportou adesão de apenas 60% aos limites de velocidade a 200 metros dos radares, com 38,1% dos condutores excedendo o limite logo após, ilustrando a efemeridade do efeito inibidor. Esses paralelos sugerem que, embora os radares promovam conformidade imediata, sua eficácia espacial é limitada, demandando estratégias complementares como radares móveis ou sinalização integrada para reduzir as migrações de risco.

No contexto teórico, esses resultados contribuem para o debate sobre a sustentabilidade comportamental das intervenções de engenharia de tráfego, alinhando-se a modelos de dissuasão perceptual onde a proximidade ao estímulo (radar) modula o comportamento (Sarno *et al.*, 2012). Implicações políticas incluem a otimização da alocação de radares em redes viárias, priorizando corredores de alto risco com monitoramento contínuo, e a integração com educação viária para fomentar adesão intrínseca aos limites de velocidade (Who, 2023b). As limitações metodológicas, como ausência de controles para variáveis confundidoras, como variações sazonais no tráfego, destacam a relevância de

análises geoespaciais longitudinais para reforçar a necessidade de abordagens variadas para maximizar a redução de sinistros em escalas mais amplas.

7.4 Análise comparativa entre as variáveis

7.4.1 Impacto dos Radares na Gravidade dos Sinistros por diversas categorias

O estudo demonstra um impacto com reduções agregadas de 56,3% em sinistros fatais (de 16 para 7 casos), 12,0% em graves (de 25 para 22), 14,2% em moderados (de 323 para 277) e 18,9% em leves (de 434 para 352). Essa transição para eventos de menor severidade corrobora a eficácia das tecnologias de fiscalização automatizada em promover velocidades moderadas e alinha-se a evidências internacionais que destacam reduções mais pronunciadas em lesões e fatalidades nas proximidades imediatas dos dispositivos, com efeitos atenuados em áreas mais distantes (Wilson *et al.*, 2010). Ademais, a associação entre velocidades mais altas e lesões graves é reforçada por estudos que demonstram que intervenções de radares eletrônicos resultam em impactos desproporcionais sobre sinistros de alta severidade, atribuídos à menor energia cinética dissipada em colisões (Montella *et al.*, 2014).

Nesse contexto, câmeras de velocidade isoladamente reduzem em 19% a probabilidade de sinistros resultarem em lesões incapacitantes ou fatais (Thomas *et al.*, 2008), enquanto intervenções em Chicago diminuíram em 12% os sinistros com vítimas fatais e feridos (15% para fatais e graves) entre 2015 e 2017, embora com benefícios heterogêneos entre locais (Tilahun, 2022). Na Suécia, radares pontuais promoveram redução de 38,6% nas fatalidades, com declínios prováveis (mas nem sempre significativos) em ferimentos graves, concentrados nas proximidades dos dispositivos (Vadeby; Howard, 2024). Em Cambridgeshire (Reino Unido), observou-se decréscimo de 45,74% em sinistros com feridos num raio de 1,6 km, com efeitos mais pronunciados em vias de alta incidência de infrações (Hess, 2004). Adicionalmente, no Condado de Montgomery (Maryland), a fiscalização automatizada reduziu em 10% a velocidade média e em 62% a probabilidade de exceder 16 km/h acima do limite, reduzindo sinistros relacionados ao excesso de velocidade e ferimentos graves ou fatais (Hu; McCartt, 2016).

Estratificando este estudo por distância, observa-se uma eficácia concentrada nas faixas próximas aos radares: eliminação completa de sinistros fatais (-100%) em 0-100 metros, com reduções de 84,6% em fatais até 500 metros, acompanhadas por diminuições em moderados (-16,0%) e leves (-24,7%). No entanto, aumentos relativos em graves (+100% em 0-100 metros e +66,7% em 0-200 metros) sugerem uma possível realocação de riscos comportamentais, onde condutores adotam velocidades mais seguras globalmente, mas persistem em padrões de risco em interações específicas, que estende o impacto inibidor além do ponto de fiscalização, como discorre Skubic *et al.* (2013). Esse padrão é demonstrado também por Montella *et al.* (2014), sobre sistemas ponto a ponto (P2P), que fiscalizam velocidades médias em trechos estendidos e demonstram efeitos mais robustos em sinistros graves, contrastando com radares fixos que exibem maior influência localizada. No contexto de Londrina, o "efeito de funil" (funnel effect) – caracterizado por desacelerações antecipadas – parece amplificar a zona de segurança imediata, alinhando-se a evidências do Reino Unido de reduções eficazes até 200 metros sem migração significativa de sinistros (Li; Graham; Majumdar, 2013).

Quanto ao tipo de sinistro, as reduções são acentuadas em categorias de alta letalidade: -100% em fatais para quedas de veículo, -85,7% em atropelamentos e -50% em choques contra anteparos, enquanto colisões exibem um aumento relativo em fatais (+25%, de 4 para 5 casos, partindo de base baixa) e reduções em outras gravidades (-17,8% em moderados e -22,1% em leves). Esses achados ecoam com estudos brasileiros sobre sinistros, nos quais colisões representam 65% dos sinistros entre motoboys em Porto Alegre (Veronese; Oliveira, 2006), configuram o tipo mais grave em Foz do Iguaçu (Silveira, 2013), exibem maior letalidade em choques contra anteparos entre motociclistas (Galbani, 2011). Internacionalmente, radares fixos em Barcelona reduziram em 27% colisões e feridos, com efeitos independentes do período diurno/noturno (Pérez *et al.*, 2007), sugerindo dinâmicas semelhantes às observadas no presente estudo.

A estratificação por turno demonstra reduções consistentes em fatais na madrugada (-100%) e manhã (-60,0%), com variações em graves (-33,3% na madrugada e -40,0% à noite), refletindo padrões de exposição ao risco em horários de menor tráfego, onde velocidades excessivas são mais prevalentes. Por velocidade da via, nota-se uma redução drástica em fatais em vias de 60 km/h (-91,7%), mas aumentos em vias de 40 km/h (de 0 para 1 caso), possivelmente devido a contextos de baixa velocidade com alta densidade pedestre, alinhando-se à necessidade de intervenções adaptadas a perfis viários (Oliveira, 2015).

No panorama brasileiro, onde sinistros viários são a principal causa de mortalidade juvenil, a expansão custo-efetiva de fiscalização eletrônica pode alinhar o país aos objetivos de segurança da OMS, promovendo uma transição para mobilidade sustentável e equitativa (Pérez *et al.*, 2007; Who, 2018).

7.4.2 Variação de Sinistros no Período Pós-Implantação por Trimestre

No presente estudo, ao analisar a variação dos sinistros por período, estratificando por gravidade, período do dia e velocidade da via, observou-se uma distribuição assimétrica, o que sugere uma adaptação progressiva dos condutores aos radares, com picos de incidência no período mais tardio - o que era esperado, dado que este corresponde a uma janela temporal maior (0-6 meses).

Segundo o estudo de Bar-Gera, Schechtman, Musicant (2017), utilizando dados entre 2011 e 2013, para analisar a evolução temporal e espacial da velocidade após a instalação de radares, verificou-se que as reduções de velocidade foram mais expressivas a longo prazo (um ano) do que a curto prazo (dois meses), indicando que os motoristas não se ajustam de imediato e que o efeito pleno da fiscalização - abrangendo o processamento de multas e a adaptação comportamental - só se manifesta em análises de maior extensão temporal. Por sua vez, Li, Zhang, Ren (2020) destacam que os radares de velocidade reduzem significativamente os sinistros rodoviários, mas seus efeitos na segurança diminuem com o tempo, sendo que locais de alto risco apresentam reduções menores. Pilkington e Kinra (2005), em revisão de estudos observacionais, constataram que a maioria demonstrou eficácia das câmeras por até três anos após sua introdução, com apenas um estudo evidenciando efeitos sustentados a longo prazo (4,6 anos). Diante disso, o curto período analisado neste estudo - apenas um ano após a instalação, estratificado por trimestre e semestre - deve ser interpretado com cautela.

Embora estudos tenham comprovado os efeitos das câmeras de velocidade na redução da velocidade e dos sinistros, poucos analisaram as mudanças ao longo do tempo (Bar-Gera; Schechtman; Musicant, 2017; Blais; Carnis; 2015; Høye, 2015; Montella *et al.*, 2015). De acordo com Gao *et al.* (2025), a implementação de câmeras de fiscalização resultou em reduções progressivamente atenuadas nas multas por excesso de velocidade: 18,4% no segundo mês, 13,3% no terceiro e apenas 0,6% no quarto mês pós-instalação. Essa trajetória reflete uma adaptação comportamental inicial dos motoristas, com queda média de 18,4% no

excesso de velocidade no segundo mês, evoluindo para uma redução sustentada de 75% no longo prazo. Em termos de segurança viária, o estudo apresenta uma avaliação global de eficácia, com diminuição de 14% nos sinistros na comparação antes-versus-depois, embora sem detalhamento mensal, como observado para as multas. Assim, a atenuação das infrações associa-se a ganhos consistentes em segurança rodoviária (Gao *et al.*, 2025).

Essa dinâmica de decaimento temporal é corroborada por Montella *et al.* (2014), que analisaram sistemas P2P de radares de velocidade média. No primeiro ano pós-ativação, registrou-se redução de 37,3% nos sinistros, declinando para 27,9% no terceiro ano; paralelamente, a diminuição média de velocidade caiu de 13,5% para 9,8%. Para manter a eficácia ao longo do tempo, o estudo recomenda que a fiscalização de velocidade média seja monitorada ativamente e suportada por sanções apropriadas.

Blais e Carnis (2015) examinam o Programa Francês de Fiscalização de Velocidade Automatizada (ASEP), destacando inovações destinadas a combater a evasão de punições em um longo período (2003–2011). Observou-se uma função de decaimento para a série de sinistros com lesões não fatais, indicando que o efeito preventivo do ASEP diminuiu com o tempo para essa categoria de sinistros. As inovações geraram ganhos relativamente menores em comparação com o programa inicial, mas permitiram a segmentação de usuários específicos.

Em contraste, Høye (2015) identifica uma melhoria evolutiva na eficácia em um estudo com 223 câmeras fixas na Noruega. Comparando efeitos por ano de instalação, nota-se que câmeras implantadas a partir de 2004 exibem reduções significativamente maiores em sinistros com lesões e fatalidades/lesões graves do que as de 2000–2003. Essa progressão é atribuída à transição de tecnologias analógicas (com troca manual de filmes) para digitais remotamente controladas (2001–2011), elevando a proporção de motoristas fiscalizados, além de maior aderência a critérios de instalação, com ênfase em trechos de alta velocidade.

Li, Zhang, Ren (2020) em um estudo causal de longo prazo (1999–2016), no Reino Unido, avaliaram como os efeitos de segurança dos radares variam com o tempo. A redução média em sinistros com lesões pessoais por km diminuiu de 26,78% no período inicial (2005–2007) para 12,18% no período final (2014–2016). Os efeitos sofreram uma queda acentuada durante os períodos médios, mas recuperaram ligeiramente no período final. O enfraquecimento dos efeitos é atribuído a fatores como a inoperabilidade ou dano dos equipamentos, o conhecimento dos motoristas sobre a localização fixa e o "efeito canguru" (frear antes do radar e acelerar depois). O estudo recomenda para combater o efeito canguru e

manter a eficácia, sugere-se a instalação de radares de velocidade média em seções de alto risco.

7.4.3 Prevalência e Razão de Chances (OR) de Sinistros por Gravidade, Velocidade e Distância

Os resultados deste estudo sobre a prevalência e a razão de chances (OR) de sinistros evidenciam uma redução na proporção de sinistros graves e fatais no conjunto global, passando de 5,1% para 4,4% (OR = 0,851; IC95% 0,523–1,386; $p = 0,517$). Nas análises estratificadas, observaram-se efeitos mais expressivos, embora não estatisticamente significativos, nas vias com limite de 60 km/h, onde a fração de sinistros graves/fatais reduziu-se de 6,5% para 3,5% (OR = 0,529; $p = 0,090$), e na faixa espacial entre 201 e 500 metros dos radares, cuja prevalência diminuiu de 7,7% para 3,2% (OR = 0,400; $p = 0,059$). Esses achados indicam que o efeito da fiscalização eletrônica não é homogêneo, variando conforme o limite de velocidade e a distância em relação ao equipamento.

A baixa ocorrência de sinistros graves e fatais resultou em intervalos de confiança amplos, o que limita o poder estatístico para detectar efeitos moderados. Assim, não é possível rejeitar a hipótese nula, embora tampouco se possa descartar o benefício prático da intervenção. O delineamento antes e depois, por sua natureza, é suscetível a vieses temporais decorrentes de outras políticas públicas ou de alterações no volume e composição do tráfego. Conforme observam Pilkington e Kinra (2005), grande parte dos estudos sobre câmeras de velocidade utiliza esse tipo de desenho, o que exige cautela na inferência causal.

Segundo Wilson *et al.* (2010), ao realizarem a revisão sistemática sobre as câmeras de velocidade para prevenção de lesões e mortes no trânsito, apontam que o nível de evidência dos estudos é heterogêneo e, muitas vezes, frágil do ponto de vista estatístico. Já a meta-análise de Høye (2014) sugere uma redução média de 15% a 20% nos sinistros em locais com câmeras automáticas, com efeito decrescente à medida que aumenta a distância em relação ao equipamento. Portanto, embora os resultados de Londrina não apresentem significância estatística robusta, o padrão das estimativas converge com a literatura, sustentando que a redução forçada da velocidade tende a diminuir a gravidade dos impactos.

A estratificação por velocidade regulamentada demonstra que os radares produzem maior impacto em trechos com limite de 60 km/h. A queda de 6,5% para 3,5% nos sinistros graves/fatais (OR = 0,529) indica potencial ganho, ainda que sem significância estatística ($p =$

0,090). Esse comportamento é compatível com o modelo teórico segundo o qual pequenas reduções em velocidades mais elevadas geram grandes reduções na energia de impacto e na severidade das lesões. Em contrapartida, o aumento observado no estrato de 50 km/h (de 4,6% para 6,2%; OR = 1,386) pode refletir flutuação aleatória, deslocamento de risco ou adaptações comportamentais, como acelerações após o ponto fiscalizado. Høye (2014) destaca que o efeito das câmeras fixas tende a declinar com a distância, sendo mais consistente em sistemas de controle por trecho, que garantem maior uniformidade de velocidade.

A análise espacial demonstrou que a faixa entre 201 e 500 metros apresentou a maior redução de sinistros graves/fatais (de 7,7% para 3,2%; OR = 0,400; $p = 0,059$), sugerindo que o efeito da fiscalização se estende além do ponto de instalação do radar. Tal padrão é coerente com a hipótese de antecipação comportamental, em que os condutores reduzem progressivamente a velocidade ao se aproximar do equipamento. Essa extensão de efeito é compatível com os achados de Høye (2014), que identificou declínio gradativo do impacto conforme aumenta a distância, mas com efeitos mais robustos nos primeiros 500 metros. Por outro lado, a ausência de redução significativa nas faixas de 0–100 m e ≥ 501 m pode indicar deslocamento espacial do risco, fenômeno em que os condutores reduzem a velocidade apenas na zona fiscalizada e voltam a acelerá-la em seguida, transferindo a ocorrência dos sinistros para regiões adjacentes.

A classificação espacial em faixas fixas (0–100, 101–200, 201–500 e ≥ 501 m) pode ainda mascarar particularidades locais, como presença de cruzamentos, traçado da via ou pontos de travessia, que influenciam independentemente a gravidade dos sinistros. Estudos internacionais reforçam que câmeras fixas e sistemas automáticos de fiscalização reduzem colisões, ferimentos e mortes. Wilson *et al.* (2010) concluíram que as câmeras de velocidade diminuem sinistros com vítimas em todas as áreas analisadas, enquanto Pilkington e Kinra (2005) observaram reduções variando de 5% a 71%. A meta-análise de Høye (2014) estimou reduções médias de 20% nas colisões totais e até 51% nos sinistros fatais, embora ressalte a possibilidade de regressão à média.

Estudos brasileiros recentes reforçam essa tendência. Santos e Amador (2025) relataram impacto positivo de radares de velocidade média na segurança viária, com redução de infrações e sinistros, fortalecendo a evidência nacional sobre os benefícios da automação. Sarno *et al.* (2012) descrevem o funcionamento desse sistema, baseado no cálculo da velocidade média entre dois pontos da via, o que impede que os condutores apenas reduzam a velocidade ao passar pelo equipamento. Essa abordagem tende a promover adesão contínua

aos limites regulamentares, aumentando a eficácia do controle de velocidade e ampliando a redução de sinistros.

O excesso de velocidade continua sendo um dos principais fatores de risco no trânsito, contribuindo para pelo menos um terço de todas as lesões e agravando a severidade dos eventos (Oliveira *et al.*, 2015; Sobanski, 2016; Gabani, 2011). A fiscalização eletrônica é amplamente reconhecida como intervenção efetiva para reduzir colisões e vítimas (Aguilera *et al.*, 2014; Novoa, Pérez e Borrell, 2009). Quando a redução de vítimas é proporcionalmente maior que a redução de sinistros, indica-se que a intervenção reduziu a energia do impacto, diminuindo a gravidade média dos eventos (GABANI, 2011). Em Barcelona, por exemplo, a instalação de radares fixos resultou em diminuição de 27% nas colisões e nas vítimas (Aguilera *et al.*, 2014).

O declínio de 45,3% nos sinistros na faixa de 0–50 metros indicam resposta comportamental imediata dos condutores, confirmando a efetividade da fiscalização em alterar escolhas de velocidade (Aguilera, 2014). Estudos em rodovias demonstram padrão semelhante, com redução máxima no ponto do equipamento e recuperação da velocidade original poucos metros adiante (Sobanski, 2016). Essa limitação espacial reforça a necessidade de radares em sequência ou do controle médio por trecho.

Do ponto de vista epidemiológico, não se verificou evidência estatística de redução significativa na proporção de sinistros graves e fatais em Londrina após a implantação dos radares no período analisado. A diminuição absoluta de 41 para 29 eventos corresponde a uma redução de 29,3%, mas não se traduziu em alteração estatisticamente significativa na gravidade dos sinistros ($p = 0,517$; OR = 0,851, IC95%). Esse achado corrobora o estudo de Vadeby e Howard (2024), no qual as câmeras tiveram um efeito médio de 38,6% na redução de fatalidades e sugeriram uma possível diminuição no número de feridos graves, embora também sem significância estatística. Dessa forma, apesar da ausência de significância estatística, os dados de Londrina contribuem para o acúmulo de evidências em favor dos equipamentos de fiscalização eletrônica como ferramenta de saúde pública, alinhada aos princípios de prevenção primária e redução de desigualdades em morbimortalidade por trauma no trânsito.

8 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo avaliar o impacto da fiscalização eletrônica na redução da quantidade e gravidade das lesões no trânsito urbano de Londrina-PR. A pesquisa se insere em um contexto de preocupação global de saúde pública e busca preencher uma lacuna de evidências no Brasil — um país de renda média e baixa — onde estudos sobre a eficácia de radares são escassos, ao contrário dos países de alta renda que dominam a literatura.

Os resultados legitimam a hipótese central de que a implantação de radares fixos contribui para a redução de sinistros, especialmente os fatais e graves, ao promover a moderação da velocidade veicular, um fator crítico para a segurança viária. A análise demonstrou reduções, como 56,3% em sinistros fatais, 14,2% em moderados e 18,9% em leves, com efeitos mais pronunciados em vias de 60 km/h e nas proximidades imediatas dos dispositivos (0-500 metros) ao comparar os sinistros de trânsito antes e depois da instalação dos medidores de velocidade. Esses resultados corroboram o "efeito halo" comportamental descrito na literatura, no qual os condutores, ao perceberem a fiscalização por radares fixos, reduzem a velocidade apenas nas imediações do equipamento, elevando-a em seguida. A análise transversal antes e depois da implantação, considerando as faixas de distância, demonstra um padrão de declínio nos sinistros, o que sugere uma influência comportamental localizada que inibe excessos de velocidade e favorece maior adesão às normas viárias.

No que tange à gravidade, o declínio global das estratificações - especialmente nos óbitos e lesões de maior severidade próximas aos radares - destaca o potencial dos dispositivos em salvar vidas e reduzir custos socioeconômicos associados a atendimentos emergenciais e sequelas permanentes. Todavia, as variações semestrais observadas após a instalação demonstraram heterogeneidades que apontam para a necessidade de intervenções complementares, como campanhas educativas, reforço na fiscalização e melhorias na sinalização, a fim de sustentar e ampliar os benefícios nas vias em que os equipamentos estão instalados.

O estudo também amplia a compreensão da dinâmica comportamental dos condutores em resposta à fiscalização eletrônica. Na análise estratificada por tipo de veículo e gravidade dos sinistros reforça a maior vulnerabilidade de usuários como motociclistas (70,4% das vítimas) e pedestres (11,6%), corroborando estudos globais que apontam riscos nesses grupos.

A pesquisa também contribui para o debate metodológico ao adotar uma abordagem antes-depois com grupos de comparação. A análise da razão de chances (OR) para sinistros graves/fatais, embora limitada por amplos intervalos de confiança, oferece evidências preliminares de que os radares são mais eficazes em vias de maior velocidade, um achado que dialoga com modelos teóricos sobre energia cinética e severidade de colisões. Esses elementos fortalecem a interface entre engenharia de tráfego, epidemiologia e políticas públicas, consolidando a abordagem de Sistemas Seguros promovida pelo PNATRANS.

Na esfera prática, os resultados fornecem subsídios para a formulação de políticas públicas de segurança viária no Brasil, embora com limitações à generalização devido a vieses temporais (como sazonalidade), influências de outras políticas, e particularidades locais (clima, fiscalização alternativa, campanhas etc.). A redução de sinistros fatais e a redistribuição temporal para os finais de semana indicam que a fiscalização eletrônica constitui uma intervenção custo-efetiva, sobretudo em contextos urbanos com alta prevalência de motocicletas e pedestres. A eficácia dos radares ao longo do tempo destaca a importância de estratégias complementares, como sistemas de controle por trecho por meio da gestão da velocidade média e radares móveis, para sustentar os benefícios a longo prazo.

A concentração de reduções em vias de 60 km/h e a persistência de sinistros em áreas de baixa velocidade (40 km/h) sugerem a adoção de limites mais rigorosos, como os 30 km/h, especialmente em zonas urbanas com alta densidade pedestre. Esses achados podem otimizar a alocação de recursos públicos em corredores de alto risco, integrar radares com iluminação viária e promover educação para condutores, visando reduzir comportamentos oportunistas associados a aplicativos de navegação.

Os achados abrem caminhos para investigações futuras. Estudos longitudinais com maior período de acompanhamento poderiam esclarecer a sustentabilidade dos efeitos dos radares, especialmente após diversos anos de implementação. Análises geoespaciais mais granulares, incorporando variáveis como densidade de tráfego e características da via, poderiam refinar o entendimento sobre migração de sinistros. A inclusão de dados qualitativos, como percepções dos condutores sobre fiscalização eletrônica, poderia elucidar fatores comportamentais subjacentes à adesão ou resistência aos limites de velocidade.

Pelo exposto, espera-se que esta pesquisa contribua para a formulação de políticas públicas de segurança viária, orientando ações de promoção e prevenção no trânsito com base nas características dos sinistros e do perfil das vítimas identificados no período analisado. Além disso, busca-se aprimorar a alocação estratégica de fiscalizações eletrônicas,

maximizando sua eficácia na redução de sinistros e na proteção de usuários vulneráveis, em alinhamento com os objetivos de mobilidade segura e sustentável.

9 REFERÊNCIAS

AGUILERA, M. S. J. Intervenções de segurança viária e seus efeitos nas lesões causadas pelo trânsito: uma revisão sistemática. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 36, n. 4, p. 257-265, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/rpsp/v36n4/07.pdf>. Acesso em: 10 de out. de 2025.

ALHUSINAN, A. The relationship between traffic congestion and quality of life. **Journal of Police and Legal Sciences**: Vol. 15: Iss. 1, Article 4. 2024. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/381293758_The_relationship_between_traffic_congestion_and_quality_of_life. Acesso em :10 de out. de 2025.

AL-MASAEID, H. R.; MUJALLI, R. O.; AL-HAJ, E. Impact of fixed cameras on traffic crashes. **Saudi Journal of Civil Engineering**, v. 4, n. 10, p. 192-198, 30 dez. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348168519_Impact_of_Fixed_Cameras_on_Traffic_Crashes. Acesso em: 10 de out. de 2025.

ALMOSHAOGHEH, M. *et al.* Traffic Accident Risk Assessment Framework for Qassim, Saudi Arabia: Evaluating the Impact of Speed Cameras. **Applied Sciences**. 2021, 11, 6682. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/15/6682>. Acesso em: 10 de out. de 2025.

ANJOS, K. C. *et al.* Paciente vítima de violência no trânsito: análise do perfil socioeconômico, características do acidente e intervenção do Serviço Social na emergência. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 15, n. 5, p. 262-266, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aob/a/ys6PBhR7ydcDPG3yQYHz8fg/?lang=pt>. Acesso em: 10 de out. de 2025.

BAR-GERA, H., SCHECHTMAN, E., MUSICANT, O. (2017). Evaluating the effect of enforcement on speed distributions using probe vehicle data. **Transportation Research Part F**, 46, 271–283. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369847816301632>. Acesso em: 10 de out. de 2025.

BLAIS, E.; CARNIS, L. Improving the safety effect of speed camera programs through innovations: Evidence from the French experience. **Journal of Safety Research**. 2015, 55, 135–145. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022437515000766>. Acesso em: 10 de out. de 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde; UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. **Guia Vida no Trânsito**. Brasília: Ministério da Saúde, 2017. 332 p. Disponível em:

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vida_transito_2017.pdf. Acesso em: 10 de out. de 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012**. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016**. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

BUNN, F. *et al.* Area-wide traffic calming for preventing traffic related injuries. **Cochrane Database**. Syst Rev. 2003;1: CD003110. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12535454/>. Acesso em: 29 de out. de 2025.

CARVALHO, C. H. R. Custos dos acidentes de trânsito no Brasil: Estimativa simplificada com base na atualização das pesquisas do IPEA sobre custos de acidentes nos aglomerados urbanos e rodovias. **Texto para Discussão 2565**. Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/entities/publication/98e21d94-320d-42bf-950b-7eb1a7f90911>. Acesso em: 10 de out. de 2025.

CARVALHO, C. H. R.; GUEDES, E. P. **Balanço da primeira década de ação pela segurança no trânsito no Brasil e perspectivas para a segunda década**. Nota Técnica IPEA. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2023. 38 p. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/entities/publication/3b0ec041-a948-4ba3-a542-3cc0805c68d6>. Acesso em: 10 de out. de 2025.

CHRISTIE, S.M. *et al.* Are mobile speed cameras effective? A controlled before and after study. **Injury Prevention**. 2003 Dec;9(4):302-6. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14693888/>. Acesso em: 10 de out. de 2025.

CUPOLILLO, M. T. A. Estudo das medidas moderadoras do tráfego para controle da velocidade e dos conflitos em travessias urbanas. 2006. 287 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

DE PAUW, E. *et al.* An evaluation of the traffic safety effect of fixed speed cameras. **Safety Science**, Vol. 62, Elsevier Ltd., (2014) pp. 168-174. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925753513001781>. Acesso em: 10 de out. de 2025.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM (DER). **Manual de Segurança Viária**. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, 2023. Disponível em: https://www.der.sp.gov.br/WebSite/Arquivos/manuais/MANUAL_SEGURANCA_VIARIA.pdf. Acesso em: 10 de out. de 2025.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DO PARANÁ (DETRAN-PR). **Anuário Estatístico 2022**. 2022. Disponível em: https://www.detrان.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2024-10/anuario_estatistico_2022-1.pdf. Acesso em: 15 de out. de 2025.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Equipamentos redutores de velocidade e seu efeito sobre os acidentes nas rodovias federais**. Rio de Janeiro: Diretoria de Planejamento e Pesquisa, Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2010. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/735_redutores_velocidade.pdf. Acesso em: 10 de out. de 2025.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Sinistros de Trânsito**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/infraestrutura-rodoviaria/sinistros-de-transito>. Acesso em: 30 de set. de 2025.

DING, Y. *et al.* How psychological factors affect speeding behavior: Analysis based on an extended theory of planned behavior in a Chinese sample. 2023. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, 93, 143–158. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369847823000050>. Acesso em: 10 de out. de 2025.

ELVIK, R. Speed limits, enforcement, and health consequences. **Annual Review of Public Health**, v. 33, p. 225-238, 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22224882/>. Acesso em: 17 de out. de 2025.

FELL J.C. *et al.* The impact of underage drinking laws on alcohol-related fatal crashes of young drivers. **Alcohol Clin Exp Res**. 2009 Jul;33(7):1208-19. Epub 2009 Apr 9. PMID: 19389192; PMCID: PMC2825167. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1530-0277.2009.00945.x>. Acesso em: 16 de out. de 2025.

FISA, R. *et al.* Effects of interventions for preventing road traffic crashes: an overview of systematic reviews. **BMC Public Health**, v. 22, 513, 2022. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2825167/>. Acesso em: 16 de out. de 2025.

FOROUTAGHE, D. M., MOGHADDAM, M. A., FAKOOR, V. Impact of law enforcement and increased traffic fines policy on road traffic fatality, injuries and offenses in Iran: Interrupted time series analysis. **PLoS One**. 2020 Apr 17;15(4):e0231182. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7164613/>. Acesso em: 17 de out. de 2025.

GABANY, S. G.; PLUMMER, P.; GRIGG, P. Why drivers speed: the speeding perception inventory. **Journal of Safety Research**, [S.l.], v. 28, n. 1, p. 29-36, 1997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S002243759600031X>. Acesso em: 17 de out. de 2025.

GALBANI, F. L. **Motociclistas atendidos por serviços de atenção pré-hospitalar em Londrina (PR): características dos acidentes e das vítimas em 1998 e 2010**. 2011. 169 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011. Disponível em: <https://repositorio.uel.br/items/e69021ad-be68-45c3-a23c-7bc30353ad04>. Acesso em: 16 de out. de 2025.

GALGAMUWA, U.; DISSANAYAKE, S. (2018) An Alternative Regression-Based Approach to Estimate the Crash Modification Factors of Multiple Treatments Using Before-and-After Data. **Journal of Transportation Technologies**, 8, 273-290. Disponível em: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=87839>. Acesso em: 17 de out. de 2025.

GAO, J. *et al.* Assessing the impact of fixed speed cameras on speeding behavior and crashes: a longitudinal study in New York City. **Transportation Research Interdisciplinary Perspectives**, v. 30, 101373, mar. 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198225000521>. Acesso em: 18 de out. de 2025.

GLOBAL ROAD SAFETY FACILITY. Global Road Safety Facility Annual Report 2021. Washington, DC: **Global Road Safety Facility**, World Bank, 2021. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/251751646720074441/pdf/Global-Road-Safety-Facility-GRSF-Annual-Report-2021.pdf>. Acesso em: 26 de jan. de 2026.

HEYDAR, S., MIRANDA-MORENO, L. F., LIPING, F. Speed limit reduction in urban areas: a before-after study using Bayesian generalized mixed linear models. **Accid Anal Prev**. 2014 Dec;73:252-61. doi: 10.1016/j.aap.2014.09.013. Epub 2014 Sep 27. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457514002693>. Acesso em: 18 de out. de 2025.

HESS, S. Analysis of the effects of speed limit enforcement cameras: differentiation by road type and catchment area. **Transportation Research Record**, v. 1865, n. 1, p. 28-34, 2004. DOI: 10.3141/1865-05. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228905278_Analysis_of_the_Effects_of_Speed_Li

mit_Enforcement_Cameras_Differentiation_by_Road_Type_and_Catchment_Area. Acesso em: 16 de out. de 2025.

HOBEIKA A, YAUNGYAI N. Evaluation update of the red light camera program in Fairfax County, VA. **Ieee Trans Intell Transp Syst.** 2006;7(4):588–96. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4019438>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

HØYE, A. Safety effects of fixed speed cameras-An empirical Bayes evaluation. **Accident Analysis & Prevention**, 82, 263–269. (2015). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457515002225>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

HØYE, A. Speed cameras, section control, and kangaroo jumps - a meta-analysis. **Accident Analysis & Prevention**, v. 73, p. 200-208, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266024614_Speed_cameras_section_control_and_kangaroo_jumps-a_meta-analysis. Acesso em: 16 de out. de 2025.

HU, W.; MCCARTT, A. T. (2016) Effects of automated speed enforcement in Montgomery County, Maryland, on vehicle speeds, public opinion, and crashes. **Traffic Injury Prevention**, 17:sup1, 53-58. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27586103/>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

HUSSAIN, Q., *et al.* The relationship between impact speed and the probability of pedestrian fatality during a vehicle-pedestrian crash: A systematic review and meta-analysis. **Accid Anal Prev.** 2019 Aug;129:241-249. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457519301058>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Londrina (PR): Cidades e Estados.** 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/londrina.html>. Acesso em: 31 de ago. de 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA- IPEA. ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras: relatório executivo.** Brasília. Ipea; ANTP, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/8aac57c8-6e61-4efe-9112-935bb28e806d/content>. Acesso em: 29 de out. de 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA- IPEA. ANTP – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. 2020. Custos dos acidentes de trânsito no Brasil: estimativa simplificada com base na atualização das pesquisas do IPEA sobre custos de

acidentes nos aglomerados urbanos e rodovias. **Texto para Discussão 2565**. Disponível em: <http://ipea.gov.br/atlasviolencia/arquivos/artigos/7018-td2565.pdf>. Acesso em: 29 de out. de 2025.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Cadernos Estatístico Município de Londrina 2023**. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=86000>. Acesso em: 20 de abr. de 2024.

JAVID, M.A. *et al.* Integrating the Norm Activation Model (NAM) Theory in Explaining Factors Affecting Drivers' Speeding Behaviour in Lahore. **KSCE J Civ Eng** 25, 2701–2712 (2021). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1226798824016623>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

JOB, R.F.S.; SAKASHITA, S. (2016). Management of speed: The low-cost, rapidly implementable effective road safety action to deliver the 2020 road safety targets. **Journal of the Australasian College of Road Safety**, May 2016, 65-70. Disponível em: <https://journalofroadsafety.org/article/32063>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

JOB, S. *et al.* Guide for Determining Readiness for Speed Cameras and Other automated Enforcement. **Global Road Safety Partnership**, Genebra, Suíça, 2020. Disponível em: https://www.grsroadsafety.org/wp-content/uploads/2023/05/Guide-for-Determining-Readiness-for-Speed-Cameras_1_PT-BR.pdf. Acesso em: 20 de out. de 2025.

KIM, S. *et al.* Prosociality Matters: How Does Prosocial Behavior in Interdependent Situations Influence the Well-being and Cognition of Road Users?.2024. In 16th **International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications** (AutomotiveUI '24), September 22– 25, 2024, Stanford, CA, USA. ACM, New York, NY, USA, 10 pages. Disponível em : <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3640792.3675710>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

LEHSING, C., FLEISCHER, M., BENGLER, K. On the track of social interaction - A non-linear quantification approach in traffic conflict research. 2016 IEEE 19th **International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)**, Rio de Janeiro, Brazil, 2016, pp. 2046-2051. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1109/ITSC.2016.7795887>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

LI, H., ZHANG, Y., REN, G. A causal analysis of time-varying speed camera safety effects based on the propensity score method. **J Safety Res**. 2020 Dec;75:119-127. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022437520300967>. Acesso em: 21 de out. de 2025.

LI, H. *et al.* Are multiple speed cameras more effective than a single one? Causal analysis of the safety impacts of multiple speed cameras. *Accid Anal Prev.* 2020 May;139:105488. Epub 2020 Feb 29. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457519316057>. Acesso em: 21 de out. de 2025.

LI, H.; GRAHAM, D. J.; MAJUMDAR, A. The impacts of speed cameras on road accidents: an application of propensity score matching methods. 2013. **Accident Analysis & Prevention**, v. 60, p. 148-157, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S000145751300314X>. Acesso em: 21 de out. de 2025.

LIBERATTI, C. L. B. Acidentes de motocicleta em Londrina: estudo das vítimas, dos acidentes e da utilização de capacete. 2000. 167 f. **Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva)** - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2000. Disponível em: <https://pos.uel.br/saudecoletiva/teses-dissertacoes/acidentes-de-motocicleta-em-londrina-estudo-das-vitimas-dos-acidentes-e-da-utilizacao-de-capacete/>. Acesso em: 16 de out. de 2025.

LV, H. *et al.* The impacts of non-motorized traffic enforcement cameras on red light violations of cyclists at signalized intersections. **Journal of Safety Research**, [S.l.], v. 83, p. 310-322, dez. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022437522001414>. Acesso em: 21 de out. de 2025.

MARIN, L.; QUEIROZ, M. S. A atualidade dos acidentes de trânsito na era da velocidade: uma visão geral. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 7-21, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/8Y6XGs7ZTK63sbHnZHdkmDF/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 15 de out. de 2025.

MOHAMMADI, S. *et al.* The role of drivers' social interactions in their driving behavior: Empirical evidence and implications for car-following and traffic flow. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 80, p. 203-217, July 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369847821000838>. Acesso em: 22 de out. de 2025.

MONTELLA, A. *et al.* Effects on speed and safety of point-to-point speed enforcement systems: evaluation on the urban motorway A56 Tangenziale di Napoli. **Accident Analysis & Prevention**, v. 75, p. 164-178, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457514003777>. Acesso em: 16 de out. de 2025.

NANTULYA, V. M.; REICH, M.R. The neglected epidemic: road traffic injuries in developing countries. **BMJ**. 2002 May;11;324(7346):1139-41. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1123095/>. Acesso em: 17 de out. de 2025.

NOVOA, A. M.; PÉREZ, K.; BORRELL, C. Efectividad de las intervenciones de seguridad vial basadas en la evidencia: una revisión de la literatura. **Gaceta Sanitaria**, v. 23, n. 6, p. 553.e1-553.e14, 2009. Disponível em: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112009000600013&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 16 de out. de 2025.

OLIVEIRA, A. B. de. **Acidentes de trânsito: repercussões para o setor saúde e reflexões na prática de enfermagem**. 2015. 61 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://www.unirio.br/ppgenf/dissertacoes/dissertacoes-ppgenf-unirio-ano-2015/dissertacao-alice-baptista-de-oliveira>. Acesso em: 16 de out. de 2025.

OLIVEIRA, D. F. *et al.* Os radares fixos modificam o comportamento relacionado à velocidade excessiva dos condutores em áreas urbanas? **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, supl. 1, p. S1-S12, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/6scHghcc5ssBft4NTf9FsQK/?lang=en>. Acesso em: 16 de out. de 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Resolution UN n.º 64/255**, aprovada em 2 de março de 2010. General Assembly of the United Nations, 2010. Disponível em: <https://docs.un.org/en/A/RES/64/255>. Acesso em: 16 de out. 2025.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Gestão da velocidade: um manual de segurança viária para gestores e profissionais da área**. Brasília: OPAS, 2012a. 177 p.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Sistemas de dados: um manual de segurança viária para gestores e profissionais da área**. Brasília: OPAS, 2012b. 161 p. Disponível em: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/3552>. Acesso em: 16 de out. de 2025.

PARK, S. H., BAE, M. K. Exploring the Determinants of the Severity of Pedestrian Injuries by Pedestrian Age: A Case Study of Daegu Metropolitan City, South Korea. **Int J Environ Res Public Health**. 2020 Mar 31;17(7):2358. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32244336/>. Acesso em: 25 de out. de 2025.

PÉREZ, K. *et al.* Reducing road traffic injuries: effectiveness of speed cameras in an urban setting. **American Journal of Public Health**, v. 97, n. 9, p. 1632-1637, 2007. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/6171993_Reducing_Road_Traffic_Injuries_Effectiveness_of_Speed_Cameras_in_an_Urban_Setting. Acesso em: 16 de out. de 2025.

PILKINGTON, P.; KINRA, S. Effectiveness of speed cameras in preventing road traffic collisions and related casualties: systematic review. **BMJ**, v.330, n.7487, p.331-334, 2005. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/330/7487/331>. Acesso em: 16 de out. de 2025.

PINEDA-JARAMILLO, J., BARRERA-JIMÉNEZ, H., MESA-ARANGO, R. (2022). Unveiling the relevance of traffic enforcement cameras on the severity of vehicle-pedestrian collisions in an urban environment with machine learning models. *Journal of safety research*, 81, 225-238. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022437522000329>. Acesso em: 25 de out. de 2025.

PLANO NACIONAL DE REDUÇÃO DE MORTES E LESÕES NO TRÂNSITO (PNATRANS). **Terceira Versão do PNATRANS**. Resolução Contran nº 1.004, de 21 de dezembro de 2023. Ministério dos Transportes, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao10042023_Anexo_v2.pdf. Acesso em: 20 de set. de 2025.

RACHAD, T.; EL HAFIDY, A.; IDRI, A. Factors associated with speeding behavior: literature review and meta-analysis. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 107, p. 861-875, nov. 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369847824002870>. Acesso em: 20 de out. de 2025.

RIDDE, V., DAGENAIS, C.. *Approches et pratiques en évaluation de programmes*: Les Presses de l'Université de Montréal; 2013.

ROIDL, E., FREHSE, B., HÖGER, R. Emotional states of drivers and the impact on speed, acceleration and traffic violations - a simulator study. **Accid Anal Prev**. 2014 Sep;70:282-92. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001457514001158>. Acesso em: 25 de out. de 2025.

SADEGHI-BAZARGANI, H.; SAADATI, M. Speed management strategies; a systematic review. **Bulletin of Emergency and Trauma**, v. 4, n. 3, p. 126–133: 2016. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4989038/>. Acesso em: 25 de out. de 2025.

SANTOS, B. C. dos; AMADOR, N. R. de M. Análise do impacto dos radares de velocidade média na segurança rodoviária: o potencial benefício para o BPRV. **Brazilian Journal of Development**, v. 11, n. 1, e77023, 2025. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/77023/53554>. Acesso em: 16 de out. de 2025.

SARNO, C. C. B. *et al.* **Fiscalização da velocidade média em trecho da via**. São Paulo: Companhia de Engenharia de Tráfego – CET, 2012. 11 p. (Nota Técnica). Disponível em: <https://www.cetsp.com.br/media/123784/ntcetsp222c.pdf>. Acesso em: 16 de out. de 2025.

SHAHZAD, M. Review of road accident analysis using GIS technique. **International Journal of Injury Control and Safety Promotion**, v. 27, n. 4, p. 472-481, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32838689/>. Acesso em: 28 de out. de 2025.

SHAIRA, H. *et al.* Epidemiological profile and mapping geographical distribution of road traffic accidents reported to a tertiary care hospital, Mangaluru using quantum geographic information system (QGIS). **Journal of Family Medicine and Primary Care**, v. 9, p. 3652-3656, 2020. Disponível em: https://journals.lww.com/jfmpc/Fulltext/2020/09070/Epidemiological_profile_and_mapping_geographical.82.aspx. Acesso em: 17 de out. de 2025.

SILVA, D. W. da. **Atuação profissional de motoboys e fatores associados à ocorrência de acidentes de trânsito em Londrina-PR**. 2006. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006. Disponível em: <https://pos.uel.br/saudecoletiva/teses-dissertacoes/atuacao-profissional-de-motoboys-e-fatores-associados-a-ocorrencia-de-acidentes-de-transito-em-londrina-pr/>. Acesso em: 17 de out. de 2025.

SILVEIRA JUNIOR, J. A. da. **Acidentes de trânsito no município de Foz do Iguaçu: identificando causas e fatores para diminuição**. 2023. 112 f. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas e Desenvolvimento) - Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2023. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/server/api/core/bitstreams/f134fa20-04eb-4cb7-b676-f69a19b1d062/content>. Acesso em: 17 de out. de 2025.

SKUBIC, J. *et al.* Do speed cameras reduce collisions? **Annals of Advances in Automotive Medicine**, v. 57, p. 365-368, 2013. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3861844/>. Acesso em: 17 de out. de 2025.

SOBANSKI, M. B. Avaliação do uso de controladores eletrônicos de velocidade como medida de mitigação de atropelamentos de animais silvestres na rodovia BR-262, trecho de Anastácio à Corumbá, Mato Grosso do Sul. 2016. 92 f. **Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais)** - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em: https://itti.org.br/wp-content/uploads/2017/06/marcela-barcelos-sobanski_dissertacao-mestrado-maui.pdf. Acesso em: 17 de out. de 2025.

SOUSA, M. C. de. Fiscalização eletrônica: análise da eficácia na redução dos acidentes de trânsito – Uberlândia 2004 a 2006. **Dissertação (Mestrado em Geografia)** - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16048/1/FiscalizacaoEletronicaAnalise.pdf>. Acesso em: 17 de out. de 2025.

TILAHUN, N. (2022). Safety Impact of Automated Speed Camera Enforcement: Empirical Findings Based on Chicago's Speed Cameras. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, 2677(1), 1490-1498. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/03611981221104808>. Acesso em: 28 de out. de 2025.

TOVAL-RUIZ, C.; ROJAS-ROQUE, C.; HERNÁNDEZ-VÁSQUEZ, A. Predictors and geographic analysis of road traffic accidents in Leon, Nicaragua. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 24, e210003, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbepid/a/vxNVW6pwrGpQWJK3B9GF9Kv/?lang=en>. Acesso em: 17 de out. de 2025.

TURNER, B.; JOB, S.; MITRA, S. **Guide for road safety interventions: evidence of what works and what does not work**. Washington, DC: World Bank, 2020. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/206691614060311799/pdf/Guide-for-Road-Safety-Interventions-Evidence-of-What-Works-and-What-Does-Not-Work.pdf>. Acesso em: 28 de out. de 2025.

UZONDU, C.; JAMSON, S.; HIBBERD, D. Can infrastructure improvements mitigate unsafe traffic safety culture: A driving simulator study exploring cross cultural differences. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 73, p. 205-221, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.06.022>. Acesso em: 10 de jan. de 2026.

VADEBY A, HOWARD C. Spot speed cameras in a series - Effects on speed and traffic safety. **Accid Anal Prev**. 2024 May;199:107525. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0001457524000708>. Acesso em: 28 de out. de 2025.

VALDERRAMA, S. L. *et al.* (2023). On Speed Management, Public Health, and Risky Behaviors: Examining the Side Effects of Automated Speed-Enforcement Cameras on Traffic Crashes in Bogotá, Colombia. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, 2678(3), 590-600. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/03611981231182419>. Acesso em: 29 de out. de 2025.

VERONESE, A. M.; OLIVEIRA, D. L. L. C. de. Os riscos dos acidentes de trânsito na perspectiva dos moto-boys: subsídios para a promoção da saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n. 12, p. 2717-2721, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/SXCqsLRH7Z6fGrLXQDwkhHv/?lang=pt>. Acesso em: 15 out. 2025.

WILSON, C. *et al.* Speed cameras for the prevention of road traffic injuries and deaths. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 10, 2010. Disponível em: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD004607.pub3/full>. Acesso em: 17 de out. de 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global status report on road safety 2018**. Geneva: World Health Organization, 2004. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9241562609>. Acesso em: 26 de jan. de 2026.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global status report on road safety 2018**. Geneva: World Health Organization, 2018. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>. Acesso em: 15 de out. de 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global status report on road safety 2023**. WHO, 2023a. Geneva: World Health Organization, 2023. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/375016/9789240086517-eng.pdf?sequence=1>. Acesso em: 20 de abr. de 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Speed management: a road safety manual for decision-makers and practitioners**. Geneva: Global Road Safety Partnership, 2023. 80 p. WHO, 2023b. Disponível em: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/road-traffic-injuries/3146-wbk-speed-mgmt-2nd-edition-131023-electronic.pdf?sfvrsn=696ed45e_3. Acesso em: 17 de out. de 2025.

YOUSEFIFARD, M. *et al.* Risk factors for road traffic injury-related mortality in Iran: a systematic review and meta-analysis. **Archives of Academic Emergency Medicine**, v. 9, n. 1, e61, 2021. Disponível em: <https://journals.sbm.ac.ir/aaem/index.php/AAEM/article/view/1329/909>. Acesso em: 17 de out. de 2025.

WANG, Z. *et al.* Traffic-related environmental factors and childhood obesity: A systematic review and meta-analysis. **Obes Rev.** 2021 Feb;22 Suppl 1(Suppl 1):e12995. doi: 10.1111/obr.12995. Epub 2020 Jan 30. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32003149/>. Acesso em: 28 de out. de 2025.

WANG, W *et al.* Social Interactions for Autonomous Driving: A Review and Perspectives. **Foundations and Trends in Robotics**. Vol. 10, No. 3-4, pp 198–376. 2022. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1561/23000000078>. Acesso em: 29 de out. de 2025.

APÊNDICES

**APÊNDICE A – Síntese de Evidências Científicas sobre a Eficácia da Fiscalização
Eletrônica de Velocidade**

Autor	Ano	Local de Realização	Principais Achados
Wilson et al.	2010	Países de alta renda (Revisão Sistemática)	Revisão sistemática indicando que radares reduzem sinistros totais entre 8% e 49% e fatais/gravos entre 11% e 44% nas proximidades dos dispositivos.
Pilkington; Kinra,	2005	Países de alta renda (Revisão Sistemática)	Revisão sistemática reportando reduções de 5% a 69% em colisões, 12% a 65% em lesões e 17% a 71% em óbitos perto dos radares.
Pérez et al.	2007	Barcelona, Espanha	Em Barcelona, os radares reduziram significativamente colisões e feridos; o efeito protetor foi maior nos fins de semana.
De Pauw et al.	2014	Flandres, Bélgica	Estudo na Bélgica encontrou redução significativa de 29% em sinistros com feridos graves e fatais em locais monitorados.
Job; Sakashita	2016	Nova Gales do Sul, Austrália	Na Austrália, os primeiros 28 radares resultaram em redução de 71% na velocidade média e 89% nas fatalidades.
Sadeghi-Bazargani & Saadati	2016	Internacional (Revisão de 22 estudos)	Revisão de 22 estudos: fiscalização eletrônica reduz sinistros com vítimas entre 4% e 51%; zonas de 30 km/h reduzem sinistros em 41%.
Al-Masaeid et al.	2020	Jordânia	Na Jordânia, a instalação de radares evitou sinistros em vias urbanas (-10%) e suburbanas (-19%).
Hussain et al.	2019	Internacional (Revisão Sistemática)	A probabilidade de morte de um pedestre atinge 50% em um impacto a 59 km/h e sobe para 75% a 69 km/h.
Fisa et al.	2022	Internacional (Visão geral de revisões)	Rotatórias reduzem colisões graves de 30% a 50%; campanhas de segurança viária reduzem colisões em média 9%.
Hobeika; Yaungyai	2006	Fairfax, EUA	Fiscalização eletrônica em semáforos reduziu violações em 58% e a taxa de colisões em 27% após 24 meses.

Elvik	2012	Internacional (Estudo/Revisão)	Aumentos de apenas 5 km/h acima da média de 60 km/h em áreas urbanas podem dobrar o risco de colisões fatais.
Fell et al.	2009	Estados Unidos	Leis mais restritivas de álcool reduziram sinistros fatais em 16%; tolerância zero para jovens gerou queda adicional de 5%.

APÊNDICE B – Data de Operação dos Radares e Período do Estudo

PONTO	LOCAL	INÍCIO DA OPERAÇÃO	NOME PONTO	PONTO MÉDIO	ANTES DO RADAR A PARTIR DE:	DEPOIS DO RADAR ATÉ:
1	AV. TIRADENTES, CRUZ. COM AV. ARTHUR THOMAS	01/06/2021	1	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
2	AV. TIRADENTES, CRUZ. COM R. BAURU	01/06/2021	2	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
3	AV. WINSTON CHURCHILL, 505	01/06/2021	3	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
4	AV. WINSTON CHURCHILL, CONFLUENCIA COM AV. RIO BRANCO	01/06/2021	4	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
5	AV. DUQUE DE CAXIAS, 5077	01/06/2021	5	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
6	AV. JUSCELINO KUBITSCHEK, CRUZ. COM RUA ALAGOAS	01/06/2021	6	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
7	AV. JUSCELINO KUBITSCHEK, CRUZ. COM RUA URUGUAI	01/06/2021	7	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
8	AV. SANTOS DUMONT, 780 OPOSTO	01/06/2021	8	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
9	AV. SANTOS DUMONT, CRUZ. COM RUA AUGUSTO SEVERO	01/06/2021	9	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
10	ROD. CARLOS JOAO STRASS, PROXIMO AO RETORNO PARA RUA LUPERCIO POZATTO	01/06/2021	10	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
11	ROD. CARLOS JOAO STRASS, CRUZ. COM AV. MARIO ROBERTO GNECCO	01/06/2021	11	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
12	ROD. CARLOS JOAO STRASS, 780 OPOSTO	01/06/2021	12	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
13	ROD. CARLOS JOAO STRASS, ANTES DO CRUZ. COM RUA NOITIBO	01/06/2021	13	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
14	AV. DEZ DE DEZEMBRO, CRUZ. COM RUA TREMEMBES	01/06/2021	14	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
15	AV. DEZ DE DEZEMBRO, CRUZ. RUA ALMIRANTE BARROSO	01/06/2021	1516	SIM	01/06/2020	01/06/2022
16	AV. DEZ DE DEZEMBRO, 4440 OPOSTO	01/06/2021	1516	SIM	01/06/2020	01/06/2022
17	AV. DEZ DE DEZEMBRO, CRUZ. COM PROLONGAMENTO DA PONTE VEREADOR ANELIO VIECELI	01/06/2021	17	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
18	AV. DEZ DE DEZEMBRO, 7033	01/06/2021	18	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
19	AV. SAUL ELKIND, 4735	01/06/2021	19	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
20	AV. HENRIQUE MANSANO, 1559	01/06/2021	2052	SIM	01/06/2020	01/06/2022
21	AV. MARINGA, CRUZAMENTO COM RUA PREFEITO FARIA LIMA	01/06/2021	21	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
22	RUA GOIAS, CRUZAMENTO COM AV. DUQUE DE CAXIAS	01/06/2021	22	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
23	AV. EURICO GASPAR DUTRA, ENTRE AS RUAS MANOEL PEREIRA E AMELIA T. MINATI	01/06/2021	23	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
24	AV. FRANCISCO G. ARRUDA, 628	01/10/2021	2472	SIM	01/10/2020	01/10/2022

25	AV. ALEXANDRE SANTORO, 1068 CRUZ. AV. FRANCISCO G. ARRUDA	01/06/2021	25	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
26	AV. CAFE RUBIACEA, 1541	01/10/2021	26	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
27	AV. LUIGI AMORESE, 5390	01/10/2021	27	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
28	R. RIO GRANDE DO NORTE CRUZ. R. CUIABA	01/06/2021	28	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
29	AV. FRANCISCO GABRIEL ARRUDA, 947	01/10/2021	29	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
30	AV. PRESIDENTE CASTELOBRANCO, 50M ANTES DO ENTRONCAMENTO COM R. MARIA JUDITH FELICIO	01/10/2021	3031	SIM	01/10/2020	01/10/2022
31	AV. PRESIDENTE CASTELOBRANCO, 1577	01/10/2021	3031	SIM	01/10/2020	01/10/2022
32	AV. GARIBALDI DELIBERADOR, 895	01/10/2021	32	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
33	AV. WALDEMAR SPRANGER CRUZ. R. CARLOS DA COSTA BRANCO	01/10/2021	33	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
34	ROD. MABIO GONCALVES PALHANO, 746	01/10/2021	34	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
35	ROD. MABIO GONCALVES PALHANO, 1025	01/10/2021	35	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
36	AV. ARTHUR THOMAS 2100 OPOSTO	01/10/2021	36	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
37	AV. DOS PIONEIROS CRUZ. R. FLAVIO RIBEIRO OPOSTO	01/10/2021	37	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
38	AV. SAUL ELKIND CRUZ. R. JOAQUINA OLIVEIRA PERFEITO	01/10/2021	3839	SIM	01/10/2020	01/10/2022
39	AV. SAUL ELKIND CRUZ. R. LUIS BRUGIN	01/10/2021	3839	SIM	01/10/2020	01/10/2022
40	AV. AYRTON SENNA DA SILVA, PROX. CRUZ. R. LUIZ MARCIO MORESSI	01/10/2021	40	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
41	AV. PREFEITO FARIA LIMA, 755	01/10/2021	41	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
42	R. HUMAITA CRUZ. R. ANNA MORENA DE MELLOMENEZES	01/10/2021	42	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
43	R. PEDRO BERTOLUCI, 600	01/10/2021	43	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
44	R. MATO GROSSO, 1517 ENTRE R. PAES LEME E R. JORGE VELHO	01/10/2021	44	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
45	R. SERGIPE CRUZ. R. SANTOS	01/10/2021	45	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
46	TV. JOAO BATISTA GOMES (LIGACAO ENTRE A AV. NEREU MENDES E AV. MAXIMO PERES GARCIA)	01/10/2021	4679	SIM	01/10/2020	01/10/2022
47	AV. SAUL ELKIND CRUZ. R. MILTON CAMPOS	01/10/2021	47	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
48	AV. DEZ DE DEZEMBRO SOBRE VD. EDSON JESUS DELIBERADOR	01/10/2021	48	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
49	R. AGUIA IMPERIAL CRUZ. R. JOAREZ OLIVEIRA CESAR	01/10/2021	4978	SIM	01/10/2020	01/10/2022
50	R. RUBENS CARLOS DE JESUS, 300	01/10/2021	50	NÃO	01/10/2020	01/10/2022

51	R. SERRA DOS PIRINEUS, 1234	01/10/2021	51	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
52	AV. HENRIQUE MANSANO, 1438	01/10/2021	2052	SIM	01/10/2020	01/10/2022
53	AV. HIGIENOPOLIS CRUZ. RUA JOAQUIM DE MATOS BARRETO	01/06/2021	53	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
54	AV. WALDEMAR SPRANGER CRUZ. AV. ADHEMAR PEREIRA DE BARROS	01/06/2021	54	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
55	AV. MADRE LEONIA MILITO, 1900	01/10/2021	5556	SIM	01/10/2020	01/10/2022
56	AV. MADRE LEONIA MILITO, 2000 OPOSTO	01/10/2021	5556	SIM	01/10/2020	01/10/2022
57	R. JOAQUINA DE OLIVEIRA PERFEITO, PROX. AO CRUZ. COM RUA CURIO	01/06/2021	57	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
58	R. SANTA TERESINHA, 693	01/10/2021	58	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
59	AV. TIRADENTES, 43	01/10/2021	59	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
60	AV. JUSCELINO KUBITSCHECK, 500	13/10/2021	6061	SIM	13/10/2020	13/10/2022
61	AV. JUSCELINO KUBITSCHECK CRUZ. R. MOSSORO	01/10/2021	6061	SIM	01/10/2020	01/10/2022
62	AV. DUQUE DE CAXIAS CRUZ. R. BORBA GATO	01/06/2021	62	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
63	AV. DUQUE DE CAXIAS CRUZ. R. HERODOTO	01/06/2021	63	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
64	R. GUAPORE CRUZ. AV. ARCEBISPO DOM GERALDO FERNANDES	01/10/2021	64	NÃO	01/10/2020	01/10/2022
65	R. PROF. JOAO CANDIDO CRUZ. AV. ARCEBISPO DOM GERALDO FERNANDES	01/06/2021	65	NÃO	01/06/2020	01/06/2022
66	AV. ARTHUR THOMAS, 1880	01/11/2022	66	NÃO	01/11/2021	01/11/2023
67	AV. AYRTON SENNA DA SILVA, 650	01/11/2022	6768	SIM	01/11/2021	01/11/2023
68	AV. AYRTON SENNA DA SILVA, 815	01/11/2022	6768	SIM	01/11/2021	01/11/2023
69	R. BENTO MUNHOZ DA ROCHA NETO CRUZ. R. JOÃO WYCLIFF	01/11/2022	69	NÃO	01/11/2021	01/11/2023
70	ROD. MABIO GONÇALVES PALHANO CRUZ. R. RUBENS CARLOS DE JESUS	08/11/2022	70	NÃO	08/11/2021	08/11/2023
71	AV. WINSTON CHURCHIL CRUZ. AV. DA LIBERDADE	01/11/2022	71	NÃO	01/11/2021	01/11/2023
72	AV. FRANCISCO GABRIEL ARRUDA, 449	01/10/2021	2472	SIM	01/10/2020	01/10/2022
73	R. URUGUAI CRUZ. R. BOLÍVIA	01/11/2022	73	NÃO	01/11/2021	01/11/2023
74	R. RIO GRANDE DO SUL CRUZ. R. AMAPÁ	01/11/2022	74	NÃO	01/11/2021	01/11/2023
75	R. BAHIA CRUZ. R. AMAPÁ	01/11/2022	75	NÃO	01/11/2021	01/11/2023
76	AV. ARCEBISPO DOM GERALDO FERNANDES CRUZ. R. AMAPÁ	01/11/2022	76	NÃO	01/11/2021	01/11/2023
77	AV. ANGELINA RICCI VEZOZZO, 1037	01/11/2022	77	NÃO	01/11/2021	01/11/2023
78	AV. ÁGUA IMPERIAL CRUZ. R. PERDIZES	01/11/2022	4978	SIM	01/11/2021	01/11/2023
79	AV. MÁXIMO PERES GARCIA, 630	08/11/2022	4679	SIM	08/11/2021	08/11/2023

APÊNDICE C – Fluxograma do Processo Metodológico

Etapas	Descrição
1. Delineamento do Estudo	Definição de pesquisa transversal, descritiva e quantitativa em Londrina, PR. O método antes-e-depois compara períodos de um ano antes e um após a instalação dos radares de velocidade na cidade.
2. Coleta de Dados	Obtenção de registros do SIATE (Corpo de Bombeiros do Paraná) via sistema SYSBM e dados de óbitos (acompanhamento de 30 dias) da CMTU-LD.
3. Critérios de Inclusão/Exclusão	Inclusão de sinistros com vítimas entre junho de 2020 e novembro de 2023. Exclusão de casos ílesos pelo Corpo de Bombeiros ou com endereços não localizáveis.
4. Primeira Fase (Geoprocessamento)	Organização de endereços no Excel e geocodificação (latitude/longitude) via extensão <i>Geocode Cells</i> . Conversão para o sistema de coordenadas UTM (SIRGAS 2000).
5. Segunda Fase (Mapeamento)	Importação dos dados para o software QGIS. Alocação dos pontos dos radares e validação visual de cada ocorrência no mapa base de Londrina.
6. Terceira Fase (Cálculo Espacial)	Foi realizado um filtro dos sinistros ocorridos exclusivamente em vias com presença de radares, considerando-se apenas os registros associados à respectiva via monitorada. A partir desse subconjunto, procedeu-se ao cálculo da distância entre cada sinistro e o radar mais próximo. Para isso, utilizou-se a ferramenta “Distância do Ponto Central Mais Próximo” do QGIS, a fim de calcular a distância euclidiana entre cada sinistro e o respectivo radar. Nas vias com radares em duplo sentido, considerou-se o ponto médio entre os dispositivos para o cálculo da distância. Já nas vias com mais de um radar, foi adotada a menor distância entre o sinistro e os radares existentes, considerando-se sempre o radar mais próximo.
7. Análise Estatística	Processamento no software SPSS 19.0. Realização de análise descritiva e regressão logística (razão de chances - OR) com nível de significância de $p < 0,05$
8. Aspectos Éticos	Submissão e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (Parecer N° 7.052.017/2024)

APÊNDICE D – Relação dos Radares de Velocidade

PONT O	LOCAL	TIPO DO EQUIPAMENTO	FAIXAS	SENTID O VIA	KM/ H	INÍCIO DA OPERAÇÃO	NOME PONT O	PONT O MÉDI O
1	AV. TIRADENTES, CRUZ. COM AV. ARTHUR THOMAS	RADAR + AVANCO	3 FAIXAS	OL	60 KM	01/06/2021	1	NÃO
2	AV. TIRADENTES, CRUZ. COM R. BAURU	RADAR + AVANCO	3 FAIXAS	LO	60 KM	01/06/2021	2	NÃO
3	AV. WINSTON CHURCHILL, 505	RADAR	3 FAIXAS	NS	60 KM	01/06/2021	3	NÃO
4	AV. WINSTON CHURCHILL, CONFLUENCIA COM AV. RIO BRANCO	RADAR + AVANCO	3 FAIXAS	SN	60 KM	01/06/2021	4	NÃO
5	AV. DUQUE DE CAXIAS, 5077	RADAR	2 FAIXAS	NS	50 KM	01/06/2021	5	NÃO
6	AV. JUSCELINO KUBITSCHK, CRUZ. COM RUA ALAGOAS	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	SN	60 KM	01/06/2021	6	NÃO
7	AV. JUSCELINO KUBITSCHK, CRUZ. COM RUA URUGUAI	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	OL	60 KM	01/06/2021	7	NÃO
8	AV. SANTOS DUMONT, 780 OPOSTO	RADAR	2 FAIXAS	SDNO	60 KM	01/06/2021	8	NÃO
9	AV. SANTOS DUMONT, CRUZ. COM RUA AUGUSTO SEVERO	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	NOSD	60 KM	01/06/2021	9	NÃO
10	ROD. CARLOS JOAO STRASS, PROXIMO AO RETORNO PARA RUA LUPERCIO POZATTO	RADAR	2 FAIXAS	NS	60 KM	01/06/2021	10	NÃO
11	ROD. CARLOS JOAO STRASS, CRUZ. COM AV. MARIO ROBERTO GNECCO	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	SN	60 KM	01/06/2021	11	NÃO
12	ROD. CARLOS JOAO STRASS, 780 OPOSTO	RADAR	2 FAIXAS	NS	60 KM	01/06/2021	12	NÃO
13	ROD. CARLOS JOAO STRASS, ANTES DO CRUZ. COM RUA NOITIBO	RADAR	2 FAIXAS	SN	60 KM	01/06/2021	13	NÃO
14	AV. DEZ DE DEZEMBRO, CRUZ. COM RUA TREMEMBES	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	SN	60 KM	01/06/2021	14	NÃO
15	AV. DEZ DE DEZEMBRO, CRUZ. RUA ALMIRANTE BARROSO	RADAR	3 FAIXAS	NS	60 KM	01/06/2021	1516	SIM
16	AV. DEZ DE DEZEMBRO, 4440 OPOSTO	RADAR	3 FAIXAS	SN	60 KM	01/06/2021	1516	SIM

17	AV. DEZ DE DEZEMBRO, CRUZ. COM PROLONGAMENTO DA PONTE VEREADOR ANELIO VIECELI	RADAR + AVANCO	3 FAIXAS	SN	60 KM	01/06/2021	17	NÃO
18	AV. DEZ DE DEZEMBRO, 7033	RADAR	3 FAIXAS	SN	60 KM	01/06/2021	18	NÃO
19	AV. SAUL ELKIND, 4735	RADAR	2 FAIXAS	OL	50 KM	01/06/2021	19	NÃO
20	AV. HENRIQUE MANSANO, 1559	RADAR	2 FAIXAS	LO	50 KM	01/06/2021	2052	SIM
21	AV. MARINGA, CRUZAMENTO COM RUA PREFEITO FARIA LIMA	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	NS	50 KM	01/06/2021	21	NÃO
22	RUA GOIAS, CRUZAMENTO COM AV. DUQUE DE CAXIAS	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	OL	40 KM	01/06/2021	22	NÃO
23	AV. EURICO GASPAR DUTRA, ENTRE AS RUAS MANOEL PEREIRA E AMELIA T. MINATI	RADAR	2 FAIXAS	NS	50 KM	01/06/2021	23	NÃO
24	AV. FRANCISCO G. ARRUDA, 628	RADAR	2 FAIXAS	SN	60 KM	01/10/2021	2472	SIM
25	AV. ALEXANDRE SANTORO, 1068 CRUZ. AV. FRANCISCO G. ARRUDA	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	LO	50 KM	01/06/2021	25	NÃO
26	AV. CAFE RUBIACEA, 1541	RADAR	2 FAIXAS	OL	50 KM	01/10/2021	26	NÃO
27	AV. LUIGI AMORESE, 5390	RADAR	2 FAIXAS	LO	50 KM	01/10/2021	27	NÃO
28	R. RIO GRANDE DO NORTE CRUZ. R. CUIABA	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	OL	40 KM	01/06/2021	28	NÃO
29	AV. FRANCISCO GABRIEL ARRUDA, 947	RADAR	3 FAIXAS	NS	60 KM	01/10/2021	29	NÃO
30	AV. PRESIDENTE CASTELOBRANCO, 50M ANTES DO ENTRONCAMENTO COM R. MARIA JUDITH FELICIO	RADAR	2 FAIXAS	LO	50 KM	01/10/2021	3031	SIM
31	AV. PRESIDENTE CASTELOBRANCO, 1577	RADAR	2 FAIXAS	OL	50 KM	01/10/2021	3031	SIM
32	AV. GARIBALDI DELIBERADOR, 895	RADAR	2 FAIXAS	SN	50 KM	01/10/2021	32	NÃO
33	AV. WALDEMAR SPRANGER CRUZ. R. CARLOS DA COSTA BRANCO	RADAR	2 FAIXAS	SOND	50KM	01/10/2021	33	NÃO
34	ROD. MABIO GONCALVES PALHANO, 746	RADAR	2 FAIXAS	NS	60 KM	01/10/2021	34	NÃO
35	ROD. MABIO GONCALVES PALHANO, 1025	RADAR	2 FAIXAS	SN	60 KM	01/10/2021	35	NÃO
36	AV. ARTHUR THOMAS 2100 OPOSTO	RADAR	2 FAIXAS	SOND	50 KM	01/10/2021	36	NÃO

37	AV. DOS PIONEIROS CRUZ. R. FLAVIO RIBEIRO OPOSTO	RADAR	2 FAIXAS	LO	50 KM	01/10/2021	37	NÃO
38	AV. SAUL ELKIND CRUZ. R. JOAQUINA OLIVEIRA PERFEITO	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	OL	50KM	01/10/2021	3839	SIM
39	AV. SAUL ELKIND CRUZ. R. LUIS BRUGIN	RADAR + AVACO	2 FAIXAS	LO	50 KM	01/10/2021	3839	SIM
40	AV. AYRTON SENN DA SILVA, PROX. CRUZ. R. LUIZ MARCIO MORESSI	RADAR	2 FAIXAS	SN	50 KM	01/10/2021	40	NÃO
41	AV PREFEITO FARIA LIMA, 755	RADAR	2 FAIXAS	OL	50 KM	01/10/2021	41	NÃO
42	R. HUMAITA CRUZ. R. ANNA MORENA DE MELLOMENEZES	RADAR+AVANCO	2 FAIXAS	OL	50 KM	01/10/2021	42	NÃO
43	R. PEDRO BERTOLUCI, 600	RADAR	1 FAIXA	NS	40 KM	01/10/2021	43	NÃO
44	R. MATO GROSSO, 1517 ENTRE R. PAES LEME E R. JORGE VELHO	RADAR	2 FAIXAS	SN	40 KM	01/10/2021	44	NÃO
45	R. SERGIPE CRUZ. R. SANTOS	RADAR	2 FAIXAS	LO	40 KM	01/10/2021	45	NÃO
46	TV. JOAO BATISTA GOMES (LIGACAO ENTRE A AV. NEREU MENDES E AV. MAXIMO PERES GARCIA)	RADAR	2 FAIXAS	SN	50 KM	01/10/2021	4679	SIM
47	AV. SAUL ELKIND CRUZ. R. MILTON CAMPOS	RADAR	2 FAIXAS	OL	50 KM	01/10/2021	47	NÃO
48	AV. DEZ DE DEZEMBRO SOBRE VD. EDSON JESUS DELIBERADOR	RADAR	2 FAIXAS	SN	50 KM	01/10/2021	48	NÃO
49	R. AGUIA IMPERIAL CRUZ. R. JOAREZ OLIVEIRA CESAR	RADAR	2 FAIXAS	SN	50 KM	01/10/2021	4978	SIM
50	R. RUBENS CARLOS DE JESUS, 300	RADAR	1 FAIXA	LO	40 KM	01/10/2021	50	NÃO
51	R. SERRA DOS PIRINEUS, 1234	RADAR	1 FAIXA	NDSO	40 KM	01/10/2021	51	NÃO
52	AV. HENRIQUE MANSANO, 1438	RADAR	2 FAIXAS	OL	50 KM	01/10/2021	2052	SIM
53	AV. HIGIENOPOLIS CRUZ. RUA JOAQUIM DE MATOS BARRETO	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	NS50 KM	50KM	01/06/2021	53	NÃO
54	AV. WALDEMAR SPRANGER CRUZ. AV. ADHEMAR PEREIRA DE BARROS	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	SOND	50 KM	01/06/2021	54	NÃO
55	AV. MADRE LEONIA MILITO, 1900	RADAR	2 FAIXAS	LO	50 KM	01/10/2021	5556	SIM

56	AV. MADRE LEONIA MILITO, 2000 OPOSTO	RADAR	2 FAIXAS	OL	50 KM	01/10/2021	5556	SIM
57	R. JOAQUINA DE OLIVEIRA PERFEITO, PROX. AO CRUZ. COM RUA CURIO	RADAR	1 FAIXA	NOSD	40 KM	01/06/2021	57	NÃO
58	R. SANTA TERESINHA, 693	RADAR	1 FAIXA	NS	40 KM	01/10/2021	58	NÃO
59	AV. TIRADENTES, 43	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	OL	60 KM	01/10/2021	59	NÃO
60	AV. JUSCELINO KUBITSCHKE, 500	RADAR	2 FAIXAS	NOSD	60 KM	13/10/2021	6061	SIM
61	AV. JUSCELINO KUBITSCHKE CRUZ. R. MOSSORO	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	SN	60 KM	01/10/2021	6061	SIM
62	AV. DUQUE DE CAXIAS CRUZ. R. BORBA GATO	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	NS	50 KM	01/06/2021	62	NÃO
63	AV. DUQUE DE CAXIAS CRUZ. R. HERODOTO	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	NS	50 KM	01/06/2021	63	NÃO
64	R. GUAPORE CRUZ. AV. ARCEBISPO DOM GERALDO FERNANDES	RADAR + AVANCO	2 FAIXAS	NS	40 KM	01/10/2021	64	NÃO
65	R. PROF. JOAO CANDIDO CRUZ. AV. ARCEBISPO DOM GERALDO FERNANDES	RADAR + AVANCO	3 FAIXAS	SN	40 KM	01/06/2021	65	NÃO
66	AV. ARTHUR THOMAS, 1880	VELOCIDADE	2 FAIXAS	NdSo	50 KM	01/11/2022	66	NÃO
67	AV. AYRTON SENNA DA SILVA, 650	VELOCIDADE (DISPLAY)	3 FAIXAS	SN	50 KM	01/11/2022	6768	SIM
68	AV. AYRTON SENNA DA SILVA, 815	VELOCIDADE (DISPLAY)	3 FAIXAS	NS	50 KM	01/11/2022	6768	SIM
69	R. BENTO MUNHOZ DA ROCHA NETO CRUZ. R. JOÃO WYCLIFF	VELOCIDADE (DISPLAY)	2	OL	40 KM	01/11/2022	69	NÃO
70	ROD. MABIO GONÇALVES PALHANO CRUZ. R. RUBENS CARLOS DE JESUS	VELOCIDADE	2	NS	60 KM	08/11/2022	70	NÃO
71	AV. WINSTON CHURCHIL CRUZ. AV. DA LIBERDADE	VELOCIDADE+AVANÇO+PARA DA	3	SN	60 KM	01/11/2022	71	NÃO
72	AV. FRANCISCO GABRIEL ARRUDA, 449	VELOCIDADE	3	NS	60 KM	01/10/2021	2472	SIM
73	R. URUGUAI CRUZ. R. BOLÍVIA	VELOCIDADE+AVANÇO+PARA DA	2	NS	40 KM	01/11/2022	73	NÃO
74	R. RIO GRANDE DO SUL CRUZ. R. AMAPÁ	VELOCIDADE (DISPLAY)	2	NS	40 KM	01/11/2022	74	NÃO
75	R. BAHIA CRUZ. R. AMAPÁ	VELOCIDADE+AVANÇO+PARA DA	2	SN	40 KM	01/11/2022	75	NÃO
76	AV. ARCEBISPO DOM GERALDO FERNANDES CRUZ. R. AMAPÁ	VELOCIDADE+AVANÇO+PARA DA	3	LO	60 KM	01/11/2022	76	NÃO

77	AV. ANGELINA RICCI VEZOZZO, 1037	VELOCIDADE	2	NS	50 KM	01/11/2022	77	NÃO
78	AV. ÁGUIA IMPERIAL CRUZ. R. PERDIZES	VELOCIDADE	2	NS	50 KM	01/11/2022	4978	SIM
79	AV. MÁXIMO PERES GARCIA, 630	VELOCIDADE	2	NS	50 KM	08/11/2022	4679	SIM

APÊNDICE E – Quadro síntese das Variáveis de Estudo

Categoria	Variável	Descrição/ Categorização
Características do Sinistro	Tipo do Sinistro	Atropelamento, capotamento, choque contra anteparo, colisão, engavetamento, queda de veículo, saída de pista, tombamento e outros.
	Período de Ocorrência	Madrugada (00h-05h59), Manhã (06h-11h59), Tarde (12h-17h59) e Noite (18h-23h59). Agrupados também em Diurno e Noturno.
	Dia da Semana	Individualizados de segunda-feira a domingo.
	Veículos Envolvidos	Combinações entre automóvel, bicicleta, caminhão, moto, ônibus, ciclomotor e outros.
Perfil da Vítima	Sexo	Masculino, Feminino e Não apurado.
	Idade	Faixas etárias de 10 anos (0-9 até 60 anos ou mais) e não apurado.
	Posição no Veículo	Ciclista, condutor (moto, leve, pesado), passageiro (moto, ônibus/van, leve, pesado), pedestre e outros.
	Gravidade do Trauma	Leve (Cód. 1), Moderado (Cód. 2), Grave (Cód. 3) e Fatal (Cód. 4 ou óbito em até 30 dias).
	Velocidade da Via	Limites regulamentados de 40km/h, 50km/h e 60 km/h.
Variáveis Viárias e Espaciais	Distância ao Radar	Distância euclidiana em metros, categorizada em intervalos de 50m até 1000m, e faixas maiores (1001-1500m, 1501-2000m e >2000m).
	Tempo de Implantação	Períodos pós-instalação: 0-3 meses, 3-6 meses e 6-12 meses.

APÊNDICE F – Solicitação de Dados para Pesquisa Acadêmica



Ofício 01/2024

Londrina, 21 de julho de 2024.

Assunto: Solicitação de Dados para Pesquisa Acadêmica

Eu, Thays Kuchenbecker, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Estadual de Londrina, venho por meio deste solicitar gentilmente a colaboração da Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina (CMTU-LD) para a obtenção de dados necessários à realização de uma pesquisa acadêmica.

A pesquisa intitulada "Efetividade dos radares fixos de velocidade para redução do número e gravidade de acidentes de trânsito: um estudo transversal antes e depois", coordenada pelo professor Dr. Edmarlon Girotto, tem como objetivo analisar o impacto da fiscalização eletrônica por radares na redução de lesões e mortes no trânsito em Londrina-PR.

Conforme os requisitos éticos estabelecidos pela Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e pela Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (Lei Federal nº 13.709/2018) (anexos), solicitamos as seguintes informações:

1. Data de implantação dos radares fixos de velocidade em Londrina, especificando as localizações onde foram instalados.
2. Número de óbitos decorrentes de acidentes de trânsito registrados no município de Londrina no período de 2019 a 2023, indicando as seguintes variáveis: registro do Sysbm, data, hora, dia da semana, bairro, endereço, descrição, veículos envolvidos, sexo, idade, posição, situação, classificação do veículo, classificação da lesão e local de encaminhamento, **não serão necessários dados de cunho pessoal que identifique a vítima, tais como nome e/ou iniciais.**

Esses dados são fundamentais para a realização da análise comparativa dos índices de acidentes antes e depois da implementação dos radares, assim como para a avaliação da eficácia desses dispositivos na redução da gravidade dos acidentes.

Ressalto que todos os dados obtidos serão tratados com rigor científico e confidencialidade, conforme as normativas vigentes. A pesquisa será submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina para avaliação ética.

Agradeço antecipadamente pela atenção e colaboração na disponibilização dos dados solicitados. Estou à disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais que se fizerem necessários.

Atenciosamente.

Documento assinado digitalmente



THAYS KUCHENBECKER

Data: 21/07/2024 12:23:03-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Thays Kuchenbecker
Mestranda em Saúde Coletiva
Universidade Estadual de Londrina

Ao Senhor
Gentil Franco de Almeida Neto
Diretor Presidente
Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização de Londrina

ANEXOS

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: EFETIVIDADE DOS RADARES FIXOS DE VELOCIDADE PARA REDUÇÃO DO NÚMERO E GRAVIDADE DE ACIDENTES DE TRÂNSITO: UM ESTUDO TRANSVERSAL ANTES E DEPOIS

Pesquisador: EDMARLON GIOTTO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 82382624.4.0000.5231

Instituição Proponente: CCS - Departamento de Ciências Farmacêuticas

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.052.017

Apresentação do Projeto:

Introdução: Acidentes de trânsito são uma preocupação global de saúde pública, causando lesões e mortes anualmente. No Brasil, a urbanização desordenada e o aumento da frota de veículos intensificam esse problema. Em 2019, os acidentes de trânsito foram a principal causa de morte entre jovens de 5 a 29 anos. O Brasil registrou cerca de 392 mil mortes no trânsito entre 2010 e 2019. Em resposta, a ONU proclamou a "1ª Década de Ação pela Segurança no Trânsito" (2011-2020), seguida pela "2ª Década" (2021-2030), enfatizando o gerenciamento da velocidade para reduzir acidentes. Justificativa: Revisões sistemáticas indicam a eficácia dos radares de velocidade na redução de acidentes em países de alto rendimento. No entanto, há uma lacuna significativa na literatura sobre a eficácia desses radares em países de baixa e média renda, como o Brasil. Este estudo visa preencher essa lacuna e fornecer evidências robustas para políticas de segurança no trânsito adaptadas ao contexto local. Objetivo: Analisar o impacto da fiscalização eletrônica por radares na redução de lesões e mortes no trânsito em Londrina-PR. Os objetivos específicos incluem

investigar as taxas de acidentes antes e depois da implementação dos radares, analisar a gravidade das lesões em áreas próximas aos radares e comparar a eficácia da fiscalização em diferentes áreas da cidade.

Métodos: A pesquisa utilizará métodos quantitativos e espaciais, coletando dados

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR **Município:** LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 7.052.017

do Sistema de Registro de Ocorrências e Estatísticas do Corpo de Bombeiros (SYSBM) e da Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização (CMTU). Será realizada análise espacial utilizando o software Quantum GIS (QGIS) para mapear acidentes e radares, criando zonas de influência de 200 e 500 metros. Análises estatísticas descritivas e comparativas serão realizadas para identificar mudanças nos padrões de acidentes. Aspectos éticos: A pesquisa será submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina, seguindo a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar o impacto da fiscalização eletrônica por meio de radares de velocidade na redução da gravidade das lesões e óbitos no trânsito do município de Londrina-PR.

Objetivo Secundário:

a. Investigar as taxas de acidentes, lesões e óbitos antes e depois da implementação da fiscalização eletrônica, identificando variações significativas nas estatísticas; b. Analisar se houve redução na gravidade das lesões em até 200 e 500 metros da instalação dos radares de velocidade; c. Comparar a eficácia da fiscalização eletrônica em diferentes áreas de Londrina, identificando quais localidades apresentaram maior redução nas lesões e óbitos em função da presença dos radares.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Destaca-se, ainda, que quanto aos riscos do desenvolvimento desta pesquisa, entende-se que estes serão mínimos, e envolverá o acesso os nomes dos envolvidos nos acidentes de trânsito com vítimas. No entanto, os pesquisadores garantem que manterão sigilo total das informações, não expondo qualquer informação que identifique os envolvidos publicamente ou em produções científicas.

Benefícios:

Ao conduzir um estudo no Brasil é possível validar se as conclusões sobre a eficácia dos radares obtidos em países de alta renda são aplicáveis em países de média e baixa renda. Isso poderá ajudar a garantir que as políticas de segurança no trânsito estejam baseadas em evidências robustas e generalizáveis. Além disso, os dados obtidos podem orientar a formulação de políticas públicas mais eficazes, ajustando as estratégias de gerenciamento da

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep268@uel.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 7.052.017

velocidade às realidades locais, bem como é possível incluir a identificação de áreas de risco e a implementação de intervenção direcionada

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa interessante e bem fundamentada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta:

- Folha de rosto assinada adequadamente;
- Termos de Sigilo, assinados pela mestranda e pelo Docente responsável;
- Projeto de Pesquisa;
- Declaração de concordância da CMTU-Londrina;
- Orçamento de R\$1500,00, para custeio de transporte, financiamento próprio;
- Cronograma com início de coleta de dados para 01/10/2024;
- Dispensa de TCLE;

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Toda a documentação está de acordo com as resoluções e o projeto deve ser aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado(a) Pesquisador(a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade apresenta-Lo aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Ressaltamos, para início da pesquisa, as seguintes atribuições do pesquisador, conforme Resolução CNS 466/2012 e 510/2016:

A responsabilidade do pesquisador é indelegável e indeclinável e compreende os aspectos éticos e legais, cabendo-lhe:

- conduzir o processo de Consentimento e de Assentimento Livre e Esclarecido;
- apresentar dados solicitados pelo sistema CEP/CONEP a qualquer momento;
- desenvolver o projeto conforme delineado, justificando, quando ocorridas, a sua mudança ou interrupção;
- elaborar e apresentar os relatórios parciais e final;
- manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa;

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 7.052.017

- encaminhar os resultados da pesquisa para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores e pessoal técnico integrante do projeto;
- justificar fundamentadamente, perante o sistema CEP/CONEP, interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Coordenação CEP/UEL.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2401144.pdf	16/08/2024 10:35:39		Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto_assinado.pdf	16/08/2024 10:35:17	EDMARLON GIOTTO	Aceito
Outros	TermoSigiloThays.pdf	15/08/2024 13:47:39	THAYS KUCHENBECKER	Aceito
Outros	TermoSigiloEdmarlon_assinado.pdf	15/08/2024 09:44:55	EDMARLON GIOTTO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Pesquisa_Acidentes_Transito.pdf	15/08/2024 09:23:32	EDMARLON GIOTTO	Aceito
Declaração de concordância	TermodeConsentimentoCMTU.pdf	14/08/2024 23:17:08	THAYS KUCHENBECKER	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 03 de Setembro de 2024

Assinado por:

**Adriana Lourenço Soares Russo
(Coordenador(a))**

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

Telefone: (43)3371-5455

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br

ANEXO B – Termo de Consentimento da CMTU**DESPACHO ADMINISTRATIVO Nº 10935 /2024****Termo de Consentimento**

Documento: 13421372

Requerentes: Thays Kuchenbcker

Assunto: Termo de Consentimento

Prezados Senhores,

Informamos que somos favoráveis a realização da pesquisa “Efetividade dos radares fixos de velocidade para redução do número e gravidade de acidentes de trânsito: um estudo transversal antes e depois” coordenada pelo professor Dr. Edmarlon Girotto, da Universidade Estadual de Londrina e Thays Kuchenbecker, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva.

Considerando que o objetivo da pesquisa é investigar o impacto dos radares fixos de velocidade na redução de acidentes de trânsito, analisando dados antes e depois da implementação desses dispositivos. Concordamos que a CMTU-LD será colaboradora na disponibilização dos dados pertinentes ao estudo, conforme necessário para a condução da pesquisa.

O presente trabalho deve seguir a Resolução 466/2012 do CNS e complementares, bem como a Lei Federal nº13.709/ 2018 na qual instituiu a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais.

Lembramos que esta pesquisa tem fins científicos e as informações deverão ser utilizadas única e exclusivamente para o

desenvolvimento e conclusão deste estudo e ao final da referida pesquisa, solicitamos que os resultados obtidos sejam encaminhados aos cuidados da Gerência Administrativa de Trânsito da CMTU-LD.

Atenciosamente,

Petronílio Gomes de Carvalho Filho
Diretor de Trânsito

Londrina, 05 de agosto de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Petronílio Gomes Carvalho Filho, Diretor(a) de Trânsito**, em 05/08/2024, às 16:27, conforme horário oficial de Brasília, conforme a Medida Provisória nº 2.200-2 de 24/08/2001 e o Decreto Municipal nº 1.525 de 15/12/2017.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.londrina.pr.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **13512275** e o código CRC **8B2CB362**.

Referência: Processo nº 62.008090/2024-38

SEI nº 13512275