



CORRELAÇÃO ENTRE FATORES DE RISCO PARA A OCORRÊNCIA E FATALIDADE DAS VÍTIMAS DE TRÂNSITO NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Fernando da Costa Pfitscher

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Engenharia
de Transportes, COPPE, da Universidade
Federal do Rio de Janeiro, como parte dos
requisitos necessários à obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Transportes.

Orientadores: Glaydston Mattos Ribeiro

Marina Leite de Barros Baltar

Rio de Janeiro

Março de 2025

CORRELAÇÃO ENTRE FATORES DE RISCO PARA A OCORRÊNCIA E
FATALIDADE DAS VÍTIMAS DE TRÂNSITO NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Fernando da Costa Pfitscher

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Orientadores: Prof. Glaydston Mattos Ribeiro

Profa. Marina Leite de Barros Baltar

Aprovada por: Prof. Glaydston Mattos Ribeiro

Profa. Sandra Oda

Prof. Orivalde Soares da Silva Júnior

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

MARÇO DE 2025

Pfitscher, Fernando da Costa

Correlação entre fatores de risco para a ocorrência e fatalidade das vítimas de trânsito na Cidade do Rio de Janeiro / Fernando da Costa Pfitscher. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2025.

XIII, 98 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Glaydston Mattos Ribeiro

Marina Leite de Barros Baltar

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes, 2025.

Referências Bibliográficas: p. 87-94.

1. Modelo de correlação. 2. Fator de risco. 3. Segurança viária. I. Ribeiro, Glaydston Mattos *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Impossível não dedicar esta dissertação à minha família, que me acompanha e incentiva meu desenvolvimento pessoal ao longo de toda a minha vida. Aos que ainda estão aqui e aos que já infelizmente já partiram, meu muito obrigado! Um agradecimento mais que especial ao meu pai, Paulo Pfitscher, e à minha mãe, Rosemarie Pfitscher, por tudo o que vocês me proporcionaram para chegar até aqui. Mesmo estando longe há três anos (e isso ainda me dói), sinto vocês comigo diariamente. Amo muito vocês!

Agradeço aos meus orientadores, professor Glaydston Ribeiro e professora Marina Baltar, além da professora Laura Bahiense, que me coorientou na fase de projeto de pesquisa, pelos ensinamentos em nossas aulas e conversas. Vocês foram fundamentais para dar um norte a esse guri recém graduado que tinha o objetivo de aprofundar os conhecimentos na área de engenharia de transportes.

Meu muito obrigado à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, minha *alma mater*, por ter proporcionado a minha formação em engenharia civil e que se manteve de portas abertas para eu cursar a pós-graduação. Porém, é à Universidade Federal do Rio de Janeiro que devo agradecer pela oportunidade de buscar o título de mestre.

Nesses últimos anos de estudo, conheci virtualmente pessoas incríveis de todo o Brasil que dividi as alegrias e angústias durante as aulas e a pesquisa, mas dedico um agradecimento aos meus amigos da “Diretoria PET”: Rasiele Rasia, Mauro Ferreira, Cristiene Ribeiro, Anderson Reis e Thales Mesentier. Não menos importante, um muito obrigado à Marcela Stein, que foi minha vizinha em Porto Alegre por muitos anos e só fui conhecer nas aulas virtuais, mas que depois virou uma grande amiga no Rio.

Por falar em Rio, agradeço enormemente à Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro pela oportunidade de trabalhar em prol da segurança viária dos cariocas e claro, por ter autorizado o uso dos dados da pesquisa observacional que coordenei junto com meus colegas. Obrigado a todas as pessoas que divido (ou já dividi) meus dias no trabalho, especialmente ao Eloir Faria, que apostou na “importação” desse gaúcho para resolver problemas de uma cidade que mal conhecia. Ao Rio de Janeiro, muito obrigado por esses três anos de acolhimento, no jeitinho carioca de ser.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

CORRELAÇÃO ENTRE FATORES DE RISCO PARA A OCORRÊNCIA E FATALIDADE DAS VÍTIMAS DE TRÂNSITO NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

Fernando da Costa Pfitscher

Março/2025

Orientadores: Glaydston Mattos Ribeiro

Marina Leite de Barros Baltar

Programa: Engenharia de Transportes

O alto número de mortes e lesões graves no trânsito pode ser considerado uma epidemia global silenciosa, pois ainda é compreendido por parte da sociedade como uma consequência inerente ao tráfego rodoviário. São diversos os fatores de risco que podem potencializar a ocorrência ou a severidade dos sinistros nas vias, atuando isoladamente ou em conjunto. Diagnósticos de segurança viária baseados em fatos e evidências são fundamentais para a melhoria das políticas públicas para reduzir as vítimas de trânsito. Com o objetivo de auxiliar nesses diagnósticos e como a base de dados oficial sobre essas vítimas não é disponibilizada de maneira detalhada ao público, o presente trabalho investiga a relação de sete indicadores, coletados em pesquisas de campo e em banco de dados públicos, com a ocorrência e a fatalidade das vítimas de trânsito na Cidade do Rio de Janeiro. São desenvolvidos oito modelos de regressão linear para cada abordagem e é escolhido aquele com melhores parâmetros estatísticos. Os resultados são considerados satisfatórios, uma vez que uma quantidade restrita, dentre múltiplos fatores de risco existentes para a segurança viária, foi utilizada.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

CORRELATION BETWEEN RISK FACTORS FOR THE OCCURRENCE AND
FATALITY OF TRAFFIC VICTIMS IN THE CITY OF RIO DE JANEIRO

Fernando da Costa Pfitscher

March/2025

Advisors: Glaydston Mattos Ribeiro

Marina Leite de Barros Baltar

Department: Transportation Engineering

The high number of deaths and serious injuries in traffic crashes can be considered a silent global epidemic, as it is still understood by part of society as an inherent consequence of road traffic. There are several risk factors that can increase the occurrence or severity of crashes on the roads, acting alone or in combination. Road safety diagnoses based on facts and evidence are essential for improving public policies to reduce victims. With the aim of assisting in these diagnoses and since the official database on these victims is not made available in detail to the public, this work investigates the relationship between seven indicators, collected in field research and in public databases, and the occurrence and fatality of traffic victims in the City of Rio de Janeiro. Eight linear regression models are developed for each approach and the one with the best statistical parameters is chosen. The results are considered satisfactory, since a limited number of existing risk factors for road safety were used.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos.....	4
1.2. Justificativa	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1. Década de Ação Global pela Segurança no Trânsito.....	6
2.2. A segurança viária no Brasil	11
2.3. Plano de Segurança Viária da Cidade do Rio de Janeiro.....	16
2.4. Fatores de risco para a ocorrência e fatalidade dos sinistros de trânsito	19
2.5. Estudo de correlação entre sinistros de trânsito e fatores de risco.....	27
3. METODOLOGIA	31
3.1. Estudo de fatores de risco para a segurança viária	32
3.2. Levantamento do histórico de sinistros	34
3.3. Presença de Fiscalização Eletrônica	35
3.4. Levantamento de informações demográficas complementares	36
3.5. Ferramentas estatísticas para a construção dos modelos	36
4. ESTUDO DE CASO.....	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
5.1. Amostra observada	49
5.2. Uso de equipamentos de segurança	53
5.3. Uso de itens de distração	60
5.4. Histórico de lesões e mortes	62
5.5. Densidade de pontos de Fiscalização Eletrônica	66
5.6. Histórico de criminalidade.....	67
5.7. Incidência de analfabetismo da população	69
5.8. Ocorrência das vítimas de trânsito.....	71
5.9. Fatalidade das vítimas de trânsito e os itens de segurança	76
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Histórico das vítimas de homicídios na Cidade do Rio de Janeiro entre 2014 e 2023.	2
Figura 2.1 - Comparação da taxa de mortalidade no trânsito conforme a renda e a região do globo em 2021.	7
Figura 2.2 - Quantidade de mortes por sinistros de transporte terrestre entre 2011 e 2023.	11
Figura 2.3 - Taxa de mortalidade no trânsito conforme a Unidade da Federação em 2022.	12
Figura 2.4 - Taxa de mortalidade no trânsito conforme o modo de transporte em 2022.13	
Figura 2.6 - Publicação do Plano de Segurança Viária da Cidade do Rio de Janeiro. ...	16
Figura 2.7 - Distribuição espacial dos sinistros na Cidade do Rio de Janeiro em 2023. 18	
Figura 2.8 - Probabilidade de morte para um pedestre em um atropelamento.	22
Figura 2.9 - Quantidade de fatores de risco cruciais para a OMS enfrentados por lei em cada país em 2022.....	24
Figura 3.1 – Etapas metodológicas do presente trabalho.	31
Figura 3.2 - Ordem de observação dos veículos.....	33
Figura 4.1 - Subprefeituras e CISPs da Cidade do Rio de Janeiro.	39
Figura 4.2 - Pontos de observação escolhidos para a pesquisa observacional.	41
Figura 4.3 - Equipe realizando a pesquisa no Ponto de Observação 21.	44
Figura 4.4 - Banco de dados dos crimes registrados no estado do Rio de Janeiro.	45
Figura 4.5 - CISPs onde ao menos um Ponto de Observação foi alocado.	46
Figura 4.6 - Logradouros e CISPs da Cidade do Rio de Janeiro.	47
Figura 4.7 – Pontos de fiscalização eletrônica na Cidade do Rio de Janeiro.	48
Figura 5.1 - Distribuição do sexo dos condutores observados por tipo de veículo.	50
Figura 5.2 - Distribuição do número de ocupantes por tipo de veículo.	50
Figura 5.3 - Não uso do cinto de segurança ao longo do município.	53
Figura 5.4 - Taxa de uso do cinto de segurança por Ponto de Observação.	54
Figura 5.5 - Não uso do capacete ao longo do município.	56
Figura 5.6 - Taxa de uso do capacete por Ponto de Observação.	57
Figura 5.7 - Taxa de uso de equipamentos de segurança infantil.....	59
Figura 5.8 - Distração utilizada pelos condutores conforme o tipo de veículo.	60
Figura 5.9 - Taxa de distração dos condutores por Ponto de Observação.....	61

Figura 5.10 - Condutores distraídos ao longo do município.	62
Figura 5.11 - Vítimas de trânsito anuais a cada 100km de via ao longo do município..	65
Figura 5.12 - Fatalidade das vítimas de trânsito ao longo do município.....	65
Figura 5.13 – Densidade de Fiscalização Eletrônica ao longo do município.....	67
Figura 5.14 – Taxa anual de crimes violentos per capita ao longo do município.	69
Figura 5.15 – Taxa de analfabetismo da população acima de quinze anos ao longo do município.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Diferenças entre a abordagem tradicional e de Sistemas Seguros.	10
Tabela 2.2 - Fatores de risco para a ocorrência e fatalidade das vítimas de sinistros conforme a literatura.....	25
Tabela 4.1- Amostras mínimas do estudo de caso.....	40
Tabela 4.2 - Endereços dos Pontos de Observação.	42
Tabela 4.3 - Cronograma do estudo observacional.	43
Tabela 5.1 - Quantidade de passageiros de automóveis e utilitários coletados por Ponto de Observação.....	51
Tabela 5.2 - Quantidade de passageiros de motocicletas por Ponto de Observação.	52
Tabela 5.3 - Taxa de uso do cinto de segurança conforme o ocupante por Ponto de Observação.	55
Tabela 5.4 - Taxa de uso do capacete conforme o ocupante por Ponto de Observação.	58
Tabela 5.5 - Histórico de vítimas entre 2020 e 2024 na CISP correspondente a cada Ponto de Observação.....	63
Tabela 5.6 - Taxas de vítimas pela extensão da malha viária e fatalidade por Ponto de Observação.	64
Tabela 5.7 – Densidade de Fiscalização Eletrônica por Ponto de Observação.	66
Tabela 5.8 - Taxa crimes violentos per capita na CISP correspondente a cada Ponto de Observação.	68
Tabela 5.9 - Taxa de analfabetismo por CISP correspondente a cada Ponto de Observação.	70
Tabela 5.10 - Combinação de variáveis usadas nos modelos de ocorrência das vítimas de trânsito.	72
Tabela 5.11 - Variáveis utilizadas nos modelos de correlação para a ocorrência das vítimas de trânsito.....	73
Tabela 5.12 - Análise de correlação entre as variáveis de ocorrência das vítimas de trânsito.	74
Tabela 5.13 – Parâmetros estatísticos dos modelos com uma variável para ocorrência das vítimas.	74
Tabela 5.14 – Parâmetros estatísticos dos modelos combinatórios para ocorrência das vítimas.	75

Tabela 5.15 - Variáveis utilizadas nos modelos de correlação para a fatalidade das vítimas de trânsito.	77
Tabela 5.16 - Combinação de variáveis usadas nos modelos de fatalidade das vítimas de trânsito.	78
Tabela 5.17 - Análise de correlação entre as variáveis de fatalidade das vítimas de trânsito.	79
Tabela 5.18 – Parâmetros estatísticos dos modelos com uma variável para fatalidade das vítimas.	79
Tabela 5.19 – Parâmetros estatísticos dos modelos combinatórios para fatalidade das vítimas.	80

LISTA DE SIGLAS

CET-Rio - Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro
CISP - Circunscrição Integrada de Segurança Pública
CPSV - Comissão Permanente de Segurança Viária
CTB - Código de Trânsito Brasileiro
FE - Fiscalização Eletrônica
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
ISP - Instituto de Segurança Pública do Rio de Janeiro
OMS - Organização Mundial da Saúde
ONU - Organização das Nações Unidas
PNATRANS - Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito
PO - Ponto de Observação
PSV-Rio - Plano de Segurança Viária da Cidade do Rio de Janeiro
SEPOL - Secretaria Estadual de Polícia Civil
SMS - Secretaria Municipal de Saúde
SMTR - Secretaria Municipal de Transportes
SNT - Sistema Nacional de Trânsito

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE 1 - Autorização da CET-Rio para uso dos dados da pesquisa	95
---	-----------

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - Ficha de observação de automóveis e utilitários	97
ANEXO 2 - Ficha de observação de motocicletas	98

1. INTRODUÇÃO

Mais do que uma questão de impacto no sistema de transportes e nos deslocamentos diários da população, as mortes e lesões graves nas vias são um grande problema de saúde pública que preocupam os governos e a sociedade civil. Elas representam altos custos de tratamento e reabilitação, danos materiais públicos e privados e, principalmente, perdas humanas e de produção (Kwon; Rhee; Yoon, 2015; Malta; Ferreira; Prates, 2022; Wegman, 2017). Segundo dados Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 1,19 milhão de pessoas morreram decorrente dessas ocorrências no mundo todo em 2021. A violência no trânsito é tamanha que foi a 12ª maior causa de morte mundial, sendo a principal para a faixa etária de 5 a 29 anos em 2021 (OMS, 2023).

Por muito tempo, as ocorrências de trânsito foram oficialmente chamadas de “acidentes”, porém, em sua definição, esse termo indica um evento fortuito e que não pode ser previsto. Consequentemente, isso significa que acidentes também não podem ser prevenidos, pois não é possível estudar cientificamente algo inesperado (Shinar, 2007). Em oposição ao significado que a palavra “acidente” carrega, em 2020 a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou a NBR 10697, substituindo-o pelo termo “sinistro de trânsito” e definindo-o da seguinte maneira:

“Todo evento que resulte em dano ao veículo ou à sua carga e/ou lesões a pessoas e/ou animais, e que possa trazer dano material ou prejuízos ao trânsito, à via ou ao meio ambiente, em que pelo menos uma das partes está em movimento nas vias terrestres ou em áreas abertas ao público” (ABNT, 2020).

Ao se persistir na ideia de que um “acidente” de trânsito é inevitável, a sociedade, a mídia e os próprios governantes não compreendem a situação alarmante dessa “epidemia silenciosa” e tendem, em geral, a não ter a mesma preocupação que possuem no combate a doenças e assassinatos. No Rio de Janeiro, segunda maior cidade do Brasil, as mortes no trânsito representam uma parcela significativa dos crimes registrados como homicídio nas delegacias da Secretaria Estadual de Polícia Civil (SEPOL) (ISP, 2024). A Figura 1.1 indica que, enquanto houve uma queda de quase 50% de vítimas assassinadas (homicídios dolosos) entre 2017 e 2021, o número de vítimas de sinistros fatais (homicídios culposos

de trânsito) se mantém estável desde 2017. Em 2021, a diferença entre os dois crimes foi de apenas 207 casos, fazendo com que os homicídios culposos de trânsito representassem cerca de 42% dos homicídios na Cidade do Rio de Janeiro.

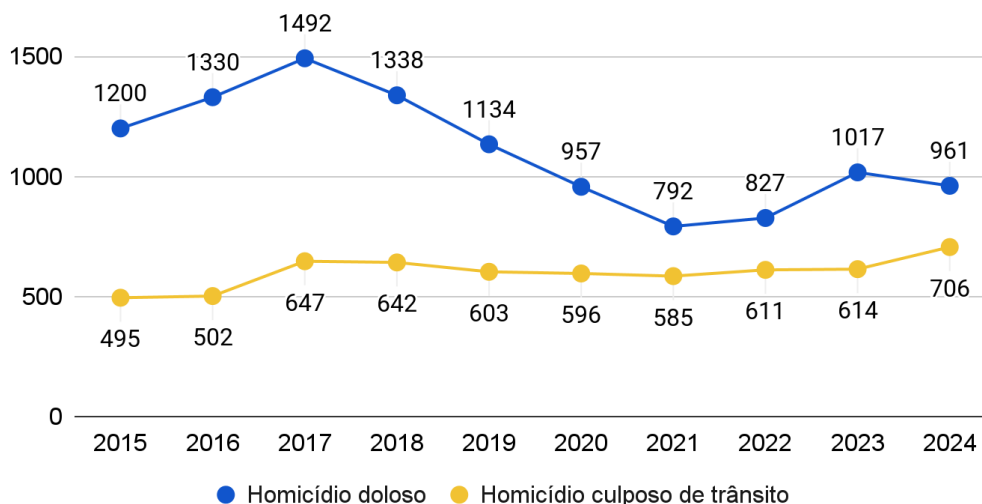


Figura 1.1 - Histórico das vítimas de homicídios na Cidade do Rio de Janeiro entre 2014 e 2023.
Fonte: Instituto de Segurança Pública (2024).

Esses dados indicam uma “epidemia silenciosa”, uma vez que os governantes, a mídia e a sociedade como um todo tendem a demonstrar preocupação somente com a segurança pública e criminalidade, havendo pouco espaço para discutir a segurança viária. Desastres aéreos como a queda de um avião com 62 pessoas na cidade de Vinhedo (SP) em agosto de 2024 chocaram o país e repercutiram nos noticiários por semanas, gerando grande indignação da população e minuciosas investigações (G1, 2024). Enquanto isso, dados mais recentes do Ministério da Saúde informam que o Brasil registrou 34.881 mortes por transportes terrestres em 2023 (Ministério da Saúde, 2025), sendo o equivalente à queda de 562 pequenas aeronaves por ano, cerca de 1,5 por dia.

O trânsito, seja ele por terra, ar ou água, é um sistema composto pela interação constante entre o ser humano, o veículo e o ambiente, sendo os sinistros a consequência de uma ou mais falhas nesse tripé. Entender as causas de cada acontecimento não é trivial, pois os fatores de risco são muitos e não só estão presentes em maior ou menor grau, mas também sofrem modificações a partir de novas políticas públicas de transporte (De Almeida *et al.*, 2013; Silva; Cunto; Gomes, 2020). Cabe a cada governo identificar que fatores são esses para os seus contextos locais e buscar soluções efetivas para aqueles que podem ser controlados (Shen *et al.*, 2020).

Mannering, Shankar e Bhat (2016) alegam que o maior desafio do poder público para reverter o cenário das mortes no trânsito é qualificar a segurança dos veículos e das vias, além de atentar para melhores políticas e legislações. Entretanto, o elemento que geralmente foge do controle das autoridades é o comportamento humano, pois pode apresentar variações ao longo do tempo e conforme os distintos contextos locais mesmo dentro de um município (Silva; Cunto; Gomes, 2020). Mudanças de hábito podem levar anos até serem alcançadas, porém os governos devem perseguir constantemente a adoção de comportamentos mais seguros entre todos os usuários das vias.

Apesar da diversidade de causas para a ocorrência e severidade dos sinistros de trânsito, que podem variar entre leves e fatais, é de conhecimento geral que exceder a velocidade, ingerir álcool, manusear o celular e não usar equipamentos de proteção são os principais e mais recorrentes fatores de risco (Torres *et al.*, 2018). Entretanto, a carência de dados detalhados sobre as causas de cada evento, de maior ou menor gravidade, leva muitos órgãos responsáveis pela segurança viária a planejar ações sem ter exatidão sobre como e onde devem atuar prioritariamente.

Mesmo com informações insuficientes e falhas nos bancos de dados, é possível construir modelos estatísticos de cenários heterogêneos em uma região de estudo e assim possibilitar uma análise mais precisa na influência de certos fatores de risco (Mannering; Shankar; Bhat, 2016). Modelos mais sofisticados para análise desses dados podem ser de difícil aplicação no Brasil, pois é um país de realidades socioeconômicas distintas e com políticas nacionais de padronização das estatísticas de trânsito muito voltada a rodovias.

Isso pode ser notado na quantidade de infrações lavradas em operações de fiscalização ao consumo de álcool pelos condutores e inseridas no Registro Nacional de Infrações de Trânsito (RENAINF). Dentre os órgãos de trânsito a nível federal, estadual e municipal, somente a Polícia Rodoviária Federal foi responsável pelo registro de aproximadamente 33% das infrações por descumprimento da Lei Seca (SENATRAN, 2023). Portanto, em um cenário de pouco detalhamento dos dados disponibilizados ao público acerca das vítimas de trânsito, se faz necessário buscar fontes de informações complementares que colaborem com a explicação da incidência de vítimas lesionadas e mortas no trânsito.

1.1. Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo geral investigar a existência de correlação entre fatores de ocorrência e de fatalidade das vítimas de trânsito e o histórico de lesões e mortes nas vias da Cidade do Rio de Janeiro, para assim construir modelos matemáticos que possam prever a quantidade de vítimas em diferentes regiões do município de acordo com frequências desses fatores. Para essa finalidade, considera-se ainda os seguintes objetivos específicos:

- Definir os fatores riscos dos sinistros de trânsito que serão utilizados como variáveis de entrada dos modelos;
- Estudar o cenário do uso de equipamentos de proteção individual e de distrações na condução em automóveis e motocicletas na área de estudo;
- Fazer o levantamento do histórico de lesões e mortes na área de estudo avaliando a distribuição geográfica dos pontos de coleta de dados; e
- Fazer o levantamento de informações complementares que podem se associar a fatores de risco, como fiscalização eletrônica, violência urbana e analfabetismo.

1.2. Justificativa

Além de ser o segundo município mais populoso do Brasil, o Rio de Janeiro é o seu principal destino turístico, tornando-se uma importante imagem brasileira no exterior. Apesar de suas belezas naturais, a violência urbana, originada especialmente por conta de disputas pelo tráfico de drogas, não só vira manchete com certa frequência, mas também influencia o comportamento dos condutores na cidade (Rio de Janeiro 2023b).

Para atingir as metas globais e nacionais de redução da mortalidade nas vias (Ministério dos Transportes, 2023; ONU, 2020), é preciso primeiramente identificar as causas dos sinistros de trânsito e os fatores que influenciam a sua ocorrência e o grau de severidade. Somente a partir de um bom diagnóstico que as políticas públicas em prol da segurança viária se tornarão mais eficientes. Segundo Welle *et al.* (2019), é preciso que os órgãos competentes identifiquem a efetividade de seus programas se baseando em dados e evidências para assim diminuir as chances de ocorrer sinistros de trânsito e os impactos às vítimas.

Na Cidade do Rio de Janeiro, o Corpo de Bombeiros Militares do Estado do Rio de Janeiro (CBMERJ) é responsável por realizar o atendimento de sinistros de trânsito e encaminhar as vítimas aos hospitais de emergência. Juntamente com fato de que os registros de ocorrência são realizados nas delegacias da SEPOL e os órgãos municipais têm atuação restrita no apoio ao socorro, a base de dados completa com a descrição de todos os eventos de trânsito é de propriedade estadual.

Essa dificuldade, entretanto, não pode ser justificativa para impossibilitar análises avançadas sobre as possíveis causalidades dos sinistros de trânsito. É preciso buscar fontes de informação secundárias e utilizá-las para estimar o impacto na ocorrência e fatalidade de vítimas. Ciente disso, as autoridades municipais estabeleceram a meta de realizar estudos de campo para identificar fatores de risco no trânsito e construir uma série histórica com o objetivo de orientar ações e acompanhar a efetividade delas (Rio de Janeiro, 2023b).

Posto isso, o presente trabalho acompanhou todas as etapas do estudo sobre o uso do cinto de segurança, capacete e distrações na condução de automóveis e motocicletas no Rio de Janeiro em 2024, realizado pela Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro (CET-Rio), desde o planejamento estatístico e operacional até a tabulação dos resultados. Como desdobramento, as informações coletadas foram utilizadas para construir modelos estatísticos que procuram explicar e até prever as taxas de vítimas por quilômetro e de fatalidade ao longo do território. Uma vez que a CET-Rio possui histórico muito recente de análises dessa natureza (SMS-RIO, 2024) e o órgão vem mudando a abordagem no tema de segurança viária, a ferramenta é de grande valor para a formulação de suas políticas públicas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção é abordado o histórico das políticas internacionais e nacionais para o combate às mortes e lesões graves nas vias, descrevendo o panorama da segurança viária no Brasil. Destaca-se o Plano de Segurança Viária da Cidade do Rio de Janeiro e os avanços do município para unir diferentes órgãos ligados ao tema e qualificar as bases de dados disponíveis.

Na sequência são levantados na literatura diferentes fatores de risco associados ao ser humano, às vias e aos veículos que podem influenciar tanto a ocorrência quanto a severidade dos sinistros de trânsito, podendo ser leves, médios, graves e, no pior dos casos, fatais. Por fim, são investigados trabalhos que propuseram modelos matemáticos para correlacionar combinações desses fatores com o histórico de eventos nas vias.

2.1. Década de Ação Global pela Segurança no Trânsito

Para reverter o preocupante cenário de mortes no trânsito, foi aprovada em 2 março de 2010 pela 64ª Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) a Resolução 64/255, na qual foi proclamado o período de 2011 a 2020 como a Primeira Década de Ação Global pela Segurança no Trânsito (ONU, 2010). O documento designou à OMS a tarefa de elaborar um plano de ação para guiar os países membros no objetivo de estabilizar e reduzir as mortes no trânsito. Além disso, se atentou para uma ação multisetorial para fortalecer as políticas acerca de fatores de risco para a segurança viária, como o uso de cinto de segurança, capacete e dispositivo de retenção infantil.

Comparar os índices internacionais de segurança viária ao redor é uma tarefa complexa e não está isenta de falhas, visto que as metodologias de coleta e tratamento de informações para se obter bancos de dados confiáveis e completos ainda é uma barreira a ser superada em muitos países (Shen *et al.*, 2020, Wegman, 2017). Usualmente são calculadas taxas de morte no trânsito a cada 100.000 habitantes, 10.000 veículos ou quilômetros percorridos, sendo a primeira mais utilizada por estimar a fatalidade das vítimas com um denominador mais homogêneo entre os países, uma vez que diferenças econômicas influenciam na quantidade de veículos registrados e de viagens realizadas (Shinar, 2007).

Ao final do período que marcou a Primeira Década de Ação Global pela Segurança no Trânsito, o número absoluto de mortes no trânsito reduziu em 5%, enquanto a população mundial cresceu cerca de 14%. Isso fez com que a taxa de mortalidade para cada 100.000 habitantes caísse de 18 em 2010 para 15 em 2021, representando a redução de apenas 16%. Os índices alcançados apresentaram variações significativas conforme a renda do país e a região do globo onde se localiza (OMS, 2023). Wegman (2017) chama atenção para os distintos pontos de partida entre países de alta e média a baixa renda, visto que os últimos carecem de liderança política, financiamento e expertise para perseguir as metas globais de segurança viária.

Segundo dados do Relatório Mundial sobre a Situação da Segurança Viária de 2021, a taxa de mortalidade em países de alta renda é metade da taxa dos países de baixa renda (8 e 16 mortes por 100.000 habitantes, respectivamente), como mostra as colunas “Mundo” na Figura 2.1. É possível observar significativas diferenças entre o desempenho dos países de rendas distintas dentro de cada região global e entre regiões. No caso das Américas, se nota uma variação de 1% na taxa de mortalidade entre os países de renda alta, como Estados Unidos e Canadá, e de média-alta, como Brasil e Colômbia (OMS, 2023).

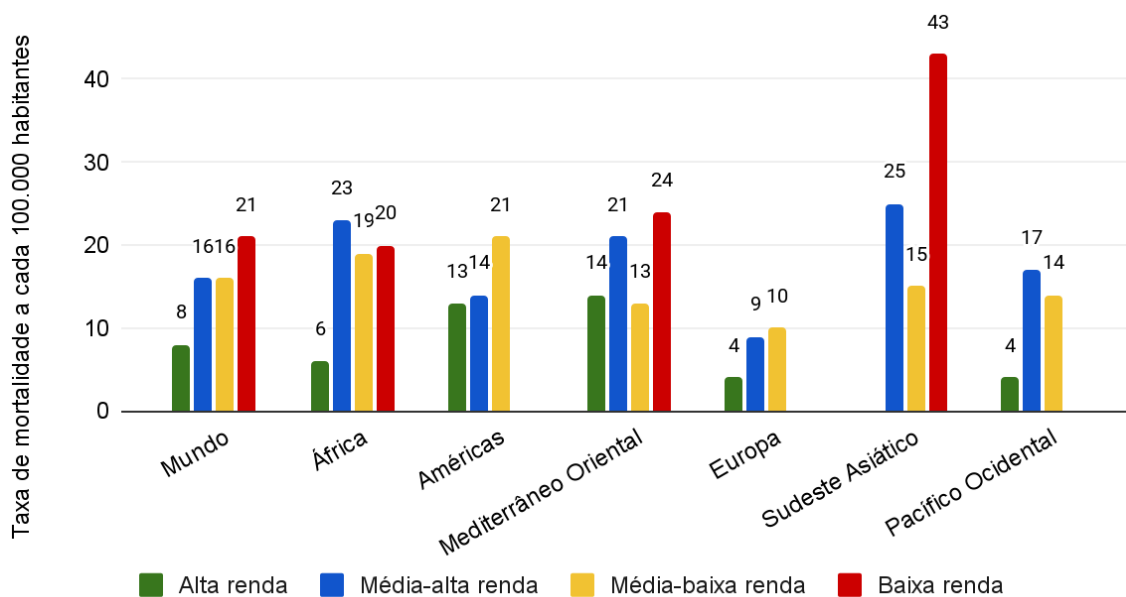


Figura 2.1 - Comparação da taxa de mortalidade no trânsito conforme a renda e a região do globo em 2021.

Fonte: Organização Mundial da Saúde (2023)

Conhecer apenas os números absolutos de um país, entretanto, não é o suficiente para se desenvolver políticas públicas baseadas em fatos e evidências em escala municipal. A efetividade das ações tomadas pelos órgãos responsáveis por planejar e gerir o sistema de trânsito depende de um bom entendimento de cada sinistro, desde as suas causas até o seu desfecho (De Almeida *et al.*, 2013; Malta *et al.*, 2022). Somente com a qualificação e o cruzamento das bases de dados de diferentes naturezas é possível obter uma visão holística da segurança viária e direcionar ações aos locais mais críticos.

Uma base de dados integrada entre diversos órgãos municipais, estaduais e federais contém informações valiosas para a reconstituição dos eventos de trânsito. Mesmo assim, Mannering, Shankar e Bhat (2016) explicam que sempre existirão lacunas por conta do grande número de elementos que influenciam as condições humanas, veiculares e ambientais na ocorrência e severidade dos sinistros. Isso porque cada órgão usualmente focaliza seus registros nos dados essenciais para a sua finalidade, seja de trânsito, saúde ou policial. O processo de analisar o histórico de sinistros e buscar soluções para onde se registrou mais fatalidades é um primeiro passo para um governo que esteja estruturando seu programa de segurança viária. Porém, tão importante quanto isso é sistematizar a visão proativa dentro do poder público e assim atuar em potenciais pontos críticos antes que sinistros graves ocorram.

Dando continuidade à política global de combate às mortes e lesões graves nas vias, foi declarada a Segunda Década de Ação pela Segurança no Trânsito a partir da Resolução 74/299 da Assembleia Geral da ONU, que compreende o período de 2021 a 2030 (ONU, 2020). O documento faz referência não somente à Resolução 64/255, mas também à Resolução 74/1, que estabelece a Agenda 2030, um plano de ação que tem o objetivo de erradicar a pobreza, proteger o meio ambiente e garantir paz e liberdade para todos os seres humanos. Para atingir essas metas, foram estabelecidos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dos quais três têm relação direta com a melhoria da segurança viária (ONU, 2015), são eles:

- Objetivo 3 - Saúde e Bem-Estar: Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todas e todos, em todas as idades.
 - Meta 3.6: Até 2020, reduzir pela metade as mortes e os ferimentos globais por acidentes em estradas.

- Objetivo 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis: Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
 - Meta 11.2: Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos.
- Objetivo 16 - Paz, Justiça e Instituições Eficazes: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.
 - Meta 16.1: Reduzir significativamente todas as formas de violência e as taxas de mortalidade relacionada em todos os lugares.

O Plano Global - Década de Ação pela Segurança no Trânsito traz uma série de recomendações para que os governos tanto de esfera nacional quanto local busquem inspiração em boas práticas para a prevenção dos sinistros de trânsito (OMS, 2021). O documento aborda requisitos necessários para uma implementação eficaz das ações de segurança viária, como a garantia de fontes de financiamento e instrumentos jurídicos que deem legitimidade. Compreendendo o papel e a responsabilidade do governo, academia e sociedade civil, o Plano sugere ações relacionadas ao planejamento de transportes e uso do solo, infraestrutura das vias, exigência de veículos mais seguros, estabelecimento de normas e fiscalização, além de qualificação do atendimento desde o socorro até a reabilitação.

Todas as recomendações do Plano Global são baseadas na abordagem de Sistemas Seguros, que vem sendo implementada com sucesso em diferentes países ao redor do mundo e desafia os governos e a sociedade civil com uma mudança de paradigma ao colocar o ser humano e a sua segurança no centro do sistema de mobilidade (OMS, 2023). Dentre as diferenças entre a abordagem tradicional e de Sistema Seguro descritas na Tabela 2.1, se tem como princípio norteador a inexistência de um número ótimo de mortes e lesões graves no trânsito, pois elas são inaceitáveis.

Outro princípio dessa nova abordagem é de que os seres humanos são suscetíveis a falhas e por isso os sinistros de trânsito não vão deixar de ocorrer. Isso difere do pensamento tradicional ao se compreender que, mesmo tendo conhecimento das normas e leis de trânsito, eventualmente elas serão infringidas. Uma vez que nossos corpos são vulneráveis a choques de alta energia cinética, é possível minimizar a gravidade das lesões a partir de melhorias no desenho viário e na operação do tráfego, fazendo com que a segurança dos usuários não dependa apenas de suas decisões individuais (Assailly, 2017; Wegman, 2017; Welle *et al.*, 2019).

Tabela 2.1 - Diferenças entre a abordagem tradicional e de Sistemas Seguros.

Conceito	Abordagem Tradicional	Abordagem de Sistemas Seguros
Problema	Risco de acidentes	Mortes e lesões graves
Causa	O comportamento humano	Os seres humanos cometem erros e são frágeis
Responsabilidade	Individual, de cada usuário da via	Compartilhada: desenho, operação, uso, fiscalização, etc.
Planejamento	Reativo	Proativo
Demanda por segurança no trânsito	As pessoas não querem segurança	As pessoas querem segurança
Recursos	Salvar vidas custa caro	Salvar vidas é custo-efetivo
Objetivo	Número ótimo/aceitável de mortos e feridos graves	Nenhuma morte ou lesão grave é aceitável

Fonte: Ministério dos Transportes (2023).

A efetividade das ações tomadas parte do entendimento de que a responsabilidade pela segurança viária é multissetorial, sendo fundamental a articulação entre diversos órgãos públicos e não somente a autoridade de trânsito. Porém, é preciso que os governos entendam que os custos envolvidos não são altos quando o objetivo é salvar essas vidas. Esses custos não necessariamente envolvem apenas recurso financeiro para se investir em melhores infraestruturas e tecnologias a bordo, mas também a conveniência e mobilidade dos usuários para utilizar equipamentos de proteção individual e trafegar em velocidades seguras (Shinar, 2007).

Entretanto, Assailly (2017) afirma que os recursos financeiros e pessoais dos governos são limitados e não é possível qualificar a infraestrutura de um país inteiro ou fiscalizar o comportamento no trânsito de todos os cidadãos. Além disso, as soluções não são universais e precisam ser adaptadas para cada contexto local, especialmente em países de menor renda (Wegman, 2017). Em um país com distintas realidades socioeconômicas e de dimensões continentais, como o Brasil, cada região exige diferentes abordagens para qualificar as taxas de mortalidade no trânsito, que também apresentam variações significativas entre os estados.

2.2. A segurança viária no Brasil

Desde o início da Primeira Década de Ação Global pela Segurança Viária em 2011, o Brasil vem reduzindo a quantidade de vítimas fatais no trânsito, porém sem conseguir atingir a meta estabelecida pela ONU. Segundo dados do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM) do Ministério da Saúde, o país passou de 43.256 para 32.716 mortes no trânsito entre 2011 e 2020, significando uma redução de 24% no número absoluto de mortes anuais. É possível observar na Figura 2.2 que o Brasil atingiu o menor valor dessa série histórica em 2019, mas registrou aumentos a partir de 2020 até 2023 com 34.881 fatalidades no trânsito (Ministério da Saúde, 2025).

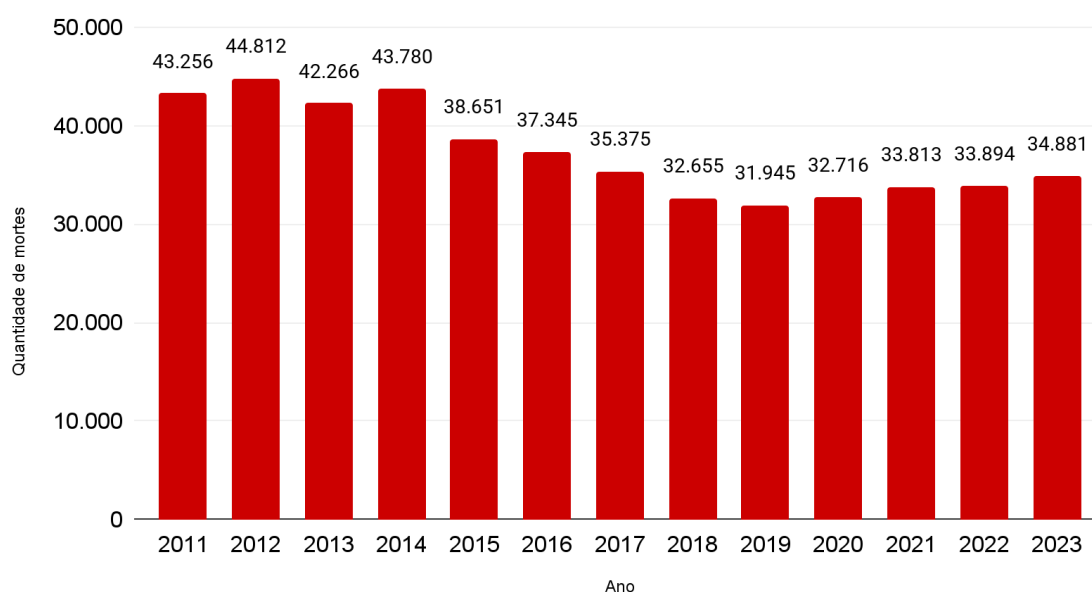


Figura 2.2 - Quantidade de mortes por sinistros de transporte terrestre entre 2011 e 2023.

Fonte: Ministério da Saúde (2025).

A partir da população de cada Unidade da Federação no Censo 2022 (IBGE, 2024), é possível avaliar na Figura 2.3 grandes diferenças na taxa de mortalidade no trânsito ao longo do território. A linha verde indica a taxa de vítimas fatais no trânsito do Brasil em 2022: 16,7 mortes a cada 100.000 habitantes. Apesar de ser o estado mais populoso, São Paulo (SP) figura com a menor taxa (11,2), enquanto na outra ponta está o Tocantins (TO), com taxa duas vezes superior à nacional (36,1). Isso evidencia os distintos panoramas não só entre as Regiões do país, mas também entre estados vizinhos.

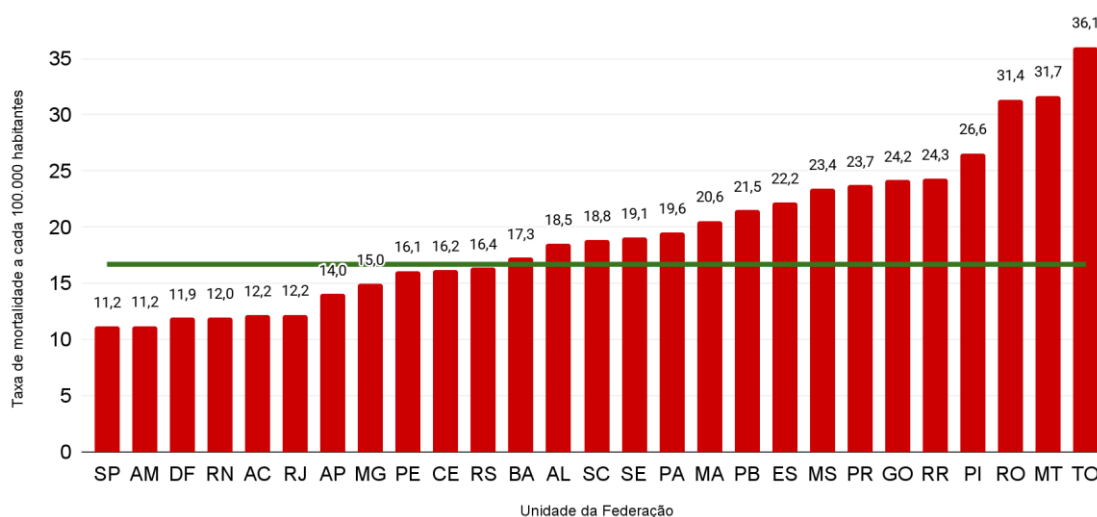


Figura 2.3 - Taxa de mortalidade no trânsito conforme a Unidade da Federação em 2022.

Fontes: Ministério da Saúde (2025) e IBGE (2024).

Com exceção do Espírito Santo (ES), os estados do Sudeste tiveram taxas de mortalidade inferiores à média nacional. Por outro lado, o Distrito Federal (DF) foi o único estado do Centro-Oeste cuja taxa não superou a média. Nas posições intermediárias da Figura 2.3 estão a maioria dos estados do Nordeste e do Sul. Já a Região Norte apresentou grandes diferenças, estando Tocantins (TO), Rondônia (RO) e Roraima (RR) entre os cinco estados com as maiores taxas e Amazonas (AM) e Acre (AC) entre os cinco estados com as menores.

No ano de 2023, além das quase 35.000 vítimas fatais, os sinistros de trânsito levaram aos hospitais mais de 230.000 pessoas, segundo o Sistema de Informações Hospitalares (SIH) do Ministério da Saúde. Tanto o SIH quanto o SIM classificam as vítimas de sinistros de trânsito conforme a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10), indicando o modo de

deslocamento utilizado e a outra parte envolvida nos “acidentes de transporte terrestre”. A Figura 2.4 indica o quantitativo de vítimas internadas e mortas no Brasil ao longo de 2022 de acordo com o modo de transporte: pedestre, bicicleta, motocicleta, automóvel ou caminhonete, veículo pesado ou ônibus e outros (demais veículos ou não especificado).

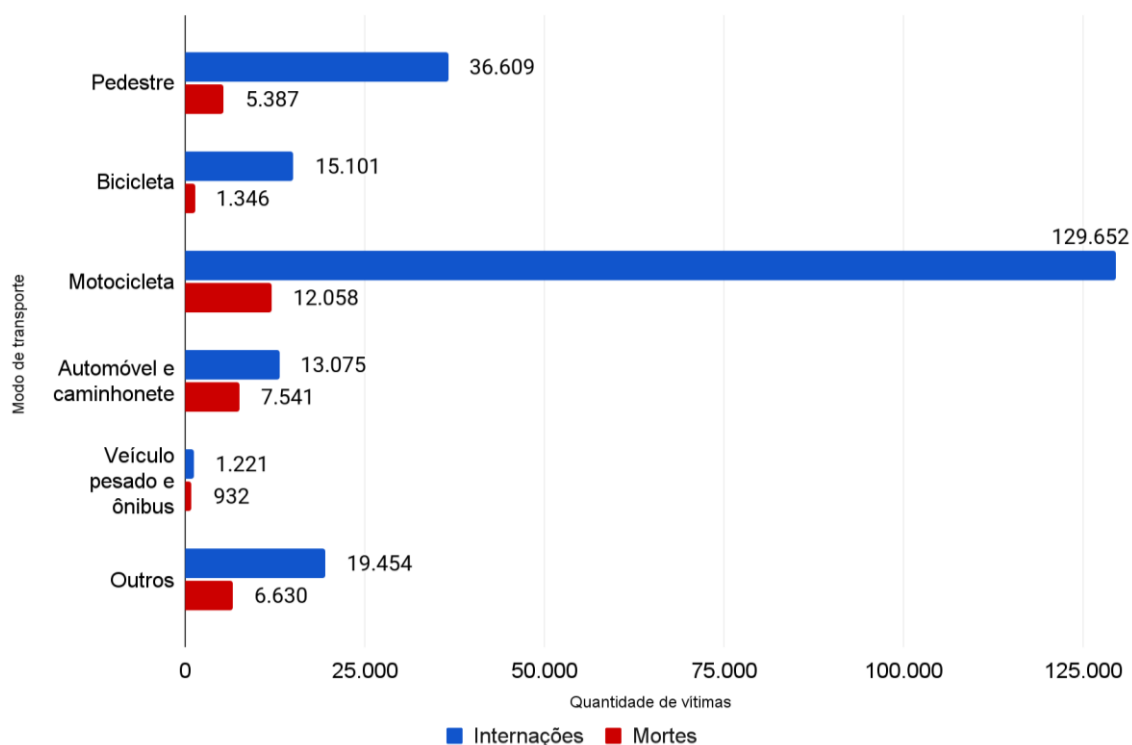


Figura 2.4 - Taxa de mortalidade no trânsito conforme o modo de transporte em 2022.
Fontes: Ministério da Saúde (2025) e IBGE (2024).

Os ocupantes de motocicleta foram as maiores vítimas no trânsito, representando cerca de 60% das hospitalizações e 36% das mortes. Os pedestres, usuários mais frágeis das vias, ficaram em segundo lugar entre as vítimas internadas (17%), porém na quarta posição com relação às fatalidades (16%). O segundo maior grupo de vítimas fatais foi o de ocupantes de automóveis e caminhonetes, com 22% dos casos, seguido por vítimas ocupantes de demais veículos e os casos não especificados (20%) (Ministério da Saúde, 2025). A partir desses dados é possível notar que os usuários que não estão protegidos por uma carroceria (pedestres, ciclistas e motociclistas) somaram 84% dos casos de internação hospitalar e 55% das mortes devido a sinistros. Isso explicita a vulnerabilidade desses modos de transporte frente a conflitos com veículos de maior parte, como automóveis e caminhões.

Segundo De Almeida *et al.* (2013), o poder público deve priorizar ações de prevenção dos sinistros de trânsito com motociclistas, que frequentemente envolvem um homem não habilitado em vias de alta velocidade durante o período noturno. Essa crescente preocupação com a segurança viária dos motociclistas tem relação direta com fatores econômicos e de deficiência dos sistemas de transporte nas grandes cidades brasileiras. Vem se observando o fenômeno de migração tanto dos ônibus quanto dos automóveis para a motocicleta por conta da maior agilidade de deslocamento, facilidade de estacionamento e menor custo de compra e manutenção (Cordeiro; Barbosa; Nobrega, 2018). Além disso, mudanças no mercado de trabalho, especialmente com a grande demanda por entregas a partir da pandemia de Covid 19, trouxe milhares de motociclistas para as vias urbanas, muitos deles com pouca ou nenhuma prática do trânsito sobre duas rodas.

Desde a sua publicação em 1998, o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) tem sido qualificado para atender às políticas de transporte, mudanças nas formas de deslocamento e novas tecnologias dos veículos, sempre visando a preservação da vida (Bastos *et al.*, 2015). São internacionalmente reconhecidas as legislações brasileiras referentes à obrigatoriedade de existência de airbag e freio ABS em novos automóveis, bem como de uso de capacete, cinto de segurança e dispositivo de retenção infantil por todos os ocupantes. Outro destaque nacional é a Lei nº 11705, de 19 de junho de 2008, conhecida como Lei Seca, que adiciona ao CTB a infração de conduzir um veículo com qualquer concentração de álcool na corrente sanguínea (Brasil, 2008).

Entre outras atualizações que o CTB sofreu visando melhorias na segurança viária do país, a Lei nº 13.614 de 11 de janeiro de 2018 criou o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS), acrescentando a ele o Artigo 326-A, no qual se estabelece diferentes metas de redução dos índices de mortes no trânsito no período entre 2020 e 2030. Para cada Unidade da Federação, o PNATRANS não só instituiu a meta de diminuir pela metade as mortes no trânsito por grupo de 100.000 habitantes, mas também grupo de 10.000 veículos automotores registrados. O objetivo é de se atingir quedas nesses índices a cada ano e nas três circunscrições de vias (Ministério dos Transportes, 2023).

O plano de ação do PNATRANS está estruturado em seis pilares de atuação, como grandes temas da segurança viária. Cada pilar é subdividido em iniciativas, que por sua vez possuem um conjunto de ações com produtos a serem entregues até 2030. Para garantir o controle dos produtos, eles possuem indicadores e órgãos responsáveis, que devem se comprometer com as suas execuções. Grande parte dos produtos são de responsabilidade dos órgãos e entidades do Sistema Nacional de Trânsito (SNT), da esfera federal, estadual e municipal. Apesar de o PNATRANS ser direcionado às 27 Unidades da Federação, Bastos *et al.* (2015) atentam que a dimensão do Brasil e suas diferenças regionais exigem análises e abordagens específicas para surtirem os resultados desejados em cada contexto. São os pilares do PNATRANS:

1. Gestão da Segurança no Trânsito;
2. Vias Seguras;
3. Segurança Veicular;
4. Educação para o Trânsito;
5. Atendimento às Vítimas; e
6. Normatização e Fiscalização.

Torres e Cunto (2023) realizaram uma pesquisa para avaliar o desempenho das políticas de segurança viária de 110 grandes cidades brasileiras com base nos pilares do PNATRANS, tendo como referência o ano de 2019. Os autores agruparam as cidades em 4 grupos de população e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) semelhantes para permitir comparações mais justas e homogêneas. Com os resultados obtidos, gestores de municípios que não foram bem avaliados podem buscar inspiração em boas práticas daqueles no topo do ranking e qualificar suas políticas públicas de promoção da segurança no trânsito. Dentre as cidades de maior população e IDH, o Rio de Janeiro recebeu um alerta de potencial oportunidade de melhoria no pilar Gestão da Segurança Viária, especialmente porque não havia à época um plano municipal de segurança viária.

Dentro do Pilar 1 se destaca a Ação A1004 - Fomentar a elaboração de planos locais de segurança no trânsito, tendo como produto um guia para orientar os órgãos e entidades do SNT no desenvolvimento de seus próprios planos de segurança viária. Antes mesmo do PNATRANS, em 2016 a cidade de Belo Horizonte foi uma das primeiras capitais brasileiras a publicar uma política específica de segurança viária, à parte de um plano de mobilidade urbana. Desde então, outras grandes cidades como Rio de Janeiro, São Paulo,

Fortaleza e Porto Alegre publicaram seus planos municipais de segurança viária, alinhados aos conceitos de Sistemas Seguros e às metas estabelecidas pela Segunda Década de Ação Global pela Segurança no Trânsito da OMS. A seção seguinte explica a publicação do Plano de Segurança Viária do Rio de Janeiro, sua gestão multissetorial, meta global e a busca por qualificar o diagnóstico dos sinistros e vítimas do trânsito.

2.3. Plano de Segurança Viária da Cidade do Rio de Janeiro

A Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro lançou o seu Plano de Segurança Viária (PSV-Rio) a partir do Decreto Rio nº 52554 de 22 de maio de 2023 (Rio de Janeiro (RJ), 2023a), sendo publicado em 25 de setembro do mesmo ano (Figura 2.6). O PSV-Rio foi desenvolvido ao longo de 2022 por um Grupo de Trabalho com técnicos de diferentes órgãos municipais, sendo coordenado pela Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro (CET-Rio). Todo o processo de diagnóstico e estruturação teve apoio das organizações WRI Brasil e Instituto Cordial, além de ter contado com contribuições de outras instituições públicas, sociedade civil organizada e academia (Rio de Janeiro, 2023b).



Figura 2.5 - Publicação do Plano de Segurança Viária da Cidade do Rio de Janeiro.

Fonte: Página de Daniel Soranz no Instagram¹.

¹ Disponível em: <https://www.instagram.com/p/CxnmRYQAMFF/?igsh=MXZ2NjlxeGpmN2t5Mw==>

Juntamente com o PSV-Rio, foi criada a Comissão Permanente de Segurança Viária (CPSV) responsável pela gestão e coordenação do Plano e composta pelos titulares de 11 órgãos municipais (Rio de Janeiro, 2023a). Um fato importante no Brasil foi o estabelecimento da Secretaria Municipal de Saúde (SMS) na presidência da CPSV, mostrando o entendimento de que o tema é uma questão de saúde pública. Os representantes da CPSV realizam reuniões periódicas para discutir o andamento das atividades previstas no PSV-Rio e o planejamento de ações conjuntas em prol da segurança viária. Compõem a CPVS os seguintes órgãos:

- Secretaria Municipal de Saúde (SMS);
- Secretaria Municipal de Transportes (SMTR);
- Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro (CET-Rio);
- Centro de Operações e Resiliência do Gabinete do Prefeito (GP/COR);
- Escritório de Dados do Gabinete do Prefeito (GP/ED);
- Secretaria Municipal de Educação (SME);
- Secretaria Municipal de Conservação (SECONSERVA);
- Secretaria Municipal de Infraestrutura (SMI);
- Secretaria Municipal de Planejamento Urbano (SMPU);
- Secretaria Municipal de Ordem Pública (SEOP); e
- Guarda Municipal do Rio de Janeiro (GM-RIO).

O PSV-Rio está alinhado às políticas nacionais e internacionais e baseado nos conceitos de Sistemas Seguros, tendo como meta global a redução em 50% da taxa de mortes no trânsito até 2030, com relação ao ano de 2019. Sua estrutura está dividida em capítulos que abordam o diagnóstico da mobilidade e segurança viária na cidade, uma discussão sobre fatores de risco associados aos sinistros de trânsito e o Plano de Ação 2023-2024. Visto que o PSV-Rio irá vigorar até 2030, está previsto que suas ações deverão ser revistas a cada nova gestão municipal, sendo o próximo período entre 2025 e 2028 (Rio de Janeiro, 2023b). As ações são organizadas em cinco pilares temáticos baseados no PNATRANS, que também são divididos em iniciativas dessas áreas.

Em seu capítulo de discussão sobre fatores de risco para a segurança viária na cidade, o PSV-Rio informa não ser possível avaliar as taxas de uso correto de equipamentos de segurança nos veículos e da distração causada aos motoristas pelo manuseio de celulares devido à falta de estudos sobre esses temas. Logo, foi estabelecido

o Produto 120: Pesquisas de campo para identificar o panorama de fatores de risco para a segurança viária. Sob responsabilidade da CET-Rio, a meta de realizar duas pesquisas até o final de 2024 foi cumprida.

A realização anual de pesquisas sobre fatores de risco tem o objetivo de criar uma série histórica desses dados levantados. Isso permite que o poder público elabore melhores diagnósticos da segurança viária para assim direcionar investimentos nas regiões mais críticas e avaliar a eficácia das ações anualmente. O conhecimento de fatores de risco possibilita também a análise de possíveis correlações com os dados de sinistros de trânsito, que pode resultar em modelos de previsão da ocorrência e severidade desses eventos (Ahmad; Gayah; Donnell, 2023).

Os resultados da primeira pesquisa, conduzida em 2023, foram publicados pela CPSV no Relatório de Segurança Viária 2023 (SMS-RIO, 2024). No documento também são apresentados os históricos de evolução da frota emplacada e das vítimas feridas e mortas no trânsito na última década, detalhando-se o perfil dos sinistros e das vítimas em 2023 e a distribuição espacial dos eventos (Figura 2.7). A pesquisa de 2024, entretanto, não teve seus resultados publicados até o momento de elaboração do presente trabalho.

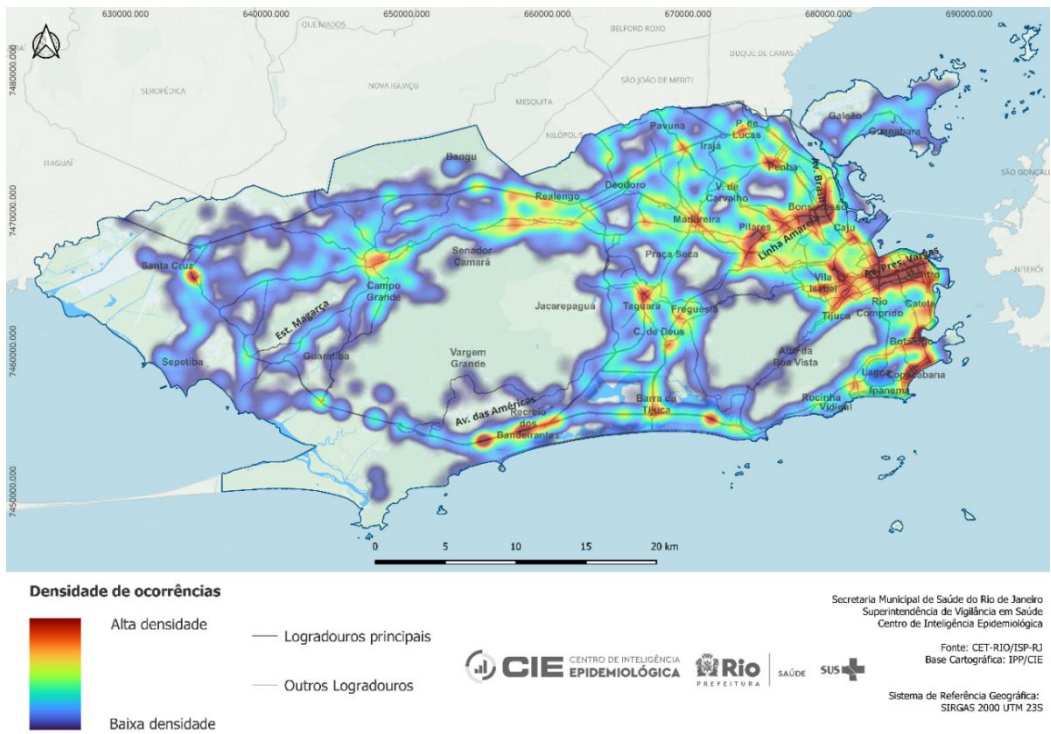


Figura 2.6 - Distribuição espacial dos sinistros na Cidade do Rio de Janeiro em 2023.
Fonte: SMS-RIO (2024).

2.4. Fatores de risco para a ocorrência e fatalidade dos sinistros de trânsito

A dinâmica multifatorial dos sinistros de trânsito torna a investigação e a conclusão de cada caso um desafio à parte. Isso porque os diversos fatores de risco existentes podem atingir as vítimas de maneiras distintas, variando de intensidade conforme o perfil dos envolvidos, como sexo, idade e cor, e o tipo de ocorrência, como aquela envolvendo pedestre, motocicleta ou veículo pesado (De Almeida *et al.*, 2013). Um sinistro de trânsito ocorre quando o sistema composto pelo ser humano, o veículo e o ambiente se desequilibram pela sobrecarga de algum fator de risco, fazendo com que a habilidade dos usuários da via seja superada pelas demandas impostas (Bottesini, 2010).

Assailly (2017) aponta que o fator humano é observado em cerca de 90% dos sinistros de trânsito, o que corrobora com o princípio de que os seres humanos não são perfeitos e podem cometer erros. De fato, o sistema de transporte rodoviário não possui controle intenso dos veículos e da capacidade de seus condutores assim como nos modos ferro e aeroviário, pois é inviável fiscalizar todas as vias de uma cidade (Mannering; Shankar; Bhat, 2016). Logo, se aposta na melhoria da segurança viária a partir do bom comportamento de pedestres, ciclistas e motoristas (Wegman, 2017). Erros podem ser cometidos por qualquer usuário, porém são nos eventos que envolvem veículos motorizados onde as fatalidades são maiores.

Segundo Bottesini (2010), os condutores buscam a todo instante se manter em equilíbrio com o tráfego, devendo receber e processar informações dos demais usuários em sua volta, da infraestrutura e de seu próprio veículo para tomar decisões em questão de segundos. Conduzir um veículo exige do ser humano conhecimentos de (i) navegação para planejar a rota até o destino, (ii) orientação para interpretar os riscos presentes no ambiente viário e (iii) controle para garantir a estabilidade de seu veículo com o sistema. Bastos *et al.* (2020) apontam que as falhas de orientação causadas pela distração dos motoristas, especialmente com o frequente manuseio de telefones celulares, vêm levantando um alerta para o aumento de ocorrências de trânsito. Condutores distraídos tendem a exceder a velocidade em vias calmas e dirigir mais lentamente em vias rápidas (Bamney *et al.*, 2022).

Executar outras tarefas durante a condução do veículo, como fazer uma ligação ou enviar uma mensagem de texto, altera a atividade cerebral do motorista e limita as suas capacidades de audição, compreensão e fala, reduzindo assim a atenção na via (ABRAMET, 2021). A depender da velocidade desenvolvida, o motorista distraído com o celular pode percorrer dezenas de metros sem olhar para o entorno. Rahmillah *et al.* (2023) analisam diversos estudos que alertam para a dependência do celular pelo ser humano, inclusive no trânsito, gerando riscos de atropelamentos, colisões e quedas para todos os usuários da via.

A falta de atenção no trânsito também está relacionada com a fadiga do condutor ou pedestre, visto que o cansaço torna o raciocínio mais lento e pode evoluir para a situação crítica de dormir ao volante. Shinar (2007) explica que medir os efeitos da fadiga nos motoristas é complexo, pois envolve aspectos subjetivos da fisiologia e performance, como idade, horas de descanso e condução. Além disso, a capacidade de orientação no trânsito é fortemente influenciada pelo uso de substâncias psicoativas, como álcool e drogas ilícitas, afetando as funções de percepção, atenção, memória e psicomotoras do ser humano (Bottesini, 2010). Para combater a prática de consumo de bebidas alcoólicas por condutores, ações de fiscalização vêm sendo intensificadas em todo o Brasil desde 2008 com a promulgação da Lei Seca (SENATRAN, 2023)

Já a capacidade de manter o controle e estabilidade do veículo no contexto do trânsito tem relação, entre outros fatores, com a habilidade do motorista na direção. Pessoas inexperientes e sem aptidão para superar as exigências do ambiente viário, principalmente aqueles recém habilitados, expõem fraquezas do sistema de formação de condutores, como o prazo de apenas um ano de documentação provisória (De Almeida *et al.*, 2013). O controle também pode ser perdido por conta de traços de personalidade que geram comportamentos perigosos e colocam os demais usuários da via em risco, levando à direção agressiva. Ela se caracteriza por ações como mudança insegura de faixa, falta de sinalização dos movimentos, desrespeito aos semáforos e excesso de velocidade (Bottesini, 2010).

Por mais experiente que seja o condutor, o tráfego em alta velocidade potencializa a perda de controle do veículo, pois reduz a capacidade de percepção e reação para evitar a ocorrência de um sinistro. O excesso de velocidade eleva a distância de frenagem,

diminui o campo de visão periférica do motorista e dificulta a realização de manobras seguras, além de fazer com que os demais usuários da via não calculem corretamente o tempo de aproximação de um veículo veloz, aumentando o risco de colisões e atropelamentos (OPAS, 2012; Welle *et al.*, 2019). Entretanto, há situações em que a velocidade máxima da via não é ultrapassada, porém esse limite determinado pelo órgão de trânsito não confere segurança às características de geometria e uso do solo pelos diferentes usuários.

Sendo assim, o princípio de responsabilidade compartilhada de Sistemas Seguros instiga o poder público ao relacionar o desenho viário com o comportamento de pedestres e condutores, apesar da maior atenção dada às falhas humanas nos eventos de trânsito. A partir da análise de diferentes estudos, Amancio, Gadda e Bastos (2019) listam fatores de risco como velocidade permitida, geometria da via, condições do pavimento, sinalização, obstáculos e distrações nas laterais, além de condições climáticas adversas. Ruas consideradas inseguras usualmente não oferecem calçadas acessíveis e possuem faixas de rolamento largas, que estimulam o desenvolvimento de altas velocidades e aumentam a distância de travessia dos pedestres (Welle *et al.*, 2019).

Já os fatores de risco associados aos veículos têm relação direta com a situação econômica do país, as políticas públicas de mobilidade urbana e a fiscalização da frota circulante. Segundo Bastos *et al.* (2015), a insatisfação com a oferta dos sistemas de transporte coletivo em países de baixa e média renda leva ao aumento na quantidade de veículos individuais, especialmente de motocicletas. É também nesses países onde se observa com maior frequência falhas na legislação de inspeção veicular obrigatória e na exigência de padrões de segurança dos veículos (Welle *et al.*, 2019). Esses fatores resultam em uma frota envelhecida e com baixos níveis de manutenção e de segurança aos seus passageiros e demais usuários da via.

De acordo com Torres *et al.* (2018), uma vez ocorrido o sinistro, os fatores humanos que mais impactam na severidade das vítimas, especialmente grave e fatal, são o excesso de velocidade do veículo e a falta de uso de equipamentos como cinto de segurança e capacete. Na pesquisa de De Almeida *et al.* (2013), se identificou maior risco de fatalidades nos períodos de fluxo livre, especialmente no horário noturno e nos finais de semana, quando velocidades excessivas podem ser desenvolvidas. Em vias mais calmas

ou durante congestionamentos em vias principais, as baixas velocidades operacionais reduzem a quantidade de vítimas feridas e fatais. Colisões em altas velocidades também podem provocar o “efeito chicote” no pescoço dos passageiros no interior de um veículo, quando a cabeça se movimenta mais rapidamente que o resto do corpo, o que pode levar a danos severos na espinha dorsal (Luan *et al.*, 2024).

Portanto, a velocidade é considerada também um fator de risco para a fatalidade das vítimas, pois quanto mais rápido está o veículo, maior será a sua troca de energia no impacto com a outra parte envolvida, especialmente em se tratando de um atropelamento. Estudos indicam que, enquanto a chance de sobrevivência de um ser humano atropelado por um veículo a 50km/h é inferior a 20%, impactos a 30km/h elevam essa probabilidade para cerca de 90% (OPAS, 2012). A Figura 2.8 ilustra o aumento exponencial das chances de morte quando um ser humano é atingido por um veículo trafegando entre as velocidades supracitadas.

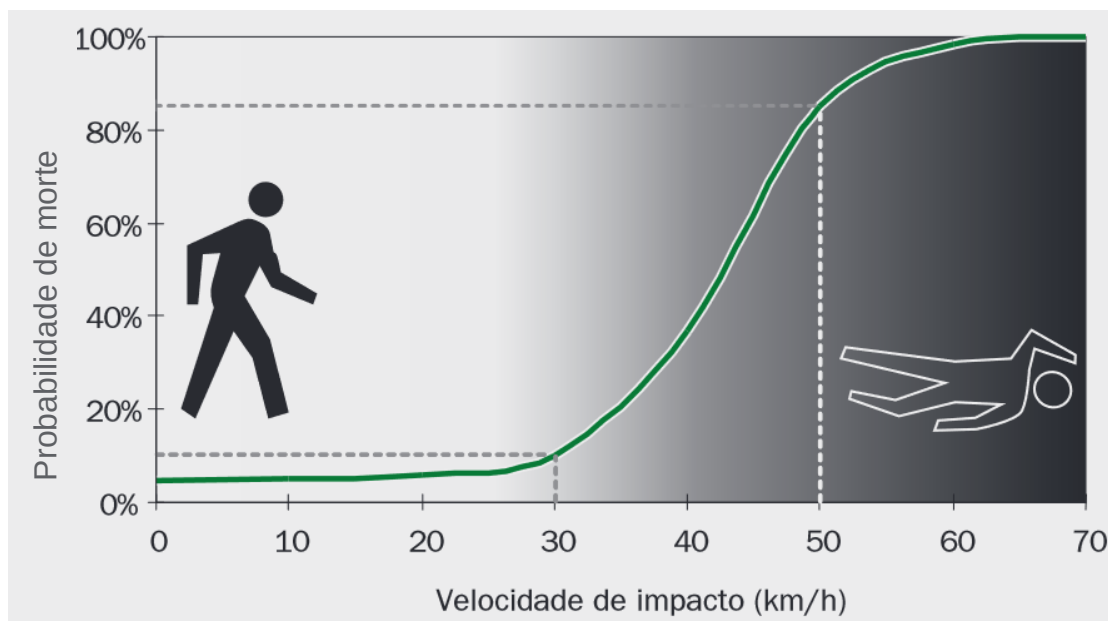


Figura 2.7 - Probabilidade de morte para um pedestre em um atropelamento.
Fonte: OPAS (2012).

Segundo Shinar (2007), o maior fator para a redução das lesões em ocupantes de automóveis nas últimas décadas foi a criação e o uso do cinto de segurança de três pontos. A falta desse equipamento no momento de uma colisão resulta na projeção do corpo para fora do assento e impactos na cabeça, peito e abdômen. Consequentemente, o não uso do cinto de segurança se configura como a principal causa para a fatalidade desses ocupantes

(OMS, 2023). Apesar da obrigatoriedade de uso do cinto no Artigo 65 do CTB (Brasil, 1997), é perceptível a falta de adesão a esse item de segurança, especialmente entre os passageiros do banco traseiro.

No caso dos ocupantes de motocicletas, ciclomotores e motonetas, os Artigos 54 e 55 do CTB tornam obrigatório o uso de capacete durante o deslocamento (Brasil, 1997), sendo esse o único equipamento de proteção individual exigido para evitar lesões físicas nos casos de queda do veículo. Embora o capacete seja fundamental para a segurança no trânsito, a desinformação de sua obrigatoriedade, especialmente entre passageiros, baixa qualidade de alguns materiais e uso incorreto são desafios a serem enfrentados (OMS, 2023). O não uso proposital pode também estar relacionado com a escassez de fiscalização em determinadas regiões e assim agravar o panorama local de severidade dos sinistros envolvendo esses veículos (Cordeiro; Barbosa; Nobrega, 2018).

Além do cinto de segurança e capacete, o Artigo 64 do CTB exige que crianças inferiores a 10 anos de idade sejam transportadas em dispositivos de retenção infantil no banco traseiro, enquanto o Artigo 244 as proíbe de serem passageiras de motocicletas (Brasil, 1997). Nos automóveis, o cinto de segurança de três pontos não oferece proteção a elas por conta da baixa estatura, sendo assim necessárias as chamadas “cadeirinhas”, que possuem dimensões e especificações distintas para cada idade. Mesmo para crianças acima de 10 anos, usar um assento de elevação demonstra significativa redução de lesões quando comparado com o uso somente do cinto (OMS, 2023).

Devido à efetividade do cinto de segurança na redução da fatalidade das vítimas de sinistros, Shinar (2007) afirma que o conhecimento das taxas de uso desse equipamento é de interesse público para promover ações direcionadas às áreas mais críticas. Essas medidas geralmente envolvem intensificar campanhas de fiscalização e educação para conscientizar e modificar o comportamento da população (Torres *et al.*, 2018). A Pesquisa Nacional de Saúde Escolar (PeNSE) realizada em 2019 com adolescentes entre 13 e 17 anos indicou que 30% deles não usa cinto de segurança no assento traseiro e 10% é transportado na garupa da motocicleta sem capacete (Malta *et al.*, 2022). Esses dados ilustram o cenário comportamental da geração que, em poucos anos, conduzirá veículos motorizados, transportando outros passageiros e sendo o público-alvo das campanhas governamentais.

São os artigos do CTB supracitados que conferem ao Brasil um lugar entre os países com as melhores práticas internacionais para a segurança viária em 2022 (OMS, 2023). A Figura 2.9 indica a partir de uma graduação de cores em cada país o número de fatores de risco considerados cruciais para o tema que são enfrentados com boas legislações, sendo elas:

- Velocidade máxima de 50km/h em ambientes urbanos;
- Tolerância de 0,05g/dl álcool na corrente sanguínea;
- Uso obrigatório de capacete afivelado e homologado para todos os ocupantes;
- Uso obrigatório do cinto de segurança para todos os ocupantes; e
- Uso obrigatório de dispositivo de retenção infantil até os 10 anos ou 1,35m de altura.

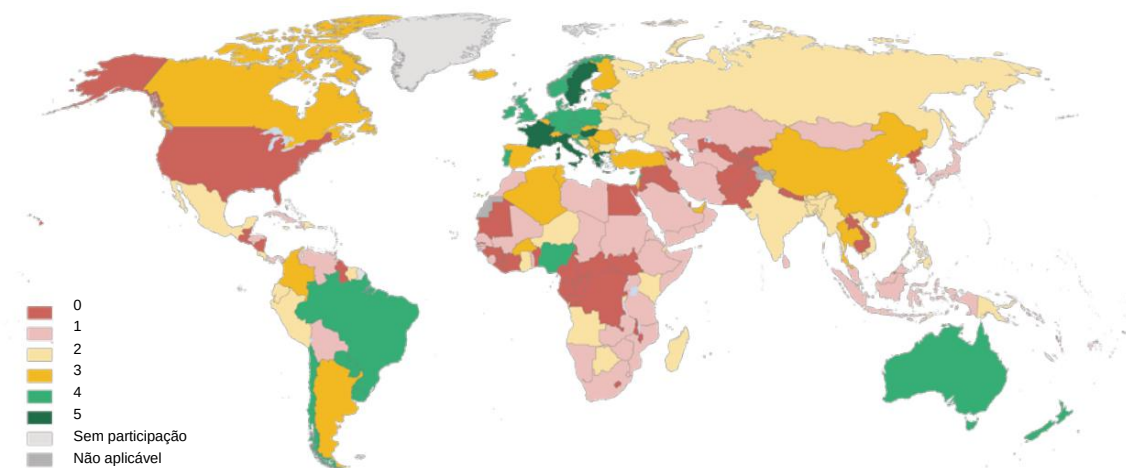


Figura 2.8 - Quantidade de fatores de risco cruciais para a OMS enfrentados por lei em cada país em 2022.

Fonte: Adaptado de OMS (2023).

Se nota que grande parte dos países não tem (vermelho escuro) ou possuem apenas uma das cinco boas práticas (vermelho claro). Outra parcela significativa das nações combate dois (amarelo claro) ou três (amarelo escuro) fatores de risco. O Brasil pertence ao grupo de 27 países que atingem quatro (verde claro) ou cinco (verde escuro) boas práticas, não chegando ao topo devido ao Artigo 61 do CTB, que recomenda a velocidade de 60km/h em vias urbanas arteriais e permite que o órgão de trânsito regularmente um limite superior.

A Tabela 2.2 resume os diferentes fatores de risco para a ocorrência e fatalidade de sinistros de trânsito descritos pelos autores revisados na literatura, sendo notável o maior número de fatores humanos citados. Essas múltiplas causalidades de naturezas distintas e, por vezes, medição subjetiva, dificultam a análise de quais fatores estão influenciando esses eventos em uma determinada área. Como consequência, as ações de educação e fiscalização do poder público para um determinado fator de risco usualmente têm abrangência em todo o território, sem um direcionamento para os locais mais críticos.

Tabela 2.2 - Fatores de risco para a ocorrência e fatalidade das vítimas de sinistros conforme a literatura.

Fator humano	Autores
Distração	[1] [3] [4] [6] [7] [10] [11] [13] [15] [16]
Excesso de velocidade	[3] [4] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14] [16] [17] [19]
Substâncias psicoativas	[3] [7] [8] [10] [11] [13] [16] [17]
Fadiga	[7] [10] [16]
Direção agressiva	[3] [7] [16] [18]
Falta de habilidade	[7] [8] [9] [16] [18]
Equipamento de segurança	[7] [8] [10] [11] [13] [16] [17]
Fator do ambiente/via	Autores
Condições climáticas adversas	[2] [10] [12]
Qualidade do pavimento	[2] [7] [12]
Geometria inadequada	[2] [10] [12]
Sinalização deficiente	[9] [18]
Má iluminação	[9] [12]
Obstáculos	[12]
Fator do veículo	Autores
Manutenção inadequada	[10] [19]
Instabilidade do veículo	[19]
Falha mecânica	[19]

Autores da Tabela 2.2: [1] ABRAMET (2021); [2] Amancio, Gadda e Bastos (2019); [3] Assailly (2017); [4] Bamney *et al.* (2022); [5] Bastos *et al.* (2015); [6] Bastos *et al.* (2020); [7] Bottesini (2010); [8] Cordeiro; Barbosa; Nobrega (2018); [9] De Almeida *et al.* (2013); [10] Luan *et al.* (2024); [11] Malta *et al.* (2022); [12] Mannering, Shankar e Bhat (2016); [13] OMS (2023); [14] OPAS (2012); [15] Rahmillah *et al.* (2023); [16] Shinar (2007); [17] Torres *et al.* (2018); [18] Wegman (2017); [19] Welle *et al.* (2019).

Dentre os fatores de risco discutidos nesta seção, poucos são possíveis de serem mensurados com facilidade e em larga escala. Enquanto os fatores veiculares podem não representar uma determinada área devido à fluidez dos veículos, os fatores ambientais tendem a ser muito pontuais em uma via ou depender de condições climáticas adversas. Já os fatores humanos são influenciados por hábitos e culturas locais, podendo inclusive apresentar diferenças consideráveis dentro de um mesmo município com distintas realidades de desenvolvimento socioeconômico. Mannering, Shankar e Bhat (2016) afirmam que a complexidade dos sinistros de trânsito dificulta a coleta de todas as informações necessárias para determinar as chances de ocorrência e fatalidade desses eventos.

A coleta desses dados, entretanto, não é trivial. Fadiga, direção agressiva e falta de habilidade são demasiadamente subjetivos e exigem questionamento direto com condutores, que podem faltar com a verdade em suas respostas. Da mesma forma, a apuração do cenário de uso de substâncias psicoativas é feita a partir de abordagens policiais nas vias, usualmente em períodos noturnos e com uma pequena amostra. As distrações, o excesso de velocidade e o uso de equipamentos de segurança, por outro lado, podem ser estudados por métodos indiretos, como observação à distância e o uso de câmeras de monitoramento e fiscalização.

Logo, este trabalho utiliza fatores de risco associados ao ser humano para construir modelos estatísticos de correlação com o histórico de sinistros de trânsito em diferentes regiões de um município. Para o levantamento desses eventos, são coletadas as taxas de distração a devido ao uso de celular, cigarro, bebida e/ou comida durante a condução do veículo. Já a fatalidade nos sinistros é relacionada com a falta de equipamentos de proteção individual, sendo eles o cinto de segurança e capacete para todos os ocupantes.

Além desses fatores de risco, é realizada a coleta de outras informações que possam conferir melhores análises estatísticas. São calculadas densidades de pontos de fiscalização eletrônica, uma vez que um controle mais intenso dos condutores pode coibir comportamentos inseguros, como excesso de velocidade e de registros eletrônicos sobre excesso de velocidade e a direção agressiva. Por outro lado, esse último fator de risco pode ser potencializado em áreas críticas para a segurança pública. Logo, são buscadas taxas de crimes violentos na área de estudo. Além disso, outras causalidades de natureza

humana podem ocorrer por desconhecimento de seus riscos e da legislação. O grau de educação da população é utilizado para verificar seu impacto na segurança viária, a partir de índices de analfabetismo.

2.5. Estudo de correlação entre sinistros de trânsito e fatores de risco

Exemplos como a CPSV na Cidade do Rio de Janeiro indicam que as autoridades entendem que as mortes e lesões nas vias são um desafio que não pode ser enfrentado apenas pelo órgão de trânsito a nível municipal. A perspectiva multissetorial é fundamental para se atingir as metas estabelecidas, pois a quantidade e a independência dos fatores que influenciam na ocorrência de sinistros tornam mais complexo analisá-los (De Almeida *et al.*, 2013). Além da integração governamental e melhoria na coleta de dados sobre sinistros de trânsito, outro passo fundamental para qualificar o diagnóstico da segurança viária é atentar para as análises estatísticas dessas informações.

Como os sinistros estão distribuídos no espaço urbano, alguns fatores de risco estão naturalmente relacionados a especificidades locais e podem não ser observados nos relatórios de segurança viária. Deste modo, é possível que o efeito de algumas variáveis tenha uma alternância ao longo da área geográfica analisada (Silva; Cunto; Gomes, 2020). Um ponto de atenção destacado por Mannering, Shankar e Bhat (2016) é que, ao se desconsiderar a multiplicidade e heterogeneidade dos fatores de risco, o modelo pode resultar na aparente falta de correlação entre os sinistros de trânsito e os dados de entrada.

Para superar as lacunas deixadas pela não observação de fatores de risco heterogêneos, Luan *et al.* (2024) explicam que há duas principais alternativas. A primeira, denominada “modelos de parâmetros aleatórios”, implica em estimar uma distribuição dessas variáveis cujos dados não são precisamente conhecidos. Esse tratamento, entretanto, tende a limitar os resultados ao ponto de não comprovar a característica heterogênea. Logo, os autores apontam para os “modelos baseados em classe latente”, que possibilitam o reconhecimento de subgrupos da população de estudo que não foram observados sem a necessidade de uma distribuição proporcional de suposições.

Mannering, Shankar e Bhat (2016) explicam que os métodos convencionais para avaliação de dados podem enviesar os modelos com resultados errôneos.

Consequentemente, a aplicação de recursos públicos em locais a princípio identificados como prioritários pode ser ineficaz. Por outro lado, modelos mais sofisticados com aprendizado de máquina funcionam como uma espécie de “caixa-preta”, não podendo ser diretamente utilizados para analisar a contribuição de cada fator de risco ao longo do processo, pois tais informações são de difícil extração e os modelos usualmente retornam somente o resultado final (Wang; Kim, 2019). Shinar (2007) explica que há três abordagens usualmente usadas para se estudar as circunstâncias dos sinistros de trânsito: (1) abordagem clínica, (2) abordagem epidemiológica e (3) abordagem naturalística.

A abordagem clínica investiga a sequência de eventos e comportamentos adotados antes do sinistro para interpretar e reconstruir os fatos geradores. Isso se torna um desafio até para equipes compostas por profissionais de engenharia mecânica, engenharia rodoviária e ciência comportamental, pois é um processo subjetivo e sujeito a perda de informações essenciais (Shinar, 2007). Uma vez que essa abordagem depende de conhecimentos teóricos das consequências relativas a cada fator de risco, o autor afirma que a sua aplicação só terá sucesso caso sejam descobertas relações causais.

Entretanto, visto que o tráfego é um sistema suscetível a falhas no tripé “ser humano, veículo e ambiente viário”, Shinar (2007) afirma que a abordagem epidemiológica foi desenvolvida para evitar que teorias fundamentadas no passado justifiquem os acontecimentos futuros. Ela compara a frequência de um determinado fator de risco tanto nos registros de sinistros quanto em outro conjunto de dados que indiquem o nível de exposição dos usuários, como pesquisas para identificar taxas de excesso de velocidade, travessias perigosas e a mistura de álcool e direção (Assailly, 2017). A partir desses dados são formados modelos estatísticos para estabelecer uma relação entre um ou mais fatores de risco e a ocorrência e/ou severidade dos sinistros (Silva; Cunto; Gomes, 2020).

De Almeida *et al.* (2013) realizaram uma análise estatística multinomial com o Modelo Linear Generalizado (MLG) para estimar os riscos de sinistros fatais em Fortaleza. A partir dos registros municipais dos sinistros envolvendo veículos, foram realizados cruzamentos com bancos de dados de habilitação de condutores, registro de veículos, internações hospitalares e declarações de óbito. O estudo permitiu identificar a influência de fatores associados ao tipo de sinistro, tipo de veículo, perfil dos condutores, número de veículos e pessoas envolvidas, além de dia e horário da ocorrência. Apesar de

não terem sido utilizadas outras informações coletadas em campo, o cruzamento de bases de dados de diferentes jurisdições por si só já é um grande desafio para os analistas de segurança viária.

A abordagem naturalística, por sua vez, busca evitar a formulação de hipóteses teóricas e a extensa coleta de dados históricos a partir de dispositivos para monitoramento dos veículos. Com o aumento da tecnologia embarcada desde bicicletas e motocicletas, quanto em automóveis e caminhões, informações como velocidade e localização podem ser coletadas e auxiliar na análise dos momentos anteriores de cada sinistro de trânsito. Shinar (2007) explica que esses dados concretos podem ser correlacionados com o registro de movimento dos olhos e mãos dos condutores, bem como podem corroborar (ou desmentir) relatos verbais dos envolvidos. Apesar de utilizar tecnologias dos veículos, se percebe que essa abordagem busca fatores de risco associados principalmente ao comportamento na direção.

Investigações naturalísticas no Brasil se restringem a estudos científicos como o de Bastos *et al.* (2020), pois a frota de veículos no país é muito antiga e não possui as tecnologias necessárias para se operacionalizar essa abordagem. No estudo desenvolvido em Curitiba, os autores coletaram imagens externas e internas nos automóveis de seis pessoas para monitorar a influência do celular como um elemento de distração. Em cerca de 59% das viagens, o celular foi utilizado em algum momento, resultando em um tempo médio de uso de quase 30 segundos e em 7% dos tempos de viagem com distração. Mesmo que pontuais, os achados corroboram com os alertas sobre os perigos do celular para a segurança viária e o uso cada vez mais recorrente desse dispositivo.

Dentre as três abordagens apresentadas, a investigação com olhar epidemiológico a partir da elaboração de modelos estatísticos é a mais utilizada por pesquisadores tanto do setor público quanto do privado, pois possui embasamento científico e independe de achismos teóricos ou tecnologias. Desta forma, o presente trabalho utiliza essa abordagem para relacionar o histórico de sinistros de trânsito com indicadores de fatores de risco.

São diversos os modelos encontrados na literatura para analisar a ocorrência e o grau de severidade dos sinistros de trânsito. Wang e Kim (2019) compararam dois modelos de regressão logística multinomial e floresta de decisão aleatória nos quais são inseridas 13

variáveis relativas aos condutores, veículos e condições climáticas e da via em cada evento. O método de floresta de decisão aleatória também foi utilizado por Kwon, Rhee e Yoon (2015), porém sendo comparado com o classificador Naive Bayes. A base de dados utilizada também dispunha de informações completas dos sinistros de trânsito.

Análises de fatores de risco também podem ser abordadas com a ferramenta estatística de regressão (Ahmad; Gayah; Donnell, 2023; Luan *et al.*, 2024; Nasri *et al.*, 2022). Para investigar a influência de diferentes distrações na velocidade praticada, Bambey *et al.* (2022) construíram um modelo de regressão linear considerando os tempos utilizados por dez tipos de distração, além de características dos condutores e das vias. Adicionalmente, os autores desenvolveram um segundo modelo utilizando a ferramenta de regressão logística para correlacionar as mesmas variáveis com o risco de ocorrência de sinistros. Segundo os autores, ambas ferramentas se mostraram satisfatórias para as análises desenvolvidas.

Em um cenário no qual as informações sobre cada sinistro de trânsito não são disponibilizadas de maneira detalhada publicamente, como localização, dinâmica e perfil das vítimas, o trabalho de Pfitscher *et al.* (2024) procurou correlacionar as taxas de uso do cinto de segurança e de capacete nas nove subprefeituras da Cidade do Rio de Janeiro, levantadas a parte de um estudo realizado em 2023, com o percentual histórico de fatalidade das vítimas de trânsito nessas áreas. Os autores construíram modelos de regressão linear que se mostraram satisfatórios, porém reconheceram a necessidade de avaliar-se um número maior de regiões do município e incluir-se outros possíveis fatores de risco que possam tornar os resultados mais explicativos.

Uma vez que a base de dados oficial sobre sinistros de trânsito não contém informações detalhadas sobre cada evento, no presente trabalho optou-se por utilizar ferramentas de análise consideradas mais simples e de fácil usabilidade e entendimento. Tanto para a abordagem de ocorrência de vítimas de trânsito quanto a sua fatalidade, é utilizada a correlação de Pearson para avaliar não só a força de associação entre a variável independente e as variáveis independentes, mas também para verificar a possível existência de colinearedade entre variáveis independentes. Já as ferramentas de regressão linear simples e múltipla são utilizadas para gerar modelos com diferentes combinações de variáveis e assim avaliar aquela que resulta nos melhores parâmetros estatísticos.

3. METODOLOGIA

A proposição de um modelo estatístico com abordagem epidemiológica para correlacionar a ocorrência e a fatalidade de sinistros com a presença de fatores de risco exige primeiramente uma coleta de dados. Este capítulo aborda as metodologias utilizadas para realizar o estudo de fatores de risco, o levantamento do histórico de sinistros de trânsito, pesquisa de informações complementares e as ferramentas estatísticas para a construção dos modelos matemáticos. O fluxograma da Figura 3.1 ilustra as etapas realizadas no presente trabalho.

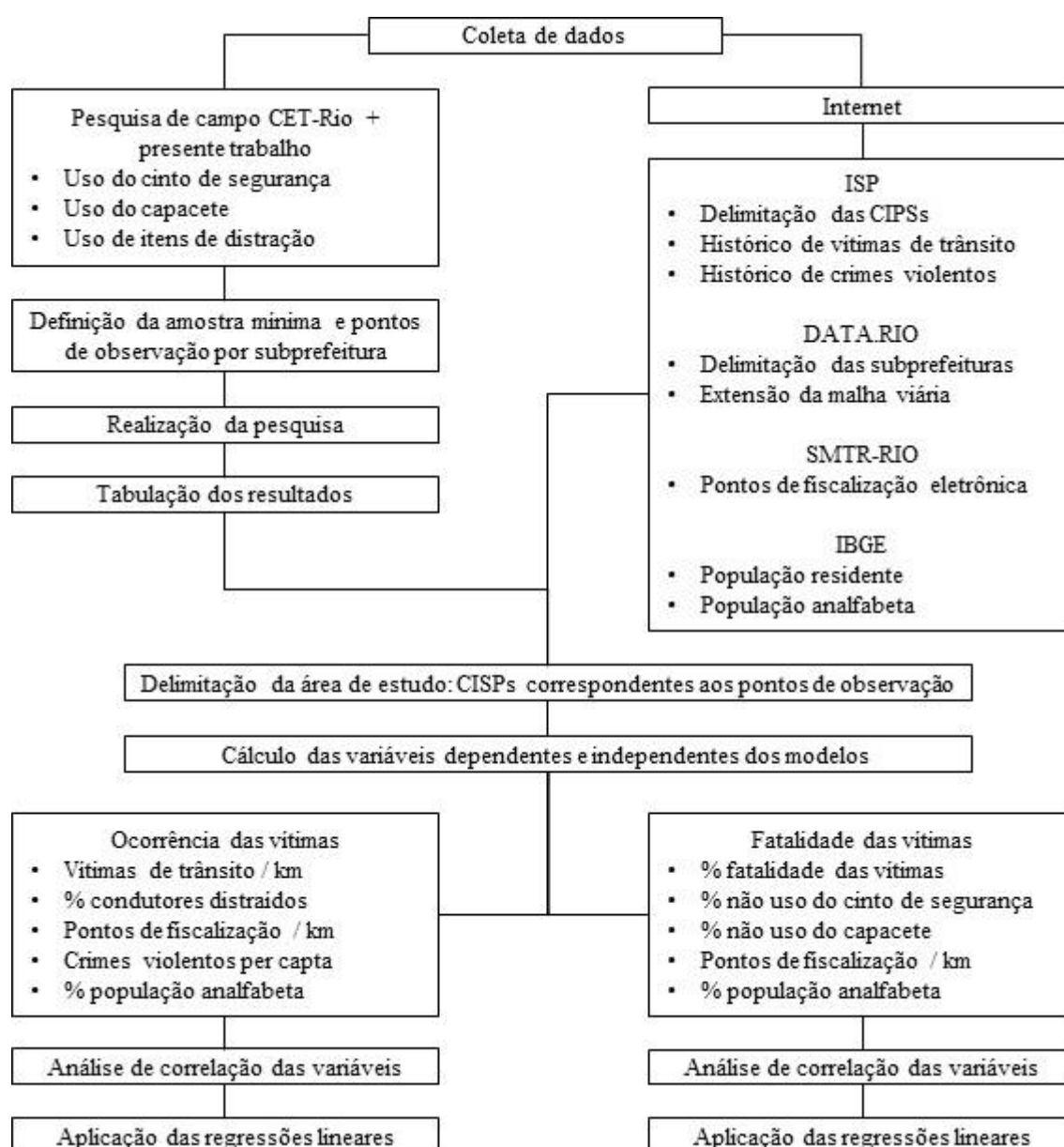


Figura 3.1 – Etapas metodológicas do presente trabalho.

3.1. Estudo de fatores de risco para a segurança viária

Segundo Shinar (2007), um estudo sobre uso do cinto de segurança geralmente possui duas abordagens: observação direta ou entrevistas. A primeira consiste em analisar diretamente o uso do equipamento pelos ocupantes dos veículos, trazendo bons resultados nas condições de tráfego parado, boa iluminação e janelas abertas. Já a segunda é útil para situações nas quais a observação é dificultada, porém pode ser distorcida por respostas falsas, quando os entrevistados buscam parecer corretos diante da lei. Para evitar resultados dependentes de declarações individuais e de difícil comprovação, este estudo utiliza o método observacional sem qualquer tipo de interação com os ocupantes dos veículos. O método não é restrito apenas ao uso do cinto, mas pode ser utilizado para os demais itens do estudo.

Logo, a metodologia utilizada neste trabalho para avaliar o uso de equipamentos de segurança individual (cinto de segurança, capacete, dispositivo de retenção infantil) e itens de distração (celular, cigarro e alimentos) é a observação não participante. Esta técnica permite obter informações significativas e diretas sem qualquer interação entre as pessoas que observam e os ocupantes dos veículos. Porém, para impedir mudanças intencionais de comportamento que comprometam a fidelidade dos resultados, é importante que a conduta dos observadores seja discreta e não seja confundida com uma operação de fiscalização.

Os registros podem ser realizados a partir de um aplicativo instalado no celular ou com o uso de fichas impressas. Apesar de a coleta digital ser vantajosa devido à tabulação automática dos resultados em uma planilha, o manuseio constante do aparelho em via pública pode expor os pesquisadores ao risco de assalto e, conseqüentemente, à perda dos dados. Já o uso de papéis, apesar de mais simples, implica em maior volume de material para ser armazenado e exige que todos os dados sejam digitados manualmente, tornando o processo lento.

Visando observações e registros com maior precisão e agilidade, se recomenda a formação de duplas em cada ponto de estudo. Dessa forma, enquanto uma pessoa se ocupa em visualizar por completo todos os ocupantes do veículo, a outra fica encarregada de anotar as informações. Essa formação colabora também na segurança dos pesquisadores,

pois estar desacompanhado os expõe aos riscos da violência urbana. Na eventualidade de uma situação de perigo, deve-se interromper a pesquisa e procurar um abrigo seguro. Os pontos de observação são localizados em cruzamentos semaforizados, pois o processo de coleta é realizado com os veículos parados para permitir a melhor visualização dos ocupantes, especialmente de automóveis e utilitários.

Os pesquisadores devem permanecer o tempo todo na calçada e posicionados na esquina, observado o mesmo tipo de veículo durante um determinado período. O método de coleta consiste em observar o primeiro veículo parado no sinal vermelho e registrar todas as informações sobre seus ocupantes, seguindo para o veículo imediatamente posterior e assim até a abertura do semáforo, como ilustra a Figura 3.2.

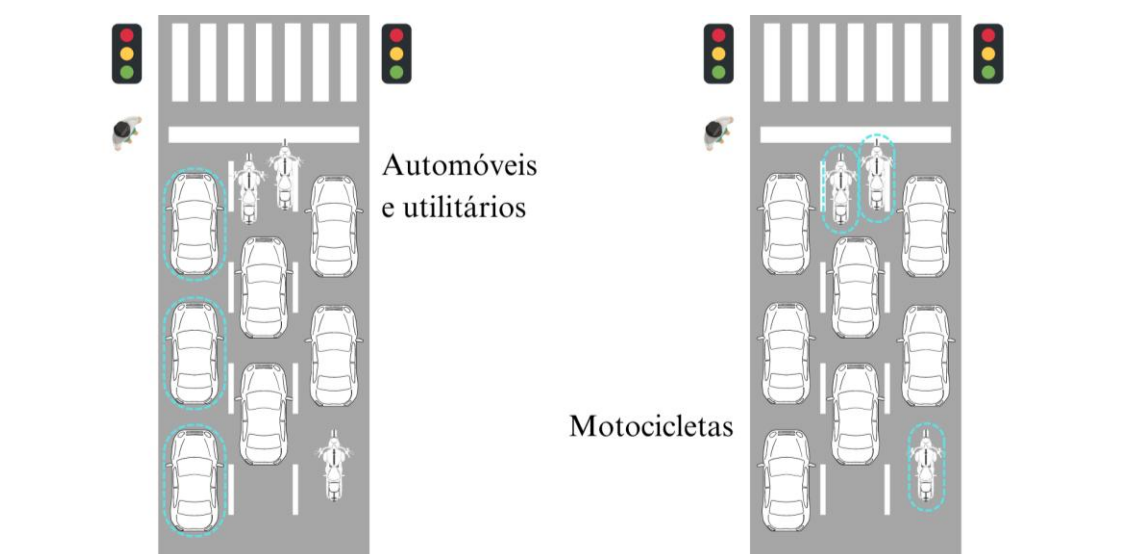


Figura 3.2 - Ordem de observação dos veículos.

No caso de automóveis e utilitários, é recomendável concentrar-se apenas na faixa de rolamento junto à calçada para uma melhor visualização de seu interior. Na impossibilidade de observação devido a janelas fechadas e películas escuras, o veículo deve ser descartado. Já as motocicletas devem ser observadas preferencialmente por ordem de chegada em qualquer posição que não prejudique a clara observação de seus ocupantes.

Para que os resultados obtidos retratem com confiança a população de habitantes e da frota emplacada na área de estudo, é preciso calcular amostras mínimas de ocupantes e veículos a partir da Equação 3.1. Após o cálculo de cada amostra A, aplicou-se um fator

para efeitos de delineamento (*deff*). Esse valor quantifica o tamanho que o erro de amostragem esperado na pesquisa se afasta do erro esperado em uma amostragem aleatória simples.

$$A = \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2} \right) \div \left(1 + \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 \times N} \right) \quad (3.1)$$

Onde,

- A é o tamanho mínimo da amostra
- N é o tamanho da população
- z é o escore, valor tabelado que depende do nível de confiança desejado
- p é o grau de homogeneidade da população, em decimal
- e é o percentual da margem de erro, em decimal

A depender da extensão territorial e da heterogeneidade populacional, é necessário alocar pontos de observação em regiões com características socioeconômicas distintas. Segundo Torres (2019), para garantir a representatividade da amostra para todo o município, é importante realizar as pesquisas em vias de maior fluxo, pois é provável que os usuários apresentem melhor comportamento em relação às vias locais. Neste trabalho, a área do estudo é dividida em regiões administrativas oficiais para permitir a comparação entre o histórico de sinistros, fatores de riscos investigados e características demográficas.

3.2. Levantamento do histórico de sinistros

Consultar dados oficiais sobre vítimas lesionadas ou mortas no trânsito ainda é um desafio no Brasil, uma vez que o país não possui um sistema de coleta padronizado e integrado para todos os municípios (Torres; Cunto, 2023). O DATASUS é um bom exemplo de banco de dados com abrangência nacional, porém seus registros relativos aos sinistros de trânsito indicam o meio de transporte e a severidade da vítima (lesionada ou morta), sem informações da dinâmica do evento. Consequentemente, se observam graus distintos de qualidade e transparência desses dados, como a Plataforma VIDA no município de Fortaleza e o Portal Infosiga para todo o estado de São Paulo, ambos desenvolvidos por seus respectivos órgãos de trânsito.

Quanto mais qualificadas as informações das vítimas, como grau de severidade, local do evento, tipo de sinistro e modo de transporte, mais precisos serão os modelos de correlação. Além disso, quanto maior o número de registros analisados, melhor será a significância dos resultados. Trabalhos como os de Kwon, Rhee e Yoon (2015), Luan *et al.* (2024) e Wang e Kim (2019) aplicam diferentes modelos estatísticos utilizando bancos de dados de sinistros que contêm informações detalhadas sobre cada evento, como condições de iluminação e do pavimento, limite de velocidade da via, tipo de veículo, dinâmica da colisão e perfil dos condutores. Os estudos foram realizados nos Estados Unidos e Países Baixos, que possuem bancos de dados melhor estruturados que a grande maioria das cidades brasileiras.

Em um cenário no qual se discute os desafios do cruzamento de informações de trânsito, saúde e polícia, a urgência de políticas públicas para o tema das mortes e lesões graves nas vias exige a simplificação de análises para que os dados disponíveis possam subsidiar ações mais efetivas. No presente trabalho, a coleta de dados sobre as vítimas de trânsito é restrita apenas à quantidade absoluta em cada região do estudo de caso, visto que não são disponibilizadas informações detalhadas pelas fontes oficiais. Os dados dos últimos cinco anos de vítimas lesionadas e mortas permitem calcular médias anuais para diminuir a possibilidade de que um eventual sinistro com múltiplas vítimas penalize o panorama da segurança viária da sua região no ano de ocorrência.

Nos modelos propostos para correlacionar fatores de risco com a ocorrência de vítimas entre as regiões dentro da área de estudo, são calculadas taxas de vítimas do trânsito pela extensão da malha viária como variáveis dependentes. Não optou-se pelo uso da população residente como denominador para evitar possíveis distorções nas zonas centrais, pois usualmente são pouco habitadas e recebem grande fluxo de pessoas e veículos nos horários comerciais. Para as variáveis dependentes dos modelos de fatalidade nos sinistros, são calculadas taxas de fatalidade a partir da razão entre o número de mortes e de vítimas totais.

3.3. Presença de Fiscalização Eletrônica

No presente trabalho são identificadas a localização na área de estudo não só dos equipamentos de fiscalização eletrônica de velocidade, mas também de avanço de sinal

vermelho e invasão de faixa exclusiva do transporte público, uma vez que todas essas infrações são controladas com o objetivo de evitar sinistros de trânsito. Para poder realizar comparações entre diferentes regiões dentro da área de estudo, são calculadas taxas de pontos de fiscalização pela extensão das vias. Esse fator pode indicar a influência na ocorrência e fatalidade das vítimas conforme o nível de controle das autoridades sobre a prática de comportamentos inseguros dos condutores.

3.4. Levantamento de informações demográficas complementares

Visando adicionar informações complementares que possam contribuir na melhor explicação dos modelos propostos, são levantados dados relativos à criminalidade e nível de escolaridade da população em cada região da área de estudo. Como identificado pela Prefeitura do Rio de Janeiro, a violência urbana leva os condutores a alterar o comportamento no trânsito (Rio de Janeiro 2023b), podendo resultar em direção agressiva e potencializar a ocorrência de sinistros. Logo, são calculadas as taxas anuais de crimes violentos per capita no mesmo período de cinco anos utilizado no levantamento das vítimas de trânsito.

O desconhecimento dos usuários da via sobre as leis de trânsito e os riscos de fatores humanos para a ocorrência e fatalidade nos sinistros podem gerar impactos no uso de itens de distração, substâncias psicoativas e equipamentos de proteção individual, como cinto de segurança e capacete. Dessa forma, são investigados os índices de analfabetismo da população a partir de dados censitários. Essas informações, juntamente com o tamanho da população em cada região, buscam adicionar camadas aos modelos matemáticos para complementar as lacunas deixadas pelo baixo detalhamento dos eventos de trânsito disponibilizados publicamente.

3.5. Ferramentas estatísticas para a construção dos modelos

Devido à falta de detalhamento sobre cada evento de trânsito no estudo de caso deste trabalho, não é possível construir modelos semelhantes aos de Ahmad; Gayah; Donnell (2023), Kwon, Rhee e Yoon (2015) e Wang e Kim (2019), que contêm milhares de informações. Dessa forma, a busca por uma correlação entre dados agregados de número de vítimas e incidência de fatores de risco em uma região homogênea é realizada a partir

da ferramenta de regressão linear múltipla presente no *software* Microsoft Excel. Previamente é calculado no mesmo *software* o coeficiente de correlação entre as variáveis para verificar se não há relação linear entre elas. No caso da correlação entre a variável dependente e uma variável independente, o valor resultante indica o quão explicativa a última será no modelo. Já o valor resultante da correlação entre pares de variáveis independentes pode ser usado para avaliar a colinearidade entre elas, ou seja, a inexistência de variáveis que expliquem o mesmo fenômeno.

Para avaliar a ocorrência de vítimas, são construídos quinze cenários tendo como variável dependente o número de vítimas totais pela extensão da malha viária de cada região. São utilizadas como variáveis independentes as taxas de distração dos condutores, pontos de fiscalização eletrônica, crimes violentos per capita e analfabetismo. Os quatro primeiros modelos são análises individuais de cada variável, enquanto os demais são as possíveis combinações entre duas e três variáveis, bem como o cenário com todas elas.

A investigação da fatalidade das vítimas de trânsito também resultou na proposição de quinze modelos de regressão linear, sendo quatro individuais e onze combinatórios. As variáveis independentes utilizadas foram as taxas de não uso do cinto de segurança e do capacete, densidade da fiscalização eletrônica e a incidência de analfabetismo na população.

Para todos os modelos são apresentados os parâmetros estatísticos R^2 , que indica o ajuste da linha de regressão e a qualidade de explicação da variável dependente, e o Valor-P de todas as variáveis independentes, que informa sua significância estatística. Uma vez que o valor de R^2 tende a ser otimista e aumentar sempre que uma nova variável é incluída no modelo, esse parâmetro é utilizado apenas para os modelos individuais, com uma única variável independente. Para os modelos combinatórios com duas ou mais variáveis, é avaliado o resultado do parâmetro R^2 ajustado, visto que ele busca corrigir a superestimação do R^2 em regressões lineares múltiplas e diminui o valor resultante caso o acréscimo de variáveis não melhore o modelo (IBM, 2025).

São buscados modelos em que ao menos metade dos casos possam ser explicados, ou seja, que possuam R^2 ou R^2 ajustado mínimo de 0,5. Entretanto, uma determinada regressão que resulte no maior valor de R^2 ou R^2 ajustado pode não ser estatisticamente

melhor, pois suas variáveis podem ter Valor-P superior a 0,05, não podendo ser desconsiderada a hipótese nula. Portanto, ao final é escolhida a formulação matemática com os melhores parâmetros estatísticos para cada abordagem, sendo discutida a influência de suas variáveis na segurança viária.

4. ESTUDO DE CASO

A presente pesquisa utilizou como estudo de caso a Cidade do Rio de Janeiro, capital do estado homônimo e segundo município mais populoso do Brasil, com 6.211.223 habitantes conforme informa o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no Censo de 2022 (IBGE, 2024). A cidade possui a segunda maior frota emplacada no país, com 3.320.194 veículos ao final de 2022 (DETRAN.RJ, 2024). Desses, 2.728.069 (82%) são veículos leves de quatro rodas (automóvel, quadriciclo, caminhonete, caminhoneta, *sidecar* e utilitário) e 470.360 (14%) de duas rodas (motocicleta, motoneta e ciclomotor).

Dentre as suas classificações administrativas, a cidade é dividida em cinco áreas de planejamento, nove subprefeituras, 16 regiões de planejamento e 165 bairros. Além dessas divisões municipais, o território é segmentado pela Secretaria de Estado de Polícia Civil (SEPOL) em 41 Circunscrições Integradas de Segurança Pública (CISP), sendo a menor instância de apuração dos indicadores de criminalidade no Estado do Rio de Janeiro. A Figura 4.1 ilustra em cores as nove subprefeituras, instância utilizada no estudo de fatores de risco devido à homogeneidade das características socioeconômicas, e as CISPs dentro de cada unidade, numeradas e identificadas pelos perímetros pretos (DATA.RIO, 2024b; ISP, 2025).

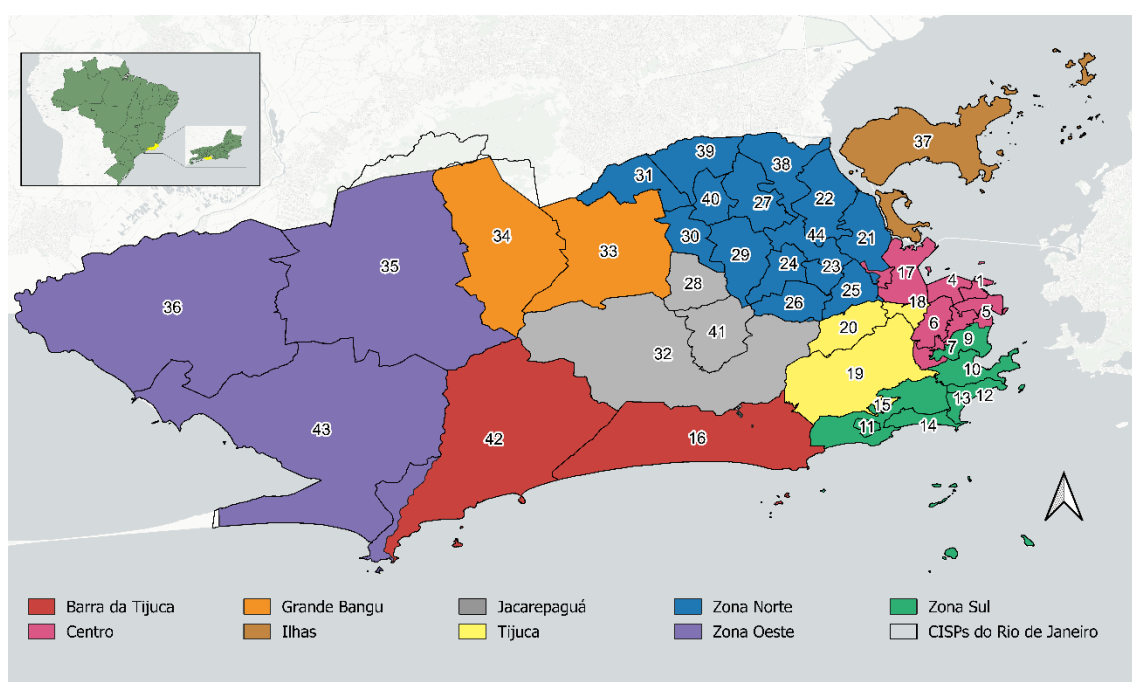


Figura 4.1 - Subprefeituras e CISPs da Cidade do Rio de Janeiro.

Uma vez que realizar estudos de fatores de risco anuais é meta do PSV-Rio, a CET-Rio fez o primeiro levantamento da cidade em 2023, repetindo-o em 2024 com autorização para uso dos resultados pelo presente trabalho (Apêndice 1). Para representar a cidade geograficamente, foram determinados três Pontos de Observação (PO) por Subprefeitura, exceto Grande Bangu e Ilhas com dois POs devido a significativas áreas ocupadas por equipamentos militares, resultando em 25 locais a serem escolhidos. Foram identificadas todas as interseções semaforizadas e os POs elegidos segundo os seguintes critérios:

- Via representativa do trânsito da cidade e de deslocamentos da população;
- Afastamento mínimo de um quilômetro entre pontos;
- Distante de equipamentos de fiscalização e monitoramento;
- Não colocar em risco a segurança dos pesquisadores; e
- Próximo de local para abrigo e descanso de pedestres.

As amostras mínimas (A) de ocupantes e veículos a serem observados foram calculadas a partir da Equação (3.1), utilizando como dados de população (N) a quantidade de habitantes e frota emplacada de veículos de quatro e duas rodas no município em 2022. Optou-se por um nível de confiança de 95% (grau de confiabilidade do resultado), o que corresponde ao índice tabelado (z) de 1,96. O grau de homogeneidade (p) foi definido em 0,5 considerando uma população heterogênea e a margem de erro (e) admitida foi de 0,02. Por fim, as amostras foram majoradas pelo efeito de delineamento ($deff$) de 1,2 e são mostradas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1- Amostras mínimas do estudo de caso.

Público-alvo	População (N)	Amostra mínima (A)
Ocupantes	6.211.223	2.881
Veículos de quatro rodas	2.728.069	2.879
Veículos de duas rodas	470.360	2.867

Mesmo com a significativa diferença de escala entre as populações, elas são tão grandes que estatisticamente são consideradas infinitas, gerando amostras de tamanhos similares. Apesar de o dimensionamento do plano amostral ter levado em conta as frotas emplacadas de todos os veículos leves de quatro e duas rodas, a coleta de campo foi

restrita apenas a automóveis ou utilitários e motocicletas, pois representam a maior parcela de suas categorias.

Além disso, veículos de transporte público, como táxis, e veículos oficiais, como viaturas de polícia, não foram consideradas por não serem de uso particular. Uma vez que os veículos de transporte de passageiros por aplicativo não são caracterizados, tanto automóveis quanto motocicletas, não foi possível distinguir e removê-los da amostra. As motocicletas foram classificadas quanto ao uso comercial para entregas, visto que era de interesse dos gestores públicos conhecer a participação dessa modalidade na frota circulante. A distinção entre uso particular e comercial foi feita quando havia um baú na traseira da motocicleta ou os motociclistas carregavam nas costas uma bolsa de entrega.

A Figura 4.2 ilustra a localização dos 25 POs escolhidos em conjunto com a CET-Rio para o estudo de fatores de risco. A aparente concentração de alguns POs no vasto território da cidade tem relação com as limitações impostas pela topografia de grandes maciços, florestas urbanas, áreas de risco para a segurança pública e a logística de transporte das equipes de pesquisa. Na sequência, a Tabela 4.2 informa os endereços dessas interseções, bem como a Subprefeitura e a CISP nas quais estão contidas.

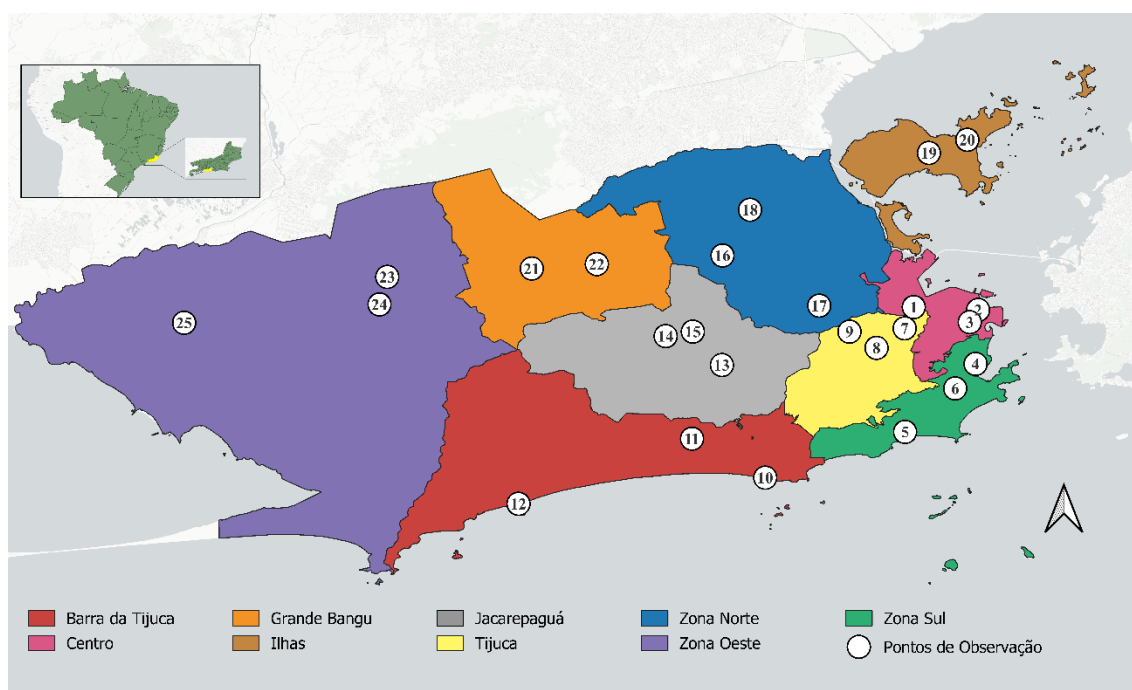


Figura 4.2 - Pontos de observação escolhidos para a pesquisa observacional.

Tabela 4.2 - Endereços dos Pontos de Observação.

PO	CISP	Subprefeitura	Endereço
1	17	Centro	R. São Cristóvão x Av. Pedro II
2	1	Centro	Av. Rio Branco x Av. Nilo Peçanha
3	5	Centro	Av. Gomes Freire x R. do Riachuelo
4	9	Zona Sul	R. Marquês de Abrantes x Praia de Botafogo
5	14	Zona Sul	Av. Bartolomeu Mitre x Av. Ataulfo de Paiva
6	10	Zona Sul	R. Rua Real Grandeza x R. Mena Barreto
7	18	Grande Tijuca	R. São Francisco Xavier x R. Mariz e Barros
8	19	Grande Tijuca	Av. Maracanã x R. Uruguai
9	20	Grande Tijuca	R. Barão do Bom Retiro x R. Teodoro da Silva
10	16	Barra da Tijuca	Av. Lucio Costa x Érico Veríssimo
11	16	Barra da Tijuca	Av. Jose Silva Azevedo, 200
12	42	Barra da Tijuca	Av. Lucio Costa x Av. Gilka Machado
13	41	Jacarepaguá	Estr. de Jacarepaguá x Rua Tirol
14	32	Jacarepaguá	Estr. Rodrigues Caldas x R. Mapendi
15	41	Jacarepaguá	Av. Geremário Dantas x R. Henriqueta
16	29	Zona Norte	Estr. do Portela x R. Américo Brasiliense
17	26	Zona Norte	R. Hermengarda x R. Cônego Tobias
18	27	Zona Norte	Av. Monsenhor Felix x R. Gabriel Lisboa
19	37	Ilhas	Estr. do Galeão x R. Cambaúba
20	37	Ilhas	Av. Paranapuã x R. Erico Coelho
21	34	Grande Bangu	R. Francisco Real x R. Silva Cardoso
22	33	Grande Bangu	R. Campos Melo x Estr. General Canrobert Pereira da Costa
23	35	Zona Oeste	Estr. da Posse x Rua Beija-Flor
24	35	Zona Oeste	R. Engenheiro Trindade x R. Agostinho Coelho
25	36	Zona Oeste	R. Lucindo Passos x Av. Isabel

O estudo observacional iniciou no dia 7 de outubro de 2024 e teve duração de três semanas. Cada ponto foi observado em dois dias úteis intercalados (segunda-feira e quarta-feira ou terça-feira e quinta-feira) nos turnos da manhã e tarde, sendo uma hora por tipo de veículo em cada turno, conforme indica a Tabela 4.3. A equipe de pesquisadores foi composta por 14 funcionários e prestadores de serviço da CET-Rio, havendo colaboração do presente trabalho no planejamento e supervisão das coletas de campo, além da validação e tabulação dos dados.

Tabela 4.3 - Cronograma do estudo observacional.

Semana	Dia	Subprefeitura	Nº POs
1	Segunda e quarta	Centro	3
1	Terça e quinta	Jacarepaguá	3
2	Segunda e quarta	Zona Sul	3
2	Terça e quinta	Ilhas e Grande Bangu	4
3	Segunda e quarta	Barra da Tijuca e Grande Tijuca	6
3	Terça e quinta	Zona Norte e Zona Oeste	6

Os registros foram feitos em fichas de papel, havendo um modelo para automóveis e utilitários (Anexo 1) e outro para motocicletas (Anexo 2). Além do cabeçalho para registro do local, data, turno e condições climáticas, para cada observação havia campos para indicar (i) os lugares ocupados no veículo, (ii) faixa etária dos ocupantes, (iii) uso do equipamento de segurança, (iv) fator de distração do(a) condutor(a), (v) sexo do(a) condutor(a) e (vi) estado de regularidade da placa. Essa última informação foi coletada para que o poder público pudesse avaliar, especialmente entre motocicletas, o panorama dessa infração, não sendo utilizado seus resultados no presente trabalho.

Nos casos em que havia mais passageiros que o permitido ou ocupando lugares indefinidos, como uma terceira pessoa na motocicleta ou crianças e bebês no colo, esses ocupantes foram identificados como passageiros extras. A identificação de faixa etária foi baseada na avaliação subjetiva dos observadores, uma vez que não houve interação com os ocupantes (Figura 4.3). Entretanto, os passageiros bebês foram identificados

quando suas cabeças não ultrapassaram a altura do banco, assim fazendo a distinção no uso correto do item de segurança de bebês (dispositivo de retenção infantil) e crianças (cinto de segurança). Já em motocicletas, o uso incorreto do capacete foi identificado quando o equipamento não era um modelo certificado (Resolução Contran nº 940/2022), estava solto ou com uma grande folga entre o maxilar e a cinta jugular.



Figura 4.3 - Equipe realizando a pesquisa no Ponto de Observação 21.

Embora manusear o celular, fumar, comer ou beber na direção represente um menor risco de ocorrência de sinistros com o veículo parado no semáforo vermelho, o uso desses itens pode também ter ocorrido durante a condução do veículo, antes de chegar ao semáforo, ou pode influenciar o comportamento dos condutores após a abertura do sinal. Sempre que o(a) condutor(a) utilizou algum desses itens durante o tempo de observação, seu uso foi registrado. Entretanto, os casos em que o celular estava à vista, porém sem manuseio, não foram considerados distrações.

A fonte oficial utilizada para coletar os dados sobre vítimas de sinistros de trânsito foi o Instituto de Segurança Pública do Rio de Janeiro (ISP). As informações de todos os crimes registrados desde 2003 nas delegacias do estado são disponibilizadas ao público no site do ISP a partir de uma planilha (Figura 4.4). Nela, as linhas representam um mês de uma CISP e as colunas o quantitativo de cada tipo de crime. As colunas “S” e “T”, em verde, representam os crimes “homicídio culposo de trânsito” e “lesão corporal culposa

de trânsito”, respectivamente.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	cisp	mes	ano	mes_ano	aisp	risp	munic	mcirc	regiao	hom_dolc	lesao_cor	latrocínio	cvli	hom_por	letalidade	tentat_ho	lesao_cor	estupro	hom_culp	lesao_cor	roubo_tra
2	1	1	1	2003 2003m01	5	1	Rio de Jan	3304557	Capital	0	0	0	0	0	0	1	40	0	1	15	26
3	4	1	1	2003 2003m01	5	1	Rio de Jan	3304557	Capital	3	0	0	3	0	3	0	47	1	4	35	25
4	5	1	1	2003 2003m01	5	1	Rio de Jan	3304557	Capital	3	0	0	3	0	3	1	73	2	1	19	26
5	6	1	1	2003 2003m01	1	1	Rio de Jan	3304557	Capital	6	0	0	6	0	6	2	43	2	1	20	14
6	7	1	1	2003 2003m01	1	1	Rio de Jan	3304557	Capital	4	0	0	4	0	4	2	18	2	0	2	4
7	9	1	1	2003 2003m01	2	1	Rio de Jan	3304557	Capital	1	1	0	2	0	2	3	44	0	0	15	18
8	10	1	1	2003 2003m01	2	1	Rio de Jan	3304557	Capital	1	0	0	1	0	1	4	48	1	0	26	26
9	12	1	1	2003 2003m01	19	1	Rio de Jan	3304557	Capital	2	0	0	2	1	3	4	45	1	0	14	20
10	13	1	1	2003 2003m01	19	1	Rio de Jan	3304557	Capital	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	15	20
11	14	1	1	2003 2003m01	23	1	Rio de Jan	3304557	Capital	0	0	0	0	0	0	0	30	1	1	30	25
12	15	1	1	2003 2003m01	23	1	Rio de Jan	3304557	Capital	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	24	12
13	16	1	1	2003 2003m01	36	6	Rio de Jan	3304557	Capital	3	0	1	4	0	4	8	107	7	6	102	24
14	17	1	1	2003 2003m01	4	1	Rio de Jan	3304557	Capital	5	0	0	5	1	6	3	51	2	0	42	22
15	18	1	1	2003 2003m01	6	1	Rio de Jan	3304557	Capital	3	0	0	3	0	3	0	23	1	0	25	36
16	19	1	1	2003 2003m01	6	1	Rio de Jan	3304557	Capital	0	0	0	0	1	1	7	34	0	0	24	24
17	20	1	1	2003 2003m01	6	1	Rio de Jan	3304557	Capital	2	0	0	2	2	4	10	42	1	0	19	18
18	21	1	1	2003 2003m01	22	1	Rio de Jan	3304557	Capital	23	0	0	23	8	31	16	75	2	4	51	52
19	22	1	1	2003 2003m01	16	1	Rio de Jan	3304557	Capital	2	0	0	2	0	2	0	41	1	3	45	27
20	23	1	1	2003 2003m01	3	1	Rio de Jan	3304557	Capital	1	0	0	1	0	1	2	61	0	0	32	32
21	24	1	1	2003 2003m01	3	1	Rio de Jan	3304557	Capital	3	0	0	3	1	4	2	54	1	1	38	24
22	25	1	1	2003 2003m01	3	1	Rio de Jan	3304557	Capital	3	0	0	3	2	5	4	39	3	2	19	22
23	26	1	1	2003 2003m01	3	1	Rio de Jan	3304557	Capital	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	27	1	1	2003 2003m01	9	2	Rio de Jan	3304557	Capital	7	0	0	7	2	9	2	60	2	3	34	22
25	28	1	1	2003 2003m01	9	2	Rio de Jan	3304557	Capital	2	0	1	3	3	6	6	41	1	0	31	19
26	29	1	1	2003 2003m01	9	2	Rio de Jan	3304557	Capital	10	0	0	10	1	11	1	49	2	0	19	39
27	30	1	1	2003 2003m01	9	2	Rio de Jan	3304557	Capital	3	0	1	4	5	9	5	92	2	0	20	36
28	31	1	1	2003 2003m01	14	2	Rio de Jan	3304557	Capital	1	0	0	1	0	1	0	4	0	0	2	0
29	32	1	1	2003 2003m01	18	2	Rio de Jan	3304557	Capital	6	1	0	7	0	7	12	200	7	3	65	14
30	33	1	1	2003 2003m01	14	2	Rio de Jan	3304557	Capital	8	0	2	10	0	10	0	98	0	2	46	35
31	34	1	1	2003 2003m01	14	2	Rio de Jan	3304557	Capital	14	0	0	14	15	29	14	119	11	3	43	41
32	35	1	1	2003 2003m01	31	2	Rio de Jan	3304557	Capital	32	0	1	33	0	33	4	257	14	4	122	54
33	36	1	1	2003 2003m01	27	2	Rio de Jan	3304557	Capital	22	0	1	23	3	26	8	156	4	3	52	11
34	37	1	1	2003 2003m01	17	1	Rio de Jan	3304557	Capital	3	0	0	3	2	5	10	90	3	1	54	19
35	38	1	1	2003 2003m01	16	1	Rio de Jan	3304557	Capital	1	0	0	1	1	2	3	65	1	1	26	8
36	39	1	1	2003 2003m01	9	2	Rio de Jan	3304557	Capital	20	1	1	22	5	27	12	94	3	1	36	34

Figura 4.4 - Banco de dados dos crimes registrados no estado do Rio de Janeiro.

Fonte: ISP (2025).

Os dados disponibilizados ao público pelo ISP não informam a dinâmica dos sinistros, como atropelamento ou queda, nem os modos de transporte envolvidos, seja apenas veículos ou envolvendo pedestres. Logo, no presente estudo de caso não foi possível restringir os eventos contendo somente automóveis, utilitários e motocicletas.

Do mesmo banco de dados, foi coletada a quantidade de crimes considerados violentos pelo ISP (colunas “J” a “R” da Figura 4.4) para avaliar o nível de segurança pública nas regiões de estudo. Esses crimes são registrados nas delegacias como: “homicídio doloso”, “lesão corporal seguida de morte”, “latrocínio”, “morte por intervenção de agente do Estado”, “ tentativa de homicídio”, “ lesão corporal dolosa” e “estupro”. A partir desse histórico, se calculou a taxa de incidência anual de criminalidade de acordo com a população, informada pelo Censo 2022 (IBGE, 2024).

Como mostra a Tabela 4.2, cada PO do estudo observacional está relacionado a uma CISP, havendo quatro casos em que dois POs estão em uma mesma CISP. Isso ocorreu porque a distribuição espacial dos POs feita pela CET-Rio levou em conta a divisão do território por Subprefeituras. A Figura 4.5 indica em vermelho as CISPs nas quais pelo menos um PO foi alocado. Esse conjunto representa cerca de 73% da área do município.

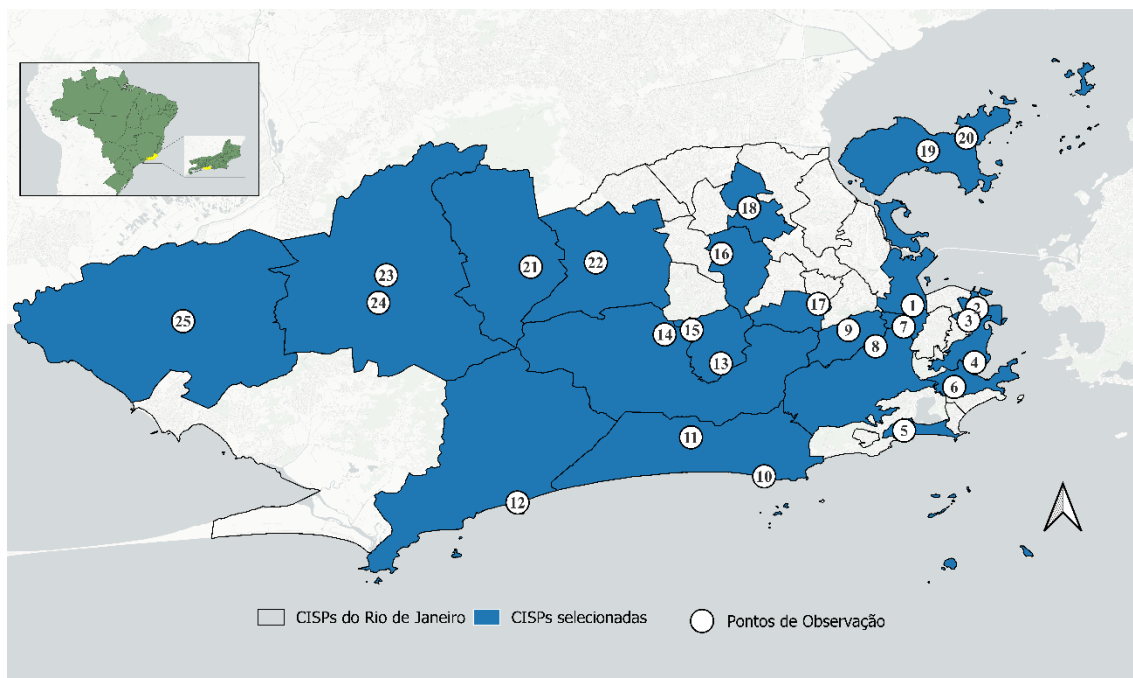


Figura 4.5 - CISP onde ao menos um Ponto de Observação foi alocado.

Nas CISP com dois POs dentro de sua área, apenas um foi escolhido para utilizar as variáveis independentes coletadas. A escolha do PO para representar cada caso levou em consideração aquele que melhor representa o fluxo veicular na região. Com isso, abaixo estão listados os POs selecionados para representar as CISP com mais de um local observado no estudo realizado pela CET-Rio:

- CISP 16: Ponto de Observação 10;
- CISP 35: Ponto de Observação 23;
- CISP 37: Ponto de Observação 19; e
- CISP 41: Ponto de Observação 13.

Dessa forma, os resultados da pesquisa observacional nos POs 11, 15, 20 e 24 não foram utilizados para a construção dos modelos de correlação e por isso não são apresentados no capítulo seguinte.

Para relativizar a ocorrência dos sinistros de trânsito em cada CISP, optou-se por calcular a taxa de vítimas lesionadas e mortas para cada quilômetro de via na região porque reflete o nível de exposição das pessoas aos conflitos do tráfego motorizado. Não se atribuiu a taxa de vítimas pela população residente para evitar distorções em zonas pouco habitadas, porém muito movimentadas, como o Centro. Uma taxa pelo volume

veicular circulante também não foi utilizada porque esse dado não é facilmente estimado. A extensão de vias dentro das áreas selecionadas foi calculada no *software* QGIS a partir da base de logradouros disponibilizada pela municipalidade (DATA.RIO, 2024c), sendo somado o comprimento de cada trecho de via dentro dos polígonos das 21 CISPs. A Figura 4.6 ilustra a malha viária da Cidade do Rio de Janeiro, sendo visível a existência dos vazios urbanos citados na etapa de alocação dos POs para a pesquisa observacional.

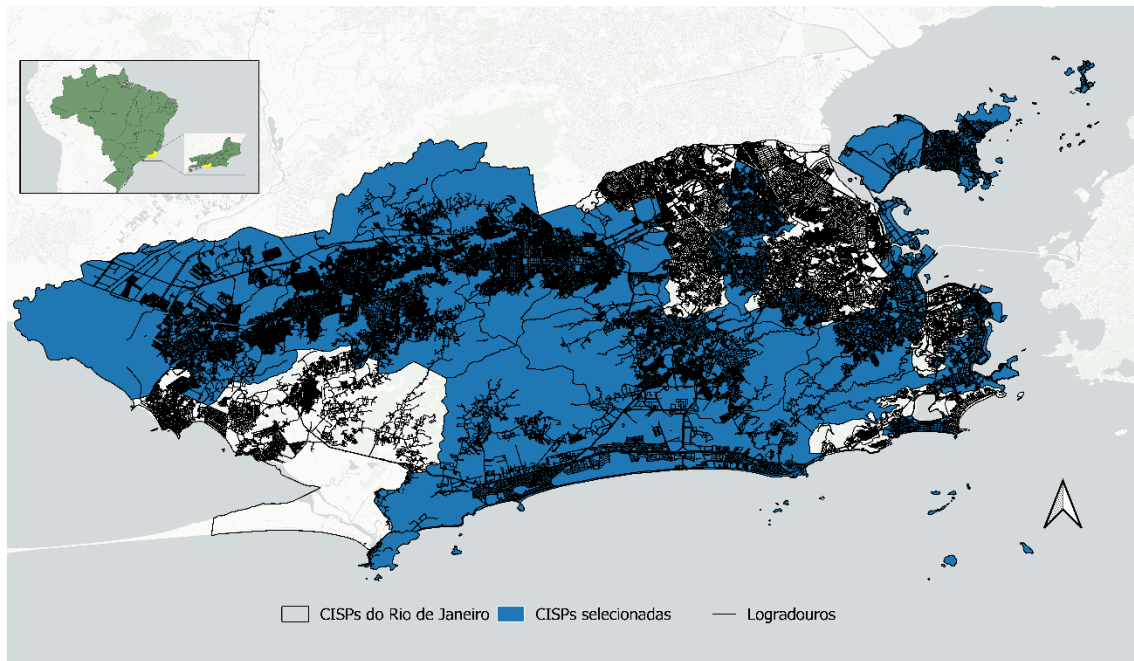


Figura 4.6 - Logradouros e CISP da Cidade do Rio de Janeiro.

A análise de densidade de Fiscalização Eletrônica (FE) nas regiões de estudo utilizou dados informados pela Prefeitura do Rio de Janeiro sobre a localização dos equipamentos em operação na cidade. O endereço dos equipamentos foi coletado na lista disponibilizada no site da Secretaria Municipal de Transportes (SMTR-RIO, 2025) e os pontos de FE foram georreferenciados no *software* QGIS a fim de contabilizá-los em cada CISP selecionada para o estudo de caso.

A Figura 4.7 mostra a distribuição desses pontos ao longo do território, sendo notável a concentração de Fiscalização Eletrônica nas áreas do Centro e Zona Sul, bem como ao longo de grandes eixos viários. Ao compará-la com a Figura 4.6, é perceptível a baixa quantidade de equipamentos para a malha viária da Zona Norte e Zona Oeste. Isso pode refletir na adoção de comportamentos inseguros dos condutores e assim potencializar a ocorrência de vítimas e fatalidade nos sinistros de trânsito.

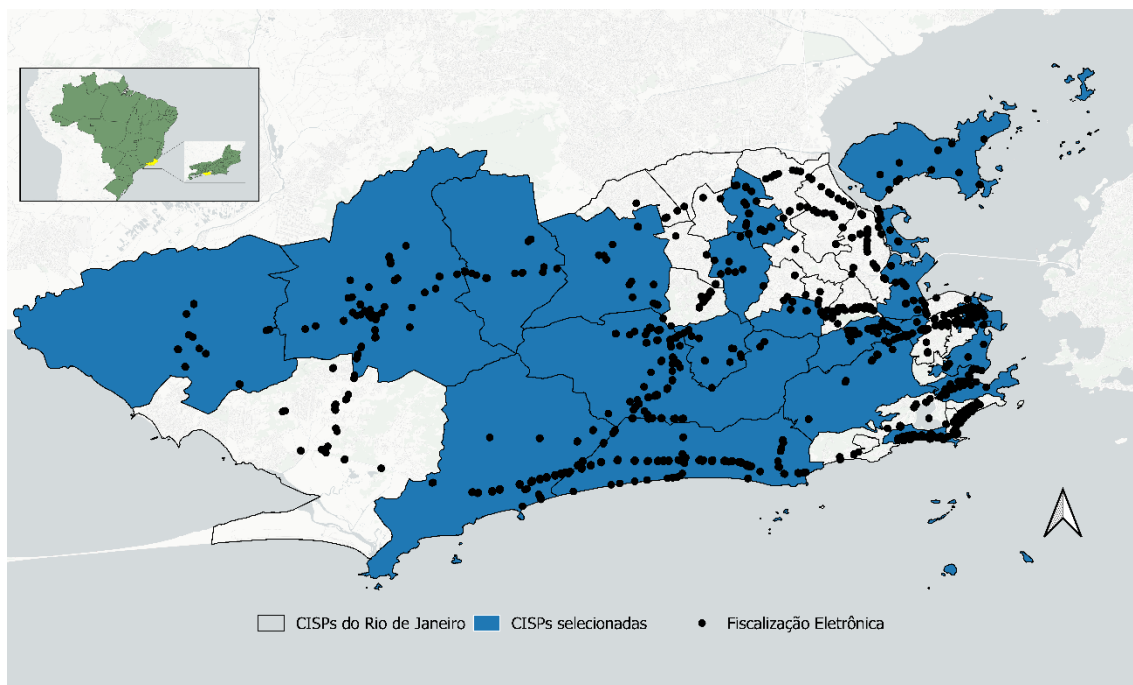


Figura 4.7 – Pontos de fiscalização eletrônica na Cidade do Rio de Janeiro.

Por fim, os dados relativos à taxa de analfabetismo da população em cada CISP foram coletados do Censo 2022 (IBGE, 2024). O mapa de setores censitários da Cidade do Rio de Janeiro, informado pela municipalidade (DATA.RIO, 2024a), foi cruzado com os limites das CISPs no *software* QGIS, sendo atribuído a cada região do estudo de caso o quantitativo de residentes acima de 15 anos, alfabetizados ou não. Adicionalmente, o total da população residente foi levantado para calcular a incidência de crimes violentos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, primeiramente são apresentados os resultados da pesquisa observacional de fatores de risco para a segurança viária conduzida pela CET-Rio em outubro de 2024, cujos dados foram tabulados e analisados pelo presente trabalho. A amostra é caracterizada quanto ao sexo dos condutores pelo tipo de veículo, quantidade de registros por Ponto de Observação (PO) e ocupação dos veículos. São informadas na sequência as taxas de uso de cinto de segurança e capacete por todos os ocupantes em cada PO, com destaque para a proteção de crianças e bebês, bem como a distração dos condutores.

A partir do histórico de cinco anos das vítimas lesionadas e mortas no trânsito das 21 Circunscrições Integradas de Segurança Pública (CISP) correspondentes aos POs selecionados, são calculadas as taxas de vítimas por quilômetro de vias e a sua fatalidade. Esses parâmetros são usados como variáveis dependentes para a construção dos modelos para correlacionar a ocorrência e a fatalidade das vítimas de trânsito com os fatores de risco. Como informações complementares para incluir outras variáveis independentes nos modelos, são investigados índices de equipamentos de fiscalização eletrônica na malha viária, ocorrência de crimes violentos per capita e analfabetismo da população.

5.1. Amostra observada

Ao final da pesquisa observacional, foram contabilizados 3.999 automóveis e utilitários e 4.523 motocicletas, quantidades superiores ao tamanho mínimo de veículos para cada categoria (2.879 e 2.867, respectivamente). Dentro de todos esses veículos, foram registrados 12.103 ocupantes, sendo 4,2 vezes maior que a amostra mínima de 2.881 pessoas. A predominância dos condutores de veículos foi masculina, tanto em automóveis (82,6%) quanto em motocicletas (96,1%), como mostra a Figura 5.1.

Por outro lado, quase 65% de todas as habilitações registradas no município até o final de 2023 pertenciam a homens (SMS-RIO, 2024). Essa diferença pode ter relação com o cenário socioeconômico do Brasil, não só devido à desigualdade de renda entre os sexos, mas também à maior incidência de homens trabalhando com serviços de transporte.

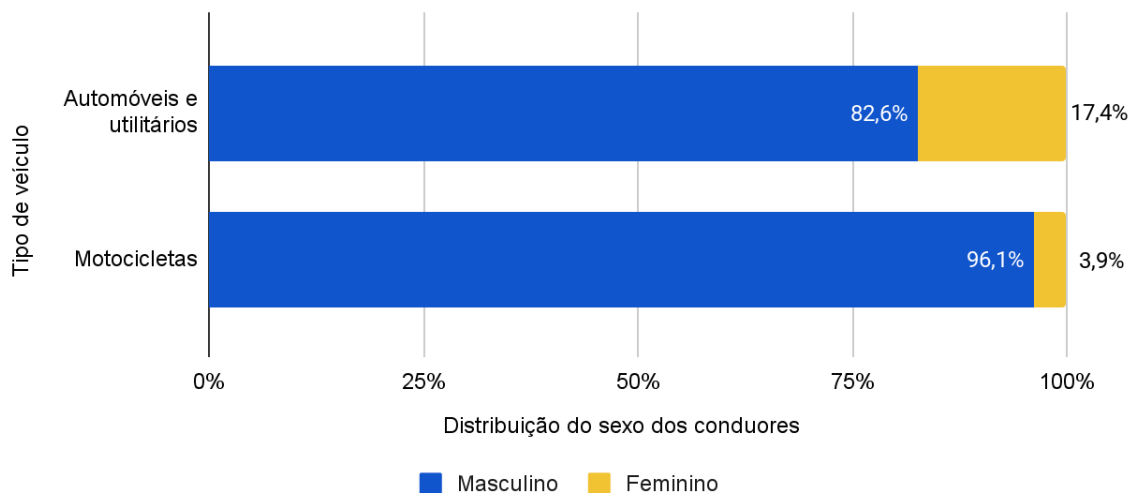


Figura 5.1 - Distribuição do sexo dos condutores observados por tipo de veículo.

Ao analisar a ocupação dos veículos, a Figura 5.2 mostra que em 55,9% dos automóveis e utilitários havia apenas o condutor, 35,2% transportaram dois ocupantes e em apenas 8,9% havia três ou mais pessoas. Por consequência, a taxa de ocupação dessa categoria foi de 1,56 pessoas por veículo. Esse valor indica a ociosidade dos automóveis circulando na cidade, tendo em média 70% dos lugares vazios.

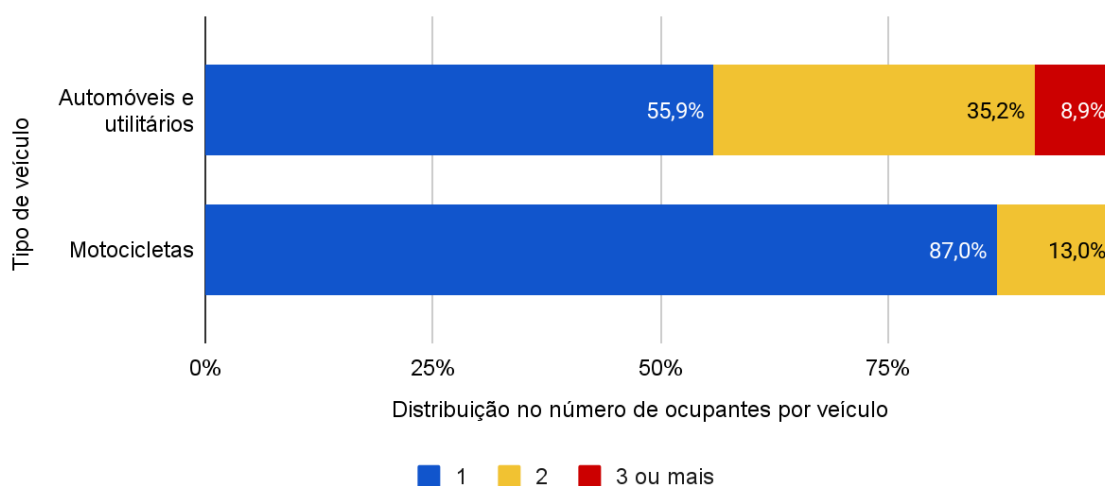


Figura 5.2 - Distribuição do número de ocupantes por tipo de veículo.

Já entre as motocicletas, 87% circularam apenas com o condutor e 13% com passageiro, resultando no fator de ocupação de 1,30 pessoas por veículo. Apesar de inferior, essa taxa indica uma ociosidade menor nas motocicletas em relação aos automóveis devido à capacidade limitada a dois ocupantes.

A Tabela 5.1 informa a quantidade de passageiros registrada em cada posição dos automóveis e utilitários nos 21 POs selecionados para a construção dos modelos. Ao longo da pesquisa foram identificados 21 passageiros extras sentados no colo de outra pessoa. Enquanto o Ponto 3 teve o maior fator de ocupação com 1,70 pessoas por veículo, o Ponto 1 ficou no extremo oposto (1,31). Ambos estão localizados na região central da cidade, porém essa diferença pode ter relação com a menor disponibilidade de estacionamento no Ponto 3 e, conseqüentemente, maior uso de transporte por aplicativo.

Tabela 5.1 - Quantidade de passageiros de automóveis e utilitários coletados por Ponto de Observação.

PO	Geral	Motorista	Copiloto(a)	Banco traseiro
1	188	143	31	14
2	294	196	50	48
3	290	171	55	64
4	328	207	61	60
5	259	165	45	49
6	348	207	60	81
7	330	206	80	44
8	269	195	50	24
9	329	208	87	34
10	274	165	62	47
12	298	190	65	43
13	303	207	67	29
14	268	181	59	28
16	314	203	55	56
17	267	195	41	31
18	328	208	78	42
19	328	208	79	41
21	315	190	70	55
22	250	165	64	21
23	311	197	73	41
25	297	192	53	52

Já entre as motocicletas, a Tabela 5.2 informa maior ocupação no Ponto 25 (Zona Oeste), com 1,45 pessoas por veículo. Por outro lado, no Ponto 10 (Barra da Tijuca) foram registradas em média 1,22 pessoas por motocicleta. A diferença observada entre esses locais também pode ter relação com o serviço de transporte, porém neste caso com a forte presença do mototáxi para a circulação interna nos bairros e comunidades informais da Zonas Oeste e Norte da cidade.

Tabela 5.2 - Quantidade de passageiros de motocicletas por Ponto de Observação.

PO	Geral	Motociclista	Acompanhante
1	197	158	39
2	271	219	52
3	301	215	86
4	272	218	54
5	288	239	49
6	268	217	51
7	280	216	64
8	315	245	70
9	283	216	67
10	271	222	49
12	261	210	51
13	302	221	81
14	277	210	67
16	289	219	70
17	326	254	72
18	294	220	74
19	304	219	85
21	288	200	88
22	263	206	57
23	272	201	71
25	287	198	89

Apesar de os fatores de ocupação em motocicletas parecerem baixos, eles reforçam a semelhança com a quantidade de passageiros transportados por automóveis e utilitários e servem para alertar as autoridades sobre o número considerável de acompanhantes de motocicleta, inclusive oito casos com três ocupantes no veículo, expostos ao risco de sinistro por queda.

5.2. Uso de equipamentos de segurança

O cinto de segurança foi usado, em média, por 49,4% dos ocupantes de automóveis e utilitários na Cidade do Rio de Janeiro, demonstrando um cenário preocupante para a segurança viária, visto que o cinto e segurança reduz a velocidade de impacto do corpo com o interior do veículo, além de prevenir a ejeção de quem o usa. A falta do cinto de segurança apresentou variações significativas ao longo do território, conforme ilustra a Figura 5.3, sendo os índices mais baixos em POs da Zona Oeste, Grande Bangu e Zona Norte (em vermelho escuro). Os cenários distintos entre esses locais e as zonas centrais (em tons claros), pode ter relação com suas características socioeconômicas, de criminalidade e fiscalização, como investigado na sequência do presente trabalho.

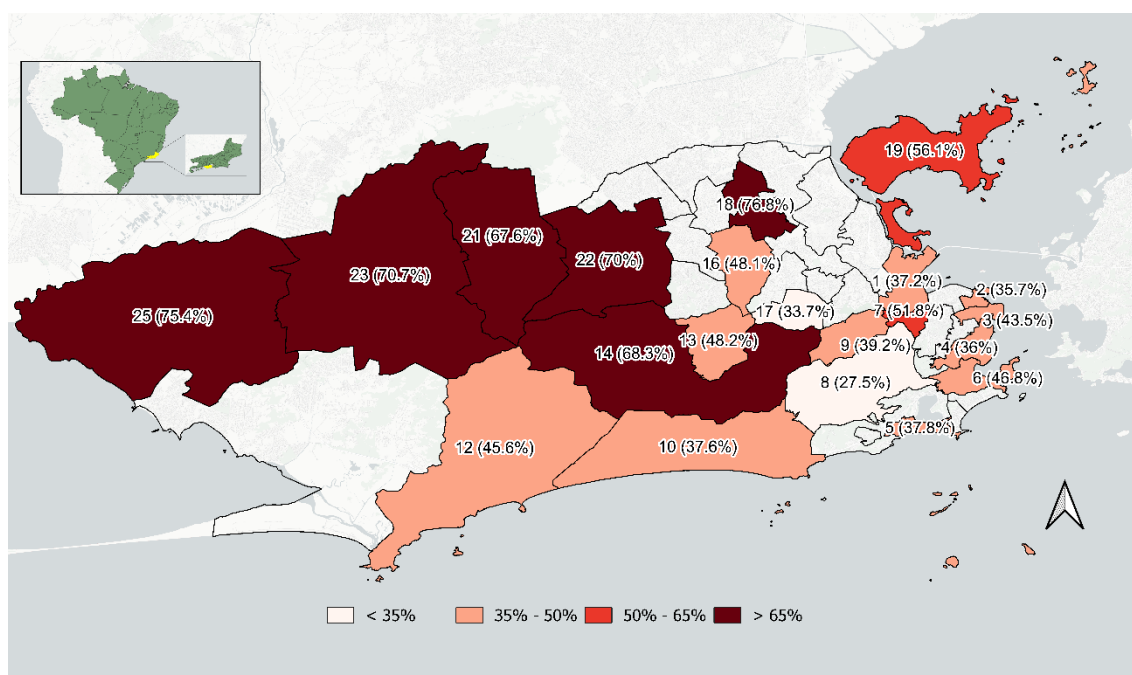


Figura 5.3 - Não uso do cinto de segurança ao longo do município.

A Figura 5.4 lista não só a falta do cinto de segurança, mas também o seu uso por todos os ocupantes de automóveis e utilitários registrados em cada Ponto de Observação (PO). É possível notar que, em todos os POs do Centro (1, 2 e 3), Zona Sul (4, 5 e 6) e Barra da Tijuca (10 e 12), o uso do equipamento foi superior à média da cidade (49,4%). Porém, foi no Ponto 8 (Grande Tijuca) em que mais pessoas usavam cinto de segurança (72,5%). No extremo oposto estão todos os POs da Grande Bangu (21 e 22) e Zona Oeste (23 e 25), com índice de uso abaixo de 35%. O local mais crítico foi o Ponto 18, na Zona Norte, onde somente 23,2% ocupantes estavam protegidos.

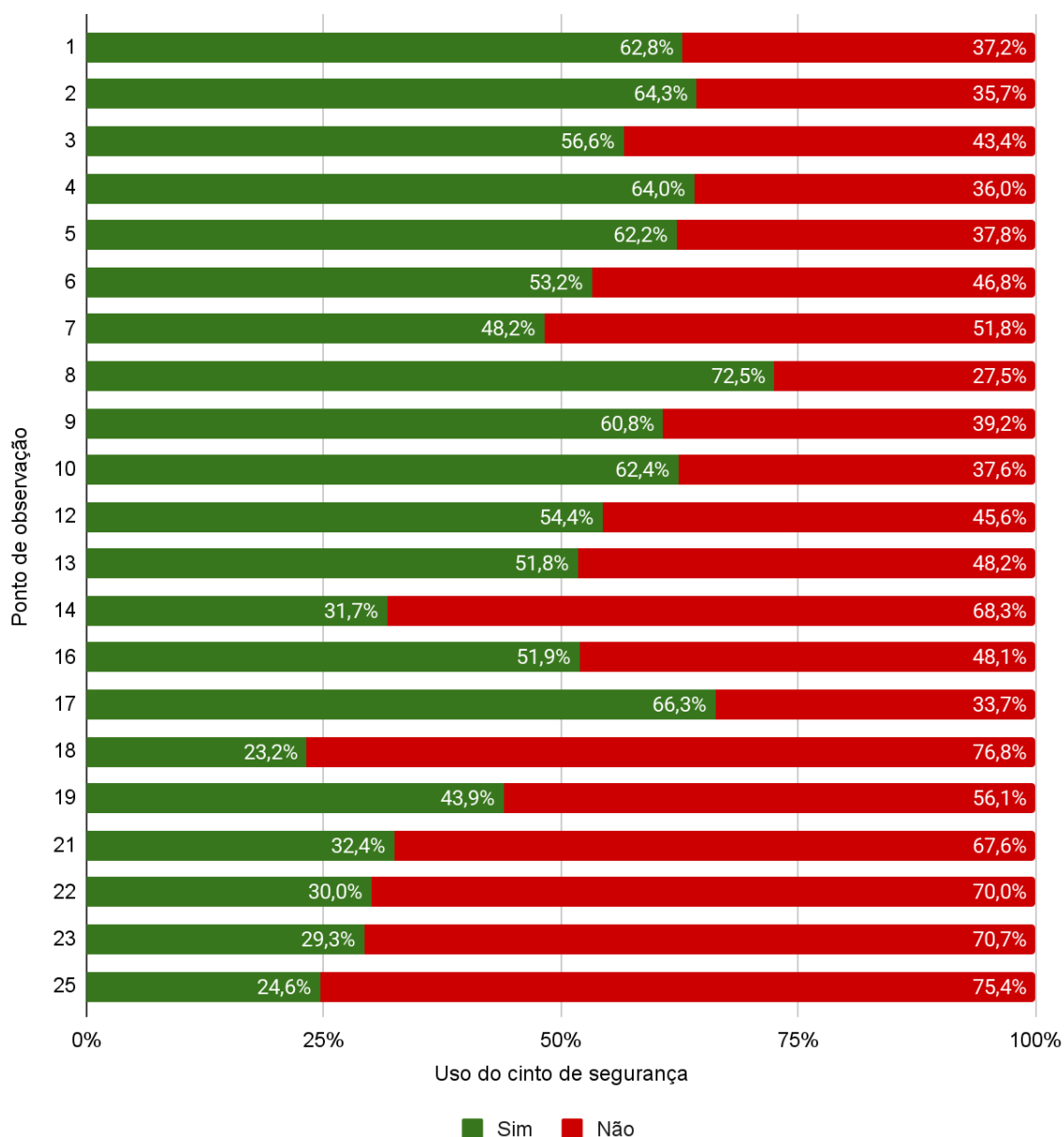


Figura 5.4 - Taxa de uso do cinto de segurança por Ponto de Observação.

A taxa de uso do cinto de segurança apresentou grandes diferenças conforme o lugar onde cada ocupante estava sentado. Em média, 60% dos motoristas fizeram uso do cinto, sendo que esse valor diminuiu para 44,8% entre os passageiros dianteiros. Ao se analisar os ocupantes do banco traseiro, apenas 8,9% usavam cinto de segurança. Seguindo a tendência da Figura 5.4, a Tabela 5.3 indica que o Ponto 8 apresentou mais motoristas e copilotos protegidos pelo cinto, acima de 70%, sendo o Ponto 13 onde os passageiros traseiros mais usaram o cinto.

Tabela 5.3 - Taxa de uso do cinto de segurança conforme o ocupante por Ponto de Observação.

PO	Geral (%)	Motorista (%)	Copiloto (%)	Banco traseiro (%)
1	62,8	72,7	45,2	0,0
2	64,3	75,5	60,0	22,9
3	56,6	76,6	54,5	4,7
4	64,0	82,1	59,0	6,7
5	62,2	77,6	66,7	6,1
6	53,2	67,6	60,0	11,1
7	48,2	57,8	46,3	6,8
8	72,5	79,5	72,0	16,7
9	60,8	69,2	63,2	2,9
10	62,4	73,3	54,8	34,0
12	54,4	65,8	49,2	11,6
13	51,8	58,5	44,8	20,7
14	31,7	38,7	23,7	3,6
16	51,9	65,0	50,9	5,4
17	66,3	74,9	61,0	19,4
18	23,2	29,8	17,9	0,0
19	43,9	53,8	39,2	2,4
21	32,4	40,0	34,3	3,6
22	30,0	38,8	17,2	0,0
23	29,3	36,5	23,3	4,9
25	24,6	32,3	20,8	0,0

Diferentemente do cinto de segurança nos automóveis e utilitários, o uso de capacete foi muito superior por ocupantes das motocicletas. Em média, 95,3% das pessoas utilizavam o item, sendo 88,2% de forma correta e 7,1% de forma incorreta. O uso correto do equipamento foi registrado quando a cinta jugular estava afivelada e sem folga até o maxilar. Isso significa que a taxa de uso do capacete é 1,93 vezes superior ao uso do cinto de segurança e pode indicar que os ocupantes de motocicleta compreendem melhor a importância do equipamento para a sua integridade física, visto que não estão protegidos dentro de uma estrutura metálica.

A Figura 5.5 ilustra em coloração mais escura as áreas onde menos se registrou o uso de capacete ao longo do território do Rio de Janeiro. É possível observar uma tendência semelhante à Figura 5.3 (não uso do cinto de segurança), com Pontos de Observação se destacando na Zona Oeste (Ponto 25), Grande Bangu (Ponto 21) e Zona Norte (Ponto 18). Entretanto, atenta-se para a diferença nas escalas adotadas entre as Figuras 5.3 e 5.5, uma vez que a falta de cinto variou 49,3% entre os Pontos 8 e 18, enquanto que a falta de capacete entre os Pontos 8 e 25 teve diferença de 14,3%. Apesar de menos discrepantes, as taxas de uso do capacete ao longo do território podem ser consequência do cenário socioeconômico, violência urbana e intensidade da fiscalização por parte dos órgãos públicos, assim como as taxas de uso de cinto de segurança.

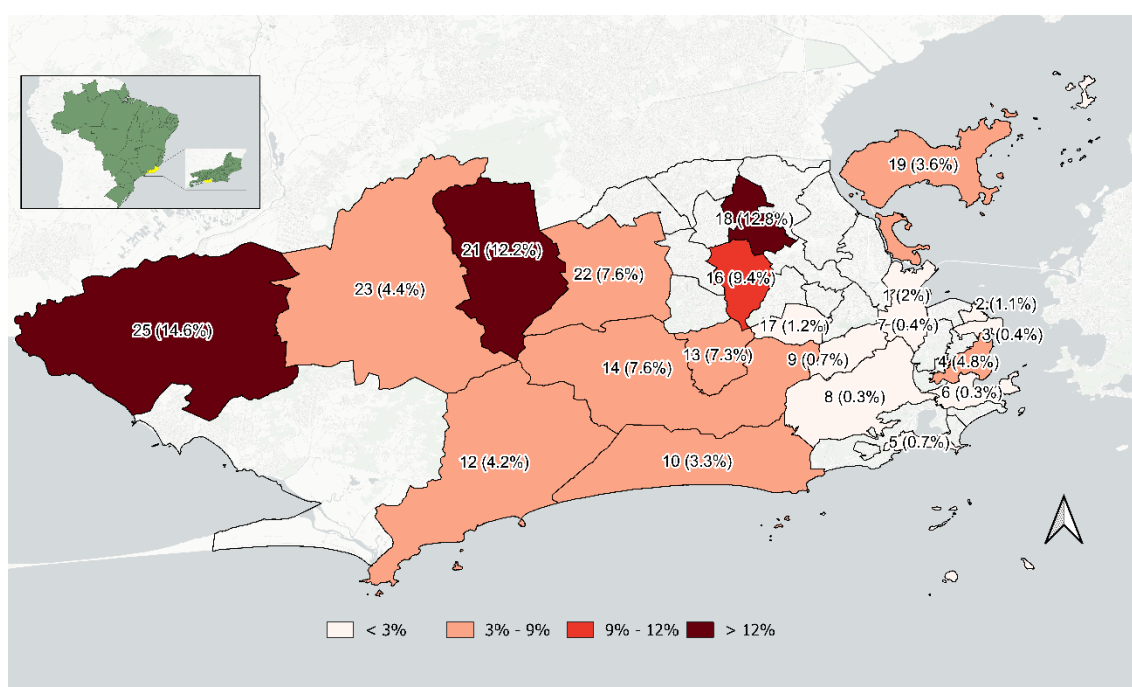


Figura 5.5 - Não uso do capacete ao longo do município.

Na Figura 5.6 são informadas as taxas de falta do capacete e também de seu uso por todos os ocupantes de motocicletas em cada Ponto de Observação (PO). É possível notar que, em todos os POs do Centro (1, 2 e 3), Grande Tijuca (7, 8 e 9) e Barra da Tijuca (10 e 12), o uso do equipamento foi superior à média da cidade (95,3%). O Ponto 8 (Grande Tijuca) novamente se destaca, com 99,7% de pessoas com capacete. Por outro lado, todos os POs de Jacarepaguá (13 e 14) e Grande Bangu (21 e 22) tiveram taxa de uso inferior a 95%. O local mais crítico foi o Ponto 25, na Zona Oeste, onde 85,4% dos ocupantes de motocicleta estavam protegidos pelo capacete.

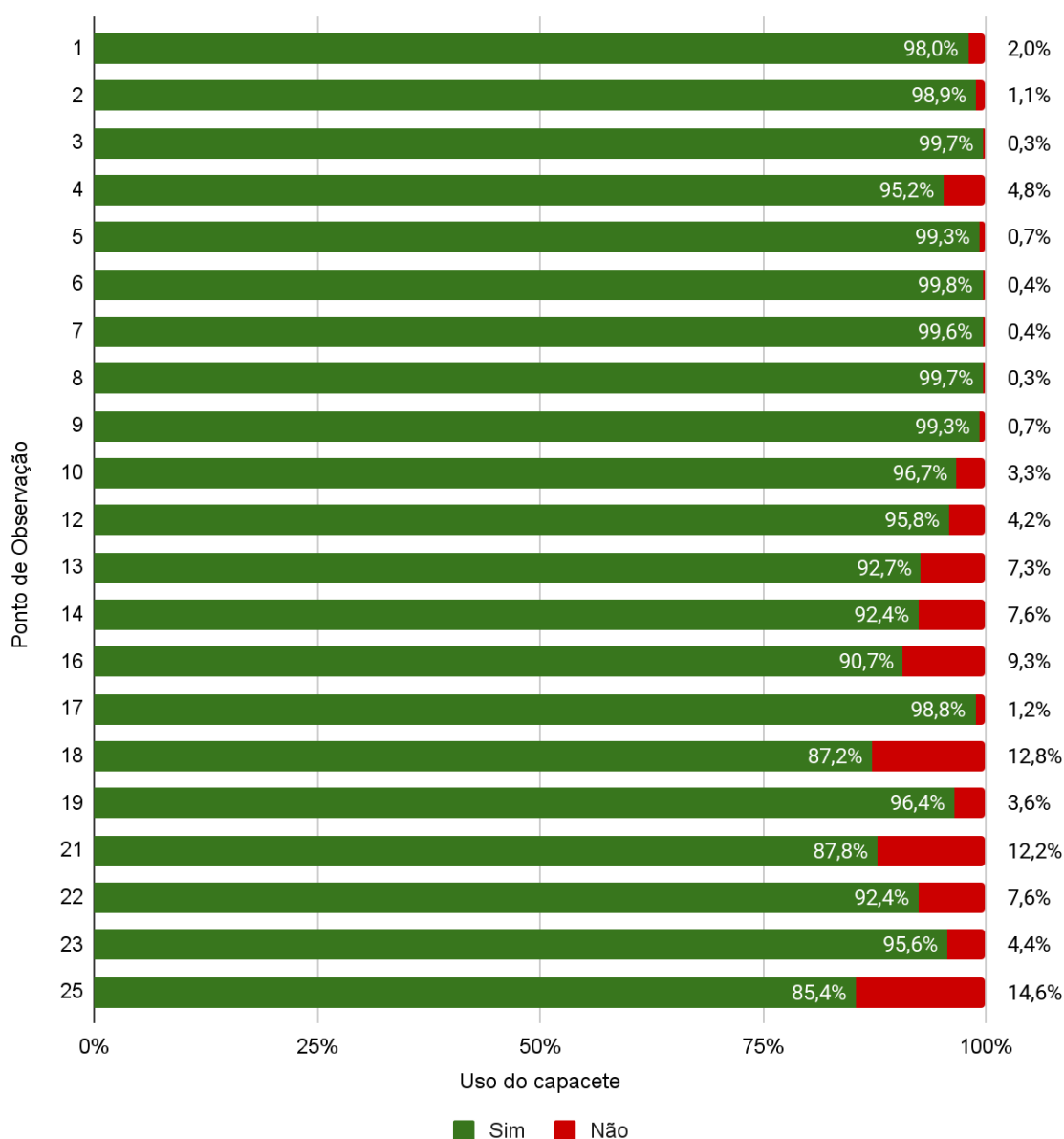


Figura 5.6 - Taxa de uso do capacete por Ponto de Observação.

Na Cidade do Rio de Janeiro, 97,2% dos motociclistas utilizam o capacete, sendo 91,3% de uso correto desse item. Já entre os acompanhantes da motocicleta, a taxa de uso cai para 89,3%, estando correto em 78% dos casos. A Tabela 5.4 mostra que todos os motociclistas observados usavam capacete nos Pontos 3 e 8, sendo o menor índice no Ponto 18 (89,5%). Já entre os acompanhantes, nos Pontos 5,6 e 7 todos estavam com o equipamento e no Ponto 25 somente 67,4% fizeram uso do capacete.

Tabela 5.4 - Taxa de uso do capacete conforme o ocupante por Ponto de Observação.

PO	Geral (%)	Motociclista (%)	Acompanhante (%)
1	98,0	99,4	92,3
2	98,9	99,1	98,1
3	99,6	100,0	98,8
4	95,2	97,2	87,0
5	99,3	99,2	100,0
6	99,7	99,5	100,0
7	99,6	99,5	100,0
8	99,7	100,0	98,6
9	99,3	99,5	98,5
10	96,7	99,5	83,7
12	95,8	96,2	94,1
13	92,7	95,9	84,0
14	92,4	93,8	88,1
16	90,6	93,2	82,9
17	98,8	99,6	97,2
18	87,2	89,5	82,4
19	96,4	98,6	90,6
21	87,8	96,0	69,3
22	92,4	93,2	89,5
23	95,6	97,0	93,0
25	85,4	93,9	67,4

Apenas 106 dos 2.210 passageiros transportados em automóveis e utilitários foram identificados como crianças ou bebês (4,8%). Já nas motocicletas, o público infantil foi de apenas 19 pessoas dentre os 1.392 acompanhantes (1,4%). A menor quantidade de crianças transportadas em motocicletas pode indicar uma preocupação com a segurança dos pequenos ao se evitar seu transporte nesses veículos. Devido ao pequeno tamanho da amostra, não é possível realizar comparações estatisticamente significativas entre os POs quanto ao uso dos itens de segurança pelo público infantil. Os índices gerais são mostrados na Figura 5.7.

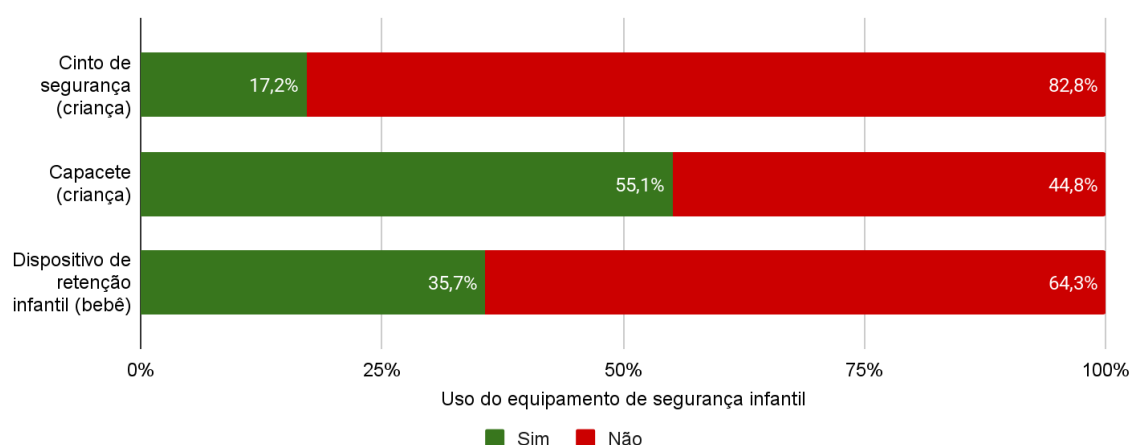


Figura 5.7 - Taxa de uso de equipamentos de segurança infantil.

O item menos utilizado por passageiros infantis foi o cinto de segurança, com somente 17,2% das crianças protegidas. Esse índice reduzido pode ser explicado pelo fato de que elas usualmente se sentam no banco traseiro dos automóveis, onde a taxa de uso do cinto pelos ocupantes foi de 8,9%. Nas motocicletas, o uso de capacete por crianças foi mais alto (55,1%), porém abaixo da média entre os acompanhantes na cidade (89,3%). O dispositivo de retenção infantil foi utilizado para o transporte de 35,7% dos passageiros bebês, o que pode indicar que grande parte desses passageiros são carregados no colo.

Para a construção dos modelos de correlação entre a fatalidade das vítimas de trânsito na Cidade do Rio de Janeiro e o uso de cinto de segurança e capacete, foram utilizados os dados contidos na coluna “Geral” das Tabelas 5.3 e 5.4, respectivamente. Uma vez que foram consideradas as taxas de não uso desses equipamentos, os valores presentes nas Tabelas 5.3 e 5.4 foram subtraídos de 100% para assim resultar na falta de cinto e capacete.

5.3. Uso de itens de distração

A Figura 5.8 mostra as taxas de distração com celular, cigarro, comida ou bebida pelos motoristas e motociclistas registrados no estudo. Entre os condutores de automóveis observados em toda a cidade, 80,1% não usaram itens de distração durante o tempo parado no semáforo vermelho. Manusear o celular foi a distração mais recorrente, em 17,8% dos motoristas. Fumar e comer ou beber foram atos observados em 1,4% e 0,9% dos casos, respectivamente. De todos os motoristas distraídos, 88,7% deles utilizaram o celular.

O comportamento dos motociclistas foi mais seguro frente aos itens de distração, com 86,5% deles não fazendo uso desses objetos. As distrações mais recorrentes seguem a mesma tendência que os condutores de automóveis e utilitários, sendo o celular utilizado por 12,8% dos motociclistas, seja manuseando com as mãos ou mantendo o aparelho dentro do capacete. Como a estrutura da motocicleta não garante boa estabilidade quando conduzida com uma só mão, nem possui pontos para apoio de objetos, fumar e ingerir alimentos foram ações realizadas por apenas 0,6% e 0,2% dos motociclistas, respectivamente. Dessa forma, usar o celular representou 93,8% dos casos de condutores de motocicleta distraídos.

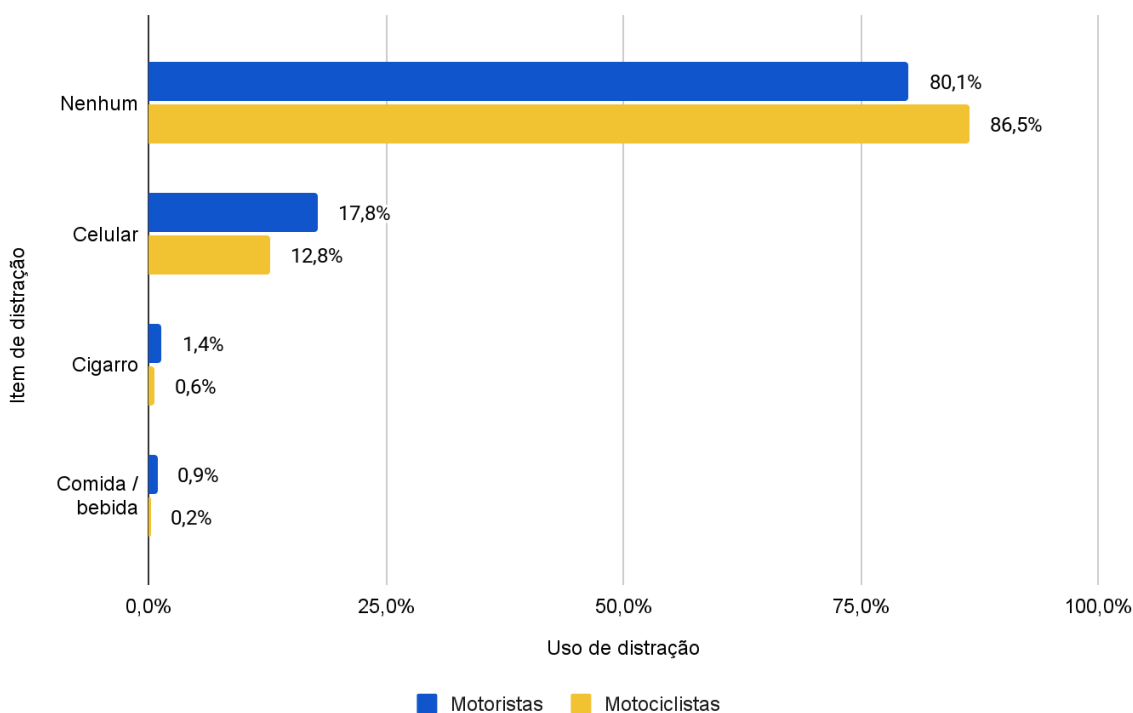


Figura 5.8 - Distração utilizada pelos condutores conforme o tipo de veículo.

Na Figura 5.9 são mostrados os percentuais de condutores distraídos em cada PO, seja motorista ou motociclista. Em cores são diferenciados os itens utilizados, sendo os valores correspondentes à parcela de condutores que foram registrados fazendo uso de celular, cigarro, comida ou bebida. A maior taxa ocorreu no Ponto 5, onde 32,3% dos condutores se distraíram, enquanto no Ponto 22 foram somente 3,5%. Em todos os locais, o celular foi o item utilizado em mais de dois terços dos casos, provando ser um ponto de alerta aos gestores sobre o recorrente desvio da atenção do trânsito para as telas.

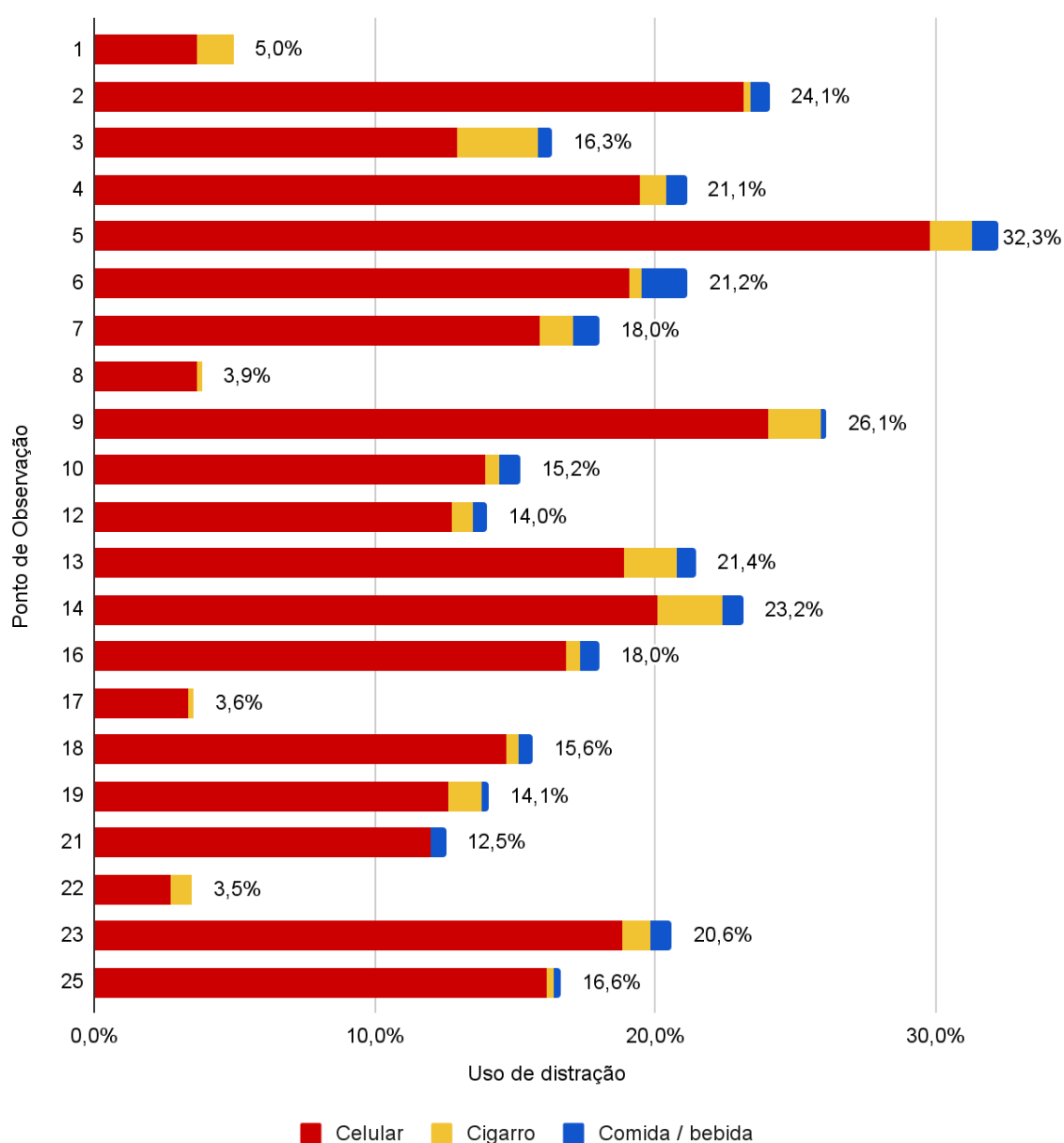


Figura 5.9 - Taxa de distração dos condutores por Ponto de Observação.

A grande diferença observada na taxa de distrações entre regiões da cidade pode ter relação não só com o poder aquisitivo para se ter um *smartphone*, mas também com a maior atividade econômica envolvendo aplicativos de transporte e entrega, uma vez que esses condutores acompanham constantemente as solicitações e a rota até o destino pelo celular. Por outro lado, a violência urbana em algumas zonas pode desestimular a exposição do aparelho e, conseqüentemente, o seu uso durante a condução e a parada.

A Figura 5.10 ilustra os dados agregados da Figura 5.9 ao longo do território, sendo em vermelho escuro as áreas com maiores taxas de distração. Não é possível notar os mesmos contrastes presentes nas Figuras 5.3 e 5.5 (falta do cinto de segurança e capacete, respectivamente), indicando haver dinâmicas distintas na incidência desse fator de risco.

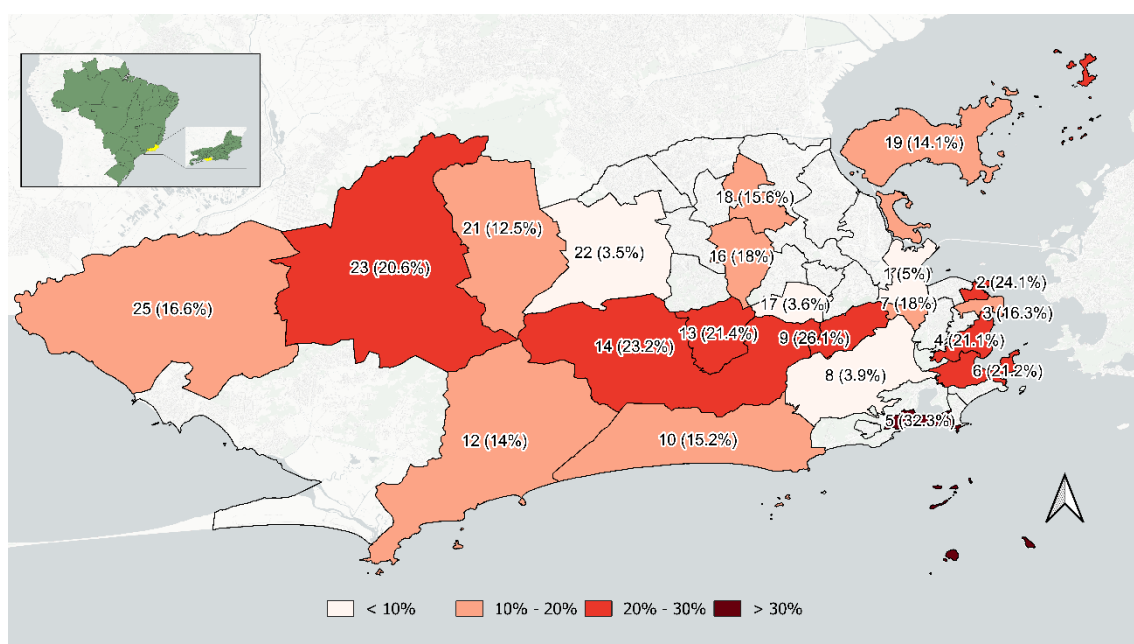


Figura 5.10 - Condutores distraídos ao longo do município.

5.4. Histórico de lesões e mortes

Apesar de a quantidade de pessoas lesionadas e mortas na Cidade do Rio de Janeiro em 2024 ser considerada alta, respectivamente 12.917 e 706 pessoas (ISP, 2025), optou-se por calcular uma média anual de vítimas nessas áreas. Logo, o histórico de lesões corporais culposas e homicídios culposos de trânsito de cinco anos, entre 2020 e 2024, foram obtidos junto ao site do ISP para cada CISP correspondente aos POs selecionados.

Nesse período foram registradas 51.105 vítimas, sendo 47.993 lesionadas e 3.112 mortas em toda a cidade. Nas CISP onde estão os 21 POs, ocorreram 29.587 lesões e 1.900 mortes devido a sinistros de trânsito entre 2020 e 2024, representando cerca de 61% das vítimas no município. A Tabela 5.5 informa a quantidade de pessoas vitimadas por sinistros, de acordo com a severidade (lesão ou morte), nas regiões do estudo de caso.

Tabela 5.5 - Histórico de vítimas entre 2020 e 2024 na CISP correspondente a cada Ponto de Observação.

PO	CISP	Lesões	Mortes	Vítimas totais
1	17	1627	99	1.726
2	1	235	17	252
3	5	544	27	571
4	9	901	56	957
5	14	444	33	477
6	10	1086	49	1.135
7	18	884	24	908
8	19	702	28	730
9	20	684	45	729
10	16	2435	147	2.582
12	42	1632	79	1.711
13	41	1227	38	1.265
14	32	2503	149	2.652
16	29	1576	90	1.666
17	26	909	36	945
18	27	1031	88	1.119
19	37	1356	59	1.415
21	34	2382	161	2.543
22	33	2245	167	2.412
23	35	3627	273	3.900
25	36	1557	235	1.792

Fonte: ISP (2025).

A partir da quantidade de vítimas totais entre 2020 e 2024 informadas na Tabela 5.5, calculou-se a média anual em cada PO nesse período e dividiu-se pela extensão da malha viária da CISP correspondente (ilustrada na Figura 4.5). Com isso, obteve-se as taxas de vítimas de trânsito anuais a cada cem quilômetros de via nessas regiões, apresentadas na Tabela 5.6. Adicionalmente, calculou-se a taxa de fatalidade das vítimas de trânsito, sendo a razão entre quantidade de vítimas mortas e totais informadas na Tabela 5.5.

Tabela 5.6 - Taxas de vítimas pela extensão da malha viária e fatalidade por Ponto de Observação.

PO	Extensão vias (km)	Vítimas anuais/100km	Fatalidade (%)
1	301	115	5,7
2	73	69	6,7
3	59	193	4,7
4	126	152	5,9
5	82	116	6,9
6	100	227	4,3
7	88	206	2,6
8	260	56	3,8
9	174	84	6,2
10	896	58	5,7
12	919	37	4,6
13	209	121	3,0
14	942	56	5,6
16	235	142	5,4
17	162	117	3,8
18	272	82	7,9
19	385	73	4,2
21	732	70	6,3
22	507	95	6,9
23	1.582	49	7,0
25	987	36	13,1

Fontes: DATA.RIO (2024) e ISP (2025).

Da Tabela 5.6, as Figura 5.11 e 5.12 ilustram as taxas informadas nas colunas “Vítimas anuais/100km” e “Fatalidade”, respectivamente. Na primeira, nota-se a maior incidência nas regiões do Centro e Zona Sul da cidade (em vermelho escuro), sendo na CISP relativa ao Ponto 6 (Zona Sul) onde calculou-se a maior taxa (227). Esse cenário pode ter relação não só com a alta densidade populacional nessas áreas, mas também com a atração de viagens ao longo do dia devido à maior oferta comércio e serviços. Já na Figura 5.12, a alta fatalidade das vítimas observadas na Zona Oeste e Grande Bangu, especialmente no Ponto 25 (13,1%) segue a tendência da falta de cinto e capacete.

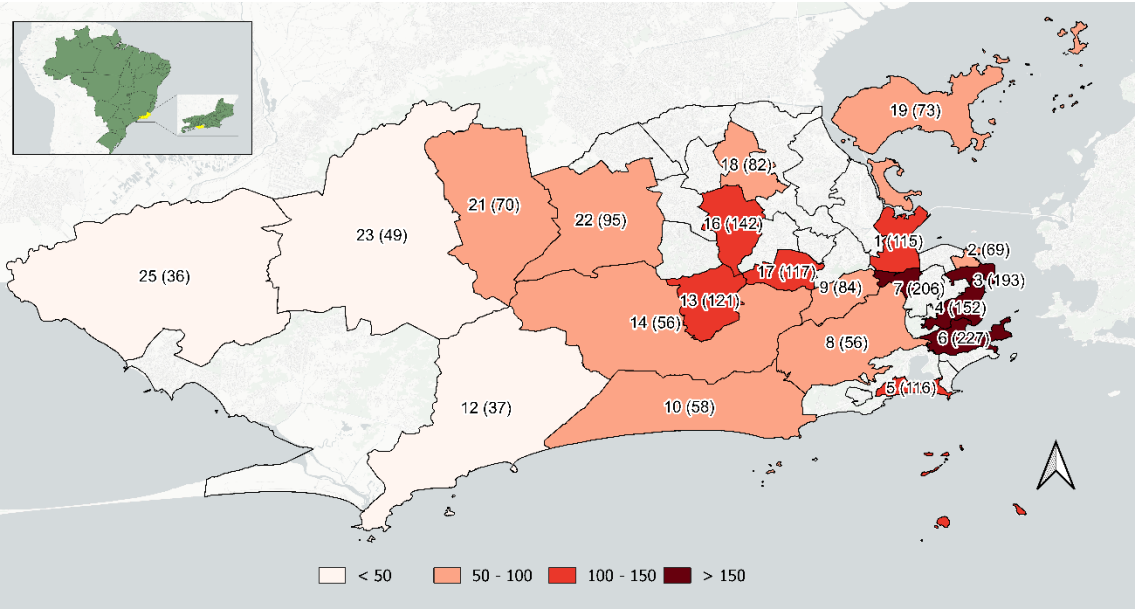


Figura 5.11 - Vítimas de trânsito anuais a cada 100km de via ao longo do município.

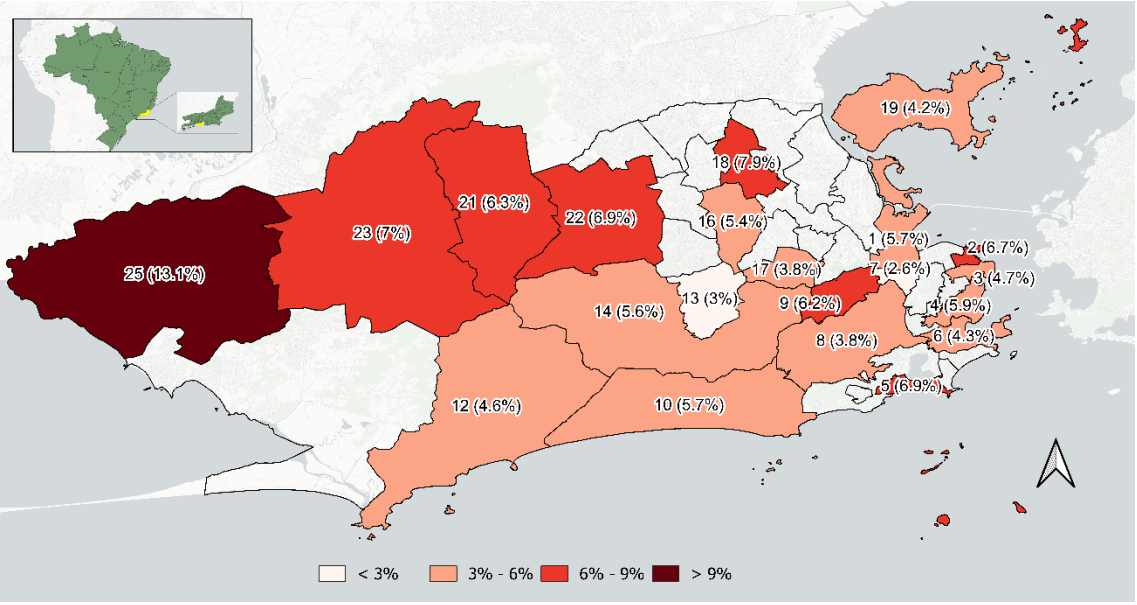


Figura 5.12 - Fatalidade das vítimas de trânsito ao longo do município.

5.5. Densidade de pontos de Fiscalização Eletrônica

Para calcular a densidade de Fiscalização Eletrônica (FE), foi contabilizada a quantidade de locais com controle de velocidade, avanço de sinal e invasão de faixa exclusiva em cada CISP correspondente aos Pontos de Observação, conforme ilustrado na Figura 4.6. Esses valores foram divididos pela extensão da malha viária, resultando em uma taxa de equipamentos a cada cem quilômetros de vias (Tabela 5.7).

Tabela 5.7 – Densidade de Fiscalização Eletrônica por Ponto de Observação.

PO	Pontos de FE	Extensão vias (km)	FE/100km
1	22	301	7,3
2	16	73	21,9
3	14	59	23,7
4	9	126	7,1
5	37	82	45,1
6	28	100	28,0
7	14	88	15,9
8	17	260	6,5
9	18	174	10,3
10	142	896	15,9
12	62	919	6,7
13	12	209	5,7
14	89	942	9,4
16	12	235	5,1
17	8	162	4,9
18	25	272	9,2
19	25	385	6,5
21	15	732	2,1
22	15	507	3,0
23	60	1.582	3,8
25	16	987	1,6

Fontes: SMTR-RIO (2025) e DATA.RIO (2024).

Os dados da coluna “FE/100km” da Tabela 5.7 são distribuídos ao longo do território na Figura 5.13. Nela, as regiões com cor azul escuro indicam maiores densidades de locais com Fiscalização Eletrônica, sendo destacados POs do Centro (2 e 3), Zona Sul (5 e 6), Grande Tijuca (7) e Barra da Tijuca (10). Isso pode ser explicado pela presença de faixas exclusivas de ônibus e corredores de BRT em vias dessas regiões, que exigem maior controle para evitar a ocorrência de sinistros com os veículos de transporte público. Esses valores são utilizados como variáveis independentes tanto no modelo para correlacionar a ocorrência de vítimas, quanto a fatalidade.

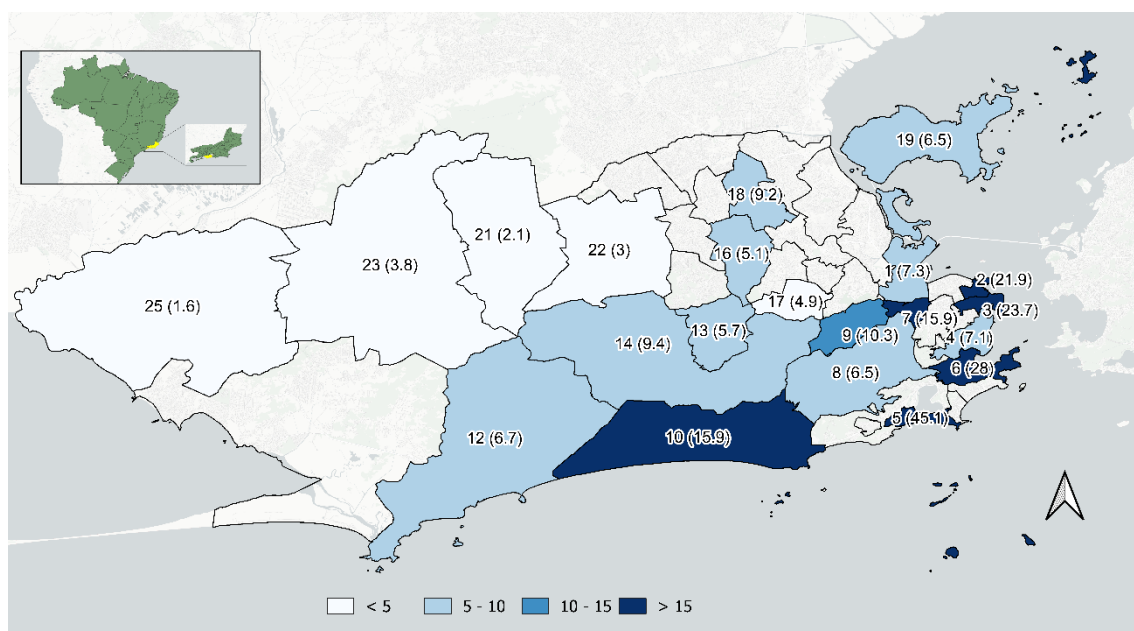


Figura 5.13 – Densidade de Fiscalização Eletrônica ao longo do município.

5.6. Histórico de criminalidade

O quantitativo de crimes classificados como “violentos” no Capítulo 4 foram coletados de ISP (2025) entre os anos de 2020 e 2024, mesmo período do histórico de lesões e mortes no trânsito. Calculou-se então a média anual de crimes em cada CISP relativa aos Pontos de Observação e, juntamente com a população residente nessas regiões conforme o Censo 2022 (IBGE, 2024), obteve-se a taxa per capita dessas ocorrências. Optou-se por calcular o índice a cada mil habitantes devido às diferentes ordens de grandeza das variáveis, sendo informado na coluna “Violência/1.000hab” da Tabela 5.8.

Tabela 5.8 - Taxa crimes violentos per capita na CISP correspondente a cada Ponto de Observação.

PO	Crimes violentos/ano	População	Violência/1.000hab
1	400	95.303	4,2
2	133	6.293	21,1
3	491	33.749	14,5
4	360	126.060	2,9
5	205	85.638	2,4
6	299	92.748	3,2
7	251	65.389	3,8
8	421	130.948	3,2
9	426	133.703	3,2
10	836	218.883	3,8
12	836	206.725	4,0
13	448	145.872	3,1
14	1.823	457.074	4,0
16	753	161.991	4,7
17	360	114.910	3,1
18	646	196.715	3,3
19	711	184.674	3,8
21	1.655	427.617	3,9
22	1.068	242.543	4,4
23	2.468	610.242	4,0
25	1.552	360.737	4,3

Fontes: ISP (2025) IBGE (2024).

É possível notar na Tabela 5.8 e na distribuição ao longo do território da Figura 5.14 que dois POs do Centro (2 e 3) tiveram as maiores taxas de criminalidade per capita. Esse resultado reflete a dinâmica socioeconômica da região, que é pouco populosa e atrai um grande número de pessoas durante o dia devido à concentração de empregos, comércio e serviços. Sendo uma área com pouca circulação de pessoas no período noturno, existe a propensão de que a área se torne violenta.

Ao se analisar as demais regiões do município na Figura 5.14, observa-se o aumento da criminalidade per capita periferia, como na Zona Norte (PO 16), Grande Bangu (PO 21) e Zona Oeste (PO 25). Por outro lado, na Zona Sul e Grande Tijuca essas taxas foram mais baixas, apesar de essas áreas também atraírem viagens de outras áreas para a realização de diferentes atividades, assim como o Centro.

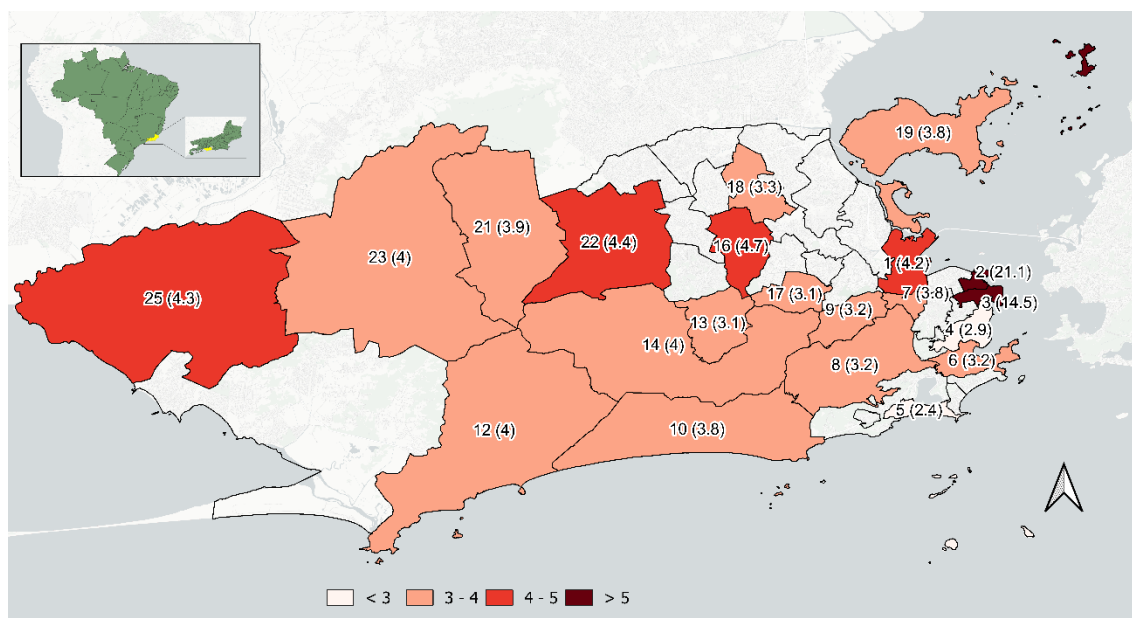


Figura 5.14 – Taxa anual de crimes violentos per capita ao longo do município.

5.7. Incidência de analfabetismo da população

A informação referente ao nível de escolaridade da população que está disponível nos resultados do Censo 2022 (IBGE, 2024) é a quantidade de pessoas analfabetas acima dos quinze anos. Dessa forma, a partir do referenciamento de cada setor censitário do IBGE às CISPs selecionadas no estudo de caso, contabilizou-se o número de analfabetos e a população com idade superior a quinze em cada região correspondente aos Pontos de Observação. As taxas de analfabetismo foram calculadas pela razão entre essas populações e estão indicadas na Tabela 5.9.

Dos cerca de 3.401.000 habitantes acima de quinze anos da área de estudo, pouco mais de 71.000 não sabem ler e escrever, o que resulta na taxa média de 2,1% de analfabetismo. O local com índice mais alto está no Centro (PO 1), onde cerca de 4,2% da população é analfabeta. Já na Zona Sul está a região com melhor taxa (PO 5), de 0,6%.

Tabela 5.9 - Taxa de analfabetismo por CISP correspondente a cada Ponto de Observação.

PO	População analfabeta	População > 15 anos	Analfabetismo (%)
1	3.204	75.807	4,2
2	127	5.372	2,4
3	378	30.922	1,2
4	1.017	112.444	0,9
5	428	76.157	0,6
6	649	81.654	0,8
7	469	58.261	0,8
8	1.602	114.746	1,4
9	2.062	116.662	1,8
10	3.125	185.102	1,7
12	2.754	173.107	1,6
13	1.647	122.931	1,3
14	10.670	372.909	2,9
16	2.580	136.568	1,9
17	1.325	99.712	1,3
18	2.774	167.792	1,7
19	3.372	155.783	2,2
21	7.808	332.816	2,3
22	4.233	200.692	2,1
23	11.477	498.072	2,3
25	9.468	283.855	3,3

Fonte: IBGE (2024).

Os números da coluna “Analfabetismo (%)” da Tabela 5.9 são ilustrados ao longo do território na Figura 5.15. Nela, as áreas em coloração mais escura representam aquelas com taxas mais altas de população analfabeta. Apesar de essas pessoas serem inaptas a obter uma Carteira Nacional de Habilitação, isso não as impossibilita de conduzir um veículo ilegalmente. Esse cenário pode também ter relação com o índice de escolaridade da população e prejudicar o entendimento sobre a prevenção dos fatores de risco para a ocorrência e o grau de severidade dos sinistros de trânsito.

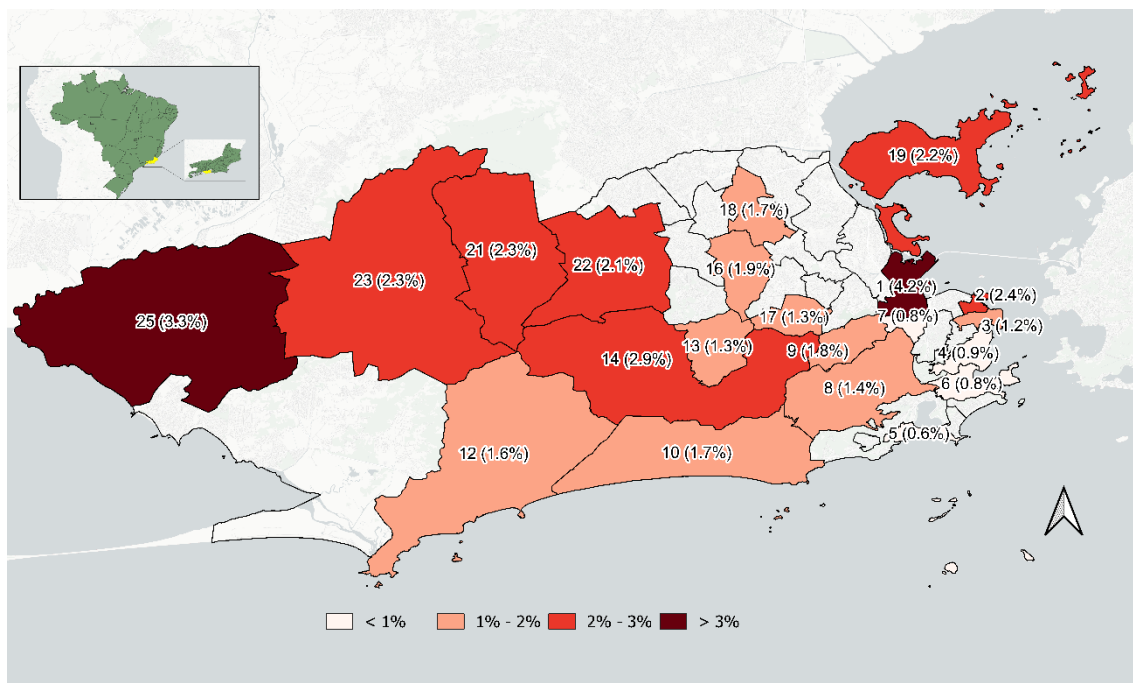


Figura 5.15 – Taxa de analfabetismo da população acima de quinze anos ao longo do município.

Nota-se na Figura 5.15 regiões de coloração mais intensa em direção à Zona Oeste do município, mas também na área central. A maior taxa de analfabetismo, conforme o Censo 2022, foi na CISP correspondente ao Ponto de Observação 1, possuindo 4,2% dos habitantes acima de quinze anos sem habilidade de ler e escrever. Embora esteja próxima de áreas com maior desenvolvimento socioeconômico, essa taxa pode ter relação com o fato de que parte considerável das residências na CISP onde está o PO 1 se localiza em comunidades, onde o acesso à educação básica pode sofrer grandes impedências.

5.8. Ocorrência das vítimas de trânsito

Dos dados apresentados e discutidos nas seções anteriores, foram utilizadas como variáveis independentes para construir os modelos de ocorrência das vítimas de trânsito as taxas de distração dos condutores da Figura 5.9 (Distração), densidade de pontos de fiscalização eletrônica da Tabela 5.7 (Fiscalização), crimes violentos per capita da Tabela 5.8 (Violência) e a taxa de analfabetismo da população acima de 15 anos da Tabela 5.9 (Analfabetismo). Foram propostos quinze modelos com combinações dessas variáveis para explicar a taxa de vítimas de trânsito a cada 100km de malha viária da Tabela 5.6 (Vítimas/km), informados na Tabela 5.10.

Tabela 5.10 - Combinação de variáveis usadas nos modelos de ocorrência das vítimas de trânsito.

Modelo	Distração	Fiscalização	Violência	Analfabetismo
1.1	X			
1.2		X		
1.3			X	
1.4				X
1.5	X	X		
1.6	X		X	
1.7	X			X
1.8		X	X	
1.9		X		X
1.10			X	X
1.11	X	X	X	
1.12	X	X		X
1.13	X		X	X
1.14		X	X	X
1.15	X	X	X	X

Quatro modelos são individuais para cada variável, dez modelos são relativos às possíveis combinações entre duas ou três variáveis e o último contém as quatro variáveis independentes. A Tabela 5.11 mostra os dados usados na construção dos modelos de correlação da ocorrência dos sinistros de trânsito por Ponto de Observação. Os valores percentuais foram usados em formato decimal para os cálculos.

Com o auxílio das ferramentas presente no menu “Análise de Dados” do *software* Microsoft Excel, analisou-se primeiramente o grau de relação entre todas as variáveis do modelo com a função “correlação”, que resulta para cada par de variáveis o seu coeficiente de Pearson. Na Tabela 5.12, quanto mais próximo de 1 está o módulo do resultado, maior a associação entre as variáveis. Nota-se que “Distração” e “Violência” tiveram valores de correlação baixos com a variável dependentes “Vítimas/km”, sendo um indicativo que elas podem ser pouco explicativas para o modelo. Já “Fiscalização” e

“Analfabetismo” resultaram em valores absolutos próximos de 0,5 e podem ser variáveis mais significativas estatisticamente para explicar a ocorrência de sinistros de trânsito. Entretanto, o valor negativo de “Analfabetismo” mostra que essa variável possui relação inversa ao aumento de vítimas e pode invalidar a hipótese inicial.

Tabela 5.11 - Variáveis utilizadas nos modelos de correlação para a ocorrência das vítimas de trânsito.

PO	Vítimas/km	Distração	Fiscalização	Violência	Analfabetismo
1	5,7	0,050	7,3	4,2	0,042
2	3,4	0,241	21,9	21,1	0,024
3	9,7	0,163	23,7	14,5	0,012
4	7,6	0,211	7,1	2,9	0,009
5	5,8	0,323	45,1	2,4	0,006
6	11,3	0,212	28,0	3,2	0,008
7	10,3	0,180	15,9	3,8	0,008
8	2,8	0,039	6,5	3,2	0,014
9	4,2	0,261	10,3	3,2	0,018
10	2,9	0,152	15,9	3,8	0,017
12	1,9	0,140	6,7	4,0	0,016
13	6,0	0,214	5,7	3,1	0,013
14	2,8	0,232	9,4	4,0	0,029
16	7,1	0,180	5,1	4,7	0,019
17	5,8	0,036	4,9	3,1	0,013
18	4,1	0,156	9,2	3,3	0,017
19	3,7	0,141	6,5	3,8	0,022
21	3,5	0,125	2,1	3,9	0,023
22	4,8	0,035	3,0	4,4	0,021
23	2,5	0,206	3,8	4,0	0,023
25	1,8	0,166	1,6	4,3	0,033

Tabela 5.12 - Análise de correlação entre as variáveis de ocorrência das vítimas de trânsito.

Variáveis	Vítimas/km	Distração	Fiscalização	Violência	Analfabetismo
Vítimas/km	1				
Distração	0,13339	1			
Fiscalização	0,4346	0,57401	1		
Violência	0,04945	0,14464	0,2684	1	
Analfabetismo	-0,5277	-0,2903	-0,481	0,1187	1

Já ao se analisar os valores obtidos entre as variáveis independentes (colinearidade), percebe-se a maior relação entre “Distração” e “Fiscalização” (0,57401). Apesar de ser considerado alto, esse valor não é suficientemente próximo de 1 para afirmar que ambas variáveis explicam o mesmo fenômeno, sendo assim independentes entre si.

As hipóteses levantadas sobre os resultados da Tabela 5.12 são confirmadas quando são aplicadas regressões lineares com cada variável independente para gerar os Modelos 1.1 a 1.4. A Tabela 5.13 informa o coeficiente de determinação R^2 e o Valor-P calculados. Enquanto que primeiro indica o quão explicativo é o modelo a partir do ajuste da linha de regressão, o segundo aponta a significância estatística da variável.

Tabela 5.13 – Parâmetros estatísticos dos modelos com uma variável para ocorrência das vítimas.

Modelo	Variável	R^2	Valor-P
1.1	Distração	0,018	0,564342
1.2	Fiscalização	0,189	0,048986
1.3	Violência	0,002	0,831443
1.4	Analfabetismo	0,278	0,013947

Quanto mais próximo de 1 for o valor do R^2 , melhor explicada é a variável dependente. Isso significa que o Modelo 1.1 pode explicar cerca de 1,8% das taxas de vítimas anuais a cada 100km de vias nas regiões de estudo. Por outro lado, o índice de analfabetismo do Modelo 1.4 pode esclarecer 24,1% dos casos. Já o Valor-P é julgado bom quando é inferior a 0,05, pois significa que a hipótese nula é esperada em menos de 5% dos casos, podendo ser desconsiderada. Apenas os Modelos 1.2 e 1.4 tiveram variáveis que não ultrapassaram tal valor, sendo assim significantes estatisticamente.

Os parâmetros estatísticos das regressões lineares R^2 ajustado e Valor-P dos quatro modelos combinatórios informados na Tabela 5.10 (Modelos 1.5 a 1.15) são mostrados na Tabela 5.14. Nota-se que nenhum modelo resultou em R^2 ajustado superior ao R^2 do Modelo 1.4, além do fato de que não há modelo significativo estatisticamente, pois nenhum possui Valor-P inferior a 0,05 para todas as variáveis.

Tabela 5.14 – Parâmetros estatísticos dos modelos combinatórios para ocorrência das vítimas.

Modelo	Variável	R^2 Ajustado	Valor-P
1.5	Distração Fiscalização	0,121	0,507509 0,051510
1.6	Distração Violência	-0,090	0,591506 0,897602
1.7	Distração Analfabetismo	0,199	0,918798 0,019973
1.8	Fiscalização Violência	0,104	0,053471 0,745507
1.9	Fiscalização Analfabetismo	0,246	0,302498 0,077636
1.10	Violência Analfabetismo	0,212	0,576482 0,014403
1.11	Distração Fiscalização Violência	0,075	0,516093 0,055513 0,743704
1.12	Distração Fiscalização Analfabetismo	0,227	0,458938 0,214424 0,079727
1.13	Distração Violência Analfabetismo	0,168	0,836495 0,567466 0,019940
1.14	Fiscalização Violência Analfabetismo	0,203	0,388223 0,849009 0,090084
1.15	Distração Fiscalização Violência Analfabetismo	0,181	0,473111 0,278535 0,854829 0,093234

A partir dos dados levantados no presente trabalho, o Modelo 1.4 resultou nos melhores parâmetros estatísticos para explicar a ocorrência das vítimas de trânsito pela extensão da malha viária na Cidade do Rio de Janeiro. Entretanto, o coeficiente calculado para a variável “Analfabetismo” na regressão linear foi negativo (-33), indicando que o aumento da população que não sabe ler e escrever diminui a taxa de vítimas por quilômetro. Isso vai contra a suposição inicial de que o menor grau de instrução leva ao aumento de ocorrências, invalidando assim essa análise.

O segundo modelo que obteve melhores parâmetros estatístico foi o Modelo 1.2, tendo como variável única a densidade de pontos de fiscalização eletrônica. Seu R^2 indica que 18,9% das taxas de vítimas por quilômetro podem ser explicadas, sendo o Valor-P um pouco inferior a 0,05. Porém, a correlação positiva informada na Tabela 5.12 também contradiz a hipótese que que vias mais fiscalizadas geram menos sinistros. Esse resultado pode estar relacionado com a maior presença de fiscalização em locais de maior volume veicular, que por sua vez pode potencializar os conflitos no trânsito, ou com a instalação justamente em locais críticos. Sua formulação matemática é dada pela Expressão 5.1.

$$V = 76,8 + 2,3 \times P \quad (5.1)$$

Onde:

- V é o número anual de vítimas de trânsito por cem quilômetros de via; e
- P é a densidade de pontos de fiscalização a cada 100km de malha viária.

Como discutido na Seção 2.4, são vários os fatores de risco que levam a ocorrência de um sinistro de trânsito, de diferentes naturezas e que podem estar combinados com graus de intensidade distintos. Portanto, a baixa correlação entre as variáveis utilizadas nos Modelos 1.1 a 1.8 condiz com a multicausalidade dos sinistros de trânsito, reforçando o argumento de que não é trivial encontrar padrões que expliquem todos os eventos.

5.9. Fatalidade das vítimas de trânsito e os itens de segurança

Para buscar modelos que expliquem a taxa de fatalidade das vítimas de trânsito da Tabela 5.6 (Fatalidade), foram utilizadas como variáveis independentes as taxas de não uso do cinto de segurança da Tabela 5.3 (Sem cinto) e não uso de capacete da Tabela 5.4

(Sem cinto), densidade de pontos de fiscalização eletrônica da Tabela 5.7 (Fiscalização) e a taxa de analfabetismo da população acima de 15 anos da Tabela 5.9 (Analfabetismo). Assim como na análise anterior, foram propostos quinze modelos com combinações dessas variáveis. A Tabela 5.15 informa os dados utilizados na construção dos modelos de correlação da fatalidade das vítimas de trânsito por Ponto de Observação no presente estudo de caso.

Tabela 5.15 - Variáveis utilizadas nos modelos de correlação para a fatalidade das vítimas de trânsito.

PO	Fatalidade	Sem cinto	Sem capacete	Fiscalização	Analfabetismo
1	0,057	0,372	0,020	7,3	0,042
2	0,067	0,357	0,011	21,9	0,024
3	0,047	0,435	0,003	23,7	0,012
4	0,059	0,360	0,048	7,1	0,009
5	0,069	0,378	0,007	45,1	0,006
6	0,043	0,468	0,004	28,0	0,008
7	0,026	0,518	0,004	15,9	0,008
8	0,038	0,275	0,003	6,5	0,014
9	0,062	0,392	0,007	10,3	0,018
10	0,057	0,376	0,033	15,9	0,017
12	0,046	0,456	0,042	6,7	0,016
13	0,030	0,482	0,073	5,7	0,013
14	0,056	0,683	0,076	9,4	0,029
16	0,054	0,481	0,093	5,1	0,019
17	0,038	0,337	0,012	4,9	0,013
18	0,079	0,768	0,128	9,2	0,017
19	0,042	0,561	0,036	6,5	0,022
21	0,063	0,676	0,122	2,1	0,023
22	0,069	0,700	0,076	3,0	0,021
23	0,070	0,707	0,044	3,8	0,023
25	0,131	0,754	0,146	1,6	0,033

Os valores informados na Tabela 5.15 foram utilizados na elaboração das quinze regressões lineares, cujas combinações de variáveis independentes dão informadas na Tabela 5.16. Foram gerados quatro modelos individuais, sendo um para cada variável, um modelo que contém as variáveis relativas aos equipamentos de segurança (“Sem cinto” e “Sem capacete”), outros dois modelos que acrescentam ao anterior as outras variáveis (“Fiscalização” e “Analfabetismo”) e o último com as quatro variáveis independentes.

Tabela 5.16 - Combinação de variáveis usadas nos modelos de fatalidade das vítimas de trânsito.

Modelo	Sem cinto	Sem capacete	Fiscalização	Analfabetismo
2.1	X			
2.2		X		
2.3			X	
2.4				X
2.5	X	X		
2.6	X		X	
2.7	X			X
2.8		X	X	
2.9		X		X
2.10			X	X
2.11	X	X	X	
2.12	X	X		X
2.13	X		X	X
2.14		X	X	X
2.15	X	X	X	X

A Tabela 5.17 informa os resultados da análise de correlação entre as variáveis. Nota-se que a associação mais fraca de “Fatalidade” é com a variável “Fiscalização”, sendo o valor absoluto mais próximo de zero. A correlação de 0,60562 com a falta de capacete indica a tendência de que esta variável independente confere os melhores parâmetros estatísticos na regressão linear. Observa-se também a alta colinearidade entre

as variáveis independentes “Sem cinto” e “Sem capacete” (0,77284), que apesar de não ser igual a 1, está próxima desse valor e pode indicar que ambas possam conferir a mesma explicação nos modelos gerados.

Tabela 5.17 - Análise de correlação entre as variáveis de fatalidade das vítimas de trânsito.

Variáveis	Fatalidade	Sem cinto	Sem capacete	Fiscalização	Analfabetismo
Fatalidade	1				
Sem cinto	0,51819	1			
Sem capacete	0,60562	0,77284	1		
Fiscalização	-0,1074	-0,3747	-0,5347	1	
Analfabetismo	0,48659	0,3546	0,39398	-0,481	1
Variáveis	Fatalidade	Sem cinto	Sem capacete	Fiscalização	Analfabetismo

As hipóteses levantadas sobre os resultados da Tabela 5.17 são confirmadas quando são aplicadas regressões lineares com cada variável independente para gerar os Modelos 2.1 a 2.4, sendo mostrado na Tabela 5.18 o menor R^2 para “Fiscalização” (0,012) e o maior para “Sem capacete” (0,367). Isso significa que, isoladamente, a densidade de pontos de fiscalização explica cerca de 1,2% das taxas de fatalidade nas regiões de estudo, enquanto que o índice de não uso do capacete pode esclarecer 36,7% dos casos. Das quatro variáveis, apenas “Fiscalização” não possui significância estatística quando utilizada sozinha na regressão linear (Valor-P de 0,643).

Tabela 5.18 – Parâmetros estatísticos dos modelos com uma variável para fatalidade das vítimas.

Modelo	Variável	R^2	Valor-P
2.1	Sem cinto	0,269	0,016109
2.2	Sem capacete	0,367	0,003620
2.3	Fiscalização	0,012	0,643045
2.4	Analfabetismo	0,237	0,025295

Os parâmetros estatísticos R^2 ajustado e Valor-P das regressões lineares dos onze modelos combinatórios informados Tabela 5.16 (Modelos 2.5 a 2.15) são mostrados na Tabela 5.19. Nota-se que os Modelos 2.8, 2.9, 2.14 e 2.15 resultaram em valores de R^2

ajustado superiores ao R^2 de 0,367 do Modelo 2.2 (“Sem capacete”). Entretanto, somente no Modelo 2.14 todas as variáveis independentes (“Sem capacete”, “Fiscalização” e “Analfabetismo”) obtiveram Valor-P inferior a 0,05.

Tabela 5.19 – Parâmetros estatísticos dos modelos combinatórios para fatalidade das vítimas.

Modelo	Variável	R^2 ajustado	Valor-P
2.5	Sem cinto Sem capacete	0,303	0,677060 0,100360
2.6	Sem cinto Fiscalização	0,197	0,019170 0,646194
2.7	Sem cinto Analfabetismo	0,304	0,063036 0,099648
2.8	Sem capacete Analfabetismo	0,369	0,001820 0,166511
2.9	Sem capacete Analfabetismo	0,377	0,020006 0,143615
2.10	Fiscalização Analfabetismo	0,175	0,485980 0,025113
2.11	Sem cinto Sem capacete Fiscalização	0,337	0,742732 0,042957 0,186005
2.12	Sem cinto Sem capacete Analfabetismo	0,344	0,760708 0,164194 0,163033
2.13	Sem cinto Fiscalização Analfabetismo	0,333	0,034838 0,198779 0,045229
2.14	Sem capacete Fiscalização Analfabetismo	0,505	0,002200 0,029748 0,026304
2.15	Sem cinto Sem capacete Fiscalização Analfabetismo	0,474	0,925283 0,031482 0,036802 0,033021

Baseando-se nos dados levantados neste trabalho, o modelo com os melhores parâmetros estatísticos para explicar a fatalidade das vítimas de trânsito na Cidade do Rio de Janeiro é o Modelo 2.14. Nele, são variáveis independentes a taxa de ocupantes de motocicleta sem capacete, a densidade de pontos de fiscalização eletrônica na malha viária e a taxa de analfabetismo da população. Sua formulação matemática é dada pela Expressão 5.2.

$$F = 0,01 + 0,33 \times C + 0,1 \times P + 1,1 \times A \quad (5.2)$$

Onde,

- F é a fatalidade das vítimas de trânsito;
- C é a taxa de passageiros sem capacete (em porcentagem);
- P é a densidade de pontos de fiscalização a cada 100km de malha viária; e
- A é a taxa da população acima de quinze anos analfabeta (em porcentagem).

Comparado aos modelos propostos para avaliar a ocorrência dos sinistros de trânsito com vítimas, a correlação de fatores de risco para explicar a fatalidade desses eventos apresentou melhores parâmetros estatísticos para as variáveis utilizadas. Enquanto o Modelo 1.4 obteve R^2 de 0,278, o valor obtido pelo R^2 ajustado do Modelo 2.14 foi 0,505. Esse resultado de melhor significância pode ter relação com o menor conjunto de fatores de risco para a gravidade das lesões e mortalidade nas vias, listados na Seção 2.4, o que gera menor possibilidades de combinação entre causalidades e reduz a complexidade das análises.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à falta de detalhamento no banco de dados público sobre localização, dinâmica e perfil das partes envolvidas nos sinistros de trânsito na Cidade do Rio de Janeiro, o presente trabalho buscou modelos para correlacionar a ocorrência e a fatalidades das vítimas a partir de informações contidas em pesquisas complementares sobre fatores de risco. Esses dados foram limitados aos 21 locais do município onde foi realizado em 2024 o estudo observacional para identificar taxas de uso do cinto de segurança, capacete e itens de distração na condução do veículo.

Menos da metade dos ocupantes de automóveis e utilitários (49%) usou o cinto de segurança nos Pontos de Observação onde o estudo foi realizado. Avaliando cada pessoa registrada dentro do veículo, os motoristas foram os que mais se protegeram com o equipamento (60%). Entre os passageiros, o cinto de segurança foi usado por 45% das pessoas no banco direito e 9% no traseiro. Cerca de 17% das crianças e 36% dos bebês observados estavam usando cinto ou dispositivo de retenção infantil, sendo um ponto de atenção para a formação de políticas públicas para a preservação da vida na infância.

Por outro lado, o uso de capacete entre os ocupantes de motocicleta foi quase total (95%), mesmo não estando bem afivelado. A proteção dos condutores atingiu 95%, enquanto cerca de 89% de seus acompanhantes usaram capacete. A grande diferença entre as taxas de uso de cinto e capacete pode indicar que os ocupantes de motocicleta compreendem melhor a importância do equipamento para a sua segurança, visto que não estão protegidos dentro de uma estrutura metálica como o automóvel.

A distração ao manusear o celular, fumar e/ou ingerir alimentos foi observada em 20% dos motoristas e 14% dos motociclistas da amostra. Dentre os condutores distraídos, o celular foi o item mais recorrente, seguido pelo cigarro e as comidas e bebidas. O uso intensivo desses itens no trânsito acende uma grande preocupação, pois o desvio do olhar para a tela de um *smartphone* por alguns segundos faz com que o veículo seja conduzido às cegas por dezenas ou até centenas de metros a depender da velocidade. Além disso, ao remover uma das mãos do volante ou guidão, o veículo fica sujeito à perda do controle, por melhor que seja a habilidade de quem o está conduzindo.

A significativa diferença registrada nos percentuais de uso dos equipamentos de proteção e itens de distração ao longo do território pode ter relação com o nível socioeconômico e os hábitos de comportamento de cada região, como o desconhecimento da obrigatoriedade e segurança conferida pelo cinto e o capacete, especialmente entre os passageiros traseiros de automóveis e utilitários. A carência de fiscalização do poder público com agentes de rua também pode influenciar na ocorrência desses fatores de risco. Adicionalmente, os índices de criminalidade em determinadas regiões do Rio de Janeiro desestimulam o uso do cinto de segurança, para facilitar a evacuação do veículo, e do capacete, para o reconhecimento em zonas dominadas pelo crime organizado.

Uma análise inicial da correlação proposta na presente dissertação foi apresentada no artigo intitulado “Correlação entre o uso de cinto de segurança e capacete e a fatalidade nos sinistros de trânsito”, apresentado no 21º Congresso Rio de Transportes (Pfitscher *et al.*, 2024), porém com os dados da pesquisa observacional realizada em 2023 e desagregada entre as nove subprefeituras do município. No presente trabalho, a base de dados foi atualizada para o ano de 2024 com a realização de novos estudos de campo para levantar as taxas de uso de equipamentos de distração e proteção individual, sendo aumentado para 21 o número de pontos analisados nos modelos matemáticos, buscando assim maior representatividade da amostra.

Nas 21 Circunscrições Integradas de Segurança Pública (CISP) selecionadas para o estudo de caso, que representam 73% da área do município, ocorreram 61% dos eventos com vítimas lesionadas e mortas no trânsito entre 2020 e 2024. Tanto a taxa de vítimas totais pela extensão da malha viária, quanto a incidência de mortes sobre todas as ocorrências de trânsito, calculadas a partir desses dados históricos para os modelos matemáticos propostos, apresentaram variações significativas em cada região de estudo.

Variáveis adicionais foram coletadas para qualificar as análises estatísticas e tornar os modelos de regressão linear mais robustos. Para cada CISP, foi calculada a densidade de pontos de fiscalização eletrônica na malha viária, taxa de crimes violentos per capita e incidência de analfabetismo na população. Apesar de não serem fatores de risco indicados na literatura, esses indicadores podem influenciar o comportamento humano no trânsito, como potencializar a direção agressiva ou gerar desconhecimento da importância de certas medidas para garantir a segurança viária.

Primeiramente foram propostos quinze modelos para buscar uma formulação que calcule a taxa de vítimas por quilômetro a partir de quatro variáveis independentes: (i) percentual de condutores utilizando itens de distração, (ii) densidade de pontos de fiscalização na malha viária, (iii) taxa de crimes violentos per capita e (iv) incidência de analfabetismo na população. Quatro modelos foram individuais para cada variável e os outros onze foram construídos a partir das possíveis combinações entre elas. O teste de correlação entre as variáveis resultou na maior associação do analfabetismo com a variável dependente (-0,5277). Todavia, a correlação negativa invalidou a hipótese de que o crescimento da população que não sabe ler e escrever aumenta o índice de ocorrência de vítimas de trânsito e o Modelo 1.4 foi descartado.

Foram avaliados os valores de R^2 para os modelos individuais (Modelos 1.1 a 1.4) e R^2 ajustado para os modelos combinatórios (Modelos 1.5 a 1.15). O Modelo 1.4 obteve o maior valor para esse parâmetro (0,278), porém foi descartado. Todos os onze modelos combinatórios também foram descartados, pois nenhum obteve Valor-P inferior a 0,05 para todas as variáveis independentes. O segundo modelo que apresentou melhores parâmetros estatísticos ao se aplicar a ferramenta de regressão linear foi o Modelo 1.2, que possui apenas densidade dos pontos de fiscalização eletrônica na malha viária como variável independente, sendo R^2 de 0,189 e Valor-P de 0,048986. Apesar de ser considerado o melhor entre os demais, o modelo é capaz de explicar 18,9% da incidência de vítimas nas vias da Cidade do Rio de Janeiro, não podendo ser considerada uma formulação estatisticamente relevante. Entretanto, a relação positiva encontrada entre as densidades de vítimas anuais e pontos de fiscalização eletrônica também contraria a hipótese inicial de que locais com maior controle teriam menos ocorrências.

Apesar de não levar ao resultado inicialmente esperado, o Modelo 1.2 pode ser interpretado a partir da lógica de implantação dos equipamentos de fiscalização eletrônica em vias de maior fluxo veicular e/ou locais com frequência de sinistros. A alta circulação de veículos potencializa a ocorrência de conflitos, além de tudo em áreas mais densas demograficamente e com concentração de viagens. Recomenda-se que o impacto desses equipamentos na redução de vítimas seja estudado antes e após a implantação, avaliando assim sua efetividade. Os resultados pouco explicativos sobre a ocorrência de vítimas de trânsito vai de encontro aos estudos que afirmam existir diversos fatores de risco que podem potencializar o acontecimento de sinistros, estando eles sozinhos ou em conjunto.

Entretanto, a ferramenta de regressão linear se mostrou satisfatória para a construção dos modelos propostos para correlacionar a taxa de fatalidade das vítimas com os fatores de risco levantados: (i) percentual pessoas não utilizando o cinto de segurança, (ii) percentual pessoas não utilizando o capacete, (iii) densidade de pontos de fiscalização na malha viária e (iv) incidência de analfabetismo na população. A variável que apresentou maior correlação com a fatalidade foi a falta de capacete (0,605624).

Também foram propostos quinze modelos para esta abordagem, havendo quatro modelos combinatórios com resultado de R^2 ajustado superior ao modelo individual com maior R^2 . sendo o Modelo 2.14, que incorpora todas as variáveis, com melhor resultado de R^2 ajustado (0,505) e nenhum Valor-P superior a 0,05. Portanto, conclui-se que as taxas de não uso do capacete, pontos de fiscalização eletrônica por extensão da malha viária e analfabetismo podem explicar 50,5% da fatalidade no trânsito da Cidade do Rio de Janeiro. Apesar de o cinto de segurança ser um importante item para a proteção dentro dos veículos, os ocupantes têm camadas extras de defesa em caso de colisão, como freios ABS, *airbags* e a própria carroceria.

Os modelos propostos neste trabalho se limitaram ao uso dos dados públicos sobre vítimas de trânsito e ao resultado do estudo de fatores de risco para a segurança viária desenvolvido e compartilhado pela CET-Rio. Uma vez que as taxas de utilização do cinto de segurança, capacete e itens de distração foram levantadas em alguns Pontos de Observação espalhados pela Cidade do Rio de Janeiro, não foi possível associá-las diretamente a cada sinistro. Logo, foi necessário assumir um comportamento homogêneo de condutores e passageiros dentro de cada área associada a esses locais apenas para três tipos de fatores de risco. Além disso, a falta de informações sobre o tipo de veículo envolvido em cada evento impossibilita melhor relacionar as taxas de uso do cinto de segurança e do capacete com a fatalidade das vítimas de trânsito.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a utilização de distintos métodos abordados por outros autores para elaborar novos modelos matemáticos com as variáveis utilizadas no presente trabalho. Ferramentas de *machine learning*, por exemplo, podem ser testadas para avaliar a diferença nos resultados obtidos.

Não foi realizada a avaliação das velocidades praticadas nas regiões de estudo porque os dados disponíveis são provenientes de equipamentos de fiscalização eletrônica, nos quais os veículos tendem a desacelerar para evitar autuação, não refletem o real comportamento do fluxo livre. Além disso, as análises do histórico de sinistros não puderam restringir apenas os eventos envolvendo ocupantes dos mesmos tipos de veículos registrados no estudo observacional. Consequentemente, o cálculo de vítimas por quilômetro e fatalidade dos sinistros considerou também casos de atropelamento e colisões de veículos distintos.

Portanto, recomenda-se que trabalhos futuros busquem novas fontes de dados para complementar as análises realizadas nesta pesquisa, como fluxo de veículos e pedestres, densidade populacional e número de autos de infração. Dessa forma, enquanto os órgãos responsáveis pelo registro das vítimas de trânsito não disponibilizam publicamente os detalhes de cada sinistro, se faz necessário identificar a ocorrência de fatores de risco a partir de meios alternativos para assim construir modelos mais robustos que possam guiar políticas públicas baseadas em fatos e evidências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, N., GAYAH, V. V., DONNELL, E. T. Copula-based bivariate count data regression models for simultaneous estimation of crash counts based on severity and number of vehicles. **Accident Analysis and Prevention**, v. 181, n. October 2022, p. 106928, 2023. DOI: 10.1016/j.aap.2022.106928. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106928>.

AMANCIO, E. C., GADDA, T. M. C., BASTOS, J. T. Análise da influência do ambiente urbano no comportamento do condutor. *In: 33º CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES DA ANPET*, 33, 2019, Balneário Camboriú. **Anais [...]**. [s.l.], 2019. p. 3485–3488.

ASSAILLY, J. P. Road safety education: What works?. **Patient Education and Counseling**, v. 100, p. S24–S29, 2017. DOI: 10.1016/j.pec.2015.10.017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pec.2015.10.017>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MEDICINA DE TRÁFEGO (ABRAMET). **Riscos do uso do telefone celular na condução de veículos automotores**. São Paulo, 2021. Disponível em: <https://abramet.com.br/repo/public/commons/DIRETRIZ%20CELULAR%20E%20DIRECAO%20VEICULAR.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10697: Pesquisa de sinistros de trânsito — Terminologia**. Rio de Janeiro, 2020.

AVIÃO com 62 pessoas a bordo cai em Vinhedo e não há sobreviventes. **G1**, 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2024/08/09/acidente-aviao-vinhedo.ghml>. Acesso em: 20 ago. 2024.

BAMNEY, A., SONDURU PANTANGI, S., JASHAMI, H., SAVOLAINEN, P. How do the type and duration of distraction affect speed selection and crash risk? An evaluation using naturalistic driving data. **Accident Analysis and Prevention**, v. 178, n. September, p. 106854, 2022. DOI: 10.1016/j.aap.2022.106854. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106854>.

BASTOS, J. T., DOS SANTOS, P. A. B., AMANCIO, E. C., GADDA, T. M. C. RAMALHO, J. A., KING, M. J., OVIEDO-TRESPALACIOS, O. Naturalistic driving study in Brazil: An analysis of mobile phone use behavior while driving. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 17, p. 1–14, 2020. DOI: 10.3390/ijerph17176412.

BASTOS, J. T., SHEN, Y., HERMANS, E., BRIJS, T., WETS, G., FERRAZ, A. C. P. Traffic fatality indicators in Brazil: State diagnosis based on data envelopment analysis research. **Accident Analysis and Prevention**, v. 81, p. 61–73, 2015. DOI: 10.1016/j.aap.2015.01.024. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2015.01.024>.

BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 set. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm. Acesso em: 30 mai. 2024.

BRASIL. Lei nº 11.705, de 19 de junho de 2008. Altera a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 e a Lei nº 9.294, de 15 de julho de 1996 e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 jun. 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11705.htm#art5. Acesso em: 30 mai. 2024.

BOTTESINI, G. **Influência de medidas de segurança de trânsito no comportamento dos motoristas**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

CORDEIRO, C. H. de O. L., BARBOSA, H. M., NOBREGA, R. A. de A. Análise exploratória do comportamento de motociclistas com relação ao uso de equipamentos de proteção. In: 32º CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES DA ANPET, 32, 2018, Gramado. **Anais [...]**. [s.l.], 2018. p. 3265–3276, 2018.

DATA.RIO. **Censo 2022: Setores censitários (dados preliminares)**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://www.data.rio/datasets/183314d47baa442781578f9015ec1f2e_0/explore. Acesso em: 11 nov. 2024.

DATA.RIO. **Limites Coordenadorias Especiais dos Bairros - Subprefeituras**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://www.data.rio/datasets/e178d4b87fc94d389c73992263024e79_0/explore. Acesso em: 05 jun. 2024.

DATA.RIO. **Logradouros**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://www.data.rio/datasets/899168c8feab4230a9f795ed07cdde7b_0/explore. Acesso em: 29 nov. 2024.

DE ALMEIDA, R. L. F., FILHO, J. G. B., BRAGA, J. U., MAGALHÃES, F. B., MACEDO, M. C. M., SILVA, K. A. Via, homem e veículo: fatores de risco associados à gravidade dos acidentes de trânsito. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 4, 2013. DOI: 10.1590/S0034-8910.2013047003657.

DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (DETRAN.RJ). **Estatísticas de veículos**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://www.detran.rj.gov.br/_estatisticas.veiculos/index.asp. Acesso em: 3 jun. 2024.

IBM. **Termos estatísticos**. [s.l.], 2025. Disponível em: <https://www.ibm.com/docs/pt-br/cognos-analytics/11.1.0?topic=dashboards-statistical-terms>. Acesso em: 27 mar. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama do Censo 2022**. [s.l.], 2024. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 3 jun. 2024.

INSTITUTO DE SEGURANÇA PÚBLICA (ISP). **ISP Dados abertos**. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://www.ispdados.rj.gov.br/>. Acesso em: 24 jan. 2025.

KWON, O. H., RHEE, W., YOON, Y. Application of classification algorithms for analysis of road safety risk factor dependencies. **Accident Analysis and Prevention**, v. 75, p. 1–15, 2015. DOI: 10.1016/j.aap.2014.11.005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2014.11.005>.

LUAN, S., JIANG, Z., QU, D., YANG, X., MENG, F. Investigating risk factors associated with injury severity in highway crashes: A hybrid approach integrating two-step cluster analysis and latent class ordered regression model with covariates. **Accident Analysis and Prevention**, v. 208, n. October, p. 107805, 2024. DOI: 10.1016/j.aap.2024.107805. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2024.107805>.

MALTA, D. C., FERREIRA, A. C. M., PRATES, E. J. S., DE ANDRADE, F. M. D., DA SILVA, M. M. A., DE LIMA, C. M., DE ANDREAZZI, M. A. R.. Fatores de risco e proteção para acidentes de transporte terrestre nos adolescentes brasileiros, *PeNSE* 2015/2019. **REME-Revista Mineira de Enfermagem**, v. 26, 2022. DOI: 10.35699/2316-9389.2022.38675.

MANNERING, F. L., SHANKAR, V., BHAT, C. R. Unobserved heterogeneity and the statistical analysis of highway accident data. **Analytic Methods in Accident Research**, v. 11, p. 1–16, 2016. DOI: 10.1016/j.amar.2016.04.001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amar.2016.04.001>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Informações de Saúde (TABNET) - DATASUS**. [s.l.], 2025. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>. Acesso em: 13 jan. 2025.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito 2021 - 2030 (PNATRANS)**. Brasília, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/Resolucao10042023_Anexo_v2.pdf. Acesso em: 22 mar. 2024.

NASRI, M., AGHABAYK, K., ESMAILI, A., SHIWAKOTI, N. Using ordered and unordered logistic regressions to investigate risk factors associated with pedestrian crash injury severity in Victoria, Australia. **Journal of Safety Research**, v. 81, p. 78–90, 2022. DOI: 10.1016/j.jsr.2022.01.008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.01.008>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Resolution 64/255 - Improving global road safety.** In: 64ª SESSÃO DA ASSEMBLEIA GERAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 64, 2010, Nova York. Disponível em: <http://undocs.org/A/RES/64/255>. Acesso em: 10 jul. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Resolution 70/1 - Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.** In: 70ª SESSÃO DA ASSEMBLEIA GERAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 70, 2015, Nova York.. Disponível em: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf. Acesso em: 10 jul. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Resolution 74/299 - Improving global road safety.** In: 74ª SESSÃO DA ASSEMBLEIA GERAL DAS NAÇÕES UNIDAS, 74, 2020, Nova York. Disponível em: https://www.un.org/pga/76/wp-content/uploads/sites/101/2021/11/A_RES_74_299_E.pdf Acesso em: 10 jul. 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Plano Global - Década de Ação pela Segurança no Trânsito.** [S.l: s.n.], 2021. Disponível em: <https://www.who.int/pt/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>. Acesso em: 02 abr. 2024.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Global status report on road safety.** Genebra, [s.n.], 2023. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240086517>. Acesso em: 02 abr. 2024.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Gestão da velocidade: um manual de segurança viária para gestores e profissionais da área.** Brasília, 2012. Disponível em: <https://www.who.int/pt/publications/m/item/speed-management--a-road-safety-manual-for-decision-makers-and-practitioners>. Acesso em: 19 mar. 2024.

PFITSCHER, F. C., RIBEIRO, G. M., BALTAR, M. L. B., DA COSTA, E. E. S. Correlação entre o uso de cinto de segurança e capacete e a fatalidade nos sinistros de trânsito. In: 21º RIO DE TRANSPORTES, 21., 2024, [s.l.]. **Anais [...]** [S.l: s.n.], 2024. Disponível em: <https://www.riodetransportes.org.br/21rdt/trabalhos/trabalhos/071-AC-ET.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2025.

RAHMILLAH, F. I., TARIQ, A., KING, M., OVIEDO-TRESPALACIOS, O. Is distraction on the road associated with maladaptive mobile phone use? A systematic review. **Accident Analysis and Prevention**, v. 181, n. October 2022, p. 106900, 2023. DOI: 10.1016/j.aap.2022.106900. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106900>.

RIO DE JANEIRO (RJ). **Decreto Rio No 52554 de 22 de maio de 2023**. Cria o Plano de Segurança Viária da cidade do Rio de Janeiro (PSV-Rio), e dá outras providências. Rio de Janeiro: Imprensa da Cidade, 2023. Disponível em: <https://doweb.rio.rj.gov.br/portal/visualizacoes/jornal/6737/#e:6737>. Acesso em: 15 abr. 2024.

RIO DE JANEIRO (RJ). **Plano de Segurança Viária**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: https://cetrio.prefeitura.rio/wp-content/uploads/sites/36/2023/09/Plano-de-Seguranca-Viaria_compressed-1.pdf. Acesso em: 22 mar. 2024.

SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES DO RIO DE JANEIRO (SMTR-RIO). **Lista de equipamentos de Fiscalização Eletrônica**. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://transportes.prefeitura.rio/lista-de-equipamentos-de-fiscalizacao-eletronica/>. Acesso em 07 jan. 2025.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE DO RIO DE JANEIRO (SMS-RIO). **Relatório de Segurança Viária 2023**. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://saude.prefeitura.rio/wp-content/uploads/sites/47/2025/01/Livro_RelatorioDeSegurancaViaria2023_Miolo_20240529-BaixaResolucao.pdf. Acesso em: 05 jan. 2025.

SECRETARIA NACIONAL DE TRÂNSITO (SENATRAN). **Lei Seca no Brasil: panorama dos últimos 15 anos**. Brasília, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2023/imagens/relatorio_15anos_leiseca.pdf. Acesso em: 04 dez. 2024.

SHEN, Y., HERMANS, E., BAO, Q., BRIJS, T., WETS, G. Towards better road safety management: Lessons learned from inter-national benchmarking. **Accident Analysis and Prevention**, v. 138, n. February, p. 105484, 2020. DOI: 10.1016/j.aap.2020.105484. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105484>.

SHINAR, D. **Traffic safety and human behavior**. Amsterdam, Elsevier, 2007. v. 1.

SILVA, M. N., CUNTO, F. J. C., GOMES, M. J. T. L. Fatores de risco associados a severidade de acidentes com pedestres: uma análise categórica temporal e espacial. *In*: 34º CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES DA ANPET, 34., 2020, [s.l.]. **Anais [...]** [S.l.: s.n.], 2020. p. 2470–2473.

TORRES, C. A., CUNTO, F. J. C. Metodologia de benchmark para avaliação de políticas de segurança no trânsito em cidades brasileiras baseada na abordagem dos sistemas seguros. *In*: 37º CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES DA ANPET, 37., 2023, Santos. **Anais [...]**. [s.l.], 2023.

TORRES, C. A., SOBREIRA, L. T. P., DE CASTRO JÚNIOR, F. A. B., SILVA, M. N., DE CASTRO NETO, M. M., CUNTO, F. J. C., VECINO-ORTIZ, A. I., BACHANI, A. M.. Monitoramento de fatores de risco durante a prática de estratégias para promoção da segurança viária. *In*: 32º CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES DA ANPET, 32., 1, 2018, Gramado. **Anais [...]**. [s.l.], 2018. p. 3207–3214.

WANG, X., KIM, S. H. Prediction and Factor Identification for Crash Severity: Comparison of Discrete Choice and Tree-Based Models. **Transportation Research Record**, v. 2673, n. 9, p. 640–653, 2019. DOI: 10.1177/0361198119844456. .

WEGMAN, F. The future of road safety: A worldwide perspective. **IATSS Research**, v. 40, n. 2, p. 66–71, 2017. DOI: 10.1016/j.iatssr.2016.05.003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.iatssr.2016.05.003>.

WELLE, B., SHARPIN, A. B., ADRIAZOLA-STEIL, C., JOB, S., SHOTTEN, M., BOSE, D., BHATT, A., ALVEANO, S., OBELHEIRO, M., IMAMOGLU, T. **Sustentável e seguro: Visão e diretrizes para zerar as mortes no trânsito**. Washington, [s.n.], 2019.

APÊNDICE 1 - Autorização da CET-Rio para uso dos dados da pesquisa



PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO
COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO DO RIO DE JANEIRO / CET-RIO



DESPACHO Nº CET-DES-2025/06188

Referência: Processo Nº CET-PRO-2025/00700 , 20/02/25 - CET.
Assunto: DADOS ABERTOS E INDICADORES

A(o) CET-RIO/PRE/DTE,

Trata-se de pedido do funcionário prestador de serviços Fernando Pfitscher, para utilizar dados coletados pela CET-Rio na pesquisa observacional "de fatores de risco no trânsito, realizada em 2024 em 25 pontos da Cidade do Rio de Janeiro".

O peticionário pretende utilizar esses dados para a elaboração" de "dissertação de mestrado no Programa de Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ".

Os dados solicitados, que não contém informações da placa do veículo ou informações pessoais das pessoas observadas, são os seguintes:

- Quantidade de veículos registrados em cada ponto conforme o tipo
- Distribuição do sexo dos condutores conforme o tipo de veículo
- Número de ocupantes em cada ponto conforme o tipo de veículo
- Taxas de uso do cinto de segurança em cada ponto conforme a posição no automóvel
- Taxas de uso do capacete em cada ponto conforme a posição na motocicleta
- Taxas de uso de cinto de segurança, dispositivo de retenção infantil e capacete por crianças e bebês
- Taxas de uso de celular, cigarro e alimentos pelos condutores em cada ponto conforme o tipo de veículo

Não vejo óbice técnico para autorizar a utilização desses dados em dissertação de mestrado no Programa de Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ, cujos resultados podem ser muito úteis à CET-Rio para a elaboração de políticas públicas em prol da segurança viária.

Rio de Janeiro, 20 de fevereiro de 2025.

ELOIR DE OLIVEIRA FARIA
ESPECIAL
Matrícula: 15531676
CET-RIO/PRE/DTE



Assinado com senha por ELOIR DE OLIVEIRA FARIA - 20/02/2025 às 16:08:08.
Documento Nº: 9321111-9960 - consulta à autenticidade em <https://acesso.processo.rio/sigaex/public/app/autenticar?n=9321111-9960>

Classif. documental

07.40.00.02



CETDES202506188A

SIGA



PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO
COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO DO RIO DE JANEIRO / CET-RIO

DESPACHO Nº CET-DES-2025/06868

Assunto: DADOS ABERTOS E INDICADORES

Ao Assessor Técnico Eloir de Oliveira Faria,

Considerando o despacho CET-DES-2025/06669 e o despacho CET-DES-2025/06188, autorizo a utilização dos dados citados para a elaboração de "dissertação de mestrado no Programa de Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ".

Rio de Janeiro, 25 de fevereiro de 2025.

ANDRE DRUMMOND SOARES DE MOURA
DIRETOR DE DIRETORIA DE EMPRESA
Matrícula: 15561188
CET-RIO/PRE/DTE



Assinado com senha por ANDRE DRUMMOND SOARES DE MOURA - 25/02/2025 às 17:36:22.
Documento Nº: 9387976-9960 - consulta à autenticidade em <https://acesso.processo.rio/sigaex/public/app/autenticar?n=9387976-9960>

Classif. documental

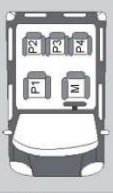
07.40.00.02



CETDES202506868A

SIGA

ANEXO 1 – Ficha de observação de automóveis e utilitários

OBSERVAÇÃO VEÍCULOS PARTICULARES														
		Nome completo do observador _____ Data _____ Ponto de observação _____ Turno: Manhã ☐ Tarde ☐												
N° _____ WRI BRASIL		CLIMA Nublado ☐ Nublado e vento ☐ Ensolarado ☐ Ensolarado e vento ☐												
Tipo de veículo Automóvel ☐ Utilitário ☐ ou picape de até 3500 Kg ☐		Lugares ocupados veículos Motorista ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Bebê ☐ Pas1 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ PasE ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Pas2 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Pas3 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Pas4 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ PasE ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Quantos _____												
Fator de distração MOTORISTA Usar celular ☐ Fumar ☐ Beber/ comer ☐ Nenhum ☐		Usa DR? ☐ S ☐ N ☐												
Sexo MOTORISTA ☐ M ☐ F ☐		Temperatura ☐ Quente ☐ Frio ☐												
Placa do veículo ☐ Correta ☐ Incorreta ☐ Não possui ☐		Posição NO VEÍCULO 												

Automóvel ☐ Utilitário ☐ ou picape de até 3500 Kg ☐	Motorista ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Bebê ☐ Pas1 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ PasE ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Pas2 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Pas3 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Pas4 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ PasE ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Quantos _____	Usar celular ☐ Fumar ☐ Beber/ comer ☐ Nenhum ☐	Usa DR? ☐ S ☐ N ☐	Sexo MOTORISTA ☐ M ☐ F ☐	Temperatura ☐ Quente ☐ Frio ☐	Placa do veículo ☐ Correta ☐ Incorreta ☐ Não possui ☐
Automóvel ☐ Utilitário ☐ ou picape de até 3500 Kg ☐	Motorista ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Bebê ☐ Pas1 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ PasE ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Pas2 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Pas3 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Pas4 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ PasE ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Quantos _____	Usar celular ☐ Fumar ☐ Beber/ comer ☐ Nenhum ☐	Usa DR? ☐ S ☐ N ☐	Sexo MOTORISTA ☐ M ☐ F ☐	Temperatura ☐ Quente ☐ Frio ☐	Placa do veículo ☐ Correta ☐ Incorreta ☐ Não possui ☐
Automóvel ☐ Utilitário ☐ ou picape de até 3500 Kg ☐	Motorista ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Bebê ☐ Pas1 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ PasE ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Pas2 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Pas3 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Pas4 ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ PasE ☐ Adulto ☐ Jovem ☐ Criança ☐ Bebê ☐ Quantos _____	Usar celular ☐ Fumar ☐ Beber/ comer ☐ Nenhum ☐	Usa DR? ☐ S ☐ N ☐	Sexo MOTORISTA ☐ M ☐ F ☐	Temperatura ☐ Quente ☐ Frio ☐	Placa do veículo ☐ Correta ☐ Incorreta ☐ Não possui ☐

ANEXO 2 - Ficha de observação de motocicletas

OBSERVAÇÃO MOTOCICLETAS E CICLOMOTORES																	
		Nome completo do observador: _____ Ponto de observação: _____										Data: _____ Turno: Manhã ☐ Tarde ☐					
		POSIÇÃO NO VEÍCULO M ☐ Pas ☐ PE ☐ PE ☐ PE ☐															
Nº	CLIMA		Nublado	Nublado e Vento	Ensolarado	Ensolarado e vento	Nebulosa	TEMP	Calor	Temperado	Frio						
Nº	Lugares ocupados no VEÍCULO											Placa do veículo	Uso do veículo	Marca do uso comercial			
	Motorista	Adulto	Jovem			S	N	Incorreto	Usar celular	Fumar	Beber/Comer	Nenhum	M	F	Correta	Paticular	Ifood
	Passageiro	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto							Incorreta	Comercial	Rappi
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto							Não possui		Zé Delivery
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto									Outra
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto									
	Motorista	Adulto	Jovem			S	N	Incorreto	Usar celular	Fumar	Beber/Comer	Nenhum	M	F	Correta	Paticular	Ifood
	Passageiro	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto							Incorreta	Comercial	Rappi
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto							Não possui		Zé Delivery
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto									Outra
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto									
	Motorista	Adulto	Jovem			S	N	Incorreto	Usar celular	Fumar	Beber/Comer	Nenhum	M	F	Correta	Paticular	Ifood
	Passageiro	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto							Incorreta	Comercial	Rappi
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto							Não possui		Zé Delivery
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto									Outra
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto									
	Motorista	Adulto	Jovem			S	N	Incorreto	Usar celular	Fumar	Beber/Comer	Nenhum	M	F	Correta	Paticular	Ifood
	Passageiro	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto							Incorreta	Comercial	Rappi
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto							Não possui		Zé Delivery
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto									Outra
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto									
	Motorista	Adulto	Jovem			S	N	Incorreto	Usar celular	Fumar	Beber/Comer	Nenhum	M	F	Correta	Paticular	Ifood
	Passageiro	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto							Incorreta	Comercial	Rappi
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto							Não possui		Zé Delivery
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto									Outra
	<i>Pas Extra</i>	Adulto	Jovem	Criança	Bebê	S	N	Incorreto									