



**ANÁLISE MULTIFATORIAL DA RELAÇÃO ENTRE A INTEGRAÇÃO DOS  
MUNICÍPIOS AO SISTEMA NACIONAL DE TRÂNSITO E A OCORRÊNCIA  
DE SINISTROS DE TRÂNSITO NO BRASIL**

**PAULO MÁRCIO FERNANDO JESUS BATISTA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ANÁLISE MULTIFATORIAL DA RELAÇÃO ENTRE A  
INTEGRAÇÃO DOS MUNICÍPIOS AO SISTEMA NACIONAL  
DE TRÂNSITO E A OCORRÊNCIA DE SINISTROS DE  
TRÂNSITO NO BRASIL**

**PAULO MÁRCIO FERNANDO JESUS BATISTA**

**ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup> RITA DE CÁSSIA SILVA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES**

**PUBLICAÇÃO: T.DM-006/2025  
BRASÍLIA/DF: OUTUBRO/2025**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**ANÁLISE MULTIFATORIAL DA RELAÇÃO ENTRE A INTEGRAÇÃO  
DOS MUNICÍPIOS AO SISTEMA NACIONAL DE TRÂNSITO E A  
OCORRÊNCIA DE SINISTROS DE TRÂNSITO NO BRASIL**

**PAULO MÁRCIO FERNANDO JESUS BATISTA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TRANSPORTES DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM TRANSPORTES.**

**APROVADA POR:**

---

**RITA DE CÁSSIA SILVA, Dra., (PPGT-UnB)  
(ORIENTADORA)**

---

**OTÁVIO HENRIQUE DA SILVA, Dr., (PPGT-UnB)  
(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**JORGE TIAGO BASTOS, Dr., (CEPPUR-UFPR)  
(EXAMINADORA EXTERNO)**

**BRASÍLIA/DF, 30 de OUTUBRO de 2025.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

BATISTA, PAULO M F J

Análise multifatorial da relação entre a integração dos municípios ao sistema nacional de trânsito e a ocorrência de sinistros de trânsito no Brasil. Brasília, 2025.

xii, 77 p., 210x297mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes, 2025).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1 – Segurança Viária

2 – Municipalização

3 – Sinistros de Trânsito

4 – Sistema Nacional de Trânsito

I – ENC/FT/UnB

II – Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BATISTA, P. M. F. J. (2025). Análise multifatorial da relação entre a integração dos municípios ao sistema nacional de trânsito e a ocorrência de sinistros de trânsito no Brasil. Publicação T.DM-006/2025. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 77 p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Paulo Márcio Fernando Jesus Batista

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Análise multifatorial da relação entre a integração dos municípios ao sistema nacional de trânsito e a ocorrência de sinistros de trânsito no Brasil.

GRAU: Mestre

ANO: 2025

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Paulo Márcio Fernando Jesus Batista

Email: paulomarciobatista@gmail.com

Endereço: Anexo SG-12, 1º andar, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília, Distrito Federal - 70910-900 - Brasil

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho ao Universo, por ter me conduzido por caminhos que jamais imaginei trilhar, permitindo que eu alcançasse conquistas que pareciam distantes. E à minha família, pelo amor, apoio e suporte incondicional ao longo desta intensa jornada e em todos os momentos da minha vida.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade de Brasília (UnB) e ao Programa de Pós-Graduação em Transportes (PPGT), expresso meu profundo reconhecimento pela oportunidade de crescimento acadêmico e pessoal, por terem sido espaços de aprendizado, reflexão e construção de sentido na minha trajetória profissional.

Aos professores Rita e Augusto pela disponibilidade e pelos ensinamentos durante toda essa jornada.

Ao Observatório Nacional de Transporte e Logística (ONTL), pela colaboração e pelo apoio essencial na obtenção dos dados utilizados nesta pesquisa, o que foi decisivo para a realização deste trabalho.

Aos colegas e amigos que estiveram presentes ao longo desta caminhada, obrigado pelas trocas, pelas palavras de incentivo e pelo companheirismo.

A todas as contribuições recebidas ao longo deste percurso, registro minha sincera gratidão.

Obrigado.

## RESUMO

A integração dos municípios ao Sistema Nacional de Trânsito e a municipalização do trânsito no Brasil constituem elementos relevantes para a organização institucional e para a padronização das informações sobre sinistros de trânsito. Embora prevista desde o Código de Trânsito Brasileiro de 1997, a adesão ao sistema permanece limitada, o que gera diferenças na qualidade, na completude e na regularidade dos registros municipais. Esta dissertação investigou como a integração ao sistema e determinadas características locais se associam às estruturas estatísticas observadas nos dados de sinistros, considerando indicadores socioeconômicos municipais. A pesquisa adotou uma abordagem analítica baseada em estudo estatístico composto por Análise Fatorial Exploratória e Análise Fatorial Confirmatória, utilizando dados do Registro Nacional de Sinistros e Estatísticas de Trânsito, do IBGE, do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e de outras bases públicas oficiais. As técnicas permitiram identificar padrões gerais na composição e na disponibilidade das informações produzidas por municípios integrados e não integrados ao sistema. Os resultados permitem inferir que municípios integrados tendem a apresentar registros mais completos e organizados, enquanto municípios não integrados exibem maior dispersão e lacunas informacionais possivelmente relacionadas a limitações institucionais e operacionais. As análises também sugerem associações entre variáveis socioeconômicas como população, arrecadação, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e estimativas de custo da sinistralidade e as estruturas estatísticas observadas, ainda que tais relações devam ser interpretadas com cautela devido à heterogeneidade e às limitações dos dados. A Análise Fatorial Confirmatória indicou coerência entre os agrupamentos identificados pela Análise Fatorial Exploratória para o conjunto de municípios integrados, sugerindo padrões estruturais mais definidos nesse grupo. A variabilidade e as lacunas presentes nos registros de municípios não integrados reforçam a necessidade de estudos que aprofundem a compreensão das limitações informacionais e dos possíveis vieses de seleção e mensuração. De modo geral, os resultados permitem inferir que a integração ao Sistema Nacional de Trânsito pode estar associada a maior consistência na produção e na organização das estatísticas municipais, embora investigações adicionais sejam necessárias para delimitar com precisão os efeitos institucionais sobre a qualidade dos dados atualmente disponíveis.

**Palavras-chave:** Segurança viária; sinistros de trânsito; municipalização; sistema nacional de trânsito.

## ABSTRACT

The integration of municipalities into the National Traffic System and the municipalization of traffic management in Brazil constitute relevant elements for institutional organization and for the standardization of information on traffic crashes. Although provided for since the Brazilian Traffic Code of 1997, adherence to the system remains limited, which generates differences in the quality, completeness and regularity of municipal records. This dissertation investigated how integration into the system and certain local characteristics are associated with the statistical structures observed in crash data, considering municipal socioeconomic indicators. The research adopted an analytical approach based on a statistical study composed of Exploratory Factor Analysis and Confirmatory Factor Analysis, using data from the National Registry of Traffic Crashes and Statistics, from the Brazilian Institute of Geography and Statistics, from the Institute for Applied Economic Research and from other official public databases. The techniques made it possible to identify general patterns in the composition and availability of information produced by municipalities integrated and not integrated into the system. The results allow the inference that integrated municipalities tend to present more complete and organized records, while non-integrated municipalities exhibit greater dispersion and informational gaps possibly related to institutional and operational limitations. The analyses also suggest associations between socioeconomic variables such as population, revenue, Municipal Human Development Index and estimates of crash-related costs and the statistical structures observed, although such relations should be interpreted with caution due to data heterogeneity and limitations. The Confirmatory Factor Analysis indicated coherence between the groupings identified by the Exploratory Factor Analysis for the set of integrated municipalities, suggesting more defined structural patterns in this group. The variability and gaps present in the records of non-integrated municipalities reinforce the need for studies that deepen the understanding of informational limitations and possible selection and measurement biases. Overall, the results allow the inference that integration into the National Traffic System may be associated with greater consistency in the production and organization of municipal statistics, although additional investigations are necessary to precisely delimit the institutional effects on the quality of the data currently available.

**Keywords:** Road safety; traffic crashes; municipalization; National Traffic System.

## ÍNDICE

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1      | ASPECTOS INICIAIS .....  | 1         |
| 1.2      | DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA .....  | 4         |
| 1.3      | HIPÓTESES.....   | 5         |
| 1.4      | OBJETIVOS .....  | 6         |
| 1.5      | JUSTIFICATIVA .....  | 7         |
| 1.6      | ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....   | 9         |
| <b>2</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>  | <b>10</b> |
| 2.1      | ECOSSISTEMA DE DADOS E GOVERNANÇA MULTINÍVEL E<br>MULTISSETORIAL .....             | 10        |
| 2.2      | AGENTES E FONTES DE INFORMAÇÃO.....  | 11        |
| 2.3      | ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DAS PUBLICAÇÕES ENVOLVENDO<br>SINSITROS DE TRÂNSITO.....     | 13        |
| 2.4      | MUNICIPALIZAÇÃO DO TRÂNSITO .....  | 17        |
| 2.5      | O CUSTO RELACIONADO AO SINISTRO DE TRÂNSITO .....                                  | 23        |
| <b>3</b> | <b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>   | <b>26</b> |
| 3.1      | TIPO DE PESQUISA .....   | 26        |
| 3.2      | COLETA DE DADOS .....  | 27        |
| 3.3      | TRATAMENTO DE DADOS .....  | 29        |
| 3.3.1    | Análise estatística.....   | 29        |
| 3.3.2    | Organização e normalização dos dados.....  | 29        |
| 3.3.3    | Análise fatorial exploratória.....   | 31        |
| 3.3.4    | Análise fatorial confirmatória .....   | 33        |
| <b>4</b> | <b>ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>  | <b>36</b> |
| 4.1      | DELINEAMENTO DO CENÁRIO DE ANÁLISE .....   | 36        |
| 4.1.1    | Análise de sinistros por localidade.....   | 38        |
| 4.1.2    | Sinistros <i>versus</i> municipalização do trânsito.....                           | 41        |
| 4.1.3    | Análise dos sinistros de trânsito com óbitos.....                                  | 43        |
| 4.2      | ANÁLISE DOS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS NA OCORRÊNCIA DE<br>SINISTROS.....         | 45        |
| 4.3      | APLICAÇÃO DA ANÁLISE MULTIFATORIAL .....   | 46        |
| 4.3.1    | Resultados da análise fatorial exploratória.....                                   | 47        |
| 4.3.2    | Resultados da análise fatorial confirmatória .....                                 | 51        |
| 4.4      | ESTRATÉGIAS PARA FORTALECER A GOVERNANÇA MUNICIPAL NO<br>TRÂNSITO BRASILEIRO ..... | 55        |
| 4.4.1    | Roteiro para integração municipal ao sistema nacional de trânsito .....            | 56        |
| 4.4.2    | Medidas indutivas para apoiar a municipalização .....                              | 58        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 4.4.3    | Modelo lógico da estratégia de integração .....                 | 59        |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÕES .....</b>   | <b>61</b> |
| 5.1      | IMPLICAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS .....                           | 65        |
| 5.2      | LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS .....                                  | 66        |
| 5.3      | RECOMENDAÇÕES PARA GESTORES PÚBLICOS E POLÍTICAS PÚBLICAS<br>68 |           |
| 5.4      | SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....                          | 68        |
|          | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                         | <b>70</b> |

## LISTA DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1.1. Evolução da Frota de Veículos.....                                       | 2  |
| Gráfico 2.1. Evolução das publicações por ano .....                                   | 15 |
| Gráfico 4.1. Evolução do número de óbitos nos sinistros de trânsito .....             | 37 |
| Gráfico 4.2. Evolução do número de sinistros de trânsito .....                        | 38 |
| Gráfico 4.3. Número acumulado de sinistros por Estado entre 2010 e 2024 .....         | 39 |
| Gráfico 4.4. Número Acumulado de Óbitos por Estado entre os anos de 2010 e 2024 ..... | 40 |
| Gráfico 4.5. Quantidade de sinistros por municípios.....                              | 41 |
| Gráfico 4.6. Evolução do registro de sinistros com óbitos.....                        | 44 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 3.1 Indicadores e fontes utilizadas.....                                      | 27 |
| Tabela 4.1 Municípios não integrados ao SNT com a maior ocorrência de sinistros..... | 43 |
| Tabela 4.2 Média dos Indicadores Socioeconômicos.....                                | 46 |
| Tabela 4.3 Análise fatorial exploratória .....                                       | 51 |
| Tabela 4.4. Políticas Públicas para Fomentar a Integração Municipal ao SNT .....     | 58 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 2.1. Agentes responsáveis pela disponibilização de dados de sinistros de trânsito ..... | 13 |
| Figura 2.2. Incidência de publicações por países. ....   | 15 |
| Figura 2.3. Mapa de rede da ocorrência de palavras-chave. ....                                 | 16 |
| Figura 2.4. Porcentagem de municípios integrados ao SNT por UF. ....                           | 19 |
| Figura 2.5. Estrutura administrativa obrigatória para integração ao SNT. ....                  | 20 |
| Figura 2.6. Passo a passo do processo de municipalização do trânsito. ....                     | 22 |
| Figura 4.1 Sinistros por Estados integrados ao SNT .....                                       | 42 |
| Figura 4.2 Ocorrência de óbitos em Estados integrados e não integrados ao SNT .....            | 45 |
| Figura 4.3. Matriz de correlação para municípios integrados ao SNT .....                       | 48 |
| Figura 4.4. Matriz de correlação para municípios não integrados ao SNT .....                   | 49 |
| Figura 4.5. Matriz de correlação de todos os municípios .....                                  | 50 |
| Figura 4.6. Scree plot para todos os grupos de municípios analisados.....                      | 52 |
| Figura 4.7. Heatmap de todos os municípios .....   | 53 |
| Figura 4.8. Heatmap dos municípios integrados ao SNT .....                                     | 54 |
| Figura 4.9. Heatmap dos municípios não integrados ao SNT .....                                 | 55 |
| Figura 4.10. Roadmap para integração ao SNT .....  | 56 |
| Figura 4.11. Modelo de Indução da Integração ao SNT .....                                      | 60 |

## LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACÕES

|         |   |
|---------|---|
| AFC     | Análise Fatorial Confirmatória                            |
| AFE     | Análise Fatorial Exploratória                             |
| ANTT    | Agência Nacional de Transportes Terrestres                |
| CETRA   | Conselho Estadual de Trânsito                             |
| CNM     | Confederação Nacional de Municípios                       |
| CONTRA  | Conselho Nacional de Trânsito                             |
| CTB     | Código de Trânsito Brasileiro                             |
| DATASUS | Departamento de Informação e Informática do SUS           |
| DETRA   | Departamento Estadual de Trânsito                         |
| FUNSET  | Fundo Nacional de Segurança e Educação no Trânsito        |
| IBGE    | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística           |
| IDHM    | Índice de Desenvolvimento Humano Municipal                |
| IPEA    | Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada                  |
| JARI    | Junta Administrativa de Recursos de Infrações             |
| KMO     | <i>Kaiser-Meyer-Olkin</i>                                 |
| OMS     | Organização Mundial da Saúde                              |
| ONSV    | Observatório Nacional de Segurança Viária                 |
| ONTL    | Observatório Nacional de Transporte e Logística           |
| PIB     | Produto Interno Bruto                                     |
| PNATRA  | Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito  |
| PNB     | Produto Nacional Bruto                                    |
| PRF     | Polícia Rodoviária Federal                                |
| RENAEST | Registro Nacional de Sinistros e Estatísticas de Trânsito |
| RENAINF | Registro Nacional de Infrações de Trânsito                |
| SENATRA | Secretaria Nacional de Trânsito                           |
| SERPRO  | Serviço Federal de Processamento de Dados                 |
| SNT     | Sistema Nacional de Trânsito                              |
| WHO     | <i>World Health Organization</i>                          |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 ASPECTOS INICIAIS

Os impactos dos sinistros de trânsito transcendem os aspectos econômicos, manifestando-se de maneira mais significativa no âmbito humano e social. As consequências abrangem o sofrimento físico e psicológico das vítimas, afetando também os familiares e pessoas próximas. Além disso, a perda de qualidade de vida, a desestruturação econômica das famílias e o distanciamento devido aos tratamentos hospitalares e de reabilitação contribuem para um impacto mais amplo e duradouro (Ferraz *et al.*, 2012).

Para além dos impactos humanos e sociais, os sinistros de trânsito acarretam custos significativos para a logística e a infraestrutura nacional. Segundo o Boletim de Logística do Observatório Nacional de Transporte e Logística (ONTL, 2023), interrupções no fluxo viário devido a sinistros comprometem a eficiência do transporte de cargas, aumentando custos operacionais e afetando a competitividade econômica. A análise de dados logísticos integrados pode contribuir para a identificação de rotas críticas e a implementação de medidas preventivas, reduzindo não apenas os sinistros, mas também seus impactos sistêmicos.

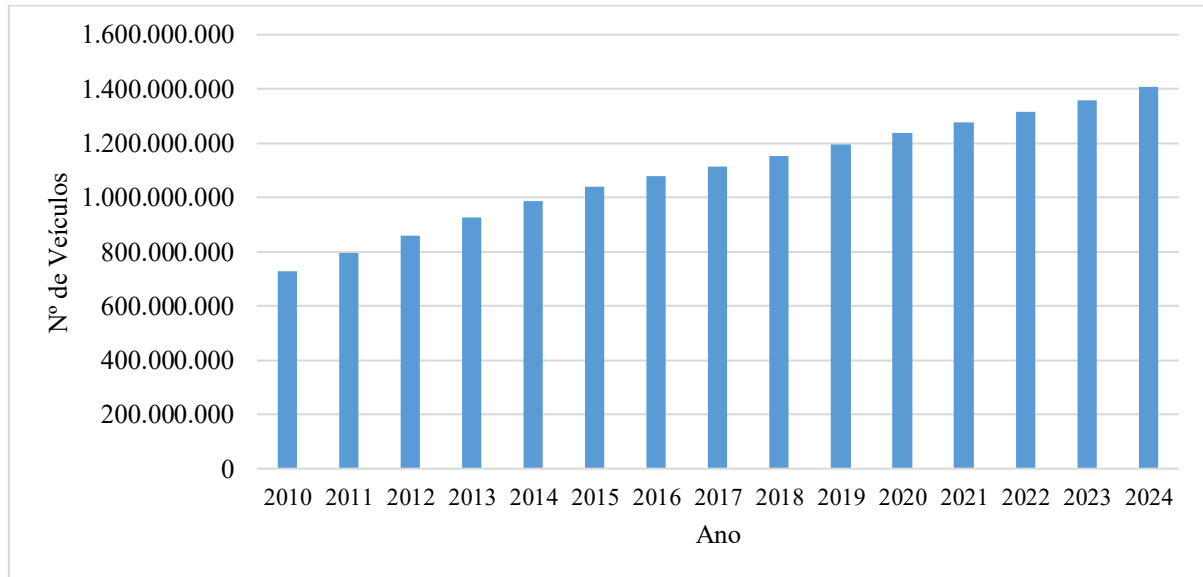
Em escala global, anualmente são registradas aproximadamente 1,19 milhão de mortes no trânsito, o que corresponde a uma taxa de 15 mortes por 100.000 mil habitantes (WHO, 2023). Na última década (2010-2019), houve um registro de 392.929 mortes relacionadas a sinistros de trânsito e um gasto de R\$ 3,81 milhões com internações das vítimas de sinistros no Brasil (Carvalho e Guedes, 2023). Em paralelo, foi registrado um aumento acumulado de 4,74% da frota de veículos entre 2010 e 2024, o que contribuiu para um aumento significativo do número de sinistros e outros fatores (ONTL, 2025).

Apesar da existência de diversas fontes de informação no país, ainda são escassos os dados sobre sinistros de trânsito provenientes de fontes populacionais primárias, como os registros do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU) e dos Corpos de Bombeiros. Esses dados poderiam identificar vítimas não registradas nos sistemas usuais de informação, especialmente

em municípios que não são grandes centros urbanos, no qual as causas externas têm maior impacto na morbimortalidade (RIOS et al., 2020).

O Gráfico 1.1 apresenta a evolução da frota de veículos no Brasil entre os anos de 2010 e 2024.

**Gráfico 1.1.** Evolução da Frota de Veículos



Fonte: Senatran, 2025.

Os dados de sinistros de trânsito são cruciais para a segurança de tráfego, auxiliando autoridades, seguradoras, pesquisadores e tomadores de decisão. Esses dados ajudam a identificar trechos perigosos, fatores de risco e medidas corretivas, além de avaliar a eficácia de programas de segurança (Abdulhafedh, 2017). Contudo, a falta de dados referente aos sinistros de trânsito constitui um obstáculo significativo para o desenvolvimento dos programas voltados à segurança no trânsito (Marín e Queiroz, 2000).

Nesse contexto, a integração dos municípios ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) representa um avanço significativo na gestão da segurança viária, pois possibilita a padronização e a centralização de dados sobre sinistros. Conforme destacado por Lobato e Zaganelli (2024), a municipalização do trânsito, alinhada ao princípio da subsidiariedade, aproxima a gestão das realidades locais, permitindo ações mais direcionadas em áreas como engenharia, educação e fiscalização. Além disso, municípios integrados ao SNT têm acesso a recursos financeiros provenientes de multas, que devem ser reinvestidos em melhorias para a segurança viária, conforme o que estabelece o Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Todavia, a efetividade desse processo depende da existência de capacidade técnica e institucional nos municípios, bem como

da coordenação entre os entes federativos para assegurar que a descentralização não resulte em fragmentação das políticas de segurança viária.

A literatura internacional reforça que o aumento da motorização está intimamente relacionado aos estágios de desenvolvimento econômico, refletindo tanto avanços estruturais quanto desafios em termos de segurança. Liu *et al.* (2022), por exemplo, demonstraram que o crescimento da frota e da população na China impactou significativamente o aumento de sinistros, enquanto investimentos em infraestrutura viária contribuíram para a redução da sinistralidade. Na Tunísia, Ouni e Mraihi (2024) constataram que o aumento do PIB, da urbanização e da propriedade de veículos contribuiu para o aumento de fatalidades no trânsito. Nos Estados Unidos, variáveis como consumo de álcool, desemprego e quilometragem percorrida mostraram forte correlação com sinistros fatais (Sohaee e Bohluli, 2024). Já em países africanos, como a Etiópia, estudos indicam que fatores como baixa renda, inexperiência na direção e comportamentos de risco agravam a incidência de sinistros (Getachew *et al.*, 2024).

O crescimento econômico apresenta uma relação não linear com a segurança viária. Kopits e Cropper (2005) demonstram que, nos estágios iniciais de desenvolvimento, o aumento da renda per capita eleva a motorização e, por consequência, a sinistralidade. Contudo, a partir de um determinado limiar de renda, estimado em cerca de US\$ 8.600 em valores de 1985, observa-se uma redução gradual das fatalidades, resultado de investimentos em infraestrutura, políticas de segurança e melhoria dos veículos. Essa dinâmica configura uma curva em formato de U invertido, conhecida como curva de Kuznets da segurança viária, na qual as fatalidades sobem nas fases iniciais de desenvolvimento e declinam nas etapas mais avançadas, quando instituições e sistemas de gestão se tornam mais robustos.

Bhalla e Shotten (2019) e Bayraktar *et al.* (2025) destacam que a governança exerce papel decisivo nesse processo, uma vez que países que instituíram órgãos específicos para coordenar políticas de segurança viária apresentaram reduções mais consistentes de sinistros. No caso da Argentina, a criação da Agência Nacional de Segurança Viária (ANSV) em 2008 é exemplo de avanço institucional impulsionado por demandas sociais e políticas. A literatura reforça, assim, que a capacidade de governança e a coordenação intergovernamental são elementos centrais para transformar crescimento econômico em segurança viária sustentável (Sadeghi-Bazargani *et al.*, 2020).

Esses achados sugerem que o aumento da motorização e o avanço econômico, quando não acompanhados de políticas consistentes de gestão da segurança viária, tendem a intensificar a exposição ao risco e, potencialmente, a elevar a frequência e a gravidade dos sinistros. No contexto brasileiro, essa relação adquire maior complexidade, pois as limitações institucionais presentes em grande parte dos municípios dificultam a produção de registros completos e sistemáticos, o que restringe a capacidade de inferir padrões robustos de ocorrência e de comparar diferentes realidades municipais. A combinação entre crescimento da frota, heterogeneidade administrativa e subnotificação exige cautela na interpretação dos dados, sobretudo quando se busca compreender possíveis associações entre desenvolvimento econômico, integração ao SNT e sinistralidade. Em razão dessas limitações, os dados disponíveis permitem apenas identificar tendências gerais e não autorizam conclusões determinísticas sobre o fenômeno. Assim, torna-se necessário reconhecer as restrições dos sistemas de registro e as desigualdades estruturais entre os municípios para compreender, ainda que de forma preliminar, como fatores econômicos, sociais e institucionais influenciam a configuração dos sinistros de trânsito no país.

## **1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA**

A integração dos municípios ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) constitui uma política pública prevista no Código de Trânsito Brasileiro desde 1997 (Brasil, 1997), mas sua efetividade ainda é desigual em todo o país. Dados recentes apontam que menos de 40% dos municípios brasileiros estão formalmente integrados ao SNT, o que gera disparidades na gestão do trânsito, especialmente no que se refere à coleta, à qualidade e à padronização dos dados sobre sinistros (Rebelo *et al.*, 2023). Essas assimetrias institucionais, relacionadas a diferenças de estrutura administrativa, recursos disponíveis e priorização política, podem influenciar a qualidade, a regularidade e a padronização dos registros de sinistros, ainda que a extensão exata desse efeito varie conforme o contexto municipal.

Municípios não integrados tendem a apresentar lacunas importantes nos registros de sinistros, uma vez que não possuem acesso aos sistemas nacionais como o RENAEST e, frequentemente, carecem de órgãos executivos de trânsito estruturados (Guibor *et al.*, 2022). Por outro lado, municípios integrados demonstram maior capacidade institucional para consolidar estatísticas e planejar ações preventivas (Santos *et al.*, 2021; Batista, 2024). Esse contraste indica que a heterogeneidade institucional existente no país pode influenciar a forma como os dados são

coletados, registrados e disponibilizados, o que exige cautela ao comparar municípios com diferentes níveis de estrutura técnica e administrativa.

Embora existam estudos que examinam a relação entre fatores socioeconômicos e a ocorrência de sinistros, ainda é limitada a produção científica que incorpora simultaneamente a dimensão institucional da integração ao SNT. Pesquisas como Aquino *et al.* (2020) e Carvalho (2023) analisam associações entre variáveis como PIB, escolaridade e IDHM e os padrões de sinistralidade, mas não exploram de maneira integrada como desigualdades de capacidade institucional entre os municípios podem atuar sobre os registros disponíveis. Essa lacuna é relevante, pois a compreensão das diferenças observadas entre municípios integrados e não integrados exige considerar a interação entre perfis socioeconômicos, estruturas administrativas e condições de registro.

Diante desse cenário, esta pesquisa delimita-se a investigar possíveis associações entre a integração ao SNT, características municipais e a incidência registrada de sinistros de trânsito. A análise empregará técnicas multifatoriais de caráter exploratório e confirmatório, buscando identificar padrões estruturais e tendências gerais presentes nos dados. Não se pretende estabelecer relações causais diretas entre integração e redução da sinistralidade, uma vez que a heterogeneidade na qualidade dos registros, especialmente a subnotificação em municípios com menor capacidade institucional, impõe limites importantes às inferências. Além disso, deve-se considerar que municípios mais estruturados tendem tanto a integrar-se ao SNT quanto a registrar de modo mais sistemático suas ocorrências, o que pode introduzir viés de seleção e de mensuração, conforme discutido por Vasconcellos (2014).

Assim, a delimitação adotada orienta o estudo para a compreensão das condições institucionais, socioeconômicas e informacionais que moldam os dados atualmente disponíveis sobre sinistros no Brasil. Ao analisar essas dimensões de forma integrada, busca-se contribuir para o debate sobre os desafios da produção e da padronização das informações municipais, reconhecendo que a qualidade dos registros constitui elemento central para o aprimoramento das políticas públicas de segurança viária.

### **1.3 HIPÓTESES**

A hipótese principal desta pesquisa é que a integração dos municípios ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) pode estar associada a diferenças nas estruturas estatísticas identificadas nas

análises exploratórias e confirmatórias, quando comparados municípios integrados e não integrados, considerando-se as limitações decorrentes da heterogeneidade institucional e da qualidade variável dos dados disponíveis.

Também se tem como hipóteses secundárias:

- Há combinações de fatores socioeconômicos, como maior PIB per capita, maior IDHM e maior capacidade arrecadatória, que podem estar associadas aos padrões observados nos registros de sinistros, influenciando de modo indireto a capacidade institucional dos municípios.
- Municípios integrados ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) podem apresentar arranjos estatísticos diferentes daqueles evidenciados em municípios não integrados nas análises fatorias exploratórias e confirmatórias.

#### **1.4 OBJETIVOS**

O presente estudo tem como objetivo geral analisar como a integração ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) e diferentes características municipais se associam às estruturas estatísticas relacionadas aos sinistros de trânsito no Brasil, por meio de técnicas multifatoriais que permitam comparar municípios integrados e não integrados ao SNT. Para definir o objetivo geral do trabalho, foram estabelecidos alguns objetivos específicos:

- Realizar um levantamento acerca dos dados de sinistros de trânsito disponíveis e a identificação dos agentes geradores dos dados primários de informações.
- Descrever a distribuição dos sinistros de trânsito entre municípios integrados e não integrados ao SNT, identificando diferenças gerais na disponibilidade das informações registradas.
- Analisar a relação entre indicadores socioeconômicos (Área do município, extensão de rodovias federais em território municipal, população, arrecadação, PIB, PIB per capita, taxa de escolaridade, taxa de empregabilidade, IDHM, taxa de óbito por 100 mil habitantes e custo da sinistralidade) e o número de sinistros registrados.

- Verificar estatisticamente as associações entre o status de integração ao SNT e os indicadores de sinistros, controlando o efeito de variáveis contextuais, por meio das análises exploratória e confirmatória.
- Analisar como diferentes combinações de fatores socioeconômicos moderam a relação entre a integração ao SNT e os registros de sinistros.
- Propor, com base nos resultados obtidos, estratégias técnicas e políticas voltadas à ampliação da adesão dos municípios ao Sistema Nacional de Trânsito.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

A elevada incidência de sinistros de trânsito no Brasil constitui um problema persistente de saúde pública, com impactos sociais e econômicos significativos. Para enfrentar esse desafio, é fundamental que as políticas públicas de segurança viária se apoiem em dados estatísticos confiáveis, completos e comparáveis entre regiões. No entanto, a realidade brasileira ainda revela um cenário marcado por assimetrias na coleta, padronização e disponibilização de dados, especialmente em nível municipal. A ausência de procedimentos uniformes dificulta tanto o monitoramento da sinistralidade quanto a avaliação da efetividade das ações implementadas.

Soltani *et al.* (2024) demonstram que a vinculação entre bancos de dados policiais e hospitalares reduz significativamente a subnotificação e melhora a precisão na categorização das lesões, especialmente em pedestres, diminuindo vieses na interpretação da gravidade dos eventos. Essa constatação reforça a importância de sistemas integrados para assegurar diagnósticos mais completos e confiáveis.

No Brasil, Barros *et al.* (2003) constataram que, ao comparar boletins de ocorrência com registros hospitalares e do Instituto Médico Legal, até 53% dos sinistros com vítimas não foram registrados. Esse achado evidencia falhas graves no sistema de notificação e aponta para a necessidade urgente de padronização e integração das fontes municipais, corroborando a relevância da integração institucional destacada por Soltani *et al.* (2024). Bhalla *et al.* (2023) ampliam essa perspectiva ao identificarem discrepâncias consideráveis entre dados oficiais e estimativas alternativas, mostrando que as estatísticas oficiais subestimam aproximadamente 30% das mortes no trânsito, o que distorce o cenário real e impacta negativamente a definição de prioridades e políticas corretivas.

Adicionalmente, Viana *et al.* (2025) evidenciaram que internações por colisões geram custos elevados ao SUS, com variações regionais expressivas e tendência de aumento. Esses custos diretos somam-se aos prejuízos econômicos indiretos identificados por Chen *et al.* (2019), que ressaltam que a perda de produtividade global associada a lesões no trânsito amplia ainda mais a urgência por dados completos e sensíveis ao contexto, a fim de embasar intervenções que sejam efetivas e custo-eficientes.

De forma convergente, Morais Neto *et al.* (2012) encontraram correlação significativa entre escolaridade, renda e infraestrutura viária com a sinistralidade. Os autores destacam que ações como fiscalização de álcool e controle de velocidade só apresentam resultados consistentes quando embasadas em dados locais robustos, o que reforça a importância da adesão municipal ao SNT como peça essencial na governança e na avaliação das políticas públicas de segurança viária.

Nesse contexto, a integração dos municípios ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT), prevista no artigo 24 do Código de Trânsito Brasileiro, representa uma política pública com potencial para reverter esse cenário, ao estabelecer competências legais e operacionais para a gestão local do trânsito. Apesar de sua importância estratégica, a adesão dos municípios à política de municipalização do trânsito ainda é limitada, o que evidencia a necessidade de compreender os fatores que influenciam esse processo e, sobretudo, os impactos práticos da integração no aprimoramento da coleta e utilização dos dados de sinistros.

A presente pesquisa justifica-se, portanto, pela lacuna existente na literatura e na gestão pública quanto à avaliação da relação entre a integração ao SNT e a qualidade dos registros estatísticos sobre sinistros de trânsito. Além disso, destaca-se a importância de examinar como variáveis socioeconômicas, como a extensão de rodovias federais, o Produto Interno Bruto (PIB), a escolaridade, a taxa de empregabilidade e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), podem estar associadas à forma como os registros são produzidos e organizados, oferecendo indícios sobre possíveis padrões entre contexto municipal e dados disponíveis, ainda que tais associações não permitam conclusões diretas sobre a incidência dos sinistros.

Com base nessas questões, a pesquisa adotou uma abordagem estatística multifatorial, com aplicação de técnicas de Análise Fatorial Exploratória (AFE) e Análise Fatorial Confirmatória (AFC), a fim de identificar possíveis padrões latentes entre os indicadores. Essa abordagem

permite aprofundar a compreensão preliminar sobre como características municipais e o status de integração ao SNT podem se associar à organização dos registros disponíveis, sem pretensão de esgotar o tema ou produzir respostas conclusivas.

Adicionalmente, a dissertação propõe estratégias técnicas e políticas voltadas à ampliação da adesão dos municípios ao sistema, considerando os benefícios institucionais e operacionais que podem advir dessa integração, especialmente no que se refere à melhoria da governança local do trânsito e à capacidade de resposta frente à crise de segurança viária

Ressalta-se, por fim, que uma das limitações enfrentadas na condução do estudo foi o número reduzido de municípios integrados ao SNT com dados disponíveis em bases acessíveis e padronizadas. Essa limitação impactou o tamanho da amostra e impôs restrições à amplitude das inferências possíveis. Ainda assim, a análise realizada permite identificar indícios e tendências preliminares, contribuindo para o debate sobre a municipalização do trânsito e sua relação com a organização dos dados de segurança viária no Brasil.

## **1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A presente dissertação está organizada em cinco capítulos. O primeiro corresponde a esta introdução, enquanto os demais estão estruturados da seguinte forma: o Capítulo 2, Referencial Teórico, apresenta uma revisão da literatura existente acerca dos problemas relacionados, a análise bibliométrica das publicações sobre o tema, a contextualização do processo de integração ao Sistema Nacional de Trânsito e o levantamento das informações dos órgãos responsáveis pela coleta de dados sobre sinistros de trânsito; o Capítulo 3, Materiais e Métodos, define os critérios específicos para a análise da qualidade dos dados disponíveis, etapa essencial para compreender as lacunas e desafios existentes na coleta e no tratamento das informações; o Capítulo 4, Análise dos Resultados, apresenta o delineamento do cenário atual dos municípios, a aplicação da análise estatística e a proposição de estratégias e ações para fortalecer a governança municipal do trânsito em âmbito nacional; por fim, o Capítulo 5, Conclusão, realiza a avaliação do cumprimento dos objetivos propostos, discute os principais desafios enfrentados durante a elaboração da dissertação e apresenta sugestões para trabalhos futuros.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

O sinistro de trânsito é definido pelo Código de Trânsito Brasileiro como evento que resulta em danos ao veículo e à sua carga, podendo causar lesões a pessoas ou animais, gerando prejuízos ao trânsito, à via ou ao meio ambiente, envolvendo ao menos uma parte em circulação em vias terrestres ou áreas abertas ao público (Brasil, 1997). Com a premissa de reduzir mortes e lesões, foi instituído o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito pela Lei nº 13.614, de 2018, orientando gestores a implementar ações de segurança viária e acompanhar metas (Brasil, 2018).

A efetividade desse plano depende, essencialmente, da existência de dados padronizados, confiáveis e territorializados sobre sinistros, de modo a subsidiar diagnósticos, políticas e investimentos. Assim, a padronização de dados compreende a definição de critérios e procedimentos uniformes para a coleta, registro e análise das informações, assegurando consistência e comparabilidade entre diferentes jurisdições.

### **2.1 ECOSSISTEMA DE DADOS E GOVERNANÇA MULTINÍVEL E MULTISSETORIAL**

O caráter multissetorial decorre da necessidade de articulação entre diversas áreas de governo e setores da sociedade, uma vez que a segurança viária envolve dimensões interdependentes de transporte, infraestrutura, saúde, segurança pública, fiscalização, planejamento urbano e tecnologia da informação. Cada uma dessas áreas contribui com informações essenciais à compreensão e à gestão da sinistralidade. O setor de transporte e infraestrutura fornece dados relacionados à circulação, à rede viária e às características geométricas das vias; a saúde registra internações, óbitos e lesões decorrentes dos sinistros (DATASUS, 2024); a segurança pública coleta e investiga ocorrências; as áreas de educação e comunicação atuam na prevenção e conscientização da população; e a tecnologia da informação garante a interoperabilidade entre os sistemas e a integração das bases de dados.

Por sua vez, o caráter multinível decorre da distribuição de competências entre a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios, conforme previsto no Código de Trânsito Brasileiro. A União, por meio da Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN), é responsável pela

coordenação do Sistema Nacional de Trânsito (SNT), pela formulação das diretrizes de gestão e pela manutenção do Registro Nacional de Sinistros e Estatísticas de Trânsito (RENAEST), principal base centralizada de dados de sinistros no país. Os estados exercem funções normativas e operacionais por intermédio dos Departamentos Estaduais de Trânsito (DETRANs), das Polícias Rodoviárias Estaduais, dos Corpos de Bombeiros e dos Sistemas de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU), sendo esses dois últimos responsáveis pelo atendimento pré-hospitalar e pela notificação de ocorrências com vítimas. Já os municípios, especialmente aqueles que possuem estrutura administrativa de trânsito, assumem a gestão direta das vias urbanas e colaboram na coleta, consolidação e análise dos registros locais.

Essa estrutura evidencia um sistema de governança em rede, cuja efetividade depende da cooperação intergovernamental, de protocolos de compartilhamento de dados e da integração tecnológica entre as bases institucionais. Quando tais mecanismos são frágeis, surgem lacunas de informação, duplicidades e subnotificações, comprometendo o diagnóstico e o planejamento das ações públicas (Marín e Queiroz, 2000; Rios et al., 2020). Portanto, consolidar uma governança multissetorial e multinível na segurança viária brasileira constitui não apenas uma necessidade administrativa, mas uma condição essencial para garantir a qualidade, a padronização e a efetividade das ações voltadas à redução de sinistros de trânsito.

## **2.2 AGENTES E FONTES DE INFORMAÇÃO**

A gestão das estatísticas de sinistros no Brasil envolve uma ampla rede de agentes institucionais, distribuídos entre diferentes níveis de governo e operadores de infraestrutura. Cada um deles exerce papéis complementares na produção, consolidação e disponibilização das informações.

- a) **Âmbito Federal:** A Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN) coordena o RENAEST e define padrões para a coleta, classificação e divulgação de dados. A Polícia Rodoviária Federal (PRF) disponibiliza dados abertos sobre sinistros registrados em rodovias federais sob sua circunscrição, com detalhamento de causas, local e severidade (PRF, 2024). A Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) monitora sinistros em rodovias concedidas, consolidando informações enviadas pelas concessionárias. Entretanto, conforme resposta obtida via Plataforma Fala.BR, a agência informou não possuir documento normativo interno que padronize nacionalmente os procedimentos

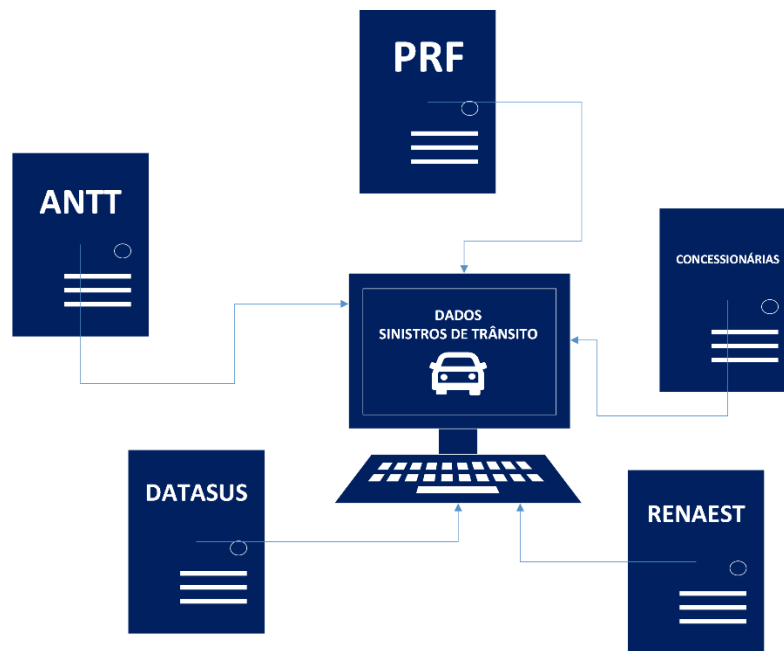
de coleta, o que evidencia heterogeneidade de métodos e fragilidade na comparabilidade dos registros. O Ministério da Saúde, por meio do DataSUS, disponibiliza dados sobre mortalidade e internações hospitalares por causas externas, permitindo análises integradas entre desfechos clínicos e sinistros de trânsito (DATASUS, 2024). As concessionárias rodoviárias registram e monitoram ocorrências em seus trechos de atuação, encaminhando relatórios à ANTT e aos órgãos fiscalizadores. Todavia, essas bases ainda carecem de padronização, interoperabilidade e mecanismos de transparência que possibilitem sua incorporação às análises nacionais (Bonnet et al., 2020).

- b) **Âmbito Estadual:** Os Departamentos Estaduais de Trânsito (DETRANs), as Polícias Militares e as Polícias Rodoviárias Estaduais são responsáveis pelo registro de sinistros em vias estaduais e, em muitos casos, também em áreas urbanas sem órgão executivo local. Os Corpos de Bombeiros e os serviços de emergência, como o SAMU, produzem registros operacionais de atendimento às vítimas, que são valiosos para identificar subnotificações e caracterizar a gravidade dos eventos (Rios et al., 2020). Os Institutos Médico-Legais (IML) complementam essas informações ao qualificar as causas dos óbitos e validar os registros de mortalidade.
- c) **Âmbito Municipal:** Os órgãos executivos de trânsito, quando existentes, desempenham funções de fiscalização, engenharia, educação e estatística, contribuindo para o fortalecimento das bases de dados locais e para a análise territorializada da segurança viária (Lobato e Zaganelli, 2024). Operadores urbanos e concessionárias locais de transporte, incluindo sistemas rodoviários e ferroviários, também produzem registros sobre sinistros e falhas operacionais, embora essas informações nem sempre sejam disponibilizadas de forma pública ou padronizada.

A coexistência de múltiplas fontes e agentes evidencia o caráter distribuído da produção de informação sobre sinistros de trânsito e reforça a importância da integração intersetorial e interinstitucional. A ausência de padrões metodológicos comuns compromete a comparabilidade temporal e espacial dos indicadores, reduz a precisão das análises e dificulta o monitoramento das metas estabelecidas pelo PNATRANS (Bachani et al., 2025). Assim, o fortalecimento da comunicação entre instituições, a criação de protocolos unificados e o

incentivo à transparência de dados constituem elementos essenciais para o aprimoramento da governança da segurança viária no Brasil.

A Figura 2.1. mostra de forma esquematizada os agentes responsáveis pela disponibilização dos dados de sinistros de trânsito.



**Figura 2.1.** Agentes responsáveis pela disponibilização de dados de sinistros de trânsito

### **2.3 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DAS PUBLICAÇÕES ENVOLVENDO SINISTROS DE TRÂNSITO**

A análise bibliométrica pode ser definida com um método científico utilizado para identificar tendências abordadas em artigos e periódicos sobre um determinado tema. Essa técnica permite avaliar o volume e a evolução do conhecimento produzido, bem como as inter-relações entre autores, instituições, palavras-chave e periódicos (Donthu *et al.*, 2021). Segundo Waltman *et al.* (2010), a bibliometria também possibilita a análise de redes, conectando documentos e termos por meio de técnicas de coocorrência e agrupamento, o que permite a visualização de campos temáticos emergentes e de lacunas de pesquisa em áreas específicas.

Com base nesses fundamentos, foi conduzida uma análise bibliométrica para mapear a produção científica relacionada a sinistros de trânsito, qualidade de dados, segurança viária e

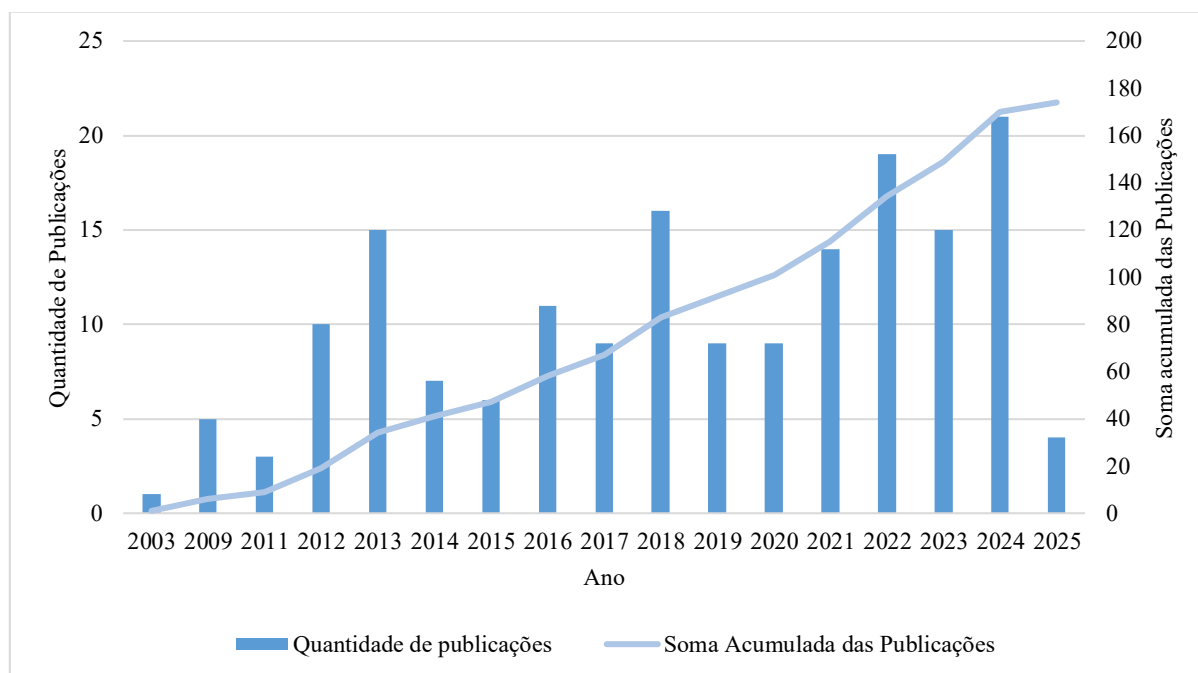
métodos de coleta e análise de informações. Essa etapa teve como objetivo principal identificar o estado da arte sobre o tema e verificar se existem estudos que abordem especificamente a integração institucional e a municipalização do trânsito como fatores relacionados à qualidade dos registros e à gestão da segurança viária.

A escolha das palavras-chave foi realizada de forma criteriosa, a fim de abranger os principais eixos conceituais vinculados à pesquisa. Foram utilizados os termos “*crash*”, “*road*”, “*traffic*”, “*safety*”, “*data*”, “*quality*” e “*methods*”, selecionados a partir de uma análise exploratória de publicações de referência nas áreas de segurança viária e análise de dados. A estratégia de busca combinou os operadores lógicos “*OR*” e “*AND*”, de modo que as publicações selecionadas continham ao menos um termo relacionado ao fenômeno da sinistralidade (“*crash*”, “*road*” ou “*traffic*”) e simultaneamente pelo menos um termo associado aos aspectos analíticos e de qualidade dos dados (“*safety*”, “*data*”, “*quality*” ou “*methods*”). Essa estrutura buscou equilibrar amplitude e relevância temática, captando estudos sobre segurança viária sob múltiplas perspectivas (técnica, estatística e institucional), sem restringir a amostra a abordagens específicas

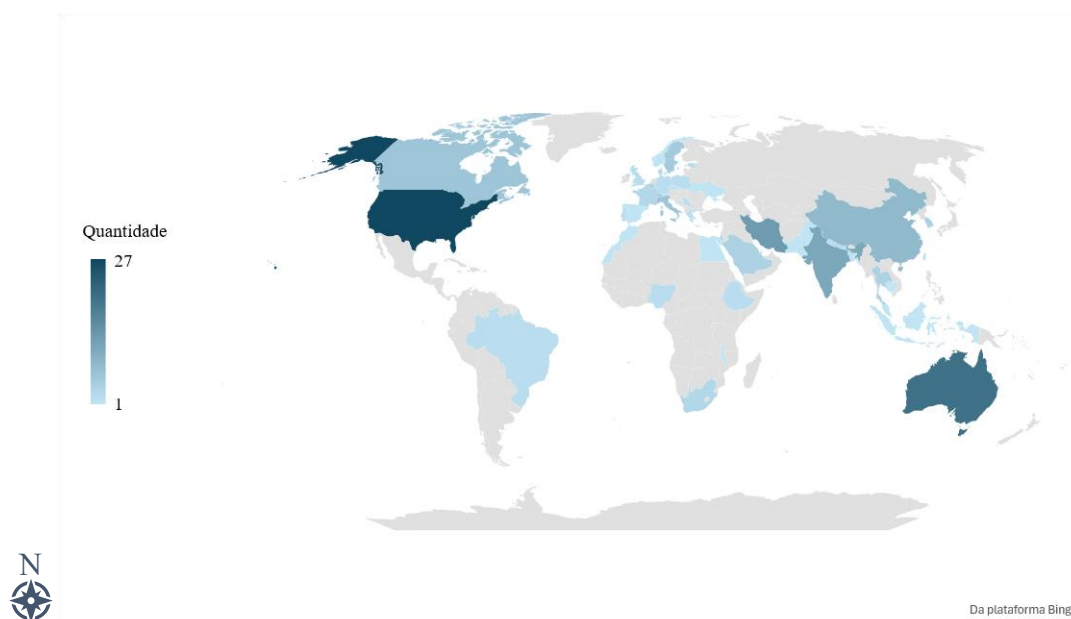
A pesquisa foi realizada em 24 de janeiro de 2025 nas bases de dados *Web of Science* e *Scopus*, selecionadas por sua abrangência e pela reconhecida qualidade na indexação de periódicos científicos (Wang *et al.*, 2016). Inicialmente, a busca retornou 100 registros na *Web of Science* e 99 na *Scopus*, considerando apenas os resultados encontrados nos títulos, resumos e palavras-chave. Em seguida, aplicou-se o filtro que restringiu os resultados a artigos científicos revisados por pares, excluindo conferências, capítulos de livros e outros tipos de publicações. Após a aplicação desse critério, restaram 79 artigos na *Web of Science* e 78 na *Scopus*, totalizando 174 publicações válidas. Todos os artigos analisados estavam disponíveis no idioma inglês, o que reforça o caráter internacional da produção científica sobre o tema.

A partir dessa amostra consolidada, foi possível observar que as primeiras publicações sobre segurança viária com foco em sinistros e qualidade de dados datam de 2003, e que o volume de estudos tem crescido de forma expressiva desde então. O ano de 2024 apresentou o maior número de artigos publicados (21), indicando uma intensificação recente do interesse científico pela temática, conforme ilustrado no Gráfico 2.1.

**Gráfico 2.1.** Evolução das publicações por ano



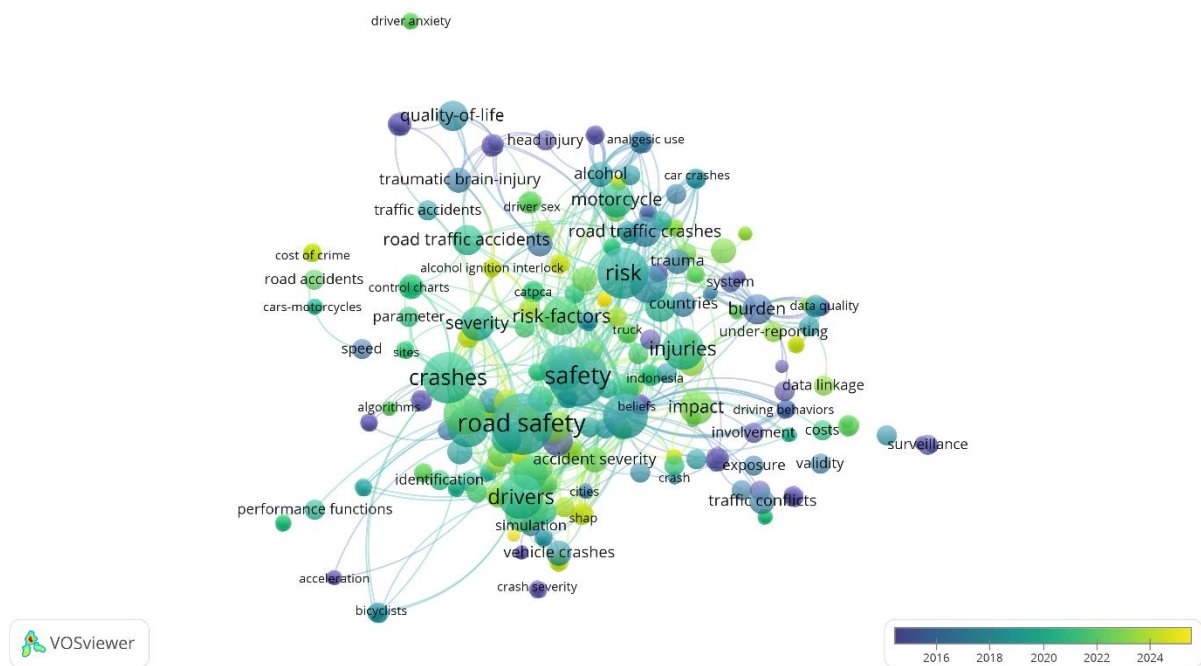
A análise da distribuição geográfica das publicações revelou que os Estados Unidos lideram a produção científica com 27 artigos, seguidos pela Austrália (20), Irã (13) e Índia (11). No mesmo período, o Brasil registrou apenas dois artigos sobre o tema em periódicos de alto impacto, o que evidencia uma lacuna significativa na literatura nacional sobre segurança viária e qualidade dos dados (Figura 2.2).



**Figura 2.2.** Incidência de publicações por países.

Para aprofundar a análise temática, utilizou-se a técnica de coocorrência de palavras-chave, operacionalizada por meio do software *VOSviewer*, conforme metodologia de Van Eck e Waltman (2010). O *VOSviewer* permite visualizar a densidade e as conexões entre termos recorrentes em artigos, possibilitando identificar agrupamentos temáticos e tendências emergentes na literatura científica. Os dados foram processados considerando apenas a base *Web of Science*, que apresentou maior número de publicações e consistência nos metadados.

Os registros foram tratados de modo a considerar apenas as palavras-chave que apareceram pelo menos cinco vezes no conjunto de dados. Assim, foram identificadas 533 palavras únicas, das quais 17 atenderam ao critério mínimo de frequência. Entre os termos mais recorrentes destacaram-se “*Road Safety*” (14), “*Safety*” (13), “*Crashes*” (10), “*Risk*” (8), “*Accidents*” (8), “*Drivers*” (8) e “*Performance*” (8), conforme ilustrado na Figura 2.3.



**Figura 2.3.** Mapa de rede da ocorrência de palavras-chave.

A análise temporal, representada pela variação cromática do mapa, demonstra que os termos de maior densidade de conexão se concentram entre 2020 e 2022, evidenciando o fortalecimento do interesse científico por tópicos associados à segurança viária, comportamento de risco e severidade dos sinistros. Os agrupamentos identificados indicam o predomínio de pesquisas voltadas a modelagem estatística, análise de severidade e fatores comportamentais e

socioeconômicos, em detrimento de estudos relacionados à estrutura institucional, integração de dados e governança local da segurança viária.

Essa ausência de publicações específicas sobre integração ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) e municipalização confirma uma lacuna teórica e empírica relevante, demonstrando que a literatura internacional tem priorizado aspectos técnicos, operacionais e comportamentais da segurança viária, enquanto os fatores institucionais e organizacionais permanecem pouco explorados. Assim, a análise bibliométrica realizada neste estudo não apenas evidencia o crescimento global da produção científica sobre sinistros de trânsito, mas também reforça a pertinência e originalidade da presente pesquisa, ao propor uma abordagem focada na relação entre governança local, integração institucional e qualidade dos dados de sinistros.

## **2.4 MUNICIPALIZAÇÃO DO TRÂNSITO**

A instituição do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), por meio da Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, representou um marco na reconfiguração da governança do trânsito no Brasil, ao estabelecer um modelo de federalismo cooperativo e descentralizado. Com essa nova diretriz, o país passou a atribuir responsabilidades distintas, mas complementares, aos entes federativos. No que tange aos municípios, o CTB conferiu-lhes competências relativas à fiscalização, à educação no trânsito, à operação e à implantação da sinalização viária, bem como à gestão estatística de dados relacionados a sinistros (BRASIL, 1997). A descentralização foi acompanhada da previsão de recursos financeiros para sua efetivação: a legislação determinou que 5% da arrecadação com multas de trânsito fossem destinados ao Fundo Nacional de Segurança e Educação no Trânsito (FUNSET), enquanto os demais valores devem ser obrigatoriamente reinvestidos em ações voltadas à segurança viária no âmbito local. (BRASIL, 1997).

A municipalização do trânsito, formalmente prevista no artigo 24 do CTB, consiste na transferência das atribuições de gestão viária para os municípios, conferindo a eles maior autonomia para formular políticas públicas adaptadas às especificidades locais (Marques e Machado, 2010). Para tanto, é exigido que o município se integre ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT), condição legal necessária para o exercício pleno das funções de gestão do tráfego em sua circunscrição. A integração proporciona não apenas o acesso a recursos oriundos da arrecadação de multas, mas também a inclusão nos sistemas nacionais de informação, como

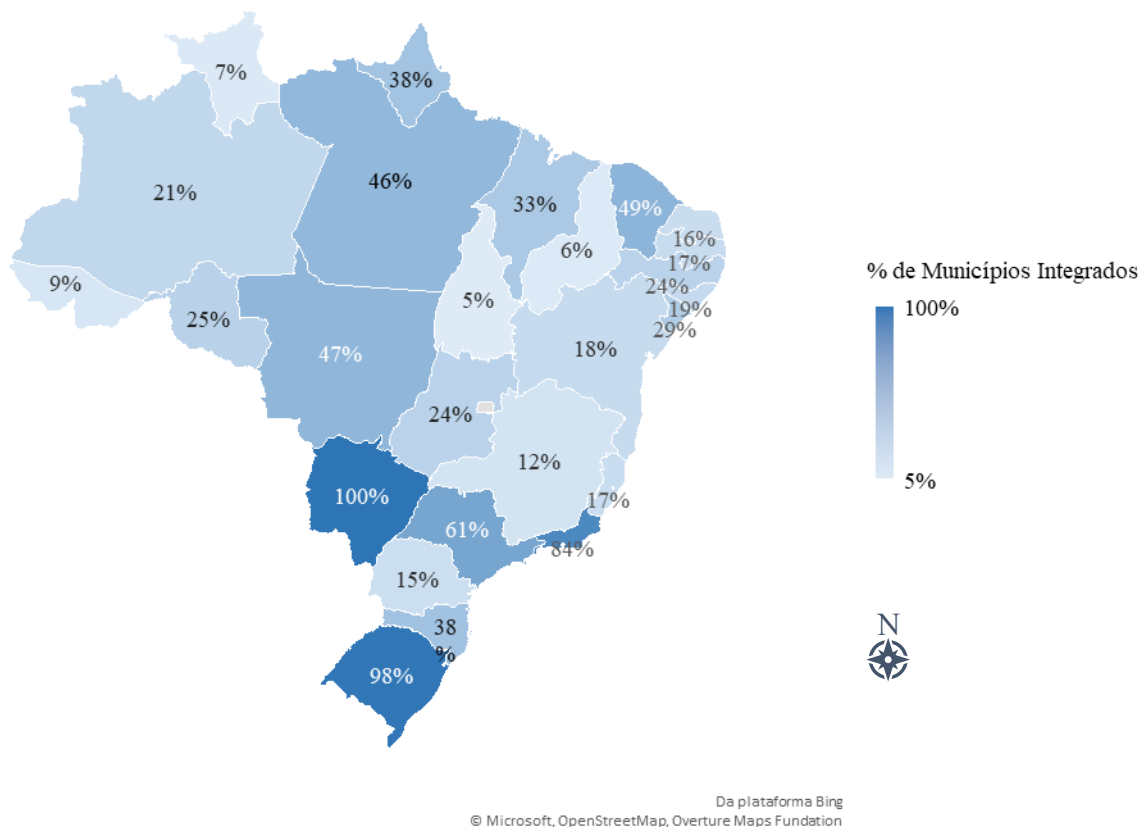
o Registro Nacional de Infrações de Trânsito (RENAINF) e o Registro Nacional de Sinsitros e Estatísticas de Trânsito (RENAEST), além da possibilidade de adesão aos programas federais de apoio técnico e financeiro (Rebelo *et al.*, 2023).

A proximidade da gestão com a realidade local é vista como fator estratégico na promoção de intervenções mais eficazes, uma vez que possibilita o diagnóstico de problemas locais e a adoção de medidas preventivas ou corretivas direcionadas. Municípios com gestão de trânsito estruturada têm maior capacidade de planejar intervenções, realizar campanhas educativas específicas e intensificar a fiscalização em pontos críticos, refletindo diretamente na redução da acidentalidade (Santos e Sudário, 2021). De acordo com Carmo *et al.* (2020), a atuação direta do município na gestão do trânsito está associada a uma maior efetividade na aplicação das normas e a um maior comprometimento com a redução dos fatores de risco nas vias urbanas.

Contudo, a implementação da municipalização do trânsito não se dá de forma homogênea. Os obstáculos enfrentados por muitos municípios, sobretudo os de pequeno porte, incluem a limitação de recursos financeiros, a carência de pessoal técnico capacitado e a dificuldade em manter uma estrutura administrativa adequada para o exercício das novas competências (Batista, 2024). A criação de um órgão executivo de trânsito, a instituição de uma Junta Administrativa de Recursos de Infrações (JARI), bem como a gestão de um Fundo Municipal de Trânsito são etapas que exigem planejamento, investimentos e suporte institucional (Lobato e Zaganelli, 2024; Vasconcellos, 2014).

Os dados da Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN) mostram que, até o junho de 2025, apenas 1.960 municípios estão integrados ao SNT, representando 35,19% do total. As disparidades regionais são evidentes. Enquanto Mato Grosso do Sul registra 100% de adesão, o Rio Grande do Sul possui 98,19%, demonstrando políticas estaduais consistentes de incentivo à municipalização. Em contrapartida, o estado do Tocantins apresenta apenas 5,04% de integração, refletindo barreiras estruturais e econômicas. Essa assimetria reflete diferentes níveis de capacidade institucional, disponibilidade de recursos financeiros e prioridade política atribuída à gestão do trânsito por parte dos governos estaduais e municipais (Rebelo *et al.*, 2023). A Figura 2.4 apresenta a porcentagem de integração ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) por Estado.

Ademais, ainda de acordo com a SENATRAN (BRASIL, 2025), apenas 17 Estados realizam o repasse dos dados de sinistros de trânsito dentro do prazo legal. Essa discrepância evidencia a necessidade de estratégias descentralizadas que atendam às demandas específicas de cada região. O não ingresso ao SNT compromete a capacidade dos municípios em exercer funções básicas de gestão viária, como a fiscalização de condutores e veículos, a operação da circulação viária e a promoção de campanhas educativas. Além disso, os municípios não integrados não têm acesso direto aos recursos oriundos da aplicação de multas, tampouco aos bancos de dados nacionais. Na prática, isso significa que grande parte dos eventos de trânsito ocorridos em áreas urbanas não são devidamente registrados ou integrados aos sistemas federais, gerando uma lacuna estatística que impacta negativamente na formulação de políticas públicas (Travassos *et al.* 2022).

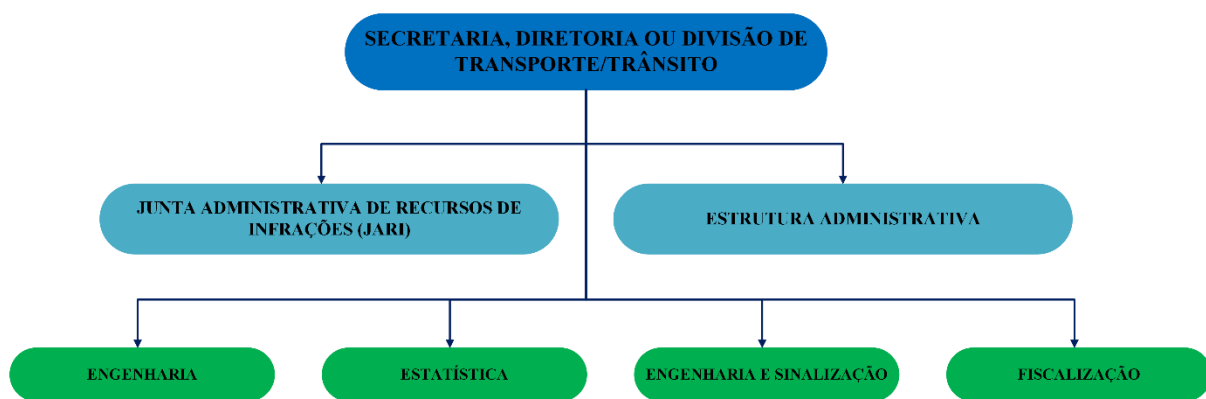


**Figura 2.4.** Porcentagem de municípios integrados ao SNT por UF.

Fonte: Senatran, 2025.

A integração de um município ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) é um processo que requer planejamento estruturado e o cumprimento de etapas normativas definidas pelo Código de

Trânsito Brasileiro (CTB) e pela Resolução nº 811/2020 do CONTRAN. Para iniciar esse processo, o município deve instituir um órgão executivo de trânsito com competência para planejar, regulamentar, fiscalizar e educar em matéria de trânsito. Além disso, é essencial a criação de um Fundo Municipal de Trânsito para gerenciar os recursos oriundos de multas e outras atividades relacionadas. A estruturação técnica do órgão deve incluir áreas como engenharia de tráfego, fiscalização, educação e coleta de dados estatísticos. A Figura 2.5 representa a estrutura administrativa obrigatória par ao processo de integração ao SNT.



**Figura 2.5.** Estrutura administrativa obrigatória para integração ao SNT.

Fonte: CNM, 2024.

O processo de municipalização também exige o envio de documentação ao Conselho Estadual de Trânsito (CETTRAN), incluindo a legislação de criação do órgão de trânsito e da Junta Administrativa de Recursos de Infrações (JARI). Após análise documental, o CETTRAN realiza uma inspeção técnica para verificar o cumprimento dos requisitos. Concluída essa etapa, os dados são enviados à Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN), que publica a portaria de integração no Diário Oficial da União.

Dada a complexidade do processo e os custos envolvidos, alternativas têm sido exploradas, especialmente por municípios de pequeno porte. A Confederação Nacional de Municípios (CNM) recomenda a formação de consórcios públicos intermunicipais como solução viável para compartilhar estruturas e reduzir custos, sobretudo no que diz respeito à contratação de agentes, aquisição de equipamentos e gestão dos sistemas operacionais (CNM, 2021). Também se observa, em alguns Estados, a formalização de convênios entre municípios e os departamentos estaduais de trânsito (Detrans) ou com a Polícia Militar para a execução das

atividades de fiscalização, como forma de viabilizar o cumprimento das funções previstas no CTB, sem onerar excessivamente os cofres municipais.

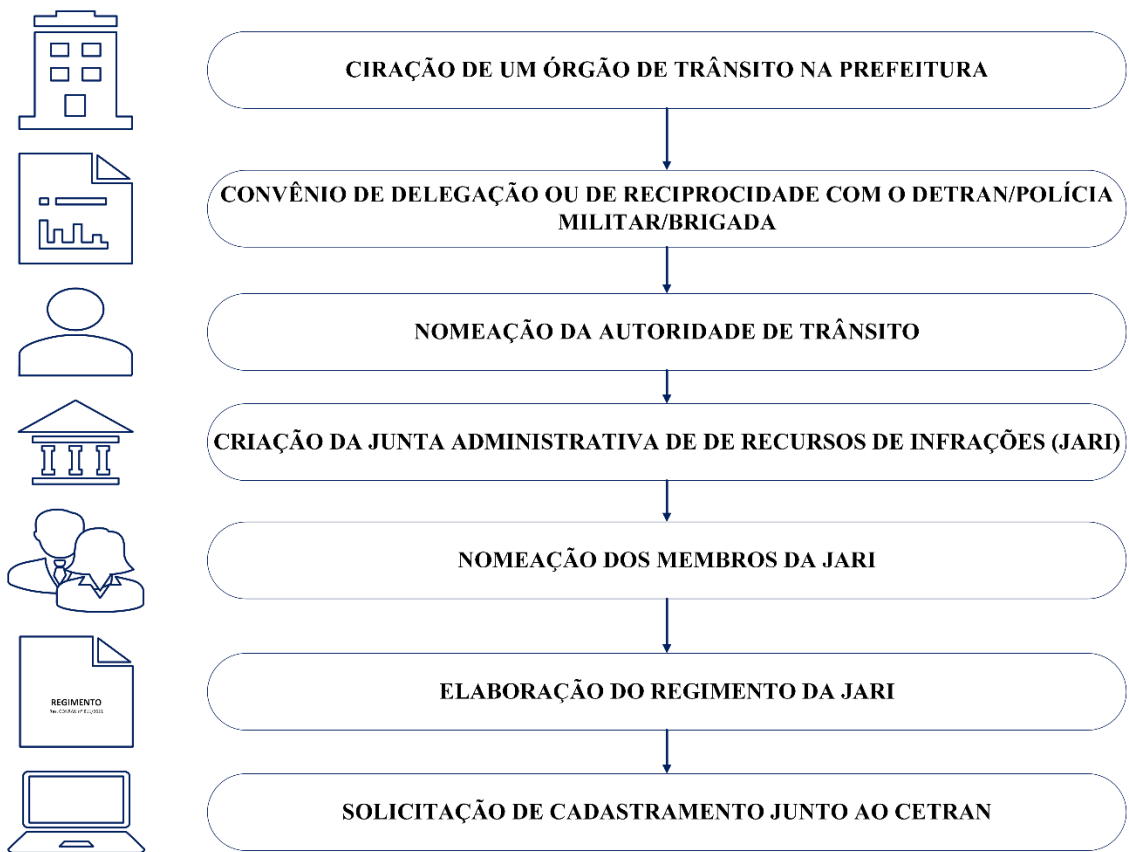
Além dos obstáculos técnicos e financeiros, a municipalização do trânsito encontra barreiras de natureza política e administrativa que dificultam sua efetiva implementação. Em muitos casos, os gestores municipais demonstram resistência em iniciar o processo de integração ao SNT devido à percepção de que as atividades relacionadas à gestão do trânsito não gerariam resultados visíveis no curto prazo, o que poderia comprometer a popularidade da administração local (Marques e Machado, 2010).

Medidas como o aumento da fiscalização, a instalação de equipamentos eletrônicos e a intensificação das autuações, apesar de fundamentais para a segurança viária, frequentemente são percebidas pela população como ações de caráter arrecadatório. Isso impõe desafios políticos adicionais aos prefeitos e secretários, especialmente em contextos onde a pressão por resultados imediatos é intensa e os recursos humanos e materiais são escassos (CNM, 2021).

Outra dificuldade recorrente diz respeito à ausência de quadros técnicos qualificados para a operação das funções delegadas ao município. A falta de engenheiros de tráfego, educadores especializados e agentes de trânsito compromete a capacidade dos municípios em planejar, executar e avaliar as ações locais com base em critérios técnicos. Vasconcellos (2014) destaca que o simples repasse de competências legais, sem o devido suporte técnico e financeiro, tende a gerar resultados limitados e, em alguns casos, até contraproducentes.

Além dos obstáculos técnicos e financeiros, a municipalização do trânsito encontra barreiras de natureza política e administrativa que dificultam sua efetiva implementação. Em muitos casos, os gestores municipais demonstram resistência em iniciar o processo de integração ao SNT devido à percepção de que as atividades relacionadas à gestão do trânsito não gerariam resultados visíveis no curto prazo, o que poderia comprometer a popularidade da administração local (Marques e Machado, 2010).

A Figura 2.6 apresenta as etapas necessárias para formalização do processo de municipalização do trânsito.



**Figura 2.6.** Passo a passo do processo de municipalização do trânsito.

Fonte: CNM, 2021.

Apesar das dificuldades, a municipalização do trânsito é um passo essencial para promover cidades mais seguras e organizadas. Ao fortalecer a autonomia municipal e alinhar políticas públicas às demandas locais, o processo pode reduzir sinistros de trânsito, melhorar a fluidez do tráfego e fomentar campanhas educativas mais eficazes. Assim, a municipalização se configura como uma estratégia indispensável para a melhoria da qualidade de vida urbana e o fortalecimento da segurança viária no Brasil (Batista, 2024).

Em contrapartida, municípios que superaram essas barreiras e investiram na estruturação de seus órgãos executivos de trânsito têm alcançado resultados expressivos. Alves (2021) analisou a experiência de municípios do estado da Bahia e destacou que, em Salvador (BA), após a criação do órgão municipal de trânsito e integração ao SNT, foi registrada uma redução de 57,1% no número de vítimas fatais entre 2011 e 2018, resultado atribuído a intervenções direcionadas com base em diagnósticos locais. O estudo também identificou que municípios com estrutura municipalizada apresentaram redução nos atendimentos hospitalares por sinistros de trânsito, bem como melhora nos indicadores de mobilidade e segurança. Outros

levantamentos mostram que municípios com gestão efetiva de trânsito tendem a apresentar maior uso de capacete entre motociclistas, maior adesão ao cinto de segurança e ao transporte adequado de crianças, o que impacta diretamente na redução da gravidade dos sinistros (Santos e Sudário, 2021; Bezerra e Costa, 2011).

Diante disso, conclui-se que a integração ao Sistema Nacional de Trânsito deve ser compreendida não apenas como um mecanismo administrativo, mas como uma estratégia fundamental para fortalecer a governança local, qualificar os dados estatísticos e promover uma mobilidade urbana mais segura e sustentável em todo o território nacional (Vasconcellos, 2014; Lobato e Zaganelli, 2024).

## **2.5 O CUSTO RELACIONADO AO SINISTRO DE TRÂNSITO**

Os sinistros de trânsito geram impactos significativos para a economia, resultando em custos diretos e indiretos que sobrecarregam sistemas de saúde, seguradoras e órgãos públicos, além de afetar a produtividade e a qualidade de vida da população. De acordo com o *Global Status Report on Road Safety* (WHO, 2018), esses eventos representam, em média, um custo aproximado de 3% do Produto Interno Bruto (PIB) do país de ocorrência.

De acordo com Al-Masaeid *et al.* (1999), os sinistros de trânsito na Jordânia em 1996 resultaram em um custo total de aproximadamente 103 milhões de dinares jordanianos (JD), o que correspondia a 146,3 milhões de dólares americanos (US\$). Esse valor representava um impacto significativo para o país, cuja população era de cerca de 4,5 milhões de habitantes e cujo Produto Nacional Bruto (PNB) atingia 5.146 milhões de JD. O custo médio estimado para um sinistro fatal foi de 63.851 JD, enquanto os sinistros com feridos e aqueles com apenas danos materiais tiveram custos médios de 4.155 JD e 1.400 JD, respectivamente.

Na Arábia Saudita, os sinistros de trânsito representam um custo anual superior a 13 bilhões de riais sauditas (SR), destacando o impacto econômico considerável desses eventos no país. Além disso, mais de 30% da ocupação hospitalar é devítimas de sinistros de trânsito, o que evidencia a gravidade dessa questão como um problema de saúde pública (Al-Atawi *et al.*, 2014).

A Espanha registra um custo médio de € 50.215,20 para sinistros leves, € 164.073,50 para sinistros graves e € 714.949,60 para sinistros fatais. Esses valores refletem as despesas com

serviços de emergência, assistência policial, cuidados médicos, internações hospitalares, além de custos relacionados a lesões físicas, perda de vida e danos materiais (Ayuso *et al.*, 2010).

Segundo (Kwon *et al.*, 2012), a Coreia do Sul enfrenta impactos significativos relacionados aos sinistros de trânsito devido aos perdões de violações de trânsito. Após a concessão dos perdões, os sinistros aumentaram em 4,3% no primeiro ano e 3,6% no segundo ano, resultando em custos econômicos adicionais de 4,2% e 3,5%, respectivamente, por ano. Estima-se também que os perdões de violações de trânsito elevem os custos totais dos sinistros em aproximadamente 701,9 bilhões de won (sem incluir custos de dor, sofrimento e luto) e 1.080,2 bilhões de won (incluindo esses custos) ao longo de dois anos após a concessão do perdão.

Complementarmente, a Argentina estimou que os sinistros de trânsito geraram perdas equivalentes a cerca de 1,4% de seu PIB em 2021 (DNOV, 2024), enquanto no Chile, a CONASET apontou um impacto da ordem de 3% do PIB, o que equivale a aproximadamente US\$ 9,7 bilhões em 2023 (CONASET, 2023). Esses custos incluem desde atendimento médico-hospitalar, remoção das vítimas e reparação de danos materiais até perda de produtividade e despesas judiciais e administrativas.

De acordo com um estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), os sinistros de trânsito no Brasil geraram um custo anual de aproximadamente R\$ 50 bilhões, sendo que, em média, cada sinistro custou à sociedade brasileira R\$ 261.689. Esse impacto se deve, principalmente, aos altos custos relacionados à perda de produção das vítimas, que correspondem a cerca de 41,2% do total, e às despesas hospitalares, que representam aproximadamente 20% (Carvalho, 2020).

Se considerados sob a ótica do custo de oportunidade, os R\$ 50 bilhões anuais estimados como impacto dos sinistros de trânsito no Brasil ganham uma dimensão ainda mais expressiva. De acordo com o Relatório Resumido da Execução Orçamentária (RREO) (2024) da União referente ao exercício de 2024, a despesa total liquidada com a função saúde foi de R\$ 215,9 bilhões. Isso significa que os custos com sinistros de trânsito representariam aproximadamente 23% de todo o orçamento executado nessa área, valor suficiente, por exemplo, para ampliar significativamente os atendimentos do Sistema Único de Saúde (SUS), financiar programas de prevenção em urgência e emergência, e expandir a rede hospitalar pública.

No campo da educação, o RREO indica uma execução orçamentária de R\$ 110.9 bilhões em 2024. Se os recursos desperdiçados com sinistros fossem direcionados à educação básica e superior, representariam cerca de 45% desse total, o que permitiria acelerar a construção de novas escolas, universidades, creches e centros de formação técnica, especialmente em regiões com maior vulnerabilidade social. Trata-se de um impacto direto sobre a capacidade do Estado em garantir o direito à educação com qualidade e infraestrutura adequada.

No setor de infraestrutura de transportes, a função transporte executou R\$ 24 bilhões em 2024. O valor dos sinistros supera mais que o dobro desse montante. Isso revela que, se bem alocados, tais recursos poderiam ser revertidos em duplicação de rodovias, pavimentação de vias não asfaltadas, melhoria da sinalização viária e requalificação de estradas urbanas e rurais, justamente fatores que contribuem para a redução da acidentalidade e da severidade dos sinistros.

Portanto, além de representar um grave problema de saúde pública e segurança viária, a elevada sinistralidade no trânsito brasileiro constitui uma ineficiência econômica de grandes proporções. A redução dos sinistros não apenas preserva vidas, mas libera capacidade orçamentária para investimentos estruturantes em áreas essenciais ao desenvolvimento do país

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Este capítulo descreve o método adotado para a avaliação da qualidade e abrangência dos dados sobre sinistros de trânsito nos municípios brasileiros. Inicialmente, são apresentados os critérios de seleção das bases de dados utilizadas, destacando suas fontes e a justificativa para sua escolha. Em seguida, detalha-se o processo de organização e tratamento das informações, abordando as técnicas aplicadas para garantir a consistência e a comparabilidade dos dados. Por fim, são expostos os métodos estatísticos empregados na análise, incluindo as abordagens utilizadas para examinar a relação entre a ocorrência de sinistros e os fatores socioeconômicos dos municípios, permitindo uma interpretação dos resultados.

#### **3.1 TIPO DE PESQUISA**

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa, de caráter descritivo e analítico, baseada na utilização de informações provenientes de fontes públicas oficiais. A abordagem quantitativa decorre da natureza numérica das informações utilizadas, enquanto o caráter descritivo e analítico está relacionado ao objetivo de identificar padrões gerais presentes nos registros de sinistros de trânsito e nos indicadores municipais disponíveis.

O método adotado consistiu na aplicação sequencial da Análise Fatorial Exploratória e da Análise Fatorial Confirmatória, utilizadas de maneira complementar para examinar as estruturas estatísticas associadas aos registros de sinistros e aos indicadores socioeconômicos dos municípios analisados. No contexto deste estudo, essas técnicas foram empregadas como procedimentos iniciais de exploração e organização dos dados, permitindo identificar tendências e padrões preliminares, embora seu uso não tenha caráter conclusivo e exija, em pesquisas futuras, a aplicação de métodos estatísticos mais avançados para validações aprofundadas. Assim, a pesquisa adotou uma abordagem analítica sustentada por estudo estatístico composto por Análise Fatorial Exploratória e Análise Fatorial Confirmatória, utilizando informações disponíveis em bases oficiais para comparar padrões estruturais entre municípios integrados e não integrados ao Sistema Nacional de Trânsito.

### 3.2 COLETA DE DADOS

A base de dados utilizada para a análise dos sinistros de trânsito foi o Registro Nacional de Sinistros e Estatísticas de Trânsito (RENAEST), plataforma gerida pelo Ministério dos Transportes. Foram extraídos todos os registros disponíveis no período de 2018 a 2024, abrangendo dados de sinistros ocorridos nos municípios brasileiros.

A escolha do RENAEST como fonte de dados justifica-se pelo fato de ser a única base nacional que consolida informações sobre sinistros de trânsito registrados, tanto por órgãos locais integrados ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) quanto por aqueles que ainda não integram o sistema. Além disso, trata-se de uma base pública e de fácil acesso, permitindo a análise comparativa entre diferentes municípios.

Além do RENAEST, foram utilizadas fontes complementares para caracterizar os municípios, incorporando variáveis socioeconômicas, territoriais e institucionais. As bases dos indicadores empregados estão descritas na Tabela 3.1:

**Tabela 3.1** Indicadores e fontes utilizadas

| <b>Indicador</b>                    | <b>Fonte</b>                    | <b>Ano base</b> | <b>Finalidade</b>  |
|-------------------------------------|---------------------------------|-----------------|--|
| Sinistros de trânsito               | SENATRAN / RENAEST              | 2018–2024       | Variável dependente principal.                             |
| Óbitos em sinistros                 | SENATRAN                        | 2018–2024       | Indicador de severidade.                                   |
| PIB e PIB per capita                | IBGE – PIB dos Municípios       | 2022            | Representa o nível de desenvolvimento econômico.           |
| População                           | IBGE – Censo Demográfico        | 2022            | Indicador de exposição e risco relativo.                   |
| Área territorial (km <sup>2</sup> ) | IBGE – Malha Municipal          | 2022            | Base para normalização espacial e cálculo de densidades.   |
| Extensão de rodovias federais (km)  | DNIT                            | 2024            | Indicador de exposição viária e conectividade territorial. |
| Receita orçamentária municipal      | STN – Finanças Públicas         | 2022            | Capacidade fiscal e institucional.                         |
| Taxa de alfabetização               | IBGE – PNAD Contínua            | 2022            | Indicador de capital humano.                               |
| Taxa de empregabilidade             | CAGED / IBGE                    | 2022            | Indicador de atividade econômica.                          |
| IDHM                                | Atlas do Desenvolvimento Humano | 2010            | Indicador composto de desenvolvimento social.              |
| Custo médio do sinistro             | IPEA                            | 2021            | Estimativa de impacto econômico.                           |
| Integração ao SNT                   | SENATRAN                        | 2024            | Variável de segmentação institucional.                     |

As variáveis utilizadas foram agrupadas em três dimensões conceituais: socioeconômicas, territoriais e institucionais, de acordo com sua natureza e função analítica. As variáveis

socioeconômicas refletem o nível de desenvolvimento humano e econômico dos municípios, representando condições estruturais de renda, escolaridade e emprego, fatores amplamente associados ao comportamento no trânsito e à exposição ao risco (Kopits e Cropper, 2005; Bayraktar *et al.*, 2025). Nesse grupo incluem-se o PIB, o PIB per capita, a taxa de alfabetização, a taxa de empregabilidade, a população e o IDHM, todos relacionados à capacidade de geração de renda e à qualidade de vida.

As variáveis territoriais expressam as características físicas e espaciais dos municípios, influenciando diretamente a distribuição e a severidade dos sinistros. A área territorial, a densidade demográfica e a extensão de rodovias federais refletem o grau de dispersão populacional, a conectividade da malha viária e o potencial de exposição a eventos de trânsito (Liu *et al.*, 2022; Ouni e Mraïhi, 2024). A inclusão da área territorial justifica-se por representar um indicador de escala espacial, permitindo compreender de que forma o porte geográfico e a configuração territorial dos municípios podem afetar a ocorrência e a gravidade dos sinistros. Esses fatores contribuem para identificar padrões de vulnerabilidade e heterogeneidades espaciais entre diferentes contextos municipais.

As variáveis institucionais representam a capacidade de gestão e governança local, traduzida em elementos como a receita orçamentária municipal e a integração ao Sistema Nacional de Trânsito. Essas variáveis refletem a estrutura administrativa e o grau de institucionalização das políticas de trânsito, sendo determinantes para a implementação de medidas de fiscalização, engenharia e educação viária (Lobato e Zaganelli, 2024; Bhalla e Shotten, 2019).

As bases de dados utilizadas nesta pesquisa apresentam anos de referência distintos, variando entre 2010 e 2024, de acordo com a periodicidade de atualização de cada órgão responsável. Essa defasagem temporal é característica de estudos baseados em dados secundários e não compromete a validade das análises, pois o objetivo da pesquisa não é a comparação temporal, mas a verificação de relações estruturais e proporcionais entre variáveis municipais. As variáveis socioeconômicas utilizadas apresentam estabilidade relativa ao longo do tempo e refletem condições estruturais de médio e longo prazo, como desenvolvimento econômico, nível de escolaridade e capacidade institucional. Além disso, a normalização estatística das variáveis reduziu o impacto de diferenças temporais, concentrando a análise nas relações de associação e não nos valores absolutos. Assim, a heterogeneidade de anos entre as bases foi tratada de modo a preservar a coerência conceitual e a integridade estatística, conforme prática

comum em estudos territoriais e socioeconômicos de abrangência nacional (Hair et al., 2010; Damásio, 2016; Vuong et al., 2023).

### **3.3 TRATAMENTO DE DADOS**

Devido ao grande volume e à heterogeneidade das informações, os dados foram organizados e tratados em duas etapas. A primeira foi conduzida no *software Power BI*, onde foram realizadas as operações de integração e limpeza dos registros. Em seguida, os dados consolidados foram exportados para o ambiente *Python (VS Code)*, no qual foram realizadas as análises estatísticas e a modelagem fatorial. Esse fluxo assegurou rastreabilidade, padronização e replicabilidade em todas as etapas do processo.

#### **3.3.1 Análise estatística**

A análise estatística deste estudo teve como objetivo identificar e interpretar a relação entre a ocorrência de sinistros de trânsito e os fatores socioeconômicos dos municípios brasileiros, com especial atenção às diferenças entre municípios integrados e não integrados ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT). A abordagem estatística foi dividida em cinco etapas: (i) organização e normalização dos dados, (ii) aplicação, (iii) análise fatorial exploratória, (iv) análise fatorial confirmatória e (v) estratégias de fortalecimento para o processo de municipalização do trânsito.

#### **3.3.2 Organização e normalização dos dados**

Os dados provenientes das diferentes fontes foram integrados utilizando o código IBGE de sete dígitos como chave de correspondência, o qual identifica de forma única cada município brasileiro e é amplamente utilizado como referência padronizada em bases estatísticas oficiais. Esse código serviu como variável-chave para o cruzamento entre as diversas fontes de informação, garantindo a correta vinculação dos registros e a integridade da amostra durante o processo de unificação das bases.

Durante o processo de harmonização, as unidades de medida foram uniformizadas e registros duplicados ou inconsistentes foram excluídos. Foram identificados casos de divergência entre as fontes, especialmente quando o código IBGE não estava corretamente referenciado ou apresentava formatação incompatível com o padrão oficial. Também foram removidos registros

com ausência total de valores em variáveis essenciais, como população, PIB, IDHM ou número de sinistros. Nessas variáveis, valores iguais a zero foram considerados inválidos, pois, por definição, não é possível que um município brasileiro apresente população, produto interno bruto ou arrecadação nulos, tampouco inexistência absoluta de registros de sinistros. Tais ocorrências decorrem de inconsistências nas bases originais, como falhas de exportação, ausência de atualização, erros de vinculação do código municipal ou incompatibilidades entre os sistemas de origem. Após a verificação e o ajuste dessas ocorrências, obteve-se uma base consolidada e validada, utilizada para as etapas subsequentes de normalização e análise.

A normalização Min-Max consiste em uma transformação linear que reescala cada variável contínua para um intervalo fechado de 0 a 1, mapeando o menor valor observado para 0 e o maior para 1. Essa padronização preserva a ordem relativa dos registros e a forma da distribuição original, evitando que diferenças de unidade e magnitude entre variáveis influenciem de maneira desproporcional os resultados das técnicas multivariadas. Trata-se de procedimento recomendado quando se deseja comparar variáveis heterogêneas e quando os métodos estatísticos são sensíveis à escala dos dados (Basan *et al.*, 2022).

Esse procedimento é fundamental em análises fatoriais, pois impede que variáveis expressas em unidades distintas, como PIB em reais e população em número de habitantes, exerçam influência desproporcional nos resultados devido à diferença de magnitude. O método atua de forma linear, preservando a variância e as relações de ordem entre os registros, de modo que a hierarquia entre os municípios se mantém inalterada após a transformação.

A equação geral do modelo pode ser expressa da seguinte forma:

$$X_{norm} = \frac{x - x_{min}}{x_{máx} - x_{min}} \quad [3.1]$$

Onde,  $X_{norm}$  representa o valor normalizado,  $x$  representa o conjunto de dados,  $x_{min}$  representa o menor valor do conjunto de dados e  $x_{máx}$  representa o maior valor do conjunto de dados.

O procedimento envolveu os seguintes passos: (i) carregamento do banco de dados original em formato .xlsx; (ii) seleção das variáveis a serem normalizadas, incluindo indicadores territoriais, demográficos, econômicos, educacionais e de segurança viária; (iii) aplicação do

escalonamento Min-Max; e (iv) exportação dos dados normalizados para um novo arquivo .csv, que foi utilizado nas análises subsequentes.

### **3.3.3 Análise fatorial exploratória**

A Análise Fatorial Exploratória (AFE) foi conduzida para examinar a estrutura latente dos dados, identificar padrões de correlação entre as variáveis e avaliar sua adequação às etapas subsequentes de análise multifatorial, conforme as diretrizes de Hair *et al.* (2010) e Damásio (2016). Os dados normalizados foram importados a partir de um arquivo no formato .csv, extraídos do *Power BI*, e as colunas foram padronizadas quanto à nomenclatura, utilizando letras minúsculas e sem acentuação, garantindo consistência entre diferentes etapas do processamento.

O conjunto foi segmentado em três amostras analíticas: municípios integrados ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT), municípios não integrados e amostra total. Essa separação permitiu comparar como a estrutura dos fatores se comporta sob diferentes contextos institucionais. Em cada grupo foram aplicados critérios sistemáticos de filtragem de variáveis, com o objetivo de assegurar a fatorabilidade e eliminar redundâncias ou inconsistências.

O primeiro critério consistiu na remoção de variáveis com proporção de valores ausentes superior a 80 por cento, considerando que níveis elevados de ausência comprometem a confiabilidade das correlações. Contudo, as variáveis “Arrecadação”, “Custo da Sinistralidade” e “PIB” foram mantidas independentemente desse percentual, por decisão substantiva, dada sua relevância teórica e empírica para o estudo. A variável “Arrecadação” representa a capacidade fiscal municipal, “PIB” expressa o nível de atividade econômica local e “Custo da Sinistralidade” reflete o impacto financeiro decorrente dos sinistros, todas diretamente associadas à capacidade institucional e aos efeitos econômicos dos eventos analisados.

Em seguida foram excluídas variáveis constantes, ou seja, aquelas que apresentavam apenas um valor em toda a amostra. Essas variáveis não contribuem para a variância comum e podem gerar problemas na decomposição da matriz de correlação. Ainda assim, “Arrecadação”, “Custo da Sinistralidade” e “PIB” também foram forçadas a permanecer, mesmo em cenários de baixa variabilidade, por constituírem dimensões analiticamente indispensáveis ao modelo.

Na sequência, aplicou-se um filtro de multicolinearidade com limiar de correlação absoluta de 0,90, eliminando colunas altamente redundantes. O valor de 0,90 foi definido com base em recomendações de Tabachnick e Fidell (2013) e Hair et al. (2010), que sugerem esse ponto de corte para evitar sobreposição de variáveis sem perda significativa de informação. Antes da execução do filtro, as variáveis “Arrecadação”, “Custo da Sinistralidade” e “PIB” foram temporariamente excluídas da matriz de correlação para impedir sua remoção automática, sendo reintroduzidas ao final do processo. Essa lógica de exceção foi implementada diretamente no código *Python* e reflete uma escolha metodológica intencional de preservar indicadores estruturais relevantes, mesmo quando apresentam correlação elevada com outras variáveis.

Após a filtragem, os valores ausentes restantes foram preenchidos pela média de cada variável, prática amplamente aceita em análises exploratórias de dados observacionais quando o objetivo é identificar padrões gerais de associação e não estimar relações causais. Em seguida foi calculada a matriz de correlação e gerados mapas de calor para inspeção visual das relações entre os indicadores, utilizando a biblioteca *seaborn*.

A fatorabilidade da matriz foi verificada com os testes *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e *Bartlett*, implementados pelas funções *calculate\_kmo* e *calculate\_bartlett\_sphericity* da biblioteca *factor\_analyzer*. O índice KMO mede a proporção de variância comum entre as variáveis, sendo aceitos valores acima de 0,6 como adequados. O teste de *Bartlett* avalia a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade, sendo necessário que o valor de *p* seja inferior a 0,05 para confirmar a possibilidade de extração de fatores latentes.

Em seguida foi gerado o gráfico de autovalores para auxiliar na definição do número ótimo de fatores. A AFE foi então aplicada utilizando o método dos mínimos resíduos (*minres*) com rotação *Varimax*, limitando-se a no máximo três fatores, conforme a inflexão observada no gráfico e o critério de autovalores maiores que 1. A escolha pela rotação ortogonal *Varimax* foi motivada pelo caráter descritivo do estudo e pela necessidade de obter fatores mais independentes entre si, facilitando a interpretação e a comparação entre grupos.

As cargas fatoriais foram organizadas em uma matriz de padrão exportada em formato *.xlsx*, indicando o peso de cada variável em cada fator. Paralelamente, foram salvos os arquivos contendo a matriz de correlação e as figuras geradas, assegurando a rastreabilidade de todo o processo. Esse conjunto de procedimentos permitiu explorar de forma sistemática e

transparente a estrutura interna dos dados, fornecendo a base empírica necessária para a aplicação da Análise Fatorial Confirmatória descrita na seção seguinte.

### **3.3.4 Análise fatorial confirmatória**

A Análise Fatorial Confirmatória (AFC) foi realizada com o propósito de validar a estrutura fatorial identificada na etapa exploratória e de verificar a consistência dos agrupamentos de variáveis nos diferentes contextos institucionais analisados. Essa etapa teve como objetivo principal avaliar se os padrões de correlação entre as variáveis observadas, revelados pela AFE, mantêm coerência estatística e estabilidade quando o modelo é reaplicado sobre as mesmas bases segmentadas por nível de integração ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT).

A AFC foi conduzida em ambiente *Python*, utilizando o pacote *factor\_analyzer* e o *Visual Studio Code* como interface de desenvolvimento. O conjunto de dados normalizados foi importado a partir do arquivo *.csv* consolidado na etapa anterior e segmentado em três grupos de análise: municípios integrados ao SNT, municípios não integrados e amostra total. A execução manteve a padronização de nomenclatura e o mesmo conjunto de indicadores analisados na AFE, garantindo a comparabilidade entre as duas etapas.

De forma semelhante à análise exploratória, aplicaram-se critérios de filtragem para assegurar a consistência estatística dos dados. Inicialmente foram excluídas variáveis com proporção de valores ausentes superior a 80 por cento e aquelas com variabilidade nula, ou seja, que apresentavam apenas um valor observado em toda a amostra. Contudo, para evitar a perda de informações substantivas, foram mantidas, independentemente dos filtros automáticos, as variáveis “Arrecadação” e “Custo da Sinistralidade”, reconhecidas como dimensões essenciais da capacidade fiscal e do impacto econômico dos sinistros. A diferença em relação à AFE reside no fato de que a variável “PIB” não foi forçada na AFC, permitindo verificar se a sua presença ou ausência altera a estabilidade da estrutura fatorial. Essa decisão metodológica visou testar a robustez do modelo sob condições ligeiramente distintas de composição e avaliar a sensibilidade da estrutura em relação à inclusão de variáveis fortemente correlacionadas.

Após a filtragem, eventuais valores ausentes foram substituídos pela média de cada variável, mantendo a completude dos dados e a comparabilidade entre as amostras. Em seguida, os testes de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e esfericidade de *Bartlett* foram novamente aplicados para cada grupo de municípios, verificando a adequação da matriz de correlação ao modelo fatorial. O

índice de KMO foi utilizado para avaliar a proporção de variância comum entre as variáveis, sendo considerados aceitáveis valores superiores a 0,6, enquanto o teste de *Bartlett* serviu para rejeitar a hipótese nula de ausência de correlação, condição necessária para a extração de fatores latentes.

Para garantir consistência metodológica, a análise confirmatória manteve os parâmetros empregados na AFE. O número de fatores extraídos foi limitado a três, seguindo o critério de autovalores superiores a 1 e a inflexão observada no gráfico de autovalores. A rotação ortogonal *Varimax* também foi mantida, com o objetivo de preservar a independência entre fatores e facilitar a comparação direta entre os resultados exploratórios e confirmatórios. A repetição controlada desses parâmetros permitiu testar a estabilidade da estrutura fatorial sob diferentes composições amostrais, evitando ajustes arbitrários e assegurando a reprodutibilidade da análise.

O processo resultou na geração de novas matrizes de cargas fatoriais, exportadas em formato *.xlsx*, indicando a força de associação de cada variável em relação aos fatores latentes identificados. Além disso, foram produzidos gráficos de autovalores específicos para cada grupo, possibilitando a verificação visual da coerência entre as soluções fatoriais obtidas. Os valores de KMO, *p-valor* do teste de *Bartlett* e número de fatores extraídos foram registrados em um quadro comparativo, permitindo a análise integrada dos resultados.

A escolha por utilizar a AFC após a AFE foi motivada pelo princípio de robustez metodológica e pela necessidade de validar empiricamente a estrutura descoberta na etapa anterior. Conforme defendido por Brown (2015) e Costello e Osborne (2005), a combinação entre AFE e AFC é recomendada em estudos que envolvem variáveis complexas e ausência de modelos conceituais consolidados, uma vez que a etapa exploratória identifica possíveis padrões de associação e a confirmatória testa sua estabilidade. No presente estudo, essa abordagem foi empregada não como um modelo de equações estruturais, mas como uma replicação empírica com restrições explícitas, que permite avaliar a consistência configuracional da estrutura fatorial identificada.

A manutenção dos mesmos parâmetros de extração e rotação entre as duas etapas assegura comparabilidade direta e reduz o risco de sobreajuste, favorecendo a avaliação de invariância configuracional mínima por meio da inspeção dos padrões de carga e da convergência dos indicadores de fatorabilidade. Assim, a AFC cumpriu a função de confirmar se as dimensões

empíricas observadas na AFE permanecem estáveis quando a análise é replicada em diferentes subconjuntos de municípios, contribuindo para consolidar a validade e a confiabilidade das inferências acerca das relações entre sinistros de trânsito e fatores socioeconômicos.

## **4 ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Este Capítulo apresenta a análise de resultados obtidas a partir da aplicação do método descrito no capítulo anterior, tendo como base os sinistros de trânsito disponíveis na base do Registro Nacional de Sinistros e Estatísticas de Trânsito (RENAEST), entre 2018 e 2024.

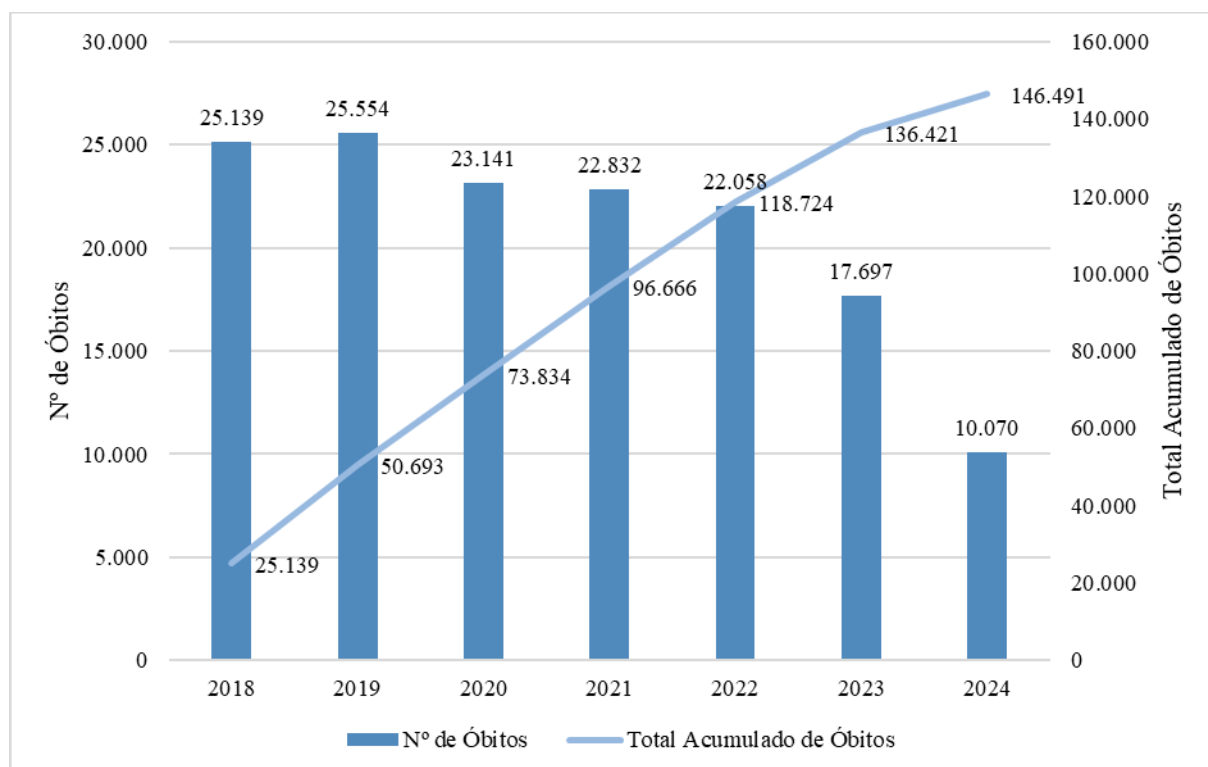
O RENAEST constitui o principal sistema oficial de coleta e consolidação de dados sobre sinistros no Brasil, sendo mantido pela Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN) e alimentado por informações encaminhadas pelos órgãos e entidades executivos de trânsito estaduais e municipais (SENATRAN, 2024). Apesar de sua relevância institucional, o sistema apresenta limitações que decorrem da descentralização da coleta de dados e da heterogeneidade dos procedimentos adotados pelos entes federativos. A ausência de padronização nacional plena e a inconsistência na frequência de envio das informações podem afetar a completude e a confiabilidade dos registros.

Essas restrições exigem cautela na interpretação dos resultados, especialmente quando comparados municípios com diferentes níveis de estrutura administrativa. A literatura e as análises técnicas da própria SENATRAN reconhecem a ocorrência de subnotificação e lacunas informacionais, sobretudo em localidades que ainda não realizaram a municipalização do trânsito. Assim, as análises apresentadas neste capítulo priorizam a identificação de padrões e relações relativas de comportamento da sinistralidade, mais do que a comparação de valores absolutos, de modo a oferecer um panorama analítico sobre a influência da municipalização na qualidade dos dados e na segurança viária.

### **4.1 DELINEAMENTO DO CENÁRIO DE ANÁLISE**

O Brasil enfrenta um cenário alarmante quando se trata de sinistros de trânsito, com elevados índices de sinistros que impactam diretamente a segurança pública e a qualidade de vida da população (ONSV 2024). De acordo com os dados da Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN), até agosto de 2024 foram registrados um valor acumulado de 146.941 óbitos em decorrência de sinistros de trânsito nos municípios, conforme disposto no Gráfico 4.1.

**Gráfico 4.1.** Evolução do número de óbitos nos sinistros de trânsito



Fonte: Senatran, 2025.

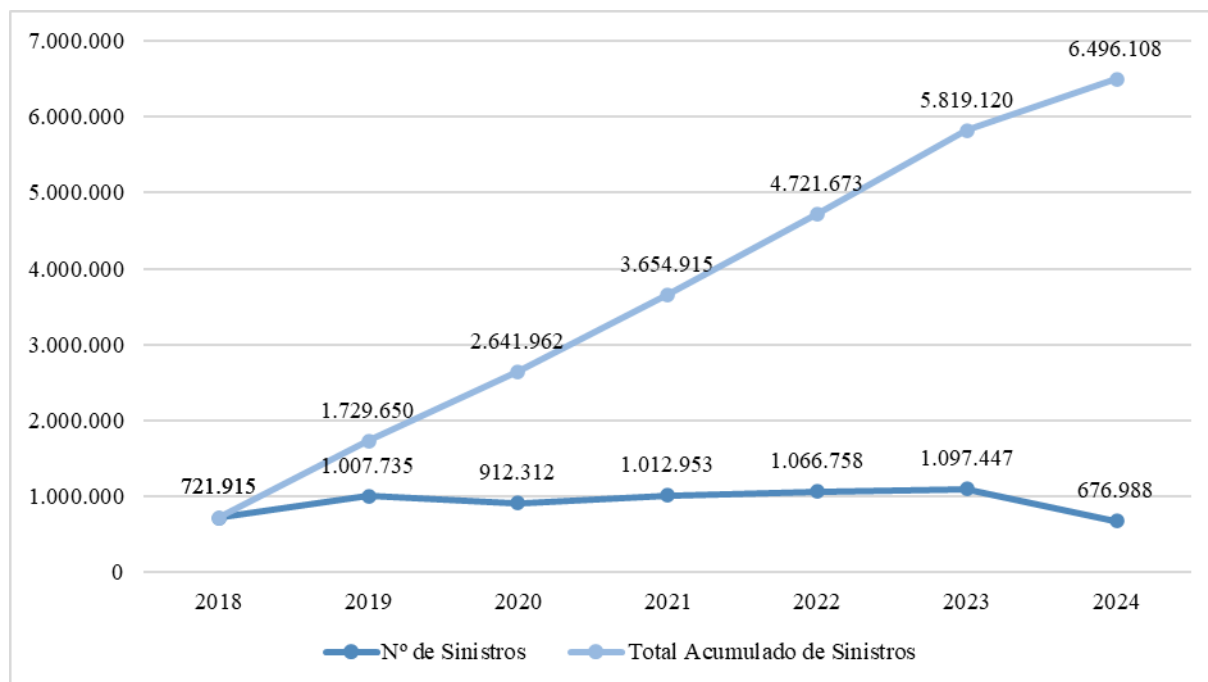
Com o objetivo de proporcionar um panorama abrangente sobre a evolução dos registros de sinistros nos municípios brasileiros, foram extraídos dados do Registro Nacional de Sinistros e Estatísticas de Trânsito (RENAEST), disponível na plataforma de dados abertos do Ministério dos Transportes. Esses dados foram, então, organizados e estruturados em um Painel de *Business Intelligence (BI)*, uma plataforma escolhida devido ao grande volume de informações, o qual não seria adequadamente processado por outras ferramentas, como o Excel.

Vale destacar que, embora o Ministério dos Transportes disponibilize um painel público com informações sobre sinistros, esse painel fornece apenas um panorama geral da quantidade de sinistros, sem permitir consultas específicas, como a identificação dos municípios com maior e menor número de ocorrências, entre outras análises de interesse deste estudo. Assim, a organização e a estruturação dos dados em um Painel de Business Intelligence (BI) foram essenciais para atender aos objetivos propostos, possibilitando uma análise mais detalhada e focada no contexto municipal.

Dessa forma, após a estruturação dos dados, foi identificado que, até agosto de 2024, o Brasil acumulou um total de 6.496.108 sinistros de trânsito registrados. É importante destacar que esse

número abrange apenas os sinistros reportados por órgãos de trânsito municipais e estaduais, excluindo aqueles ocorridos em rodovias federais, cuja responsabilidade de registro recai sobre a Polícia Rodoviária Federal e as concessionárias reguladas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). O Gráfico 4.2 apresenta a evolução do número de sinistros.

**Gráfico 4.2.** Evolução do número de sinistros de trânsito



Fonte: Senatran, 2025.

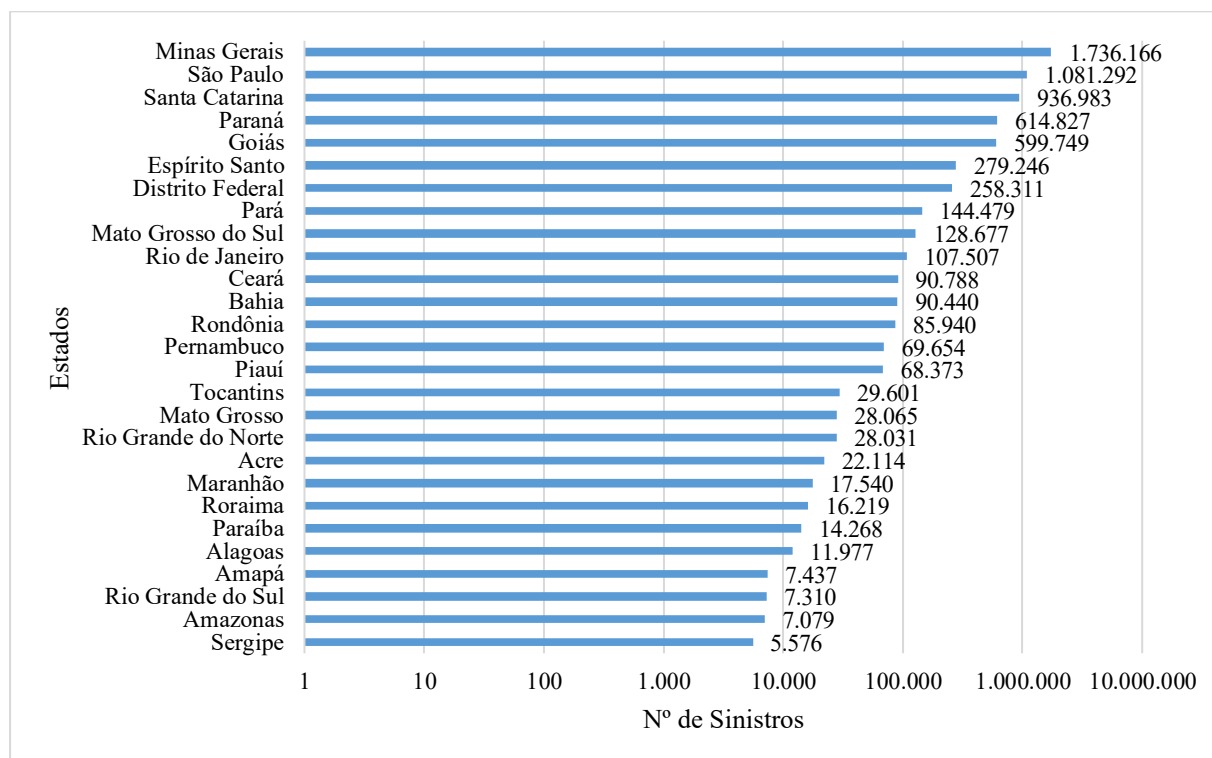
Ainda conforme apresentado no Gráfico 4.2, observa-se que, desde a criação do Registro Nacional de Sinistros e Estatísticas de Trânsito (Renaest) em 2018, houve um crescimento acumulado de 68,50% no número de sinistros. Esse aumento ocorre mesmo com a implementação de ações voltadas para a redução de sinistros de trânsito, coordenadas pelo Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS). Além disso, os dados indicam que, entre 2022 e 2023, houve um crescimento de 2,88% no número absoluto de sinistros de trânsito, o que sugere a necessidade de uma revisão mais aprofundada das estratégias adotadas para a redução desses eventos.

#### 4.1.1 Análise de sinistros por localidade

Considerando o panorama do número acumulado de sinistros de trânsito por unidade federativa, observa-se que Minas Gerais concentra a maior quantidade de ocorrências, registrando 1.736.166 sinistros acumulados até agosto de 2024. Em seguida, destacam-se São Paulo, com

1.081.292 registros, e Santa Catarina, com 936.983 sinistros, posicionando-se como os estados com os maiores volumes de sinistros no período analisado. O Gráfico 4.2 apresenta o número de ocorrência acumulada de sinistros por Estado.

**Gráfico 4.3.** Número acumulado de sinistros por Estado entre 2010 e 2024



Fonte: Senatran, 2025.

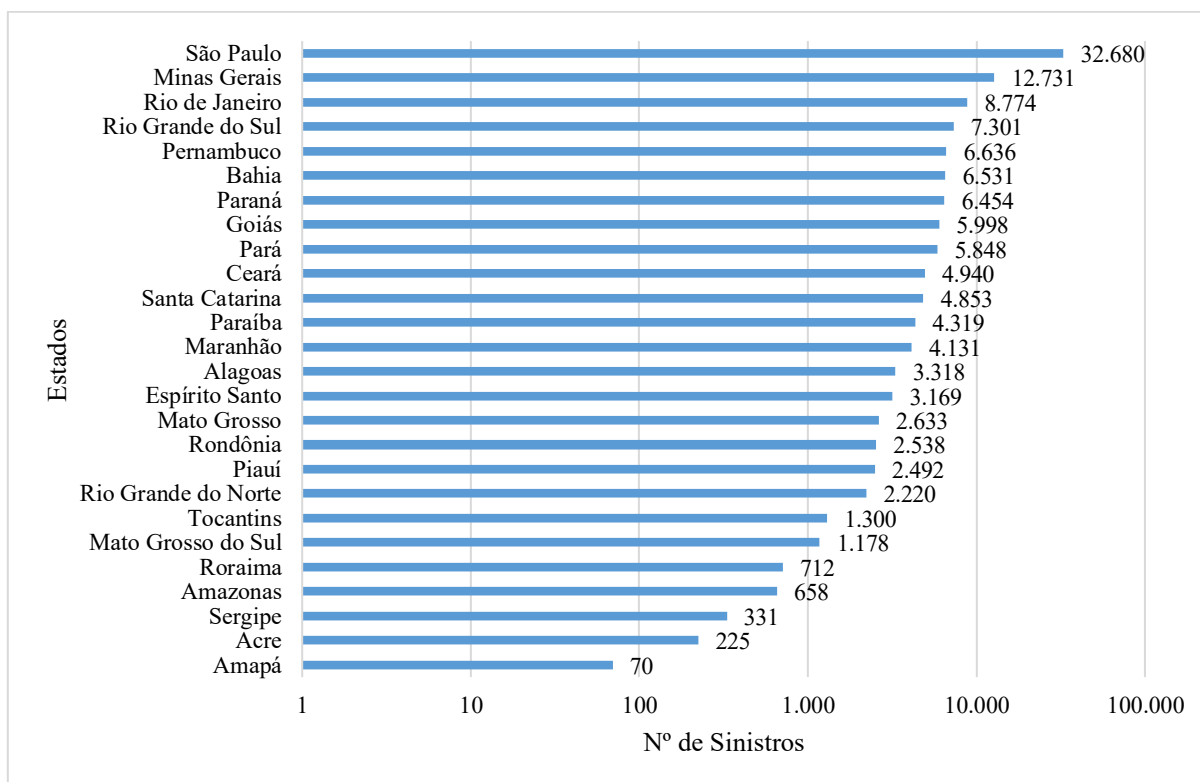
Ao analisar o número acumulado de óbitos por unidade federativa, observa-se que, até agosto de 2024, o estado de São Paulo registrou a maior quantidade de óbitos decorrentes de sinistros de trânsito, totalizando 32.680 ocorrências. Em seguida, destacam-se Minas Gerais, com 12.731 óbitos, o Rio de Janeiro, com 8.774 óbitos, e o Rio Grande do Sul, com 7.301 óbitos no período analisado.

Por outro lado, o estado do Amapá apresenta o menor número de registros de óbitos relacionados a sinistros de trânsito entre as unidades federativas, com um total acumulado de apenas 70 ocorrências no intervalo de 2018 a agosto de 2024. O Gráfico 4.4 apresenta o número acumulado de óbitos por Estado.

Em uma análise focada nos municípios, observa-se, conforme ilustrado no Gráfico 4.5, que Belo Horizonte/MG registrou o maior número acumulado de sinistros de trânsito entre todos os municípios brasileiros, totalizando 482.959 ocorrências. Na sequência, destacam-se

Brasília/DF, com 258.311 sinistros, São Paulo/SP, com 247.778 sinistros, Goiânia/GO, com 209.954 sinistros, e Curitiba/PR, com 175.547 sinistros de trânsito no período analisado. Ressalta-se que os 20 primeiros municípios que aparecem no ranking com o maior número de registros de sinistros de trânsito estão integrados ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) e realizaram o processo de municipalização do trânsito local.

**Gráfico 4.4.** Número Acumulado de Óbitos por Estado entre os anos de 2010 e 2024



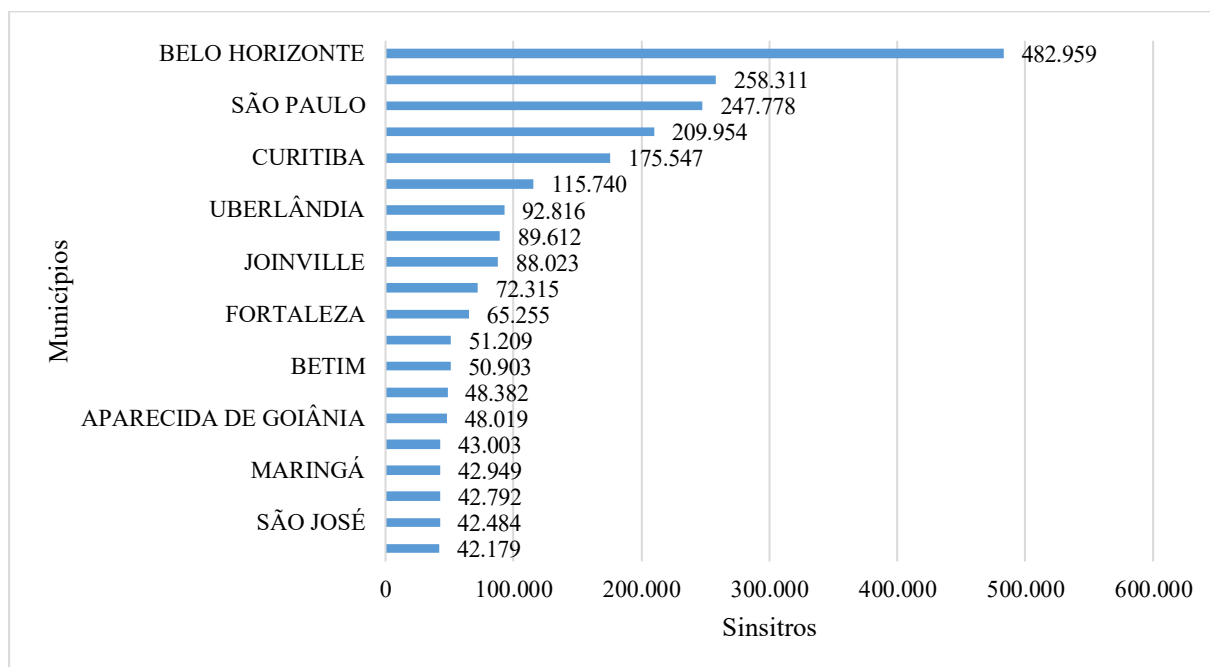
Fonte: Senatran, 2025.

O município de Belo Horizonte/MG, que lidera em número de ocorrências de sinistros de trânsito, possui, em sua estrutura administrativa, a Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S/A (BHTRANS), uma sociedade de economia mista. Criada pela Lei Municipal nº 5.953, de 31 de julho de 1991, a BHTRANS é responsável pelo planejamento, organização, coordenação, execução e controle das atividades relacionadas ao trânsito no município. Entre suas atribuições, destaca-se o registro das ocorrências de sinistros de trânsito, fornecendo dados essenciais para a análise e formulação de políticas públicas voltadas à segurança viária.

De acordo com a Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN), Belo Horizonte/MG integra o Sistema Nacional de Trânsito (SNT) desde 22 de janeiro de 1998. A existência de uma estrutura administrativa consolidada, aliada ao papel estratégico da BHTRANS na coleta e no

controle das ocorrências, torna o município uma referência na gestão de dados de sinistros de trânsito. O detalhamento dos registros possibilita uma análise mais precisa das dinâmicas dos sinistros, permitindo a formulação de políticas públicas mais eficazes para a segurança viária.

**Gráfico 4.5.** Quantidade de sinistros por municípios



Fonte: Senatran, 2025.

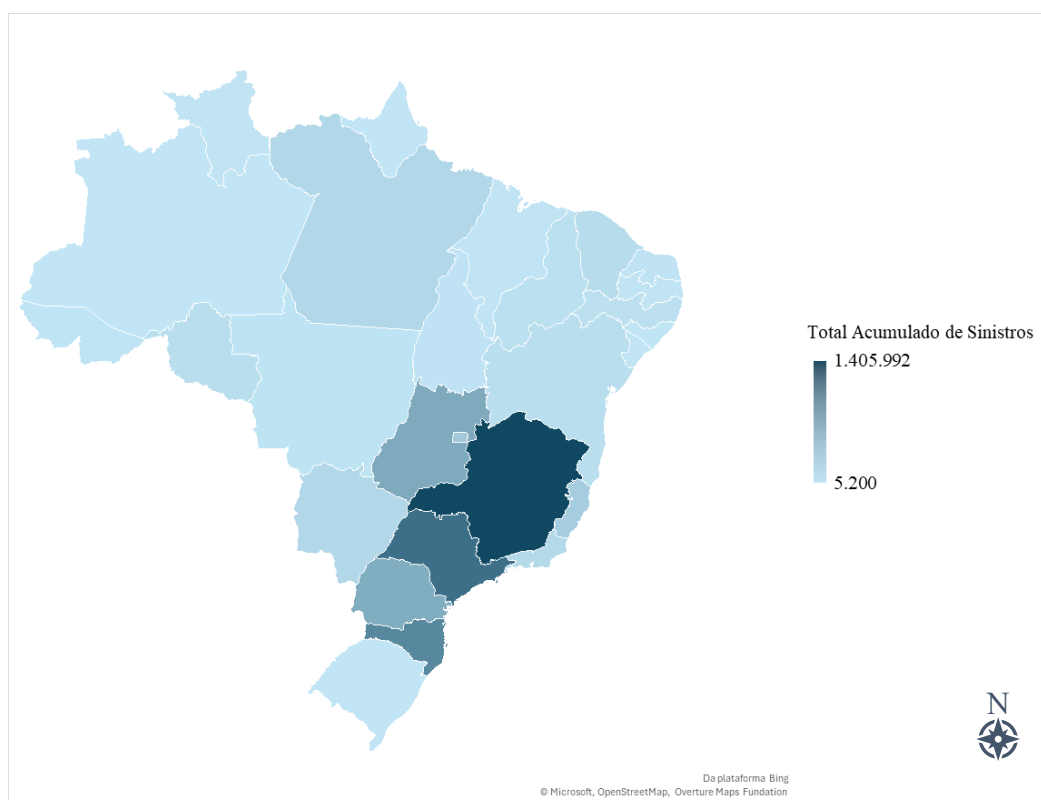
Por outro lado, municípios que não dispõem de um sistema robusto de coleta de dados ou que ainda não realizaram a municipalização do trânsito tendem a apresentar números subnotificados ou imprecisos, dificultando comparações e a implementação de ações corretivas eficazes. Embora Belo Horizonte/MG registre o maior número de sinistros de trânsito, esse dado pode refletir não apenas a realidade da acidentalidade no município, mas também a eficiência do seu sistema de monitoramento e registro, evidenciando a importância de uma estrutura administrativa bem desenvolvida para a gestão da segurança viária.

#### 4.1.2 Sinistros *versus* municipalização do trânsito

Conforme apresentado no Capítulo 2.3, atualmente o apenas 34,74% dos municípios brasileiros concluíram o processo de municipalização do trânsito e estão integrados ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT).

Ao analisar os dados de ocorrência de sinistros por unidade da federação, comparando municípios que aderiram e que ainda não aderiram à municipalização do trânsito, observa-se

que os estados com o maior número de registros entre os municípios já integrados ao SNT são Minas Gerais (1.405.992 ocorrências), São Paulo (1.047.114), Santa Catarina (835.179), Goiás (527.869) e Paraná (508.144). Nessas unidades federativas, as grandes capitais se destacam pelos volumes mais elevados de registros de sinistros, evidenciando a importância da estrutura administrativa e da capacidade de monitoramento dessas cidades na consolidação de estatísticas de trânsito. A Figura 4.1 apresenta a ocorrência de sinistros por Estado integrado ao Sistema Nacional de Trânsito.



**Figura 4.1** Sinistros por Estados integrados ao SNT

Fonte: Senatran, 2025.

Ao analisar os municípios que ainda não estão integrados ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT), observa-se que o estado de Minas Gerais continua concentrando a maior quantidade de registros de sinistros. No entanto, quando a análise é realizada em nível municipal, o município de Colombo, no estado do Paraná, apresenta o maior número de ocorrências (9.028). Em seguida, destacam-se os municípios mineiros de Paracatu (7.368), Curvelo (7.276), Unai (6.805) e Brumadinho (5.081), evidenciando a predominância de registros no estado de Minas Gerais. A Tabela 4.1 apresenta a lista de municípios não integrados ao SNT com a maior ocorrência de sinistros.

**Tabela 4.1** Municípios não integrados ao SNT com a maior ocorrência de sinistros

| UF | Município               | Total Acumulado de Sinistros |
|----|-------------------------|------------------------------|
| PR | Colombo                 | 9.028                        |
| MG | Paracatu                | 7.368                        |
| MG | Curvelo                 | 7.276                        |
| MG | Unaí                    | 6.805                        |
| MG | Brumadinho              | 5.081                        |
| GO | Goianira                | 4.221                        |
| MG | Extrema                 | 4.061                        |
| MG | Iturama                 | 3.694                        |
| ES | Marataízes              | 3.536                        |
| SC | Balneário Piçarras      | 3.503                        |
| SC | Jaguaruna               | 3.380                        |
| PR | Almirante Tamandaré     | 3.337                        |
| MG | Pirapora                | 3.323                        |
| PR | Marechal Cândido Rondon | 3.265                        |
| MG | Caeté                   | 3.237                        |
| ES | Itapemirim              | 3.053                        |
| ES | Nova Venécia            | 3.042                        |
| MG | São Gotardo             | 2.982                        |
| GO | Pires do Rio            | 2.931                        |
| ES | Castelo                 | 2.831                        |

Fonte: Senatran, 2025.

Observa-se que o número de sinistros registrados nos municípios que não realizaram a integração ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) é expressivamente inferior ao dos municípios integrados. De acordo com os dados do RENAEST, essas localidades contabilizaram apenas 83.165 sinistros de trânsito no período de 2018 a 2024. No entanto, esse dado não necessariamente indica uma menor taxa de sinistros, mas pode refletir a ausência de estrutura adequada para a coleta e registro das ocorrências. É relevante destacar que a maioria dos municípios não integrados ao SNT são de pequeno porte, com uma média populacional de aproximadamente 11.500 habitantes. Além disso, conforme os dados do Censo IBGE 2022, esses municípios representam apenas 27% da população brasileira.

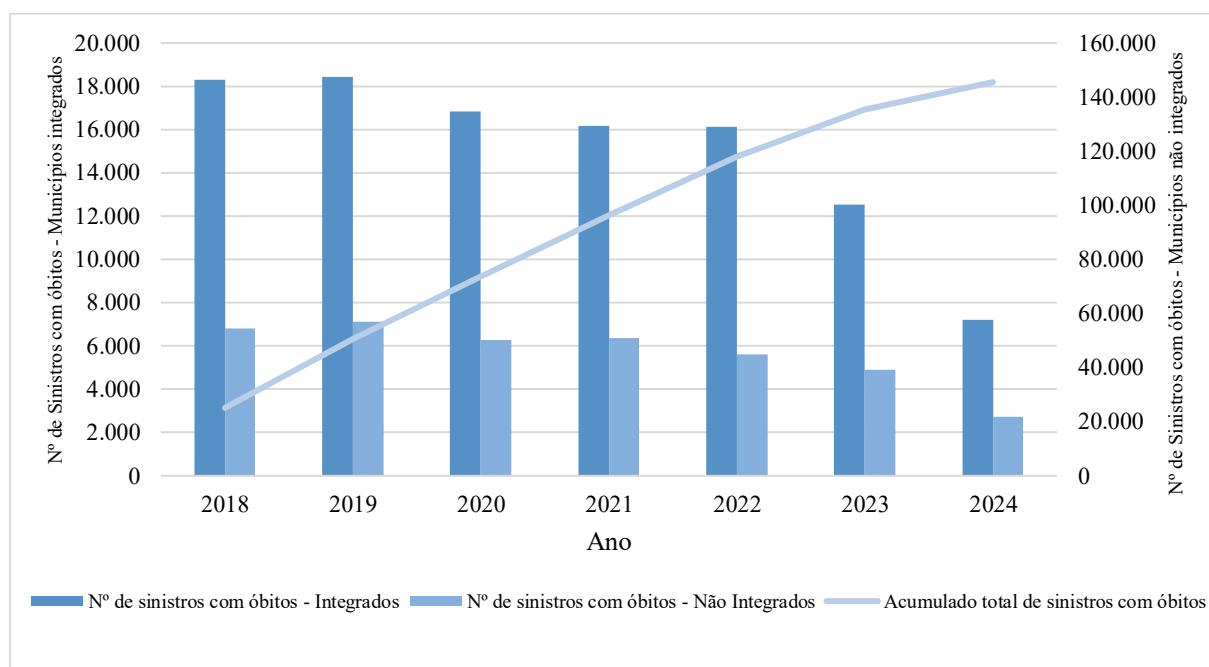
#### 4.1.3 Análise dos sinistros de trânsito com óbitos

Ao analisar os dados de óbitos decorrentes de sinistros de trânsito, segregados entre municípios integrados e não integrados ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT), observou-se que,

considerando os fatores mencionados no tópico anterior, os municípios que não assumiram a gestão do trânsito apresentaram um menor número de ocorrências de sinistros com vítimas fatais. Além disso, observou-se que o ano de 2019 registrou o maior número de mortes em decorrência de sinistros de trânsito, tanto em municípios integrados quanto não integrados ao SNT.

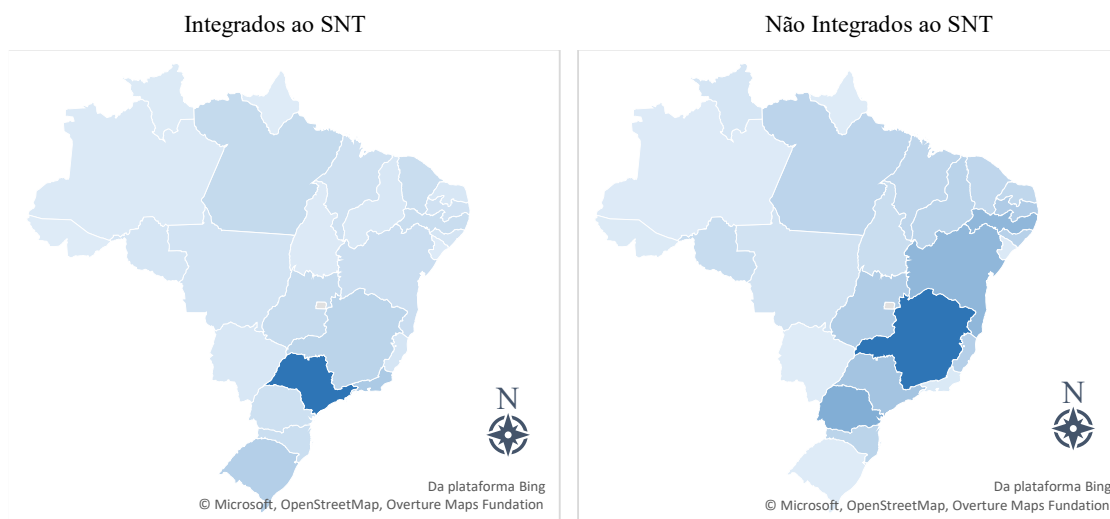
No que se refere aos dados acumulados, até agosto de 2024, foram registrados 145.520 sinistros com vítimas fatais nos municípios brasileiros. Cabe destacar que esses números não incluem os dados coletados e geridos pela Polícia Rodoviária Federal (PRF). O Gráfico 4.6 apresenta a evolução do número de sinistros com óbitos no Brasil.

**Gráfico 4.6.** Evolução do registro de sinistros com óbitos



Fonte: Senatran, 2025.

Na análise dos óbitos registrados nos municípios, segregados entre integrados e não integrados ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT), observou-se que o Estado de São Paulo apresentou o maior número de vítimas fatais em municípios integrados. Por outro lado, entre os municípios não integrados, Minas Gerais foi o estado com o maior número de registros de óbitos decorrentes de sinistros de trânsito. A Figura 4.2 apresenta o comparativo da ocorrência de óbitos em Estados integrados e não integrados ao Sistema Nacional de Trânsito.



**Figura 4.2** Ocorrência de óbitos em Estados integrados e não integrados ao SNT  
 Fonte: Senatran, 2025.

## 4.2 ANÁLISE DOS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS NA OCORRÊNCIA DE SINISTROS

Para avaliar o perfil dos municípios e sua relação com a ocorrência de sinistros de trânsito, considerando a realização do processo de municipalização do trânsito, foram analisados diversos indicadores socioeconômicos. Entre eles, destacam-se o Produto Interno Bruto (PIB), a população, a extensão de rodovias federais que atravessam o território municipal, a área total do município, a arrecadação, a taxa de alfabetização, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), a taxa de empregabilidade, o custo dos sinistros e a taxa de óbitos em relação ao total de sinistros registrados.

A análise do perfil socioeconômico dos municípios é fundamental para compreender a relação entre fatores estruturais e a segurança viária. Municípios com maior arrecadação e maior IDHM, por exemplo, podem ter maior capacidade de investir em infraestrutura viária, fiscalização e educação para o trânsito, reduzindo, assim, a incidência de sinistros fatais. Por outro lado, localidades com baixa arrecadação e menor taxa de alfabetização podem enfrentar dificuldades na implementação de políticas públicas eficazes para a segurança no trânsito, refletindo em índices mais elevados de sinistros.

Além disso, a presença de rodovias federais nos municípios pode influenciar significativamente a taxa de sinistros, especialmente nos municípios não integrados ao Sistema Nacional de

Trânsito, onde a fiscalização e a gestão do trânsito podem ser menos efetivas. Dessa forma, a análise conjunta desses fatores permite uma compreensão mais aprofundada do impacto da municipalização do trânsito na segurança viária e contribui para o desenvolvimento de estratégias mais eficientes para a redução dos sinistros e de suas consequências. A Tabela 4.2 apresenta a média dos indicadores socioeconômicos utilizados na análise.

**Tabela 4.2** Média dos Indicadores Socioeconômicos

| Indicadores                             | Integrado ao SNT      |                      | Média Geral          |
|---|-----------------------|----------------------|----------------------|
|   | Sim                   | Não                  |                      |
| PIB                                     | R\$ 1.813.432.620,93  | R\$ 103.867.257,81   | R\$ 697.764.740,33   |
| População                               | 83299,07855           | 11526,00798          | 36459,74075          |
| Extensão de rodovias federais           | 28,19433484           | 15,56244369          | 19,95072185          |
| Tamanho do município (km <sup>2</sup> ) | 1816,382258           | 1370,737964          | 1525,553352          |
| Arrecadação                             | R\$ 17.744.661.809,65 | R\$ 2.323.041.217,87 | R\$ 7.680.462.374,98 |
| Taxa de alfabetização +15 anos          | 92,40%                | 85,96%               | 88,20%               |
| IDHM                                    | 0,698502326           | 0,636295186          | 0,657905745          |
| Taxa de empregabilidade                 | 51,63%                | 51,57%               | 51,59%               |
| Custo do Sinistro                       | R\$ 783.542.028       | R\$ 60.639.590       | R\$ 309.920.843      |
| % de Óbitos/Sinistros                   | 31,92%                | 17,44%               | 22,47%               |

### 4.3 APLICAÇÃO DA ANÁLISE MULTIFATORIAL

A etapa de aplicação da análise multifatorial teve como propósito examinar, de maneira exploratória, as estruturas estatísticas presentes nos indicadores utilizados para caracterizar os municípios brasileiros. Buscou-se identificar possíveis padrões latentes associados aos registros de sinistros de trânsito e às variáveis que caracterizam os municípios, de modo a compreender tendências gerais na organização estatística dos dados disponíveis. Para isso, adotou-se um procedimento em duas fases: a Análise Fatorial Exploratória (AFE), destinada a identificar agrupamentos iniciais de variáveis a partir de suas correlações, e a Análise Fatorial Confirmatória (AFC), empregada para avaliar o ajuste da estrutura exploratória aos dados analisados. Considerando o caráter descritivo e a heterogeneidade da base, as análises devem ser interpretadas como aproximações exploratórias, permitindo apenas inferências gerais sobre o comportamento estatístico dos grupos de municípios incluídos no estudo.

### 4.3.1 Resultados da análise fatorial exploratória

Com o objetivo de compreender as relações iniciais entre a quantidade de sinistros de trânsito e os indicadores utilizados para a caracterização dos municípios brasileiros, realizou-se uma análise de correlação de *Pearson*. Essa técnica estatística permite verificar a força e a direção das associações lineares entre variáveis contínuas, sendo amplamente utilizada como etapa preliminar à aplicação da Análise Fatorial (McDonnell *et al.*, 2020; Hair *et al.*, 2010).

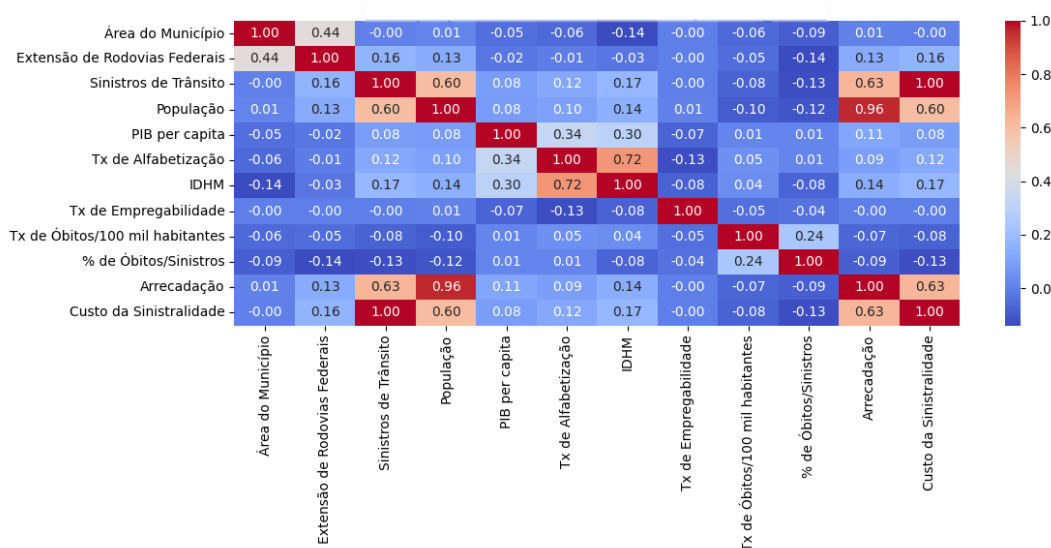
A correlação de *Pearson* foi escolhida em razão de sua adequação ao perfil das variáveis analisadas, que são contínuas e apresentaram distribuição aproximadamente normal após o processo de normalização Min-Max. Essa abordagem permite detectar relações lineares de forma direta e quantitativa, sendo particularmente apropriada em bases extensas, como a utilizada neste estudo, composta por mais de cinco mil municípios. Alternativas não paramétricas, como as correlações de *Spearman* e *Kendall*, foram descartadas por se destinarem a variáveis ordinais ou amostras pequenas, o que não corresponde ao delineamento desta pesquisa. Além disso, a correlação de *Pearson* assegura maior compatibilidade com os pressupostos da Análise Fatorial Exploratória, que pressupõe linearidade e normalidade aproximada entre as variáveis.

Os resultados dessa etapa permitiram inferir padrões relacionais iniciais entre os grupos de municípios integrados, não integrados e o conjunto total da amostra, fornecendo subsídios exploratórios para a interpretação da estrutura latente dos dados. As matrizes de correlação foram elaboradas a partir dos dados normalizados e segmentados por grupo, considerando apenas variáveis numéricas com variação suficiente para análise estatística. Variáveis com valores constantes foram removidas para evitar redundâncias e problemas de fatorabilidade, já que não contribuem com variância comum. Esse procedimento foi implementado de forma automatizada em *Python*.

A adequação dos dados à aplicação da AFE foi verificada por meio dos testes de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e esfericidade de *Bartlett*. Os valores de KMO oscilaram entre 0,625 e 0,678 nos três grupos, o que representa uma adequação mediana, porém satisfatória, segundo os critérios estabelecidos por Kaiser (1974) e Shrestha (2021). O teste de Bartlett apresentou *p-valor* inferior a 0,05 em todos os casos, confirmando a existência de correlações estatisticamente significativas entre as variáveis (Barbosa *et al.*, 2023).

A Análise Fatorial Exploratória foi então aplicada com rotação *Varimax*, limitando-se a três fatores para facilitar a interpretação e garantir robustez na extração. O número de fatores foi definido com base na análise dos autovalores e na inflexão observada no *Scree Plot*, que indicou redução acentuada da variância explicada após o terceiro fator.

Para os municípios integrados, observa-se que a variável "sinistros de trânsito" possui correlação positiva moderada com a população ( $r = 0,60$ ) e com a arrecadação municipal ( $r = 0,63$ ). Esses resultados permitiram inferir que, em contextos com maior densidade populacional e capacidade arrecadatória, tende-se a registrar um número absoluto mais elevado de sinistros. A correlação perfeitamente positiva entre sinistros e custo da sinistralidade ( $r = 1,00$ ) reflete a dependência direta entre essas variáveis. Indicadores como PIB per capita ( $r = 0,08$ ), taxa de alfabetização ( $r = 0,12$ ) e IDHM ( $r = 0,17$ ) apresentaram correlações positivas fracas, sugerindo que o aumento nesses índices tem pouca influência direta sobre a variação no número de sinistros em municípios integrados. A Figura 4.3 apresenta a matriz de correlação para os municípios integrados ao SNT.



**Figura 4.3.** Matriz de correlação para municípios integrados ao SNT

No grupo de municípios não integrados, o número de sinistros apresenta correlação positiva moderada com a arrecadação municipal ( $r = 0,62$ ), o PIB ( $r = 0,60$ ) e a população ( $r = 0,55$ ). Esses resultados sugerem que a atividade econômica e o porte demográfico são determinantes importantes da sinistralidade em contextos sem gestão de trânsito estruturada. A taxa de alfabetização ( $r = 0,35$ ) e o IDHM ( $r = 0,33$ ) também apresentaram correlações moderadas, o que pode indicar maior exposição ao risco viário em áreas mais urbanizadas e desenvolvidas.

A variável "% de óbitos/sinistro" exibiu correlação negativa moderada ( $r = -0,26$ ), possivelmente associada à subnotificação, à ausência de controle sobre a gravidade dos sinistros ou à insuficiência de infraestrutura de atendimento à emergência. A Figura 4.4 exibe a matriz de correlação para os municípios não integrados ao SNT.

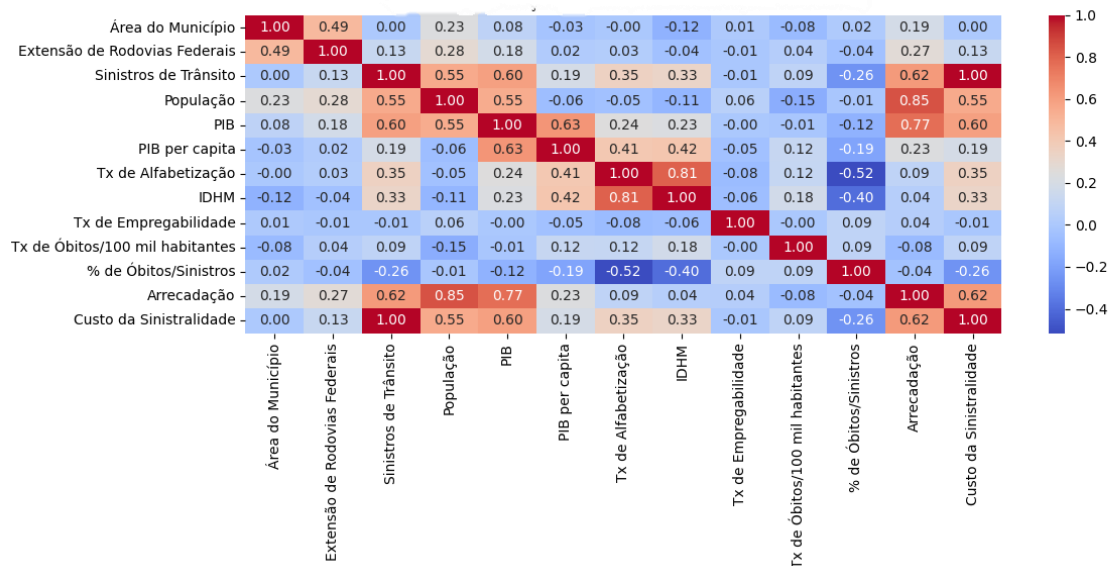


Figura 4.4. Matriz de correlação para municípios não integrados ao SNT

Analisando todos os municípios, sem a segregação de integração ou não, os padrões gerais foram semelhantes aos observados nos dois grupos anteriores. O número de sinistros apresentou correlação forte com a população ( $r = 0,61$ ), o PIB ( $r = 0,61$ ) e a arrecadação ( $r = 0,63$ ), sugerindo que fatores estruturais podem influenciar a quantidade de sinistros registrados. As variáveis sociais, como PIB per capita ( $r = 0,10$ ), taxa de alfabetização ( $r = 0,12$ ) e IDHM ( $r = 0,16$ ), mantiveram correlações fracas. A variável "% de óbitos/sinistro" mostrou correlação negativa fraca ( $r = -0,08$ ), o que pode indicar que municípios com maior número de sinistros tendem a apresentar proporção menor de óbitos, hipótese que exige estudos mais aprofundados. A matriz de correlação do conjunto total de município está apresentada na Figura 4.5.

As matrizes apresentadas nas Figuras Figura 4.3, Figura 4.4 e Figura 4.5 utilizam cores que variam do azul (correlação negativa) ao vermelho (correlação positiva), sendo a intensidade proporcional à magnitude do coeficiente de correlação de Pearson. Valores próximos de 1 indicam forte correlação positiva, próximos de  $-1$  indicam forte correlação negativa, e próximos de 0 indicam ausência de correlação.

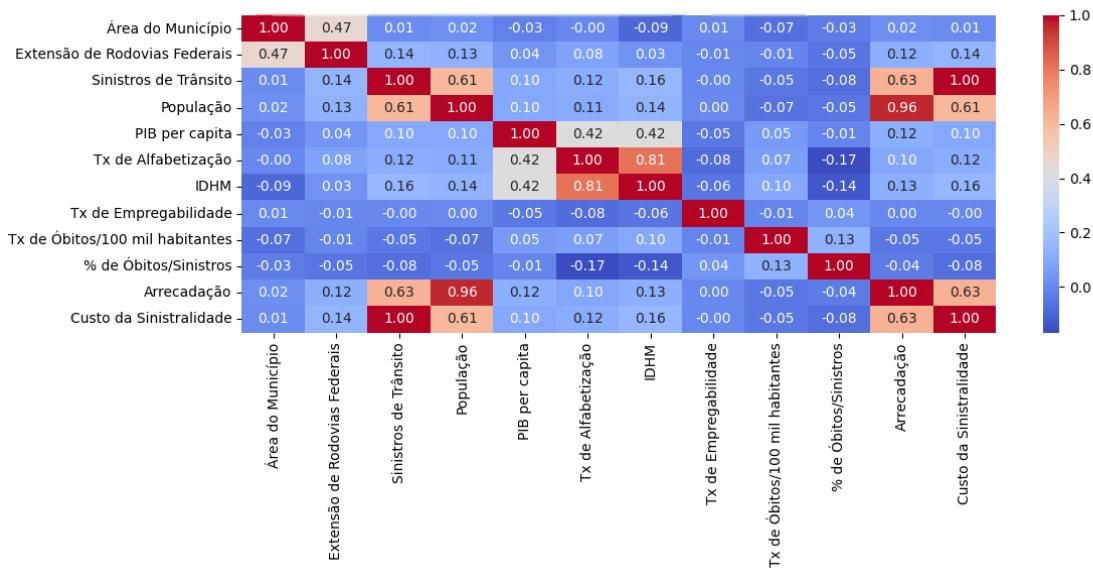


Figura 4.5. Matriz de correlação de todos os municípios

A Tabela 4.3 apresenta a comparação dos resultados das cargas fatoriais obtidos par aos três grupos, acompanhados de uma interpretação qualitativa resumida dos resultados.

Em síntese, os resultados permitem inferir que a sinistralidade viária, no Brasil, está associada a fatores econômicos e demográficos, enquanto variáveis sociais apresentam associação mais tênue. A comparação entre os grupos demonstra que, nos municípios integrados ao SNT, as correlações tendem a ser mais moderadas, o que pode sugerir que a organização institucional oferece condições para registros menos influenciados por variações estruturais extremas. Dessa forma, os resultados permitem inferir que a integração ao Sistema Nacional de Trânsito pode estar associada a diferenças no comportamento estatístico das variáveis relacionadas aos sinistros, embora investigações adicionais sejam necessárias para aprofundar essas interpretações.

**Tabela 4.3** Análise fatorial exploratória

| Indicador                           | Sinistros           |                |            | Resultado   |
|-------------------------------------|---------------------|----------------|------------|---|
|                                     | Todos os Municípios | Não Integrados | Integrados |   |
| Área territorial (km <sup>2</sup> ) | 0,01                | 0,00           | 0,00       | Correlação irrelevante.   |
| Extensão de rodovias federais (km)  | 0,14                | 0,13           | 0,16       | Correlação fraca.   |
| População                           | 0,61                | 0,55           | 0,60       | Correlação forte positiva; municípios mais populosos tendem a registrar mais sinistros. |
| PIB                                 | 0,61                | 0,60           | 0,57       | Correlação forte; maior atividade econômica tende a elevar a circulação viária.         |
| PIB <i>per capita</i>               | 0,10                | 0,19           | 0,08       | Correlação fraca; renda média não está diretamente relacionada aos sinistros.           |
| Taxa de alfabetização (+15 anos)    | 0,12                | 0,35           | 0,12       | Correlação fraca; renda per capita tem pouco impacto isolado sobre os sinistros.        |
| IDHM                                | 0,16                | 0,33           | 0,17       | Correlação moderada em não integrados; pode refletir maior urbanização e mobilidade.    |
| Taxa de empregabilidade             | 0,00                | 0,00           | 0,00       | Correlação irrelevante em todos os grupos.  |
| Taxa de óbitos/100 mil habitantes   | -0,05               | -0,08          | 0,09       | Correlação fraca; tendência oposta entre os grupos, mas sem força explicativa.          |
| % de óbitos/sinistros               | -0,08               | -0,26          | -0,13      | Correlação negativa; quanto mais sinistros, menor proporção de óbitos.                  |
| Arrecadação                         | 0,63                | 0,62           | 0,63       | Correlação forte positiva; maior arrecadação está associada a mais ocorrências.         |
| Custo da sinistralidade             | 1,00                | 1,00           | 1,00       | Correlação perfeita; valor é diretamente derivado da quantidade de sinistros.           |

#### 4.3.2 Resultados da análise fatorial confirmatória

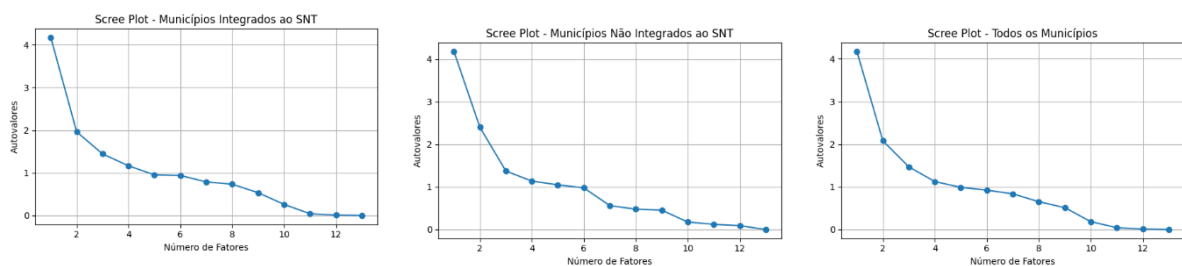
A Análise Fatorial Confirmatória (AFC) foi aplicada com o objetivo de validar empiricamente a estrutura de fatores identificada na etapa exploratória. Para isso, consideraram-se novamente os três grupos de análise: municípios integrados ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT), municípios não integrados e o conjunto total dos municípios brasileiros. O modelo utilizado seguiu a estrutura trifatorial, com três fatores previamente definidos com base nos autovalores superiores a 1 e na inflexão observada no Scree Plot.

Para validar empiricamente a estrutura fatorial adotada, foi realizada a análise dos autovalores gerados na etapa exploratória da Análise Fatorial. A técnica de inspeção visual por meio do Scree Plot permite identificar o ponto de inflexão da curva, conhecido como “cotovelo”, a partir do qual os fatores adicionais deixam de representar variância significativa nos dados. Esse método é amplamente recomendado na literatura estatística como critério complementar à regra

do autovalor maior que 1 para a definição do número de fatores a serem retidos (Hair *et al.*, 2010; Costello e Osborne, 2005).

A análise foi aplicada aos três agrupamentos considerados na pesquisa: municípios integrados ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT), municípios não integrados e o conjunto total de municípios brasileiros. Em todos os casos, observou-se um padrão consistente de queda acentuada nos três primeiros fatores, seguido por uma estabilização da curva. Esse comportamento permite inferir que os três primeiros fatores concentram a maior parte da variância explicada, sustentando a adoção de uma estrutura trifatorial, ainda que tais resultados devam ser interpretados com cautela. A inflexão observada após o terceiro fator indica que os demais componentes extraídos acrescentariam pouca explicação adicional, o que justifica sua não retenção.

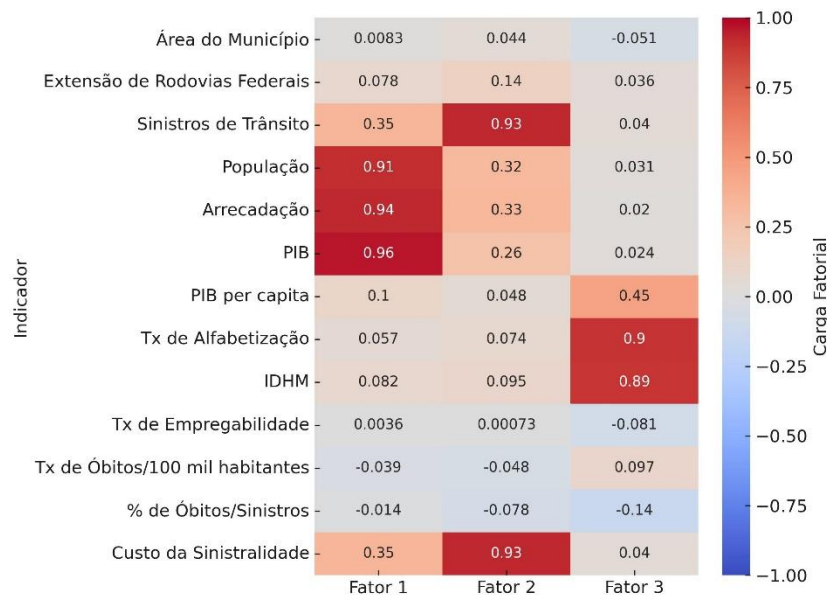
A repetição desse padrão nos diferentes grupos analisados sugere que a estrutura adotada apresenta estabilidade empírica mínima, permitindo inferências iniciais sobre sua adequação tanto em contextos com maior estrutura institucional, como nos municípios integrados, quanto em contextos com menor desenvolvimento organizacional, como nos municípios não integrados. A convergência dos resultados entre os recortes territoriais confirma que a estrutura trifatorial é estatisticamente sólida e adequada para representar as dimensões latentes associadas à sinistralidade viária no Brasil. Os Scree Plots estão apresentados na Figura 4.6 a seguir.



**Figura 4.6.** Scree plot para todos os grupos de municípios analisados

De acordo com Hair *et al.* (2010) e Costello e Osborne (2005), consideram-se como fortes e relevantes as cargas fatoriais acima de 0,6. Esse critério foi adotado na análise, conforme recomendado por Tabachnick e Fidell (2013), especialmente em estudos com variáveis moderadamente correlacionadas. A interpretação das cargas fatoriais permitiu observar coerência razoável na estrutura trifatorial aplicada, embora tais resultados devam ser entendidos como indicativos e não conclusivos.

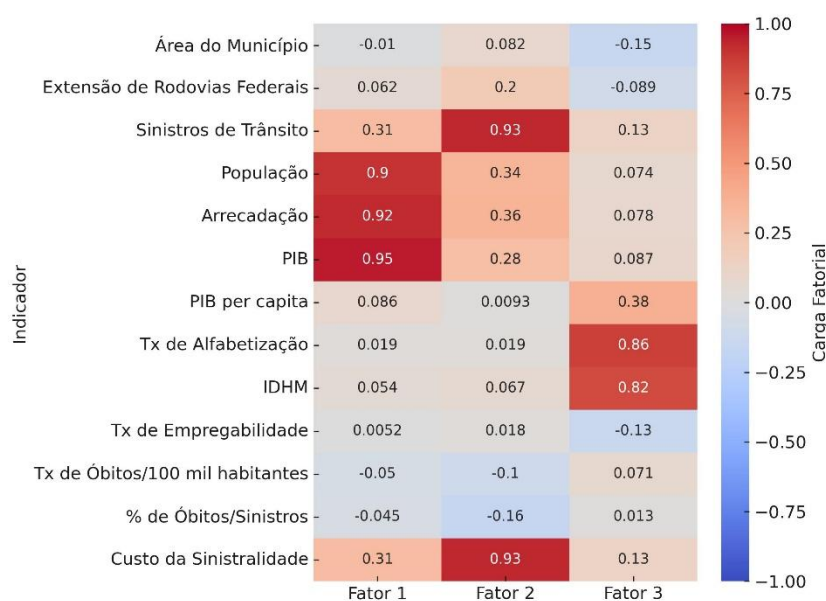
No agrupamento total dos municípios, o Fator 1 apresentou cargas altas para sinistros de trânsito (0,90), custo da sinistralidade (0,90), população (0,76), arrecadação (0,76) e PIB (0,54). Esse fator representa um eixo de risco viário associado ao porte econômico e demográfico. O Fator 2 concentrou variáveis sociais, com destaque para taxa de alfabetização (0,81) e IDHM (0,84), compondo um eixo de desenvolvimento humano. O Fator 3 reuniu indicadores de estrutura econômica individual, como PIB per capita (0,67) e PIB (0,77), sugerindo um eixo de desempenho econômico médio por habitante. A estrutura obtida permite inferir que o número de sinistros tende a se associar ao contexto urbano e econômico dos municípios, considerando as limitações da abordagem empregada. A Figura 4.7 apresenta as cargas fatoriais da análise de todos os municípios da amostra, independente da integração ou não.



**Figura 4.7.** Heatmap de todos os municípios

Nos municípios integrados ao SNT, a estrutura dos fatores mostrou-se mais bem definida. O Fator 1 concentrou as variáveis econômicas e demográficas, como PIB (0,95), arrecadação (0,92) e população (0,90), caracterizando um eixo socioeconômico. O Fator 2 destacou as variáveis diretamente associadas à sinistralidade, como sinistros (0,93) e custo da sinistralidade (0,93), formando um eixo técnico e específico sobre sinistros. O Fator 3 agrupou variáveis educacionais e sociais, como taxa de alfabetização (0,86) e IDHM (0,82), compondo um eixo de desenvolvimento humano. A separação mais clara entre os fatores permite sugerir que, nos municípios integrados, os padrões estatísticos tendem a se apresentar de forma mais estruturada, embora tais resultados dependam integralmente do comportamento dos dados analisados. A

Figura 4.8 apresenta as cargas fatoriais para os municípios integrados ao Sistema Nacional de Trânsito.



**Figura 4.8.** Heatmap dos municípios integrados ao SNT

Nos municípios não integrados, a estrutura trifatorial foi mais difusa. O Fator 1 apresentou cargas simultaneamente altas para sinistros (0,90), custo da sinistralidade (0,90), população (0,76) e arrecadação (0,76), indicando uma sobreposição entre risco viário e contexto econômico. O Fator 2 agrupou variáveis educacionais e sociais, como taxa de alfabetização (0,81) e IDHM (0,84), compondo um fator relativamente bem definido. Já o Fator 3 apresentou cargas significativas para PIB (0,77), PIB per capita (0,67) e arrecadação (0,51), porém sem delimitação conceitual clara, sugerindo interferência cruzada de dimensões não totalmente isoladas. Esses resultados sugerem que, nos municípios não integrados, os padrões estatísticos tendem a ser menos distintos, o que pode estar associado a limitações informacionais e heterogeneidade dos registros. A Figura 4.9 apresenta as cargas fatoriais para os municípios não integrados ao SNT.

Um ponto a ser destacado é que a variável custo da sinistralidade apresentou carga fatorial de 0,90 nos mesmos fatores que a variável sinistros de trânsito. Esse comportamento reflete uma redundância estatística esperada, uma vez que o custo da sinistralidade é calculado diretamente com base na quantidade de sinistros. Dessa forma, tais cargas devem ser interpretadas com cautela, pois representam dimensões próximas e apenas sugerem associações estruturais derivadas do próprio cálculo.



**Figura 4.9.** Heatmap dos municípios não integrados ao SNT

Os resultados da AFC permitem inferir a presença de uma estrutura trifatorial minimamente consistente, sem, contudo, permitir conclusões definitivas sobre os efeitos institucionais da integração ao Sistema Nacional de Trânsito. A segmentação entre os fatores nos municípios integrados indica maior organização estatística, enquanto a sobreposição observada nos municípios não integrados sugere padrões mais heterogêneos. Esses achados devem ser compreendidos como indicativos e dependentes da qualidade e disponibilidade dos dados analisados.

Dessa forma, a análise multifatorial sugere que a integração ao Sistema Nacional de Trânsito contribui para uma estrutura mais autônoma, técnica e confiável na produção e uso dos dados de segurança viária e pode estar associada a maior consistência estatística na organização dos registros, embora investigações mais aprofundadas sejam necessárias para delimitar com precisão os efeitos institucionais e informacionais envolvidos.

#### **4.4 ESTRATÉGIAS PARA FORTALECER A GOVERNANÇA MUNICIPAL NO TRÂNSITO BRASILEIRO**

Os resultados apresentados neste capítulo evidenciam que a integração dos municípios ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) está associada a melhores indicadores de organização institucional, qualidade da informação e capacidade técnica para a gestão da segurança viária. No entanto, a baixa adesão ao SNT em nível nacional, com mais de 60% dos municípios brasileiros ainda não integrados (BRASIL, 2025), revela a necessidade de ações coordenadas,

políticas públicas específicas e instrumentos de apoio técnico e financeiro que viabilizem a ampliação da municipalização do trânsito.

Neste contexto, este trabalho propõe um conjunto articulado de diretrizes que podem ser incorporadas a uma política nacional voltada à ampliação da governança local sobre o trânsito. Tais diretrizes foram organizadas em três dimensões complementares: (1) um roteiro técnico de integração, (2) um conjunto de medidas indutivas de apoio institucional e (3) um modelo lógico que sintetiza os impactos esperados dessas ações.

#### 4.4.1 Roteiro para integração municipal ao sistema nacional de trânsito

A experiência de municípios já integrados revela que a adesão ao SNT pode ser estruturada em etapas sequenciais e adaptáveis à realidade local, respeitando diferentes níveis de capacidade administrativa e técnica. A Figura 4.10 apresenta um roteiro com seis etapas essenciais para orientar a adesão de novos municípios ao sistema.

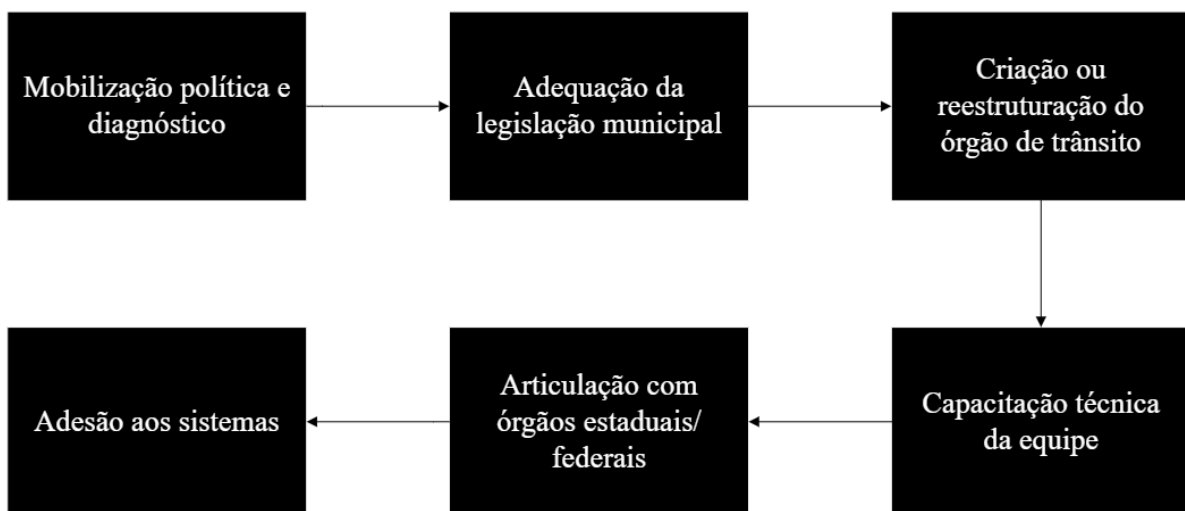


Figura 4.10. Roadmap para integração ao SNT

O processo tem início com a mobilização política local, etapa fundamental para sensibilizar os gestores públicos quanto à relevância da segurança viária e à necessidade de assumir, de forma estruturada, a responsabilidade pela gestão do trânsito. Essa mobilização deve garantir o comprometimento do poder público municipal com a pauta da municipalização, viabilizando a alocação de recursos e sua inclusão nas prioridades de governo. Paralelamente, é recomendada a realização de um diagnóstico da situação atual do trânsito no município, com identificação de lacunas na infraestrutura, na gestão, na legislação e na produção de dados. Para ampliar a

legitimidade das ações, é importante promover audiências públicas ou consultas com a comunidade, a fim de compreender as necessidades locais, ouvir demandas da população e incorporar essas percepções ao processo de estruturação da gestão municipal de trânsito.

Com base nesse diagnóstico, é necessário proceder à revisão e à adequação da legislação municipal, uma vez que a criação do órgão executivo de trânsito depende de respaldo legal específico. A legislação deve estabelecer claramente as competências do município na gestão do trânsito, definir as atribuições do órgão executivo, prever a regulamentação da fiscalização, e dispor sobre a aplicação e destinação dos recursos oriundos de multas, conforme determina o artigo 320 do Código de Trânsito Brasileiro.

Somente após a base normativa estar consolidada, o município estará apto a criar ou designar o seu órgão executivo de trânsito. Essa unidade pode ser instituída por meio da criação de um novo órgão específico ou, alternativamente, ser vinculada a uma secretaria ou departamento já existente, como os de transportes, obras ou mobilidade urbana, desde que formalmente nomeada e legalmente habilitada para exercer as competências previstas no Código de Trânsito Brasileiro. O órgão deve contar com capacidade administrativa mínima, estrutura técnica adequada e condições para atuar em articulação com os demais entes federativos. Para municípios de pequeno porte, recomenda-se ainda considerar a possibilidade de consórcios intermunicipais, conforme previsto na Lei nº 11.107/2005, como estratégia para viabilizar economicamente a implantação e operação da gestão descentralizada do trânsito.

Com a estrutura institucional definida, é fundamental investir na capacitação técnica de servidores e agentes. Essa formação deve abranger temas como legislação de trânsito, engenharia viária, fiscalização e educação para o trânsito. A qualificação da equipe é indispensável para garantir a efetividade da gestão local e o alinhamento com os padrões operacionais do SNT.

Na sequência, o município deve formalizar a articulação com os órgãos estaduais e federais, como os Detrans, as Polícias Militares e a Senatran, por meio de convênios e protocolos de cooperação. Essa articulação é fundamental para assegurar o suporte técnico necessário à integração e ao compartilhamento de dados.

Por fim, o município poderá formalizar sua adesão ao Sistema Nacional de Trânsito, passando a integrar oficialmente os sistemas federais de informação e controle. A partir desse momento, terá acesso a plataformas como o Registro Nacional de Sinistros e Estatísticas de Trânsito (RENAEST) e o Registro Nacional de Infrações (RENINFRA), além de outros sistemas que permitem o compartilhamento e a padronização de dados sobre sinistros, fiscalização e ações educativas. Essa integração fortalece a governança local, qualifica a produção de informações e contribui diretamente para o planejamento de políticas públicas mais eficazes voltadas à segurança viária.

#### 4.4.2 Medidas indutivas para apoiar a municipalização

A baixa adesão dos municípios ao SNT evidencia a necessidade de medidas indutivas capazes de estimular e viabilizar o processo de integração. Nesse sentido, propõem-se ações de caráter técnico, normativo e financeiro que podem ser adotadas pelo Governo Federal e, complementarmente, por governos estaduais. A Tabela 4.4 resume algumas medidas propostas.

**Tabela 4.4.** Políticas Públicas para Fomentar a Integração Municipal ao SNT

| <b>Medida Proposta</b>                   | <b>Descrição</b>  | <b>Exemplo de Aplicação</b>                                |
|--|---|--|
| Fundo de apoio à municipalização         | Recursos federais vinculados a metas de gestão municipal de trânsito.             | Capacitação, equipamentos, sistemas.                       |
| Programa federal de fomento (via FUNSET) | Programa com verba da União para apoiar municípios em fase inicial de integração. | Capacitações, consultorias, estrutura mínima inicial.      |
| Prioridade em editais públicos           | Municípios integrados ganham vantagem competitiva em chamadas públicas.           | Editais da Senatran, MDR, FNIT.                            |
| Manual técnico padronizado               | Publicação oficial com orientações operacionais e jurídicas para adesão ao SNT.   | Modelo de convênio, fluxograma, checklist.                 |
| Apoio a consórcios intermunicipais       | Viabilização de gestão compartilhada em municípios de pequeno porte.              | Um consórcio para fiscalização e planejamento de trânsito. |
| Condicionar repasses voluntários         | Exigir integração ao SNT para receber verbas específicas.                         | Tal como ocorre com o SUS e SUAS.                          |

Entre essas medidas, destaca-se a criação de um programa federal de fomento à municipalização do trânsito, com recursos vinculados ao Fundo Nacional de Segurança e Educação no Trânsito (FUNSET). Esse programa pode financiar a capacitação de equipes, a contratação de

consultorias, a aquisição de equipamentos e a implantação de sistemas de gestão, com foco nos municípios que ainda não possuem estrutura própria.

Recomenda-se também a priorização de municípios integrados em editais públicos voltados à mobilidade urbana, educação no trânsito e fiscalização eletrônica, como forma de valorizar a adesão ao SNT como critério técnico. Outra medida relevante seria a vinculação da integração ao SNT ao recebimento de transferências voluntárias em programas federais específicos, como ocorre em outras políticas públicas descentralizadas.

Para reduzir barreiras operacionais, é essencial a publicação de um manual técnico nacional padronizado, com orientações jurídicas, fluxogramas e modelos de instrumentos legais, que sirva de referência para os municípios em diferentes estágios de estruturação. No caso de municípios de pequeno porte, recomenda-se ainda o incentivo à formação de consórcios intermunicipais, como solução para compartilhamento de recursos e viabilização econômica da gestão descentralizada do trânsito.

#### **4.4.3 Modelo lógico da estratégia de integração**

A integração dos municípios ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) não depende apenas de vontade política, mas de condições estruturais mínimas, diretrizes técnicas e estímulos adequados para que os gestores locais assumam essa competência com responsabilidade e eficácia.

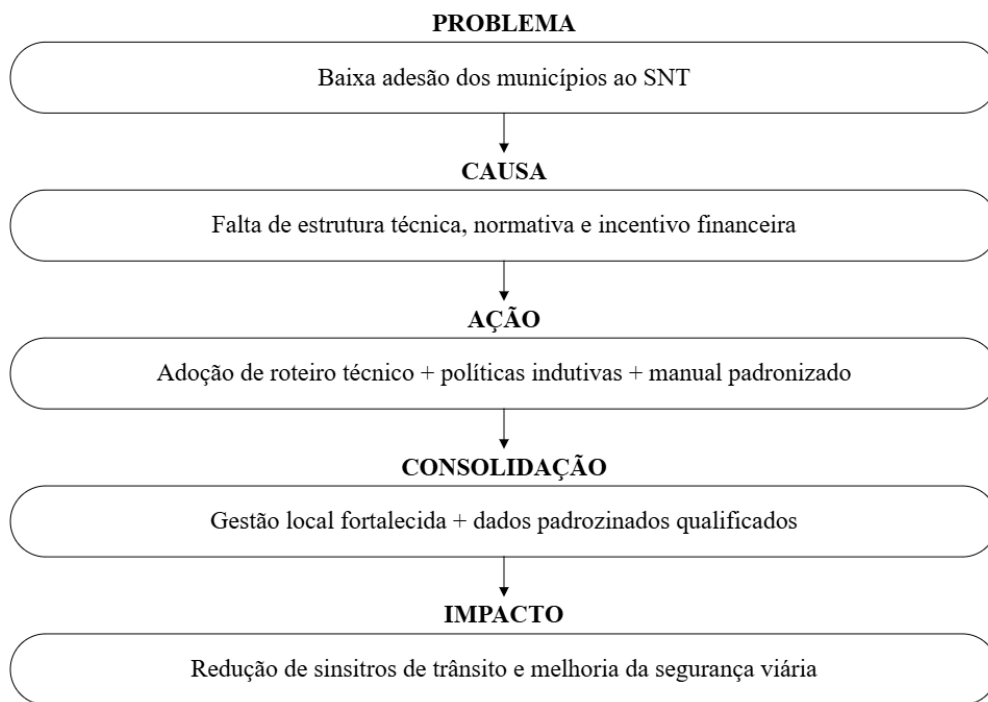
O ponto de partida é a baixa adesão dos municípios ao SNT, que configura o principal desafio nacional para a descentralização efetiva da política de trânsito. Essa situação decorre, em grande parte, da falta de estrutura técnica, normativa e de incentivos financeiros, que limitam a capacidade de muitos municípios, especialmente os de pequeno porte, de cumprir os requisitos legais e operacionais exigidos para a municipalização.

Para enfrentar esse cenário, propõe-se a adoção de uma estratégia combinada, que inclui: um roteiro técnico de integração, a implementação de políticas públicas indutivas, e a elaboração de materiais técnicos padronizados que orientem os municípios em cada etapa do processo. Essas ações compõem o núcleo da intervenção estratégica sugerida.

A aplicação coordenada dessas medidas pode resultar em uma integração municipal efetiva ao SNT, com base legal consolidada, estrutura mínima em funcionamento e conexão com os

sistemas nacionais de dados. A partir dessa adesão, espera-se a consolidação de uma gestão local mais fortalecida, com maior autonomia institucional e capacidade de produzir e utilizar dados padronizados e qualificados sobre o trânsito.

Como impacto final, projeta-se a redução de sinistros e a melhoria da segurança viária, sobretudo nas regiões que historicamente apresentam maiores lacunas estruturais. O modelo lógico aqui proposto, portanto, não apenas organiza a sequência de ações necessárias, mas também reforça a importância de uma abordagem sistêmica e federativa para transformar a realidade do trânsito nos municípios brasileiros. A Figura 4.11 apresenta o encadeamento lógico que sustenta as propostas desta dissertação, desde a identificação do problema até os impactos esperados na segurança viária.



**Figura 4.11.** Modelo de Indução da Integração ao SNT

## 5 CONCLUSÕES

Esta dissertação teve como objetivo central analisar a influência da integração ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) e de fatores socioeconômicos nos padrões de ocorrência de sinistros de trânsito em municípios brasileiros. Para alcançar esse propósito, adotou-se uma abordagem estatística multifatorial, que buscou comparar sistematicamente os cenários de municípios integrados e não integrados ao SNT a partir de diferentes indicadores contextuais. Foram estabelecidos, como objetivos específicos, o levantamento de dados disponíveis e dos agentes geradores das informações, a comparação entre a qualidade e a disponibilidade dos dados em municípios com diferentes níveis de integração, a análise da correlação entre indicadores socioeconômicos e o número de sinistros, a verificação das associações entre status de integração e variáveis de sinistralidade por meio de técnicas estatísticas e, por fim, a investigação sobre como combinações de fatores moderam as relações observadas.

A análise estatística foi estruturada em duas etapas principais: exploratória e confirmatória. Ambas se complementaram para fornecer uma interpretação robusta dos dados e responder aos objetivos propostos. A análise exploratória revelou padrões distintos entre os municípios integrados e não integrados. Nos municípios não integrados, foi identificada uma correlação mais forte entre a quantidade de sinistros e variáveis como Produto Interno Bruto (PIB), soma da arrecadação municipal e população. Este achado permite inferir que, em localidades com maior porte econômico e demográfico, os sinistros tendem a acompanhar o aumento dos fluxos urbanos e da circulação viária. Ainda nesse grupo, observou-se correlação moderada com a taxa de alfabetização, possivelmente associada ao aumento da mobilidade em regiões mais urbanizadas.

Por outro lado, nos municípios integrados ao SNT, as correlações com os mesmos indicadores foram substancialmente mais fracas. Esse resultado sugere, de forma exploratória, que a presença de um órgão executivo de trânsito municipal e de processos técnicos próprios pode estar associada a menor dependência direta de fatores estruturais. Não é possível afirmar causalidade, mas os achados indicam que a organização institucional tende a produzir padrões estatísticos diferentes. A municipalização, portanto, pode atuar como elemento associado à

moderação entre variáveis socioeconômicas e registros de sinistros, embora essa relação exija aprofundamento estatístico adicional.

A Análise Fatorial Exploratória contribuiu para aprofundar essa leitura ao revelar diferentes configurações na estrutura dos fatores latentes. Nos municípios integrados, os fatores extraídos apresentaram distinção clara: o primeiro fator agrupou variáveis relacionadas ao perfil socioeconômico e demográfico; o segundo refletiu diretamente aspectos de sinistralidade; e o terceiro concentrou indicadores educacionais e sociais. Já nos municípios não integrados, houve maior sobreposição de variáveis nos fatores, revelando uma estrutura menos definida, o que pode indicar menor dissociação técnica entre sinistros e contexto socioeconômico. Ou seja, em municípios sem estrutura institucional própria de trânsito, os registros de sinistros parecem seguir mais de perto o comportamento das variáveis econômicas e demográficas.

Na sequência, a Análise Fatorial Confirmatória foi aplicada para verificar a consistência das estruturas extraídas na etapa anterior. Utilizou-se o critério de carga fatorial mínima de 0,6 como valor de corte para considerar que uma variável possui associação significativa com determinado fator. Essa escolha baseia-se na literatura especializada, conforme os critérios de Hair et al. (2010) e Tabachnick e Fidell (2013), os quais defendem que cargas fatoriais superiores a 0,6 garantem confiabilidade para interpretações mais seguras em estudos com base empírica.

Os resultados confirmatórios indicam coerência, em termos exploratórios, com as interpretações anteriores. Nos municípios integrados, os fatores foram mais bem definidos, com cargas altas e agrupamentos consistentes de variáveis. O Fator 1 concentrou PIB, população e arrecadação; o Fator 2, sinistros e custo da sinistralidade; e o Fator 3, alfabetização e IDHM. Nos municípios não integrados, por sua vez, houve sobreposição de variáveis nos fatores, e o agrupamento foi menos nítido. O Fator 1, por exemplo, incluiu simultaneamente sinistros e indicadores econômicos, como PIB e arrecadação, enquanto o Fator 3 apresentou combinações menos coesas.

Esses achados permitem inferir, de maneira cautelosa, que a integração dos municípios ao SNT pode estar associada a padrões estatísticos distintos de sinistros de trânsito quando comparados a municípios não integrados. Não se pode afirmar moderação causal, mas os resultados sugerem diferenças consistentes na forma como os dados se organizam estatisticamente nos dois grupos.

As hipóteses secundárias também foram confirmadas. Observou-se que combinações específicas de fatores socioeconômicos, como PIB per capita, IDHM e arrecadação, mostram associação com as diferenças estruturais observadas nos fatores. Municípios com maior capacidade arrecadatória e desenvolvimento humano apresentaram não apenas menor letalidade proporcional, mas também maior consistência nos registros de dados e melhor estrutura administrativa. Além disso, a hipótese de que os municípios integrados ao SNT possuem maior capacidade organizacional e técnica também foi validada, pois a estrutura fatorial obtida revelou separações nítidas entre eixos econômicos, sociais e de sinistralidade apenas nesses municípios.

Um ponto importante revelado na análise confirmatória foi a carga fatorial igual a 1 atribuída à variável “custo da sinistralidade” em alguns modelos. Esse resultado decorre da forma como a variável foi construída, diretamente proporcional ao número de sinistros, o que, do ponto de vista estatístico, indica colinearidade e não necessariamente maior importância conceitual. Isso significa que o valor 1 não deve ser interpretado como supremacia explicativa da variável, mas sim como uma redundância matemática resultante da definição adotada na modelagem.

Assim, os objetivos específicos da pesquisa foram plenamente contemplados ao longo do trabalho. O levantamento inicial identificou as bases de dados de sinistros de trânsito disponíveis e seus respectivos agentes produtores, seguido da comparação entre municípios integrados e não integrados ao SNT, conforme apresentado no item 4.1 (página 36), no qual foi delineado o cenário de análise. A relação entre os indicadores socioeconômicos e o número de sinistros foi examinada no item 4.2 (página 45). A verificação estatística das associações entre o status de integração ao sistema e os indicadores de sinistros, realizada por meio das análises exploratória e confirmatória, bem como a avaliação de como diferentes combinações de fatores socioeconômicos moderam essa relação, encontram-se no item 4.3 (página 46). Por fim, a proposição de estratégias técnicas e políticas voltadas à ampliação da adesão dos municípios ao SNT, fundamentada nos resultados obtidos, foi apresentada no item 4.4 (página 55).

A partir dos achados, a dissertação avançou também no sentido de propor medidas concretas que possam ampliar a integração dos municípios brasileiros ao SNT. Foram desenvolvidos três instrumentos práticos: (1) um roteiro nacional de integração, com etapas sequenciais e adaptáveis à realidade local; (2) um conjunto de medidas indutivas que envolvem apoio técnico, incentivos financeiros e priorização em políticas federais de fomento; e (3) um modelo lógico

da estratégia de integração, que organiza o problema, suas causas, ações propostas, resultados esperados e impacto final. Esses instrumentos dialogam com os resultados da análise estatística, oferecendo um caminho viável para transformar evidência empírica em política pública efetiva.

Além disso, foram abordadas soluções como o uso de consórcios intermunicipais para compartilhamento de estruturas e o financiamento de ações preparatórias com recursos do próprio sistema federal, como o apoio técnico via RENAEST. Essas alternativas buscam contornar os desafios de municípios de pequeno porte ou com baixa capacidade institucional. A combinação dessas soluções contribui para viabilizar a municipalização em contextos diversos e para garantir que a segurança viária seja tratada de forma equitativa e técnica em todo o território nacional.

Embora o RENAEST seja a base oficial adotada nesta dissertação, o processo de extração, organização e tratamento realizado evidenciou limitações que afetam a precisão e a completude dos registros. Em primeiro lugar, a coleta é descentralizada e depende da capacidade operacional dos entes que reportam os dados, o que gera heterogeneidade entre unidades federativas e órgãos municipais. Em segundo lugar, foram encontrados campos com ausência de valores e, em alguns casos, valores iguais a zero para variáveis que, do ponto de vista substantivo, não deveriam assumir esse valor, como população, PIB, arrecadação e sinistros. Esses casos foram tratados de forma padronizada conforme descrito no capítulo de Materiais e Métodos, com exclusão de linhas manifestamente inválidas e imputação por média restrita às análises multifatoriais, preservando a comparabilidade entre grupos. Em terceiro lugar, há diferenças de periodicidade e de data-base entre as fontes contextuais integradas ao painel, situação que foi mitigada por critérios de harmonização temporal e pela normalização Min-Max aplicada antes das etapas fatoriais.

Adicionalmente, o escopo do RENAEST não inclui ocorrências sob responsabilidade direta de outros sistemas, como registros primários das rodovias federais sob a Polícia Rodoviária Federal ou eventos reportados exclusivamente por concessionárias reguladas, o que pode reduzir a cobertura de determinados territórios. Em razão disso, os resultados apresentados devem ser interpretados como inferências sobre padrões relativos e estruturas latentes entre grupos de municípios, e não como uma estimativa exata da magnitude absoluta da sinistralidade. As estratégias de limpeza, padronização e verificação de adequação (KMO e *Bartlett*) foram adotadas precisamente para mitigar esses vieses e permitir comparações

consistentes entre municípios integrados e não integrados ao SNT, sem extrapolar o alcance informacional da base utilizada.

Por fim, reafirma-se que a integração ao SNT deve ser compreendida como uma estratégia estruturante para a redução da violência no trânsito. Mais do que uma obrigação legal, trata-se de uma ação essencial para fortalecer a governança local, qualificar os dados sobre sinistros e ampliar a capacidade dos municípios de formular políticas públicas baseadas em evidências.

Os resultados desta dissertação, portanto, permitem inferir a importância da municipalização do trânsito e sugerem caminhos que podem orientar gestores públicos, pesquisadores e formuladores de políticas na construção de um sistema viário mais seguro, eficiente e justo. Além disso, o estudo oferece subsídios práticos que podem ser aplicados em programas nacionais de incentivo à municipalização, reforçando a necessidade de integração institucional como pilar de uma política pública de trânsito moderna e sustentável.

## **5.1 IMPLICAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS**

Do ponto de vista teórico, o estudo contribui ao demonstrar empiricamente que a integração ao SNT atua como variável moderadora em modelos multivariados de sinistros de trânsito. Em consonância com estudos anteriores que ressaltam a relevância institucional na segurança viária, nossos achados reforçam que a municipalização do trânsito não é apenas uma questão formal, mas influencia diretamente os padrões de ocorrência de sinistros e a interpretação de seus determinantes (Travassos *et al.*, 2022).

A clara separação dos fatores encontrados na análise fatorial sugere que, sob gestão local eficaz, os sinistros podem ser analisados isoladamente de fatores estruturais gerais, o que suporta a construção de modelos teóricos mais refinados. Além disso, ao confirmar a validade de uma estrutura trifatorial consistente entre diferentes amostras (integrados, não integrados e total), amplia-se o embasamento estatístico para futuras pesquisas que empreguem técnicas multivariadas em segurança viária.

No âmbito prático, as evidências obtidas têm implicações diretas para gestores públicos e formuladores de políticas de trânsito. Primeiro, demonstra-se que a adesão ao SNT tende a melhorar a qualidade e integridade dos dados de sinistros. Municípios integrados passaram a dispor de sistemas padronizados de registro, o que, por sua vez, possibilita análises mais

precisas e um acompanhamento contínuo dos indicadores de segurança. Em segundo lugar, o fato de que indicadores socioeconômicos exercem menor impacto nos dados de sinistros municipais integrados sugere que as políticas de municipalização podem “desvincular” a sinistralidade da mera expansão populacional ou econômica. Ou seja, ao fortalecer a infraestrutura de gestão do trânsito (capacitação de órgãos locais, acesso aos recursos de multas, etc.), as prefeituras podem agir mais eficazmente na prevenção de sinistros independentemente do nível de desenvolvimento. Esses achados recomendam, por exemplo, que programas federais de investimento em segurança viária priorizem cidades em transição de não integradas para integradas, fornecendo apoio técnico e financeiro para cumprir os requisitos legais de municipalização.

A evidência de que municípios integrados possuem fatores de risco mais bem definidos também significa que as intervenções locais (engenharia de tráfego, fiscalização e campanhas educativas) podem ser planejadas de forma mais específica, ao passo que nos municípios não integrados seria necessário um enfoque maior em fortalecer primeiro a coleta de dados e a gestão institucional. Em suma, os resultados reforçam a necessidade de políticas públicas pautadas em evidências estatísticas e adaptadas ao status institucional de cada município.

## **5.2 LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS**

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A principal delas refere-se ao uso de dados secundários provenientes de bases oficiais públicas, especialmente do Registro Nacional de Sinistros e Estatísticas de Trânsito (RENAEST). Apesar de ser uma das fontes mais relevantes de monitoramento da segurança viária no Brasil, o RENAEST ainda apresenta deficiências significativas, como a subnotificação de sinistros, a ausência de padronização entre os entes federativos e a presença de inconsistências nos registros, principalmente em municípios não integrados ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT). Nesses casos, é comum a dependência de registros oriundos de terceiros, como órgãos estaduais ou a Polícia Rodoviária Federal, o que compromete a completude, a comparabilidade e a atualidade dos dados.

Outra limitação importante refere-se ao uso potencial da base de dados sobre a frota de veículos municipais. Apesar de sua relevância como variável explicativa para a ocorrência de sinistros, essa base apresenta divergências significativas em relação ao RENAEST, sobretudo quanto à

identificação e compatibilização dos municípios. Diante dessas inconsistências, optou-se por não incorporá-la ao presente estudo, evitando vieses adicionais que poderiam comprometer a qualidade da análise.

Também merece destaque a indisponibilidade de dados desagregados sobre infrações de trânsito (multas) por município. A Secretaria Nacional de Trânsito (Senatran) não realiza esse levantamento em âmbito municipal, uma vez que essa atividade não está contemplada no contrato de processamento de dados firmado com o Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro). Essa lacuna prejudica análises mais robustas sobre o comportamento infracional e sua relação com a ocorrência de sinistros, dificultando o mapeamento de políticas locais de fiscalização e educação para o trânsito.

Adicionalmente, o delineamento transversal da pesquisa impede a observação de dinâmicas temporais e limita a capacidade de inferência causal, restringindo as conclusões à identificação de correlações no recorte analisado. A adoção de uma classificação dicotômica entre municípios "integrados" e "não integrados" ao SNT também configura uma simplificação metodológica que pode desconsiderar os distintos níveis de efetividade da gestão de trânsito entre os municípios formalmente integrados.

Cabe ainda mencionar que a pesquisa não incorporou metodologias estatísticas mais avançadas, como modelos de regressão, análises multinível ou métodos bayesianos, que poderiam oferecer maior capacidade de mensuração causal e hierárquica. A opção por não utilizá-los decorreu, sobretudo, de limitações quanto à disponibilidade, consistência e temporalidade das bases acessadas, as quais inviabilizaram a aplicação adequada desses modelos.

Por fim, as técnicas estatísticas empregadas, especialmente as análises fatoriais, exigem o cumprimento de pressupostos como linearidade, normalidade multivariada e ausência de multicolinearidade. Embora esses critérios tenham sido testados e considerados minimamente atendidos, as heterogeneidades estruturais dos municípios brasileiros podem afetar a robustez das inferências realizadas.

### **5.3 RECOMENDAÇÕES PARA GESTORES PÚBLICOS E POLÍTICAS PÚBLICAS**

Diante dos resultados obtidos, evidencia-se a importância de consolidar e expandir a municipalização do trânsito como uma política pública de base institucional. Recomenda-se a criação de um programa nacional de apoio técnico-financeiro para os municípios que desejam integrar-se ao SNT, incluindo treinamentos, consultorias, compartilhamento de boas práticas e assistência na implantação de órgãos executivos.

A padronização da coleta e da disponibilização de dados sobre sinistros deve ser tratada como prioridade estratégica, por meio de sistemas integrados e interoperáveis, com parâmetros técnicos unificados entre os entes federados. Além disso, o uso de dados deve ser fomentado para além do cumprimento legal, como base para diagnósticos, monitoramento e tomada de decisão.

Nesse sentido, a adoção de painéis de indicadores, uso de dados georreferenciados, ferramentas de análise estatística e de inteligência artificial pode potencializar a atuação dos municípios em engenharia, fiscalização e educação para o trânsito. Finalmente, políticas públicas de trânsito devem estar integradas às estratégias de desenvolvimento urbano e mobilidade sustentável, assegurando que a segurança viária seja tratada de forma transversal e planejada.

### **5.4 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

A presente pesquisa aponta diversas possibilidades para aprofundamentos futuros. Pesquisas com acompanhamento temporal poderão avaliar, ao longo dos anos, os efeitos da integração dos municípios ao Sistema Nacional de Trânsito (SNT) sobre os indicadores de sinistralidade, utilizando técnicas como séries temporais e modelos quase-experimentais, a exemplo do método de diferenças em diferenças.

Outra vertente promissora consiste na aplicação de modelos de regressão e de modelos multinível, capazes de captar relações hierárquicas entre variáveis em diferentes escalas (municipal, estadual e nacional) e de isolar efeitos específicos da integração ao SNT sobre os sinistros de trânsito. A incorporação desses métodos pode contribuir para maior robustez causal e para a identificação de variações intermunicipais e regionais na efetividade da política de municipalização.

Por sua vez, investigações de abordagem qualitativa podem explorar com maior profundidade a experiência de gestores e técnicos locais, lançando luz sobre os desafios operacionais, resistências institucionais e estratégias adotadas para viabilizar a municipalização do trânsito em diferentes contextos.

Também se recomenda o desenvolvimento de um índice de maturidade institucional em segurança viária, que vá além da mera adesão formal ao SNT e contemple dimensões como orçamento próprio, equipe técnica qualificada, capacidade de fiscalização, uso de dados para planejamento e implementação de ações educativas. Análises espaciais e regionais poderão contribuir para a identificação de padrões territoriais, desigualdades estruturais e assimetrias na organização e funcionamento dos órgãos executivos municipais de trânsito.

Além disso, futuras pesquisas podem investigar o papel de arranjos colaborativos, como consórcios públicos, parcerias intermunicipais e articulações com organizações da sociedade civil, como alternativas viáveis para o fortalecimento da política pública de trânsito em municípios com baixa capacidade institucional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULHAFEDH, A. (2017) Road traffic crash data: an overview on sources, problems, and collection methods. *Journal of Transportation Technologies*, v. 7, n. 2, p. 206–219.
- AL-ATAWI, A. M., KUMAR, R. & SALEH, W. (2014) A framework for accident reduction and risk identification and assessment in Saudi Arabia. *World Journal of Science, Technology and Sustainable Development*, v. 11, n. 3, p. 214–223.
- AL-MASAEID, H. R., AL-MASHAKBEH, A. A. & QUDAH, A. M. (1999) Economic costs of traffic accidents in Jordan. *Accident Analysis and Prevention*, v. 31, n. 4, p. 347–357.
- ALVES, W. B. (2021) A influência da municipalização do trânsito na gestão da segurança pública. *Reflexões sobre o trânsito*, COSTA, A. & BARRETO, N. (eds.), UNIJORGE, Salvador, BA.
- AQUINO, E. C., ANTUNES, J. L. F. & MORAIS NETO, O. L. (2020) Mortality by road traffic injuries in Brazil (2000–2016): capital cities versus non capital cities. *Revista de Saúde Pública*, v. 54.
- AYUSO, M., GUILLÉN, M. & ALCANIZ, M. (2010) The impact of traffic violations on the estimated cost of traffic accidents with victims. *Accident Analysis and Prevention*, v. 42, n. 2, p. 709–71.
- BACHANI, A. M., AHSAN, H., JAGNOOR, J., KOBUSINGYE, O., TRAN, N. & PEDEN, M. (2025) Time for action: the critical role of research and data in achieving the targets of the second UN Decade of Action for Road Safety. *BMJ Global Health*.
- BARBOSA, A. C. L., PEREIRA, C. M. & NERY, P. O. (2023) Adoção de análise fatorial exploratória para avaliação da qualidade de serviços em saúde pública. *BMC Health Services Research*, v. 23, n. 1, p. 1–12.
- BARROS, A. J. D., AMARAL, R. L., OLIVEIRA, M. S. B., LIMA, S. C. & GONÇALVES, E. V. (2003) Acidentes de trânsito com vítimas: sub-registro, caracterização e letalidade. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 19, n. 4, p. 979–986.

- BASAN, E., KESER, H., KURT, M. & YILMAZ, Y. (2022) A data normalization technique for detecting cyber attacks on UAVs. *Drones*, v. 6, n. 9.
- BATISTA, P. M. F. J. & INDI, A. F. (2024) Entregando Resultados para o Último Ano de Mandato: Um Guia de Orientações para Políticas de Transporte, Trânsito e Mobilidade Urbana. Confederação Nacional de Municípios, Brasília, DF.
- BAYRAKTAR, Y., AYDIN, S., OLGUN, M. F., OZYILMAZ, A. & TOPRAK, M. (2025) The relationship between income level and road traffic deaths: an empirical analysis for 22 OECD countries. *BMC Public Health*, v. 25.
- BEZERRA, S. Q. & COSTA, L. F. A. (2011) A municipalização do trânsito no Canindé em contexto da modernização do Ceará: mudanças e permanências. *Conhecer: Debate entre o Público e o Privado*, v. 1, n. 3, p. 247–288.
- BHALLA, K. & SHOTTEN, M. (2019) Building road safety institutions in low- and middle-income countries: the case of Argentina. *Health Systems & Reform*, v. 5, n. 2, p. 121–133.
- BHALLA, K., JOB, S., MITRA, S., HARRISON, J. E., MBUGUA, L. W., NEKI, K., GUTIERREZ, H., BALASUBRAMANIYAN, R., WINER, M., VOS, T. & HAMILTON, E. (2023) Assessing discrepancies in estimates of road traffic deaths in Brazil. *Injury Prevention*, v. 29, n. 5, p. 412–420.
- BONNET, E., NIKIÉMA, A., ADOLÉHOUME, A. & RIDDE, V. (2020) Better data for better action: rethinking road injury data in francophone West Africa. *BMJ Global Health*, v. 5, n. 5.
- BRASIL (1997) Código de Trânsito Brasileiro. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Diário Oficial da União, Brasília, DF.
- BRASIL (2018) Lei nº 13.614 de 2018. Cria o Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito (PNATRANS). Brasília, DF.
- BRASIL (2023) Lei nº 14.599 de 2023. Altera o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF.

- BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria do Tesouro Nacional (2025) Relatório Resumido da Execução Orçamentária – RREO: Exercício de 2024. Secretaria do Tesouro Nacional, Brasília, DF.
- BRASIL. Ministério dos Transportes (2025) Ranking de dados: mapa aponta pontualidade de 17 estados no envio de informações à SENATRAN. Ministério dos Transportes, Brasília, DF.
- BRASIL. Ministério dos Transportes. Secretaria Nacional de Trânsito – SENATRAN (2024) Municipalização – Senatran. Ministério dos Transportes, Brasília, DF.
- BROWN, T. A. (2015) *Confirmatory Factor Analysis for Applied Research*. Guilford Press, New York, USA.
- CARMO, E. A., NERY, A. A. & ROCHA, R. M. (2020) Repercussões dos acidentes de trânsito: uma revisão integrativa. *Revista de Pesquisa: Cuidado é Fundamental Online*, v. 11, n. 3, p. 732–738.
- CARVALHO, C. H. R. & GUEDES, E. P. (2023) Balanço da primeira década de ação pela segurança no trânsito no Brasil e perspectivas para a segunda década. Ipea, Brasília, DF.
- CHEN, S., KUHN, M., PRETTNER, K. & BLOOM, D. E. (2019) The global macroeconomic burden of road injuries: estimates and projections for 166 countries. *The Lancet Planetary Health*, v. 3, n. 9, p. e390–e398.
- COMISIÓN NACIONAL DE SEGURIDAD DE TRÁNSITO (2023) Informe de costos de siniestros de tránsito en Chile – Año 2023. CONASET, Santiago, Chile.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (2021) Mobilidade e Trânsito: Gestão e Competências Municipais. CNM, Brasília, DF.
- CONTRAN (2020) Resolução nº 808/2020. Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito – RENAEST.

- COSTELLO, A. B. & OSBORNE, J. W. (2005) Best practices in exploratory factor analysis: four recommendations for getting the most from your analysis. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, v. 10, p. 1–9.
- DAMÁSIO, B. F. (2012) Uso da análise fatorial exploratória em psicologia. *Avaliação Psicológica*, v. 11, n. 2, p. 213–228.
- DIRECCIÓN NACIONAL DEL OBSERVATORIO VIAL (2024) Costos de la siniestralidad vial en Argentina para el año 2021. Agencia Nacional de Seguridad Vial, Buenos Aires, Argentina.
- DONTHU, N., KUMAR, S., MUKHERJEE, D., PANDEY, N. & LIM, W. M. (2021) How to conduct a bibliometric analysis: an overview and guidelines. *Journal of Business Research*, v. 133, p. 285–296.
- FERRAZ, C., RAIA JR., A., BEZERRA, B., BASTOS, T. & RODRIGUES, K. (2012) Segurança Viária. Suprema Gráfica e Editora LTDA, São Carlos, SP, 321 p.
- GETACHEW, E., LAKEW, G. & YIRSAW, A. N., GEBREHIWOT, B. M., SHIBABAW, A. A., CHEREKA, A. A., KITIL, G. Q., WONDIE, W. T. & MENGISTIE, B. A. (2024) Socioeconomic and behavioral factors of road traffic accidents among drivers in Ethiopia: systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, v. 24.
- GUIBOR, M. A. S., BASTOS, J. T. & SANTOS, P. A. B. (2022) Estudo sobre a completude das bases de dados do Registro Nacional de Acidentes e Estatísticas de Trânsito (RENAEST). *Revista Transporte & Desenvolvimento*, v. 8, n. 2, p. 19–31.
- GUIMARÃES, A. J. R. & BEZERRA, C. A. (2019) Data management: a bibliometric approach. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 24, n. 4, p. 171–186.
- HAIR JR., J. F., BLACK, W. C., BABIN, B. J. & ANDERSON, R. E. (2010) *Multivariate Data Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, USA, 785 p.
- HUSAIN, N. & AZIZ, A. (2022) Exploratory factor analysis (EFA) and confirmatory factor analysis (CFA) to ensure validity and reliability of constructs in culturally diverse

- contexts. *International Journal of Education, Psychology and Counselling*, v. 15, n. 2, p. 87–102,
- IAMTRAKUL, P., CHAYPHONG, S. & MATEO-BABIANO, D. (2023) The transition of land use and road safety studies: a systematic literature review (2000–2021). *Sustainability*, v. 15, n. 11.
- KAISER, H. F. (1974) An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, v. 39, n. 1, p. 31–36.
- KOPITS, E. & CROPPER, M. (2005) Traffic fatalities and economic growth. *Accident Analysis and Prevention*, v. 37, p. 169–178.
- KWON, Y., HAN, S. H. & NAM, C. (2012) Estimating the costs of political populism: traffic violation pardons in Korea. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 46, n. 9, p. 1449–1457.
- LI, X., LIU, J., ZHOU, J., LIU, X., ZHOU, L. & WEI, W. (2020) The effects of macroeconomic factors on road traffic safety: a study based on the ARDL-ECM model. *Sustainability*, v. 12, n. 24.
- LOBATO, J. C. & ZAGANELLI, M. V. (2024) Municipalização do trânsito no Brasil: o princípio da subsidiariedade e o direito à cidade como materializadores da gestão do trânsito pelos municípios. *Revista da AGU*, v. 23, n. 4, p. 84–104.
- MARÍN, L. & QUEIROZ, M. S. (2000) A atualidade dos acidentes de trânsito na era da velocidade: uma visão geral. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 16, n. 1, p. 7–21.
- MARQUES, E. V. & MACHADO, M. A. (2010) Identificação dos fatores relevantes na decisão da alocação dos recursos econômicos visando um trânsito seguro. *Revista de Administração Pública*, v. 44, n. 6, p. 1379–1404.
- McDONNELL, L., GYLES, G. & WERTHEIMER, W. F. (2020) Factor analysis: a means for theory and instrument development in health-related research. *Journal of Clinical Epidemiology*, v. 121, p. 64–73.

- MORAIS NETO, O. L., BARROS, A. J. D., AMARAL, R. L., OLIVEIRA, M. S. B., SIQUEIRA JÚNIOR, J. B., LIMA, S. C., MIRANDA, L. O., MALTA, D. C. & SILVA JÚNIOR, J. B. (2012) Mortalidade por acidentes de transporte terrestre no Brasil na última década: tendências e aglomerados de risco. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 17, n. 9, p. 2223–2236.
- OBSERVATÓRIO NACIONAL DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA – ONTL (2025) Boletim de Logística: Perfil da Acidentalidade do Modo Rodoviário no Brasil. ONTL, Brasília, DF.
- OBSERVATÓRIO NACIONAL DE TRANSPORTE E LOGÍSTICA – ONTL (2025) Infraestrutura rodoviária. ONTL, Brasília, DF.
- ONSV & UFPR (2024) Comparativo entre homicídios por armas de fogo e sinistros de trânsito. Observatório Nacional de Segurança Viária e Universidade Federal do Paraná, Paraná, PR.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (2012) Sistema de Dados: Um Manual de Segurança Viária para Gestores e Profissionais da Área. OPAS, Brasília, DF.
- OUNI, H. & MRAIHI, S. (2024) The impact of economic growth and road infrastructure on traffic fatal accidents in Tunisia. Anais do 12th International Conference on Logistics and Transport (LOGISTIQUA), IEEE.
- PRF (2024) Dados Abertos da PRF. Polícia Rodoviária Federal, Brasília, DF.
- REBELO, M. C. O., MARTINS, V. W. B., MELO, A. C. S. & COUTINHO, E. C. (2023) Panorama da municipalização do trânsito e sua relação com o alcance dos objetivos de desenvolvimento sustentável propostos pela ONU. *Revista Peer Review*, v. 5, n. 16, p. 153–168.
- RIOS, P. A. A., MOTA, E. L. A., FERREIRA, L. N., CARDOSO, J. P., RIBEIRO, V. M. & SOUZA, B. S. (2021) Fatores associados a acidentes de trânsito entre condutores de veículos: achados de um estudo de base populacional. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 25, n. 3, p. 943–955.

- SADEGHI-BAZARGANI, H., SADEGHPOUR, A., WILSON, M. L., ALA, A. & RAHMANI, F. (2020) Developing a national integrated road traffic injury registry system: a conceptual model for a multidisciplinary setting. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, v. 13, p. 983–996.
- SHRESTHA, N. (2021) Factor analysis as a tool for survey analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, v. 9, n. 1, p. 4–11.
- SOHAEE, N. & BOHLULI, S. (2024) Nonlinear analysis of the effects of socioeconomic, demographic, and technological factors on the number of fatal traffic accidents. *Safety*, v. 10, n. 1.
- SOLTANI, A., HARRISON, J. E., RYDER, C., FLAVEL, J. & WATSON, A. (2024) Police and hospital data linkage for traffic injury surveillance: a systematic review. *Accident Analysis and Prevention*, v. 19.
- TABACHNICK, B. G. & FIDELL, L. S. (2013) *Using Multivariate Statistics*. Pearson, Boston, USA.
- VAN ECK, N. J. & WALTMAN, L. (2010) Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, v. 84, n. 2, p. 523–538.
- VASCONCELLOS, E. A. (2014) *Desafios da Municipalização do Trânsito no Brasil*. ANTP, São Paulo, SP.
- VIANA, S. W., GERK, A., SCHLINDWEIN, S. S., MARRAZZO, E., FERES, B., RIBEIRO, L., CARROLL, M., MOONEY, D. P., SCHNITMAN, G., CAMARGO, C. P. (2025) Public health system expenditure on motor vehicle collisions in Brazil: an ecological study. *Acta Cirúrgica Brasileira*, v. 40.
- VUONG, X. C., MOU, R. F., VU, T. T. & NGUYEN, T. A. (2023) Reliability and validity of scale measuring motorcyclists' risk perception: the case study of Hanoi, Vietnam. *Journal of Science and Technology – Information and Communications Technology*, v. 21, p. 29–33.

WALTMAN, L., VAN ECK, N. J. & NOYONS, E. C. M. (2010) A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of Informetrics*, v. 4, n. 4, p. 629–635.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2018) Global Status Report on Road Safety 2018. WHO, Geneva, Switzerland.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (2023) Global Status Report on Road Safety 2023. WHO, Geneva, Switzerland.