

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS**

***CAMPUS* PALMAS**

CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL

MAERLY SÂMELLA LUZ DE AQUINO

**MAPEAMENTO DE PONTOS CRÍTICOS NA BR-010 E ANÁLISE DA
SINALIZAÇÃO VIÁRIA: ESTUDO DE CASO NO PERÍMETRO URBANO DE
PALMAS - TO**

PALMAS

2025

MAERLY SÂMELLA LUZ DE AQUINO

**MAPEAMENTO DE PONTOS CRÍTICOS NA BR-010 E ANÁLISE DA
SINALIZAÇÃO VIÁRIA: ESTUDO DE CASO NO PERÍMETRO URBANO DE
PALMAS - TO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *campus* Palmas, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharelado em Engenharia Civil, sob a orientação da professora Dra. Zuleide Alves Ferreira.

**PALMAS
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

A657m Aquino, Maerly Sâmella Luz de
 Mapeamento de pontos críticos na BR-010 e análise da sinalização viária
 : Estudo de caso no perímetro urbano de Palmas - TO / Maerly Sâmella Luz
 de Aquino. – Palmas, TO, 2025.
 76 f. : il. color.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) –
 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
 Palmas, Palmas, TO, 2025.

 Orientadora: Dra. Zuleide Alves Ferreira

 1. Sinistros de trânsito. 2. Segurança viária. 3. Análise espacial. I.
 Ferreira, Zuleide Alves. II. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

MAERLY SÂMELLA LUZ DE AQUINO

MAPEAMENTO DE PONTOS CRÍTICOS NA BR-010 E ANÁLISE DA SINALIZAÇÃO VIÁRIA: ESTUDO DE CASO NO PERÍMETRO URBANO DE PALMAS - TO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *campus* Palmas, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharelado em Engenharia Civil, sob a orientação da professora Dra. Zuleide Alves Ferreira.

Aprovado em: 02/07/2025

BANCA AVALIADORA



Documento assinado digitalmente

ZULEIDE ALVES FERREIRA

Data: 06/08/2025 18:26:40-0300

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

Dra. Zuleide Alves Ferreira
Orientador



Documento assinado digitalmente

RODRIGO ARAÚJO FORTES

Data: 06/08/2025 11:12:17-0300

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

Me. Rodrigo Araújo Fortes



Documento assinado digitalmente

HELOISA RODRIGUES NASCIMENTO

Data: 06/08/2025 10:20:04-0300

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

Dra. Heloísa Rodrigues do Nascimento

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me guiar em toda a minha vida, pela dádiva da vida e por todas as oportunidades que me foram concedidas.

Agradeço imensamente à minha família que foi minha maior motivação durante toda a jornada acadêmica, às minhas irmãs Mislleney, Mariana e Aline Vitória por serem fonte de incentivo durante esse processo.

Expresso minha mais profunda gratidão à minha mamãe, Edinalva, por cada palavra de acalento e conforto, e por todo suporte incondicional. Dedico também um agradecimento especial ao meu querido e eterno pai, cuja memória me inspira todos os dias. Ele sonhou com este momento e me incentivou desde a infância. Apesar do pouco tempo que a vida nos permitiu passar juntos, foi um pai dedicado e atencioso, infelizmente tornou-se mais uma vítima das tragédias no trânsito.

Agradeço ao meu digníssimo companheiro, João Victor, por toda compreensão, carinho e suporte na realização deste trabalho e na conclusão deste curso, pelas noites em que me buscou na universidade e pelas inúmeras facilidades cotidianas que me proporcionou.

À minha orientadora, professora Dra. Zuleide Alves Ferreira, pela confiança, dedicação e orientações assertivas, que foram essenciais para a concretização deste trabalho, além da recepção acolhedora desde o início.

Sou grata também ao professor Me. Rodrigo Araújo Fortes, por todos os ensinamentos durante a jornada acadêmica, pela prestatividade e pelos valiosos aconselhamentos.

Aos amigos que fiz ao longo da graduação, agradeço pelas horas de estudo na biblioteca, pela ajuda na realização das atividades e pelas risadas compartilhadas em meio a tempos desafiadores.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram positivamente na minha vida, pelas palavras de conforto e motivação, pelos gestos carinhosos e por acreditarem em minha competência.

“De todos os lados somos pressionados, mas não desanimados; ficamos perplexos, mas não desesperados; somos perseguidos, mas não abandonados; abatidos, mas não destruídos.”

II Coríntios 4:8-9

RESUMO

MAPEAMENTO DE PONTOS CRÍTICOS NA BR-010 E ANÁLISE DA SINALIZAÇÃO VIÁRIA: ESTUDO DE CASO NO PERÍMETRO URBANO DE PALMAS - TO

Os sinistros de trânsito configuram uma grave questão de saúde pública nas Américas, sendo a segunda maior causa de morte entre jovens de 10 a 24 anos, de acordo com a OPAS. No Brasil, o aumento de fatalidades no trânsito entre 2010 e 2019, mesmo após campanhas como a “Década de Ação pela Segurança no Trânsito”, evidencia falhas nas políticas viárias. No Tocantins, os dados mais recentes reforçam esse cenário preocupante, com destaque para a BR-010, no perímetro urbano de Palmas-TO — trecho com altos índices de sinistralidade, anteriormente classificado como TO-050. Este trabalho tem como objetivo analisar as condições de segurança desse trecho, por meio da identificação de pontos críticos, aplicação de análise espacial e estatística, além de avaliação *in loco* da sinalização viária. Foram identificados três segmentos críticos, com foco especial no trecho entre os quilômetros 455 e 457, onde predomina o maior número de envolvidos. A análise estatística apontou padrões recorrentes, como a ausência de reação dos condutores e reação tardia ou ineficiente, sendo esses eventos mais frequentes durante o dia, com predominância de envolvimento motociclistas e jovens do sexo masculino entre 18 e 29 anos. A visita *in loco* evidenciou falhas na sinalização vertical e horizontal, como placas ausentes, pintura desgastada e carência de elementos visuais de alerta. Essas deficiências aumentam a vulnerabilidade dos usuários da via, reforçando a necessidade de revisão da sinalização viária, ações educativas e aplicação de princípios de engenharia preventiva. Para estudos futuros recomenda-se a investigação dos demais trechos críticos identificados, ampliando a análise da rodovia. A inclusão de dados de volume de tráfego, uso do solo, severidade dos sinistros e seus impactos sociais e econômicos pode contribuir para estratégias de intervenção mais eficazes.

Palavras-chave: Sinistros de trânsito. Segurança viária. Análise espacial. Infraestrutura rodoviária.

ABSTRACT

MAPPING OF CRITICAL POINTS ON THE BR-010 AND ANALYSIS OF ROAD SIGNAGE: A CASE STUDY IN PALMAS - TO

Traffic accidents represent a serious public health issue across the Americas, being the second leading cause of death among individuals aged 10 to 24, according to PAHO. In Brazil, the rise in traffic fatalities between 2010 and 2019—even following campaigns such as the “Decade of Action for Road Safety”—highlights shortcomings in traffic policies. In Tocantins, recent data reinforce this concerning scenario, especially along the BR-010 highway in the urban area of Palmas—previously classified as TO-050—which shows high accident rates. This study aims to analyze the safety conditions of this stretch through the identification of critical points, application of spatial and statistical analysis, and on-site evaluation of road signage. Three critical segments were identified, with particular emphasis on the section between kilometers 455 and 457, where the highest number of incidents was concentrated. Statistical analysis revealed recurrent patterns, such as lack of driver response and delayed or ineffective reactions, with accidents occurring most frequently during daylight hours and predominantly involving motorcyclists and young males aged 18 to 29. The field inspection revealed deficiencies in vertical and horizontal signage, including missing signs, worn paint, and a lack of visual warning elements. These shortcomings increase user vulnerability and underscore the need for signage review, educational initiatives, and the application of preventive engineering principles. For future studies, it is recommended to investigate the other critical segments identified, expanding the highway’s overall safety analysis. Incorporating traffic volume data, land use information, and assessing the severity of accidents along with their social and economic impacts may contribute to more effective intervention strategies.

Keywords: Traffic crashes. Road safety. Spatial analysis. Road infrastructure.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 : Classificação quanto à tipologia do sinistro.....	21
Quadro 2 : Funções e usos das cores na sinalização horizontal.....	27
Quadro 3 : Descrição dos aspectos da sinalização vertical observados na via.....	49
Quadro 4 : Descrição dos aspectos da sinalização horizontal observados na via.....	52
Quadro 5 : Descrição dos aspectos dos dispositivos auxiliares observados na via.....	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 : Sinistros de trânsito por mês e ano da ocorrência	41
Gráfico 2 : Sinistros por dia da semana de ocorrência	42
Gráfico 3 : Sinistros por turno de ocorrência	43
Gráfico 4 : Veículos envolvidos em sinistros de trânsito por ano de ocorrência	44
Gráfico 5 : Número de ocorrências por tipo de sinistro	46
Gráfico 6 : Quantidade de ocorrências por causa	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 : Pessoas envolvidas em sinistros por sexo e faixa etária para cada ano de estudo...45

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 : Comparativo entre os sinistros na TO-050 e Avenida Teotônio Segurado.....	17
Figura 2 : Causas das internações por sinistro de transporte.....	20
Figura 3 : Mapa de localização do município de Palmas - TO.....	33
Figura 4 : Mapa de densidade de Kernel, dados do ano de 2023.....	37
Figura 5 : Mapa de densidade de Kernel, dados do ano de 2024.....	39
Figura 6 : Mapa delimitando o trecho de estudo.....	48
Figura 7 : Situações observadas na via, sinalização vertical.....	51
Figura 8 : Situações observadas na via, sinalização horizontal.....	54
Figura 9 : Situações observadas na via, dispositivos auxiliares.....	56

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Abramet	Associação Brasileira de Medicina do Tráfego
ASV	Auditoria de Segurança Viária
CETRA	Conselhos Estaduais de Trânsito
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CONTRA	Conselho Nacional de Trânsito
CONTRAN	Conselho de Trânsito do Distrito Federal
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DENATRA	Departamento Nacional de Trânsito
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
JARI	Juntas Administrativas de Recursos de Infração
ONSV	Observatório Nacional de Segurança Viária
ONU	Organização das Nações Unidas
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PM	Polícia Militar
PRF	Polícia Rodoviária Federal
Sinan	Sistema de Informação de Agravos de Notificação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Problema de Pesquisa.....	15
1.2 Justificativa.....	16
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 Objetivo Geral.....	18
1.3.2 Objetivos Específicos.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 Definição de Sinistros de Trânsito e Fatores Geradores de Sinistros.....	19
2.2 Classificação quanto à tipologia do sinistro.....	21
2.3 Normas relacionadas com a segurança rodoviária em território nacional.....	22
2.4 Manual de Sinalização Vertical.....	23
2.4.1 Sinalização Vertical de Regulamentação.....	23
2.4.2 Sinalização Vertical de Advertência.....	25
2.4.3 Sinalização Vertical de Indicação.....	26
2.5 Manual de Sinalização Horizontal.....	27
2.6 Manual de Dispositivos Auxiliares.....	28
2.7 Pontos críticos.....	29
2.7.1 Técnicas de análise de pontos críticos.....	29
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	32
3.1 Caracterização da área de estudo.....	32
3.2 Obtenção e organização dos registros de ocorrências de sinistros de trânsito.....	34
3.3 Técnicas de pesquisa.....	35
3.3.1 Análise Geoespacial.....	35
3.3.2 Análise Estatística.....	36
3.3.3 Análise <i>in loco</i>	36

4 RESULTADOS.....	36
4.1 Análise geoespacial das ocorrências.....	36
4.2 Análise estatística das ocorrências de sinistros de trânsito.....	40
4.2.1 Meses do ano.....	40
4.2.2 Dia da semana e turno.....	41
4.2.3 Veículos envolvidos.....	43
4.2.4 Faixa etária e sexo.....	45
4.2.5 Tipo de sinistro.....	46
4.2.6 Causa do sinistro.....	47
4.3 Análise <i>in loco</i> do trecho crítico.....	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
REFERÊNCIAS.....	59
ANEXO A.....	65
ANEXO B.....	70

1 INTRODUÇÃO

Os deslocamentos fazem parte do cotidiano das pessoas, uma vez que, em algum momento utilizam as vias para se locomover de um local a outro por diferentes finalidades e necessidades a serem atendidas. Além disso, o transporte de mercadorias é essencial para o funcionamento do comércio, o que permite o fluxo de produtos e serviços. Esse movimento contínuo de pessoas e mercadorias é denominado trânsito, o qual pode envolver diferentes tipos de veículos, desde aqueles movidos por força humana, animal ou por meio de veículos motorizados. No trânsito, interferências negativas entre os usuários podem ocasionar sinistros, resultando em danos materiais, emocionais, físicos ou até mesmo em fatalidades.

De acordo com dados do Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV), em 2022, o Brasil registrou 33.894 vítimas fatais no trânsito, enquanto, em 2019 este número foi 31.945 fatalidades (ONSV, 2024). Segundo Santos e Saraiva (2024), os dados apresentados pelo ONSV representam um aumento dos sinistros de 0,24% em 2022, em relação a 2019. Embora essa porcentagem possa parecer baixa à primeira vista, é importante ressaltar que o número de mortes no trânsito tem apresentado um crescimento contínuo desde 2019 (ONSV, 2024). A região Norte foi a mais afetada, com um acréscimo de 243 óbitos em comparação a 2021, o que corresponde a uma variação percentual de 7,61% (Santos; Saraiva, 2024).

Entre os principais fatores que contribuem para a ocorrência de sinistros, destaca-se a precariedade da sinalização viária (Halla; Silva, 2018). Em 2017, a avaliação de mais de 105 mil quilômetros de rodovias revelou que 52,9% destas apresentavam algum tipo de deficiência nas placas de sinalização, assim como na pintura das faixas centrais e laterais (CNT, 2018a). Esse cenário contraria o disposto no artigo 88 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), que determina que “nenhuma via pavimentada poderá ser entregue após sua construção, ou reaberta ao trânsito após a realização de obras ou de manutenção, enquanto não estiver devidamente sinalizada, vertical e horizontalmente, de forma a garantir as condições adequadas de segurança na circulação” (Brasil, 1997a). Além disso, o artigo 90 deste documento estabelece que “não serão aplicadas as sanções previstas neste Código por inobservância à sinalização quando esta for insuficiente ou incorreta”.

Um relatório intitulado “Sinalização ruim agrava acidentes mesmo com pavimento em boas condições”, publicado pela Confederação Nacional dos Transportes (CNT), revela o impacto da sinalização na ocorrência e agravamento dos sinistros (CNT, 2018b). Conforme os dados divulgados pela CNT, em trechos com boas condições de pavimento, mas sinalização considerada péssima, o índice de mortes foi de 18,9 mortes por 100 sinistros, um

valor 2,2 vezes maior do que nos trechos com boas condições tanto de pavimento quanto de sinalização (CNT, 2018b). Neste sentido, a relevância deste estudo reside no impacto direto que uma sinalização adequada pode exercer na prevenção de sinistros e na preservação da vida dos usuários das vias (Silvestre, 2022). No contexto local, a BR-010 apresenta um histórico alarmante de sinistralidade (Palmas, 2022), o que torna fundamental a realização de um estudo de caso nesta rodovia visando identificar as possíveis causas desses incidentes.

Diante da alta incidência de sinistros, é fundamental investigar suas causas, mapear grupos vulneráveis e identificar os trechos de maior risco. Essas análises possibilitam a proposição de medidas preventivas para reduzir os índices de sinistros e contribuir para a segurança viária. Este estudo parte da premissa da complexidade do trânsito e suas variáveis, focando na relação entre sinistros e a sinalização viária. Assim, são desenvolvidas três análises distintas, sendo elas análise espacial, análise estatística e análise *in loco*, que buscam explorar a causalidade dos sinistros e demonstrar a importância da investigação da sinalização viária como ferramenta essencial para a redução da sinistralidade.

1.1 Problema de Pesquisa

A elevada incidência de sinistros de trânsito nas rodovias federais brasileiras resulta, anualmente, em significativos danos materiais, lesões e, em muitos casos, mortes, impondo elevados custos sociais e econômicos à sociedade (Porto, 2018). Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2023), os sinistros de trânsito causam cerca de 1,19 milhões de mortes por ano no mundo, afetando principalmente pedestres, ciclistas e motociclistas, e configurando-se como a principal causa de morte entre jovens de 5 a 29 anos. No Brasil, dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2022) apontam um aumento de 50,3% no número de sinistros nas rodovias federais na última década, com crescimento de 50% no número de feridos e de 34,5% nas mortes durante este período. Este cenário evidencia urgência na investigação dos fatores de risco associados à ocorrência dos sinistros, bem como a necessidade de implementação de medidas preventivas eficazes para reduzir estes números.

De acordo com a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2022), o número de ocorrências nas rodovias federais brasileiras aumentou de 63.447 em 2020 para 64.452 casos em 2021, representando um crescimento de 1,65%. No mesmo período, o número de mortes subiu de 5.287 para 5.391, o que corresponde a um aumento de 2,0% (CNT, 2022). No Tocantins, foram registrados 959 sinistros de trânsito no primeiro trimestre de 2023, segundo

dados divulgados pela Secretaria da Comunicação (Tocantins, 2023). Deste total, 101 resultaram em mortes, sendo os motociclistas as principais vítimas fatais, com 41 óbitos registrados entre eles (Tocantins, 2023).

Entre os principais fatores de risco, o comportamento humano se destaca como uma das causas mais recorrentes de sinistros de trânsito (Hoffmann, 2005). Ainda segundo Hoffmann (2005), estima-se que cerca de 90% destes eventos estão relacionados a infrações das leis de trânsito ou falha humana. Em Palmas – TO, cerca de 45% dos sinistros graves e fatais registrados no ano de 2021 foram atribuídos à ingestão do álcool (Palmas, 2023), evidenciando uma problemática acerca do comportamento humano na dinâmica dos acidentes viários. Embora, o fator humano seja um ponto crucial na ocorrência dos sinistros, a infraestrutura das vias também desempenha um papel relevante que impacta diretamente na segurança viária, uma vez que a infraestrutura foi identificada como o segundo principal fator associado aos sinistros em Palmas – TO, estando relacionada a aproximadamente 37% das ocorrências registradas entre maio e setembro de 2021 (Palmas, 2023). Assim, torna-se necessário analisar as condições estruturais, a sinalização e outros elementos da infraestrutura viária visando identificar aspectos que possam influenciar diretamente a ocorrência de sinistros.

Neste contexto, as ferramentas de análise espacial, como o QGIS, assumem um papel fundamental para uma compreensão aprofundada da dinâmica dos sinistros viários, permitindo a avaliação da distribuição espacial das ocorrências, a identificação de pontos críticos e a orientação de intervenções preventivas de forma mais eficiente. Portanto, a integração dessas ferramentas com uma análise detalhada dos fatores contribuintes é indispensável para um diagnóstico preciso das deficiências na infraestrutura viária e para a elaboração de estratégias eficazes de prevenção de sinistros.

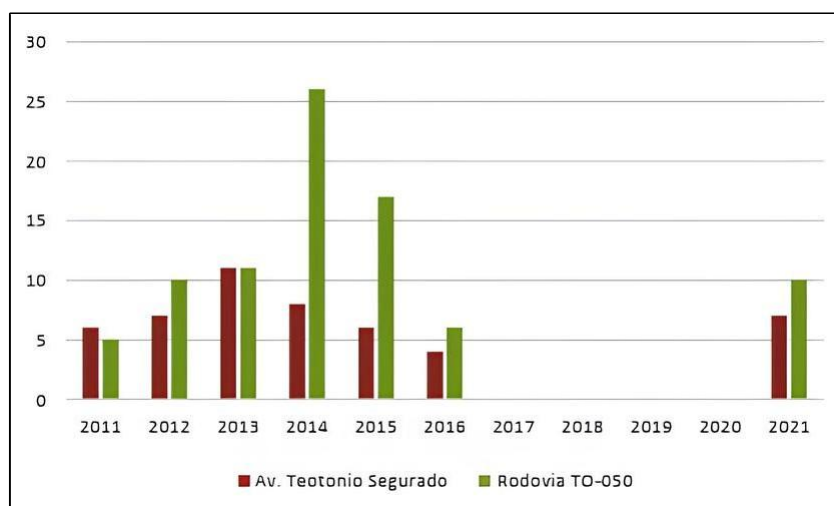
1.2 Justificativa

De acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), os sinistros de trânsito são a segunda maior causa de morte entre jovens de 10 a 24 anos nas Américas (OPAS, 2019). No Brasil, entre os anos de 2010 e 2019, houve um aumento de 13,5% nas fatalidades no trânsito em comparação com a década anterior, conforme os dados divulgados pelo IPEA (IPEA, 2023). O crescente aumento do tráfego rodoviário no Brasil acarreta desafios acerca da mobilidade urbana (Gorgulho; Tredinnick, 2020), o que torna urgente a adoção de medidas preventivas para minimizar os riscos e os impactos dos sinistros,

contribuindo para um sistema de transporte mais seguro e eficiente. Este crescimento, mesmo após a campanha da Organização das Nações Unidas (ONU), denominada “1º Década de Ação pela Segurança no Trânsito”, evidencia a urgência de uma reflexão sobre a eficácia das políticas de segurança no sistema viário brasileiro.

De acordo com o Governo Estadual do Tocantins (2023), foram registrados 959 sinistros de trânsito no Estado no primeiro trimestre de 2023, resultando em 101 mortes, conforme a base de dados do SINAN (Tocantins, 2023). No perímetro urbano de Palmas – TO, a BR-010 apresenta um histórico de elevadas taxas de sinistros, com números significativamente superior aos registrados na Avenida Teotônio Segurado, principal via municipal da capital. No entanto, este comparativo refere-se ao período anterior à federalização da BR-010, quando esta ainda era classificada como rodovia estadual sob a denominação TO-050 (Palmas, 2022). Na figura 1, é possível observar o gráfico comparativo que destaca a elevada incidência de sinistros na TO-050 (Palmas, 2022). Este histórico de sinistros reforça preocupações quanto à segurança viária da rodovia BR-010 e reforça a necessidade de um estudo aprofundado para buscar compreender os fatores que contribuem para esses altos índices. O gráfico apresentado na Figura 1 revela que a maioria dos sinistros no perímetro urbano de Palmas – TO ocorreu na TO-050, exceto no ano de 2011, onde o maior número de acidentes ocorreu na Avenida Teotônio Segurado. Já a redução das ocorrências de sinistros na Avenida Teotônio Segurado, observada entre os anos de 2013 e 2016, está relacionada à instalação de semáforos e radares (Palmas, 2022). Cabe ressaltar que a ausência de dados comparativos entre os sinistros ocorridos na rodovia TO-050 e na Avenida Teotônio Segurado entre os anos de 2017 e 2020 ocorreu devido à indisponibilidade de informações nas fontes pesquisadas.

Figura 1: Comparativo entre os sinistros na TO-050 e Avenida Teotônio Segurado



Fonte: Palmas, 2022

Diante o exposto, evidencia-se a necessidade de uma análise aprofundada dos incidentes viários registrados no perímetro urbano de Palmas – TO, especificamente na BR-010, antiga TO-050, com base nos dados disponibilizados pela Polícia Rodoviária Federal (Brasil, 2025), visando identificar os principais fatores que contribuem para a ocorrência desses eventos, além de avaliar a infraestrutura local, como sinalização horizontal e vertical, bem como as características da via.

A relevância deste estudo também está diretamente relacionada à responsabilidade dos profissionais da engenharia civil, cuja atuação é fundamental para a melhoria das condições das rodovias, o planejamento de novas infraestruturas viárias e na adoção de práticas de manutenção que assegurem maior segurança aos usuários. Deste modo, este estudo se justifica pela necessidade de compreender os principais fatores que influenciam a ocorrência de sinistros de trânsito, além de avaliar o atendimento às normas vigentes no que tange a segurança rodoviária, visando contribuir para melhoria da segurança nas rodovias e minimização dos impactos negativos para a sociedade.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é analisar as condições da segurança viária da rodovia BR-010, em um trecho com elevada taxa de sinistralidade, localizado no perímetro urbano da cidade de Palmas – TO.

1.3.2 Objetivos Específicos

Este trabalho tem os seguintes objetivos específicos:

1. Analisar a distribuição espacial dos sinistros no perímetro urbano da BR-010 em Palmas - TO.
2. Identificar os pontos críticos da BR-010, dentro do perímetro urbano de Palmas - TO.
3. Realizar análise estatística identificando padrões nas ocorrências.

4. Realizar *in loco* uma análise da sinalização viária do trecho crítico, observando as características da sinalização horizontal e vertical, bem como, dos dispositivos auxiliares.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Definição de Sinistros de Trânsito e Fatores Geradores de Sinistros

Primeiramente, é essencial compreender o conceito de sinistro de trânsito. Este termo substitui o antigo "acidente de trânsito", após a revisão da NBR 10697 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) no ano de 2020. A mudança de nomenclatura visou promover uma reflexão sobre a realidade de que muitos sinistros são previsíveis e podem ser evitados por meio de medidas preventivas (ABRAMET, 2021). Assim, a utilização do termo "sinistro" pretende enfatizar a necessidade de uma abordagem mais cautelosa e proativa para a segurança viária, em contraste com a ideia de um "acidente" como um evento imprevisível.

Os fatores que contribuem para esse cenário complexo e agressivo no trânsito são diversos e interligados. Para Chagas (2011), a ocorrência de um sinistro pode ser resultado de múltiplas causas, refletindo uma interação de elementos distintos. De acordo com a NBR 10.697 (ABNT, 2020), há cinco (5) fatores geradores de sinistros no trânsito, sendo eles:

- Fator humano: “Comportamento do homem como condutor, passageiro ou pedestre, responsável pela ocorrência do sinistro” (ABNT, 2020). Este é considerado o principal fator causador de sinistros. De acordo com Bottesini; Nodari (2011), cerca de 90% dos sinistros são atribuídos a falhas humanas, como erros de julgamento, distração, excesso de velocidade, cansaço, consumo de álcool ou drogas ilícitas, e violações das normas de trânsito. Esses comportamentos podem ocorrer tanto de forma consciente quanto inconsciente, revelando a necessidade urgente de educação no trânsito e conscientização dos motoristas.
- Fator veicular: Refere-se às condições do veículo no momento do sinistro, sendo a causa para a ocorrência do sinistro. Isso inclui falhas mecânicas, como problemas nos freios, defeitos no sistema de direção ou iluminação inadequada.
- Fator viário: Este fator abrange as condições das vias, sinalização e infraestrutura da pista como motivo da ocorrência do sinistro. Buracos, falta de iluminação, sinalização deficiente e o mau estado de conservação das estradas podem aumentar

significativamente o risco de um sinistro, especialmente em condições climáticas adversas ou à noite.

- Fator externo: Trata-se dos elementos externos à via que comprometem a segurança no trânsito e contribuem para a ocorrência de sinistros, como condições climáticas, ambientais, naturais, bem como, objetos ou animais. Como por exemplo, a condição da via em um dia chuvoso ou com neblina prejudica diretamente na visibilidade dos condutores.
- Fator operacional: Posicionamento inadequado ou amarração incorreta da carga, bem como, a incompatibilidade entre as cargas e as especificações do veículo, sendo responsáveis pela ocorrência do sinistro.

Dados da Associação Brasileira de Medicina do Tráfego (ABRAMET), revelam que, em 2023, foram registradas 260 mil internações hospitalares decorrentes de sinistros de trânsito, sendo que 76% dos casos envolveram pedestres, ciclistas e motociclistas (ABRAMET, 2024). O aumento do número de vítimas de sinistros de trânsito destaca a urgência e a relevância de uma tratativa a respeito da segurança viária no país. A Figura 2 apresenta uma tabela com os números de internações por causa de sinistro de transporte em diversas modalidades, evidenciando uma tendência de aumento nos grupos mais vulneráveis, como pedestres, ciclistas e motociclistas. Em 2023, por exemplo, as internações de motociclistas superaram 141,7 mil, refletindo essa crescente vulnerabilidade.

Figura 2: Causas das internações por sinistro de transporte

Grupo de Causas	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
Motociclista traumatizado	95.373	99.663	104.719	104.217	106.592	114.908	114.628	127.732	129.652	141.748	1.139.232
Pedestre traumatizado	40.322	31.839	31.795	33.119	33.174	32.498	27.595	30.784	36.609	39.125	336.860
Ciclista traumatizado	9.238	10.750	11.611	11.737	12.134	13.163	14.397	16.072	15.101	15.573	129.776
Ocupante de triciclo motorizado traumatizado	919	809	594	671	758	803	607	596	542	527	6.826
Ocupante de automóvel traumatizado	15.237	14.353	14.086	13.327	12.418	11.809	11.457	12.801	12.601	12.726	130.815
Ocupante de caminhonete traumatizado	309	355	383	426	387	498	487	586	474	425	4.330
Ocupante de veículo de transporte pesado traumatizado	719	671	761	891	815	824	849	915	917	1.122	8.484
Ocupante de ônibus traumatizado	410	504	437	310	363	316	226	252	304	416	3.538
Outros acidentes de transporte terrestre	13.480	15.889	16.057	16.436	16.809	17.994	17.642	19.463	18.912	17.867	170.549
Acidentes de transporte por água	563	441	263	257	274	339	319	404	346	290	3.496
Acidentes de transporte aéreo e espacial	135	119	121	78	112	158	118	76	75	74	1.066
Outros acidentes de transporte e casos não especificados	29.319	28.981	28.082	27.803	25.735	26.189	24.723	25.646	26.498	30.249	273.225
Total	206.024	204.374	208.909	209.272	209.571	219.499	213.048	235.327	242.031	260.142	2.208.197

Fonte: ABRAMET, 2024

Segundo os dados da ABRAMET (2024), os homens representam a maioria dos envolvidos nos sinistros de trânsito, correspondendo a aproximadamente 80% das interações e óbitos registrados. E a faixa etária mais afetada é de 20 a 39 anos (ABRAMET, 2024).

2.2 Classificação quanto à tipologia do sinistro

A ABNT classifica os sinistros de trânsito quanto à sua tipologia, conforme consta na NBR 10697 (ABNT, 2020) (Quadro 1):

Quadro 1: Classificação quanto à tipologia do sinistro

Atropelamento animal	Sinistro onde um ou mais animais são atingidos por um veículo em movimento.
Atropelamento de pessoa	Sinistro que ocorre quando uma ou mais pessoas sofre impacto com um veículo em movimento.
Capotamento	Sinistro de trânsito no qual o veículo gira sobre si mesmo, independente do sentido, contanto que em algum momento fique com as rodas para cima, ficando imóvel em qualquer posição.
Choque	Sinistro no qual o veículo colide contra objeto fixo ou móvel sem movimento.
Colisão	Impacto de um veículo em movimento com outro veículo que também está em movimento.
Colisão frontal	Esse é um tipo de colisão na qual os veículos colidem frontalmente, estando estes transitando em sentidos opostos, na mesma direção.
Colisão lateral	Tipo de colisão que acontece quando os veículos colidem lateralmente. Isso pode ocorrer quando ambos os veículos estão na mesma direção, seja no mesmo sentido ou em sentidos opostos.

Colisão transversal	Acontece quando os veículos se cruzam, ou seja, transitam em direções que se encontram, seja de forma perpendicular ou oblíqua.
Colisão traseira	Ocorre quando um veículo colide contra a parte traseira de outro, seja na frente contra a traseira ou entre as traseiras. Esse tipo de colisão pode ocorrer quando os veículos estão na mesma direção ou em sentidos opostos, sendo que ao menos um deles pode estar em marcha à ré.
Engavetamento	Sinistro em que três ou mais veículos se colidem, um atrás do outro, no mesmo sentido de circulação, geralmente devido a uma sequência de colisões traseiras, laterais ou transversais.
Queda	Ocorre quando o veículo sofre uma queda, ou ainda, quando pessoas ou cargas transportadas caem devido ao movimento do veículo.
Tombamento	Sinistro em que o veículo sai de sua posição normal e fica imobilizado deitado de lado, com a frente ou traseira para baixo.
Outros	Qualquer sinistro que não se encaixe nas definições mencionadas anteriormente.
Sequência	Combinação de diferentes sinistros de trânsito já definidos.

Fonte: ABNT, 2020

2.3 Normas relacionadas com a segurança rodoviária em território nacional

Na década de 90, o trânsito no Brasil era regulamentado por três fontes normativas: o Código Nacional de Trânsito (Lei nº 5.108/1966), o Regulamento do Código Nacional de Trânsito (Decreto nº 62.127/1968) e as Resoluções do Conselho Nacional de Trânsito. O Código Nacional de Trânsito, instituído em 1966, já se mostrava desatualizado em relação às novas demandas sociais da década de 1990.

Atualmente, o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), instituído pela Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, é o principal conjunto de normas que regulamenta o trânsito no Brasil, e estabelece regras sobre o comportamento dos motoristas, o uso de veículos e a infraestrutura viária, com o objetivo de promover a segurança no trânsito (Brasil, 1997b).

Segundo o artigo 5º do CTB, o Sistema Nacional de Trânsito é composto por órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios que desempenham funções específicas para garantir a organização e a segurança no trânsito

(Brasil, 1997c). O CTB especifica em seu artigo 7 definindo a composição do Sistema Nacional de Trânsito, mencionando o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) como órgão coordenador do Sistema, sendo também o máximo normativo e consultivo. Além disso, há Conselhos Estaduais de Trânsito (CETRA) e o Conselho de Trânsito do Distrito Federal (CONTRAN-DF), que têm funções normativas, consultivas e coordenadoras (Brasil, 1997d). Os órgãos e entidades executivos de trânsito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios também fazem parte do sistema, assim como os órgãos e entidades executivos rodoviários nessas esferas. A Polícia Rodoviária Federal (PRF) e as Polícias Militares (PM) dos Estados e do Distrito Federal também são componentes essenciais, com a responsabilidade de fiscalizar e garantir a segurança nas vias. Por fim, as Juntas Administrativas de Recursos de Infrações (JARI), têm a função de analisar e decidir sobre os recursos relacionados a infrações de trânsito (Brasil, 1997b).

2.4 Manual de Sinalização Vertical

A sinalização vertical é um conjunto de placas instaladas ao longo das vias para orientar os motoristas e pedestres, utilizadas para transmitir informações essenciais aos usuários das vias (CONTRAN, 2022a). A sinalização vertical é classificada em três categorias, de acordo com a sua função. Essas categorias dividem-se em Regulamentação, Advertência e Indicação, cada uma possui um manual específico trazendo as normas sobre cada categoria.

Além das diretrizes do CONTRAN, o CTB também estabelece regras sobre a sinalização viária. O artigo 80 do CTB determina que a sinalização deve ser padronizada e visível, garantindo que os condutores possam reagir adequadamente às advertências indicadas na via (Brasil, 1997e). Enquanto, o artigo 90 do CTB reforça que a inobservância da sinalização pode comprometer a segurança do trânsito e, em alguns casos, resultar em infrações para os motoristas que não respeitam as orientações indicadas (Brasil, 1997f).

As placas de sinalização devem sempre considerar os princípios de visibilidade, legibilidade e coerência, sendo que devem estar bem-posicionadas, limpas, conservadas e livres de obstruções como vegetação, estruturas urbanas ou publicidade, garantindo a clareza da informação transmitida. A ausência de manutenção pode comprometer a eficácia da sinalização, o que pode dificultar as ações de fiscalização.

2.4.1 Sinalização Vertical de Regulamentação

Conforme o Manual de Sinalização Vertical de Regulamentação, a sinalização vertical de regulamentação tem o fito de informar aos usuários da via as regras que devem ser seguidas, como condições, proibições, obrigações e restrições tanto para vias urbanas quanto rurais (CONTRAN, 2022a). Essa sinalização é feita por meio de placas instaladas verticalmente, ao lado ou acima da pista, e transmite mensagens claras e diretas por meio de símbolos e/ou palavras padronizadas.

As mensagens dessas placas são de caráter imperativo, ou seja, devem ser obedecidas, pois seu descumprimento configura infração de trânsito conforme o Código de Trânsito Brasileiro (Brasil, 1997b). Por esta razão, elas têm grande relevância para a segurança nas vias, sendo essenciais para a organização do tráfego e a prevenção de sinistros.

A sinalização vertical utiliza formas e cores padronizadas para facilitar a identificação por parte dos usuários. A maioria das placas de regulamentação possui formato circular, nas cores vermelha, preta e branca. Entretanto, existem duas exceções, a placa de “Parada Obrigatória” (R-1) que tem formato octogonal e a de “Dê a preferência” (R-2) de formato triangular (CONTRAN, 2022a). Em alguns casos, é permitido o uso de informações complementares, como horários de validade da proibição, tipos de veículos atingidos ou restrições específicas. Essas informações são inseridas em placas adicionais, posicionadas abaixo da placa principal e seguindo o mesmo padrão visual. No entanto, não é permitido acrescentar informações às placas R-1 e R-2.

Ainda, o manual organiza as 57 placas regulamentadoras em 8 grupos, segundo a natureza da regra ou restrição. Esses 8 grupos são:

1. Preferência de passagem.
2. Velocidade.
3. Sentido de circulação.
4. Movimentos proibidos ou obrigatórios.
5. Normas especiais de circulação (incluindo controle de faixas e restrições por tipo de veículo).
6. Controle das características dos veículos que transitam na via.
7. Estacionamento.
8. Trânsito de pedestre e ciclistas.

O Anexo A apresenta mais detalhes sobre essas placas, onde podem ser observados seus sinais, códigos e nomes, bem como o grupo pertencente a cada uma.

2.4.2 Sinalização Vertical de Advertência

A sinalização vertical de advertência tem por finalidade alertar os usuários sobre condições potencialmente perigosas, obstáculos ou restrições presentes na via ou em suas proximidades (CONTRAN, 2022b). Essas placas indicam a natureza das situações adiante, podendo sinalizar riscos permanentes ou eventuais (CONTRAN, 2022b). Esta sinalização é composta por placas de fundo amarelo (exceto a placa A-24) e símbolos na cor preta, garantindo alta visibilidade e rápida assimilação das informações por parte dos motoristas. De acordo com a Resolução CONTRAN nº 973/2022, essas placas devem seguir padrões técnicos específicos para garantir sua eficácia e uniformidade em todo o território nacional (Brasil, 2022).

Esse tipo de sinalização deve ser utilizado sempre que o perigo não for evidente por si só, garantindo que os condutores tenham tempo suficiente para ajustar sua velocidade e adotar medidas preventivas, o que contribui para melhoria da segurança viária. A redução da velocidade é uma das principais recomendações associadas a essas placas, pois permite que motoristas e pedestres reajam de forma segura aos possíveis riscos identificados na via (CONTRAN, 2022b).

A instalação da sinalização de advertência deve ser baseada em estudos técnicos de engenharia, considerando aspectos físicos, geométricos, operacionais e ambientais, além de dados estatísticos sobre sinistros e a ocupação do solo adjacente. A decisão de posicionamento das placas exige uma análise criteriosa das condições locais e do comportamento dos usuários da via, garantindo que sejam instaladas onde realmente se façam necessárias (CONTRAN, 2022b).

O Manual de Sinalização Vertical de Advertência divide as 69 placas de advertência em grupos e subgrupos, conforme sua natureza, função, característica e aspecto do trânsito que advertem (CONTRAN, 2022b). Esses grupos e subgrupos são:

1. Curvas horizontais.
 - 1.1. Curvas isoladas.
 - 1.2. Sequência de curvas.
2. Interseções.
3. Controle de tráfego.
4. Interferência de Transporte.
5. Condições da superfície da pista.

6. Perfil longitudinal.
7. Traçado da pista.
8. Obras.
9. Sentido de circulação.
10. Situações de risco eventual.
11. Pedestres e ciclistas.
12. Restrições de dimensões e peso de veículos.

O Anexo B apresenta essas placas, onde são apresentados os seus sinais, códigos e nomes, bem como o grupo pertencente a cada uma.

2.4.3 Sinalização Vertical de Indicação

A sinalização vertical de indicação tem como objetivo fornecer informações úteis aos usuários da via, auxiliando na orientação, localização e identificação de serviços e destinos. De acordo com o Volume III do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, publicado pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2022c), esse tipo de sinalização é essencial para garantir a fluidez do tráfego e facilitar a mobilidade dos condutores e pedestres.

As placas de indicação são caracterizadas pelo fundo azul ou verde, com símbolos e textos brancos, garantindo alta visibilidade e compreensão rápida. Elas podem ser classificadas em três categorias principais: orientação de destino, que informa sobre cidades, bairros e pontos de interesse; serviços auxiliares, que indicam postos de combustível, hospitais, restaurantes e outros serviços essenciais; e atrativos turísticos, que sinalizam locais de interesse cultural, histórico ou natural.

A instalação dessas placas deve seguir critérios técnicos estabelecidos pelo CONTRAN, considerando aspectos como distância entre os sinais, legibilidade e posicionamento adequado. Segundo a Resolução CONTRAN nº 486/2014, que aprova o Manual de Sinalização Vertical de Indicação, a correta aplicação dessas placas contribui para a segurança viária e a organização do trânsito, evitando confusão e garantindo que os condutores possam tomar decisões de forma segura e eficiente (Brasil, 2014).

Além disso, o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), em seu Artigo 90, reforça que a sinalização deve ser clara e padronizada, garantindo que os motoristas possam compreender as informações sem dificuldades (Brasil, 1997f). A manutenção periódica dessas placas é fundamental para evitar desgastes que comprometam sua visibilidade e eficácia.

2.5 Manual de Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal é um elemento essencial para a organização e segurança do trânsito, sendo responsável por orientar condutores e pedestres sobre regras de circulação, delimitação de espaços e advertências. Segundo o Manual Brasileiro de Sinalização Horizontal, essa sinalização é composta por várias marcas aplicadas no pavimento, como faixas, símbolos e inscrições, que desempenham funções de regulamentação, advertência e indicação (CONTRAN, 2022d).

O referido manual estabelece padrões técnicos para cores, dimensões e materiais utilizados garantindo uniformidade e eficácia na comunicação visual das vias. As marcas longitudinais, por exemplo, são utilizadas para separar fluxos de tráfego e indicar restrições de ultrapassagem, enquanto, as transversais orientam sobre paradas obrigatórias ou travessias de pedestres, por exemplo (CONTRAN, 2022d). Além disso, a sinalização horizontal complementa a sinalização vertical, reforçando informações essenciais para o tráfego seguro (Santos, 2021).

De acordo com Santos (2021), a padronização das cores na sinalização horizontal tem como objetivo orientar e organizar o fluxo de veículos e pedestres. Essa sinalização pode ser representada por cinco cores: branca, amarela, azul, vermelha e preta, cuja escolha varia conforme a finalidade e a localização. O Quadro 2 a seguir apresenta os usos e funções para cada cor.

Quadro 2: Funções e usos das cores na sinalização horizontal

Cores da Sinalização Horizontal	
Cor	Usos e funções
Amarela	• Dividir fluxos em sentidos opostos • Proibir ou delimitar áreas de estacionamento • Demarcar obstáculos
Branca	• Dividir fluxos no mesmo sentido • Demarcar áreas de estacionamento especiais e faixas de pedestres • Utilizada na pintura de símbolos e legendas
Azul	• Exclusivamente para demarcação de área reservada ao estacionamento ou

Cores da Sinalização Horizontal	
	embarque/desembarque de pessoas com deficiência
Vermelha	● Marcar áreas de ciclovia ● Utilizada nos símbolos de hospitais e farmácias ● Utilizada para proporcionar contraste entre a cor do pavimento e marcações horizontais
Preta	● Utilizada para proporcionar contraste entre a cor do pavimento e marcações horizontais

Fonte: CONTRAN, 2022

Dessa forma, a correta aplicação e conservação da sinalização horizontal são fundamentais para garantir a segurança viária e a fluidez do trânsito. Assegurando uma orientação eficiente para condutores e pedestres, além de reforçar a sinalização vertical.

2.6 Manual de Dispositivos Auxiliares

Os dispositivos auxiliares são elementos aplicados na via ou em obstáculos próximos a ela, de forma a tornar a operação de trânsito mais eficiente e segura (CONTRAN, 2022f). De acordo com o Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume VI, esses dispositivos têm a função de delimitar, alertar e proteger os usuários das vias (CONTRAN, 2022f). Entre os principais dispositivos destacam-se as tachas, defensas metálicas, marcadores de obstáculos e barreiras de concreto.

As tachas são elementos retro refletivos instalados no pavimento para reforçar a sinalização horizontal, especialmente em condições de baixa visibilidade. Segundo o CONTRAN (2022f), elas auxiliam na delimitação de faixas de rolamento e na indicação de áreas de ultrapassagem proibida, contribuindo para a segurança dos condutores.

As defensas metálicas são barreiras de proteção instaladas nas margens das rodovias para reduzir o impacto de colisões e evitar que veículos saiam da pista (DER/PR, 2024). De acordo com o Manual de Segurança Rodoviária, elaborado pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná (DER/PR), essas estruturas são projetadas para absorver parte da energia do impacto, minimizando danos aos ocupantes dos veículos (DER/PR, 2024).

Os marcadores de obstáculos são dispositivos de alerta instalados em pontos estratégicos para sinalizar a existência de obstáculos capazes de comprometer a segurança. Esses obstáculos incluem pilares, viadutos, vigas, passarelas e demais elementos físicos situados na via ou em sua área adjacente (CONTRAN, 2022f).

As barreiras de concreto são empregadas para proteger áreas de risco, como pontes e viadutos, por oferecerem alta resistência a impactos. No entanto, essas estruturas são menos eficientes para choques com ângulo de incidência elevado, uma vez que absorvem menos energia cinética no momento da colisão, ao contrário das defensas metálicas que protegem melhor os ocupantes dos veículos em qualquer situação (DER/PR, 2024). Segundo o Manual de Segurança Rodoviária do DER/PR, as barreiras de concreto são recomendadas para trechos de alta circulação e áreas urbanas com grande fluxo de veículos (DER/PR, 2024).

Dessa forma, a correta aplicação dos dispositivos auxiliares fortalece a segurança viária, aprimora a percepção da sinalização horizontal e complementa o conjunto de sinalizações das vias, proporcionando um ambiente mais seguro e organizado para condutores e pedestres (CONTRAN, 2022f).

2.7 Pontos críticos

Os pontos críticos, anteriormente denominados como pontos negros, são locais com as maiores taxas de sinistros de trânsito, ou seja, áreas onde o risco de sinistros é elevado. Por outra perspectiva, os pontos críticos são definidos com base em uma comparação entre as taxas de sinistros e uma taxa de referência. Dessa forma, os locais que apresentam taxas superiores a essa referência são considerados pontos críticos (DENATRAN, 2009).

Os pontos críticos de sinistros de trânsito estão frequentemente relacionados a locais específicos, como interseções, trechos de curvas ou áreas com visibilidade precária. Em alguns casos, esses locais perigosos se estendem, abrangendo trechos mais longos de vias, os chamados trechos críticos, que geralmente correspondem aos principais corredores de acesso ao centro das cidades (DENATRAN, 2009).

2.7.1 Técnicas de análise de pontos críticos

Existem diversas metodologias, tanto nacionais quanto internacionais, que podem ser utilizadas para a identificação de pontos críticos. O Manual de identificação, análise e tratamento de pontos negros elaborado pelo Departamento Nacional de Trânsito

(DENATRAN, 1982), apresenta as etapas recomendadas para a identificação de um ponto crítico, sendo elas:

1. Utilizar uma planilha para armazenamento dos dados, de posse dos registros de sinistros, listar os locais de ocorrência, com suas respectivas quantidades desses - vítimas fatais, com feridos e somente com danos materiais. Adotar preferencialmente, o período de referência de um ano.
2. Elaborar uma segunda listagem eliminando os locais que apresentarem menos de três sinistros no período considerado, desde que não tenha tido vítimas fatais.
3. Calcular o número de unidades-padrão de severidade (UPS) para os locais da segunda lista elaborada.
4. Classificar os locais com base nas interseções e nos trechos entre estas.
5. Levantar os volumes médios diários de tráfego (VMD), ou seja, a quantidade média de veículos que circulam diariamente por um trecho, para os trechos identificados no item anterior.
6. Determinar as taxas de sinistros para cada local, considerando o número de sinistros, em UPS, e o volume médio de tráfego.
7. Calcular as taxas médias (TM), para interseções e trechos analisados.
8. Selecionar os locais com taxas iguais ou superiores à média de cada grupo, considerando-os como pontos críticos.

Além disso, embora existam considerações complementares para fins de apresentação, destacam-se os oito passos principais utilizados na determinação de um ponto crítico, conforme os critérios estabelecidos pelo DENATRAN (1982).

Os métodos numéricos são amplamente utilizados no Brasil para a identificação de pontos críticos, principalmente devido à sua baixa complexidade. Estes métodos baseiam-se na comparação entre o número de sinistros e/ou as taxas de sinistros, e um valor de referência previamente estabelecido. Quando o número de sinistros registrados for igual ou maior do que esse valor de referência, o local é considerado um ponto crítico. Estes métodos podem ser agrupados em duas categorias principais: absolutos e relativos (Brandão, 2007).

No método absoluto, a quantidade de sinistros é o único critério considerado, sem levar em conta outras variáveis. Dentro dessa categoria, existem duas técnicas de avaliação (Brandão, 2007):

- Técnica do Número de Sinistros: nessa abordagem, um local é considerado crítico quando o número de sinistros registrado em um determinado período é maior ou igual à média aritmética dos sinistros ocorridos na área analisada.
- Técnica da Severidade dos Sinistros: além da quantidade de sinistros, essa técnica também considera a frequência e a gravidade dos sinistros.

Por outro lado, o método relativo leva em conta os riscos, a periculosidade e as tendências do local. Dentro dessa categoria são utilizadas duas técnicas (Brandão, 2007):

- Técnica da Taxa de Sinistro: é estabelecida uma relação entre o número de sinistros e o volume de tráfego no local.
- Técnica da Taxa de Severidade dos Sinistros: relaciona a quantidade de sinistros, a gravidade dos mesmos e o volume de tráfego.

Outra metodologia amplamente utilizada em território nacional são os métodos estatísticos, que se baseiam em modelos matemáticos probabilísticos para determinar os locais onde o risco de sinistro supera o valor estimado ou esperado (Lima, 2021).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) também são frequentemente utilizados para identificar pontos críticos de maneira eficiente (Carvalho, 2023). De acordo com Santos (2006, p. 36) “o termo Sistema de Informações Geográficas - SIG vem sendo largamente utilizado para as operações que envolvam recursos tecnológicos associados a eventos espacialmente identificáveis”. Os SIG são ferramentas de gestão de informações capaz de coletar, armazenar e recuperar dados relacionados às suas localizações, identificar locais dentro de um ambiente com base em critérios específicos, explorar relações entre dados e facilitar a transferência de informações (Antenucci *et al.*, 1991). Trata-se, portanto, de um sistema computacional que armazena e integra dados, tanto geográficos quanto não geográficos, referenciados a feições de mapas, possibilitando uma ampla gama de processamentos, organização de informações, criação de mapas, análises e modelagem (Antenucci *et al.*, 1991).

Com o objetivo de identificar potenciais problemas no traçado e propor modificações para mitigar os riscos associados que possam surgir com a implantação do projeto, realiza-se uma Auditoria de Segurança Viária (ASV), que consiste em um método sistemático focado na segurança viária visando uma avaliação e revisão formal de projetos viários. Esta auditoria pode ser realizada em diferentes estágios do processo, desde o projeto básico até o executivo, e também em vias já existentes, sendo, neste caso, denominada como Inspeção de Segurança Viária (ISV) (Wra; Santos; Rizzoni, 2022). A ASV gera um relatório

com recomendações para corrigir deficiências de segurança viária, abordando tanto as características físicas quanto operacionais das vias. Este processo de auditoria é baseado no comportamento real dos usuários, e não no comportamento ideal que o usuário deveria adotar. Dessa forma, as recomendações de uma auditoria geralmente envolvem medidas para orientar o comportamento seguro dos usuários por meio de intervenções no projeto viário (Wra; Santos; Rizzoni, 2022). Por isso, a ASV é essencial para evitar o desperdício de recursos em projetos inseguros e reduzir custos com reformas e sinistros (Nodari; Lindau, 2001).

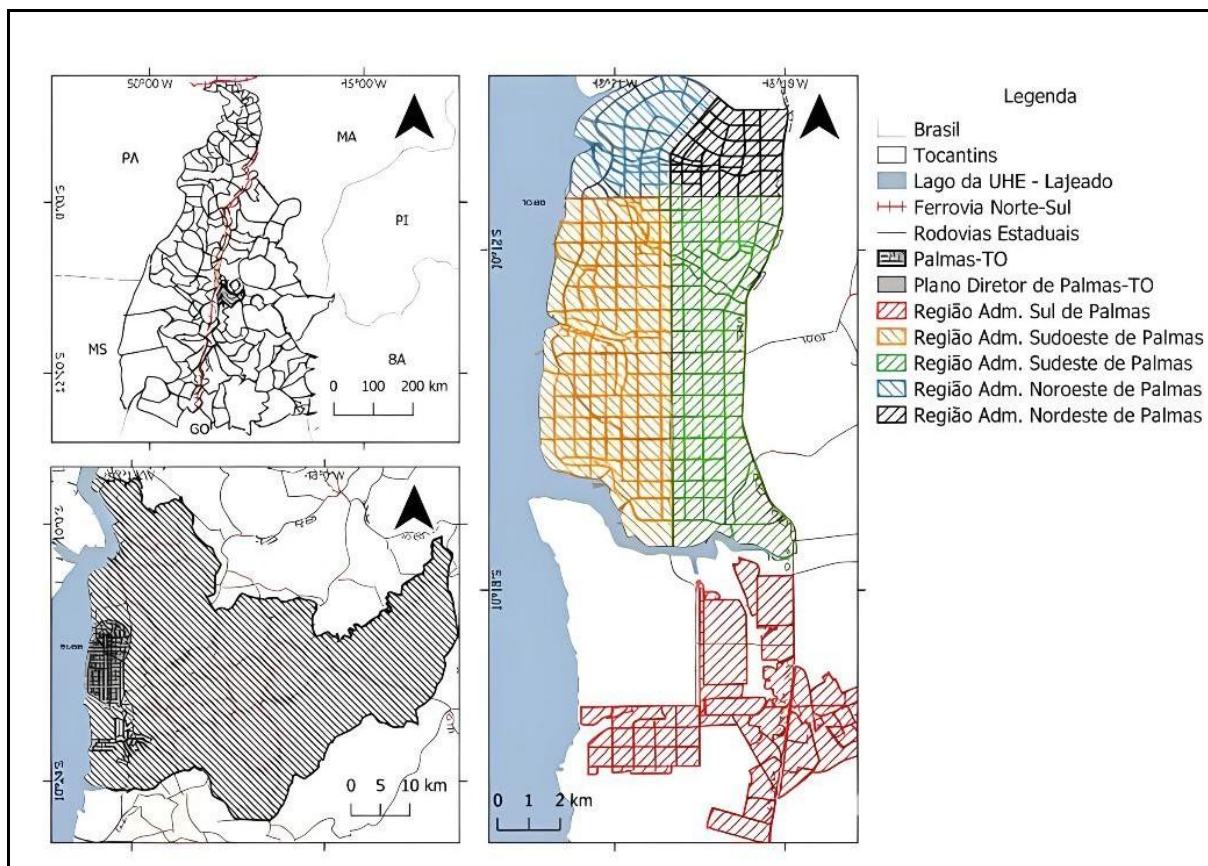
Diante deste contexto, observa-se que cada metodologia possui suas particularidades, vantagens e desafios que devem ser considerados na análise da segurança viária. Essas metodologias podem ser combinadas para fornecer uma análise mais abrangente, e a escolha de uma metodologia ou de um conjunto delas depende principalmente do objetivo do estudo e dos recursos disponíveis (Diógenes, 2008 *apud* Carvalho, 2023).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Caracterização da área de estudo

A cidade de Palmas, capital do Estado do Tocantins, está localizada na região Norte do Brasil. De acordo com os dados do censo de 2022 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o município possui uma área territorial de 2.227.329 quilômetros quadrados (km²) e uma população estimada de 302.692 habitantes. A Figura 3 apresenta o mapa de localização do município de Palmas. A capital tocantinense tem seu acesso pelas seguintes rodovias: TO-080, TO-020, TO-030 e TO-050.

Figura 3: Mapa de localização do município de Palmas - TO



Fonte: Sobrinho; Luz; Oliveira (2020)

A capital do Tocantins foi projetada para ser o centro propulsor do desenvolvimento estadual. Sua evolução urbana tem despertado interesse e gerado estudos que buscam analisá-la sob diversas perspectivas, como as econômicas, sociais e ambientais (Kran; Ferreira, 2006). Segundo seus idealizadores, a construção da cidade teve como objetivo proporcionar um novo impulso ao desenvolvimento do Estado, promovendo um equilíbrio geográfico entre o crescimento das áreas mais desenvolvidas, situadas ao longo da rodovia Belém-Brasília, e as regiões ainda estagnadas e em processo de desenvolvimento no leste do Estado (Vidal; Souza, 1992, p. 28 *apud* Kran; Ferreira, 2006, p. 123-124).

No ano de 2023, a frota de veículos de Palmas era de 235.901 unidades, composta majoritariamente por automóveis (39,62%), seguido de motocicletas (25,54%) e caminhonetes (10,43%) (IBGE, 2023). Os veículos de passeio (agrupados em automóveis, caminhonetes e camionetas) correspondem a 52,93% da frota total, por sua vez as motocicletas (agrupadas em motocicletas, motonetas e ciclomotores), correspondem a 35,46%. Enquanto no ano de 2024 era de 251.083, composta majoritariamente por automóveis (38,82%), seguido de motocicletas (25,62%) e caminhonete (10,75%) (IBGE, 2024). Os

veículos de passeio (agrupados em automóveis, caminhonetes e camionetas) correspondem a 52,60% da frota total, por sua vez as motocicletas (agrupadas em motocicletas, motonetas e ciclomotores), correspondem a 35,60%.

O trecho estudado neste trabalho compreende o perímetro urbano da rodovia BR-010. Anteriormente, esta era uma rodovia estadual, denominada TO-050, e passou por um processo de federalização, tornando-se de jurisdição federal em 15 de dezembro de 2022 (Brasil, 2022). Atualmente, a BR-010 integra a malha Belém-Brasília, constituindo uma rota estratégica para o escoamento da produção de grãos produzidos no Tocantins (Tocantins, 2024).

Segundo Tocantins (2024), a federalização desta rodovia favorece o investimento de recursos por parte do Governo Federal para a realização de reformas significativas, como duplicação e melhorias, garantindo mais segurança para os usuários. A área de estudo está limitada ao perímetro urbano de Palmas - TO, e o trecho analisado será determinado com base na análise geoespacial.

3.2 Obtenção e organização dos registros de ocorrências de sinistros de trânsito

A localização dos sinistros de trânsito na área de estudo foi obtida através dos dados públicos disponibilizados pela Polícia Rodoviária Federal (PRF), por meio do portal eletrônico do Ministério da Justiça e Segurança Pública, que disponibiliza os dados relativos às infrações registradas nas rodovias federais (Brasil, 2025), onde é possível verificar informações detalhadas, incluindo as causas e tipos de sinistro, data e hora dos eventos, tipo de veículo envolvido, estado físico, sexo e idade das vítimas, além da quantidade ilesos, feridos leves, feridos graves e mortos. Também são especificados os perfil das vítimas e participantes relacionados às infrações, assim como, as coordenadas geográficas do local da ocorrência.

Os dados supramencionados são disponibilizados no formato de planilhas eletrônicas em arquivo de extensão “xlsm”. Para esta pesquisa, foram selecionados os dados dos anos de 2023 e 2024, uma vez que o trecho da rodovia BR-010, anteriormente sob jurisdição estadual, passou a ser federalizado a partir de dezembro de 2022. Considerando que a análise contempla somente o período posterior à federalização, o estudo foi limitado a esses dois anos. A pesquisa se concentrou exclusivamente no trecho da BR-010, localizada no perímetro urbano do município de Palmas – TO, sendo esta a única rodovia federal que atravessa a cidade.

Posteriormente, os registros dos sinistros foram filtrados pela localização (marco quilométrico – km), a fim de restringir-se apenas à área de interesse da pesquisa, ou seja, no perímetro urbano de Palmas – TO. Em seguida, os dados filtrados foram inseridos no *software* QGIS Desktop 3.32.3, utilizando as coordenadas geográficas constantes na planilha, para determinar a localização espacial de cada ocorrência, e em seguida gerar o mapa de densidade de Kernel ao longo da rodovia.

3.3 Técnicas de pesquisa

Neste estudo, foram combinadas as seguintes metodologias: análise geoespacial, análise estatística e análise *in loco* de um trecho crítico identificado.

3.3.1 Análise Geoespacial

A análise geoespacial foi aplicada com o intuito de identificar pontos críticos de sinistros rodoviários ao longo da BR-010, no perímetro urbano de Palmas - TO. A metodologia escolhida foi o modelo geoestatístico de densidade Kernel, pois, de acordo com Carvalho (2023, p. 36) “esse método permite a criação de mapas temáticos que possibilitam a identificação de pontos críticos por meio de ponderação dos dados dentro de um raio estabelecido”, o que permite estimar a intensidade dos sinistros e gerar mapas temáticos. Esse tipo de mapa destaca as áreas de maior concentração de sinistralidade.

Conforme Menezes; Pavanitto; Nascimento (2019), o mapa de densidade de Kernel é uma metodologia estatística usada para estimar curvas de densidade, proporcionando uma visão abrangente da intensidade do processo em diversas áreas do mapa, permitindo comparações entre as regiões. Neste sentido, o mapa de densidade de Kernel foi gerado com o objetivo de identificar os pontos críticos ao longo do perímetro urbano da rodovia BR-010, para uma posterior avaliação *in loco*.

A base de dados dos registros de ocorrências utilizada foi disponibilizada pela Polícia Rodoviária Federal (Brasil, 2025) com informações de localização, incluindo as coordenadas geográficas. Essas coordenadas foram utilizadas para identificar a localização dos sinistros registrados no trecho da rodovia analisado. Posteriormente, as coordenadas geográficas foram usadas para gerar um Mapa de densidade Kernel através do *software* QGIS, seguido de uma análise espacial da distribuição dos sinistros.

3.3.2 Análise Estatística

A análise estatística foi aplicada para realizar um levantamento inicial dos dados de sinistros rodoviários e compreender as possíveis relações entre as variáveis envolvidas. Essa abordagem teve como objetivo identificar padrões nas ocorrências de sinistros, além de destacar os perfis vítimas mais frequentes envolvidos nesses eventos. Esses dados foram analisados por meio de planilhas eletrônicas no software Microsoft Excel, permitindo a identificação das variáveis com maior influência na ocorrência de sinistros. Essa análise pode contribuir para a formulação de medidas corretivas e preventivas, orientadas pelas características mais recorrentes dos sinistros e suas interações.

3.3.3 Análise *in loco*

Após a análise espacial, selecionou-se um segmento crítico para a análise *in loco*. Esta escolha foi fundamentada em procedimentos específicos do método absoluto, sendo uma metodologia de execução simples e objetiva. No entanto, esta abordagem foi combinada com o uso de SIG, com o intuito de fornecer uma visão mais abrangente sobre os pontos críticos ao longo da rodovia em análise.

Embora a identificação dos trechos críticos seja essencial, é igualmente importante compreender as causas subjacentes às taxas elevadas de sinistralidade. Assim, a visita *in loco* ao segmento selecionado teve como objetivo principal a identificação dos fatores condicionantes, tais como: sinalização vertical, sinalização horizontal e dispositivos auxiliares. As informações serão coletadas por meio de observação direta e sistematizadas em relatórios fotográficos.

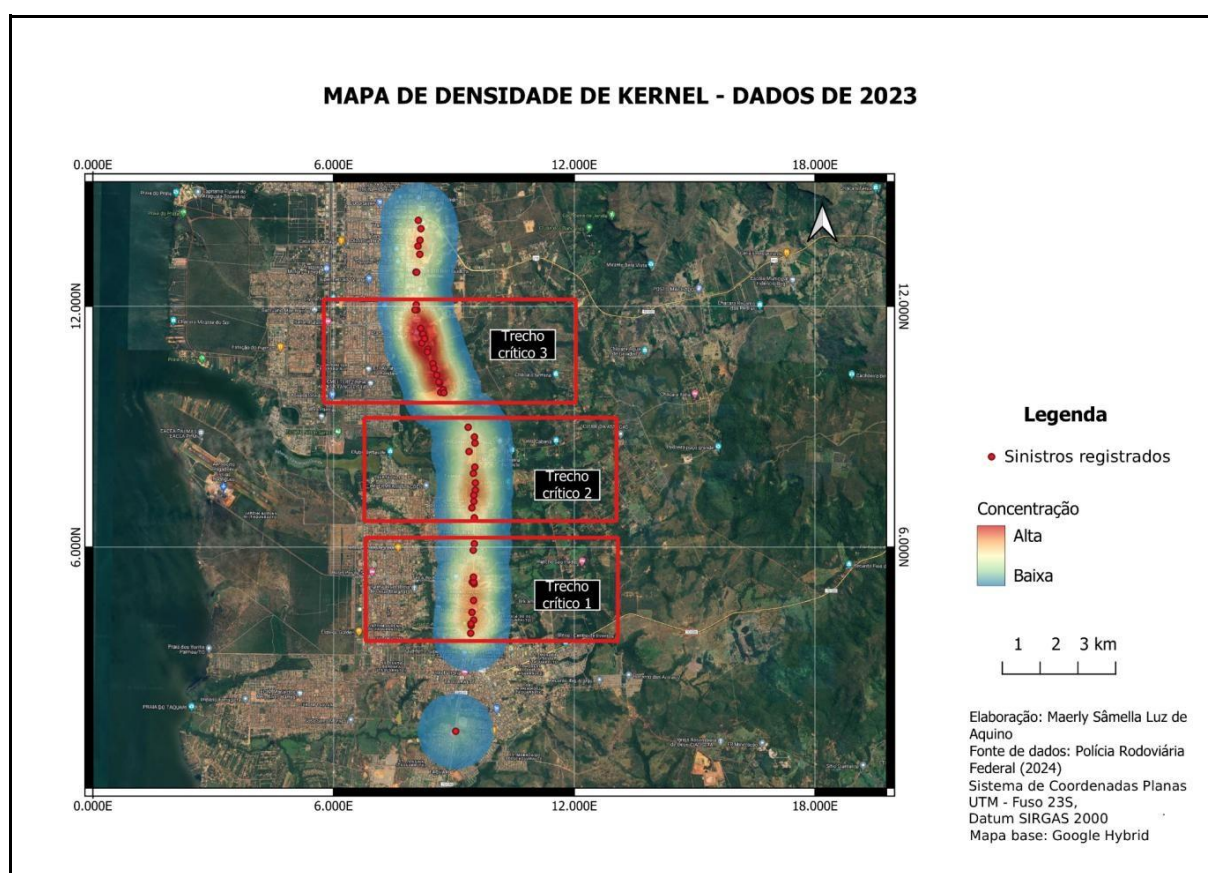
Cabe ressaltar que os dados espaciais são limitados ao marco quilométrico 455 e 457, e podem apresentar certa imprecisão geoespacial, uma vez que não se pode garantir a exatidão da localização dos sinistros. Diante ao exposto, a análise apresentada deve ser considerada como uma estimativa aproximada da realidade.

4 RESULTADOS

4.1 Análise geoespacial das ocorrências

Através da análise geoespacial das ocorrências permitiu uma identificação mais eficiente dos pontos críticos de sinistros. Essa tendência pode ser visualizada nos mapas de densidade de Kernel, conforme descrito nos procedimentos metodológicos. A Figura 4 ilustra a distribuição dos sinistros registrados no ano de 2023 ao longo de todo o perímetro urbano de Palmas - TO. A representação dos dados no mapa de calor foi feita com uma escala em cores, onde as áreas em vermelho indicam maior concentração dos eventos, enquanto, as azuis representam locais com menor incidência de sinistros.

Figura 4: Mapa de densidade de Kernel, dados do ano de 2023



Fonte: Autoria própria (2025)

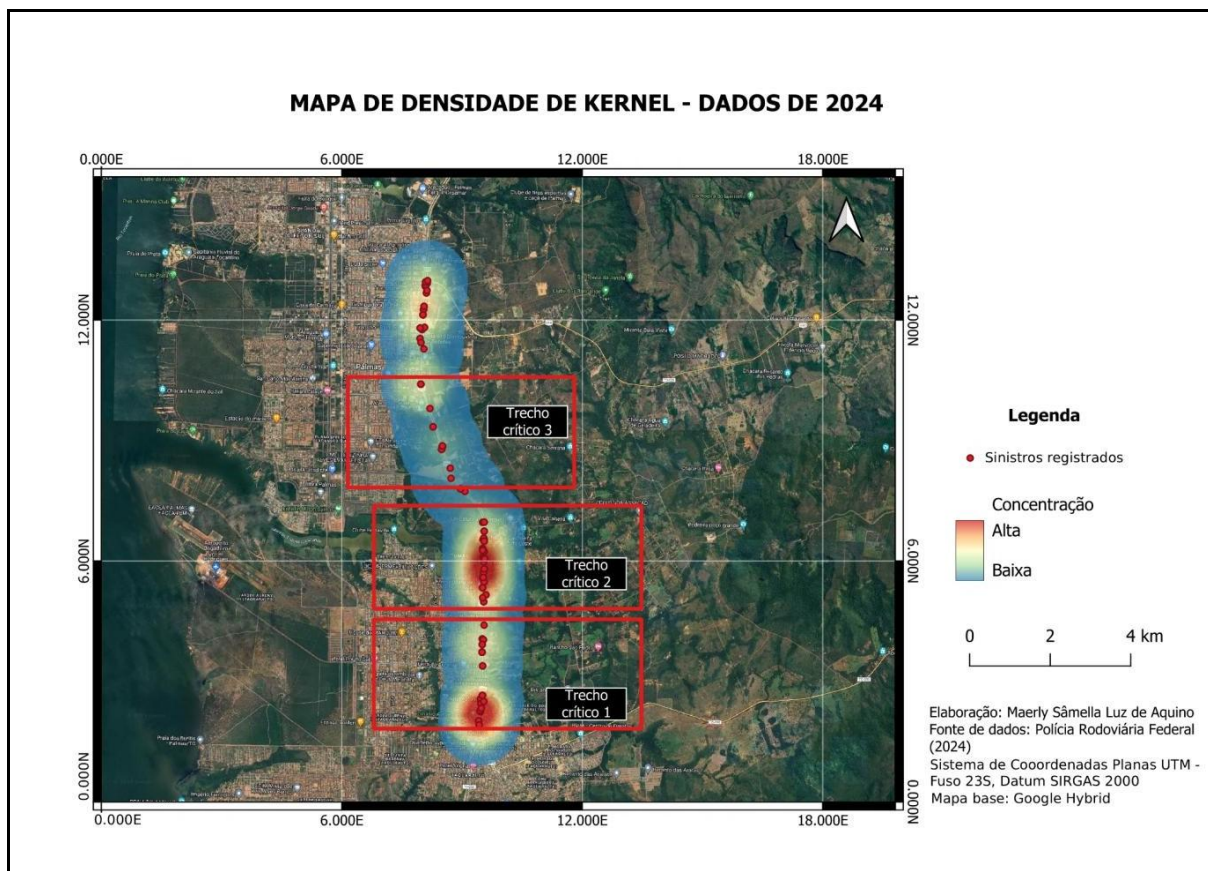
Foram identificados três trechos críticos, denominados 1, 2 e 3 para melhor compreensão. O trecho crítico 1 abrange os quilômetros 452 e 453,5, situando-se na região do Jardim Aurenny I (Taquaralto), desde as proximidades do Ginásio Poliesportivo Airton Senna até a Avenida Tocantins no Jardim Aurenny I. O trecho crítico 2 corresponde os quilômetros 455 a 457, mais precisamente no Jardim Aurenny IV (Taquaralto), iniciando próximo à Rua Raquel de Queirós, atravessando a ponte sobre o Ribeirão Taquaruçu Grande e terminando no retorno em frente ao *campus* II do Centro Universitário Católica do Tocantins. Por sua vez, o

trecho crítico 3 foi identificado entre os quilômetros 459 e 462, na região do Plano Diretor Sul, estendendo-se da quadra 1406 Sul, passando próximo da Rodoviária Municipal e finalizando próximo da quadra 1012 Sul. Entre os três trechos críticos, o mais alarmante é trecho crítico 3, seguido pelo 2 e, por fim, pelo 1, pois apresentaram, respectivamente, maior concentração de sinistros.

Nota-se uma distribuição de sinistros significativa ao longo de todo o perímetro urbano da rodovia, considerando que parte dela ainda se encontra em processo de federalização, permanecendo ainda sob jurisdição estadual como TO-050. O número de ocorrências registradas no perímetro urbano da BR-010 evidencia a vulnerabilidade da rodovia em termos de segurança viária, exigindo a investigação das causas desse fenômeno. É fundamental analisar tanto os fatores físicos, como curvas, retornos e sinalizações, quanto os fatores comportamentais dos usuários, como negligência, desrespeito às normas de trânsito e imprudência.

Para o ano de 2024 foi gerado outro mapa de densidade de Kernel, com os eventos organizados para esse ano de ocorrência, conforme ilustrado na Figura 5. Esta abordagem visa comparar os períodos e identificar os trechos que ainda apresentam alta incidência de sinistros. A análise busca localizar padrões recorrentes, permitindo a seleção de um trecho crítico prioritário para estudos presenciais, priorizando trechos que possuem um histórico consistente de sinistralidade.

Figura 5: Mapa de densidade de Kernel, dados do ano de 2024



Fonte: Autoria própria (2025)

Constata-se a presença de três trechos críticos, denominados igualmente como no mapa de 2023, sendo 1, 2 e 3. O trecho crítico 1 abrange os quilômetros 452 e 453, situando-se na região do Jardim Aurenny I (Taquaralto), desde as proximidades do Ginásio Poliesportivo Airton Senna até a Avenida Tocantins no Jardim Aurenny I. O trecho crítico 2 corresponde os quilômetros 455 a 457, mais precisamente no Jardim Aurenny IV (Taquaralto), iniciando próximo à Rua Raquel de Queirós, atravessando a ponte sobre o Ribeirão Taquaruçu Grande e terminando no retorno em frente ao *campus* II do Centro Universitário Católica do Tocantins. Por sua vez, o trecho crítico 3 está situado entre os quilômetros 462 e 463,5, região do Plano Diretor Sul, iniciando próximo ao final da quadra 1012 Sul e concluindo próximo ao final da quadra 812 Sul. Entre os três trechos apresentados, o trecho crítico 2 se destaca como o mais alarmante por apresentar grande concentração de sinistros, seguido pelo trecho 1, e por fim, pelo 3.

A partir destas constatações, infere-se que o trecho crítico que apresentou predominância de ocorrências foram os trechos crítico 1 e 2, enquanto o trecho crítico 3 deslocou-se ligeiramente para o norte em relação a 2023, e também, apresentando uma redução significativa no número de sinistros. No trecho crítico 1, observa-se uma leve

diminuição de sua extensão, reduzida em meio quilômetro. Por sua vez, o trecho crítico 2 merece destaque por apresentar um histórico consistente de ocorrências, consolidando-se como trecho crítico mais urgente em termos de intervenção, no ano de 2024.

Diante destas constatações, o trecho crítico 2 foi definido como prioritário para estudo estatístico e investigação in loco, devido a predominância de sinistros durante os anos de 2023 e 2024. Assim, as análises a seguir estão limitadas aos quilômetros 455 e 457 da BR-010, restringindo-se a esse segmento, em vez de abranger todo o perímetro urbano da rodovia.

4.2 Análise estatística das ocorrências de sinistros de trânsito

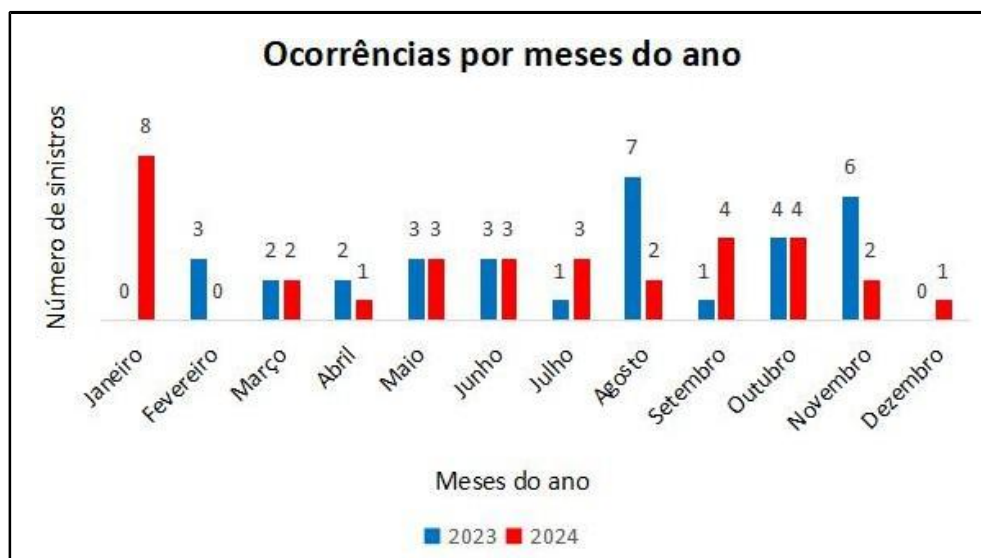
Neste estudo, foram analisados dados dos anos de 2023 e 2024 para o trecho compreendido entre os marcos quilométricos 455 e 457. Ao longo desses dois anos, esse segmento registrou um total de 66 registros de ocorrências, resultando em uma média de 33 sinistros por ano, o que equivale aproximadamente a 16 sinistros por quilômetro anualmente.

Em 2024, foram registrados 34 sinistros de trânsito, enquanto em 2023 o número foi de 32. É importante destacar que esses valores resultam da depuração dos dados, com a exclusão de registros inconsistentes. A ausência de uma discrepância significativa entre os anos analisados sugere a necessidade de uma investigação aprofundada das causas que influenciam a quantidade de ocorrências nesse trecho.

4.2.1 Meses do ano

O Gráfico 1 apresenta o número de sinistros registrados ao longo dos meses dos anos de 2023 e 2024, com base nos dados da PRF (Brasil, 2025).

Gráfico 1: Sinistros de trânsito por mês e ano da ocorrência



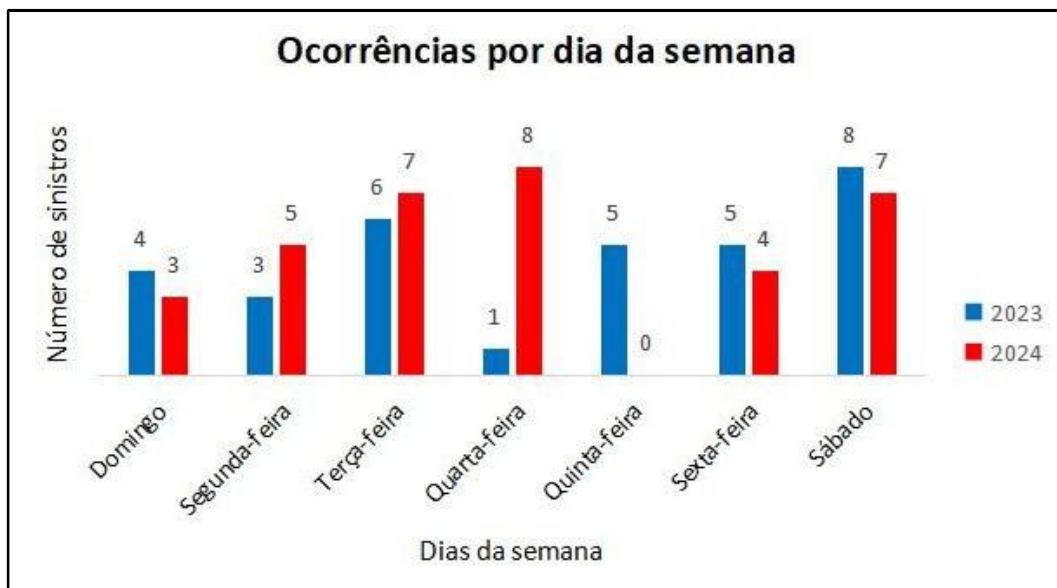
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados de Brasil (2025)

Observa-se uma variação significativa no número de ocorrências de um ano para outro, sem um padrão evidente. Em 2023, o maior número de sinistros ocorreu em agosto, enquanto em 2024, concentrou-se em janeiro. A única relação que pode ser inferida é que ambos os meses correspondem, geralmente, a períodos de movimentação maior decorrente das férias escolares.

4.2.2 Dia da semana e turno

Ainda com base nos dados das planilhas da PRF (Brasil, 2025), também foi gerado o gráfico de ocorrências por dia da semana e turno, conforme apresentado nas figuras 8 e 9, onde pode ser observado que não há um padrão claro de ocorrências por dia da semana, com variações significativas ao longo dos anos analisados, como ilustrado no Gráfico 2. No entanto, é possível observar que os sábados e às terças-feiras apresentaram números semelhantes, tanto em 2023 quanto em 2024, quando somados totalizam os dois dias da semana com maior número de sinistros.

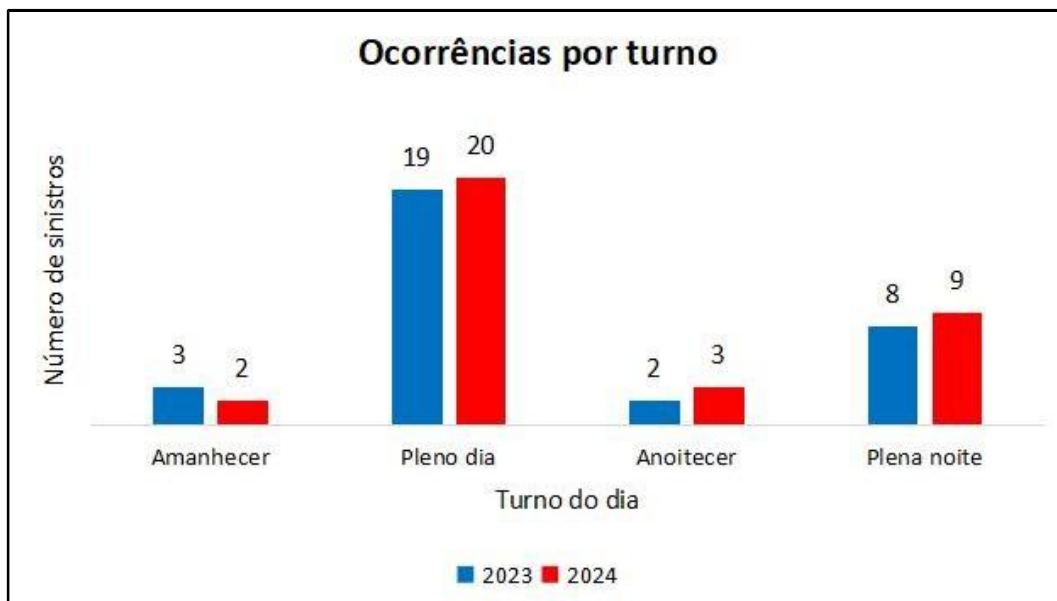
Gráfico 2: Sinistros por dia da semana de ocorrência



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados de Brasil (2025)

Embora o Anuário Estatístico de 2024 da Polícia Rodoviária Federal aponte os finais de semana, sexta-feira a domingo, como os dias de maior concentração de sinistros (Brasil, 2025), os dados analisados nesta pesquisa não sustentam essa correlação. No ano de 2024, por exemplo, o maior número de ocorrências foi registrado às quartas-feiras. Isso reforça a necessidade de ações de segurança viária ao longo de todo o ano e em diferentes dias da semana, visto que o risco no trânsito é constante. Em contrapartida, a distribuição de sinistros por turno, nota-se uma predominância das ocorrências em pleno dia, conforme apresentado no Gráfico 3.

Gráfico 3: Sinistros por turno de ocorrência



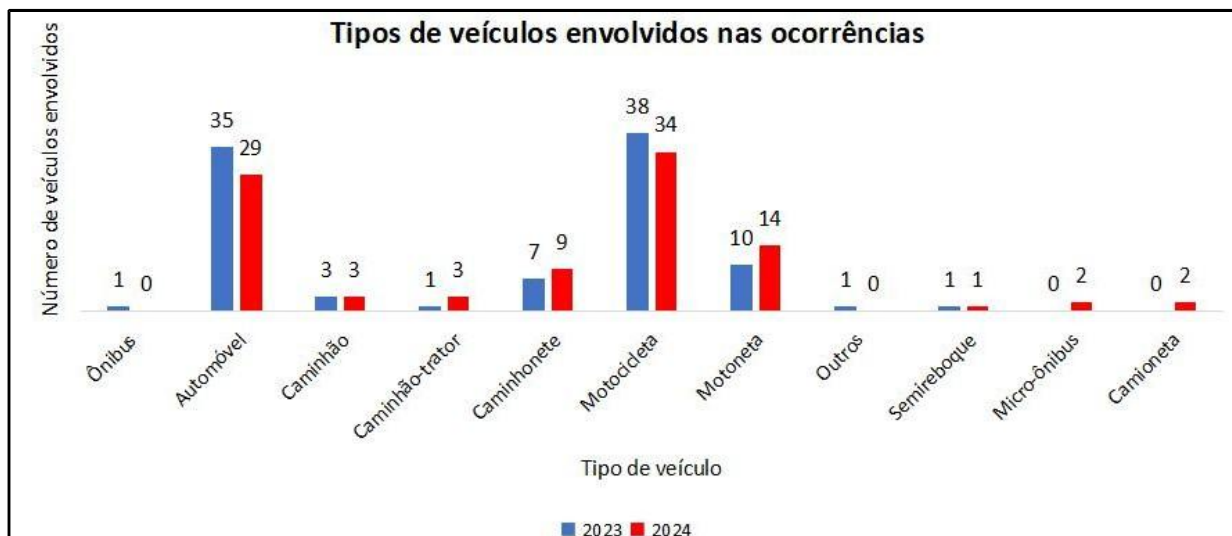
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados de Brasil (2025)

Compreende-se que, durante o dia, o grande fluxo de veículos ocorre devido aos deslocamentos para atividades essenciais, como trabalho, estudo e serviços, além de outras demandas. Vale lembrar que a rodovia BR-010 desempenha um papel fundamental ao conectar a região sul da cidade ao setor industrial e à região central de Palmas, ligando a Taquaralto, um dos principais distritos do município, às áreas de comércio, indústria e empresas. Esse intenso movimento, aliado a fatores rotineiros, pode ser um elemento determinante para a alta incidência de ocorrências.

4.2.3 Veículos envolvidos

A quantidade de veículos envolvidos em sinistros de trânsito foi classificada quanto à tipologia do veículo e separada por cada ano do período de estudo. Para a elaboração do gráfico, foram desconsiderados dados inconsistentes, como registros de vazios, evitando lacunas na análise. O Gráfico 4 apresenta a distribuição dos tipos de veículos envolvidos nas ocorrências, considerando que em um mesmo sinistro podem estar presentes dois ou mais veículos.

Gráfico 4: Veículos envolvidos em sinistros de trânsito por ano de ocorrência



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados de Brasil (2025)

Verifica-se uma predominância de motocicletas entre os veículos envolvidos em sinistros, seguidas pelos veículos de passeio, principalmente automóveis. Em 2024, as motocicletas (incluindo motonetas e ciclomotores) representaram 49,48% dos veículos envolvidos, enquanto os veículos de passeio (automóveis, caminhonetes e camionetas) corresponderam a 41,24%. Somados, esses dois grupos totalizam 90,72% das ocorrências, um percentual bastante expressivo.

A alta incidência de sinistros envolvendo esses tipos de veículos pode estar relacionada à sua predominância no tráfego. No entanto, ao comparar com a composição da frota veicular descrita no item 3.1, observa-se uma discrepância significativa, uma vez que, segundo o IBGE (2024), os veículos de passeio representam 52,60% da frota, enquanto as motocicletas correspondem a 35,60%. Assim, o número de motocicletas envolvidas nos sinistros é quase 1,4 vezes superior à sua representatividade na frota, evidenciando-as como o grupo mais suscetível a acidentes. Além disso, a exposição direta do condutor e passageiro torna esses usuários mais vulneráveis a lesões graves, reforçando a necessidade de medidas específicas para sua segurança.

Por outro lado, veículos de maior porte, como ônibus, caminhão e semirreboque, tiveram baixa participação nos sinistros registrados nesta pesquisa. Embora representem apenas 4% da frota nacional, esses veículos foram responsáveis por mais da metade (53%) das fatalidades nas rodovias federais no ano de 2024 (Portal de Trânsito, 2025). No entanto, no recorte analisado, sua participação foi mínima, o que pode indicar um padrão local distinto das demais rodovias federais. Destacam-se positivamente os ônibus, diretamente relacionados

ao transporte público, como o meio de transporte que apresentou o menor número de ocorrências no período analisado, registrando apenas um caso em 2023. Vale ressaltar que, além de possibilitarem o transporte de um maior número de pessoas, contribuem para a redução dos impactos ambientais e para a melhoria da mobilidade urbana, reforçando seu papel como um importante aliado na segurança viária, tanto para seus usuários quanto para o tráfego em geral.

4.2.4 Faixa etária e sexo

A Tabela 1 representa a relação do sexo por faixa etária das pessoas envolvidas, sejam condutores, pedestres ou ciclistas, em sinistros de trânsito nos dois anos de estudo.

Tabela 1: Pessoas envolvidas em sinistros por sexo e faixa etária para cada ano de estudo

Faixa etária	Masculino		Feminino	
	2023	2024	2023	2024
10-17	3	2	0	2
18-29	29	10	28	9
30-39	14	3	18	7
40-49	9	5	15	7
50-59	6	1	9	3
60 ou +	5	1	8	0
Total	66	22	78	28
Total por sexo	88		106	

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados de Brasil (2025)

Observa-se que o perfil mais recorrente entre os envolvidos em sinistros é do gênero masculino, concentrando-se na faixa etária de 18 a 29 anos. Esse padrão está alinhado com a literatura, que aponta um maior envolvimento de homens em sinistros de trânsito, possivelmente devido à sua maior exposição histórica ao tráfego e a uma postura geralmente menos cautelosa em comparação às mulheres. Estudos como o de Andrade (2020) identificam maior chance de sinistros entre condutores jovens do sexo masculino. Além disso, Czerwonka (2024) mostra que os homens têm cerca de quatro vezes mais chances de falecer em sinistros de trânsito do que as mulheres.

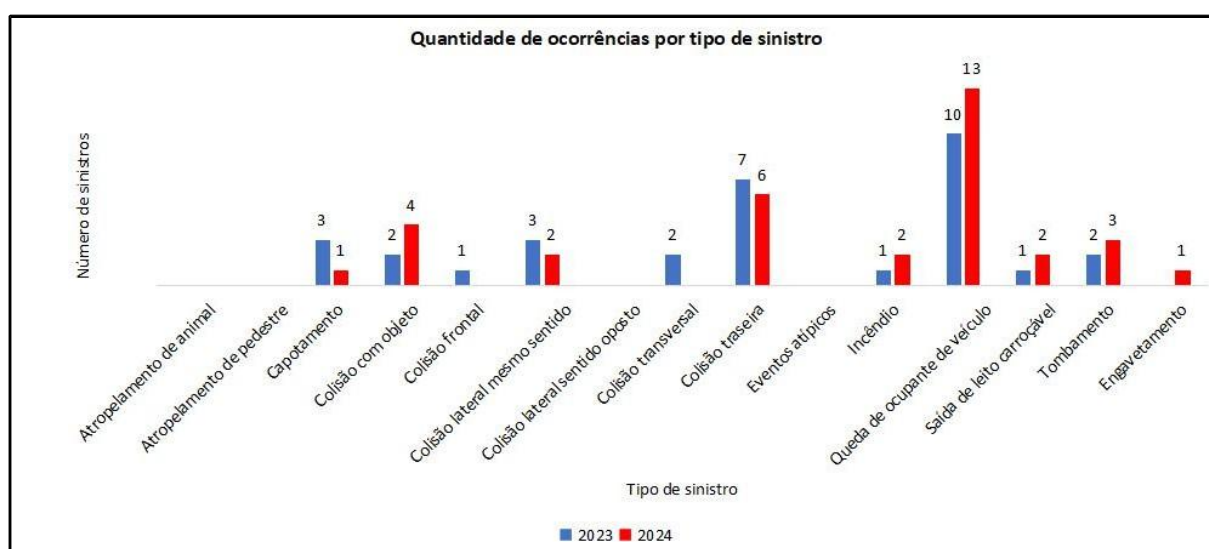
No caso do sexo feminino, o maior número de ocorrências também se concentra entre 18 e 29 anos, com redução progressiva à medida que a idade avança. Esse cenário

evidencia que os homens jovens representam o grupo mais propenso a sinistros, ressaltando a necessidade de atenção a certas práticas no trânsito.

4.2.5 Tipo de sinistro

O número de ocorrências por ano em função do tipo de sinistro é representado no Gráfico 5.

Gráfico 5: Número de ocorrências por tipo de sinistro



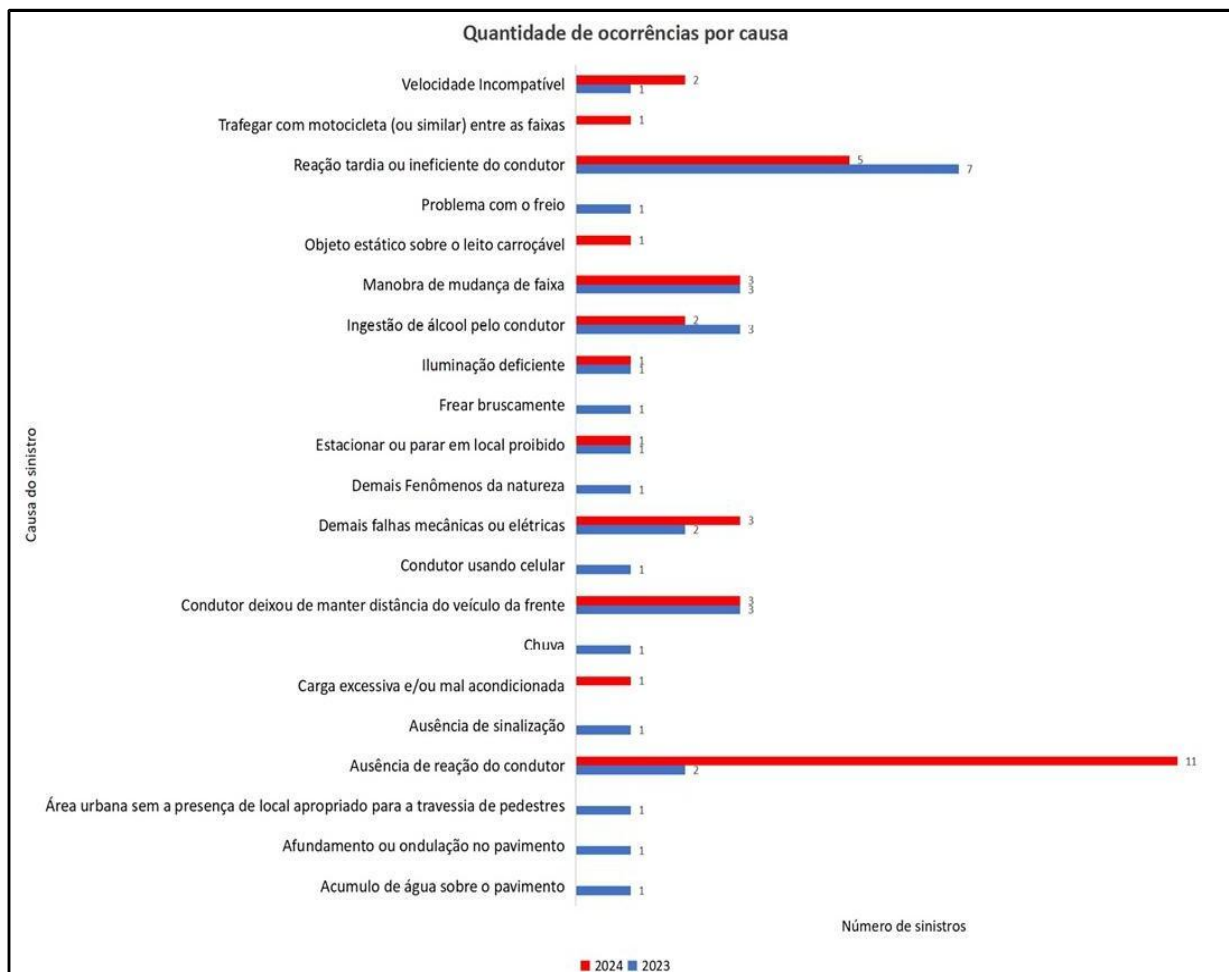
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados de Brasil (2025)

O tipo de sinistro mais recorrente foi queda de ocupante de veículo, possivelmente, associada à alta incidência de sinistros envolvendo motocicletas. O segundo tipo de sinistro com maior número de ocorrências foi a colisão traseira, podendo estar relacionada a retornos, acessos, faixas de pedestres ou dispositivos de controle de velocidade. Esses fatores levam os veículos a reduzirem a velocidade, mas os condutores que seguem o fluxo podem não ter um tempo de reação adequado ou não conseguir frear a tempo, resultando na colisão com o veículo à frente. A prevenção desse tipo de sinistro pode ser reforçada por meio de uma sinalização mais clara, evidenciando a prioridade do fluxo e incentivando a redução da velocidade em áreas de retorno e acesso. Além disso, a eliminação de obstáculos que comprometem a visibilidade contribui significativamente para a diminuição desses eventos.

4.2.6 Causa do sinistro

A causa do sinistro é um fator relevante para compreender as origens desses acontecimentos. O Gráfico 6 apresenta um gráfico elaborado a partir da quantidade de sinistros agrupados conforme suas causas.

Gráfico 6: Quantidade de ocorrências por causa



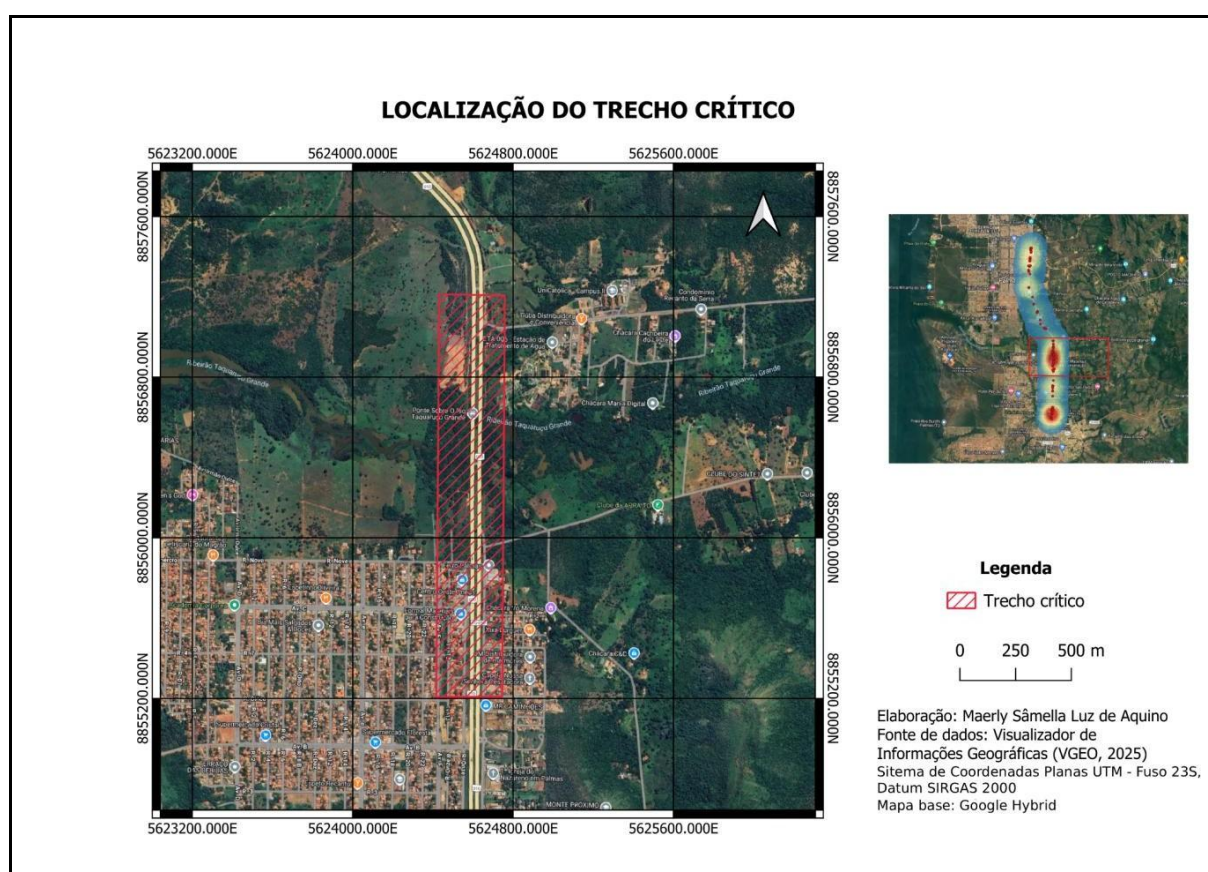
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados de Brasil (2025)

O Gráfico 6 evidencia que as causas mais recorrentes desses sinistros estão relacionadas à ausência de reação do condutor ou a uma resposta tardia e ineficiente. Isso reforça a importância da atenção ao dirigir por parte dos condutores, e também a necessidade de sinalização viária clara e objetiva, orientando os condutores sobre comportamentos a serem adotados.

4.3 Análise *in loco* do trecho crítico

A compreensão das sinalizações presentes em trechos críticos é de extrema relevância para a definição de medidas mitigadoras nessas regiões. Embora os três trechos críticos mereçam atenção, o alvo da pesquisa é o trecho crítico 2, conforme mencionado no item 4.1. O histórico persistente de sinistralidade enfatiza a urgência de uma abordagem direta nesse trecho específico. A geometria do trecho analisado é apresentada na imagem à esquerda da Figura 6, utilizando como base cartográfica o Google Hybrid. O mapa com a localização do trecho crítico escolhido foi feito utilizando os dados da ferramenta Visualizador de Informações Geográficas (VGeo). O (VGeo) é um sistema web de dados espaciais desenvolvido pelo setor de geotecnologias do DNIT. Trata-se de uma aplicação em constante atualização, cuja principal finalidade é atender demandas por informações georreferenciadas de forma interativa (DNIT, 2019).

Figura 6: Mapa delimitando o trecho de estudo



Fonte: Adaptado do VGeo (2025)

O trecho caracteriza-se pela presença de dois retornos em cada sentido da via com um acesso pavimentado na via da direita, além de entradas e saídas a propriedades lindeiras. A visita foi realizada na manhã de domingo, 08 de junho de 2025, oportunidade na qual foram

observadas a existência e as condições de alguns componentes relacionados à sinalização viária, destinados a pedestres e à via de tráfego. As situações observadas in loco serão discutidas a seguir.

O Quadro 3 aborda sobre os aspectos da sinalização vertical presente no trecho, compreendendo tanto a sinalização vertical de regulamentação, advertência e indicação. A estrutura do quadro é composta por sete colunas: item, categoria da placa, código, descrição, existência da placa e sua condição. Para avaliação da condição foram utilizados os critérios de legibilidade, visibilidade e coerência, conforme descrito no item 2.4 deste trabalho.

A condição da placa pode ser classificada como boa, regular ou ruim. Essa classificação foi inspirada em parâmetros técnicos do DENATRAN (2010), mas adaptada para os fins da pesquisa. Placas em boa condição são aquelas legíveis, visíveis e coerentes com sua localização. Placas classificadas como regulares apresentam deficiência em um desses três critérios. Já as placas consideradas ruins possuem deficiência em dois critérios ou apresentam um único critério severamente comprometido. Por exemplo, uma placa coerente e visível, mas com legibilidade totalmente prejudicada, é rebaixada da condição regular para ruim, visto que sua deficiência impacta significativamente sua função.

Quadro 3: Descrição dos aspectos da sinalização vertical observados na via

Aspectos da Sinalização Vertical						
Item	Categoria	Código	Descrição	Sim	Não	Condição
1	Indicação		Entrada para a universidade Católica	X		Boa
2	Advertência	A-2a	Placa derrubada	X		Ruim
3	Indicação		Entrada a 100 m para a universidade Católica	X		Boa
4	Regulamentação	R-19	Placa de velocidade máxima de 40 km/h e fiscalização eletrônica	X		Boa
5	Regulamentação	R-19	Placa de velocidade de 70 km/h	X		Boa
6	Advertência	A-32b	Indicação de faixa de pedestres próximo à parada de ônibus	X		Boa
7	Indicação		Placa de fiscalização	X		Boa

Aspectos da Sinalização Vertical						
			eletrônica de velocidade			
8	Regulamentação	R-6a	Placa de proibido estacionar implantada próxima à parada de ônibus		X	
9	Regulamentação	R-7	Placa proibido ultrapassar em trechos de sinalização horizontal contínua		X	
10	Indicação		Ponte sobre o Rio Taquaruçu	X		Regular
11	Regulamentação	R-25c	Placa de siga em frente ou vire à esquerda próxima do retorno		X	
12	Regulamentação	R-2	Placa dê a preferência na saída de retornos e acessos		X	
13	Regulamentação	R-1	Placa de parada obrigatória na saída de retornos e acessos		X	
14	Indicação		Parada de ônibus	X		Regular
15	Indicação		Indicação do aeroporto	X		Ruim
16	Indicação		Indicação de cidade	X		Boa
17	Indicação		Indicação de retorno a Palmas (Centro)	X		Regular

Fonte: Autoria própria, 2025

O conteúdo do quadro pode ser constatado na sequência de imagens a seguir. Observa-se que algumas placas de sinalização vertical se encontram em estado avançado de deterioração, demandando substituição imediata. Além disso, há ausência de placas essenciais para o trecho, evidenciando a necessidade de melhorias na sinalização.

Figura 7: Situações observadas na via, sinalização vertical





Fonte: Autoria própria (2025)

O Quadro 4 a seguir sintetiza as observações sobre a sinalização horizontal, categorizadas por item, descrição, existência (sim ou não) e condição. Assim como no Quadro 3, a condição é classificada em três categorias e segue os mesmos critérios previamente estabelecidos.

Quadro 4: Descrição dos aspectos da sinalização horizontal observados na via

Aspectos da Sinalização Horizontal				
Item	Descrição	Sim	Não	Condição

Aspectos da Sinalização Horizontal				
1	Linha simples contínua, cor branca (perto da faixa de pedestres e sobre a ponte)	X		Regular
2	Linha simples seccionada, cor branca (fluxos de mesmo sentido de circulação)	X		Boa
3	Linha de bordo, cor branca (definindo os limites laterais da via)	X		Boa
4	Linha de retenção, cor branca (indicando o limite em que deve parar o veículo)	X		Ruim
5	Linha de dê a preferência, cor branca (sinalizando ao condutor para dar a preferência na entrada de retornos e acessos)		X	
6	Marcação de transição de largura da pista (quando acontece aumento ou redução do número de faixas)	X		Boa
7	Seta indicativa de mudança obrigatória de faixa (anterior às marcações de transição de largura da pista)	X		Boa
8	Marcação de confluências, bifurcações e entroncamentos (direcionar o fluxo na entrada ou saída de uma via em relação a outra)		X	
9	Marca delimitadora de parada de veículos específicos (parada de ônibus)		X	
10	Setas indicativas de posicionamento na pista para a execução de movimentos (Siga em frente)	X		Ruim
11	Setas indicativas de posicionamento na pista para a execução de movimentos (Vire à esquerda)		X	
12	Setas indicativas de posicionamento na pista para a execução de movimentos (Siga em frente ou vire à esquerda)		X	
13	Faixa de pedestres	X		Ruim

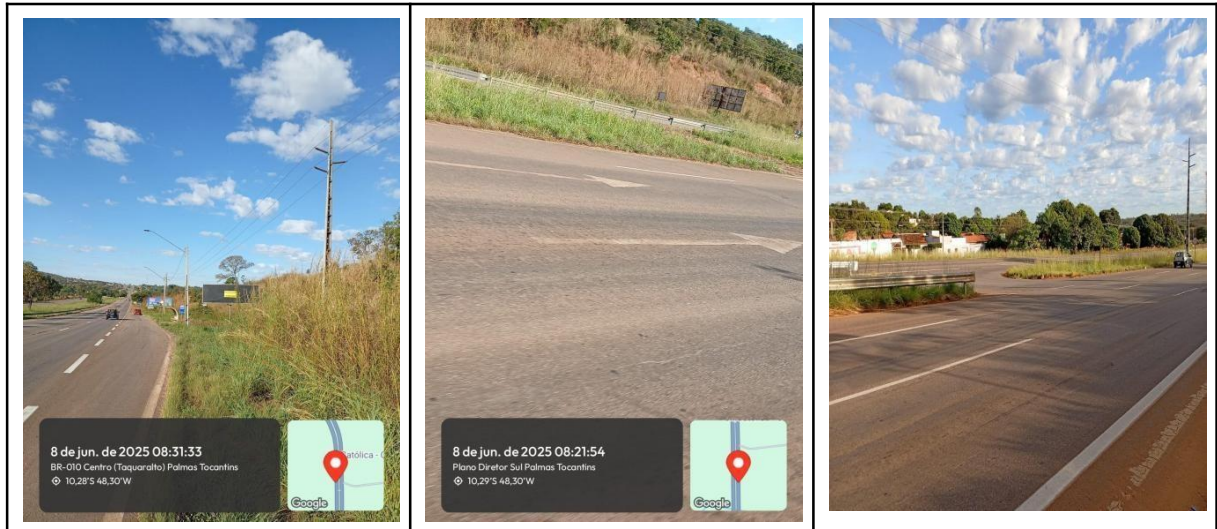
Fonte: Autoria própria (2025).

O conteúdo do Quadro 4 pode ser constatado na sequência de imagens a seguir. Observa-se que algumas sinalizações horizontais apresentam deficiência na visibilidade, demandando reforço na pintura. Além disso, há ausência de sinalizações horizontais em

pontos estratégicos, especialmente nas entradas e saídas de pista, sendo essencial a complementação com a sinalização de 'Dê a preferência'.

Figura 8: Situações observadas na via, sinalização horizontal





Fonte: Autoria própria (2025)

O Quadro 5 a seguir sintetiza as observações sobre dispositivos auxiliares, categorizadas por item, descrição, existência (sim ou não) e condição. Assim como no Quadro 3, a condição é classificada em três categorias e segue os mesmos critérios previamente estabelecidos.

Quadro 5: Descrição dos aspectos dos dispositivos auxiliares observados na via

Aspectos dos Dispositivos Auxiliares				
Item	Descrição	Sim	Não	Condição
1	Tacha, cor amarela (nas marcações de transição de largura de pista)	X		Boa
2	Marcador de obstáculo, cor laranja (defensas metálicas)	X		Boa
3	Defensa metálica	X		Regular
4	Barreira de concreto (sobre a ponte)	X		Boa

Fonte: Autoria própria (2025)

O conteúdo do Quadro 5 pode ser constatado observando a Figura 9. De modo geral, os dispositivos auxiliares apresentaram as melhores condições no trecho, tanto por seu estado de conservação quanto por sua necessidade para a via.

Figura 9: Situações observadas na via, dispositivos auxiliares



Fonte: Autoria própria (2025)

O levantamento *in loco* do trecho crítico 2 evidenciou diversas deficiências na sinalização viária, que podem contribuir significativamente para a ocorrência de sinistros na região. Na sinalização vertical, ainda que a maioria das placas esteja presente e em boas condições, foram identificadas placas danificadas ou totalmente ausentes. Isso compromete diretamente a comunicação visual com os condutores, sobretudo nos pontos de acesso, retornos e áreas de tráfego intenso.

A sinalização horizontal apresentou problemas mais evidentes: faixas de pedestres e setas indicativas de movimentos estavam desgastadas ou ausentes, com destaque para a falta da marcação de “Dê a preferência” nos retornos e acessos. Esses pontos são críticos para a fluidez e segurança, pois aumentam o risco de conflitos entre fluxos convergentes e travessias de pedestres, especialmente em locais com alto volume de manobras.

Quanto aos dispositivos auxiliares, o cenário foi mais positivo, com boa conservação geral. Ainda assim, a presença de defensas metálicas em estado regular merece atenção, dado seu papel vital na contenção de sinistros mais graves em locais vulneráveis.

Em conjunto, esses elementos indicam uma sinalização insuficiente ou ineficaz em pontos estratégicos do trecho, o que pode favorecer a insegurança viária e agravar os índices de sinistralidade identificados no histórico da área. Dessa forma, a melhoria da sinalização vertical e horizontal e a correta padronização dos dispositivos auxiliares são medidas fundamentais para a mitigação de riscos no local.

Durante a visita, observou-se comportamentos imprudentes por parte dos condutores, como ultrapassagens perigosas. Esses hábitos, associados às deficiências da sinalização viária acentuam a vulnerabilidade do local e fortalecem a relação entre a infraestrutura viária inadequada e a ocorrência de sinistros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trânsito reflete a interação entre os deslocamentos de pessoas, veículos e animais. Quando essa movimentação não acontece de maneira organizada, surgem conflitos que podem resultar em sinistros de trânsito. O elevado número de ocorrências nas vias do país é preocupante, demandando uma análise detalhada dos fatores envolvidos e o desenvolvimento de estratégias para reduzir tanto a frequência quanto a gravidade desses acontecimentos. Para isso, é essencial estudar as características físicas das rodovias e vias urbanas, identificando pontos críticos e propondo soluções para os locais com grande recorrência desses episódios. Neste trabalho, foram aplicadas diferentes metodologias para compreender os elementos que contribuem para a alta incidência de sinistros na BR-010, no perímetro urbano de Palmas - TO.

A análise espacial possibilitou a identificação dos trechos críticos ao longo da rodovia, bem como, revelou três trechos críticos: entre os quilômetros 452 e 453,5, do quilômetro 455 a 457, e entre os quilômetros 459 e 462. Esses locais, por apresentarem maior concentração de ocorrências, demandam prioridade na investigação dos fatores e causas, bem como, na implementação de medidas corretivas. Considerando o tempo limitado para elaboração de estudo, foi escolhido apenas um trecho crítico para realizar as análises estatística e in loco, sendo o trecho crítico escolhido entre os quilômetros 455 e 457.

Posteriormente, a análise estatística permitiu identificar os padrões mais comuns, destacando a ausência de reação do condutor e a reação tardia ou ineficiente como as duas

causas mais recorrentes. destacando o período mais propício para os sinistros durante pleno dia, assim como, revela a vulnerabilidade do sexo masculino, principalmente os mais jovens, entre 18 e 29 anos, como os mais envolvidos nesses sinistros. Além disso, os resultados desta análise revelaram que as motocicletas são mais suscetíveis aos riscos, registrando maior participação nas ocorrências de sinistros.

A visita *in loco*, possibilitou uma investigação, sobre fatores físicos no trecho analisado que podem estar corroborando para a sinistralidade, levando à proposição de ações como reforço na sinalização vertical e horizontal, e medidas conscientizadoras para os transeuntes.

Embora, não seja possível atribuir um sinistro a um único fator, determinadas condições aumentam a probabilidade de sua ocorrência. Dessa forma, os projetos de engenharia devem mitigar esses riscos, ajustando as vias para atender às demandas do tráfego e minimizar as falhas humanas. Considerando as informações apresentadas no decorrer deste trabalho, recomenda-se uma investigação mais aprofundada dos trechos críticos identificados, realizada, preferencialmente, por profissionais especializados, seguindo os protocolos recomendados. Ademais, estudos que incorporem dados de volume de tráfego, uso do solo e que avaliem também a severidade dos sinistros na rodovia BR-010 podem aprofundar ainda mais a compreensão das circunstâncias que envolvem essas ocorrências de trânsito.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, P. A. et al. **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, 2020.
- ANTENUCCI, J. C. et al. **Geographic Information Systems: A Guide to the Technology.** New York: Chapman & Hall, 1991.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MEDICINA DO TRÁFEGO. **ABNT muda terminologia e adota a expressão sinistro de trânsito para qualificar incidentes no tráfego: Pesquisa de sinistros de trânsito — Terminologia.** 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MEDICINA DO TRÁFEGO. **Quase 8 em cada 10 vítimas graves do trânsito são pedestres, ciclistas ou motociclistas.** 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10679: **Pesquisa de sinistros de trânsito - Terminologia.** Rio de Janeiro, 2020.
- BOTTESINI, G.; NODARI, C. T. **Influência de medidas de segurança de trânsito no comportamento dos motoristas.** *Transportes*, v. 19, n. 1, p. 77-86, 2011.
- BRANDÃO, L. M. **Discussão sobre métodos para identificação de locais críticos em sinistros de trânsito no Brasil.** Trabalho apresentado na disciplina de Infraestrutura Viária - Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Campinas, 2007.
- BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Artigo 88º.** Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1997a.
- BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1997b.
- BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Artigo 5º.** Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1997c.
- BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Artigo 7º.** Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1997d.
- BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Artigo 80º.** Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1997e.
- BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. **Artigo 90º.** Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1997f.
- BRASIL. Resolução CONTRAN nº 973, de 18 de julho de 2022. Institui o Regulamento de Sinalização Viária. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2022.
- BRASIL. Resolução CONTRAN nº 486, de 07 de maio de 2014. Aprova o Volume III - Sinalização Vertical de Indicação, do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2014.

BRASIL. Ministério dos Transportes. **Estradas do Tocantins são federalizadas e passam a integrar sistema rodoviário da BR-010.** [Brasília]: Ministério dos Transportes, 15 dez. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/noticias/2022/12/estradas-do-tocantins-sao-federalizadas-e-passam-a-integrar-sistema-rodoviario-da-br-010>. Acesso em: 2 jan. 2025.

BRASIL. Polícia Rodoviária Federal. **Dados Abertos da PRF.** [Brasília]: Polícia Rodoviária Federal, 07 mai. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/prf/pt-br/acao-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos-da-prf>. Acesso em: 20 jan. 2025.

BRASIL. Polícia Rodoviária Federal. **Anuário Estatístico de 2024.** [Brasília]: Polícia Rodoviária Federal, 11 abr. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/prf/pt-br/acao-a-informacao/dados-abertos/diest-arquivos/anuario-2024_final.html. Acesso em: 25 jun. 2025.

CARVALHO, C. H. R.; GUEDES, E. P. **Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.** 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/13899-estudo-aponta-aumento-de-13-5-em-mortes-no-transito>. Acesso em: 01 nov 2024.

CARVALHO, J. J. M. **Avaliação da Segurança viária no trecho das rodovias RSC-287 e BR-287 no perímetro urbano de Santa Maria/RS.** 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, p. 36, 2023.

CHAGAS, D. M. **Estudo Sobre Fatores Contribuintes de Sinistros de Trânsito Urbano.** Dissertação (Pós-Graduação) - Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2011.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Sinistros e mortes nas rodovias federais aumentam em 2021 e geram um custo estimado de R\$ 12 bilhões.** 2022. Disponível em: [Sinistros e mortes nas rodovias federais aumentam em 2021 e geram um custo estimado de R\\$ 12 bilhões](#). Acesso em: 28 jan. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **52,9% das rodovias brasileiras apresentam problemas de sinalização.** 2018a. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/sem-saber-o-que-vem-pela-frente>. Acesso em: 28 jan. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Sinalização ruim agrava sinistros mesmo com pavimentos em boas condições.** 2018b. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/sinistros-aumentam-com-pavimento-bom-sinalizacao-ruim>. Acesso em: 28 jan. 2025.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume I - Sinalização Vertical de Regulamentação.** 2022a. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/copy_of_01_MBST_Vol_I_Sin_Vert_Regulamentacao_F.pdf. Acesso em: 14 abr. 2025.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume II - Sinalização Vertical de Advertência.** 2022b. Disponível em:

https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/copy_of_02_MBST_Vol._II_Sin._Vert._Advertencia.pdf. Acesso em: 20 abr. 2025.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume III - Sinalização Vertical de Indicação**. 2022c. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/copy_of_03_MBST_Vol._III_Sin._Vert._Indicacao.pdf. Acesso em: 20 abr. 2025.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume IV - Sinalização Horizontal**. 2022d. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/copy_of_04_MBST_Vol._IV_Sinalizacao_Horizontal.pdf. Acesso em: 21 abr. 2025.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito Volume VI - Dispositivos Auxiliares**. 2022e. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/copy_of_04_MBST_Vol._IV_Sinalizacao_Horizontal.pdf. Acesso em: 21 abr. 2025.

CZERWONKA, M. **Homens têm cerca de 4 vezes mais chance de perder a vida no trânsito do que mulheres**. 2024. Disponível em: https://www.portaldotransito.com.br/noticias/fiscalizacao-e-legislacao/estatisticas/homens-tem-cerca-de-4-vezes-mais-chance-de-perder-a-vida-no-transito-do-que-mulheres/#google_vignette. Acesso em: 25 jun. 2025.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ. **Implementação de dispositivos de contenção**. Curitiba: DER/PR, 2024. Disponível em: https://www.der.pr.gov.br/sites/der/arquivos_restritos/files/documento/2024-11/PSR-E_07-Implementacao_dispositivos_contencao.pdf. Acesso em: 21 abr. 2025.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Produto 1 - Metodologia para Identificação de Segmentos Críticos**. 2009. Disponível em: <https://www.labtrans.ufsc.br/wp-content/uploads/2020/12/Produto-1---Metodologia-para-Identificacao-de-Segmentos-Criticos.-DNIT-2009..pdf>. Acesso em: 10 jan. 2025.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **VGEO**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/dnit-geo/vgeo/vgeo>. Acesso em: 10 jun. 2025.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual de identificação, análise e tratamento de pontos negros**. Brasília, 1982.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual Brasileiro de Fiscalização de Trânsito - Volume II**. Brasília, 2010.

GORGULHO, C. F.; TREDINNICK, M. R. A. C. **O Controle de Tráfego em Cidades Inteligentes: um panorama dos depósitos de patente no Brasil e no Mundo**. Rio de

Janeiro, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/informacao/controle-de-traffic-inteligente_estudo_estendido_v30062020.pdf. Acesso em: 20 jan. 2025.

HALLA, M. N.; SILVA, N. S. S. **Sistema de controle de sinalização para malha rodoviária**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2018.

HOFFMANN, M. H. **Comportamento do condutor e fenômenos psicológicos**. Psicologia: Pesquisa & Trânsito, v. 1, nº 1, p. 17-24, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/to/palmas.html>. Acesso em: 10 nov. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Frota de veículos Censo 2023**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/palmas/pesquisa/22/28120?indicador=28129&ano=2023>. Acesso em: 10 nov. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Frota de veículos Censo 2024**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/palmas/pesquisa/22/28120?indicador=28129&ano=2024>. Acesso em: 10 nov. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Ipea traça panorama sobre sinistros nas rodovias federais**. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/mestrado-profissional-em-politicas-publicas-e-desenvolvimentodesafios/index.php?option=com_content&view=article&id=3211&catid=29&Itemid=34. Acesso em: 06 jan. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Estudo aponta aumento de 13,5% em mortes no trânsito**. 2023. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/categorias/45-todas-as-noticias/noticias/13899-estudo-aponta-aumento-de-13-5-em-mortes-no-transito>. Acesso em: 01 nov. 2024.

KRAN, F.; FERREIRA, F. P. M. **Qualidade de vida na cidade de Palmas - TO: uma análise através de indicadores habitacionais e ambientais urbanos**. Ambiente e Sociedade, Campinas, v. 9, n. 2, p. 1-33, jul./dez. 2006.

LIMA, J. C. D. S. T. D. **Análise de pontos críticos quanto à segurança viária da avenida Maceió**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

MENEZES, R. A. M.; PAVANITTO, D. R.; NASCIMENTO, L. F. C. Distribuição espacial das taxas de internação de crianças por pneumonia no Sistema Único de Saúde, nos municípios do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, 2019.

NODARI, C. T.; LINDAU, L. A. Auditoria da Segurança Viária. **Revista Transportes**, Laboratório de Sistemas de Transportes, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DE SEGURANÇA VIÁRIA. **3º ano seguido com alta de mortes no trânsito brasileiro.** 2024. Disponível em: <https://www.onsv.org.br/comunicacao/materias/3-ano-seguido-com-alta-de-mortes-no-transito-brasileiro>. Acesso em: 02 fev. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Lesões no trânsito.** Disponível em: https://www.who.int/health-topics/road-safety#tab=tab_1. Acesso em: 25 jan. 2025.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Metade de todas as mortes entre jovens nas Américas podem ser evitadas.** 2019. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/6-3-2019-metade-todas-mortes-entre-jovens-nas-americas-podem-ser-evitadas-constata-novo>. Acesso em: 01 nov. 2024.

PALMAS. SESMU – Secretaria Municipal de Segurança e Mobilidade Urbana. Prefeitura de Palmas apresenta dados do Projeto Vida no Trânsito, 2023. Disponível em: <https://www.palmas.to.gov.br/prefeitura-de-palmas-apresenta-dados-do-projeto-vida-no-transito/>. Acesso em: 23 jan. 2025.

PALMAS. SESMU – Secretaria Municipal de Segurança e Mobilidade Urbana. Plano de Mobilidade Urbana de Palmas, 2022. Disponível em: https://www.palmas.to.gov.br/wp-content/uploads/2024/01/PLANO-DE-MOBILIDADE-URBANA_2_6_1-1.pdf. Acesso em: 25 jan. 2025.

POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL. **Dados Abertos da PRF.** 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/prf/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos-da-prf>. Acesso em: 22 nov. 2024.

PORTAL DE TRÂNSITO. **Acidentes com caminhões e ônibus causaram três vezes mais mortes que veículos pequenos em 2024 nas rodovias federais.** 2025. Disponível em: https://www.portaldotransito.com.br/noticias/mobilidade-e-tecnologia/transporte-de-carga/acidentes-com-caminhoes-e-onibus-causaram-tres-vezes-mais-mortes-que-veiculos-pequenos-em-2024-nas-rodovias-federais/#google_vignette. Acesso em: 25 jun. 2025.

PORTO, C. M. **Análise comparativa de métodos de auditoria de segurança viária com foco na etapa de inspeção.** 2018. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

SANTOS, L. **Cores e significados na sinalização viária: A regulamentação e suas variações.** Curitiba: Editora Cores, 2021.

SANTOS, P. A. B.; SARAIVA, J. P. M. **Dados Consolidados de Óbitos no Trânsito Brasileiro - 2022.** 2024. Disponível em: <https://www.onsv.org.br/pdi/analise-datasus-2022>. Acesso em: 27 jan. 2025.

SANTOS, L. D. **Análise dos Sinistros de Trânsito no Município de São Carlos Utilizando Sistema de Informações Geográficas - SIG e Ferramentas de Estatística Espacial.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Mestrado de Engenharia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

SILVESTRE, F. L. **Sinistros de trânsito em rodovias federais brasileiras: estudo comparativo dos pontos críticos no nordeste brasileiro.** 2022. Trabalho de Conclusão de

Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-árido, Angicos, 2022.

SOBRINHO, W. B. R.; LUZ, R. A.; OLIVEIRA, N. M. **Análise da distribuição espacial dos empregos no município de Palmas-TO**. Geosul: Florianópolis, v. 35, n.74, p. 193-208, 2020.

TOCANTINS. Secretaria da Comunicação do Governo do Tocantins. **Na campanha Maio Amarelo, Governo do Tocantins chama a atenção para os sinistros de trânsito registrados no Estado**. 2023. Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/na-campanha-maio-amarelo-governo-do-tocantins-chama-a-atencao-para-os-sinistros-de-transito-registrados-no-estado/71akbeyr6jza>. Acesso em: 01 nov. 2024.

TOCANTINS. Secretaria da Comunicação do Governo do Tocantins. **Governo do Tocantins acelera trabalhos de recuperação e conservação de asfalto entre Palmas e Porto Nacional para concluir processo de federalização**. 2024. Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/governo-do-tocantins-acelera-trabalhos-de-recuperacao-e-conservacao-de-asfalto-entre-palmas-e-porto-nacional-para-concluir-processo-de-federalizacao/5er2j6lkfszx>. Acesso em: 02 jan. 2025.

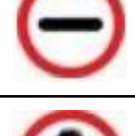
WRA, B., Dos Santos, P., & Rizzoni, B. **Auditorias de Segurança Viária**. 2022. Disponível em: <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1968>. Acesso em: 03 fev. 2025.

ANEXO A

Sinal	Código	Nome	Grupo dos sinais
	R-1	Parada obrigatória	Preferência de passagem
	R-2	Dê a preferência	Preferência de passagem
	R-19	Velocidade máxima permitida	Velocidade
	R-24a	Sentido de circulação da via/pista	Sentido de circulação
	R-28	Duplo sentido de circulação	Sentido de circulação
	R-33	Sentido de circulação na rotatória	Sentido de circulação
	R-3	Sentido proibido	Movimentos de circulação (Movimentos proibidos)
	R-4a	Proibido virar à esquerda	Movimentos de circulação (movimentos proibidos)
	R-4b	Proibido virar à direita	Movimentos de circulação (movimentos proibidos)
	R-5a	Proibido retornar à esquerda	Movimentos de circulação (movimentos proibidos)

	R-5b	Proibido retornar à direita	Movimentos de circulação (movimentos proibidos)
	R-24b	Passagem obrigatória	Movimentos de circulação (movimentos obrigatórios)
	R-25a	Vire à esquerda	Movimentos de circulação (movimentos obrigatórios)
	R-25b	Vire à direita	Movimentos de circulação (movimentos obrigatórios)
	R-25c	Siga em frente ou vire à esquerda	Movimentos de circulação (movimentos obrigatórios)
	R-25d	Siga em frente ou vire à direita	Movimentos de circulação (movimentos obrigatórios)
	R-26	Siga em frente	Movimentos de circulação (movimentos obrigatórios)
	R-7	Proibido ultrapassar	Normas especiais de circulação (controle de faixas de tráfego)
	R-8a	Proibido mudar de faixa ou de pista de trânsito da esquerda para direita	Normas especiais de circulação (controle de faixas de tráfego)
	R-8b	Proibido mudar de faixa ou de pista de trânsito da direita para esquerda	Normas especiais de circulação (controle de faixas de tráfego)
	R-23	Conserve-se à direita	Normas especiais de circulação (controle de faixas de tráfego)

	R-27	Ônibus, caminhões e veículos de grande porte mantenham-se à direita	Normas especiais de circulação (controle de faixas de tráfego)
	R-41		Normas especiais de circulação (controle de faixas de tráfego)
	R-44		Normas especiais de circulação (controle de faixas de tráfego)
	R-45		Normas especiais de circulação (controle de faixas de tráfego)
	R-9	Proibido trânsito de caminhões	Normas especiais de circulação (restrições de trânsito por espécie e categoria de veículo)
	R-10	Proibido trânsito de veículos automotores	Normas especiais de circulação (restrições de trânsito por espécie e categoria de veículo)
	R-11	Proibido trânsito de veículos de tração animal	Normas especiais de circulação (restrições de trânsito por espécie e categoria de veículo)
	R-12	Proibido trânsito de bicicletas	Normas especiais de circulação (restrições de trânsito por espécie e categoria de veículo)
	R-13	Proibido trânsito de tratores e máquinas de obras	Normas especiais de circulação (restrições de trânsito por espécie e categoria de veículo)
	R-32	Circulação exclusiva de ônibus	Normas especiais de circulação (restrições de trânsito por espécie e categoria de veículo)
	R-34	Circulação exclusiva de bicicletas	Normas especiais de circulação (restrições de trânsito por espécie e categoria de veículo)

	R-37	Proibido trânsito de motocicletas, motonetas e ciclomotores	Normas especiais de circulação (restrições de trânsito por espécie e categoria de veículo)
	R-38	Proibido trânsito de ônibus	Normas especiais de circulação (restrições de trânsito por espécie e categoria de veículo)
	R-39	Circulação exclusiva de caminhão	Normas especiais de circulação (restrições de trânsito por espécie e categoria de veículo)
	R-40	Trânsito proibido a carros de mão	Normas especiais de circulação (restrições de trânsito por espécie e categoria de veículo)
	R-20	Proibido acionar buzina ou sinal sonoro	Normas especiais de circulação (modos de operação)
	R-21	Alfândega	Normas especiais de circulação (modos de operação)
	R-22	Uso obrigatório de corrente	Normas especiais de circulação (modos de operação)
	R-14	Peso bruto total máximo permitido	Controle das características dos veículos que transitam na via
	R-15	Altura máxima permitida	Controle das características dos veículos que transitam na via
	R-16	Largura máxima permitida	Controle das características dos veículos que transitam na via
	R-17	Peso máximo permitido por eixo	Controle das características dos veículos que transitam na via
	R-18	Comprimento máximo permitido	Controle das características dos veículos que transitam na via

	R-6a	Proibido estacionar	Estacionamento
	R-6b	Estacionamento regulamentado	Estacionamento
	R-6c	Proibido parar e estacionar	Estacionamento
	R-29	Proibido trânsito de pedestres	Trânsito de pedestres e ciclistas
	R-30	Pedestre, ande pela esquerda	Trânsito de pedestres e ciclistas
	R-31	Pedestre, ande pela direita	Trânsito de pedestres e ciclistas
	R-35a	Ciclista, transite à esquerda	Trânsito de pedestres e ciclistas
	R-35b	Ciclistas, transite à direita	Trânsito de pedestres e ciclistas
	R-36a	Ciclistas à esquerda, pedestres à direita	Trânsito de pedestres e ciclistas
	R-36b	Pedestres à esquerda, ciclistas à direita	Trânsito de pedestres e ciclistas
	R-42	Ciclistas à direita, VLT à esquerda	Trânsito de pedestres e ciclistas
	R-43	Ciclistas à esquerda, VLT à direita	Trânsito de pedestres e ciclistas
	R-46	Circulação compartilhada de ciclistas e pedestres	Trânsito de pedestres e ciclistas

ANEXO B

Sinal	Código	Nome	Grupo dos sinais
	A-1a	Curva acentuada à esquerda	Curvas horizontais (curvas isoladas)
	A-1b	Curva acentuada à direita	Curvas horizontais (curvas isoladas)
	A-2a	Curva à esquerda	Curvas horizontais (curvas isoladas)
	A-2b	Curva à direita	Curvas horizontais (curvas isoladas)
	A-3a	Pista sinuosa à esquerda	Curvas horizontais (sequência de curvas)
	A-3b	Pista sinuosa à direita	Curvas horizontais (sequência de curvas)
	A-4a	Curva acentuada em “S” à esquerda	Curvas horizontais (sequência de curvas)
	A-4b	Curva acentuada em “S” à direita	Curvas horizontais (sequência de curvas)
	A-5a	Curva em “S” à esquerda	Curvas horizontais (sequência de curvas)
	A-5b	Curva em “S” à direita	Curvas horizontais (sequência de curvas)

	A-6	Cruzamento de vias	Interseções
	A-7a	Via Lateral à esquerda	Interseções
	A-7b	Via Lateral à direita	Interseções
	A-8	Interseção em “T”	Interseções
	A-9	Bifurcação em “Y”	Interseções
	A-10a	Entroncamento oblíquo à esquerda	Interseções
	A-10b	Entroncamento oblíquo à direita	Interseções
	A-11a	Junções sucessivas contrárias primeira à esquerda	Interseções
	A-11b	Junções sucessivas contrárias primeira à direita	Interseções
	A-12	Interseção em círculo	Interseções
	A-13a	Confluência à esquerda	Interseções

	A-13b	Confluência à direita	Interseções
	A-14	Semáforo à frente	Controle de tráfego
	A-15	Parada obrigatória à frente	Controle de tráfego
	A-16	Bonde/VLT	Interferência de transporte
	A-49a	Pedestres à esquerda, VLT à direita	Interferência de transporte
	A-49b	Pedestres à direita, VLT à esquerda	Interferência de transporte
	A-50a	Veículos à esquerda, VLT à direita	Interferência de transporte
	A-50b	Veículos à direita, VLT à esquerda	Interferência de transporte
	A-23	Ponte móvel	Interferência de transporte
	A-39	Passagem de nível sem barreira	Interferência de transporte
	A-40	Passagem de nível com barreira	Interferência de transporte

	A-41	Cruz de Santo André	Interferência de transporte
	A-17	Pista irregular	Condições da superfície da pista
	A-18	Saliência ou lombada	Condições da superfície da pista
	A-19	Depressão	Condições da superfície da pista
	A-20a	Declive acentuado	Perfil longitudinal
	A-20b	Aclive acentuado	Perfil longitudinal
	A-21a	Estreitamento de pista ao centro	Traçado da pista
	A-21b	Estreitamento de pista à esquerda	Traçado da pista
	A-21c	Estreitamento de pista à direita	Traçado da pista
	A-21d	Alargamento de pista à esquerda	Traçado da pista
	A-21e	Alargamento de pista à direita	Traçado da pista

	A-22	Ponte estreita	Traçado da pista
	A-42a	Início de pista dupla	Traçado da pista
	A-42b	Fim de pista dupla	Traçado da pista
	A-42c	Pista dividida	Traçado da pista
	A-45	Rua sem saída	Traçado da pista
	A-24	Obras	Obras
	A-25	Mão dupla adiante	Sentido de circulação
	A-26a	Sentido único	Sentido de circulação
	A-26b	Sentido duplo	Sentido de circulação
	A-27	Área com desmoronamento	Situações de risco eventual
	A-28	Pista escorregadia	Situações de risco eventual
	A-29	Projeção de cascalho	Situações de risco eventual

	A-31	Trânsito de tratores ou maquinaria agrícola	Situações de risco eventual
	A-35	Animais	Situações de risco eventual
	A-36	Animais selvagens	Situações de risco eventual
	A-43	Aeroporto	Situações de risco eventual
	A-44	Vento lateral	Situações de risco eventual
	A-30a	Trânsito de ciclistas	Pedestres e ciclistas
	A-30b	Passagem sinalizada de ciclistas	Pedestres e ciclistas
	A-30c	Trânsito compartilhado por ciclistas e pedestres	Pedestres e ciclistas
	A-32a	Trânsito de pedestres	Pedestres e ciclistas
	A-32b	Passagem sinalizada de pedestres	Pedestres e ciclistas
	A-33a	Área escolar	Pedestres e ciclistas

	A-33b	Passagem sinalizada de escolares	Pedestres e ciclistas
	A-34	Crianças	Pedestres e ciclistas
	A-37	Altura limitada	Restrições de dimensões e peso de veículos
	A-38	Largura limitada	Restrições de dimensões e peso de veículos
	A-46	Peso bruto total limitado	Restrições de dimensões e peso de veículos
	A-47	Peso limitado por eixo	Restrições de dimensões e peso de veículos
	A-48	Comprimento limitado	Restrições de dimensões e peso de veículos