

CAMPUS PORTO VELHO CALAMA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

GISELE RODRIGUES PIMENTA

GEOMETRIA E SINALIZAÇÃO:
ESTUDO DE CASO DE INTERSEÇÃO RODOVIÁRIA DA BR-364 COM ESTRADA
DA AREIA BRANCA EM PORTO VELHO – RO

PORTO VELHO - RO

2025

GISELE RODRIGUES PIMENTA

**GEOMETRIA E SINALIZAÇÃO:
ESTUDO DE CASO DE INTERSEÇÃO RODOVIÁRIA DA BR-364 COM ESTRADA
DA AREIA BRANCA EM PORTO VELHO – RO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Ma. Paola Mundim de Souza.

Coorientadora: Profa. Dra. Valéria Costa de Oliveira.

PORTO VELHO - RO

2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Pimenta, Gisele Rodrigues.

Geometria e sinalização: estudo de caso de interseção rodoviária da BR-364 com estrada da Areia Branca em Porto Velho – RO / Gisele Rodrigues Pimenta. - Porto Velho, 2025.

62 f. : il.

Orientador(a): Profa. Ma. Paola Mundim de Souza.

Coorientador(a): Profa. Dra. Valéria Costa de Oliveira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Porto Velho, 2025.

1. Interseção. 2. Rodovia. 3. Segurança viária. 4. Porto Velho. I. Souza, Paola Mundim de (orient.). II. Oliveira, Valéria Costa de (coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Miria Santana Veiga, CRB-11/898

GISELE RODRIGUES PIMENTA


**GEOMETRIA E SINALIZAÇÃO:
ESTUDO DE CASO DE INTERSEÇÃO RODOVIÁRIA DA BR-364 COM ESTRADA
DA AREIA BRANCA EM PORTO VELHO – RO**

Monografia entregue como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Porto Velho Calama, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel, junto ao Curso de Engenharia Civil, sob a orientação da professora Ma. Paola Mundim de Souza e coorientação da professora Dra. Valéria Costa de Oliveira.


Aprovado em: 04/12/2025 pela banca examinadora.

Paola mundim de Souza


Orientadora - Paola Mundim de Souza

Documento assinado digitalmente
 VALERIA COSTA DE OLIVEIRA
Data: 16/12/2025 10:33:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Coorientadora - Valéria Costa de Oliveira

Documento assinado digitalmente
 ADEL RAYOL DE OLIVEIRA SILVA
Data: 17/12/2025 12:23:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro da Banca - Adel Rayol de Oliveira

Documento assinado digitalmente
 ALLAN RODRIGUES AUGUSTO
Data: 17/12/2025 14:58:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro da Banca - Allan Rodrigues Augusto

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me abençoar com a família que tenho. Aos meus pais, Elço e Mara, e à minha irmã, Amanda, agradeço por sempre estarem presentes em todos os momentos desta jornada e pelo apoio incondicional.

Expresso minha gratidão ao corpo docente do curso de Engenharia Civil, pelos conhecimentos transmitidos e pelos aprendizados que obtive ao longo do meu trajeto na instituição.

Agradeço à Profa. Ma. Paola Mundim e à Profa. Dra. Valéria Oliveira pelas orientações e conselhos essenciais durante o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, agradeço aos amigos e à todos aqueles, que de forma direta ou indireta, contribuíram e me auxiliaram na realização deste estudo.

RESUMO

As interseções rodoviárias conectam vias urbanas às rodovias, permitindo o deslocamento de pessoas e bens no meio viário. A sinalização e geometria das interseções situadas no ambiente urbano são elementos fundamentais para a garantia da segurança dos pedestres e motoristas. O local de estudo apresenta grande importância para a população e para os empreendimentos industriais localizados à margem da via urbana. Através de investigações realizadas, pode-se observar a existência de diversos acidentes registrados nas vias estudadas e suas causas. Desta forma, buscou-se analisar a interseção rodoviária situada na BR-364 no km 716+500 em Porto Velho – RO que apresenta sinalização insuficiente e geometria incompatível com as solicitações de tráfego, e propor soluções que visam a segurança e a organização do trânsito na região. A metodologia empregada incluiu a revisão bibliográfica de estudos e manuais técnicos referentes aos temas, assim como a coleta de dados através de registros fotográficos da situação do local. Realizou-se uma contagem volumétrica direcional e classificatória para entender a dinâmica dos fluxos de tráfego e identificar os horários de pico dos deslocamentos. Os resultados permitiram a esquematização dos movimentos e conflitos entre as vias. Por meio do levantamento das condições da sinalização e da geometria, desenvolveu-se as propostas de melhoria para a interseção em estudo, visando manter a configuração existente das vias e melhorar a segurança dos usuários.

Palavras-chave: interseção; rodovia; segurança viária; Porto Velho.

ABSTRACT

Road intersections connect urban roads to highways, allowing the movement of people and goods within the road environment. The signage and geometry of intersections located in urban areas are fundamental elements for ensuring the safety of pedestrians and drivers. The study site is of great importance to the population and to the industrial enterprises located along the urban road. Through investigations, it was possible to observe the existence of several accidents recorded on the studied roads and their causes. Therefore, this study aimed to analyze the road intersection located on BR-364 at km 716+500 in Porto Velho – RO, which presents insufficient signage and geometry incompatible with traffic demands, and to propose solutions aimed at safety and traffic organization in the region. The methodology employed included a bibliographic review of studies and technical manuals related to the topics, as well as data collection through photographic records of the site's situation. A directional and classificatory volumetric count was performed to understand the dynamics of traffic flows and identify peak travel times. The results allowed for the schematization of movements and conflicts between the roads. Through the survey of signage and geometry conditions, improvement proposals were developed for the intersection under study, aiming to maintain the existing road configuration and improve user safety.

Keywords: intersection; highway; road safety; Porto Velho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem de satélite de pontos de acesso à zona sul.....	14
Figura 2 – Movimentos básicos em interseções.....	17
Figura 3 – Tipos de conflitos em interseção.....	18
Figura 4 – Triângulo de visibilidade.....	19
Figura 5 – Representação de pontos cegos em interseção.....	19
Figura 6 – Hierarquia funcional das vias urbanas.....	21
Figura 7 – Exemplos de interseções em nível.....	25
Figura 8 – Exemplos de interseções em níveis diferentes.....	27
Figura 9 – Representação do veículo SR e seus valores mínimos de giro.....	29
Figura 10 – Fluxograma da organização do projeto.....	33
Figura 11 – Imagem de satélite de Porto Velho.....	34
Figura 12 – Imagem de satélite da interseção em estudo.....	35
Figura 13 – Imagem de satélite da área analisada com presença de sinalização.....	36
Figura 14 – Croqui da interseção com movimentos.....	38
Figura 15 – Gráfico do total de veículos por tipo.....	41
Figura 16 – Gráfico do total de veículos por movimento.....	42
Figura 17 – Sinalização vertical na BR-364 próximo a interseção.....	45
Figura 18 – Sinalização horizontal na área de conversão.....	45
Figura 19 – Sinalização vertical na Estrada da Areia Branca.....	46
Figura 20 – Interseção em estudo e via marginal.....	47
Figura 21 – Buraco na extremidade da curva da interseção.....	47
Figura 22 – Passagem de veículos pesados na interseção.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação entre os veículos de projeto e suas dimensões básicas (em metros).....	28
Tabela 2 – Fatores de equivalência utilizados.....	37
Tabela 3 – Valor de V15max de cada intervalo.....	43
Tabela 4 – Valor de VHP de cada intervalo.....	43
Tabela 5 – Valor de FHP de cada intervalo.....	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação funcional de vias urbanas.....	21
Quadro 2 – Classificação e velocidades máximas das vias urbanas e rurais.....	22
Quadro 3 – Classificação dos movimentos segundo a trajetória.....	39
Quadro 4 – Movimentos conflitantes do croqui da interseção.....	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CO	Caminhões e ônibus convencionais
CON	Movimentos convergentes
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito de Rondônia
DIV	Movimentos divergentes
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FHP	Fator Horário de Pico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INT	Movimentos interceptantes
NI	Movimentos não-interceptantes
O	Ônibus urbanos longos, de longo percurso e caminhões longos com três eixos
OAes	Obras de Arte Especiais
OMS	Organização Mundial de Saúde
PNMU	Política Nacional de Mobilidade Urbana
PRF	Polícia Rodoviária Federal
RE	Reboques
SR	Semi-reboques
UCP	Unidades de Carro de Passeio
V15max	Volume de quinze minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico
VHP	Volume da Hora de Pico
VP	Veículos leves

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Justificativa.....	13
1.2 Objetivos.....	15
1.2.1 Objetivo geral.....	15
1.2.2 Objetivos específicos.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 Segurança viária.....	16
2.1.1 Movimentos e conflitos.....	17
2.1.2 Visibilidade.....	18
2.1.3 Alinhamento horizontal.....	19
2.1.4 Alinhamento vertical.....	20
2.2 Classificação de vias urbanas.....	20
2.2.1 Classificação funcional.....	20
2.2.2 Classificação segundo o CTB.....	22
2.3 Interseções.....	23
2.3.1 Interseções em nível.....	23
2.3.2 Interseções em níveis diferentes.....	26
2.4 Veículos de projeto.....	28
2.5 Estudos de tráfego.....	29
2.5.1 Contagem volumétrica.....	30
2.6 Sinalização.....	31
2.6.1 Sinalização vertical.....	31
2.6.2 Sinalização horizontal.....	32
3 METODOLOGIA.....	33
3.1 Caracterização da área de estudo.....	33
3.2 Coleta de dados primários.....	35
3.3 Pesquisa de tráfego.....	36
4 RESULTADOS.....	38
4.1 Identificação dos conflitos existentes na interseção da BR-364 com a Estrada da Areia Branca.....	38
4.2 Análise do volume de tráfego do objeto de estudo.....	40
4.2.1 Fator horário de pico.....	43

4.3 Análise das condições das sinalizações existentes e da geometria da interseção.....	44
4.4 Proposta de alterações na interseção entre a via urbana e a rodovia analisadas.....	48
4.4.1 Faixa de mudança de velocidade e superlargura.....	49
4.4.2 Passarela de pedestres.....	49
4.4.3 Sinalização nos trechos.....	50
5 CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS.....	53
APÊNDICE A - DADOS DE SINISTROS NA INTERSEÇÃO.....	57
APÊNDICE B - FORMULÁRIO DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA.....	58
APÊNDICE C - FORMULÁRIO DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA.....	59
APÊNDICE D - RESULTADO DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA.....	60
ANEXO A - CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS PARA AS VIAS URBANAS.....	61

1 INTRODUÇÃO

A região Norte apresenta uma baixa densidade de malha rodoviária federal pavimentada se comparada às outras regiões do país. Apesar das limitações na infraestrutura, a região apresentou em 2023 crescimento da frota de veículos e da taxa de motorização, evidenciando o aumento da demanda por infraestrutura rodoviária (CNT, 2024).

A infraestrutura rodoviária possui grande relevância visto que permite o transporte de mercadorias e pessoas no território. Neste sentido, é fundamental que os elementos rodoviários contenham projeto de engenharia compatível com fatores como topografia, condições hidrológicas e ambientais do local (Pimenta *et al.*, 2017), além dos fluxos de tráfego atuais e futuros, promovendo dessa forma a segurança dos usuários.

As interseções, elementos constituintes da infraestrutura viária, representam o encontro de duas ou mais vias, possibilitando a conexão da rodovia com a área urbana da cidade (DNIT, 2005). Quando desenvolvidas corretamente, essas estruturas proporcionam um tráfego fluido e sem congestionamentos, otimizando o tempo de deslocamento entre pontos, porém quando projetadas sem estudos aprofundados afetam diretamente a dinâmica do trânsito e a acessibilidade dos usuários (Paula, 2023).

Desta forma, as interseções cumprem o papel fundamental de conectar a população às áreas de interesse urbano, permitindo a circulação viária e a integração entre regiões. Este papel está profundamente ligado a um dos principais objetivos da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), que é o de facilitar o acesso da sociedade aos serviços básicos e equipamentos sociais (Brasil, 2012).

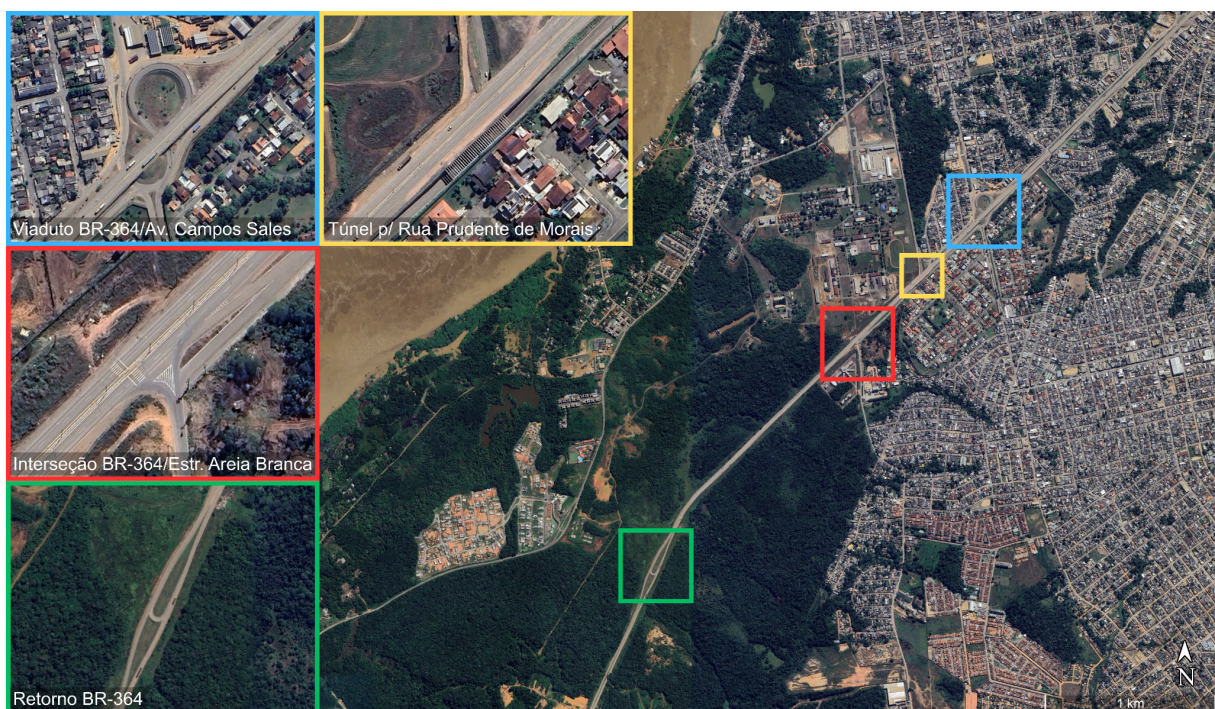
1.1 Justificativa

O perímetro urbano do município de Porto Velho - RO abrange área aproximada de 155 km² e é cortado pelas rodovias federais BR-364 e BR-319, que passam em seu centro. Por esse motivo há a presença de vias marginais e diversos acessos e interseções, tanto em nível quanto em desnível, ao longo do trecho da BR-364 que atravessa a área urbana do município.

A cidade tem apresentado crescimento contínuo e expressivo da frota veicular ao longo da última década. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), houve um aumento da quantidade de veículos registrados de cerca de 41,4% no período entre 2014 e 2024. A evolução da frota veicular juntamente com a expansão não planejada tem gerado problemas para a dinâmica da mobilidade urbana, como a intensificação de congestionamentos nos principais corredores e vias da cidade (Redação JR, 2025).

O Viaduto da Avenida Campos Sales apresenta-se como uma das principais rotas para o acesso à zona sul da cidade. Esta estrutura consiste em uma interseção em desnível entre a avenida e a rodovia, e funciona como um recurso para a conexão direta entre o centro e a região sul da capital. Em contrapartida, uma rota alternativa envolve o retorno rodoviário existente na BR-364. Por meio dessa rota, o ingresso pode prosseguir pela Avenida Campos Sales ou pela interseção em nível localizada entre a BR-364 e a Estrada da Areia Branca, que constitui como o objeto de estudo deste trabalho. A localização desses elementos é ilustrada na Figura 1.

Figura 1 – Imagem de satélite de pontos de acesso à zona sul.



Fonte: Google Earth (2025), adaptado.

Neste contexto, a interseção em análise liga bairros de aglomerado urbano e empreendimentos industriais rurais às zonas de interesse econômico e comercial. Essa ligação é crucial, pois possibilita um deslocamento rápido e eficiente tanto para a zona central, por meio do túnel de acesso da rua Prudente de Moraes, quanto para o restante da cidade, por meio da rodovia.

A falta de sinalização vertical e horizontal na área, no início desta pesquisa, mostra-se como um fator inegável para a ocorrência de acidentes, conforme evidenciado pelos dados de sinistros no Apêndice A. Além disso, irregularidades na geometria do acesso causados pelo

mau dimensionamento promovem a existência de incidentes entre veículos que adentram a área pela rodovia e aqueles que buscam sair para a rodagem e/ou para as zonas de interesse.

A presença de indústrias na área rural mostra-se como um agente determinante para o trânsito de caminhões pesados, que circulam na região e utilizam-se da interseção para chegar aos locais de carga e descarga dos materiais das indústrias.

Desta forma, a pesquisa visa solucionar os problemas encontrados na interseção e nas proximidades desta com a finalidade de melhorar a mobilidade dos veículos e evitar acidentes decorrentes da falta de sinalização e do mau dimensionamento da geometria.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Realizar a análise da sinalização, geometria e fluxos de tráfego na interseção rodoviária da BR-364 com a Estrada da Areia Branca, localizada na cidade de Porto Velho - RO, de forma a melhorar o ingresso na região e evitar a ocorrência de acidentes.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar os conflitos existentes na interseção da BR-364 com a Estrada da Areia Branca;
- Realizar uma caracterização inicial do volume de tráfego do objeto de estudo;
- Analisar as condições da sinalização vertical e horizontal existentes nas vias;
- Verificar a situação da geometria no encontro entre a rodovia e a via urbana;
- Propor melhorias na sinalização dos trechos das vias consideradas;
- Propor intervenções que contribuam para a acessibilidade e segurança dos usuários.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

São abordados os principais elementos do sistema viário, como vias, interseções e sinalização, definindo-os e apresentando sua importância para a segurança do tráfego.

2.1 Segurança viária

O sistema viário corresponde a rede interconectada de vias de uma cidade que visam o ordenamento da circulação e o planejamento territorial (Simões e Simões, 2016), permitindo que pessoas e bens desloquem-se com liberdade desejada no ambiente urbano (Brasil, 2012). Assim, a garantia da segurança mostra-se como condição para o exercício pleno dos cidadãos, afetando diretamente na sua qualidade de vida (Bôas e Silva, 2015).

O DNIT (2025) explica que a segurança viária baseia-se no conjunto de elementos necessários para tornar o trânsito mais seguro. O sistema é composto através do conceito dos três E's: engenharia, educação e esforço legal. A engenharia engloba todos os âmbitos integrantes no sistema viário, desde as condições das vias até os equipamentos dos veículos que visam a segurança dos usuários. A educação para o trânsito busca conscientizar os motoristas acerca da utilização correta da via objetivando evitar acidentes. O esforço legal envolve as fiscalizações e a criação de leis em relação à segurança viária.

Segundo o relatório de segurança viária da Organização Mundial de Saúde (OMS) (2018), o número de mortes no trânsito avança constantemente. As lesões decorrentes de acidentes de trânsito representam a oitava maior causa de mortalidade.

Carmo e Junior (2022) apontam que os segmentos mais perigosos de uma rodovia localizam-se principalmente nos centros urbanos de cidades com bom desenvolvimento social e onde o estado geral da rodovia é regular ou bom. Simões e Simões (2016) alegam que as rodovias devem ser estabelecidas distante da área urbana devido ao alto trânsito de veículos pesados, pois quando estes dividem espaço com o trânsito urbano aumenta-se o risco de acidentes.

Segundo Ferraz *et al.* (2012), os sinistros de trânsito acontecem por uma junção de diversos fatores, influenciados tanto por agentes diretos quanto indiretos. Dentre os fatores associados ao ser humano citam-se o uso de velocidade incompatível com a via, o cansaço, a sonolência, a ingestão de álcool, drogas ou medicamentos, a condução perigosa, a falta de habilidade e o desvio da atenção.

Dos fatores associados aos veículos mencionam-se a manutenção insuficiente e a visibilidade do automóvel, aspecto onde um usuário não percebe a presença de um veículo, seja pelo seu tamanho ou por condições ambientais desfavoráveis, como chuva, nevoeiro,

fumaça ou incidência solar próximo a linha do horizonte, causando ofuscamento da visão do motorista (Ferraz *et al.*, 2012).

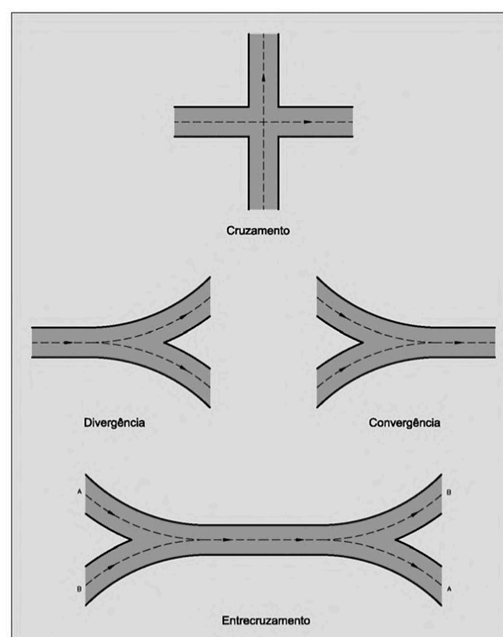
Ademais, há ainda fatores associados exclusivamente à via, como defeitos na superfície do pavimento, projeto geométrico ineficaz, presença de interseções inadequadas, sinalização insuficiente ou deteriorada, falta de iluminação em locais críticos e problemas na lateral da via, dentre eles inexistência de calçada e acostamentos (Ferraz *et al.*, 2012).

2.1.1 Movimentos e conflitos

De acordo com DNIT (2005) as correntes de tráfego são compostas por veículos que trafegam por uma mesma pista ou faixa e no mesmo sentido. Apresentam diversos comportamentos em função da composição, volume, velocidade e tipo de interseção empregada. A seguir são descritos os movimentos básicos que acontecem em uma interseção e após a Figura 2, que demonstra os respectivos movimentos:

- a) Movimentos de cruzamento: quando as correntes de tráfego cortam-se entre si.
- b) Movimentos convergentes: quando duas ou mais correntes juntam-se para formar uma única.
- c) Movimentos divergentes: quando uma corrente se separa e forma trajetórias independentes.
- d) Movimentos de entrecruzamento (entrelaçamento): quando duas ou mais correntes se juntam, formam uma corrente única e depois se separam.

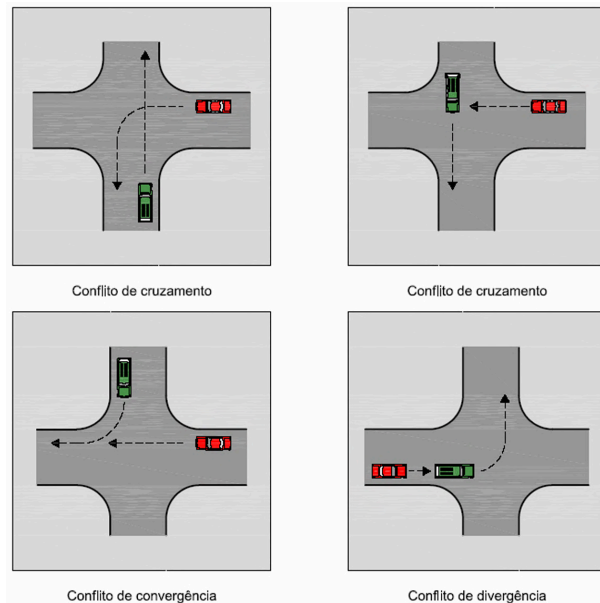
Figura 2 – Movimentos básicos em interseções.



Fonte: DNIT (2005).

Os locais onde esses movimentos ocorrem são denominados pontos de conflito e devem, quando possível, serem limitados (Pimenta *et al.*, 2017), pois afetam diretamente a dinâmica do tráfego, provocando redução da velocidade e afetando na capacidade e segurança da interseção (DNIT, 2005). A Figura 3 mostra os tipos de conflitos provenientes dos movimentos.

Figura 3 – Tipos de conflitos em interseção.



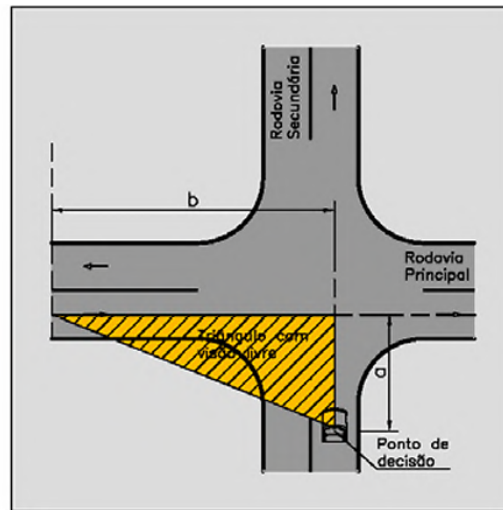
Fonte: DNIT (2005).

Em trechos de entrelaçamento, os movimentos se iniciam com um conflito de convergência e terminam com um de divergência (DNIT, 2005).

2.1.2 Visibilidade

A visibilidade é um aspecto fundamental da segurança viária, pois a facilidade de ver e ser visto em uma rodovia ou interseção é essencial para a prevenção de acidentes (Ferraz *et al.*, 2012). Dessa forma, o motorista, ao se aproximar de uma interseção, deve ter visão livre de toda a área e de parte das vias adjacentes, pois assim ele consegue identificar riscos de colisão e executar as manobras necessárias (DNIT, 2005). A Figura 4 mostra o triângulo de visibilidade, que aponta a presença de distâncias de visibilidade em cruzamento de duas vias.

Figura 4 – Triângulo de visibilidade.



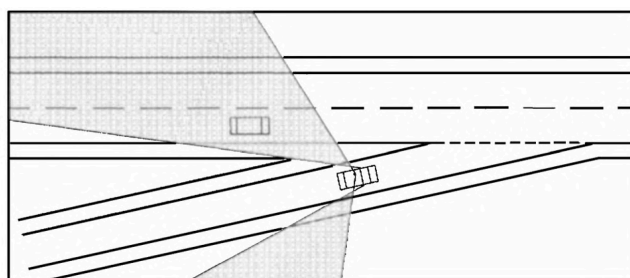
Fonte: DNIT (2005).

Os valores das distâncias de visibilidade são determinados em função do tipo de controle de tráfego adotado na interseção, contendo influência do greide das vias que se interceptam, do veículo de projeto e da velocidade diretriz. No Manual de Projeto de Interseções do DNIT (2005) são recomendadas as distâncias de visibilidade para cada caso de controle de tráfego presente na interseção.

2.1.3 Alinhamento horizontal

O alinhamento horizontal é a representação em planta da via, e sua trajetória está sujeita a alteração em razão das características topográficas do terreno (Pimenta *et al.*, 2017). Em interseções, seu esboço requer atenção, pois segundo García e Belda-Esplugues (2007), o ângulo entre as vias da interseção afeta a visão periférica dos motoristas que se aproximam pela via secundária. O estudo dos pesquisadores demonstra que ângulos menores tornam a identificação de situações de perigo mais difíceis, pois promovem o surgimento de pontos cegos, áreas onde o motorista perde a visibilidade ao olhar para frente, para trás ou para os retrovisores. A Figura 5 exemplifica esses pontos cegos.

Figura 5 – Representação de pontos cegos em interseção.



Fonte: GARCÍA; BELDA-ESPLUGUES (2007).

Além disso, ângulos pequenos demandam áreas maiores de pista em curva. O manual do DNIT (2005) aconselha a evitar a utilização de curvas horizontais com raios pequenos na aproximação de vias secundárias para obter entroncamentos em ângulo reto, pois essa prática estimula o motorista a invadir a faixa contrária para aumentar o raio de giro.

O manual recomenda a adoção de ângulos de interseção entre 75° e 90°, porém, considera aceitável o emprego de 60° em casos em que a adoção de ângulos próximos a 90° resultam em uma área muito grande de desapropriação. Para ângulos inferiores a 60° o alinhamento horizontal dos cruzamentos deve ser revisado, considerando realizar o realinhamento da via (DNIT, 2005).

2.1.4 Alinhamento vertical

O alinhamento vertical relaciona-se com os elementos da seção transversal do terreno e do eixo da rodovia, de forma a adequar-se aos aspectos naturais do terreno, necessitando frequentemente de cortes e aterros, e da execução de serviços especiais como escavação em rocha, Obras de Arte Especiais (OAEs), obras de drenagem singulares e estabilização de taludes (Pimenta *et al.*, 2017).

De acordo com o DNIT (2005), os cruzamentos de vias devem dispor de campo de visão desobstruído, especialmente quando uma ou ambas as vias chegam ao ponto de cruzamento em curvas verticais. Os greides das pistas que se interceptam devem ser os mais suaves possíveis, não dispendo de inclinação maior que 3%, salvo em condições que tornem o projeto muito caro.

2.2 Classificação de vias urbanas

A seguir são detalhados os tipos de classificação das vias urbanas, explicitando sua relevância para a organização do sistema viário.

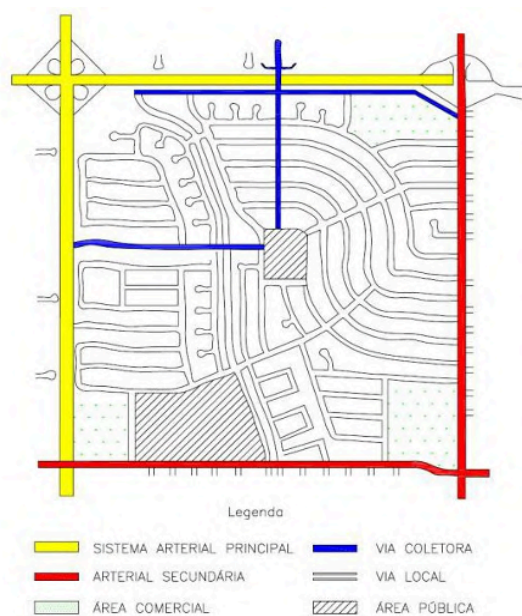
2.2.1 Classificação funcional

A classificação funcional tem como objetivo organizar a malha viária urbana com base no tipo de serviço e função que cada via desempenha dentro do sistema viário. Para que isso seja eficaz, é necessário compreender como os deslocamentos são feitos e a partir disso definir como as viagens devem ser direcionadas para a rede viária de forma lógica e eficiente (DNIT, 2010).

Os deslocamentos dos usuários baseiam-se nas suas necessidades e desejos. Deste princípio surge-se a definição de “linhas de desejo”, que representam as trajetórias que os usuários idealizam para alcançar o seu destino, utilizando-se das vias para efetivar o seu

objetivo. Em centros urbanos, esses deslocamentos normalmente correspondem às idas e voltas do trabalho, enquanto em regiões com polos de lazer, os deslocamentos dão-se em dias e/ou períodos diferentes (DNIT, 2010). A hierarquização das vias, baseada em sua funcionalidade, é mostrada na Figura 6.

Figura 6 – Hierarquia funcional das vias urbanas.



Fonte: DNIT (2010).

Este método de organização baseia-se no conceito de mobilidade e acessibilidade. A mobilidade é definida como a facilidade de deslocamento, ao passo que a acessibilidade refere-se à facilidade da via de conectar origem com destino da viagem. Desta forma, as vias arteriais caracterizam-se por apresentarem grande mobilidade e pouca acessibilidade, enquanto as vias locais manifestam alta acessibilidade e baixa mobilidade. As vias coletoras apresentam equilíbrio entre a mobilidade e a acessibilidade (DNIT, 2010). Logo, as vias urbanas brasileiras podem ser classificadas em três sistemas, evidenciados no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação funcional de vias urbanas.

SISTEMA	SUBDIVISÃO
Arterial principal	Vias expressas primárias
	Vias expressas secundárias
	Vias arteriais primárias
Arterial secundário	-
Coletor	-

Local	-
-------	---

Fonte: DNIT (2010), adaptado.

O sistema arterial principal possibilita a ligação de toda a área urbana, sendo o responsável por transportar grande parte do tráfego da cidade. Por permitir uma diversidade de viagens, as vias desse sistema são classificadas de acordo com as características de controle de acesso, conforme mostradas no Anexo A. O sistema arterial secundário visa atender às viagens com percursos menores, dando ênfase ao acesso das propriedades.

O sistema coletor prioriza a conexão das vias locais com as vias arteriais. Esse sistema consegue atender as áreas residenciais, distribuindo os fluxos das vias arteriais até os seus destinos. O sistema local, por sua vez, engloba todas as vias não incluídas nas classificações anteriores, sendo a sua principal função a de possibilitar o acesso das residências aos sistemas superiores.

2.2.2 Classificação segundo o CTB

Visando estabelecer um padrão de regras do trânsito em todo o território brasileiro, criou-se a Lei nº 9.503/1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), documento que reúne normas gerais de circulação, de conduta, de educação no trânsito, da sinalização das vias, da regulamentação para a Engenharia de Tráfego e de outras questões pertinentes.

As vias são definidas como a “superfície por onde transitam veículos, pessoas e animais, compreendendo a pista, a calçada, o acostamento, ilha e canteiro central” (Brasil, 1997), enquanto as vias urbanas caracterizam-se por “ruas, avenidas, vielas, ou caminhos e similares abertos à circulação pública, situados na área urbana, caracterizados principalmente por possuírem imóveis edificadas ao longo de sua extensão” (Brasil, 1997). O Quadro 2 apresenta a classificação das vias segundo o CTB, assim como as velocidades máximas para cada via.

Quadro 2 – Classificação e velocidades máximas das vias urbanas e rurais.

VIAS URBANAS	VELOCIDADE MÁXIMA	VIAS RURAIS	VELOCIDADE MÁXIMA
Via de trânsito rápido	80 km/h	Rodovias	110 km/h ¹
Via arterial	60 km/h		90 km/h ²
Via coletora	40 km/h		80 km/h ³
Via local	30 km/h	Estradas	61 km/h

¹ Para automóveis, camionetas e motocicletas.

² Para ônibus e micro-ônibus.

³ Para os demais veículos.

Fonte: Brasil (1997), adaptado.

As vias de trânsito rápido possuem trânsito livre e não apresentam interseções e travessia de pedestres em nível nem permitem acesso direto aos lotes lindeiros. Em contrapartida, as vias arteriais apresentam interseções em nível, comumente controladas por semáforo, com acesso aos lotes lindeiros. As vias coletoras são destinadas a coletar e distribuir o trânsito que adentra ou deixa as vias de trânsito rápido ou arteriais. As vias locais, por fim, permitem apenas o acesso a áreas locais ou restritas, possuindo interseções em nível sem presença de semáforos. As vias rurais são compostas exclusivamente por rodovias (vias pavimentadas) e estradas (vias não pavimentadas), conforme Brasil (1997).

2.3 Interseções

Segundo Pimenta *et al.* (2017), interseções são áreas onde duas ou mais vias se encontram, se cruzam ou se unificam, possuindo todos os tipos de mecanismos para o ordenamento do tráfego, minimizando conflitos e garantindo a funcionalidade das vias. O projeto de interseções requer estudos aprofundados e análises cuidadosas, pois seu dimensionamento pode afetar diretamente a segurança da rodovia e de seus usuários, devendo ser projetada para evitar engarrafamentos e facilitar o escoamento do tráfego.

2.3.1 Interseções em nível

As interseções em nível ocorrem quando as vias que encontram-se estão na mesma altitude (Pimenta *et al.*, 2017), sendo divididas quanto ao seu número de ramos, das soluções adotadas de projeto e do tipo de controle de sinalização (DNIT, 2005).

a) Quanto ao número de ramos

- Interseção de três ramos ou “T”.
- Interseção de quatro ramos.
- Interseção de ramos múltiplos.

b) Quanto às soluções adotadas:

- Mínima: não possui qualquer controle especial, sendo aplicável quando o volume horário total da via principal for inferior a 300 UCP e o da via secundária for inferior a 50 UCP.
- Gota: é constituída de ilha direcional do tipo “gota” na via secundária com a finalidade de disciplinar os movimentos de giro à esquerda.

- Canalizada: usa ilhas de tráfego, marcas no pavimento e outros meios para separar e direcionar os movimentos do tráfego, evitando conflitos.
- Rótula: o tráfego se move no sentido anti-horário ao redor de uma ilha central, é também chamada de rotatória.
- Rótula vazada: solução onde o fluxo da via principal atravessa uma ilha central, em torno da qual os demais fluxos circulam no sentido anti-horário.

c) Quanto ao controle de sinalização:

- Sem sinalização semafórica (luminosa): o fluxo é controlado por sinalização horizontal e vertical.
- Com sinalização semafórica (luminosa): o fluxo é controlado por semáforo.

A Figura 7 exhibe algumas das interseções em nível citadas.

Figura 7 – Exemplos de interseções em nível.



- (a) Interseção de três ramos ou “T” canalizada.
 (b) Interseção tipo gota.
 (c) Interseção canalizada.
 (d) Rótula ou rotatória.
 (e) Rótula vazada.
 (f) Interseção com sinalização semafórica luminosa.

Fonte: a) Prefeitura de Maravilha (SC), 2024; b) Prefeitura de Nova Lima (MG), 2024; c) Jornal Diarinho, 2023; d) Google Earth, 2025; e) Folha Popular, 2025; f) Prefeitura de Porto Velho (RO), 2024.

2.3.2 Interseções em níveis diferentes

As interseções em níveis diferentes ou em desnível caracterizam-se pelo cruzamento de vias em altitudes diferentes (Pimenta *et al.*, 2017), sendo categorizadas quanto à presença ou não de ramos (DNIT, 2005).

a) Cruzamentos em níveis diferentes sem ramos:

- Passagem superior: quando a rodovia principal passa sobre a via secundária.
- Passagem inferior: quando a rodovia principal passa sob a via secundária.

b) Interconexão: situação onde, além do cruzamento em desnível, a interseção possui ramos que conduzem os veículos de uma via à outra.

- Interconexão em “T” ou “Y”: possui três ramos com características de projeto em forma de “T” ou “Y”. Quando um ramo executar giro próximo de 270°, a interseção é chamada de “trombeta”.
- Diamante: a via principal apresenta uma entrada à direita antes do cruzamento e uma saída depois do cruzamento. As conexões das vias secundárias são interseções em nível.
- Trevo completo: contém quatro quadrantes, onde os movimentos de conversão à esquerda são feitos através de laços e à direita por meio de conexões externas aos laços.
- Trevo parcial: apresenta pelo menos um ramo em laço.
- Direcional: utiliza ramos direcionais para os principais movimentos de conversão à esquerda.
- Semidirecional: utiliza ramos semidirecionais para os principais movimentos de conversão à esquerda, podendo ter presença de laço para completar o deslocamento.
- Giratório: possui uma rótula (rotatória) na via secundária.

A Figura 8 representa algumas das interseções em desnível mencionadas.

Figura 8 – Exemplos de interseções em níveis diferentes.



- (a) Interconexão em “T” ou “Y”.
- (b) Interseção em diamante.
- (c) Trevo completo com ramo semidirecional.
- (d) Trevo parcial.
- (e) Interseção direcional.
- (f) Interconexão com rótula.

Fonte: Google Earth (2025), adaptado.

2.4 Veículos de projeto

A distinção dos veículos é de grande importância para o dimensionamento, a segurança e a trafegabilidade de uma via ou interseção. O DNIT (2005) determina que para fins de projeto é necessário a análise de todos os tipos de veículos, diferenciando-os em categorias representativas de acordo com suas características predominantes no tráfego.

Os veículos de projeto representam os veículos habituais e/ou veículos de maior porte que trafegam ou trafegarão na via, e a partir deles extrai-se informações básicas para o dimensionamento geométrico de uma rodovia e de interseções. Ao total são cinco tipos básicos de veículos de projeto recomendados pela AASHTO e que são utilizados no Brasil:

a) VP: veículos leves, fisicamente e operacionalmente similares ao automóvel, abrangendo minivans, vans, utilitários, pick-ups e similares.

b) CO: veículos comerciais rígidos, não articulados, como caminhões e ônibus convencionais.

c) O: veículos comerciais rígidos de maiores dimensões, incluindo ônibus urbanos longos, ônibus de longo percurso e de turismo e caminhões longos com três eixos de dimensões maiores que a classe CO.

d) SR: veículos comerciais articulados constituídos de uma unidade tratora simples e um semi-reboque.

e) RE: veículos comerciais com reboque composto de uma unidade tratora simples, um semi-reboque e um reboque.

Os dados da Tabela 1 associam os veículos de projeto citados com as suas respectivas dimensões base.

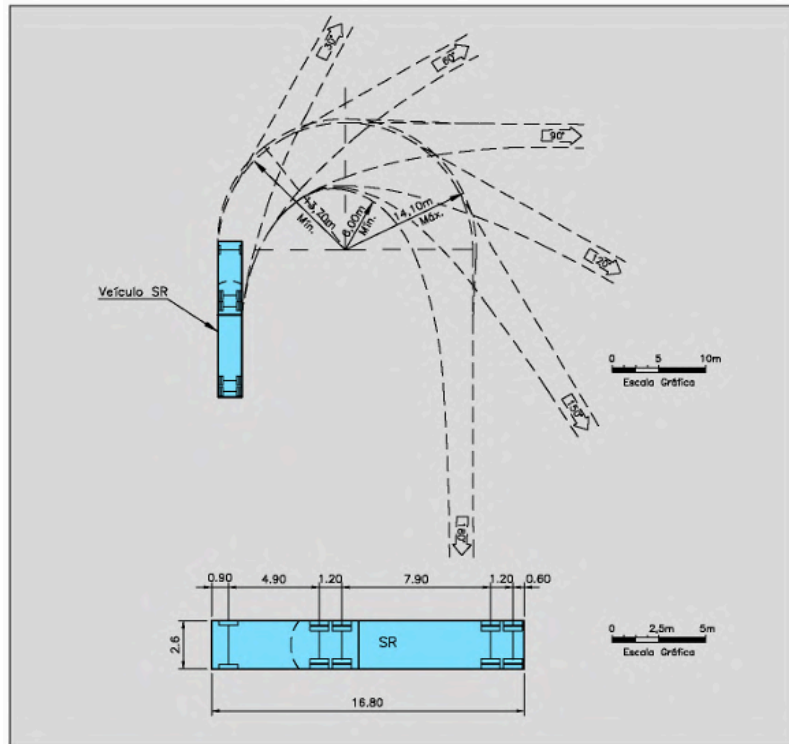
Tabela 1 – Relação entre os veículos de projeto e suas dimensões básicas (em metros).

Características	Veículos leves (VP)	Caminhões e ônibus convencionais (CO)	Caminhões e ônibus longos (O)	Semi-reboques (SR)	Reboques (RE)
Largura total	2,1	2,6	2,6	2,6	2,6
Comprimento total	5,8	9,1	12,2	16,8	19,8
Raio mín. da roda externa dianteira	7,3	12,8	12,8	13,7	13,7
Raio mín. da roda interna traseira	4,7	8,7	7,1	6,0	6,9

Fonte: DNIT (2005), adaptado.

Segundo o manual do DNIT (2005), o raio mínimo de giro desses veículos é definido com base na trajetória da roda externa dianteira no momento em que o veículo executa a curva mais fechada possível em velocidade inferior a 15 km/h. A Figura 9 traz a representação de um veículo SR juntamente com os raios mínimos aceitáveis para o giro.

Figura 9 – Representação do veículo SR e seus valores mínimos de giro.



Fonte: DNIT (2005).

Veículos SR podem apresentar comprimento maior que o prescrito na Tabela 1 e o representado na Figura 9. Nesses casos, o manual recomenda manter o raio externo e adicionar uma superlargura de 1,80 m na parte interna da curva.

2.5 Estudos de tráfego

De acordo com o DNIT (2006), os estudos de tráfego possibilitam entender as dinâmicas da área analisada através de investigações e levantamentos de tráfego. A pesquisa de tráfego é realizada comumente por meio de entrevistas ao usuário ou através de observação direta, onde o pesquisador registra os fenômenos de trânsito sem interferir-los.

Segundo Simões e Simões (2016), para a pesquisa de tráfego é necessário definir seu objetivo, os aspectos da dinâmica a ser analisada, os recursos disponíveis, o método adequado, a escolha da amostra e do horário para o levantamento de dados, o

desenvolvimento da ficha de pesquisa, a execução da pesquisa de campo e a análise dos dados.

2.5.1 Contagem volumétrica

A contagem volumétrica é utilizada para definir a quantidade, o sentido e a variedade de veículos que transitam por um local em um determinado período. Os dados são utilizados para diversos fins, como análise da capacidade das vias, avaliação das causas de congestionamento e de acidentes, dimensionamento do pavimento e projetos de canalização do tráfego (DNIT, 2006), além de que, com um vasto histórico dessas pesquisas, é possível obter tendências de crescimento do tráfego e variações de volume (Goldner, 2013). Essencialmente as contagens volumétricas existentes são: globais, direcionais e classificatórias.

Nas contagens globais, registram-se o número de veículos que circulam em um trecho de via, independente de seu sentido, agrupando-os em classes. Esse tipo de contagem é usada para o cálculo de volumes diários, preparação de mapas de fluxo e determinação de tendências do tráfego (DNIT, 2006).

As contagens direcionais registram o número de veículos por sentido do fluxo e são empregadas para cálculos de capacidade, determinação de intervalos de sinais, justificção de controles de trânsito, estudos de acidentes, previsão de faixas adicionais em rampas ascendentes, entre outros (DNIT, 2006).

Nas contagens classificatórias são registrados os volumes para os diversos tipos ou classes de veículos. Os dados são usados para o dimensionamento estrutural e projeto geométrico de rodovias e interseções, cálculo de capacidade, cálculo de benefícios aos usuários e determinação dos fatores de correção para as contagens mecânicas (DNIT, 2006).

Os métodos de contagem podem ser feitos de duas maneiras, cada uma com suas vantagens e desvantagens. As contagens manuais são feitas por pesquisadores, os quais anotam os dados em fichas ou usam contadores manuais. São ideais para classificação de veículos, análise de movimentos em interseções e contagens em rodovias com muitas faixas. Por outro lado, as contagens automáticas são feitas através de detectores que captam a passagem dos veículos, podendo ser portáteis ou permanentes (DNIT, 2006).

As contagens nas interseções visam levantar os fluxos das vias que se cruzam e dos seus ramos. Segundo Goldner (2013), para esse tipo de pesquisa, realizam-se contagens manuais com intervalos de 15 minutos, a partir do qual são obtidos os volumes dos veículos que entram na interseção e os volumes dos movimentos e dos tipos de veículos.

2.6 Sinalização

A sinalização consiste em um elemento fundamental para a segurança do trânsito e dos pedestres. Salles *et al.* (2015) abordam que durante a noite, as pinturas horizontais e as placas verticais são o único meio de comunicação entre a via e o motorista. Bonatto, Nodari e Garcia (2019) constataram melhora da segurança em trechos de rodovias do Rio Grande do Sul que receberam o BR-Legal, programa que visa a implantação de sinalização vertical, horizontal e de dispositivos de segurança em rodovias federais.

De acordo com o DNIT (2010), a implantação de sinalização permanente nas rodovias permite ordenar, advertir e orientar os usuários. Brasil (1997) determina que a sinalização deve ser localizada em distância compatível com a segurança do trânsito, ter condições que a torne visível durante o dia e a noite, e que esteja livre de qualquer item que impeça a visibilidade e/ou gere confusão ao usuário da via, comprometendo a segurança do trânsito.

2.6.1 Sinalização vertical

A sinalização vertical é estabelecida por meio de placas, painéis ou dispositivos auxiliares fixados adjacentes à pista ou suspensos sobre ela, com informações simples, legíveis e padronizadas, existindo regras para localização, posicionamento e distâncias mínimas das placas em relação a via (DNIT, 2010). O CTB (Brasil, 1997) apresenta detalhadamente especificações das placas, como o código, as cores de cada elemento e as dimensões mínimas em relação ao tipo de via.

A sinalização de regulamentação apresenta normalmente forma circular com fundo branco, símbolos e letras na cor preta, e tarja e orla na cor vermelha. Quando há a necessidade de complementar os sinais, é utilizada placa na forma retangular. O papel da sinalização de regulamentação é informar os usuários das condições, restrições, proibições e obrigações no uso da via. Por conterem mensagens imperativas, o não cumprimento dessa sinalização constitui infração de trânsito (Brasil, 1997).

A sinalização de advertência tem a finalidade de alertar os usuários para situações perigosas à frente, como obstáculos ou restrições, indicando a natureza das situações (DNIT, 2010). Sua forma padrão é quadrada, onde uma das diagonais é posicionada na vertical, com fundo amarelo e símbolo e legenda na cor preta. Em situações especiais ou quando se quer complementar informações, são utilizadas placas retangulares (Brasil, 1997).

A sinalização de indicação busca orientar os usuários da via durante o seu percurso, informando-os sobre destinos, distâncias, locais de serviços próximo da via e mensagens educativas sobre segurança no trânsito (DNIT, 2010). Tem formas variadas e combinação de

cores diferentes das demais placas. São divididas em placas de identificação, de orientação de destino, de serviços auxiliares, de atrativos turísticos e educativas (Brasil, 1997).

2.6.2 Sinalização horizontal

A sinalização horizontal é composta por marcas, legendas e símbolos pintados sobre o pavimento de uma rodovia com o objetivo de organizar, orientar e canalizar o fluxo de veículos, além de transmitir mensagens simples e de advertência aos motoristas, especialmente no período noturno, em que torna-se mais difícil a visualização das pistas (DNIT, 2010).

Salles *et al.* (2015) constataram que a retrorefletividade das marcações, característica em que a luz dos faróis retorna ao motorista em consequência da adição de microesferas de vidro à pintura, é influenciada pelo material constituinte dos dispositivos, da localização da demarcação na pista e do tráfego da via, de forma que ao mesmo tempo que a abrasão pneu-pavimento provoca o desgaste das marcações, ela também promove a limpeza das mesmas, melhorando a retrorefletividade.

A sinalização horizontal pode apresentar formas contínuas e tracejadas, além de símbolos e legendas para indicar e orientar o usuário em situações especiais no trânsito. Essas marcações podem apresentar diversas cores. Destacam-se a cor amarela, que regulamenta os fluxos de sentidos opostos e delimita áreas proibidas de parada e estacionamento, e a cor branca, que é utilizada para regular fluxos de mesmo sentido, marcação de faixas de pedestres e indicar estacionamento de veículos permitidos (Brasil, 1997).

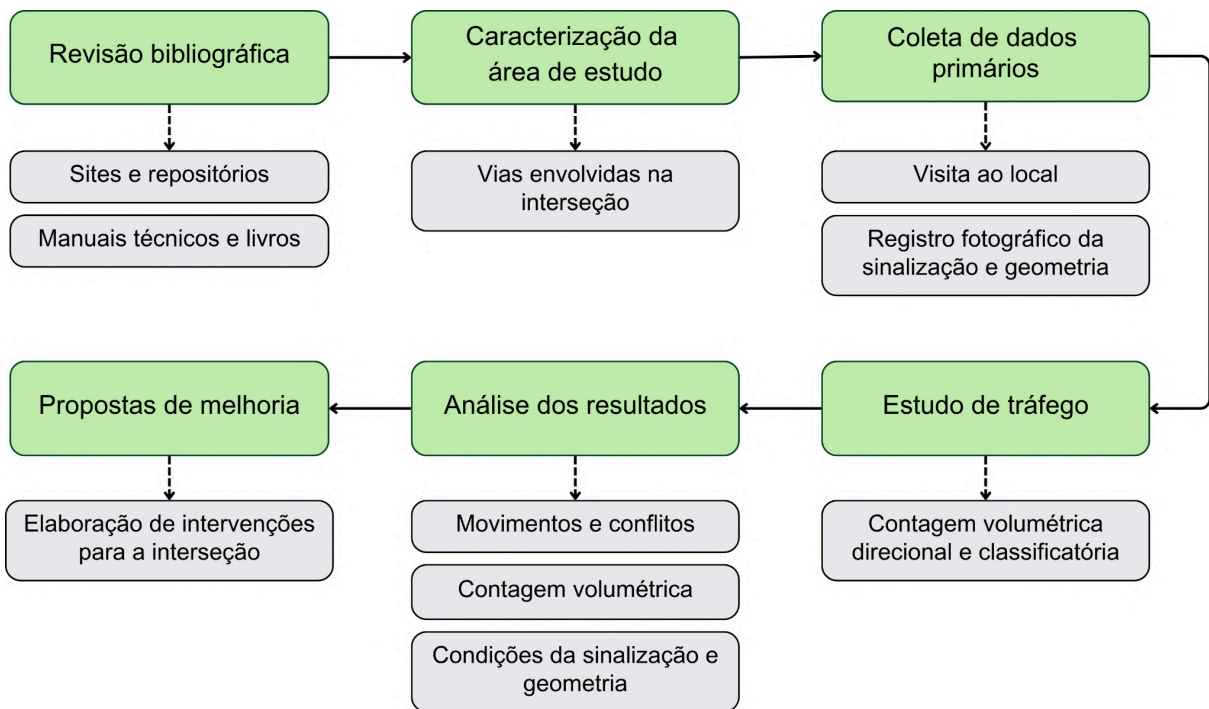
As marcações longitudinais separam e organizam os fluxos de tráfego de acordo com a cor e regulamentam a ultrapassagem de veículos. As marcas transversais ordenam os movimentos dos veículos e dos pedestres, de forma a alertar posição de parada para travessia de pedestres ou de interseções, induzindo o motorista a diminuir a velocidade. As marcas de canalização direcionam os veículos quando há mudança da trajetória, como em interseções, acessos e mudanças de alinhamento. As marcas de delimitação determinam as áreas permitidas ou proibidas para estacionamento ou parada de veículos. As demais inscrições como setas, símbolos e legendas complementam a sinalização horizontal (DNIT, 2010).

3 METODOLOGIA

Para embasar este estudo, realizou-se uma revisão bibliográfica direcionada a temas referentes a estudos de interseções, projeto geométrico de interseções e sinalização rodoviária. A pesquisa foi feita em sites e repositórios, como Google Scholar, SciELO e Periódicos Capes, utilizando palavras-chaves como “interseção rodoviária”, “geometria de interseção rodoviária”, “acessos rodoviários” e “segurança viária em rodovias”.

Destaca-se a utilização de manuais técnicos do DNIT, da Lei nº 9.503/1997, que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro, e de informações de pesquisas e divulgações de órgãos e entidades nacionais, como PRF, DETRAN RO, CONTRAN e CNT. Consultou-se também livros que abordavam os temas pertinentes à pesquisa, como projeto geométrico de rodovias. A Figura 10 mostra as etapas do projeto.

Figura 10 – Fluxograma da organização do projeto.

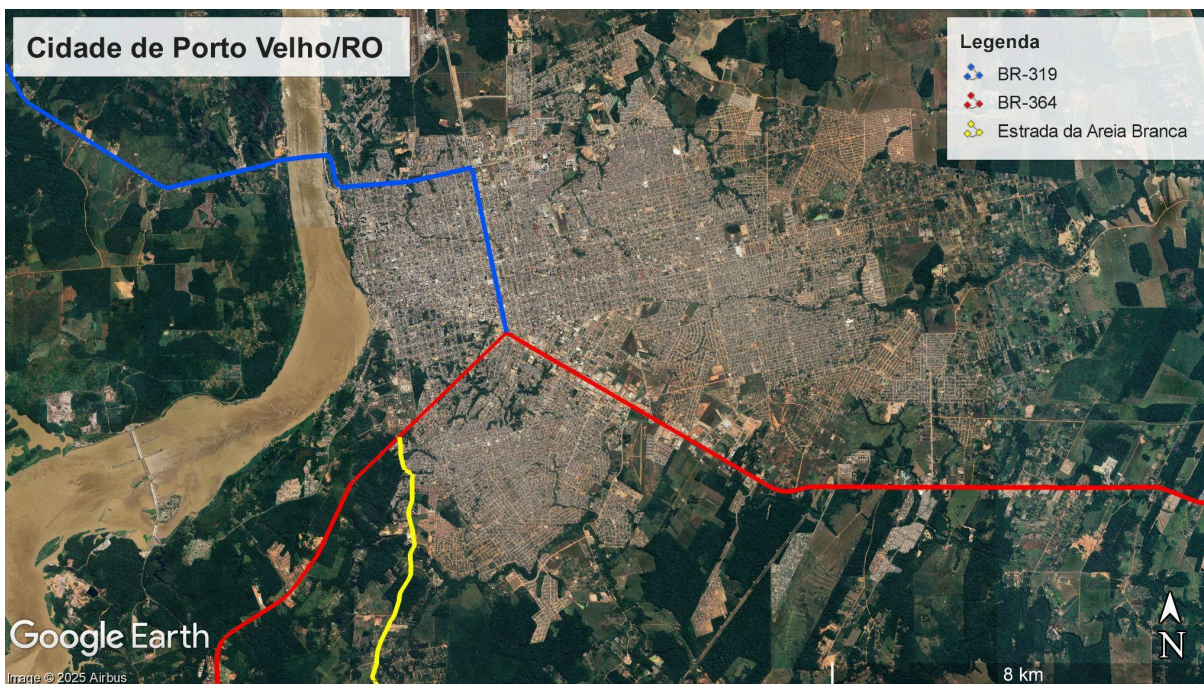


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

3.1 Caracterização da área de estudo

O local em estudo localiza-se na cidade de Porto Velho, capital de Rondônia, a qual é cortada pelas rodovias BR-364 e BR-319 em seu centro, conforme a Figura 11. A BR-364 é uma rodovia que faz ligação entre o Sudeste e a Amazônia Ocidental, passando pelo Centro-Oeste. A via possui cerca de 4.230 km de extensão, atravessando todo o estado de Rondônia durante seu percurso (Souza, 2024).

Figura 11 – Imagem de satélite de Porto Velho.



Fonte: Google Earth (2025), adaptado.

De acordo com Porto Velho (2021), a rodovia inserida dentro da área urbana é definida como uma via estrutural, nível mais alto da hierarquia viária da cidade, visto a sua capacidade de comportar grandes volumes de tráfego e permitir a conexão entre diversos municípios do estado.

A interseção da pesquisa encontra-se na conexão direta entre a BR-364 km 716+500 e a Estrada da Areia Branca na zona sul da cidade. A estrada atravessa parte do perímetro urbano até atingir a zona rural da cidade, por onde percorre cerca de 13 km. Embora a via exista há bastante tempo, apenas em 2021 ela foi integrada oficialmente ao conjunto de ruas do município (Soares, 2021), recebendo serviços de regularização e asfaltamento na extensão da zona rural nos anos posteriores. Segundo Alves (2025), a via melhora a locomoção dos moradores, além de possibilitar o deslocamento de mercadorias produzidas em indústrias e da produção agrícola da região, fatos estes que provocam a presença constante de veículos pesados transitando pelo caminho.

A Figura 12 traz uma ampliação da interseção, mostrando de perto as vias que a formam.

Figura 12 – Imagem de satélite da interseção em estudo.



Fonte: Google Earth (2025), adaptado.

Identifica-se a BR-364 como a via principal da imagem por ter maior dimensão e duplicação de faixas. Na parte inferior localiza-se a Estrada da Areia Branca, que apresenta conexão direta com a rodovia, a via lateral e a alça de saída.

3.2 Coleta de dados primários

A etapa de coleta de dados consistiu em visita ao local de estudo em período diurno, visando observar e realizar registros fotográficos da interseção e das vias que a constituem. Durante esta etapa, analisou-se a sinalização horizontal e vertical existente na interseção, bem como em trechos da BR-364 e da Estrada da Areia Branca, conforme pode ser observado na Figura 13.

Figura 13 – Imagem de satélite da área analisada com presença de sinalização.



Fonte: Google Earth (2025), adaptado.

Buscou-se verificar também a situação da interseção, analisando sua configuração e suas condições atuais, além de observar o estado de conservação das vias e de defeitos visíveis no pavimento asfáltico.

3.3 Pesquisa de tráfego

O desenvolvimento da contagem do tráfego na interseção em estudo seguiu o recomendado no Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006). A contagem volumétrica foi realizada de forma manual, utilizando os formulários apresentados no Apêndice B e C, visando registrar a quantidade de veículos por sentido de fluxo das vias da interseção e classificando-os em classes representativas.

Segundo o DNIT (2006), os picos de tráfego nas vias urbanas concentram-se nos dias de semana, de segunda a sexta-feira, nos horários de ida e volta aos locais de trabalho. Na terça, quarta e quinta-feira, os fluxos de tráfego são quase iguais à média de fluxo. Na segunda-feira o tráfego é relativamente menor, ao passo que na sexta-feira é ligeiramente maior.

Dessa forma, realizou-se a contagem volumétrica classificatória no dia 17 de setembro de 2025, quarta-feira, durante três situações do dia: das 7h às 9h, das 11h às 13h e das 17h às 18h30, de forma a observar a variação dos movimentos e dos tipos de veículos na interseção ao longo de um dia típico.

Para a classificação, dividiu-se os veículos em automóveis, ônibus (considerou-se nesta classe micro-ônibus), caminhões, motocicletas (considerou-se nesta classe veículos elétricos similares) e bicicletas. Por haver a presença de faixa de travessia de pedestres próximo a interseção, fez-se também a contagem de pedestres durante os horários da contagem de veículos.

Visando a organização e conversão dos dados coletados em Unidades de Carro de Passeio (UCP), utilizou-se os fatores de equivalência apresentados na Tabela 2 para os veículos citados.

Tabela 2 – Fatores de equivalência utilizados.

Veículo	Fator de equivalência
Automóvel	1,0
Motocicleta	0,33
Bicicleta	0,33
Ônibus	2,0
Caminhão	3,0

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Com as informações reunidas da contagem volumétrica, pode-se determinar o Fator Horário de Pico (FHP), que representa a variação do volume veicular que transita pelas vias em estudo, no qual é calculado pela Equação 1:

$$FHP = \frac{VHP}{4*V15max} \quad (1)$$

Onde VHP corresponde ao Volume da Hora de Pico, valor referente à soma de todos os intervalos de quinze minutos em uma hora de contagem, e V15max, o volume do período de quinze minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico equivalente.

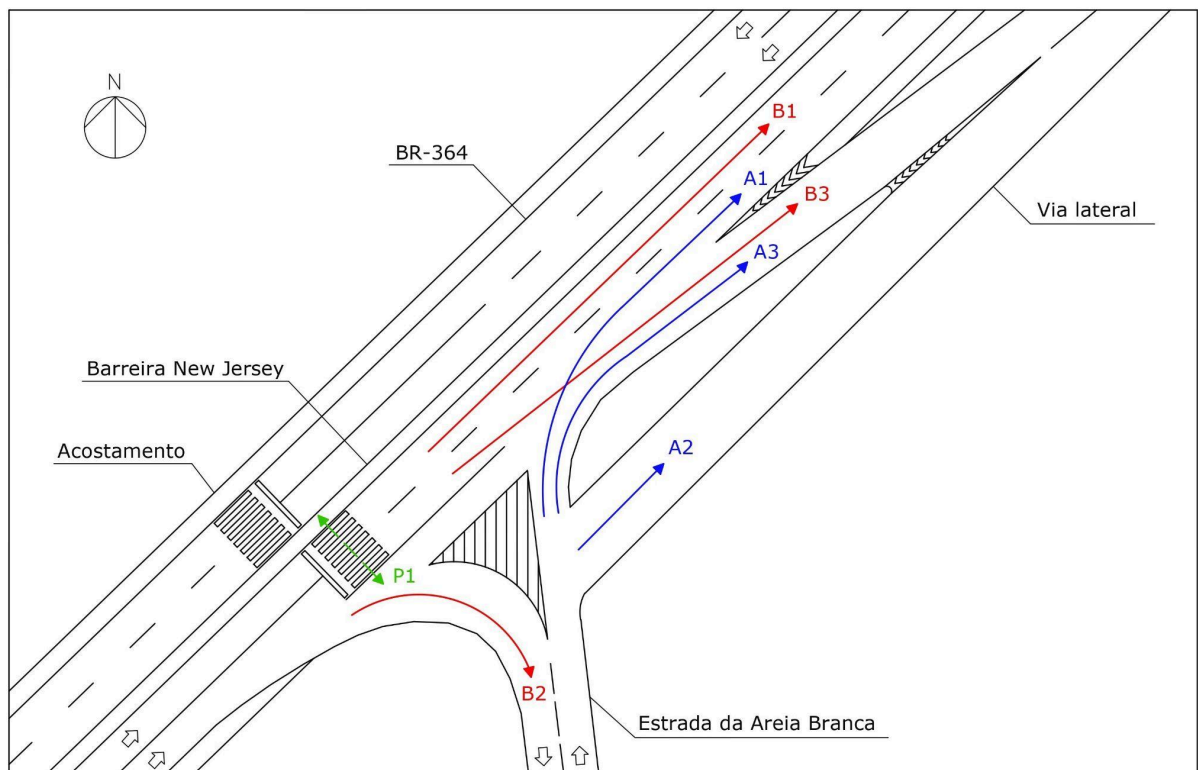
4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados provenientes dos passos descritos na metodologia de forma a atender os objetivos geral e específicos deste estudo.

4.1 Identificação dos conflitos existentes na interseção da BR-364 com a Estrada da Areia Branca

A partir de visita ao local, identificou-se os movimentos permitidos no local em análise. A Figura 14 ilustra os deslocamentos dos usuários na interseção, onde as correntes de tráfego oriundas da Estrada da Areia Branca, localizada em Porto Velho - RO, foram identificadas pela letra A, enquanto aquelas provenientes da BR-364 foram designadas pela letra B. A sequência numérica 1, 2 e 3 representa os movimentos dos veículos a partir de sua respectiva origem. O movimento P1 indica a travessia de pedestres na faixa designada.

Figura 14 – Croqui da interseção com movimentos.



Fonte: Elaborado pela autora (2025)

Identifica-se que os movimentos A1/B1, A3/B3, A2/A3 e A2/B3 apresentam trajetórias de convergência, o que indica a existência de conflitos derivados da união das correntes de tráfego. Embora os movimentos A2 e A3, provenientes da Estrada da Areia Branca, iniciem como movimentos plenamente divergentes, devido à mesma origem, a

análise das suas trajetórias indica que ambas as correntes de tráfego encaminham-se para a mesma via, resultando assim em movimentos convergentes.

Destaca-se o conflito visível gerado a partir do cruzamento dos movimentos A1 e B3, que pôde ser observado nitidamente durante a vistoria e que representa um risco aos usuários. Notou-se que os condutores oriundos da Estrada da Areia Branca (A1) manifestam incerteza na tomada de decisão em relação aos veículos provenientes da BR-364 (B3) que sinalizam uma conversão a direta, visto que não conseguem discernir se o movimento pretendido é para a Estrada da Areia Branca ou para o acesso à via lateral. Além disso, constatou-se uma conduta imprudente de alguns condutores vindos da Estrada da Areia Branca, os quais desrespeitam a regra de preferência, avançando sobre a prioridade de passagem dos veículos da BR-364, elevando o perigo de incidentes.

O movimento P1, referente à travessia de pedestres na faixa, apresenta trajetória interceptante com os deslocamentos B1, B2 e B3, gerando potenciais pontos de conflitos. Aponta-se ainda que a faixa de travessia não possui continuidade até o acostamento, terminando subitamente na curva de acesso à Estrada da Areia Branca.

O Quadro 3 resume os resultados referentes à classificação dos movimentos em função de suas trajetórias.

Quadro 3 – Classificação dos movimentos segundo a trajetória.

MOV	A1	A2	A3	B1	B2	B3	P1
A1	-	DIV	DIV	CON	NI	INT	NI
A2	DIV	-	CON	NI	NI	CON	NI
A3	DIV	CON	-	NI	NI	CON	NI
B1	CON	NI	NI	-	DIV	DIV	INT
B2	NI	NI	NI	DIV	-	DIV	INT
B3	INT	CON	CON	DIV	DIV	-	INT
P1	NI	NI	NI	INT	INT	INT	-

Legenda: CON: convergentes; DIV: divergentes; INT: interceptantes; NI: não-interceptantes

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os movimentos interceptantes são aqueles que possuem origens diferentes e que se cruzam em algum ponto, enquanto os não interceptantes são aqueles onde suas trajetórias não encontram-se em nenhum momento. Conforme o apresentado anteriormente, observa-se que

há quatro situações onde os movimentos se interceptam, onde três deles têm relação direta com a travessia de pedestres nível.

No Quadro 4 identifica-se os conflitos decorrentes dos movimentos encontrados.

Quadro 4 – Movimentos conflitantes do croqui da interseção.

MOV	A1	A2	A3	B1	B2	B3	P1
A1	-			X		X	
A2		-	X			X	
A3		X	-			X	
B1	X			-			X
B2					-		X
B3	X	X	X			-	X
P1				X	X	X	-

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Constata-se que os movimentos classificados como convergentes e interceptantes geram pontos de conflito, o que evidencia a necessidade de adoção de medidas mitigadoras ou de reconfiguração geométrica que visem a eliminação desses pontos críticos.

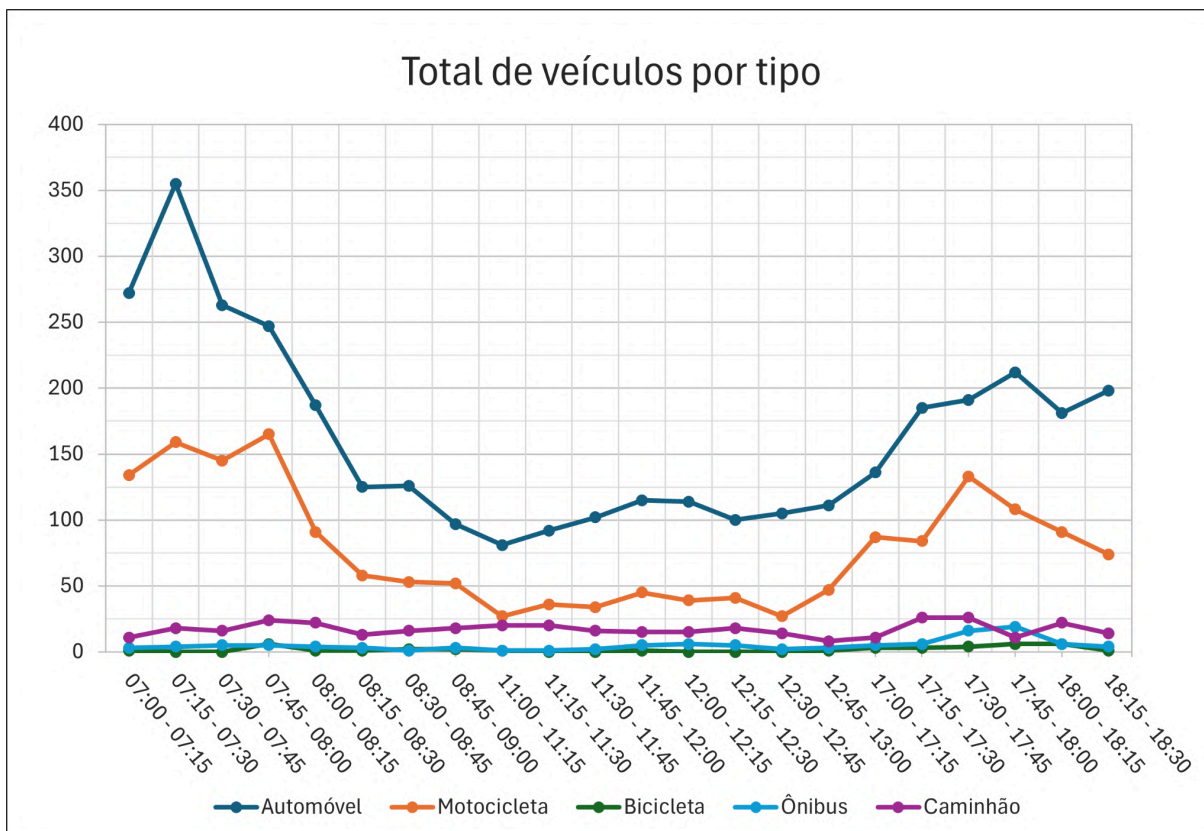
Conflitos e imprudências como os mencionados aumentam o risco de acidentes, pois podem causar colisões laterais e transversais entre os veículos envolvidos, além de possíveis colisões traseiras, engavetamentos, tombamentos ou capotamentos resultantes de uma manobra evasiva, como também levar a um atropelamento de um pedestre (Ferraz, 2012). A ocorrência desses acidentes é sustentada ao observar os dados de sinistros ocorridos e relatados na interseção, expostas no Apêndice A deste trabalho.

4.2 Análise do volume de tráfego do objeto de estudo

A contagem de veículos foi realizada de forma manual na interseção localizada na BR-364 no km 716+500 no dia 17 de setembro de 2025 durante os prováveis horários de pico da interseção, visando observar a composição e as variações de volume do tráfego. Os resultados da contagem volumétrica são expostos no Apêndice D deste trabalho. Destaca-se que foram utilizados os movimentos descritos no Item 4.1 como referência para a apresentação dos resultados.

Durante o período de análise foram registrados um total de 5.847 veículos, cuja composição por tipo em função do intervalo de horário é detalhada no gráfico da Figura 15.

Figura 15 – Gráfico do total de veículos por tipo.

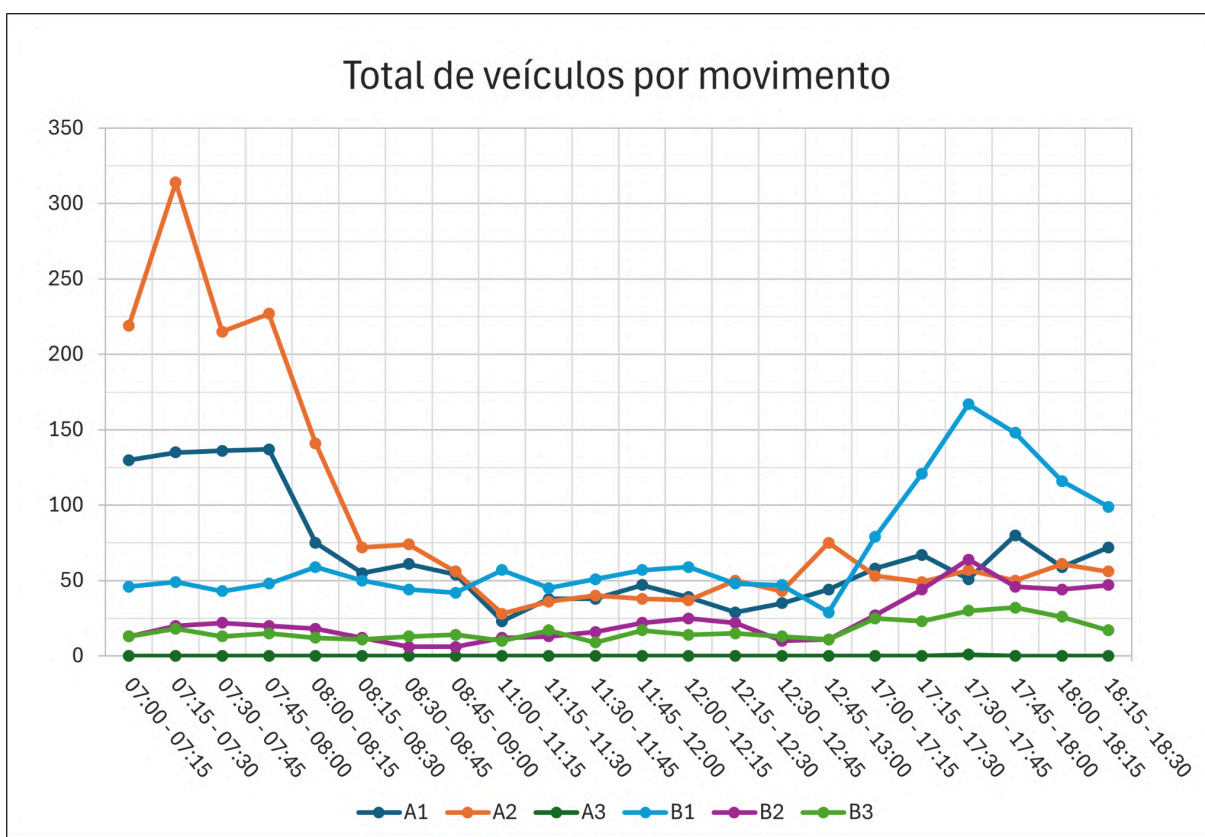


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Observa-se que os automóveis representam a maior parte da composição do trânsito analisado, seguido pelas motocicletas, caminhões, ônibus e bicicletas. As linhas de tendências referentes aos automóveis e às motocicletas apresentam um comportamento similar durante os horários analisados, mostrando que a presença desses veículos se dá principalmente durante o intervalo das 07h às 08h, diminuindo ao avançar da manhã, mantendo-se estável durante o início da tarde e intensificando-se no intervalo das 17h às 18h. Verifica-se certa regularidade na presença de caminhões, diferente de ônibus e bicicletas, que seguem linhas quase uniformes até o intervalo das 17h às 18h, onde registrou-se aumento considerável desses veículos.

Na Figura 16, tem-se o gráfico com a variação do total do volume veicular em função de cada movimento permitido na interseção.

Figura 16 – Gráfico do total de veículos por movimento.



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Conforme a Figura 16, verifica-se que o intervalo das 07h às 08h apresenta a maior intensidade de tráfego para os movimentos A2 e A1. Essa concentração de veículos correlacionada com os dados da Figura 15 sugere um padrão de deslocamento dos usuários às zonas de interesse econômico e comercial, assim como aos locais de trabalho, conforme afirmado por DNIT (2006) em relação às horas de pico.

O retorno dos usuários dessas áreas é indicado pelo movimento B2 durante o horário das 17h às 18h30, que não apresenta a mesma intensidade de fluxo dos movimentos A2 e A1 durante o horário da manhã. Essa diferença decorre da existência de rota alternativa que precede a interseção (Viaduto da Avenida Campos Sales) e que oferece melhor acessibilidade e rapidez às zonas residenciais. Desta forma, para os deslocamentos de volta do trabalho oriundos da zona urbana e que desejam atingir o movimento B2, exige-se o uso do retorno localizado a aproximadamente 1,8 km a montante da interseção analisada.

Além disso, cita-se o expressivo aumento do fluxo veicular do movimento B1 no fim da tarde, que pode indicar o retorno dos usuários que atuam em locais de trabalho mais afastados da zona urbana da cidade.

No subitem a seguir são apresentados os dados obtidos a partir da contagem referentes ao Fator Horário de Pico (FHP), que demonstra a variação do volume de veículos nos intervalos definidos, os quais revelam informações pertinentes sobre a dinâmica do tráfego na interseção.

4.2.1 Fator horário de pico

Para obter o FHP, é necessário definir os elementos da Equação 1:

$$FHP = \frac{VHP}{4*V15max}$$

Assim, na Tabela 3 tem-se o valor do maior volume veicular de quinze minutos dentro do seu intervalo correspondente.

Tabela 3 – Valor de V15max de cada intervalo.

Intervalo	V15max (UCP)					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
07:00 - 08:00	121	248	0	70	22	19
08:00 - 09:00	70	111	0	78	23	14
11:00 - 12:00	44	34	0	82	31	18
12:00 - 13:00	48	56	0	68	26	14
17:00 - 18:00	67	41	1	172	61	30
18:00 - 18:30	62	44	0	128	42	26

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Nota-se que os horários com maior volume de quinze minutos encontram-se nos horários das 07h às 08h para os movimentos A1 e A2, e nos intervalos das 17h às 18h para os movimentos A3, B1, B2 e B3.

Na Tabela 4 apresenta-se os volumes horários de pico equivalentes, os quais indicam o intervalo de maior demanda para cada movimento.

Tabela 4 – Valor de VHP de cada intervalo.

Intervalo	VHP (UCP)					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
07:00 - 08:00	460	749	0	246	73	59
08:00 - 09:00	220	267	0	267	57	46
11:00 - 12:00	146	120	0	271	86	53
12:00 - 13:00	153	170	0	239	70	52
17:00 - 18:00	222	154	1	541	166	104
18:00 - 18:30	122	84	0	241	80	41

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Os dados da Tabela 4 demonstram que o horário de pico dos movimentos A1 e A2 situa-se no período da manhã, no intervalo entre 07h e 08h, enquanto para os demais movimentos o pico de volume ocorre entre 17h e 18h.

Com os dados coletados, determina-se o valor de FHP de cada intervalo, conforme o apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Valor de FHP de cada intervalo.

Intervalo	FHP					
	A1	A2	A3	B1	B2	B3
07:00 - 08:00	0,95	0,76	0	0,88	0,83	0,78
08:00 - 09:00	0,79	0,60	0	0,86	0,62	0,82
11:00 - 12:00	0,83	0,88	0	0,83	0,69	0,74
12:00 - 13:00	0,80	0,76	0	0,88	0,67	0,93
17:00 - 18:00	0,83	0,94	0,25	0,79	0,68	0,87
18:00 - 18:30	0,49	0,48	0	0,47	0,48	0,39

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Observando os valores encontrados na Tabela 5, constata-se que os movimentos A1, A2, B1, B2 e B3 possuem ao menos um FHP elevado, visto que segundo o DNIT (2006), o valor do fator nas áreas urbanas permanecem normalmente entre 0,80 e 0,98. Além disso, valores acima de 0,95 indicam que o trecho em análise possui um grande volume de tráfego, podendo apresentar restrições de capacidade durante a hora de pico.

A manifestação de valores de FHP próximos ou iguais a 0,95 mostra que as vias estão operando com um volume de tráfego alto, próximo de sua capacidade máxima, onde o fluxo fica cada vez mais uniforme. Desta forma, ao aproximar-se da saturação da via, o problema com a formação de filas e congestionamentos torna-se cada vez mais presente.

Verifica-se através dos dados e da observação em campo que os movimentos A1 e A2, originários da Estrada da Areia Branca, apresentam formação de filas em determinados horários, o que não ocorre com os movimentos vindos da rodovia, mesmo estes apresentando FHP alto em alguns horários. Essa situação ocorre pelo fato da BR-364 ter preferência de passagem sobre a Estrada da Areia Branca em decorrência da hierarquia viária.

4.3 Análise das condições das sinalizações existentes e da geometria da interseção

Conforme o descrito no Item 3.2, coleta de dados primários, fez-se uma vistoria em torno da área da interseção e das vias a fim de verificar a situação das sinalizações e da geometria da interseção.

A Figura 17 mostra as sinalizações verticais encontradas na BR-364 a 200 m da entrada da interseção e após a mesma.

Figura 17 – Sinalização vertical na BR-364 próximo a interseção.



- (a) Sinal de passagem sinalizada de pedestres.
- (b) Placa de identificação quilométrica da BR-364.
- (c) Placa de atrativos turísticos em Porto Velho.
- (d) Placa de indicação do município de Porto Velho.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Observou-se que o sinal de advertência de passagem sinalizada de pedestres da Figura 17a apresentava variação de coloração, além de trincas na pintura. Os sinais de indicação da Figura 17b, 17c e 17d apresentavam bons estados de conservação, porém durante a vistoria a placa da Figura 17c estava com visualização obstruída pela vegetação do local.

A Figura 18 exibe a sinalização horizontal presente na BR-364 e na área de conversão da interseção.

Figura 18 – Sinalização horizontal na área de conversão.



- (a) Vista da área de conversão da BR-364 para a Estrada da Areia Branca e faixa de pedestres ao fundo.
- (b) Ilha de canalização triangular com tachões.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A sinalização horizontal é visível, apresentando linhas de bordo e de divisão de fluxo de mesmo sentido. Conforme o observado na Figura 18a, há a presença de uma faixa de travessia de pedestres que encerra-se na área de conversão de veículos a direita. Na conexão entre as vias encontrou-se uma ilha de canalização triangular com tachões (Figura 18b).

A Figura 19 apresenta as placas existentes na Estrada da Areia Branca.

Figura 19 – Sinalização vertical na Estrada da Areia Branca.



(a) Sinal de velocidade máxima permitida de 30 km/h.

(b) Sinal de velocidade máxima permitida de 30 km/h.

(c) Sinal de proibido trânsito de caminhões acima de 24 toneladas.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Encontrou-se sinalizações verticais de regulamentação de velocidade máxima permitida na Estrada da Areia Branca (Figura 19a e 19b) e de trânsito proibido de caminhões acima de 24 toneladas (Figura 19c) no trecho anterior à interseção. Verificou-se que a sinalização vertical e horizontal da via apresentavam bom estado de conservação, visto que estas foram aplicadas após o início desta pesquisa.

A Figura 20 mostra o formato físico da interseção visto a partir da via urbana e do acesso a via lateral da rodovia.

Figura 20 – Interseção em estudo e via marginal.



(a) Vista da interseção a partir da Estrada da Areia Branca.

(b) Via marginal ao centro e alça de saída da BR-364 ao fundo.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A interseção em nível apresenta uma configuração de três ramos ou em “T”, contendo uma ilha de canalização no entroncamento das vias, a qual ordena as correntes de tráfego que transitam no local (Figura 20a). Há a presença de uma via marginal que conecta-se diretamente com a Estrada da Areia Branca e uma alça de acesso que permite a saída de veículos da BR-364 para a via marginal (Figura 20b).

A Figura 21 retrata um defeito encontrado durante a visita ao local.

Figura 21 – Buraco na extremidade da curva da interseção.



(a) Buraco na extremidade da curva da interseção.

(b) Vista da localização do buraco.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Verificou-se a presença de um buraco na extremidade interna da curva da interseção, o qual apresentava desagregação do material do pavimento, sendo possível notar a camada

inferior ao revestimento asfáltico. O intenso tráfego de veículos pesados que transitam na curva mostra-se como um fator relevante para o surgimento da manifestação patológica, visto que durante a visita presenciou-se diversos caminhões de grande porte passando próximo ao buraco ou sobre o mesmo, conforme a Figura 22.

Figura 22 – Passagem de veículos pesados na interseção.



- (a) Caminhão rígido passando sobre o buraco.
- (b) Caminhão semirreboque prancha acessando a Estrada da Areia Branca.
- (c) Caminhões semirreboque furgão acessando ao mesmo tempo a interseção.

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Esses veículos ao realizarem a manobra de conversão efetuam um amplo raio de giro para acessar a via urbana, o que resulta na invasão da pista contrária. A ocorrência desse problema é atribuída a deficiência geométrica da curva, que apresenta um ângulo agudo entre as vias. Essa configuração, além de comprometer a acessibilidade, restringe o campo de visão do motorista que tenta ingressar na rodovia, elevando o risco de acidentes.

Na situação da Figura 22c, dois caminhões semelhantes transitavam ao mesmo tempo na interseção, onde um tentava entrar na Estrada da Areia Branca e o outro buscava sair para a BR-364. Impossibilitado pela falta de espaço para a conversão, o primeiro precisou esperar a saída do segundo da interseção para conseguir completar o giro.

4.4 Proposta de alterações na interseção entre a via urbana e a rodovia analisadas

Diante dos problemas encontrados e discutidos, foram elaboradas propostas de alterações na interseção entre a via urbana e a rodovia analisadas, visando garantir a segurança viária dos usuários, bem como aprimorar a acessibilidade dos veículos que transitam no local. Destaca-se que as intervenções foram desenvolvidas de modo a minimizar o impacto na configuração existente do sistema viário, evitando alterações em desnível.

4.4.1 Faixa de mudança de velocidade e superlargura

A primeira sugestão é a execução de uma faixa de desaceleração exclusiva para o giro à direita no trecho da BR-364 que antecede a entrada da interseção. Esse tipo de faixa permite a diminuição da velocidade dos veículos para uma velocidade segura e compatível com o giro que precisam fazer para acessar a via secundária. A separação das correntes de tráfego com diferenças significativas de velocidade é altamente recomendada pelo DNIT (2005), pois promove a diminuição de colisões traseiras entre veículos.

Em continuidade à faixa exclusiva de giro, sugere-se o alargamento da pista no trecho de conversão à direita mediante a adição de superlargura. De acordo com o DNIT (2010), a adoção de superlargura é justificada em algumas situações, dentre as quais se destaca a presença de curva com raio reduzido, isto é, curva fechada, que é o caso desta análise.

Adicionalmente, o acréscimo de superlargura mostra-se necessário devido ao intenso tráfego de veículos comerciais rígidos e articulados, que tendem a ocupar um espaço maior em curvas fechadas devido à distância entre os eixos dianteiro e traseiro e à diferença da trajetória dos mesmos.

Conforme demonstrado por Russo (1995), a medida que o raio da curva diminui e a distância entre os eixos aumenta, maior é o arraste produzido (fenômeno em que a trajetória dos eixos não coincidem entre si e o eixo traseiro tende a avançar para o centro da curva), o que gera um maior desgaste dos pneus e do pavimento. Dessa forma, explica-se a anomalia encontrada na Figura 21.

4.4.2 Passarela de pedestres

A partir dos dados exibidos no Apêndice D, sobre a contagem de travessia de pedestres na faixa, é possível observar que existe a presença de pedestres que utilizam a faixa. Registra-se que a faixa representa certo perigo, visto que ela permite a travessia de pedestres em nível na rodovia onde o trecho possui velocidade máxima permitida de 60 km/h. Além do movimento de travessia encerrar-se em um dos lados na área de conversão de veículos da interseção.

Considerando a hierarquização viária do município de Porto Velho, que classifica a BR-364 como uma via estrutural, adotou-se para esta proposta a equivalência funcional da rodovia como uma via expressa primária. Segundo o DNIT (2010), a travessia de pedestres em via expressa primária deve ser feita obrigatoriamente em desnível, o que fortalece a necessidade da mudança do modo de travessia de pedestres. Desta forma, propõe-se a

instalação de passarela de pedestres como forma de cumprir a recomendação do órgão e de anular o conflito gerado entre o cruzamento de pedestres com os movimentos dos veículos.

4.4.3 Sinalização nos trechos

A análise da sinalização viária descrita no Item 4.3 evidencia a existência dos elementos na área de estudo. Contudo observa-se a ausência significativa de determinadas sinalizações verticais e horizontais em trechos estratégicos e relevantes para os usuários. Assim, sugere-se a incorporação de novas sinalizações considerando a adoção da faixa de mudança de velocidade, da superlargura na curva e da passarela de pedestres. As sinalizações foram baseadas nos vários volumes do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN).

No trecho da BR-364 que antecede a interseção:

- Sinal R-19 “Velocidade máxima permitida”;
- Sinal A-37 “Altura limitada”;
- Marca de canalização zebra branca indicando transição da largura de pista para a faixa de desaceleração;
- Marca de linha tracejada branca no lado esquerdo da faixa de desaceleração;
- Marca de linha de bordo branca no lado direito da faixa de desaceleração;
- Setas direcionais “Vire à direita” inscritas no pavimento da faixa de desaceleração;
- Marca de linha simples contínua branca na aproximação da ilha triangular canalizada.

Para o trecho da Estrada da Areia Branca que antecede a interseção:

- Placa de indicação diagramada informando localidade importante e rodovia a frente juntamente com os movimentos permitidos.

Para o trecho onde a Estrada da Areia Branca intercepta a BR-364:

- Sinal R-2 “Dê a preferência”;
- Símbolo “Dê a preferência” inscrito no pavimento;
- Marca de linha tracejada “Dê a preferência”.

Em relação à passarela de pedestres:

- Sinal R-15 “Altura máxima permitida” suspenso na extremidade da passarela.

5 CONCLUSÃO

O estudo de caso demonstrou a relevância estratégica da interseção rodoviária para a dinâmica de tráfego da região. Constatou-se que a insuficiência geométrica do local e a carência de sinalizações são fatores que contribuem diretamente para a insegurança e a ocorrência de sinistros, evidenciando a necessidade de intervenções para a garantia da segurança viária.

Através da vistoria realizada no local foi possível obter um diagnóstico das condições de tráfego e da realidade do local. Nesta etapa foram definidos todos os movimentos permitidos na interseção. Constatou-se a existência de conflitos entre os fluxos veiculares, os quais combinados à imprudência dos usuários observada durante a pesquisa, elevam o risco de acidentes.

Com os dados obtidos da contagem volumétrica foi possível identificar que os movimentos originários da Estrada da Areia Branca apresentam horário de pico entre 07h e 08h, ao contrário dos movimentos provenientes da BR-364, que possuem horário de pico no intervalo entre 17h e 18h. A diferença dos picos de volume ocorre devido ao padrão de deslocamento dos usuários de ida e volta dos locais de trabalho e/ou das zonas de interesse econômico e comercial.

A análise da sinalização demonstrou a urgência da substituição da placa de passagem sinalizada de pedestres, bem como a necessidade de manutenção da vegetação onde se localizam as placas. A presença de uma patologia na extremidade interna da curva da interseção revelou-se um achado relevante para a pesquisa, pois sua manifestação é uma consequência direta da deficiência geométrica do encontro viário. A partir dos conhecimentos e informações levantadas, desenvolveu-se soluções para os problemas identificados.

A incorporação de uma faixa de desaceleração na rodovia e a adição de superlargura na curva de conversão são componentes que afetarão positivamente todos os veículos, especialmente os veículos pesados, que possuem dificuldade de acessar a Estrada da Areia Branca. A instalação de passarela de pedestres mostra-se como um elemento relevante para a garantia da segurança dos pedestres. Por sua vez, a instalação de sinalização vertical e horizontal adequada com as vias e a interseção pode amenizar os pontos de conflito e reduzir os acidentes.

Por fim, recomenda-se que trabalhos futuros abordem demais melhorias para a interseção bem como o detalhamento técnico das propostas feitas. Tais estudos devem incluir a definição do melhor local para a instalação da passarela de pedestres, o desenvolvimento do

projeto de sinalização da interseção e a elaboração do projeto geométrico das intervenções sugeridas.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, Cristiano Torres do; ANCELMO, Ítalo Winter de Souza. **Desafios logísticos e propostas para segurança e defesa da BR 364**. 2022. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Logística e Mobilização Nacional), Escola Superior de Defesa, Brasília, 2022. Disponível em: <https://repositorio.esg.br/handle/123456789/1736>. Acesso em: 25 mai. 2025.
- ALVES, Thaís. Prefeitura realiza operação tapa-buracos na Estrada da Areia Branca, zona Sul de Porto Velho, em Porto Velho. **Prefeitura de Porto Velho**, Porto Velho, 2025. Disponível em: <https://www.portovelho.ro.gov.br/artigo/48537/infraestrutura-prefeitura-realiza-operacao-tapa-buracos-na-estrada-da-areia-branca-zona-sul-de-porto-velho>. Acesso em: 15 ago. 2025.
- BONATTO, Andrey Zuriel Ebeling; NODARI, Christine Tessele; GARCIA, Daniel Sergio Presta. BR legal: sinalização e segurança viária. *In*: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, 33., 2019. Balneário Camboriú. **Anais [...]**. Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/264302/001114731.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Brasília, DF: Presidência da República, [2008]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503.htm. Acesso em: 14 jun. 2025.
- BRASIL. **Lei nº 12.587, de 03 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2023]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112587.htm. Acesso em: 06 jun. 2025.
- BÔAS, Eliéte Ferreira Vilas; SILVA, Marlene Alves da. Trânsito e segurança pública: impactos e consequências. **Revista Humanidades**, [S. l.], v. 4, n. 2, 2015. Disponível em: https://revistahumanidades.com.br/artigo_no=a66.pdf. Acesso em: 17 jun. 2025.
- CARMO, Cássio Leandro do; JUNIOR, Archimedes Azevedo Raia. Segurança viária em rodovias inseridas em áreas urbanas. **Revista Transporte y Territorio**, n. 27, p. 132-162, jul./dez. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34096/rtt.i27.9919>. Acesso em: 25 mai. 2025.
- CNT. Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias 2024**. Brasília, 2024. 224 p. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/pesquisas>. Acesso em: 24 mai. 2025.
- CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. **Volume I - Sinalização vertical de regulamentação**. 2. ed. Brasília, 2007. 220 p. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/senatran/manuais-brasileiros-de-sinalizacao-de-transito>. Acesso em: 04 nov. 2025.
- CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. **Volume II - Sinalização vertical de advertência**. 1. ed. Brasília, 2007. 218 p. Disponível

em:

<https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/senatran/manuais-brasileiros-de-sinalizacao-de-transito>. Acesso em: 04 nov. 2025.

CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. **Volume III - Sinalização vertical de indicação**. 1. ed. Brasília, 2014. 343 p. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/senatran/manuais-brasileiros-de-sinalizacao-de-transito>. Acesso em: 04 nov. 2025.

CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. **Volume IV - Sinalização horizontal**. 1. ed. Brasília, 2007. 128 p. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/senatran/manuais-brasileiros-de-sinalizacao-de-transito>. Acesso em: 04 nov. 2025.

DETRAN RO. Departamento Estadual de Trânsito de Rondônia. **Anuário estatístico de sinistros de trânsito de Rondônia**. Brasil, Rondônia. Disponível em: <https://www.detran.ro.gov.br/post/39/2023/9/12/anuario-estatistico-de-sinistros-de-transito-de-rondonia/>. Acesso em: 11 jun. 2025.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT explica a tríade da segurança viária e sua importância para o trânsito**. [S. l.]: 10 jan. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/dnit-explica-a-triade-da-seguranca-viaria-e-sua-importancia-para-o-transito>. Acesso em: 30 jun. 2025.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Hidrovia do Madeira**. [S. l.]: 10 nov. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/old/hidrovia-do-madeira>. Acesso em: 12 ago. 2025.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de estudos de tráfego**. Rio de Janeiro, 2006. 384 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais>. Acesso em: 28 mai. 2025.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de projeto de interseções**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2005. 528 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais>. Acesso em: 24 mai. 2025.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro, 2010. 392 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais>. Acesso em: 06 jun. 2025.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de sinalização rodoviária**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2010. 412 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais>. Acesso em: 02 jun. 2025.

FERRAZ, Antonio Clóvis Pinto "Coca" *et al.* **Segurança viária**. 1 ed. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, 2012.

GARCÍA, Alfredo; BELDA-ESPLUGUES, Enrique. Lateral vision angles in roadway

geometric design. **Journal of Transportation Engineering**, [S. l.], v. 133, n. 12, 2007. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2007\)133:12\(654\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2007)133:12(654)). Acesso em: 20 jun. 2025.

GOLDNER, Lenise Grando. **Engenharia de Tráfego - Módulo 1**. Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2013. Disponível em: <https://ecivilufes.wordpress.com/arquivos/optativas/engenharia-de-trafego/>. Acesso em: 22 jun. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Porto Velho (RO)**: Frota de veículos. [S. l.]: IBGE, 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/porto-velho/pesquisa/22/28120>. Acesso em: 12 dez. 2025.

LEE, Shu Han. **Introdução ao projeto geométrico de rodovias**. Florianópolis: UFSC, 2000.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Global status report on road safety 2018**. Genebra, 2018. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>. Acesso em: 17 jun. 2025.

PAULA, Leonardo Oliveira de. **Acessos rodoviários: um estudo de caso na cidade de Pederneiras/SP**. 2023. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil), Centro Universitário Sagrado Coração (Unisagrado), Bauru, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unisagrado.edu.br/handle/handle/4089>. Acesso em: 24 mai. 2025.

PIMENTA, Carlos Reynaldo Toledo *et al.* **Projeto geométrico de rodovias**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.

PORTO VELHO. **Documento técnico do plano diretor participativo do município de Porto Velho (PDPM)**. Prefeitura de Porto Velho, 2021. Disponível em: <https://planodiretor.portovelho.ro.gov.br/arquivos/lista/61985?planos-diretores-de-porto-velho>. Acesso em: 18 jun. 2025.

PRF. Polícia Rodoviária Federal. **Dados abertos da PRF**. Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/prf/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos-da-prf>. Acesso em: 11 jun. 2025.

REDAÇÃO JR. Frota de veículos em Porto Velho cresce mais de 41% em dez anos e intensifica o tráfego nas principais avenidas. **Jornal Rondônia**, Porto Velho, 2025. Disponível em: <https://www.jornalrondonia.com/cidades/frota-de-veiculos-em-porto-velho-cresce-mais-de-41-em-dez-anos-e-intensifica-o-trafego-nas-principais-avenidas/20535>. Acesso em: 12 dez. 2025.

RUSSO, Maria Rachel de Araujo. **O impacto de manobras de veículos combinados sobre a geometria horizontal de interseções rodoviárias**. 1995. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia Transportes - Estradas e Aeroportos), Universidade de São Paulo (Usp), São Carlos, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.18.2018.tde-09042018-111306>. Acesso em: 30 mai. 2025.

SABINO, Carlos. Estrada do Areia Branca é integrada ao município de Porto Velho. **Prefeitura de Porto Velho**, Porto Velho, 2021. Disponível em: <https://www.portovelho.ro.gov.br/artigo/31202/beneficio-estrada-do-areia-branca-e-integrada-ao-municipio-de-porto-velho>. Acesso em: 15 ago. 2025.

SALLES, Lucio Salles de *et al.* Avaliação retrorrefletiva de pintura de demarcação horizontal: peculiaridades e considerações sobre a norma e os requisitos mínimos nacionais.

Transportes, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 5-17, 2015. DOI: 10.14295/transportes.v23i3.886.

Disponível em: <https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/886>. Acesso em: 24 jun. 2025.

SIMÕES, Fernanda; SIMÕES, Eliane. **Sistema viário e trânsito urbano**. Paraná, 2016. 47 p. Disponível em:

<https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/sistema-viario-e-transito-urbano.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2025.

SOARES, Augusto. Após regularização, Estrada do Areia Branca receberá obras do município. **Prefeitura de Porto Velho**, Porto Velho, 2021. Disponível em:

<https://www.portovelho.ro.gov.br/artigo/32258/conquista-apos-regularizacao-estrada-do-areia-branca-recebera-obras-do-municipio>. Acesso em: 15 ago. 2025.

SOUZA, Daiane. BR 364: onde começa, termina, tamanho, mapa, cidades e história.

Kartado, [S. l.], 2024. Disponível em: <https://kartado.com.br/br-364/>. Acesso em: 12 ago. 2025.

VIEIRA, Maria Conceição de Paula. **Análise do fluxo de veículos na rodovia BR-364 e seus impactos na logística do transporte de grãos**. 2018. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Rondônia (Unir), Cacoal, 2018. Disponível em: <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/2365>. Acesso em: 24 mai. 2025.

APÊNDICE A - DADOS DE SINISTROS NA INTERSEÇÃO

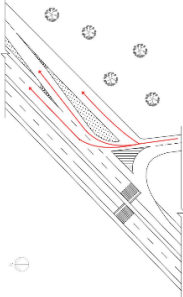
ACIDENTES OCORRIDOS NA INTERSEÇÃO DA BR-364 COM A ESTRADA DA AREIA BRANCA										
ANO	FONTE	VIA	SENTIDO	TIPO DO ACIDENTE	CAUSA PRINCIPAL	CAUSAS DO ACIDENTE	CONSEQUÊNCIA	VEÍCULO(S) ENVOLVIDO(S)	LATITUDE	LONGITUDE
2024	PRF	BR-364	Decrescente	Atropelamento de pedestre	Entrada inopinada do pedestre	Velocidade incompatível; Reação tardia ou ineficiente do condutor; Pedestre cruzava a pista fora da faixa; Iluminação deficiente; Condutor usando celular; Ausência de reação do condutor; Área urbana sem a presença de local apropriado de travessia de pedestres.	Vítima Fatal	Caminhonete	-8,79076116	-63,90327573
2023	DETRAN RO	BR-364	Decrescente	Colisão traseira	Não informado	Não informado	Somente Danos	Automóvel x Caminhonete	-8,79118	-63,903743
2023	DETRAN RO	Estrada da Areia Branca	Interseção	Colisão transversal	Não informado	Não informado	Somente Danos	Automóvel x Caminhonete	-8,7910691	-63,903636
2023	DETRAN RO	Estrada da Areia Branca	Interseção	Colisão traseira	Não informado	Não informado	Vítima Não Fatal	Automóvel x Automóvel	-8,791144	-63,903623
2022	PRF	BR-364	Decrescente	Capotamento; Colisão com objeto	Acesso irregular	Manobra de mudança de faixa; Frear bruscamente; Reação tardia ou ineficiente do condutor; Velocidade incompatível.	Vítima Não Fatal	Automóvel	-8,78573785	-63,89817015
2019	PRF	BR-364	Decrescente	Engavetamento	Falta de atenção à condução	Não guardar distância de segurança; Velocidade incompatível.	Sem Vítimas	Ônibus x Ônibus x Camioneta x Caminhonete	-8,792469	-63,904685
2019	DETRAN RO	BR-364	Decrescente	Colisão transversal	Não informado	Não informado	Vítima Não Fatal	Moto x Automóvel	-8,791174	-63,903733
2019	DETRAN RO	Estrada da Areia Branca	Interseção	Colisão transversal	Não informado	Não informado	Vítima Não Fatal	Automóvel x Moto	-8,791078	-63,90363
2019	DETRAN RO	Estrada da Areia Branca	Interseção	Não informado	Não informado	Não informado	Vítima Não Fatal	Veículo único x Moto	-8,791349	-63,903585
2018	DETRAN RO	BR-364	Decrescente	Colisão transversal	Não informado	Não informado	Vítima Não Fatal	Moto x Automóvel	-8,791135	-63,903788

Datas: 31/12/2024 a 01/01/2018

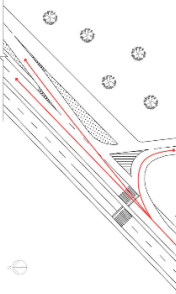
Fonte: Dados Abertos da PRF (PRF) e Anuário Estatístico de Sinistros de Trânsito de Rondônia (DETRAN RO).

APÊNDICE B - FORMULÁRIO DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA

CONTAGEM VOLUMÉTRICA EM INTERSEÇÃO								
FOLHA	POSTO	TEMPO	DIA DA SEMANA		DATA			
	1 Nº	<input type="checkbox"/> SOL <input type="checkbox"/> CHUVA <input type="checkbox"/> NUBLADO	<input type="checkbox"/> SEG <input type="checkbox"/> TER <input type="checkbox"/> QUA	<input type="checkbox"/> QUI <input type="checkbox"/> SEX	____/____/____			
Nº	DE ESTR. AREIA BRANCA PARA BR-364		DE ESTR. AREIA BRANCA PARA RUA DA BEIRA		DE ESTR. AREIA BRANCA PARA RUA DA BEIRA			
	SENTIDO		SENTIDO		SENTIDO			
HORA	RETO		DIREITA		ACESSO			
DE : : ATÉ : :	CARRO	MOTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	CARRO	MOTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO
			BICICLETA				BICICLETA	
			BICICLETA				BICICLETA	
			BICICLETA				BICICLETA	
			BICICLETA				BICICLETA	
			BICICLETA				BICICLETA	
			BICICLETA				BICICLETA	
OBSERVAÇÕES:								



APÊNDICE C - FORMULÁRIO DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA

CONTAGEM VOLUMÉTRICA EM INTERSEÇÃO												
FOLHA	POSTO	TEMPO	DIA DA SEMANA			DATA						
Nº	2 Nº	<input type="checkbox"/> SOL <input type="checkbox"/> CHUVA <input type="checkbox"/> NUBLADO	<input type="checkbox"/> SEG <input type="checkbox"/> TER <input type="checkbox"/> QUA	<input type="checkbox"/> QUI <input type="checkbox"/> SEX	___/___/___	___/___/___						
HORA	DE BR-364 PARA BR-364	SENTIDO PARA ESTR. AREIA BRANCA			DE BR-364 PARA RUA DA BEIRA			SENTEIDO PARA RUA DA BEIRA				
	RETO			DIREITA			ACESSO					
DE : . ATÉ : .	CARRO	MOTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	CARRO	MOTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO	CARRO	MOTO	ÔNIBUS	CAMINHÃO
			BICICLETA				BICICLETA				BICICLETA	
			BICICLETA				BICICLETA				BICICLETA	
			BICICLETA				BICICLETA				BICICLETA	
			BICICLETA				BICICLETA				BICICLETA	
			BICICLETA				BICICLETA				BICICLETA	
			BICICLETA				BICICLETA				BICICLETA	
OBSERVAÇÕES:												

ANEXO A - CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS PARA AS VIAS URBANAS

CARACTERÍSTICAS DE PROJETO E CONTROLE	SISTEMA ARTERIAL PRINCIPAL			SISTEMA ARTERIAL SECUNDÁRIO	SISTEMA COLETOR	SISTEMA LOCAL
	Via Expressa Primária	Via Expressa Secundária	Via Arterial Primária			
Controle de Acesso	Total	Total ou Parcial	Parcial	Livre	Livre	Livre
Via Expressa Primária	Desnível	Desnível	Desnível	Desnível ou Travessia sem conexão	Travessia s/ conexão ou bloqueio	Bloqueio
Via Expressa Secundária	Desnível	Desnível	Desnível ou Nível	Nível	Nível ou Bloqueio	Bloqueio
Via Arterial Primária	Desnível	Desnível ou Nível	Desnível ou Nível	Nível	Nível	Nível
Sistema Arterial Secundário	Desnível ou Travessia sem conexão	Nível	Nível	Nível	Nível	Nível
Sistema Coletor	Travessia s/ conexão ou bloqueio	Nível ou Bloqueio	Nível	Nível	Nível	Nível
Sistema Local	Bloqueio	Bloqueio	Nível	Nível	Nível	Nível
Controle de Tráfego nas Interseções	Total (Desnível)	Parcial: Semáforos, Placas de parada nas vias secundárias	Parcial: Semáforos, Placas de parada nas vias secundárias	Parcial: Semáforos, Placas de parada nas vias secundárias	Parcial: Semáforos, Placas de parada nas vias secundárias	Placas de Parada
Acesso às Propriedades Adjacentes	Nenhum	Nenhum ou Restrito	Restrito	Restrito ou Livre	Livre	Livre
Travessia de Pedestres	Desnível	Desnível	Desnível ou Faixa zebra	Desnível ou Faixa zebra	Faixa zebra	Livre
Vias Marginais	Onde necessário	Onde necessário	Geralmente não	Não	Não	Não
Canteiro Central	Sempre	Sempre	Onde possível	Geralmente não	Não	Não
Estacionamento	Proibido	Proibido	Controlado	Controlado	Controlado ou Livre	Livre
Acostamento	Sempre com largura total	Com largura total ou parcial	Nenhum ou Faixa de estacionamento	Nenhum	Nenhum	Nenhum