



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE TECNOLOGIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**



**MEDIDAS DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO PARA MELHORAR O  
ACESSO AO PORTÃO 1 DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO GUAMÁ**

**Antonio Carlos Monteiro Amoras Junior  
Matheus Pamplona de Matos**

**Belém - PA  
Outubro/2024**

**ANTONIO CARLOS MONTEIRO AMORAS JUNIOR  
MATHEUS PAMPLONA DE MATOS**

**MEDIDAS DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO PARA MELHORAR O  
ACESSO AO PORTÃO 1 DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO GUAMÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr.: **MARCELO FIGUEIREDO  
MASSULO AGUIAR**

**Belém - PA  
Outubro/2024**

**ANTONIO CARLOS MONTEIRO AMORAS JUNIOR  
MATHEUS PAMPLONA DE MATOS**

**MEDIDAS DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO PARA MELHORAR O  
ACESSO AO PORTÃO 1 DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO GUAMÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia Civil do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

Examinadores

---

Prof. Dr. Marcelo Figueiredo Massulo Aguiar  
FEC/ITEC/UFPA  
Orientador

---

Prof. Dr. Marcus Vinicius Guerra Seraphico de Assis Carvalho  
FEC/ITEC/UFPA  
Membro da banca

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Bittencourt Tavares das Neves  
FEC/ITEC/UFPA  
Membro da banca

Conceito final: EXC

## **DEDICATÓRIA**

### **Dedicatória de Antonio Carlos Monteiro Amoras Junior**

Aos meus pais, pelo apoio incondicional; aos professores da UFPA, pelo conhecimento compartilhado; e aos meus colegas de turma, pela parceria e amizade ao longo dessa jornada.

### **Dedicatória de Matheus Pamplona de Matos**

Ao meu Senhor Jesus Cristo, meu Salvador.

## AGRADECIMENTOS

### **Agradecimentos de Antonio Carlos Monteiro Amoras Junior**

Ao Senhor dos Exércitos, por ser minha luz nos momentos de incerteza e por me fortalecer nos momentos de fraqueza.

À minha família, que esteve ao meu lado em cada passo. Vocês são o alicerce que me sustentou em cada madrugada de estudo, em cada desafio superado e em cada momento de dúvida.

Aos meus pais, Carlos e Claudenira, que com amor e sacrifício me ensinaram o valor da dedicação e da coragem. Ao meu único irmão, Fabrício, a quem tenho muito respeito.

Às minhas filhas, Luna, Alinne e Gabriela, que, com paciência, entenderam minha ausência nos momentos de estudo.

À minha esposa, que esteve ao meu lado em muitos momentos importantes. Em especial, à minha avó materna, senhora Rute Dória, que muito me ensinou e me ajudou. Esta vitória é nossa.

Aos amigos e professores, que tornaram essa caminhada mais leve, compartilhando comigo risos, aprendizagens e tantas memórias preciosas.

### **Agradecimentos de Matheus Pamplona de Matos**

Ao meu Deus, que deu o Seu Filho unigênito, o Senhor Jesus Cristo, que se entregou por nós por amor, consumou nossos pecados e nos deu o dom da vida eterna.

Ao meu pai, Alexandre, por todo o seu amor, exemplo de persistência e determinação para ir até o fim sem desistir, e por nunca deixar que me faltasse nada.

À minha mãe, Edyvana, pelo caráter íntegro e por sempre buscar fazer o que é certo diante de Deus. Agradeço por me ensinar o caminho da verdade, Jesus Cristo.

À minha avó, pelo suporte e amor incondicional, que vão além do esperado.

Aos meus tios Patrícia, Rodrigo e Cláudia, pelo carinho, orientação e companheirismo ao longo da vida.

Aos meus tios Ilana, Jocsã, Glenda e à minha avó Dinete, por toda a torcida, incentivo e amor dedicados a mim.

Ao meu bisavô Inocência (*in memoriam*) e à minha bisavó Juraci, que cuidou de mim com todo o carinho enquanto minha mãe trabalhava.

Ao meu orientador, Marcelo Massulo, pela dedicação, que desde as suas turmas na graduação nos ensina com maestria, e pela orientação constante durante o desenvolvimento do TCC.

À minha namorada, futura esposa e mãe dos meus filhos, Syane, que sempre está ao meu lado com seu imenso amor e apoio.

## EPÍGRAFE

*“ Mas os que confiam no Senhor renovam suas forças; voam altos como águias. Correm e não se cansam, caminham e não desfalecem. ” Isaías 40:31*

## RESUMO

AMORAS JUNIOR, M. C. A.; DE MATOS, P. M. **Medidas de engenharia de tráfego para melhorar o acesso ao portão 1 do Campus Universitários do Guamá.** 2024. 62 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém.

A Engenharia de Tráfego é essencial para qualquer cidade que almeja manter uma boa fluidez de tráfego em suas vias de acesso, pois seu foco está em planejar, organizar e gerenciar o fluxo de veículos e pedestres de forma segura e eficiente. No entanto, existem muitos problemas a serem resolvidos na cidade de Belém, a exemplo o acesso ao Portão 1 do Campus Universitário do Guamá. Portanto, o objetivo geral do estudo é propor medidas de Engenharia de Tráfego para melhorar a fluidez e a segurança na confluência da Avenida Bernardo Sayão com a Rua Augusto Corrêa, por meio da separação física entre os sentidos de tráfego e da instalação de um dispositivo de retorno, como uma rotatória, na Rua Augusto Corrêa. Essa proposta busca reduzir os pontos de conflito viário, garantir a implementação de sinalizações adequadas e além disso, o estudo considera o impacto dos Polos Geradores de Tráfego (PGTs) no local, visto que essas áreas aumentam o volume de veículos e influenciam a segurança e a qualidade do tráfego no entorno. Para isso foram utilizados os métodos de contagem de tráfego; classificação dos veículos através de registro de imagens e avaliação da geometria de intervenção. Essa etapa aconteceu nos três principais horários de pico de um dia normal de atividades acadêmicas na UFPA, durante uma hora em cada período. Os dados indicaram que a separação física e a rotatória proposta reduziriam os pontos de conflito, além da geometria viária acomodando os veículos críticos. A análise evidenciou que essas intervenções atenderiam às demandas de segurança e melhorariam a mobilidade, beneficiando a segurança de pedestres e motoristas. Conclui-se que as intervenções sugeridas são eficazes e potencialmente vantajosas para a organização e segurança do tráfego na área estudada, demonstrando que as propostas contribuem para uma gestão viária mais eficiente e segura.

Palavras-chave: engenharia de tráfego; separação física de fluxo; pontos de conflito viário.

## ABSTRACT

AMORAS JUNIOR, M. C. A.; DE MATOS, P. M. **Traffic engineering measures to improve access to gate 1 of the Guamá University Campus**. 2024. 62 p. Diploma Work (Degree in Civil Engineering) – Faculty of Civil Engineering, Federal University of Pará, Belém.

Traffic engineering is essential for any city that wants to maintain good traffic flow on its access roads, as its focus is on planning, organizing and managing the flow of vehicles and pedestrians in a safe and efficient manner. However, there are many problems to be solved in the city of Belém, such as access to Gate 1 of the Guamá University Campus. Therefore, the general objective of the study is to propose traffic engineering measures to improve flow and safety at the intersection of Avenida Bernardo Sayão and Rua Augusto Corrêa, through physical separation of traffic directions and the installation of a return device, such as a roundabout, on Rua Augusto Corrêa. This proposal seeks to reduce the points of traffic conflict, ensure the implementation of appropriate signage and, in addition, the study considers the impact of Traffic Generating Hubs (PGTs) on the site, since these areas increase the volume of vehicles and influence the safety and quality of traffic in the surrounding area. To do this, the following methods were used: traffic counting; vehicle classification through image recording; and evaluation of the intervention geometry. This stage took place during the three main peak hours of a regular academic day at UFPA, lasting one hour in each period. The data indicated that the proposed physical separation and roundabout would reduce conflict points, with the road geometry accommodating critical vehicles.. The analysis showed that these interventions would meet safety demands and improve mobility, benefiting the safety of both pedestrians and drivers. It is concluded that the suggested interventions are effective and potentially advantageous for traffic organization and safety in the studied area, demonstrating that the proposals contribute to more efficient and safer traffic management.

Key words: traffic engineering; physical flow separation; traffic conflict points.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Veículo de projeto .....	33
Figura 2 - Cruzamento atual da Avenida Bernardo Sayão .....	35
Figura 3 - Proposta de melhoria na Avenida Bernardo Sayão com a divisão das pistas com <i>guard-rail</i> (azul), e a futura rotatória com 4,87m de raio interno (amarelo) e 9,02m de raio externo (vermelho) .....	35
Figura 4 - Fluxograma das etapas do estudo .....	36
Figura 5 - Porcentagem da contagem média diária de veículos.....	42
Figura 6 - Fila para sair da UFPA.....	45
Figura 7 - Motos esperando no meio da faixa de rolamento .....	50
Figura 8 - Conjunto de imagens dos veículos identificados .....	51
Figura 9 - Raio da curvatura da Rua Augusto Corrêa e Avenida Bernardo Sayão....	53
Figura 10 - Bitrem de 9 eixos .....	54
Figura 11 - Principais dimensões básicas dos veículos .....	54
Figura 12 - Raio de curvatura de BT9 .....	55
Figura 13 - Ângulo do raio de curvatura BT9.....	55
Figura 14 - Raios de curvatura da R. Augusto Corrêa e Av. Bernardo Sayão .....	56
Figura 15 - Raio externo Av. Bernardo Sayão e R. Augusto Corrêa – 23,9m. ....	58
Figura 16 - Possível futura rotatória na Rua Augusto Corrêa.....	59
Figura 17 - Rotatória Avenida Perimetral .....	60
Figura 18 - Retorno da Av. Bernardo Sayão com R. Augusto Corrêa.....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medidas mitigatórias de conflitos nas vias .....	25
Tabela 2 - Estudos semelhantes .....	27
Tabela 3 - Veículos que vêm pela Bernardo Sayão .....	41
Tabela 4 - Veículos que vêm da UFPA .....	41
Tabela 5 - Veículos que vêm do Marine Club.....	41
Tabela 6 - Veículos que vem pela Augusto Correa .....	41

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Tráfego diário dos horários de pico vindo da Av. Bernardo Sayão .....	37
Quadro 2 - Tráfego diário em relação a conversões vindo da Av. Bernardo Sayão em branco .....	38
Quadro 3 - Tráfego diário em relação a conversões vindo da Av. Bernardo Sayão..	43
Quadro 4 - Tráfego diário em relação a conversões vindo da Rua Augusto Corrêa .	43
Quadro 5 - Tráfego diário em relação a conversões vindo da UFPA .....	44
Quadro 6 - Tráfego diário em relação a conversões vindo da Marine Club .....	45
Quadro 7 - Análise dos movimentos vindo da Rua Augusto Corrêa .....	46
Quadro 8 - Análise do horário da manhã vindo da Av. Bernardo Sayão .....	48
Quadro 9 - Análise do horário da noite vindo da UFPA.....	49
Quadro 10 - Quantidade de caminhões por classificação PNCT .....	52

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AV - Avenida

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

H - Hora

MG – Minas Gerais

PA – Pará

PC – Ponto de Início da Curva

PGT – Polo Gerado de Tráfego

PGV – Polo Gerador de Viagem

PNCT - Plano Nacional de Contagem de Tráfego

PT – Ponto Final da Curva

RS – Rio Grande do Sul

UFPA – Universidade Federal do Pará

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

VEÍC – Veículo

VL – Veículos Leves

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
1.3 JUSTIFICATIVA .....	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	17
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>18</b>
2.1 ENGENHARIA DE TRÁFEGO .....	18
2.2 POLOS GERADORES DE TRÁFEGO .....	20
2.3 TÉCNICAS DE MITIGAÇÃO DE CONFLITOS DE TRÁFEGO .....	23
2.4 ESTUDOS DE CASO RECENTES SOBRE MITIGAÇÃO DE CONFLITOS DE TRÁFEGO NO BRASIL .....	26
2.5 AVALIAÇÃO DE RAIOS DE GIRO PARA DEFINIÇÃO DA GEOMETRIA DA INTERVENÇÃO .....	31
<b>3 MÉTODO</b> .....	<b>34</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	34
3.2 DESCRIÇÃO DO MÉTODO .....	36
3.2.1 CONTAGEM CLASSIFICADA E DIRECIONAL DE TRÁFEGO .....	36
3.2.2 REGISTROS FOTOGRÁFICOS .....	38
3.2.3 AVALIAÇÃO DA GEOMETRIA DA INTERVENÇÃO .....	38
3.2.4 ANÁLISE GERAL .....	39
<b>4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>40</b>
4.1 CONTAGEM CLASSIFICADA E DIRECIONAL DE TRÁFEGO .....	40
4.1.1 PORCENTAGEM MÉDIA DE AUTOMÓVEIS, MOTOS, ÔNIBUS E CAMINHÕES .....	42
4.1.2 QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE VEÍCULOS QUE FAZEM OS MOVIMENTOS ADEQUADOS E INADEQUADOS NO CRUZAMENTO DA AVENIDA BERNARDO SAYÃO E RUA AUGUSTO CORRÊA – 14/08/2024 .....	42
4.1.2.1 VEÍCULOS VINDO DA AVENIDA BERNARDO SAYÃO .....	43
4.1.2.2 VEÍCULOS VINDO DA RUA AUGUSTO CORRÊA .....	43
4.1.2.3 VEÍCULOS SAINDO DA UFPA PELO PORTÃO 1 .....	44
4.1.2.4 VEÍCULOS SAINDO DO MARINE CLUB .....	45
4.1.2.5 CONCLUSÃO DAS ANÁLISES .....	46
4.1.3 ANÁLISE DOS MOVIMENTOS MAIS IMPORTANTES EM CADA SENTIDO .....	46
4.1.4 MUDANÇAS SIGNIFICATIVAS DO FLUXO ENTRE OS HORÁRIOS DE CONTAGEM .....	48
4.1.4.1 CONCLUSÃO SOBRE O FUNCIONAMENTO DO CRUZAMENTO E OBSERVAÇÃO DE CONFLITOS VIÁRIOS .....	49

4.2 REGISTROS FOTOGRÁFICOS.....	51
4.3 AVALIAÇÃO DA GEOMETRIA DA INTERVENÇÃO .....	53
4.3.1 AVALIAÇÃO DA GEOMETRIA PARA A CONVERSÃO DO VEÍCULO CRÍTICO .....	53
4.3.2 AVALIAÇÃO DA GEOMETRIA QUANTO AO FUTURO RETORNO .....	58
4.3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	62
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>63</b>
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	65
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As medidas de Engenharia de Tráfego são essenciais para prover a segurança e a fluidez do tráfego, bem como diminuir os pontos de conflito nas vias, cujas atividades estão amparadas na implementação de sinalizações adequadas, faixas de pedestres e semáforos posicionados adequadamente, além do desenho viário de acordo com a geometria da via considerando as curvas e inclinações para rodagens mais seguras (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2022).

O gerenciamento de fluxo é inerente ao sistema de controle de tráfego efetivado pela Engenharia, sobretudo tendo em vista o objetivo de garantir os padrões de mobilidade em concordância com os aspectos de eficiência, tais como a separação dos modos de transporte, criação de rotatórias e interseções controladas que reduzem os conflitos, bem como o aumento da conscientização e educação no trânsito (KUREKE; BERNARDINIS, 2021). Neste sentido, ainda é possível que as condutas da Engenharia de Tráfego promovam a valorização do espaço urbano tornando os ambientes mais atraentes.

Quando a população se encontra em constante crescimento, entende-se que a região apresenta bons níveis de desenvolvimento instaurando novas necessidades quanto à expansão territorial para suportar o desenvolvimento local, seja em função da magnitude e, também da estruturação do espaço urbano em concordância com as novas necessidades populacionais, assegurando condições mínimas de sobrevivência no espaço utilizado (KUREKE; BERNARDINIS, 2021).

O processo de urbanização pode apresentar determinadas inadequações que comprometem o planejamento assertivo, assim promove-se o crescimento desordenado afetando diretamente a infraestrutura e a qualidade de vida dos sujeitos. Ademais, este tipo de atividade requer diversas adequações com a finalidade de planejar com êxito todo o crescimento, sobretudo validando a relevância de pensar no meio ambiente (BRITO, 2021).

Diante disso, é recorrente enfatizar os Polos Geradores de Tráfego (PGT's), que são empreendimentos que estimulam um grande volume de deslocamento de pessoas e veículos para determinado local influenciando na qualidade do tráfego e acessibilidade geral no entorno. Esses polos são considerados como centros

comerciais, hospitais, escolas, centros de compras, dentre outros lugares que atraem fluxo de pessoas ou veículos (PIRES et al., 2022). Existe uma série de desafios e complexidades inerentes ao dinamismo de congestionamento, poluição sonora e do ar, segurança viária e outros. Deste modo, a Engenharia de Tráfego atua diretamente sobre essas necessidades para intervir de forma adequada minimizando os impactos negativos em função de otimizar a mobilidade urbana (SANTOS et al., 2021).

Levando em conta o acesso ao Portão 1 do Campus da Universidade Federal do Pará (UFPA) situado no bairro Guamá, observa-se diversos problemas em horários específicos que geram grandes filas de veículos na saída do Campus, além do alto número de manobras inadequadas no cruzamento da Avenida Bernardo Sayão e Rua Augusto Corrêa. Frente ao exposto, o anseio é propor uma medida de Engenharia de Tráfego para o local, sobretudo visando a separação física entre os sentidos na confluência da Avenida Bernardo Sayão e Rua Augusto Corrêa a partir da implantação do dispositivo de retorno.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Propor medidas de Engenharia de Tráfego para melhorar a fluidez e a segurança na confluência da Avenida Bernardo Sayão com a Rua Augusto Corrêa, por meio da separação física entre os sentidos de tráfego e da instalação de um dispositivo de retorno, como uma rotatória, na Rua Augusto Corrêa.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Propor geometria que não inviabilize o tráfego de veículos pesados, frequentes no local, e que dê boas condições de retorno aos veículos de passeio e reduzir os pontos de conflito de tráfego.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

O estudo justifica-se diante da necessidade de diminuir os potenciais pontos de conflito de tráfego com a intenção de aumentar a segurança viária, reduzir filas de veículos para entrar e sair do Campus em estudo, bem como aumentar a segurança para os pedestres e ciclistas presentes na via.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Além da introdução, este trabalho está organizado em mais quatro capítulos. O capítulo de Revisão Bibliográfica reúne os principais conceitos e estudos que servem de base para o tema, oferecendo uma visão completa sobre o fluxo de tráfego e aspectos de segurança viária. No capítulo de Método, são descritos os procedimentos adotados para coleta e análise dos dados, incluindo a abordagem usada para interpretar os movimentos e fluxos estudados. Em seguida, o capítulo de Resultados discute os achados, focando nos aspectos de segurança e fluidez do tráfego. Por fim, o capítulo de Conclusões resume os principais pontos identificados e sugere direções para dar continuidade à pesquisa e aprimorar a aplicação das medidas propostas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo se refere ao embasamento teórico da pesquisa, salientando a apresentação dos termos e conceitos mais relevantes e pertinentes ao tema. Nesse sentido, pretende-se instruir o leitor quanto ao dinamismo presente nas tratativas em relação à conceituação de engenharia de tráfego, polos geradores, técnicas de mitigação de conflitos de tráfego, geometria viária e outros assuntos correlacionados.

### 2.1 ENGENHARIA DE TRÁFEGO

A engenharia de tráfego lida diretamente com o planejamento e gerenciamento do transporte com a finalidade de assegurar o melhoramento na fluidez do trânsito, bem como preserva parâmetros de segurança para veículos, pedestres e demais usuários da malha viária. Deste modo, é inegável a relevância da engenharia para oportunizar a ordem do tráfego, sobretudo levando em conta que o deslocamento de veículos e pessoas é algo intrínseco ao desenvolvimento econômico das cidades e estados, incluindo preceitos de mobilidade e qualidade de vida (KUREKE; BERNARDINIS, 2021).

A engenharia de tráfego é uma das grandes responsáveis por promover contribuições à segurança viária tendo em vista os dados levantados acerca do trânsito e de todo o sistema de movimentação e deslocamento municipais, cuja funcionalidade também provê novos projetos de melhorias das sinalizações, limites de velocidade, exclusividade das faixas, dentre outros aspectos (SANTOS et al., 2021). Os autores ainda complementam que as intervenções do departamento de engenharia de tráfego nas cidades podem diminuir expressivamente o congestionamento em decorrência dos grandes fluxos de transporte.

De acordo com as contribuições da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a engenharia de tráfego é uma ramificação do planejamento que provê bases projetuais e operacionais de vias públicas e respectivas adjacências para pautar o uso dos transportes sob o ponto de vista da segurança e economia (SHIMOURA et al., 2023).

A engenharia de tráfego é essencial para a obtenção de um trânsito mais racional, visto que se caracteriza através da segurança, fluidez e comodidade das

vias envolvendo o planejamento e a análise da gestão dos sistemas viários com o propósito de otimizar o fluxo veicular e de pedestres. Desse modo, é possível reduzir acidentes e congestionamentos melhorando a experiência dos usuários no que tange à promoção de uma boa mobilidade urbana, sobretudo em função dos deslocamentos eficientes (CAVALCANTE, 2021).

A engenharia de tráfego coopera intimamente com as melhorias do planejamento viário de trânsito e da circulação em geral, visto que possui abordagens integradas aos demais departamentos e órgãos que visam investigar as necessidades dos usuários das vias para gerar resultados positivos em função da eficiência econômica que também abrange características sustentáveis voltadas à proteção ambiental (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2022).

Salienta-se o aspecto de mobilidade urbana se refere a capacidade das pessoas se deslocarem na área urbana de forma individual ou coletiva para o desenvolvimento das relações sociais e econômicas. Deste modo, a mobilidade é fundamental para o planejamento das cidades influenciando a vida dos cidadãos (CAVALCANTE, 2021).

A mobilidade urbana é um conceito intrínseco ao planejamento urbano, sobretudo quando se aborda o papel da engenharia de tráfego frente aos fenômenos pertencentes ao trânsito. Não bastando, a mobilidade não faz menção exclusivamente ao deslocamento veicular, mas também se refere aos pedestres e demais meios de transporte. Segundo Brito (2021), a conceituação elementar de mobilidade urbana emerge de uma espécie de atributo territorial que se refere à facilidade de acesso aos diferentes locais de uma cidade, assim é possível articular esse conceito aos resultados e conjunturas do transporte sobre a circulação e acessibilidade de vias e lugares.

O funcionamento das cidades parte de uma mobilidade urbana eficaz, sendo que o Governo é o principal agente por investir nesse aspecto promovendo respostas ao favorecimento do bem-estar populacional em face do uso da malha viária, preconização de acesso facilitado, dentre outros critérios que possibilitam mitigar quaisquer degradações ao meio ambiente, mesmo considerando o deslocamento veicular ou transporte público (FALCOSKI et al., 2023). Deste modo,

ênfatiza-se que a mobilidade urbana traz melhorias para as cidades, podendo inclusive torná-las mais sustentáveis desde que haja certa correlação entre a engenharia de tráfego e as políticas públicas de planejamento urbano para validar caminhadas e outros transportes não poluentes.

## 2.2 POLOS GERADORES DE TRÁFEGO

A compreensão sobre os Polos Gerados de Viagens (PGV's) deve partir do entendimento sobre os Polos Geradores de Tráfego (PGT), os quais se correlacionam expondo similaridades e diferenças importantes acerca das abordagens que este assunto permite criar. Através das contribuições do Denatran, a terminologia PGT é comumente aplicada nos empreendimentos e estabelecimentos que têm grande capacidade de atração de viagens. Muitas vezes, esta atratividade carrega uma série de desdobramentos negativos para a área onde há PGV, sobretudo em relação ao aumento do tráfego viário nas imediações da localidade (SILVA; CALEFF; RUIZ-PADILLO, 2020). Ademais, o autor destaca que o PGT possui uma potencialidade bastante negativa em função de colocar em risco a acessibilidade local prejudicando o índice de segurança para veículos e pedestres.

Os polos geradores de viagens (PGVs) são locais que, devido à natureza e escala de suas atividades, atraem grande movimentação de pessoas, demandando infraestrutura para estacionamento e operações de carga e descarga, e podendo gerar impactos significativos na mobilidade. Exemplos incluem shopping centers, universidades e terminais de transporte (UFRJ, s.d.).

De modo geral, PGT gera grandes preocupações em função da quantidade de viagens realizadas por veículos para locais onde existem empreendimentos atrativos. Há uma associação entre esses locais com o aspecto de desenvolvimento das atividades econômicas (PIRES et al., 2022).

Neste sentido, a evolução de PGT auxiliou para o advento do termo PGV, cuja característica recebe diversas conceituações similares ao PGT, embora o foco de abrangência seja distinto. O significado de PGV apresentou mais solidez devido às comparações levantadas com PGT, de modo que o progresso de ambos deixa claro que o tráfego motorizado geralmente se concentra onde há conjuntos de empreendimentos considerados atrativos para as viagens. Deste modo, entende-se

que, ambos os polos apresentam um sistema viário e de transporte que fomenta as tratativas sobre uso e ocupação somados a valorização do solo (PIRES et al., 2022).

Os PGV's são empreendimentos comerciais, prédios, centros de compras, universidades e outros. Pelo tamanho, os empreendimentos (PGV) podem ser classificados como micropolo ou macropolo (CAMPOS et al., 2021). O Denatran destaca que a classificação dos PGV's pode seguir três modelos diferentes que se baseiam em uma subdivisão categórica conforme o tamanho da empresa e o limite de alcance do negócio a partir de sua classe. O PGV de pequeno porte pode apresentar tamanho até 100m<sup>2</sup>, o de médio porte considera o ambiente entre 100m<sup>2</sup> e 400m<sup>2</sup>, já o de grande porte possui 400m<sup>2</sup> ou mais (NETO; MAIA, 2021).

Inseriu-se então, os planos diretores municipais, de modo que cada cidade passou a verificar e acompanhar os impactos dos PGV's tendo em vista a necessidade de estabelecer avaliações mais assertivas quanto aos impactos e a eficiência das localidades quanto aos preceitos relacionados ao trânsito e transporte. Diante disso, é necessário destacar o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) a partir da Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997 em seu capítulo oitavo no artigo 93 que aduz que os projetos de edificações com potencial de atração de trânsito podem ser aprovados após o consentimento e a supervisão dos órgãos responsáveis pela verificação da condição de existência de estacionamentos ou indicativos de adequação de acesso (BRASIL, 1997).

A forma mais tradicional de avaliar os impactos originados pelos PGV's é a efetivação de estudos nas localidades que circundam a região propícia para atrair o fluxo exacerbado de veículos (DEZANE JÚNIOR, 2023), sendo necessário caracterizar os polos geradores de viagens, cuja caracterização segue padrões pré-estabelecidos com a intenção de melhorar a dinâmica de entendimento sobre PGV.

Os empreendimentos considerados PGV's podem apresentar distinção no que tange às atividades desenvolvidas tendo em vista o uso do solo. Deste modo, o Denatran expõe que o polo gerador de viagem pode apresentar diferentes classificações que se diferem conforme a ocupação do solo (MENEZES; MELLO, 2022).

O empreendimento habitacional se destina unicamente a habitação em caráter permanente ou temporário, já o comunitário é um ambiente que apresenta instalações pertinentes à educação, lazer, cultura, atividade religiosa e outros. O comercial ou de serviço se refere a uma relação de troca que tem a intenção de gerar lucro ou criar situações cíclicas para mercadorias. Ademais, trata-se da prestação de serviço em qualquer um dos seus tipos, seja mental, de assistência, espiritual, dentre outros (SCHVARTZ, 2020).

No que se refere ao PGT e PGV relacionados a escolas e universidades, normalmente possuem como características o fluxo interno de veículos em horário de pico, congestionamento nas vias mais próximas durante a entrada e saída, alta demanda por estacionamentos e áreas de embarque e desembarque, além do impacto direto sobre a mobilidade e segurança no entorno (SAKER; TARSO; MENDES, 2020).

Junto às caracterizações mencionadas, também é importante categorizar as viagens que o PGV gera. Diante disso, vale destacar que os polos geradores de viagens impactam diretamente a atração de pessoas e veículos para os locais onde há um grande volume de empreendimentos. Assim, uma viagem unidirecional parte de um ponto para outro e é a dinâmica básica de um PGV (OLIVEIRA et al., 2020).

Os PGV's podem gerar uma série de impactos ao entorno das vias, incluindo os usuários, veículos e habitantes das regiões, sobretudo tendo em vista o dinamismo de influência dos empreendimentos pertencentes ao polo. Destaca-se ainda que, a implantação mais organizada de soluções que inibam os efeitos negativos tende a melhorar a questão do tráfego e da acessibilidade nas ruas, valorizando diversos aspectos locais (FRANCO, 2023).

Os impactos negativos que afetam o sistema viário se referem majoritariamente à ausência de segurança e a redução do nível de serviço em decorrência do aumento da quantidade de veículos devido às viagens por PGV. Assim como os demais mecanismos que envolvem o polo gerador de viagem, os impactos também recebem classificações, tais como congestionamento, problema ambiental, conflito entre viagem de passagem e acesso ao empreendimento. Os congestionamentos são comumente causados gerando atrasos aos usuários das

vias, o que tende a aumentar o custo com as operações veiculares. Já os problemas ambientais se referem ao aumento da poluição atmosférica, sonora e visual, afetando completamente a segurança das vias (SAKER; TARSO; MENDES, 2020).

Os PGT's podem ser considerados como *shopping* centers, estádios, aeroportos, rodoviárias, complexos empresariais, centros de convecção, parques, supermercados, terminais de ônibus, calçadas comerciais, clínicas, hospitais, galpões logísticos, centros de distribuição, estádios, cinema, teatro, dentro outros (SILVA; CALEFF; RUIZ-PADILLO, 2020). Em relação às atividades estudantis, destacam-se as universidades, centros de pesquisa e escolas.

### 2.3 TÉCNICAS DE MITIGAÇÃO DE CONFLITOS DE TRÁFEGO

Os conflitos de tráfego podem ser conceituados como interações entre usuários da malha viária, as quais podem resultar em acidentes. Por isso, é necessário mitigar esses eventos a fim de assegurar uma maior segurança e fluidez do trânsito (PERNA, 2021).

A inadequação da infraestrutura é um fator dominante na geração de conflitos viários, a qual se dá devido à ausência de sinalização, falta de faixas exclusivas para ciclistas e pedestres, além de cruzamentos mal projetados que não contribuem para o fluxo ordenado de veículos e pessoas (STREIT, 2020).

Não bastante, salienta-se o comportamento dos condutores como um aspecto crucial durante o suposto surgimento de conflitos, visto que é recorrente indivíduos impacientes, com excesso de velocidade que desrespeitam as leis de trânsito (KUREKE; BERNARDINIS, 2021). Os autores reforçam que as condições do clima também podem favorecer o advento de conflitos, sobretudo em função da neblina, chuva, sol, baixa visibilidade e outros fatores.

Com o aumento de veículos nas ruas, os horários de picos se tornam razões para o aparecimento de conflitos, sobretudo quando há um PGV inerente a um evento especial que atrai muitas pessoas e veículos contribuindo para os eventuais embarços pertinentes ao PGT (BRITO, 2021). Frente ao exposto, as técnicas de mitigação dos conflitos que comumente afetam o tráfego das cidades, partem de três importantes segmentos: Engenharia de Tráfego, Iluminação Viária e Educação voltada ao Trânsito, apresentadas nos itens a, b e c.

- a) A Engenharia de Tráfego é a responsável pelo planejamento e sinalização das vias, incluindo o controle otimizado dos semáforos e placas. Ademais, é uma área que deve modificar ou eliminar as curvas com ângulos fechados ou pontos cegos auxiliando na diminuição dos riscos de acidentes. A separação de faixas também é uma obrigação da Engenharia de Tráfego, incluindo o controle de acesso aos pontos da via para diminuir os conflitos devido ao alto fluxo veicular a partir da implementação de tecnologias e sistemas inteligentes (SHIMOMURA et al., 2023).

A geometria viária é outra funcionalidade da Engenharia de Tráfego, visto que provê a adequação de raios de curva, alargamento de faixas quando necessário e construções de rotatórias. Nesse sentido, ainda é uma atividade que lida diretamente com as questões de visibilidade e distância de frenagem, as quais se correlacionam às condições meteorológicas, de iluminação, obstáculos na via, topografia, presença de declive, aclive e curvas, percepção de visualização lateral em cruzamentos e interseções, distanciamento de reação e frenagem (SHIMOMURA et al., 2023).

- b) A questão de iluminação viária é igualmente relevante, cuja atenção é fornecida pela Engenharia que cuida do tráfego, evitando sombras e quaisquer problemas que possam afetar as zonas de risco da via (MIRANDA et al., 2021).
- c) Outra técnica de mitigação dos conflitos é a educação voltada ao trânsito, principalmente no que diz respeito à elaboração de campanhas de cunho educativo que pretendem conscientizar a população acerca da relevância das leis de trânsito para que os condutores adotem comportamentos seguros (MIRANDA et al., 2021). Os programas voltados a isso também incluem treinamentos de condutores pelos órgãos e institucionais especializadas, cursos de reciclagem e atualizações gerais quanto ao uso de veículos automotores.

As fiscalizações são premissas para manter a ordem do tráfego, e isso considera o aumento da presença policial nas vias para intensificar a vigilância dos conflitos com a finalidade de que seja possível pacificar quaisquer divergências ou

situações desconfortáveis. A penalidade e as multas são aplicadas para aqueles que infringem as leis de trânsito, e podem ser consideradas como medida mitigatória de conflito viário (MIRANDA et al., 2021).

Já as remoções de veículos irregularmente estacionados também é um tipo de reforço à fiscalização, visto que promove a desobstrução do trânsito. Como exemplos práticos de mitigação, a Tabela 1 apresenta o seguinte:

Tabela 1 - Medidas mitigatórias de conflitos nas vias

<b>Tipo de Medida Mitigatória</b>	<b>Objetivo</b>
Implantar Rotatória	Substituição de cruzamento semaforizado para diminuir os pontos de conflito e aumentar a fluidez do tráfego.
Implantar Faixa exclusiva de ônibus	Criação de faixa para acelerar o transporte público e diminuir o número de veículos particulares nas vias.
Implantar Ciclovia e ciclofaixa	São espaços na via pública; a ciclovia é destinada para pessoas com bicicletas, e a ciclofaixa é um espaço que delimita a pista destinada à ciclovia/canteiro/calçada – incentivo ao uso de bicicleta e separação entre ciclistas e veículos motorizados.
Instalar Semáforo inteligente	Ajustam o tempo de sinalização de acordo com o fluxo veicular para melhorar a eficiência do trânsito.
Criar faixas elevadas, travessias e outros dispositivos para os pedestres	Criação de faixas elevadas, semáforo com tempo para travessias e passarelas que aumentam a segurança dos indivíduos.

Fonte: Os autores (2024)

A mitigação dos conflitos é uma conduta intervencionista que traz benefícios ao trânsito, sendo capaz de reduzir acidentes que, eventualmente, resultam em mortes, feridos e prejuízos materiais. Além disso, é possível aumentar a fluidez do tráfego permitindo o gasto de menos tempo entre os deslocamentos, o que também favorece o meio ambiente com a geração de menos poluentes (ARRUDA; MAIA; INÁCIO, 2021).

No que se refere à mitigação dos conflitos do tráfego em função do adensamento populacional que fomenta PGV e PGT, vale salientar a importância das medidas de restrição e permissão de movimentos. As técnicas que restringem ou permitem o movimento são fundamentais para ordenar o trânsito em vias e

rodovias diminuindo o risco acidentário e provendo a otimização do uso da malha viária (ORTHMANN et al., 2023).

As sinalizações indicam, regulamentam e advertem os usuários sobre a utilização da via, podendo restringir ou permitir o tráfego de determinados tipos de veículos em horários e dias específicos. Ademais, ocorre a delimitação de faixas que determinam o direcionamento do fluxo indicando onde existem paradas obrigatórias (ORTHMANN et al., 2023).

#### 2.4 ESTUDOS DE CASO RECENTES SOBRE MITIGAÇÃO DE CONFLITOS DE TRÁFEGO NO BRASIL

Tendo em vista a relevância da Engenharia de Tráfego para o melhoramento da acessibilidade aos PGV's, existem muitos estudos que se referem às propostas de melhoria bem como análises de projetos funcionais inerentes ao acesso, segurança no trânsito, necessidade de intervenções quanto às sinalizações que alteram o sentido e volume veicular, dentre outros detalhes.

Neste sentido, foram selecionados seis estudos para destacar as semelhanças com a proposta atual, além de destacar os resultados obtidos a partir das ações intervencionistas tomadas em cada um, sobretudo para enfatizar a grande valia de tais mecanismos para beneficiar a dinâmica do trânsito na área urbana. A Tabela 2 apresenta os estudos semelhantes.

Tabela 2 - Estudos semelhantes

Título – Autor – Ano	Objetivo	Resultado
Propostas de requalificação viária da interseção das ruas Saldanha Marinho e Ramiro Barcelos em Cachoeira do Sul, RS, Brasil (MEURER, 2022)	Sugerir melhorias em relação a circulação e segurança viária na interseção indicada.	Semaforização a partir do Manual de Dispositivos de Controle de Tráfego Uniforme junto a uma interconexão.
Análise de viabilidade e projeto funcional do acesso ao Campus Glória da UFU (COSTA, 2022)	Analisar o acesso ao Campus Glória – UFU pela BR-365 e propor um projeto funcional como solução para a condição de tráfego atual, analisando o plano diretor do campus.	Elaboração de quatro cenários relacionados ao melhoramento do acesso na UFU a partir do projeto funcional de implementação das sinalizações.
Acesso ao Hospital Público Regional de Palmeira das Missões: análise dos impactos e medidas de controle dos sistemas viários e de transporte (MASSARIOL, 2022)	Avaliar os possíveis impactos viários e de transporte que o Hospital Público Regional (em construção), irá causar na cidade.	Elaboração de proposta de micro e mesoescala de influência regional.
Aplicação de dispositivos e medidas de engenharia de tráfego para aumento da segurança no trânsito em condomínio residencial da zona sul de Uberlândia (PINHO; LAZZARINI, 2022)	Aplicar medidas de engenharia de tráfego para aumento da segurança das vias internas de um condomínio residencial em Uberlândia.	Elaboração de um projeto de sinalização horizontal e vertical.
Estudo de tráfego de veículos, intervenções de sinalizações e urbanismo tático no entorno do Hospital da Vida como polo gerador de viagens (ERBES et al., 2024)	Estudar o tráfego e condições no entorno do Hospital da Vida no centro da cidade de Dourados – MS propondo mobilidade segura ao local enquanto um PGV.	Realização de novas sinalizações que contemplaram a mobilidade seguro no entorno.
Projeto geométrico e executivo de via de acesso ao edifício de engenharia de alimentos no Campus da UFPE (FARIAS NETO; ALVES, 2024)	Avaliar a possibilidade de criar um projeto geométrico e de sinalização para favorecer o acesso ao campus UFPE, especialmente o Edifício de engenharia de alimentos.	Elaboração de um projeto de melhoria do tráfego para garantir a acessibilidade adequada ao edifício.

Fonte: Os autores (2024)

O estudo de Meurer (2022) enfatiza o problema referente à circulação e segurança viária da interseção das ruas Saldanha Marinho e Ramiro Barcelos em Cachoeira do Sul – RS, tendo em vista o potencial que a engenharia de tráfego possui para solucionar questões como essa. Nesse sentido, efetivou-se a contagem acerca da capacidade de movimento em via secundária observando os serviços contidos na via, tipo e sentido do movimento. Em específico, notou-se um congestionamento muito volumoso em alguns períodos do dia, os quais foram devidamente acompanhados a fim de constatar o horário e o sentido mais intenso para solicitar semáforo no local justificando a restrição do deslocamento de pedestres especialmente nos horários de pico.

De acordo com Meurer (2022), foram aplicadas as normas suecas encontradas no Manual de Interseções do DNIT, sobretudo a partir da verificação do tipo de interseções presentes na via em face do volume e maneira de aproximação. Com os resultados de cada ponto levantado, a interconexão foi sugerida como forma de mitigar o problema evidenciado, beneficiando todo o entorno das ruas estudadas.

No segundo estudo, Costa (2022) realizou observações no acesso ao Campus Glória da UFU em Uberlândia-MG por meio da BR-365 visando uma proposta projetual funcional como solução para o tráfego local. Para isso, considerou-se o plano diretor do campus, um elemento fundamental para propor melhorias pertinentes ao trânsito tendo em vista os polos geradores de viagens. O autor assegura que os projetos de implementação de rotatória viabilizam o acesso aos PGV's, além de que as conversões devem contar com sinalizações verticais para favorecer o entendimento os motoristas, o que era inexistente.

Deste modo, a localização do novo acesso foi projetada através do uso da rotatória, considerando distância de desaceleração tendo em vista o ponto de tráfego mais volumoso da BR-365. Com isso, foi possível aumentar a segurança do local, uma vez que houve o dimensionamento correto acerca da criação da rotatória logo após o término da marginal, onde há uma curva acentuada que foi fechada para gerando a prolongação do percurso na rodovia até a chegada na rotatória. Os cenários criados serviram para melhorar a compreensão sobre a funcionalidade da implementação de sinalizações em cada ponto do trajeto de chegada até a UFU,

levando em conta a existência de paradas de ônibus, ciclovia, caminho para pedestre e a própria rodovia com rotatória.

O terceiro estudo foi de Massariol (2022), o qual avaliou os possíveis impactos viários e de transporte que o Hospital Público Regional poderá causar em Palmeira das Missões – RS. Este PGV ainda estava em fase de construção em 2022 quando o estudo foi efetivado, e o propósito central foi compreender os impactos deste polo ao entorno do hospital.

Em análises preliminares, Massariol (2022) efetivou o mapeamento da acessibilidade de microescala incluindo a área de acesso ao empreendimento hospitalar para compreender quais vias seriam afetadas pela construção do edifício. De modo geral, a condição da via em microescala considerou o acesso principal através da BR-468, de modo que a primeira opção seria a construção de um viaduto elevado, mas tomaria muito tempo e possuiria custos muito elevados.

Com isso, notou-se a existência de uma rua (caminho agrícola) na lateral do PGV, a qual poderia ser mais facilmente prolongada a fim de se criar um projeto funcional acerca do tráfego local levando em conta as possíveis delimitações geométricas em razão do uso e ocupação do solo (MASSARIOL, 2022). O propósito do trabalho foi considerar justamente a execução de um projeto a partir dos conceitos principais inerentes a acessibilidade, segurança e mobilidade urbana.

O projeto também considerou o hospital como um PGT, cujo acesso se daria de forma específica a uma via com rampas de acesso e sinalizações verticais e horizontais dispendo sobre as regras do estabelecimento, além de considerar o tipo de ocupação do solo (vagas) no local. A destinação principal da passagem de veículo naquela rua seria exclusiva ao embarque e desembarque de indivíduos frequentadores do hospital, incluindo a faixa de emergência para inibir o conflito do trânsito a partir de portarias para a entrada de ambulância (MASSARIOL, 2022).

O quarto estudo foi de Pinho e Lazzarini (2022) aplicando medidas de engenharia de tráfego para o aumento da segurança das vias internas de um condomínio residencial de Uberlândia-MG. Basicamente, o condomínio não possuía sinalizações nas vias, o que tornavam o trânsito local perigoso, sobretudo considerando a existências de casas e pedestres continuamente utilizando as vias e

calçadas próximas à rua. Com isso, notou-se a necessidade de criar um projeto voltado à sinalização para especificamente as etapas lógicas deste tipo de atividade.

Através das contribuições de Pinho e Lazzarini (2022), as interseções e os acessos do condomínio eram comprometidos pela desinformação quanto à preferência das vias. Diante disso, o projeto foi criado para lançar os sinais no próprio pavimento com o auxílio de dispositivos técnicos e regulamentações com normas de vias em condomínios residenciais.

Já no estudo de Erbes et al. (2024), o PGV foi o Hospital da Vida na região central de Dourados-MS, cuja necessidade era gerar mais segurança ao local. Para isso, analisou-se a condição da via constatando a presença de um canteiro central e fluxo para ambos os sentidos. O cruzamento presente na via foi considerado como problema para a chegada ao empreendimento, além da presença de obstáculos.

Os autores realizaram a contagem volumétrica pautada no embasamento do DNIT para classificar os tipos de veículos, além de efetivar a divisão da interseção em alguns movimentos que foram analisados previamente para que houvesse a adaptação do local em face de horários de pico. As contagens também incluíram o fluxo de pessoas para depois determinar os horários de pico levando em conta um intervalo de 15 minutos a cada contagem volumétrica (ERBES et al., 2024).

Tendo em vista o resultado alcançado com as contagens, foi evidenciada a necessidade de revitalização da sinalização horizontal, além da inserção de uma parada obrigatória junto à proibição de entrada na via esquerda e direita, sendo obrigatório manter o fluxo a frente, favorecendo o sentido de circulação da pista não sendo permitido o estacionamento na via, sobretudo para tornar o entorno mais seguro e com uma melhor mobilidade (ERBES et al., 2024).

Por fim, o estudo de Farias Neto e Alves (2024) avaliou a possibilidade de criar um projeto geométrico e de sinalização para melhorar o acesso ao Campus da UFPE, em específico, no edifício de engenharia de alimentos. O projeto considerou a necessidade de estabelecer uma interação harmoniosa entre as seções da via, permitindo a otimização transversal e longitudinal. Este estudo foi mais abrangente, visto que também foram considerados os projetos de drenagem da malha viária, especificamente levando em conta a possibilidade de alagamentos no local que,

inicialmente, seria projetado para melhorar o tráfego e a condição do PGV. Feito isso, o projeto de pavimentação tornou-se uma premissa para elaborar o projeto de melhoria de tráfego para garantir a acessibilidade adequada ao edifício de alimentos na UFPE, promovendo segurança e eficiência.

Nota-se que, em comum, os seis estudos apresentam o objetivo de melhorar a condição de tráfego nas vias em prol do melhoramento da acessibilidade em PGV's de diferentes tipos.

## 2.5 AVALIAÇÃO DE RAIOS DE GIRO PARA DEFINIÇÃO DA GEOMETRIA DA INTERVENÇÃO

A avaliação do raio de giro é um elemento determinante para dimensionar geometricamente as vias e interseções nos estudos realizados através da engenharia de tráfego. De modo geral, o raio de giro pode definir a capacidade que um veículo possui para realizar uma curva sem comprometer a segurança e a fluidez do trânsito local (GORTAIRE, 2022). Diante disso, considera-se a identificação dos veículos para depois classificar o raio de giro mínimo referenciando às normatizações dos manuais do DNIT e ABNT

Portanto, realiza-se a simulação de manobras através de *softwares* de simulação de tráfego para modelar o comportamento dos carros, bem como da realização de curvas em diferentes geometrias viárias, interseções, rotatórias ou faixas de conversão (SILVA, 2023). O autor pontua que as adequações geométricas podem proporcionar certas melhorias nos resultados de cada simulação levando em conta os elementos de largura das faixas de rodagem, raios de bordas, ângulo de interseção, posicionamento de barreira física e distâncias de visibilidade em curvas (SANTOS et al., 2022).

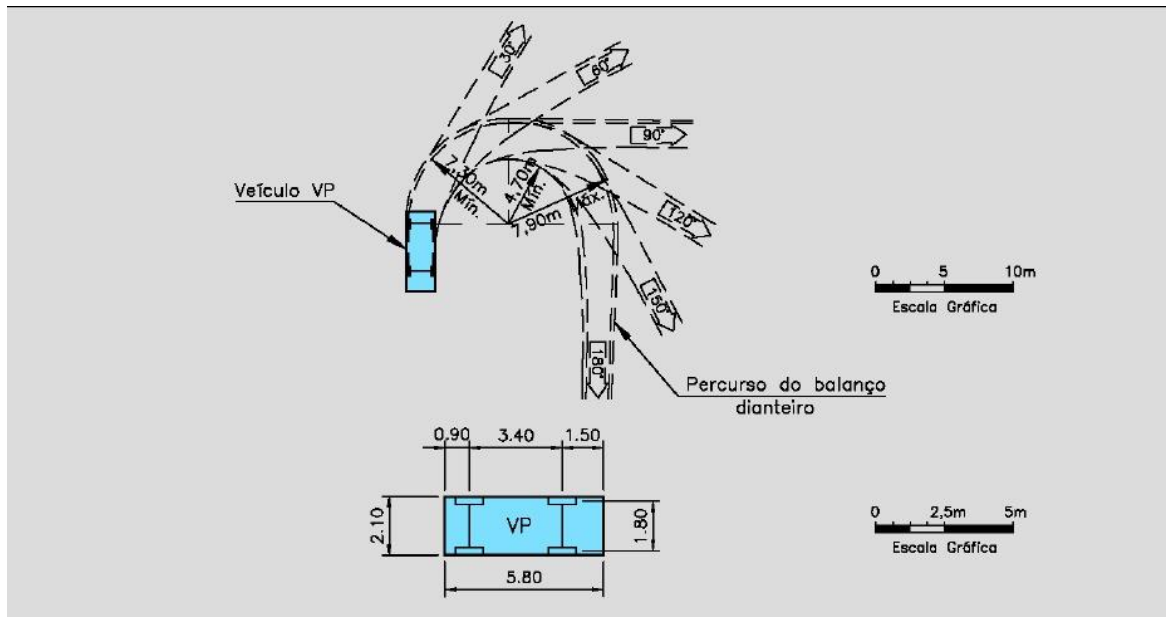
As aplicações de avaliações ocorrem a partir das rotatórias, interseções e acessos de estacionamento e terminais que são muito comuns em áreas urbanas. Deste modo, as análises se adequam ao raio de giro para assegurar que as intervenções não gerem problemas ou riscos de segurança, sobretudo para ampliar a maximização da eficiência do tráfego diminuindo os pontos negativos que permeiam a malha viária (SANTOS et al., 2022).

O Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas do DNIT (BRASIL, 2010) discorre sobre informações relacionadas a elaboração de projetos urbanos e de rodovias federais conforme as normas vigentes no país, sobretudo levando em conta a composição das vias por pessoas, cargas, ciclovias, parada de ônibus, capacidades diversas, qualidade e controle de acesso, entre outros aspectos. Diante disso, os projetos viários podem ser definidos de acordo com a uniformidade de expressões baseadas em explicações sobre o contexto viário.

O Manual ainda expõe os conceitos elementares sobre os projetos geométricos, que são ações que visam o desenvolvimento de uma via contando com o aumento de segurança e eficiência. Trata-se de um projeto responsável pela definição dos pontos que capacidade da via, determinação de volume de movimentação e outros fatores (BRASIL, 2010). Além disso, há elementos básicos como larguras da via, raios mínimos (interno e externo), largura do canteiro, extensão de faixa, valor da rampa máxima, altura vertical admissível e outros.

O Manual expõe um conjunto de informações e levantamentos, cálculos e definições acerca das melhores soluções técnicas viárias objetivando a viabilidade técnico-econômica das vias. Deste modo, todo projeto geométrico conta com estudos preliminares, projeto básico e executivo (BRASIL, 2010). A Figura 1 apresenta o veículo de projeto

Figura 1 - Veículo de projeto



Fonte: DNIT (2010)

### 3 MÉTODO

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Universidade Federal do Pará (UFPA) oferece aproximadamente 155 cursos de graduação e especialização, possuindo um quadro de servidores com 2.906 docentes e 2.473 técnicos. Ademais, a UFPA possui mais de 50 mil alunos entre todos os cursos ofertados, divididos em graduações, pós-graduações, educação básica, técnica e tecnológica. Trata-se de uma autarquia federal que estabelece vínculos com o Ministério da Educação e possui sede em Belém – PA com uma ocupação de 450 hectares às margens do Rio Guamá. (UFPA, 2024).

A UFPA está localizada no bairro do Guamá, em Belém. Uma das principais vias de acesso ao Campus é a Avenida Bernardo Sayão, que abriga diversos portos, como o Porto Líder, Aires, Santa Rosa, Bom Jesus, Isomar e São Domingos, entre outros. As operações de carga e descarga nesses portos causam grandes interferências no trânsito, afetando significativamente as pessoas que desejam acessar o campus da UFPA pelo Portão 1. A Figura 2 apresenta o cruzamento mencionado.

A ausência de sinalização na área estudada representa um agravante significativo para o trânsito local, especialmente no que diz respeito ao retorno para quem vem da Rua Augusto Corrêa em direção ao campus da UFPA ou ao Marine Club. Não há indicações adequadas para orientar o fluxo de entrada nesses locais, o que confunde motoristas e pode resultar em manobras inadequadas. Além disso, a falta de sinalização de atenção na saída do campus da UFPA em direção à Avenida Bernardo Sayão compromete a segurança dos veículos que saem, deixando-os expostos a intersecções perigosas sem alertas preventivos. A escassez de sinalizações horizontais, como faixas indicativas e de direção, intensifica a vulnerabilidade na área, dificultando a visualização dos sentidos de tráfego e contribuindo para o aumento de pontos de conflito entre veículos. Dessa forma, a ausência de sinalização adequada na região tem o potencial de elevar a frequência e a gravidade dos conflitos viários, comprometendo tanto a fluidez quanto a segurança no entorno.

Figura 2 - Cruzamento atual da Avenida Bernardo Sayão



Fonte: Google Earth (2024)

Tendo em vista que o estudo objetiva propor uma separação dos sentidos de tráfego da Avenida Bernardo Sayão criando um dispositivo de retorno na Rua Augusto Corrêa, a Figura 3 apresenta a proposta.

Figura 3 - Proposta de melhoria na Avenida Bernardo Sayão com a divisão das pistas com *guard-rail* (azul), e a futura rotatória com 4,87m de raio interno (amarelo) e 9,02m de raio externo (vermelho)



Fonte: Google Earth (2024)

### 3.2 DESCRIÇÃO DO MÉTODO

Levando em conta a necessidade de propor uma melhoria de acesso ao Portão 1 da UFPA na Avenida Bernardo Sayão e Rua Augusto Corrêa especificamente no que tange ao tráfego local, é válido destacar que existem etapas responsáveis pela execução do estudo em face da aplicação do método, cujo detalhamento está exposto na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma das etapas do estudo



Fonte: Os autores (2024)

#### 3.2.1 CONTAGEM CLASSIFICADA E DIRECIONAL DE TRÁFEGO

De modo geral, realizou-se a contagem e a classificação da direção de tráfego a fim de informar as datas e os horários de um maior volume de tráfego na via do estudo, cujo formulário apresentou a separação em quatro classes diferentes, sendo moto, automóveis, ônibus e caminhões para compreender a dinâmica do tempo em função das contagens direcionais com o propósito de apontar para onde os veículos se deslocaram. Complementar a isso, foram realizados os registros fotográficos dos veículos de maior porte, sobretudo para promover a classificação dos caminhões de acordo com o DNIT. Assim, foi possível verificar a geometria

viária necessária para o tráfego dos caminhões. Os dados foram coletados em três horários de pico do dia, sendo:

- 7h30 até 8h15;
- 11h30 até 12h30;
- 17h30 até 18h30.

Para a realização das filmagens do tráfego no local de estudo (Portão 1 da UFPA), foi utilizado um celular Samsung S9 fixado em um tripé. As filmagens tiveram como objetivo registrar o fluxo de veículos, incluindo a verificação de conversões inadequadas e a identificação dos tipos de veículos presentes.

A contagem classificada e direcional foi realizada no dia 14 de agosto de 2024. Neste dia, foram monitorados todos os horários de pico (das 7h30 às 8h30, das 11h30 às 12h30 e das 17h30 às 18h30). Para a contagem, foram utilizadas quatro planilhas do Excel: a primeira registrando o fluxo de veículos vindo da Av. Bernardo Sayão (Quadro 1), a segunda saindo da UFPA, a terceira saindo do Marine Clube, e a quarta vindo da Rua Augusto Corrêa.

Quadro 1 - Tráfego diário dos horários de pico vindo da Av. Bernardo Sayão

	07h30 a 8h30				11h30 a 12h30				17h30 a 18h30			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Moto												
Automóvel												
Ônibus												
Caminhão												
Total												

Fonte: Os autores (2024)

Adicionalmente, foram utilizadas planilhas específicas para cada um dos quatro sentidos do cruzamento, permitindo a contagem detalhada de veículos com conversões adequadas e inadequadas, bem como dos movimentos mais importantes.

Quadro 2 - Tráfego diário em relação a conversões vindo da Av. Bernardo Sayão em branco

	B.S.→A.C.			B.S.→UFPA			B.S.→Marine		
	M	T	N	M	T	N	M	T	N
Moto									
Automóvel									
Ônibus									
Caminhão									
Total									

Legenda:
B.S. (Av. Bernardo Sayão)
A.C. (R. Augusto Corrêa)
M (manhã), T (Tarde), N (Noite)

Fonte: Os autores (2024)

### 3.2.2 REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Simultaneamente às contagens classificadas e direcionais dos veículos, foi realizado um registro fotográfico dos caminhões que trafegavam pelo local. O objetivo deste registro foi classificar os caminhões de acordo com o Manual de Projetos de Estudos de Tráfego do DNIT. Este procedimento permitiu avaliar a geometria viária necessária para acomodar o tráfego seguro e eficiente desses veículos de maior porte, garantindo que as futuras intervenções na via atendam às especificações necessárias para suportar o fluxo de caminhões.

### 3.2.3 AVALIAÇÃO DA GEOMETRIA DA INTERVENÇÃO

A avaliação da geometria da intervenção foi conduzida com base no Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbanas do DNIT. Este manual fornece as dimensões básicas dos veículos de projeto, permitindo a verificação dos raios de curvatura adequados para cada tipo de veículo. Com essas informações, foi possível analisar as futuras manobras dos caminhões críticos observados e dos veículos menores.

A análise incluiu a verificação das capacidades de conversão dos veículos da Avenida Bernardo Sayão para a Rua Augusto Corrêa e vice-versa, bem como a capacidade dos automóveis de realizarem o retorno proposto. As intervenções planejadas incluem a divisão das pistas com *guard-rail* ao longo da extensão existente e a implementação de uma rotatória. Essas mudanças são projetadas para

melhorar a fluidez e a segurança viária, assegurando que os veículos críticos possam realizar manobras necessárias de forma segura.

#### 3.2.4 ANÁLISE GERAL

De posse dos dados coletados, foi possível realizar uma análise abrangente sobre a viabilidade da intervenção proposta. A contagem classificada e direcional do tráfego forneceu um panorama detalhado do fluxo de veículos nas principais vias de acesso à UFPA, evidenciando os horários de maior congestionamento e os tipos de veículos mais frequentes. Este levantamento foi crucial para identificar os pontos de conflito e as necessidades específicas de cada classe de veículo.

Os registros fotográficos dos caminhões permitiram a categorização desses veículos conforme o Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbanas do DNIT, possibilitando a avaliação precisa das exigências geométricas para o tráfego seguro e eficiente de veículos de grande porte. Esta etapa foi fundamental para assegurar que as futuras intervenções atendam aos padrões necessários para acomodar caminhões e outros veículos pesados, minimizando riscos e melhorando o fluxo viário.

A avaliação da geometria da intervenção, focada na verificação dos raios de curvatura e das manobras dos veículos críticos, permitiu indicar que as medidas propostas são viáveis. Essas medidas são projetadas para facilitar as conversões de veículos grandes entre a Avenida Bernardo Sayão e a Rua Augusto Corrêa, bem como para assegurar que automóveis menores possam realizar retornos com segurança e eficiência.

## 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, apresentam-se os principais achados do estudo, organizados de acordo com as etapas do método. Inicialmente, são discutidos os dados da contagem classificada e direcional de tráfego, com foco nos volumes observados em diferentes períodos do dia e tipos de veículos. Em seguida, são exibidos os registros fotográficos dos veículos de maior porte, destacando sua categorização conforme o edital nº 811/2012 - Classificação Veicular PNCT.

Posteriormente, realiza-se uma análise da geometria viária proposta, com base no manual de projetos geométricos de travessias urbanas do DNIT, avaliando a viabilidade de manobras, especialmente para veículos de grandes dimensões. Por fim, com base nos dados e análises anteriores, discute-se a adequação e efetividade da intervenção proposta para atender às necessidades de tráfego no local, indicando se a solução é, ou não, favorável ao contexto estudado.

### 4.1 CONTAGEM CLASSIFICADA E DIRECIONAL DE TRÁFEGO

Foram realizadas todas as contagens de veículos que se aproximaram do cruzamento, nas tabelas 3 a 6, considerando todas as rotas de acesso: vindo da Avenida Bernardo Sayão, da UFPA, do Marine Clube e da Rua Augusto Corrêa. Essas contagens representam o volume total de veículos que chegam ao cruzamento, sem distinção quanto à direção que tomaram após o ponto de chegada, seja para a esquerda, direita ou seguindo em frente. Dessa forma, as contagens são gerais e focadas na aproximação ao cruzamento, independentemente do trajeto subsequente dos veículos.

A contagem foi realizada durante uma hora em cada um dos horários de pico do dia, abrangendo os períodos de 07h30 às 08h15, 11h30 às 12h30 e 17h30 às 18h30. Em cada intervalo de pico, foram identificados os 15 minutos com maior intensidade de tráfego, registrando o volume máximo de veículos para uma análise mais detalhada dos momentos de maior movimentação ao longo do dia.

Tabela 3 - Veículos que vêm pela Bernardo Sayão

Somatório dos 3 picos de 15 minutos de cada turno do dia 14/08/2024 (08h00-08h15, 12h15-12h30, 18h15-18h30)	Quantidade de Veículos
Caminhões	33
Ônibus	16
Automóveis	337
Motos	298
<b>Total</b>	<b>684</b>

Fonte: Os autores (2024)

Tabela 4 - Veículos que vêm da UFPA

Somatório dos 3 picos de 15 minutos de cada turno do dia 14/08/2024 (07h30-07h45, 12h15-12h30, 18h15-18h30)	Quantidade de Veículos
Caminhões	0
Ônibus	0
Automóveis	121
Motos	77
<b>Total</b>	<b>198</b>

Fonte: Os autores (2024)

Tabela 5 - Veículos que vêm do Marine Club

Somatório dos 3 picos de 15 minutos de cada turno do dia 14/08/2024 (07h30-07h45, 12h00-12h15, 17h30-17h45)	Quantidade de Veículos
Caminhões	1
Ônibus	0
Automóveis	35
Motos	20
<b>Total</b>	<b>56</b>

Fonte: Os autores (2024)

Tabela 6 - Veículos que vem pela Augusto Correa

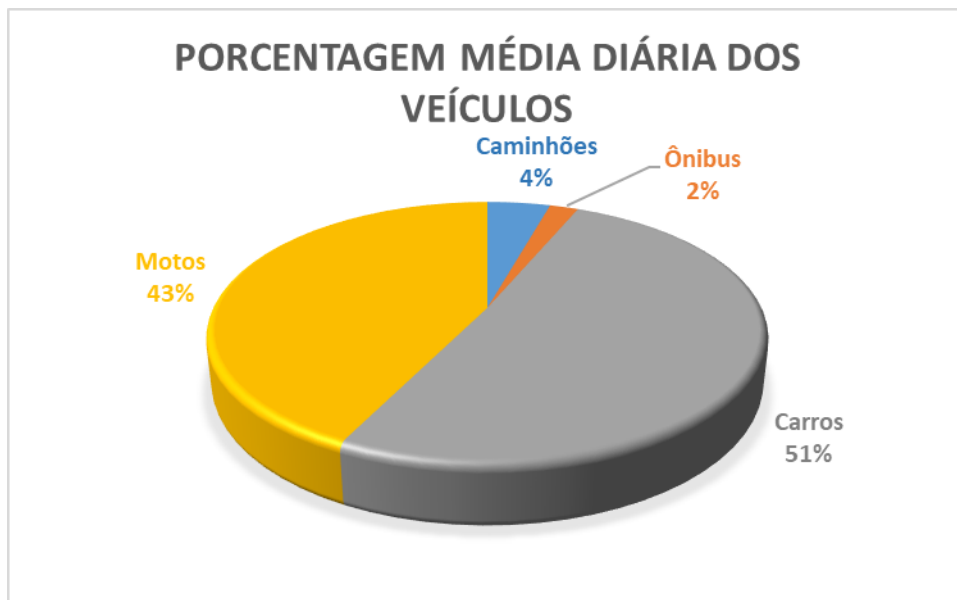
Somatório dos 3 picos de 15 minutos de cada turno do dia 14/08/2024 (08h00-08h15, 11h30-11h45, 17h45-18h00)	Quantidade de Veículos
Caminhões	32
Ônibus	14
Automóveis	275
Motos	247
<b>Total</b>	<b>568</b>

Fonte: Os autores (2024)

#### 4.1.1 PORCENTAGEM MÉDIA DE AUTOMÓVEIS, MOTOS, ÔNIBUS E CAMINHÕES

Do total de 1506 veículos, 768 veículos eram automóveis, 642 eram motos, 30 eram ônibus e 66 eram caminhões. Esses dados fornecem uma visão detalhada dos volumes de tráfego nos horários de maior movimento, permitindo uma análise da distribuição de diferentes tipos de veículos ao longo do dia, e auxiliando na avaliação da demanda sobre o cruzamento. A Figura 5 apresenta a porcentagem média diárias dos veículos.

Figura 5 - Porcentagem da contagem média diária de veículos



Fonte: Os autores (2024)

#### 4.1.2 QUANTIDADE E PORCENTAGEM DE VEÍCULOS QUE FAZEM OS MOVIMENTOS ADEQUADOS E INADEQUADOS NO CRUZAMENTO DA AVENIDA BERNARDO SAYÃO E RUA AUGUSTO CORRÊA – 14/08/2024

#### 4.1.2.1 VEÍCULOS VINDO DA AVENIDA BERNARDO SAYÃO

Quadro 3 - Tráfego diário em relação a conversões vindo da Av. Bernardo Sayão

	B.S.→A.C.			B.S.→UFPA			B.S.→Marine		
	M	T	N	M	T	N	M	T	N
Moto	221	218	302	62	38	84	0	7	5
Automóvel	216	284	406	105	57	68	1	16	18
Ônibus	14	23	16	0	0	0	0	1	0
Caminhão	19	62	46	0	0	0	1	0	0
Total	470	587	770	167	95	152	2	24	23

Legenda:
B.S. (Av. Bernardo Sayão)
A.C. (R. Augusto Corrêa)
M (manhã), T (Tarde), N (Noite)

Fonte: Os autores (2024)

No dia 14 de agosto de 2024, dos 127 caminhões observados vindo da Avenida Bernardo Sayão, apenas um entrou no campus da UFPA; os demais seguiram em direção à Rua Augusto Corrêa. Em relação aos 53 ônibus, apenas um se dirigiu ao Espaço Náutico Marine Club, enquanto todos os outros também seguiram para a Rua Augusto Corrêa. Todos os veículos vindos dessa direção realizaram conversões adequadas, direcionando-se para destinos previstos: UFPA, Marine Club ou Rua Augusto Corrêa.

#### 4.1.2.2 VEÍCULOS VINDO DA RUA AUGUSTO CORRÊA

Quadro 4 - Tráfego diário em relação a conversões vindo da Rua Augusto Corrêa

	A.C.→B.S.			A.C.→UFPA			A.C.→Marine		
	M	T	N	M	T	N	M	T	N
Moto	252	180	267	13	13	22	13	1	4
Automóvel	277	243	317	12	26	19	17	9	7
Ônibus	15	14	22	0	0	0	0	0	0
Caminhão	37	47	15	0	0	0	0	1	0
Total	581	484	621	25	39	41	30	11	11

Legenda:
B.S. (Av. Bernardo Sayão)
A.C. (R. Augusto Corrêa)
M (manhã), T (Tarde), N (Noite)

Fonte: Os autores (2024)

Dos 100 caminhões vindos da Rua Augusto Corrêa, apenas um realizou uma conversão inadequada ao dirigir-se diretamente ao Marine Club sem utilizar o retorno apropriado. Todos os 51 ônibus executaram manobras corretas. Quanto aos 927 automóveis, 57 entraram na UFPA de forma inadequada (6,14%) e 33 acessaram o Marine Club inadequadamente (3,55%). Das 765 motos, 90 acessaram a UFPA de maneira incorreta (11,76%) e 18 entraram no Marine Club de forma inadequada (2,35%).

#### 4.1.2.3 VEÍCULOS SAINDO DA UFPA PELO PORTÃO 1

Quadro 5 - Tráfego diário em relação a conversões vindo da UFPA

	UFPA→B.S.			UFPA→A.C.		
	M	T	N	M	T	N
Moto	49	55	70	31	21	33
Automóvel	45	120	128	23	50	46
Ônibus	0	0	0	0	0	0
Caminhão	0	0	0	0	0	0
Total	94	175	198	54	71	79

Legenda:
B.S. (Av. Bernardo Sayão)
A.C. (R. Augusto Corrêa)
M (manhã), T (Tarde), N (Noite)

Fonte: Os autores (2024)

Nenhum caminhão ou ônibus foi registrado saindo da UFPA pelo Portão 1 no dia 14/08/2024. Dos 412 automóveis que saíram, 293 acessaram diretamente a Avenida Bernardo Sayão, realizando uma conversão inadequada, o que representa 71,11% dos automóveis saindo pelo portão. Entre as 259 motos que saíram da UFPA, 174 dirigiram-se diretamente para a Avenida Bernardo Sayão, correspondendo a 67,18% das motos, também em conversões inadequadas. Essas manobras incorretas contribuíram para o aumento do congestionamento criando filas na saída do Portão 1 (Figura 6).

Figura 6 - Fila para sair da UFPA



Fonte: Os autores (2024)

#### 4.1.2.4 VEÍCULOS SAINDO DO MARINE CLUB

Quadro 6 - Tráfego diário em relação a conversões vindo da Marine Club

	Marine→B.S.			Marine→A.C.		
	M	T	N	M	T	N
Moto	4	12	6	7	8	11
Automóvel	6	15	26	14	16	19
Ônibus	0	0	0	0	2	0
Caminhão	0	2	0	0	0	0
Total	10	29	32	21	26	30

Legenda:
B.S. (Av. Bernardo Sayão)
A.C. (R. Augusto Corrêa)
M (manhã), T (Tarde), N (Noite)

Fonte: Os autores (2024)

Apenas dois ônibus foram registrados saindo do Marine Club, os quais realizaram conversões corretas indo para a Rua Augusto Corrêa. Apenas dois caminhões foram observados saindo do local, realizando uma conversão inadequada ao acessar a Avenida Bernardo Sayão diretamente. Entre os 96 automóveis observados, 41 se dirigiram para a Avenida Bernardo Sayão, resultando em 42,7% de conversões inadequadas. Das 48 motos, 22 também seguiram diretamente para a Avenida Bernardo Sayão, representando 45,83% de manobras inadequadas.

#### 4.1.2.5 CONCLUSÃO DAS ANÁLISES

As análises indicam que a maioria dos veículos vindos da Avenida Bernardo Sayão realiza manobras corretas, sem incorrer em conversões inadequadas. Com três opções viáveis de destino — UFPA, Espaço Náutico Marine Club ou Rua Augusto Corrêa — o fluxo de tráfego mantém-se organizado, permitindo boa fluidez sem causar transtornos ou interrupções.

Para os veículos que trafegam vindo da Rua Augusto Corrêa, foi observada uma pequena porcentagem de manobras inadequadas, representando em média cerca de 6% do total de conversões registradas no dia. A maioria dos veículos que passaram no cruzamento fizeram manobras adequadas e previstas, ou seja, dobraram à direita na direção da Avenida Bernardo Sayão.

Nas saídas da UFPA e do Marine Club, observou-se uma taxa expressiva de conversões inadequadas. Dos 819 veículos que utilizaram essas saídas, 530 (equivalente a 64,71%) realizaram manobras incorretas ao acessar diretamente a Avenida Bernardo Sayão. Esse padrão de conversão não apenas intensificou os congestionamentos nos horários de pico, mas também aumentou a exposição dos motoristas a situações de risco, devido ao tráfego intenso e à falta de controle adequado nesses pontos.

#### 4.1.3 ANÁLISE DOS MOVIMENTOS MAIS IMPORTANTES EM CADA SENTIDO

Quadro 7 - Análise dos movimentos vindo da Rua Augusto Corrêa

	<b>A.C.→B.S.</b>			A.C.→UFPA			A.C.→Marine		
	M	T	N	M	T	N	M	T	N
Moto	252	180	267	13	13	22	13	1	4
Automóvel	277	243	317	12	26	19	17	9	7
Ônibus	15	14	22	0	0	0	0	0	0
Caminhão	37	47	15	0	0	0	0	1	0
<b>Total</b>	<b>581</b>	<b>484</b>	<b>621</b>	<b>25</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>30</b>	<b>11</b>	<b>11</b>

Legenda:
B.S. (Av. Bernardo Sayão)
A.C. (R. Augusto Corrêa)
Em negrito o movimento mais importante
M (manhã), T (Tarde), N (Noite)

Fonte: Os autores (2024)

Para os veículos que vêm da Rua Augusto Corrêa (Quadro 7), apenas uma conversão é considerada adequada: a curva à direita em direção à Avenida Bernardo Sayão. No entanto, observou-se que alguns veículos realizam manobras inadequadas, seguindo diretamente para o Espaço Náutico Marine Club ou virando à esquerda para acessar a UFPA. Dos 1843 veículos provenientes desse sentido, 1686 (91,48%) realizaram a conversão correta para a Avenida Bernardo Sayão, enquanto 105 (5,7%) seguiram à esquerda para a UFPA e 52 (2,82%) foram diretamente para o Marine Club. Logo, o movimento predominante e adequado para esses veículos é a curva à direita.

Para os veículos provenientes da Avenida Bernardo Sayão, existem três conversões adequadas: seguir em frente para a UFPA, virar à direita para o Marine Club ou virar à esquerda para a Rua Augusto Corrêa. Observou-se que a maioria dos veículos realizou a conversão à esquerda para acessar a Rua Augusto Corrêa, representando 1827 de 2290 veículos (79,78%). Já 414 veículos (18,07%) seguiram em frente para a UFPA, e 49 (2,14%) viraram à direita para o Marine Club. Assim, o movimento principal e mais relevante neste caso é a conversão à esquerda.

No caso dos veículos que saem do Marine Club, há duas manobras adequadas: seguir em frente para a Rua Augusto Corrêa ou virar à direita para a UFPA. Apesar disso, foi identificada uma conversão inadequada que ocorre com frequência: virar à esquerda em direção à Avenida Bernardo Sayão. Dos 148 veículos que saíram do Marine Club, 71 (47,97%) realizaram essa conversão inadequada, enquanto 77 (52,03%) seguiram em frente para a Rua Augusto Corrêa, e nenhum veículo acessou a UFPA pela direita. Assim, o movimento predominante para esses veículos é a direita mesmo tendo uma grande taxa de veículos executando manobras inadequadas.

Por fim, para os veículos vindos da UFPA, a única conversão adequada é virar à direita para a Rua Augusto Corrêa. No entanto, observou-se que a maioria dos veículos realiza manobras inadequadas ao seguir diretamente para a Avenida Bernardo Sayão. Dos 671 veículos analisados, 467 (69,60%) seguiram direto para a Avenida Bernardo Sayão, enquanto apenas 204 (30,40%) realizaram a conversão correta à direita. Portanto, o movimento predominante para esses veículos é seguir em frente, embora esta seja uma conversão inadequada.

#### 4.1.4 MUDANÇAS SIGNIFICATIVAS DO FLUXO ENTRE OS HORÁRIOS DE CONTAGEM

Na parte da manhã, o cruzamento da Avenida Bernardo Sayão recebe um total de 470 veículos. Dentre esses, há uma predominância de automóveis (216) e motos (221), refletindo o deslocamento de moradores para o trabalho ou estudos. O número de caminhões (19) e ônibus (14) é relativamente baixo. Da UFPA, 68 automóveis e 42 motos seguiram em direção à Bernardo Sayão, enquanto outros se dirigiram para diferentes destinos, como a Avenida Augusto Corrêa. A quantidade de veículos saindo da UFPA é significativa durante esse período matutino, mostrando um pico de atividades logo cedo.

Quadro 8 - Análise do horário da manhã vindo da Av. Bernardo Sayão

	B.S.→A.C.			B.S.→UFPA			B.S.→Marine		
	M	T	N	M	T	N	M	T	N
Moto	<b>221</b>	218	302	62	38	84	0	7	5
Automóvel	<b>216</b>	284	406	105	57	68	1	16	18
Ônibus	<b>14</b>	23	16	0	0	0	0	1	0
Caminhão	<b>19</b>	62	46	0	0	0	1	0	0
Total	<b>470</b>	587	770	167	95	152	2	24	23

Legenda:
B.S. (Av. Bernardo Sayão)
A.C. (R. Augusto Corrêa)
Em negrito o movimento matutino
M (manhã), T (Tarde), N (Noite)

Fonte: Os autores (2024)

À tarde, o volume total de veículos no cruzamento aumenta para 587, com uma presença marcante de automóveis (284) e motos (218). Os caminhões aumentam para 62, e os ônibus para 23, refletindo uma intensificação das atividades comerciais e um aumento no transporte público. Da UFPA, 159 automóveis e 55 motos se dirigiram para Bernardo Sayão. Este período da tarde mostra uma maior movimentação de veículos em comparação à manhã, indicando o pico das atividades comerciais e o início do retorno das pessoas às suas residências. A Avenida Augusto Corrêa também vê um aumento no fluxo, especialmente de veículos comerciais.

À noite, o fluxo de veículos atinge seu ponto máximo, com um total de 770 veículos atravessando o cruzamento. Os automóveis (406) e motos (302) continuam

a liderar, destacando o retorno significativo das pessoas para suas casas após um dia de trabalho ou estudo. Da UFPA, 128 automóveis e 70 motos seguiram para Bernardo Sayão, enquanto outros 79 veículos (automóveis e motos) se dirigiram para a Avenida Augusto Corrêa. A quantidade de veículos saindo da UFPA à noite é a maior entre todos os períodos, refletindo um pico notável de mobilidade individual no final do dia.

Quadro 9 - Análise do horário da noite vindo da UFPA

	UFPA→B.S.			UFPA→A.C.		
	M	T	N	M	T	N
Moto	49	55	<b>70</b>	31	21	<b>33</b>
Automóvel	45	120	<b>128</b>	23	50	<b>46</b>
Ônibus	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>
Caminhão	0	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>
Total	94	175	<b>198</b>	54	71	<b>79</b>

Legenda:
B.S. (Av. Bernardo Sayão)
A.C. (R. Augusto Corrêa)
Em negrito o período noturno
M (manhã), T (Tarde), N (Noite)

Fonte: Os autores (2024)

Ao longo do dia, o cruzamento da Avenida Bernardo Sayão mostra um aumento progressivo no fluxo de veículos, com um total de 470 veículos de manhã, 587 à tarde, e 770 à noite. O fluxo de veículos provenientes da UFPA é particularmente alto, com picos significativos de manhã e à noite, indicando os horários de entrada e saída dos estudantes e trabalhadores do campus. A Avenida Augusto Corrêa também registra um aumento notável no fluxo de veículos, especialmente durante a tarde e noite. A dependência do transporte individual é evidente, com automóveis e motos dominando o tráfego em todos os períodos.

#### 4.1.4.1 CONCLUSÃO SOBRE O FUNCIONAMENTO DO CRUZAMENTO E OBSERVAÇÃO DE CONFLITOS VIÁRIOS

Nas análises realizadas ao longo do dia, foi notada uma constante fila para os veículos que saem da UFPA, especialmente nos horários de pico da tarde e da noite, quando o fluxo de saída é mais intenso. Durante esses períodos, o volume de veículos indo em direção à Avenida Bernardo Sayão é elevado, com 71,11% dos automóveis e 67,18% das motos realizando conversões inadequadas para acessar essa via diretamente. Esse comportamento intensifica a formação de filas,

principalmente na saída do Portão 1 da UFPA, já que a maioria dos veículos realiza manobras não recomendadas, criando pontos de retenção e aumentando o tempo de espera dos condutores.

Por outro lado, não foram observadas filas para entrada na UFPA a partir da Rua Augusto Corrêa, sugerindo que o fluxo de acesso à universidade é menos crítico do que o de saída. No entanto, foram registrados veículos que paravam no meio da pista para realizar conversões inadequadas diretamente para a UFPA, o que, embora não gerasse filas, contribuiu para momentos de tensão e riscos no cruzamento.

Além disso, a intensa fila de veículos na saída da UFPA durante o período noturno levou motociclistas a aguardar quase no meio da pista (Figura 7), aproveitando pequenas pausas no tráfego para tentar realizar a manobra de conversão inadequada para a Bernardo Sayão. Essa prática, devido à proximidade com os veículos que transitam na avenida, aumentou o risco de colisões e potencializou a probabilidade de acidentes no local.

Figura 7 - Motos esperando no meio da faixa de rolamento



Fonte: Os autores (2024)

Portanto, os dados apontam que, embora o cruzamento permita o fluxo básico de veículos, ele está longe de operar de forma ideal. Os conflitos causados pelas conversões inadequadas, especialmente nas saídas da UFPA, comprometem a

fluidez e a segurança no local, exigindo intervenções de controle e reorientação viária que possam reduzir os congestionamentos e os riscos de acidente nos pontos mais críticos.

#### 4.2 REGISTROS FOTOGRÁFICOS

Os veículos que trafegaram na via durante as análises foram fotografados e estão expostos nas figuras abaixo.

Figura 8 - Conjunto de imagens dos veículos identificados

	
Caminhão do tipo 2C	Caminhão do tipo 3S3
	
Caminhão do tipo 2I1	Caminhão do tipo 3C
	
Caminhão do tipo 3M6	Caminhão do tipo 3S3

Fonte: Os autores (2024)

Quadro 10 - Quantidade de caminhões por classificação PNCT

Tipo de caminhão	07h30 – 08h15	11h30 – 12h15	17h30 – 18h15	Total Observado
<b>2C</b>	37	57	31	125
<b>3C</b>	16	29	12	57
<b>3M6</b>	1	4	2	7
<b>3S3</b>	1	3	1	5
<b>2S2</b>	0	5	0	5
<b>2S3</b>	0	1	1	2
<b>3S1</b>	0	1	0	1
<b>Total por horário</b>	55	100	47	202

Fonte: Os autores (2024)

O caminhão crítico para as manobras de conversão, identificado com base nas dimensões observadas, é o caminhão 3M6, que possui 25 metros de comprimento. Devido ao seu tamanho, este veículo representa o maior desafio para as manobras viárias na área de estudo, especialmente nas curvas e retornos propostos entre a Avenida Bernardo Sayão e a Rua Augusto Corrêa. Considerando as exigências de espaço e os raios de curvatura necessários para acomodar suas manobras, as intervenções geométricas planejadas precisam garantir que a circulação do 3M6 ocorra de maneira segura e eficiente, minimizando o risco de interferências com outros veículos e de interrupções no fluxo do tráfego.

### 4.3 AVALIAÇÃO DA GEOMETRIA DA INTERVENÇÃO

#### 4.3.1 AVALIAÇÃO DA GEOMETRIA PARA A CONVERSÃO DO VEÍCULO CRÍTICO

Figura 9 - Raio da curvatura da Rua Augusto Corrêa e Avenida Bernardo Sayão



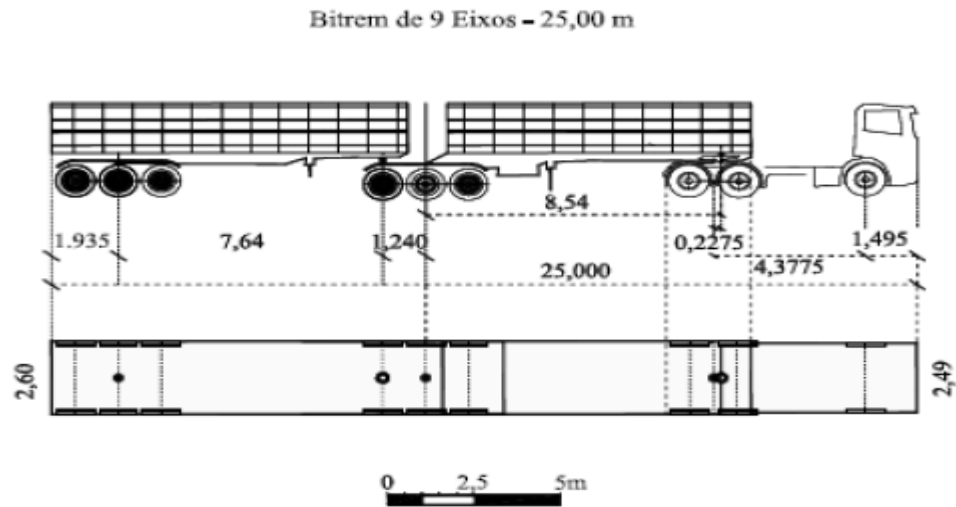
Fonte: Google Earth (2024)

A primeira conversão a ser analisada é a curva de 120° que conecta a Rua Augusto Corrêa à Avenida Bernardo Sayão. Durante as filmagens, foi observado que o maior veículo a realizar essa manobra antes da construção do meio-fio foi um Bitrem de 9 eixos (BT9), com 25 metros de comprimento (Figura 10). Esse veículo representa o maior desafio para a curva devido às suas dimensões.

De acordo com o Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbanas do DNIT, para que um BT9 realize uma curva adequadamente, o raio mínimo da roda externa dianteira deve ser de 14,8 metros, enquanto o raio mínimo da roda interna traseira deve ser de 4,5 metros. Na curva em questão, a faixa que vem da Rua Augusto Corrêa para a Avenida Bernardo Sayão tem 9 metros de largura. O raio externo da curva foi medido em 17,5 metros, e o raio interno em 8,11 metros, valores que superam os requisitos mínimos para a manobra.

Com base nessas dimensões, é possível afirmar que o Bitrem de 9 eixos (BT9) conseguirá realizar a conversão de forma segura, uma vez que a construção do meio-fio será feita respeitando essas medidas já existentes. Como consequência, todos os veículos menores que o BT9 também poderão realizar a conversão sem dificuldades, garantindo a eficiência do tráfego na região após a intervenção.

Figura 10 - Bitrem de 9 eixos



Fonte: DNIT (2010)

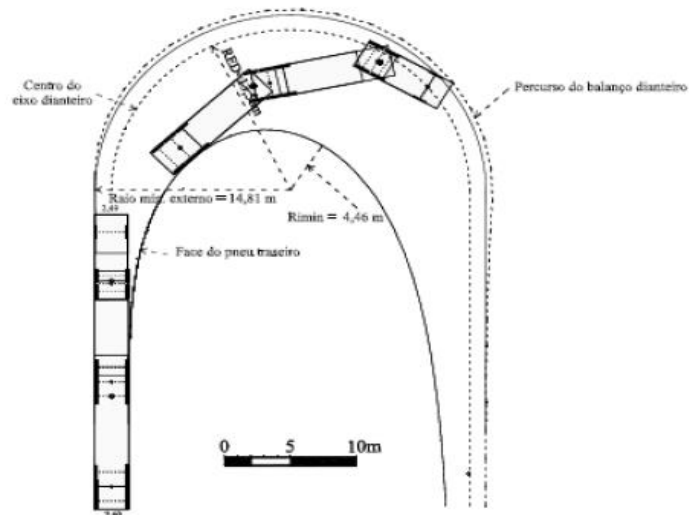
Figura 11 - Principais dimensões básicas dos veículos

Características	Designação do Veículo								
	Veículo leve (VP)	Cam./Ônibus conv. (CO)	Ônibus urbano longo (O)	Ônibus rodoviário (OR)	Carreta (CA)	Bitrem de 7 eixos (BT7)	Cegonheiro (CG)	Bitrem de 9 eixos (BT9)	Bitrem longo/Rodotr. (BTL)
Largura total	2,1	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
Comprimento total	5,8	9,1	12,2	14,0	18,6	19,8	22,4	25,0	30,0
Raio mín. da roda externa dianteira	7,3	12,8	12,8	13,8	13,7	13,7	13,7	14,8	16,6
Raio de giro do eixo dianteiro (RED)	6,4	11,5	11,5	12,5	12,5	12,5	12,5	13,6	15,4
Raio mín. da roda interna traseira	4,7	8,7	7,1	7,7	6,1	6,8	1,6	4,5	3,9

Fonte: DNIT (2010)

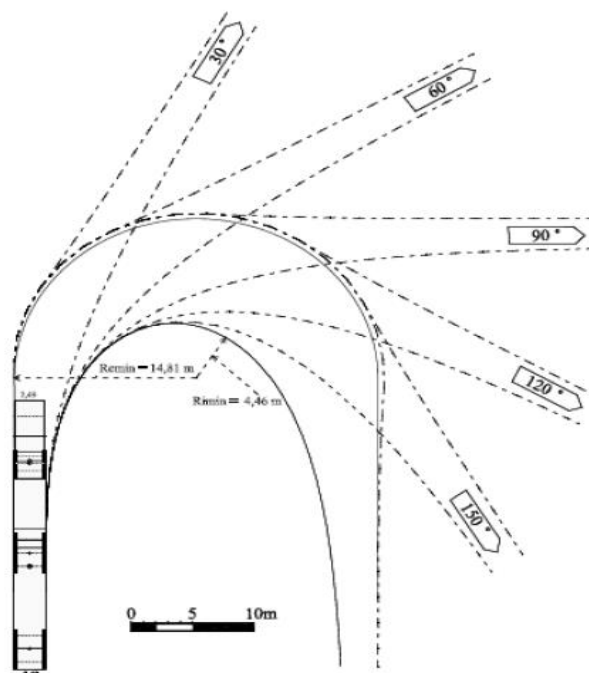
As Figuras 12 e 13 apresentam o raio de curvatura de BT9 e ângulos do raio de curvatura.

Figura 12 - Raio de curvatura de BT9



Fonte: DNIT (2010)

Figura 13 - Ângulo do raio de curvatura BT9



Fonte: DNIT (2010)

Considerando as vias em estudo, a Figura 14 apresenta os raios de curvatura da Rua Augusto Corrêa e Avenida Bernardo Sayão.

Figura 14 - Raios de curvatura da R. Augusto Corrêa e Av. Bernardo Sayão



Fonte: Google Earth (2024)

A segunda conversão analisada é a curva de 90° que conecta a Avenida Bernardo Sayão à Rua Augusto Corrêa. Essa manobra também foi realizada pelo mesmo veículo Bitrem de 9 eixos (BT9), observado durante a tarde. A curva possui um raio externo de 23,9 metros e um raio interno de 17,5 metros. Com base nessas medidas, verificou-se que o BT9 consegue realizar a conversão de maneira adequada, respeitando os critérios do Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbanas do DNIT.

Dado que a geometria da via é suficiente para acomodar um veículo de grande porte como o BT9, conclui-se que veículos menores terão ainda mais facilidade para realizar a mesma manobra sem dificuldades. Portanto, essa configuração garante fluidez e segurança na circulação, tanto para veículos de carga quanto para veículos menores, reforçando a adequação das intervenções propostas para a via.

Quando uma via em linha reta começa a se transformar em uma curva, o raio de curvatura é medido nos pontos de transição entre a reta e a curva, seguindo as

orientações técnicas do Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbanas do DNIT. O processo de medição ocorre da seguinte forma:

**Ponto de Início da Curva (PC):** Esse é o ponto em que a via deixa de ser reta e começa a fazer a transição para a curva. Nesse ponto, é traçada uma linha perpendicular à direção da via reta, em direção ao centro da curva.

**Ponto Final da Curva (PT):** Este é o ponto onde a curva termina e a via volta a ser reta. Novamente, a partir desse ponto, traça-se uma linha perpendicular à via reta, também em direção ao centro da curva.

**Centro da Curva:** As duas linhas perpendiculares traçadas no início (PC) e no fim (PT) da curva se encontrarão em um ponto, que é o centro geométrico da curva. A distância entre o centro da curva e a linha média da pista é o que define o raio de curvatura da via.

**Medida do Raio de Curvatura:** O raio de curvatura é a distância entre o centro da curva e um ponto médio ao longo da faixa de rodagem da via. Essa medida é essencial para garantir que a curva ofereça a fluidez necessária para que veículos de diversos tamanhos, especialmente os de grande porte, realizem a manobra de forma segura, sem a necessidade de ajustes bruscos de direção.

Figura 15 - Raio externo Av. Bernardo Sayão e R. Augusto Corrêa – 23,9m.



Fonte: Google Earth (2024)

#### 4.3.2 AVALIAÇÃO DA GEOMETRIA QUANTO AO FUTURO RETORNO

Com a proposta de retorno em rotatória na Rua Augusto Corrêa também foi analisada a possibilidade de conversão utilizando-a. A via presente na extensão da rotatória tem 18,04 metros de largura. A partir disso, foi pensado uma rotatória com 9,02 metros de raio externo, e raio interno com sua ilha de 4,87 metros (Figura 16). As faixas de tráfego teriam 4,15 metros em cada sentido da via.

Figura 16 - Possível futura rotatória na Rua Augusto Corrêa



Fonte: Google Earth (2024)

É necessário destacar que a proposta de retorno está localizada sobre uma faixa de pedestres existente. Portanto, será indispensável alterar a posição da faixa de pedestres para garantir a segurança dos pedestres e a eficiência do tráfego. Após isso, a rotatória atenderá adequadamente os veículos leves (VL), como automóveis e motocicletas. Para esses veículos, o raio mínimo da roda dianteira externa é de 7,3 metros, e o raio mínimo da roda traseira interna é de 4,7 metros, ambos bem acomodados dentro das dimensões da rotatória proposta. Assim, o projeto viário torna viável a realização das manobras para esses veículos de menor porte, atendendo à maioria das conversões.

Veículos de maiores dimensões, como caminhões e ônibus convencionais (CO), que possuem um raio mínimo necessário de 12,8 metros para a roda dianteira externa e 8,7 metros para a roda traseira interna, não poderão utilizar este retorno devido às limitações da rotatória. No entanto, essa restrição não gerará impactos significativos, pois a rotatória foi projetada para resolver as conversões inadequadas realizadas por veículos leves. Segundo as contagens de tráfego, 99,32% dos veículos observados eram automóveis ou motocicletas, indicando que esses são os

veículos-críticos para o retorno e que a rotatória foi planejada para atender de forma eficiente essa demanda.

Caso veículos maiores necessitem realizar a conversão, eles poderão utilizar um retorno alternativo já existente mais à frente, no cruzamento da Av. Augusto Corrêa com a Av. Perimetral. Esse retorno oferece um raio mínimo de 17,11 metros para a roda dianteira externa e de 9,36 metros para a roda traseira interna, o que permitiria a conversão de veículos como o caminhão bitrem, bem como de ônibus e caminhões menores. Portanto, a proposta assegura que os veículos leves, que constituem a maior parte do tráfego, terão o retorno viável na rotatória, enquanto veículos maiores possuem uma alternativa compatível nas proximidades.

Figura 17 - Rotatória Avenida Perimetral



Fonte: Google Earth (2024)

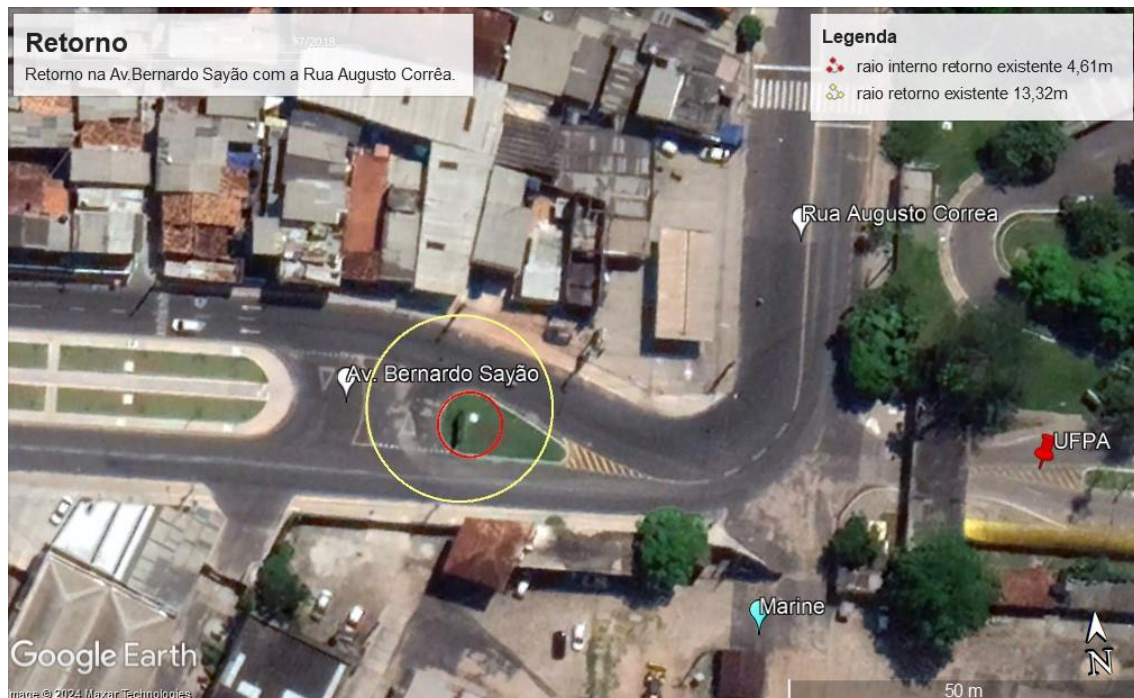
Outrossim, o retorno existente na confluência da Rua Augusto Corrêa com a Av. Bernardo Sayão possui um raio externo de 13,32 metros e um raio interno de 4,61 metros. De acordo com a Tabela 25 do Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbanas do DNIT, esses raios são adequados para a realização da curva por veículos leves (VP), caminhões ou ônibus convencionais (CO), e ônibus urbanos longos (O), levando em consideração o raio mínimo da roda dianteira externa. No

entanto, para o raio mínimo da roda traseira interna, apenas o veículo leve (VP) conseguiria realizar a manobra dentro dos parâmetros ideais.

A faixa de rolamento antes de iniciar a manobra possui 7,5 metros de largura, enquanto a faixa dentro do retorno tem 10 metros. Essa largura permite que todos os veículos observados na via realizem a conversão, mesmo os de maior porte. Embora o projeto não esteja explicitamente referenciado na literatura, observou-se que, com essa configuração, os veículos podem realizar uma curva mais aberta, o que aumenta os raios de giro e facilita a manobra.

Além disso, com base nos dados coletados, a maioria dos usuários desse retorno seriam automóveis e motocicletas, que representaram 97,82% do tráfego. Esses veículos vinham, predominantemente, da Rua Augusto Corrêa em direção à UFPA ou ao estabelecimento Espaço Náutico Marine Club. Assim, a infraestrutura existente atende adequadamente à demanda observada, garantindo a viabilidade da manobra para a maioria dos veículos que utilizariam o retorno.

Figura 18 - Retorno da Av. Bernardo Sayão com R. Augusto Corrêa



Fonte: Google Earth (2024)

### 4.3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a instalação de *guard rails* que separam as pistas, esses veículos deverão utilizar o retorno já existente para acessar a UFPA ou o Marine Club, o que tende a eliminar a maioria das conversões inadequadas no trecho. Portanto, a recorrência das manobras perigosas reforça a necessidade de intervenções físicas e sinalizações para regular melhor o fluxo e reduzir os riscos de acidentes no cruzamento. Por outro lado, nas saídas da UFPA e do Marine Club, foi observada uma alta taxa de conversões inadequadas.

Logo, dos 819 veículos analisados nessas saídas, 530 (64,71%) realizaram manobras incorretas, contribuindo para congestionamentos e riscos de acidente. Portanto, para aprimorar a segurança e a fluidez do tráfego, é recomendada a construção de uma barreira física que estenda a divisão das pistas ao longo da Rua Augusto Corrêa, além de criar um retorno em “U” ou uma rotatória para facilitar o deslocamento seguro e adequado dos veículos que necessitam retornar.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo geral deste estudo foi verificar a eficácia de uma medida de Engenharia de Tráfego, envolvendo a separação física entre os sentidos de tráfego na confluência da Avenida Bernardo Sayão com a Rua Augusto Corrêa e a implantação de um dispositivo de retorno/rotatória na Rua Augusto Corrêa, para melhorar as condições de fluidez e segurança do local. Especificamente, buscou-se propor uma geometria que não inviabilize o tráfego de veículos pesados, comuns na área, ao mesmo tempo em que facilite o retorno de veículos de passeio e reduza os pontos de conflito de tráfego. A justificativa para este estudo baseia-se na necessidade de diminuir os pontos de conflito, aumentar a segurança viária, reduzir as filas de veículos e proporcionar melhores condições para pedestres e motoristas.

- Dados de contagens resumidos: O veículo mais frequente observado nas contagens foi o carro, seguido pelas motos. O movimento mais intenso foi do fluxo vindo da Avenida Bernardo Sayão para a Rua Augusto Corrêa, especialmente nos períodos da manhã e no final da tarde. Em segundo lugar, em termos de intensidade de movimento, está o fluxo da Rua Augusto Corrêa para a Avenida Bernardo Sayão. O fluxo menos intenso foi observado nos veículos vindos do Marine Club.
- Veículo crítico: O veículo crítico observado durante as contagens foi o bitrem de 9 eixos, conhecido como BT9. Este tipo de caminhão, identificado como tipo 3M6, possui uma extensão total de 25 metros. A presença do BT9 é significativa devido às suas dimensões e a necessidade de avaliar se a geometria da intervenção proposta permitirá a circulação adequada desse veículo sem comprometer a fluidez e a segurança do tráfego.
- Geometria de intervenção: A geometria de intervenção é um dos aspectos cruciais deste estudo. Para o retorno existente na Avenida Bernardo Sayão, a geometria é satisfatória, pois comporta todos os tipos de veículos, incluindo o veículo crítico (3M6), que é o bitrem de 9 eixos (BT9) com 25 metros de comprimento. No entanto, a geometria do novo retorno proposto apresenta limitações. Esta intervenção é insatisfatória para veículos maiores do que os veículos leves (automóveis) devido ao seu pequeno raio de giro, o que

impede a manobra adequada de caminhões e ônibus. No entanto não comprometendo o trânsito e a fluidez no local, pois não foi verificado veículos maiores que pretendiam fazer retorno.

Tendo em vista o objetivo de verificar se uma medida de engenharia de tráfego em relação à separação física entre os sentidos de tráfego, na confluência da Bernardo Sayão com a Augusto Corrêa, e implantação de dispositivo de retorno/rotatória na Augusto Corrêa” seria efetiva para melhorar as condições de fluidez e de segurança no Portão 1 do Campus da UFPA no bairro Guamá, concluiu-se que foi alcançado.

Logo, foi constatada a viabilidade da construção de uma separação física da via a partir da rotatória, visto que o fluxo de veículos que sai da Marine Club e principalmente da UFPA, em sua maioria, realizam conversões inadequadas. Com isso, é necessário separar a via para impor que os veículos utilizem o retorno para a execução de manobras adequadas e seguras. Ademais, este retorno seria utilizado, praticamente 100%, por motocicletas e veículos, sendo que o fluxo vindo da Rua Augusto Corrêa não seria prejudicado, visto que a maioria das conversões naquele local são adequadas a partir da intervenção de separação física com rotatória ou não.

Conclui-se também que, de acordo com o maior veículo observado, é possível que realize a conversão da Rua Augusto Corrêa para Avenida Bernardo Sayão da mesma forma, pois a separação da via seria na mesma extensão da faixa existente, além de que o raio de giro da curva comporta o maior veículo observado, denominado veículo crítico, nos dois sentidos. Em relação a conversão do veículo crítico na rotatória, não seria possível pois o raio de giro só comporta automóveis e motos. No entanto, para um veículo crítico retornar é preciso percorrer a distância de 440 m.

Portanto, conclui-se que a intervenção é viável do ponto de vista técnico. A geometria proposta atende às necessidades de fluidez e segurança do tráfego para a maioria dos veículos observados, embora seja necessário considerar ajustes no novo retorno proposto para acomodar veículos maiores, caso haja demanda futura. A separação física entre os sentidos de tráfego e a implantação do dispositivo de

retorno/rotatória na Rua Augusto Corrêa são medidas que, no geral, contribuirão positivamente para a melhoria das condições de tráfego e segurança no local.

## 5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para aprimorar e aprofundar a análise realizada neste estudo, sugerimos algumas atividades que podem ser abordadas em trabalhos futuros. Estas sugestões visam complementar as informações obtidas, considerando restrições de tempo, orçamento ou indisponibilidade de dados que enfrentamos durante o desenvolvimento deste trabalho.

- **Contagem de Bicicletas no Cruzamento:** Realizar contagens específicas de bicicletas no cruzamento estudado para entender o fluxo ciclístico e sua interação com o tráfego de veículos motorizados.
- **Mudança na posição da atual faixa de pedestres:** A proposta de intervenção de retorno está localizada sobre a faixa de pedestres. Então é necessário estudo para alterá-la.
- **Aumento do Período de Contagens:** Ampliar o período de contagens de veículos, cobrindo não apenas os horários de pico, mas também períodos intermediários e noturnos, para obter uma visão mais abrangente do comportamento do tráfego ao longo do dia e identificar variações significativas.
- **Efetuar Orçamento da Intervenção Proposta:** Desenvolver um estudo detalhado de custos para a implementação das intervenções propostas, incluindo a separação física entre os sentidos de tráfego e a implantação de um dispositivo de retorno/rotatória.
- **Avaliação da Capacidade de Retorno:** Realizar uma avaliação detalhada da capacidade de retorno tanto no retorno existente na Avenida Bernardo Sayão quanto no futuro retorno proposto.
- **Melhoria de Acesso aos Ciclistas:** Propor e implementar medidas voltadas à melhoria do acesso e segurança para ciclistas, conectando a ciclovia existente na Avenida Bernardo Sayão com as ciclofaixas da UFPA.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, Victor Freitas; MAIA, Nilton Alves; INÁCIO, Maurílio José. Classificação de tráfego entrante em uma topologia SDN. *Revista Cereus*, v. 13, n. 3, p. 14-30, 2021.

BRASIL. Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9503compilado.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.503%2C%20DE%2023%20DE%20SETEMBRO%20DE%201997&text=Institui%20o%20C%C3%B3digo%20de%20Tr%C3%A2nsito%20Brasileiro.&text=Art.,rege%2Dse%20por%20este%20C%C3%B3digo](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.503%2C%20DE%2023%20DE%20SETEMBRO%20DE%201997&text=Institui%20o%20C%C3%B3digo%20de%20Tr%C3%A2nsito%20Brasileiro.&text=Art.,rege%2Dse%20por%20este%20C%C3%B3digo). Acesso em: 23 ago. 2024.

BRASIL. Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas, 2010. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/740\\_manual\\_projetos\\_geometricos\\_travessias\\_urbanas.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/740_manual_projetos_geometricos_travessias_urbanas.pdf). Acesso em: 22 set. 2024.

BRITO, Luan Marcio Leme. Procedimentos metodológicos para inserção da mobilidade urbana sustentável no processo de licenciamento de polos geradores de viagens. 2021.

CAMPOS, Larissa Silva et al. Avaliação dos padrões de viagens realizadas para um polo gerador de viagem: Estudo de caso no campus Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso. **Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana**, v. 3, p. 455-462, 2021.

CAVALCANTE, Walter de Lima. Estudo de tráfego para melhoria da mobilidade urbana no município de Morada Nova-CE. 2021.

COSTA, Heloísa Guilhermino Rodrigues da. Análise de viabilidade e projeto funcional do acesso ao campus Glória da UFU. 2022.

DA SILVA, Glauco Henrique Ferreira. **A gerência de pavimentos como ferramenta de planejamento da manutenção das rodovias federais: Estudo Prático**. Conhecimento Livraria e Distribuidora, 2023.

DEZANE JUNIOR, Paulo Sergio. Mobilidade sustentável em cidades médias: planejamento cicloviário para a cidade de Valinhos-SP. 2023.

DOS SANTOS, Alex et al. Ensino de ciências a partir da extensão universitária: experiência em engenharia de tráfego. **Experiência. Revista Científica de Extensão**, v. 7, n. 2, p. 40-54, 2021.

ERBES, Raphael Soares et al. Estudo de tráfego e intervenções no entorno do Hospital da Vida como polo gerador de viagens (PGV). In: **Colloquium Exactarum. ISSN: 2178-8332**. 2024. p. 1-e244763.

FALCOSKI, Luiz Antonio Nigro et al. A PGV e o IPTU progressivo como instrumento de reforma urbana: desafios de inovação no município de Araraquara-SP. **Revista de Direito da Cidade**, v. 15, n. 3, 2023.

FARIAS NETO, Paulo de Miranda; ALVES, Sérgio Matheus Bezerra. **Projeto geométrico e executivo de via de acesso ao edifício de engenharia de alimentos no campus da UFPE**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso.

FRANCO, Maria Luiza Monteiro. Caracterização de um polo gerador de viagem a partir do sensoriamento remoto: estudo de caso. 2023.

FREITAS, Gustavo Telles et al. Proposta de melhoria do tráfego na rua Florianópolis em Joinville utilizando software SUMO. 2021.

GORTAIRE, Camila Andrade. Importância da geometria, da sinalização e das condições de superfície nas rodovias do Brasil—análise de segmentos críticos da malha rodoviária de Sergipe. 2022.

KUREKE, Bruna Marcelli Claudino Buher; BERNARDINIS, Márcia de Andrade Pereira. **Engenharia de tráfego: aspectos fundamentais para a cidade do futuro**. Editora Intersaberes, 2021.

MASSARIOL, Gabriel de Carvalho. Acesso ao Hospital Público Regional de Palmeira das Missões: análise dos impactos e medidas de controle dos sistemas viários e de transporte. 2022.

MENDONÇA, Clivia Leite; COUTINHO, Rojaira Scarpino. Estudo de tráfego: análise operacional da interseção semaforizada entre as Avenidas Fernando Ferrari e Adalberto Simão Nader-Vitória (ES). 2023.

MENEZES, André da; MELLO, José André. Expansão imobiliária e adensamento populacional na periferia do Estado do Rio de Janeiro/Brasil. **Geograficando**, v. 18, 2022.

MEURER, Jardel Carpes. Propostas de requalificação viária da interseção das Ruas Saldanha Marinho e Ramiro Barcelos em Cachoeira do Sul, RS, Brasil. 2021.

MIRANDA, Gabrielle Helene Fiel et al. Análise dos polos geradores de tráfego (PGT'S) e dimensionamento de suas vagas para estacionamento no município de Tucuruí-PA. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 1, p. 6566-6578, 2021.

NETO, Luiz Guimarães Ribeiro; MAIA, Maria Leonor Alves. Avaliação de desempenho operacional como meio de decisão para aprimoramento de viagens intermodais no transporte de passageiros em ambientes urbanos. **TRANSPORTES**, v. 29, n. 2, p. 2487-2487, 2021.

NUNES, Danillo Silva; DE MELO, Welma Ferreira; BRACARENSE, Lílian dos Santos Fontes Pereira. Implicações socioeconômicas da rodovia BR-153 e os reflexos no desenvolvimento urbano no Tocantins. **Humanidades & Inovação**, v. 7, n. 14, p. 47-61, 2020.

OLIVEIRA JUNIOR, Cláudio Elzio Paixão de et al. Engenharia de tráfego aplicado à simulação de uma rede backbone de um provedor de internet regional utilizando o protocolo MPLS TE. 2022.

OLIVEIRA, Leise Kelli et al. Influência dos custos de produção e de transporte para a agricultura familiar e sua relação com o desenvolvimento regional: o caso da feira municipal de Guanambi (BA). **Redes. Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 25, n. 2, p. 2128-2150, 2020.

ORTHMANN, Julia Maysa et al. Elaboração de um modelo de cenário base para simulação de tráfego no Município de Navegantes (SC). 2023.

PEDRINI, Joana Bellumat; REIS, Geovani Firme. Segurança viária: análise de critérios técnicos para tomada de decisão de implantação de área de escape. 2023.

PERNA, Carolina Noletto. Detecção de conflitos de tráfego usando visão computacional baseada no rastreamento de veículos. 2021.

PINHO, Caroline Paula Tavares de. Aplicação de dispositivos e medidas da engenharia de Tráfego para aumento da segurança no trânsito em condomínio residencial da zona Sul de Uberlândia. 2022.

PIRES, Dannúbia Ribeiro. Estratégias para políticas públicas de mobilidade urbana sustentável para cidades brasileiras de pequeno porte. 2020.

PIRES, Marcos et al. Polos geradores de viagens: análise do impacto causado pelos empreendimentos Altezza e New Life no município de Jataí-GO. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/1380>. Acesso em: 23 ago. 2024.

REIS, Hemerson Arceni et al. Estudo preliminar de viabilidade técnica da implantação de uma circular do município de Nova Resende-MG. **Conjecturas**, v. 22, n. 2, p. 1358-1374, 2022.

SAKER, André; TARSO, Francisco; MENDE, Anderson. Impacto de um Polo Gerador de Viagens no Nível de Serviço de Rotatória em uma Capital Nordestina. **Revista FSA**, v. 17, n. 7, 2020.

SANTOS, Camila Freitas dos et al. Análise de segurança viária com base na aplicação da metodologia iRAP: estudo de caso na Rodovia José Carlos Daux no município de Florianópolis. 2022.

SCHVARTZ, Marcell Adriane. Estudo de impacto de tráfego: o caso do hospital de caridade e beneficência de Cachoeira do Sul. 2020.

SHIMOMURA, Nasser Makoto et al. Engenharia de tráfego: Análise de fluxo para a construção de um centro comercial na Avenida Medianeira. 2023.

SILVA, Raquel Cristina Ferreira; CALEFFI, Felipe; RUIZ-PADILLO, Alejandro. Diagnóstico das relações existentes em estudos recentes sobre Polos Geradores de Viagens. In: **34 Congresso de Pesquisa e Ensino de Transportes, Anais eletrônicos, 2020**.

CM

SOUZA, Genilson Oliveira et al. Análise técnica dos problemas de drenagem urbana na rua Rio Grande do Norte de Açailândia–Maranhão considerando a declividade da

via e seu impacto na drenagem da água em períodos chuvosos. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, p. e9912240010-e9912240010, 2023.

STREIT, Nicole. Análise de tráfego e proposta de melhoria em cruzamentos críticos da RSC-287 na cidade de Montenegro/RS. 2020.

UFRJ. O que é um PGV. Disponível em: <http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/conceitos/o-que-e-um-pgv>. Acesso em: 06 nov. 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (UFPA). Disponível em: <https://65anos.ufpa.br/65-anos/sobre-a-ufpa>. Acesso em: 24 set. 2024.

ZABAN, Breno; CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. Novo modelo de contrato de mobilidade urbana: Como gerar receita, aumentar uso e reduzir custos de transporte público urbano. 2021.