



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

FERNANDO LIMA DE CARVALHO

O USO DE SIMULAÇÃO EM ANÁLISE OPERACIONAL DE TRÁFEGO URBANO:

Estudo de caso sobre rotas alternativas à Ponte Sérgio Arruda em Macapá-AP.

MACAPÁ

2023

FERNANDO LIMA DE CARVALHO

O USO DE SIMULAÇÃO EM ANÁLISE OPERACIONAL DE TRÁFEGO URBANO:

Estudo de caso sobre rotas alternativas à Ponte Sérgio Arruda em Macapá-AP.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas (DCET) da Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Me. Adenilson Costa de Oliveira.

MACAPÁ

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 / 1451

C331 Carvalho, Fernando Lima de.

O uso de simulação em análise operacional de tráfego urbano: estudo de caso sobre rotas alternativas à Ponte Sérgio Arruda em Macapá-AP / Fernando Lima de Carvalho. - Macapá, 2023.

1 recurso eletrônico. 99 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Engenharia Civil, Macapá, 2023.

Orientador: Adenilson Costa de Oliveira.

.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Tráfego. 2. Simulação computacional. 3. Mobilidade urbana. I. Oliveira, Adenilson Costa de, orientador. II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 624

CARVALHO, Fernando Lima de. **O uso de simulação em análise operacional de tráfego urbano**: estudo de caso sobre rotas alternativas à Ponte Sérgio Arruda em Macapá-AP. Orientador: Adenilson Costa de Oliveira. 2023. 99 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Coordenação do Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2023.

FERNANDO LIMA DE CARVALHO

O USO DE SIMULAÇÃO EM ANÁLISE OPERACIONAL DE TRÁFEGO URBANO:

Estudo de caso sobre rotas alternativas à Ponte Sérgio Arruda em Macapá-AP.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas (DCET) da Universidade Federal do Amapá, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

APROVADO EM: 20/09/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Adenilson Oliveira
Orientador – UNIFAP

Prof^a. Me. Cristina Baddini
Examinador Interno – UNIFAP

Prof. Dr. Jamil Salim Neto
Examinador Interno – UNIFAP

Prof. Me. Luís Henrique Rambo
Examinador Interno – UNIFAP

MACAPÁ

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Ernando e Nairana, que nunca mediram esforços na minha criação, que sempre me apoiaram nas minhas escolhas e que sempre me deram exemplo de que trabalho duro é sempre recompensado. Obrigado pela educação e exemplo de vida que me proporcionam todos os dias. Amo muito vocês.

Agradeço aos meus familiares, em especial a minha irmã, Emilly Sabrina, por toda a parceria, companhia e incentivo de sempre, e a minha tia, Adriana, que sempre foi um grande exemplo para mim na minha vida acadêmica.

Agradeço ao meu orientador professor Adenilson Oliveira pelos aprendizados que me proporcionou ao longo do curso e ao longo da realização deste trabalho. Todo o conhecimento e apoio foram essenciais nessa caminhada.

Agradeço à equipe do projeto de extensão da universidade, o qual inspirou os estudos deste trabalho, pelas contribuições e pela parceria.

Agradeço aos meus colegas da turma 2017, em especial a minha querida amiga Maria Michely. A sua companhia nos trabalhos e na vida ao longo da graduação foram essenciais para me manter motivado e para continuar acreditando em mim mesmo.

E, por fim, agradeço ao meu namorado, Matheus, pelo companheirismo e incentivo de todos os dias. Seu apoio diário também foi primordial nessa jornada.

RESUMO

A Ponte Sérgio Arruda, localizada na cidade de Macapá-AP, desde sua inauguração em 2003 se consolidou como a principal via de acesso à Zona Norte da cidade. Durante os últimos vinte anos, a ponte apresentou diversos problemas patológicos que condenaram a sua estrutura e demandaram a implantação de nova obra de arte especial para a região. Levando em consideração a hipótese de que para construção de novo empreendimento viário no local será necessária a demolição da ponte existente, notou-se a necessidade de um estudo que pudesse prever os desvios dos tráfegos que serão interrompidos por essa demolição. Com base na metodologia de aplicação de contagens volumétricas, foram levantados os volumes de tráfego dos principais fluxos de interferência no estudo de caso e os dados gerados foram utilizados para a realização de simulações de tráfego com o objetivo de prever o cenário. Dado o levantamento das rotas alternativas existentes dentro da área de estudo, alguns cenários foram propostos e analisados por meio das simulações, de forma a prever uma melhor solução para o problema de tráfego gerado. O software escolhido para execução das simulações foi o *InfraWorks* da *Autodesk* pelas facilidades de acesso ao programa e pela ferramenta de gerar animações tridimensionais que auxiliam na visualização do problema. Os resultados gerados são apresentados através de gráficos comparativos que contribuem para realização da análise. Os gráficos demonstram a melhoria de desempenho do tráfego com a implantação do novo empreendimento quando comparados os cenários atual e futuro, bem como explicitam a complexidade de administrar o tráfego durante o período da obra, onde nenhum dos cenários propostos conseguiu suprir efetivamente as demandas estudadas.

Palavras-chave: tráfego; análise; simulação computacional; mobilidade urbana; *InfraWorks*.

ABSTRACT

The Sérgio Arruda Bridge, located in the city of Macapá-AP, since its inauguration in 2003 has been consolidated as the main access route to the North Zone of the city. During the last twenty years, the bridge has presented several pathological problems that have condemned its structure and demanded the implantation of a new overpass for the region. Taking into account the hypothesis that for the construction of a new road project on that spot it will be necessary to demolish the existing bridge, it was observed the need for a study that could predict the traffic flows that will be interrupted by this demolition. Based on the methodology of applying traffic volume counts, the volumes of the main interference flows in the case studied were surveyed and the generated data were used to perform traffic simulations with the objective of predicting the scenario. Given the survey of existing alternative routes within the study area, some scenarios were proposed and analyzed through simulations, in order to provide a better solution for the generated traffic problem. The software chosen to run the simulations was *Autodesk's InfraWorks* due to the easy access to the program and the tool to generate three-dimensional animations that helps to visualize the problem. The generated results are presented through comparative graphs that contribute to the analysis. The graphs demonstrate the improvement in traffic performance with the implementation of the new bridge when comparing the current and future scenarios, as well as point the complexity of managing the traffic during the construction period, where none of the proposed scenarios was able to effectively make up the demands studied.

Key-words: traffic; analysis; computer simulation; urban mobility; *InfraWorks*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ponte Sérgio Arruda em Macapá-AP.	13
Figura 2 - Manifestações patológicas presentes nas cabeceiras da atual Ponte Sérgio Arruda.	13
Figura 3 - Exemplos de transportes motorizados.	16
Figura 4 - Exemplificação dos níveis de serviço em rodovias.	20
Figura 5 - Metodologia de contagem volumétrica manual.	24
Figura 6 - Estrutura esquemática para o processo de simulação.	29
Figura 7 - Níveis de detalhamento dos modelos de simulação.	30
Figura 8 - Exemplo de diagrama link-nó.	31
Figura 9 - Localização da região de estudo.	35
Figura 10 - Fluxos de tráfego local na Ponte Sérgio Arruda e proximidades.	36
Figura 11 - Mapeamento de rotas alternativas.	37
Figura 12 - Rodovia Norte-Sul.	37
Figura 13 - Rua do Boeiro.	38
Figura 14 - Ponte do Canal do Jandiá.	38
Figura 15 - Indicação dos pontos de contagem.	40
Figura 16 - Registros da realização das contagens.	40
Figura 17 - Interface do software InfraWorks 2023 ®.	42
Figura 18 - Modelo gerado no InfraWorks 2023 ®.	43
Figura 19 - Interface do Painel de Analista de Tráfego.	43
Figura 20 - Aba de ajuste de interseções.	44
Figura 21 - Aba de ajuste de interseções - Interseções semaforizadas.	44
Figura 22 - Aba de ajuste de período de simulação.	45
Figura 23 - Aba de ajuste de demanda.	45
Figura 24 - Indicação do ponto 01 de contagem.	48
Figura 25 - Indicação do ponto 02 de contagem.	50
Figura 26 - Indicação do ponto 03 de contagem.	53
Figura 27 - Indicação do ponto 04 de contagem.	55
Figura 28 - Indicação do ponto 05 de contagem.	57
Figura 29 - Diagrama de intervalos luminosos para grupo semafórico da interseção entre a Rua São Paulo e Av. Rio Grande do Norte.	60

Figura 30 - Diagrama de intervalos luminosos para grupo semafórico da interseção entre a Rua Guanabara e Av. Sergipe.	60
Figura 31 - Área de estudo de tráfego.	61
Figura 32 - Diagrama link-nó para o estudo de caso.	62
Figura 33 - Animação tridimensional para o cenário 01.	65
Figura 34 - Animação tridimensional para o cenário 02.	65
Figura 35 - Animação tridimensional para o sub-cenários 3.1.	66
Figura 36 - Diagrama de intervalos luminosos para novo grupo semafórico proposto para interseção entre a Av. Maximiano dos Santos Moura e Av. Pernambuco.	68
Figura 37 - Diagrama de intervalos luminosos para novo grupo semafórico proposto para interseção entre a Av. Rio Grande do Norte e Rua São Paulo.	69
Figura 38 - Animação tridimensional para o sub-cenário 3.2.	71
Figura 39 - Animação tridimensional para o sub-cenário 3.2.	72
Figura 40 - Animação tridimensional para o sub-cenário 3.3.	74
Figura 41 - Mapeamento de rota alternativa.	76
Figura 42 - Avenida Pernambuco, Avenida Rio Grande do Norte e Avenida Maximiano dos Santos Moura.	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Definição geral dos níveis de serviço.....	19
Tabela 2 - Fator de equivalência em carros de passeio.	22
Tabela 3 - Dados de saída obtidos na análise de interseções no TAP.....	32
Tabela 4 - Dados de saída obtidos na análise da via no TAP.....	33
Tabela 5 - Tabela resumo cronograma de contagens volumétricas.	47
Tabela 6 - Fator Horário de Pico (FHP) para o ponto 01.	49
Tabela 7 - Fator Horário de Pico (FHP) para o ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte.	51
Tabela 8 - Fator Horário de Pico (FHP) para o ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte.	53
Tabela 9 - Fator Horário de Pico (FHP) para o ponto 03.	55
Tabela 10 - Fator Horário de Pico (FHP) para o ponto 04.	57
Tabela 11 - Fator Horário de Pico (FHP) para o ponto 05.	59
Tabela 12 - Resultados referentes aos cenários 01 e 02.....	63
Tabela 13 - Resultados referente ao cenário 3.1.....	67
Tabela 14 - Resultados referente ao cenário 3.1.....	67
Tabela 15 - Resultados referente ao cenário 3.2.....	67
Tabela 16 - Resultados referente ao cenário 3.2.....	68
Tabela 17 - Resultados referente ao cenário 3.3.....	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dados coletados no ponto 01 turno da manhã.	48
Gráfico 2 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 01 (manhã).	48
Gráfico 3 - Dados coletados no ponto 01 turno da tarde.	49
Gráfico 4 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 01 (tarde).	49
Gráfico 5 - Dados coletados no ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte (manhã)..	50
Gráfico 6 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte (manhã).	50
Gráfico 7 - Dados coletados no ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte (tarde)....	51
Gráfico 8 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte (tarde).	51
Gráfico 9 - Dados coletados no ponto 02 - sentido Zona Norte-Zona Sul (manhã)..	52
Gráfico 10 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte (manhã).	52
Gráfico 11 - Dados coletados no ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte (tarde)...	52
Gráfico 12 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte (tarde).	53
Gráfico 13 - Dados coletados no ponto 03 (manhã).	54
Gráfico 14 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 03 (manhã).	54
Gráfico 15 - Dados coletados no ponto 03 (tarde).	54
Gráfico 16 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 03 (tarde).	55
Gráfico 17 - Dados coletados no ponto 04 (manhã).	56
Gráfico 18 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 04 (manhã).	56
Gráfico 19 - Dados coletados no ponto 04 (tarde).	56
Gráfico 20 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 04 (tarde).	57
Gráfico 21 - Dados coletados no ponto 05 (manhã).	58
Gráfico 22 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 05 (manhã).	58
Gráfico 23 - Dados coletados no ponto 05 (tarde).	58
Gráfico 24 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 05 (tarde).	59
Gráfico 25 - Comparação do atraso entre cenários 01 e 02.	63
Gráfico 26 - Comparação da fila máxima entre cenários 01 e 02.	64
Gráfico 27 - Comparação do atraso entre cenários 3.1 e 3.2 para interseção da Av. Pernambuco.	69

Gráfico 28 - Comparação da fila máxima entre cenários 3.1 e 3.2 para interseção da Av. Pernambuco.....	70
Gráfico 29 - Comparação do tempo médio de viagem entre cenários 3.1 e 3.2 para a interseção da Rua do Boeiro.....	71
Gráfico 30 - Comparação da velocidade média entre cenários 3.1 e 3.2 para a interseção da Rua do Boeiro.....	72
Gráfico 31 - Comparação do atraso entre cenários 3.1 e 3.3 para a interseção da Avenida Rio Grande do Norte.....	73
Gráfico 32 - Comparação da fila máxima entre cenários 3.1 e 3.3 para a interseção da Avenida Rio Grande do Norte.....	73

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. OBJETIVOS.....	14
1.1.1. OBJETIVO GERAL	14
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.2. JUSTIFICATIVA.....	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1. TRANSPORTE URBANO	16
2.1.1. FLUXO DE VEÍCULOS.....	17
2.1.2. NÍVEIS DE SERVIÇO	18
2.1.3. VELOCIDADE DE PROJETO.....	20
2.1.4. VEÍCULOS DE PROJETO	21
2.2. ESTUDOS DE TRÁFEGO	22
2.2.1. CONTAGENS VOLUMÉTRICAS	22
2.3. SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO.....	26
2.3.1. ELEMENTOS DA MODELAGEM.....	30
2.3.2. MODELAGEM NO <i>INFRAWORKS</i>	32
3. ESTUDO DE CASO	34
3.1. O PROJETO DE EXTENSÃO	34
3.2. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	34
3.3. MÉTODO.....	39
3.3.1. AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS	39
3.3.2. MICROSIMULAÇÃO APLICADA AO ESTUDO	41
4. RESULTADOS	47
4.1. DADOS	47
4.2. COMPARAÇÃO ENTRE CENÁRIOS.....	61
4.3. PLANEJAMENTO DE ROTA ALTERNATIVA	74
5. CONCLUSÕES	77
5.1. LIMITAÇÕES DO TRABALHO	78
5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	78
REFERÊNCIAS	79
ANEXO 1 – FICHA DE CONTAGEM.....	81
ANEXO 2 – DADOS DE CONTAGENS VOLUMÉTRICAS.....	82

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, a relação do homem com o transporte surgiu a partir da necessidade de se locomover em busca de alimento. Ao longo do tempo, o homem se tornou sedentário e, com o aprendizado do cultivo da terra e da domesticação de animais, se instalou próximo às terras férteis e aos rios e lagos. A partir disso, surgiram as cidades e iniciou-se o processo de urbanização desses povoados, marcado pelo crescimento populacional. Nesse processo, a tecnologia do transporte possibilitou a locomoção dentro desses centros urbanos, bem como as viagens entre cidades distintas.

Segundo Kawamoto (2015), um sistema de transporte se trata de um conjunto de partes (veículos, vias, terminais, etc.) que se relacionam com o intuito de promover o deslocamento espacial de pessoas e mercadorias, segundo a vontade dos usuários, programação dos operadores e regras estabelecidas. Sendo assim, são diversos os fatores que devem ser levados em consideração ao se planejar um sistema de transporte.

Destarte, um planejamento de transporte necessita de um conhecimento profundo da região de estudo, um entendimento das diversas atividades desenvolvidas e a distribuição espacial delas, bem como as características da população, de maneira a definir as demandas de transporte existentes (CAMPOS, 1997).

O estudo de caso apresentado neste trabalho diz respeito a um planejamento de transporte em uma situação de alocação de tráfego, onde uma via principal que será interditada por certo período deverá ter o seu fluxo de veículos direcionado para caminhos alternativos e, visando a otimização da rota, é importante que sejam analisadas as condições operacionais dessas vias.

A via principal em questão se trata da Ponte Sérgio Arruda localizada na cidade de Macapá-AP e apresentada na figura 1. A ponte é conhecida atualmente por ser a principal via de acesso entre as Zonas Norte e Sul da cidade, atravessando uma área alagada de canalização do Rio Amazonas (Canal do Jandiá). Foi inaugurada no ano de 2003 e desde então, com o passar do tempo, apresentou diversos problemas técnicos relacionados a sua estrutura, principalmente em relação às cabeceiras que tiveram as suas placas de concreto grampeadas como medida paliativa para evitar a

ruptura da estrutura. Diante desses problemas, foi vista a necessidade de implementação de um novo empreendimento na região, que atendesse melhor às necessidades do trânsito na capital.

Figura 1 - Ponte Sérgio Arruda em Macapá-AP.



Fonte: Tecdron, 2021

Figura 2 - Manifestações patológicas presentes nas cabeceiras da atual Ponte Sérgio Arruda.



Fonte: Jéssica Alves (G1 AP), 2016.

O crescimento populacional na cidade de Macapá, destacando-se a Zona Norte da cidade, foi significativo nesses últimos 20 anos em que a ponte esteve em

funcionamento. Apesar de a Zona Norte possuir um polo comercial expressivo, a maioria das oportunidades de emprego ainda são oferecidas no centro da cidade, o que ocasiona um fluxo de tráfego intenso de saída em direção ao centro diariamente, bem como um fluxo de retorno à Zona Norte também. Por possuir apenas duas faixas de rolamento, a Ponte Sérgio Arruda se tornou um grande obstáculo no tráfego urbano da região, especialmente em horários de pico, gerando congestionamentos e transtornos aos usuários. Para compreender a problemática do trânsito local, é necessário que se façam estudos de tráfegos de forma a caracterizar o problema.

Para caracterização da demanda de tráfego de uma região é necessário que sejam coletadas e reunidas as informações e dados que descrevem quantitativamente o sistema em estudo. Levando em consideração que um sistema rodoviário é um objeto muito amplo, e que as demandas de tráfego são sensíveis ao tempo e à localização, os dados devem ser coletados da maneira mais simplificada possível de forma que facilite a interpretação e análise (ROESS, 2011).

Seguindo a metodologia de Kawamoto (2015), a análise de um sistema de transporte pode ser estruturada em três etapas. A primeira etapa trata-se do diagnóstico do sistema existente, pontuando tanto a situação presente quanto o futuro previsível. A segunda etapa consiste em definir os objetivos e gerar as alternativas para o plano de transporte. Por fim, a terceira etapa está relacionada à avaliação das alternativas e à análise dos impactos das estratégias de tomada de decisão. O presente trabalho baseia-se nessa metodologia com o intuito de analisar o transporte rodoviário no que tange o deslocamento de entrada e saída da Zona Norte da cidade.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do trabalho se trata de estudar e analisar o tráfego vigente na ligação entre as Zonas Sul e Norte da cidade de Macapá pela Ponte Sérgio Arruda, buscando diagnosticar a situação das rotas alternativas no que tange o suporte à rota principal, com previsão de demolição e interdição para construção de novo empreendimento. Partindo do pressuposto de que o tráfego interrompido na ponte será deslocado para outras rotas viárias, a análise de tráfego se faz necessária para compreender a capacidade da infraestrutura viária na região.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- I. Coletar e realizar o tratamento dos dados referentes ao tráfego na região estudada;
- II. Elaborar microssimulação de tráfego com o intuito de analisar a operação das vias alternativas com o recebimento do tráfego estudado;
- III. Avaliar as melhores soluções para o deslocamento do tráfego na região visando a manutenção da mobilidade urbana;
- IV. Comparar os cenários de desvios de rota identificados;
- V. Elaborar um planejamento de tráfego para basear as decisões tomadas durante a construção do novo empreendimento.

1.2. JUSTIFICATIVA

A Ponte Sérgio Arruda se configura como um grande obstáculo no tráfego urbano de Macapá e, por ser a principal via de acesso à Zona Norte da cidade, gera diversos problemas de mobilidade nessa região. Com base nessa problemática, foi vista a necessidade de implementação de um novo empreendimento como forma de melhorar as condições no trânsito local.

O presente trabalho tem por motivação a necessidade de um planejamento de tráfego para a área de estudo, partindo da hipótese de que a Ponte Sérgio Arruda será demolida para a instauração do novo empreendimento viário. A relevância do estudo se aplica na garantia de que as rotas alternativas de interligação entre as Zonas Norte e Sul da cidade suportarão os volumes de tráfego provenientes da ponte.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

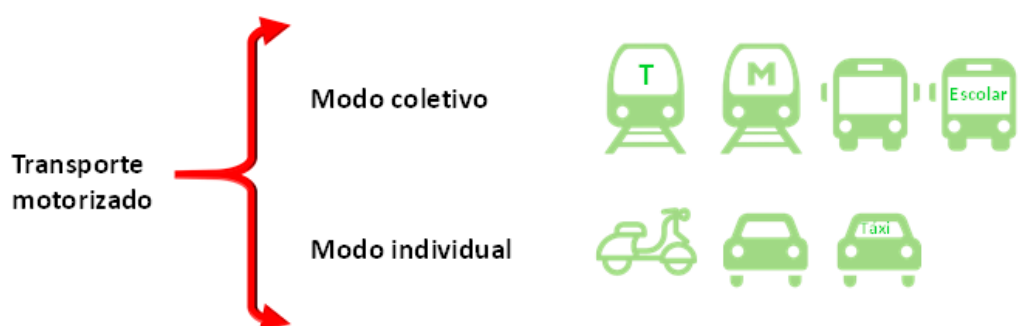
A revisão bibliográfica deste trabalho aborda os conceitos necessários para o desenvolvimento do estudo de caso, envolvendo temáticas como o transporte urbano e mobilidade, estudos de tráfego e contagens para geração de dados e, por fim, a conceituação de simulação de tráfego como metodologia utilizada para execução do estudo.

2.1. TRANSPORTE URBANO

O transporte é uma atividade essencial e que produz grandes vantagens ao funcionamento de uma sociedade, como a circulação de pessoas e de mercadorias utilizadas por elas, bem como a realização de atividades sociais e econômicas desejadas (Vasconcellos, 2006). Dentro do contexto de centros urbanos, o transporte é um aspecto fundamental da mobilidade, permitindo com que as pessoas se desloquem dentro das cidades para realização de suas atividades diárias.

Segundo Vaccari e Fanini (2016), os deslocamentos dentro das cidades podem ser realizados de diversas maneiras. Os indivíduos podem utilizar do seu esforço direto (deslocamento a pé), de meios de transporte não motorizados (bicicletas, carroças, etc.) ou de transportes motorizados (coletivos e individuais). Na categoria de transporte motorizado individual predominam duas modalidades: automóveis e motocicletas, enquanto que no grupo de transporte motorizado coletivo destacam-se os ônibus, VLTs (veículos leves sobre trilhos), metrô e trens urbanos.

Figura 3 - Exemplos de transportes motorizados.



Fonte: Governo do Estado de São Paulo, 2017.

O transporte implica em alguns efeitos negativos que podem ser denominados de impactos. Os impactos de transporte podem ser divididos entre: os que implicam

em consumo dos recursos naturais e os que afetam a vida da população. Como exemplo de impactos envolvendo o consumo de recursos naturais pode-se citar o consumo de combustíveis (petróleo), enquanto que os impactos relacionados à vida das pessoas, pode ser exemplificado pela qualidade dos deslocamentos, enfatizando a questão dos congestionamentos (Vasconcellos, 2006).

Durante o século XX, com o crescimento da indústria automobilística no Brasil, as cidades brasileiras se adequaram ao transporte motorizado individual como principal meio de deslocamento, desprezando a prioridade que deveriam ter os transportes coletivos e os percursos de pedestres e ciclistas. O crescimento do uso de veículo particular levou ao aumento dos congestionamentos com o prolongamento dos tempos de viagens. (Vaccari e Fanini, 2016).

2.1.1. FLUXO DE VEÍCULOS

A mecânica da locomoção pode ser determinada pelos limites de desempenho dos veículos. Assim sendo, a forma que um veículo se movimenta numa via pode ser determinada em função das suas características e das características da via. No entanto, existem situações em que o movimento do veículo é determinado não somente pelos seus limites de desempenho, como também pela presença de outros veículos na via. Ou seja, quando aumenta o número de veículos compartilhando uma mesma via, a velocidade dos veículos passa a ser determinada pela corrente de tráfego, fenômeno facilmente percebido em vias congestionadas (Setti, 2001).

Dentro desse contexto, segundo o CONTRAN (2014), o fluxo de tráfego pode ser definido como o número de veículos ou pedestres que percorrem uma dada seção de via durante o período determinado por uma contagem. O volume de veículos em cada movimento de tráfego varia ao longo do tempo, sendo em função da hora do dia, do dia da semana, da semana do mês, do mês do ano em que esse movimento é observado.

Setti (2001) divide o fluxo de veículos como fluxo contínuo ou interrompido. O fluxo de tráfego contínuo diz respeito ao fluxo onde não existem interrupções periódicas na corrente de tráfego, característico de auto-estradas onde não existem semáforos, sinais de parada obrigatória ou de preferencial à frente e nem interseções

em nível. Já o fluxo de tráfego interrompido corresponde ao fluxo onde existem dispositivos que interrompem o fluxo de veículo na via periodicamente.

Em contrapartida ao conceito de fluxo de veículos, em um sistema de transporte é necessário que seja considerada a segurança viária. De acordo com SINAY e TAMAYO (apud DNIT, 2009, p. 15) a segurança viária pode ser definida como um conjunto de circunstâncias interligados que proporcionam a circulação de pessoas e veículos em uma via em níveis aceitáveis de risco e de maneira suficientemente segura. Portanto, a segurança está relacionada à ausência de acidentes e lesões no trânsito resultante do comportamento dos usuários de um sistema viário (DER/SP, 2023). Sendo assim, o fluxo de veículos precisa funcionar de forma a manter a segurança de um sistema.

Ademais, o fluxo de veículos pode ser caracterizado por parâmetros divididos em duas categorias: parâmetros macroscópicos ou microscópicos. Os parâmetros microscópicos caracterizam o comportamento dos veículos de maneira individual dentro do fluxo, enquanto que os parâmetros macroscópicos representam as características do fluxo com um todo (Setti, 2001). A caracterização do fluxo de tráfego por meio destes parâmetros será apresentada em tópico posterior.

2.1.2. NÍVEIS DE SERVIÇO

Os níveis de serviço podem ser definidos com um parâmetro de avaliação qualitativa de das condições de operação de um fluxo de tráfego. Esse parâmetro de avaliação indica o conjunto de condições operacionais que podem ocorrer em uma via, faixa ou interseção, considerando-se os fatores velocidade, densidade, volume de tráfego, tempo de percurso, restrições ou interrupções de trânsito, entre outros (DNIT, 2010).

Segundo o Highway Capacity Manual - HCM (2000), cada um desses fatores pode indicar o quão bem uma via suporta o fluxo de tráfego, no entanto, a densidade é a medida fundamental para estimar um nível de serviço. Conforme o manual HCM (2000), os níveis de serviços podem ser descritos da seguinte maneira:

- 1) **Nível de serviço A:** descreve condições de fluxo de tráfego completamente livres, onde a operação de veículos não é afetada pela presença de outros

veículos. Não há dificuldades na execução de manobras dentro da corrente de tráfego;

- 2) **Nível de serviço B:** indica o fluxo de tráfego livre, apesar de que a presença de outros veículos se torna notável. Os motoristas possuem uma liberdade menor na execução de manobras;
- 3) **Nível de serviço C:** a interferência da densidade do tráfego se torna significativa na operação do fluxo. A execução de manobras dentro da corrente de tráfego é claramente afetada por outros veículos;
- 4) **Nível de serviço D:** a habilidade de manobra é altamente restringida devido ao congestionamento do tráfego. A velocidade do tráfego é reduzida em virtude do aumento do volume de veículos.
- 5) **Nível de serviço E:** representa a operação do fluxo próximo ou no limite da capacidade. A densidade varia dependendo da velocidade do fluxo livre.
- 6) **Nível de serviço F:** representa o fluxo de tráfego forçado ou com interrupções. Ocorre quando a demanda excede a capacidade de uma via. Os veículos passam por breves períodos de movimento seguidos de paradas.

Tabela 1 - Definição geral dos níveis de serviço.

Nível de serviço	Condições Gerais de Operação
A	Fluxo livre
B	Fluxo razoavelmente livre
C	Fluxo estável
D	Fluxo próximo à instabilidade
E	Fluxo instável (limitado pela capacidade)
F	Fluxo forçados ou com interrupções

Fonte: DNIT, 2010.

A relação entre o tipo de rodovia e o nível de serviço apropriado é resultante das descrições dos níveis citados acima, dos respectivos volumes de tráfego e dos critérios para graus aceitáveis de congestionamento. A depender das condições, o objetivo deve ser sempre oferecer o mais alto nível de serviço possível (DNIT, 2010).

Figura 4 - Exemplificação dos níveis de serviço em rodovias.



NS A



NS B



NS C



NS D



NS E



NS F

Fonte: Transportation Research Board, 2000.

2.1.3. VELOCIDADE DE PROJETO

A velocidade de projeto é a maior velocidade com que uma via pode ser percorrida com segurança, quando o veículo estiver submetido apenas às limitações geométricas desta via. Este conceito se aplica na seleção da velocidade para fins de projeto, do qual derivam-se os valores mínimos de outras características físicas de uma via diretamente vinculadas à operação, ao movimento dos veículos e às características dos motoristas (DNIT, 2010).

O Highway Capacity Manual (2000) introduz ainda o conceito de velocidade de fluxo livre, que é a velocidade do tráfego em condições de baixo volume e densidade de veículos. Portanto, a velocidade de fluxo livre é a velocidade em que o motorista se sente confortável dirigindo em meio às condições físicas e ambientais de um trecho de via. Logo, a velocidade será menor em trechos onde há restrições verticais e de alinhamento horizontal.

2.1.4. VEÍCULOS DE PROJETO

A grande variedade de veículos existentes induz a necessidade de escolha de veículos representativos, para fins práticos, onde esses excedam em dimensões e limitações de manobra a maioria dos de sua classe. Esses veículos representativos são chamados de veículos de projeto, sendo definidos como veículos cujo peso, dimensões e características de operação servirão de base para definir os controles do projeto de rodovias e suas interseções (DNIT, 2006). Os manuais do DNIT classificam os veículos usuais em cinco categorias, a serem adotadas conforme as características predominantes do tráfego:

VP - Representa os veículos leves, física e operacionalmente assimiláveis ao automóvel, incluindo minivans, vans, utilitários, pick-ups e similares.

CO - Representa os veículos comerciais rígidos, não articulados. Abrangem os caminhões e ônibus convencionais, normalmente de dois eixos e quatro a seis rodas.

O - Representa os veículos comerciais rígidos de maiores dimensões. Entre estes incluem-se os ônibus urbanos longos, ônibus de longo percurso e de turismo, bem como caminhões longos, frequentemente com três eixos (trucão), de maiores dimensões que o veículo CO básico. Seu comprimento aproxima-se do limite máximo legal admissível para veículos rígidos.

SR - Representa os veículos comerciais articulados, compostos de uma unidade tratora simples (cavalo mecânico) e um semi-reboque. Seu comprimento aproxima-se do limite máximo legal para veículos dessa categoria.

RE - Representa os veículos comerciais com reboque. É composto de uma unidade tratora simples, um semi-reboque e um reboque, frequentemente conhecido como bitrem. Seu comprimento é o máximo permitido pela legislação.

Os veículos pesados, que são aqueles que possuem mais de 4 pneus, possuem efeito adverso à corrente de tráfego por ocuparem mais espaço na via (por serem mais longos) e por possuírem características de desempenho inferiores às dos automóveis. Sendo assim, o efeito de veículos pesados é incorporado em uma análise de tráfego através do uso de um fator de equivalência veicular, que pode ser definido como o número de automóveis que produz o mesmo efeito que um veículo pesado sobre a corrente de tráfego (Setti, 2001).

O Manual de Estudos de Tráfego do DNIT define essa conversão de equivalência de veículos como unidades de carro de passeio (UCP) e os valores dos coeficientes são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Fator de equivalência em carros de passeio.

Tipo de Veículo	VP	CO	SR/RE
Fator de equivalência	1	1,5	2

Fonte: DNIT, 2006.

2.2. ESTUDOS DE TRÁFEGO

A função principal de uma via é proporcionar mobilidade aos que a percorrem. Sendo assim, para desempenhar essa mobilidade, as vias precisam atingir um nível aceitável de desempenho, que pode ser medido através dos estudos de tráfego. A análise do tráfego de veículos permite basear a medição de performance de uma via. A variedade de parâmetros de dimensão para o tráfego deve ser estudada, visto que influenciam o desenho geométrico e a operação de vias. Os parâmetros podem ser: número de veículos por unidade de tempo (fluxo), tipos de veículos, velocidade dos veículos, a variação do fluxo de tráfego ao longo do tempo, entre outros. Portanto, é importante para a análise de tráfego começar com técnicas teoricamente consistentes e de qualidade que podem ser usadas para modelar o fluxo de tráfego, velocidade e a flutuação temporal (Mannering e Washburn, 2012).

2.2.1. CONTAGENS VOLUMÉTRICAS

Os estudos de volume de tráfego são conduzidos de forma a coletar dados sobre o número de veículos e/ou pedestres que passam por um determinado ponto de uma via durante um período de tempo específico. O período de tempo pode variar em trechos de fragmentos de quinze minutos até períodos de um ano dependendo da finalidade dos dados coletados. Os dados podem ser colocados em subcategorias que incluem: movimento origem-destino, taxas de ocupação, classificação de veículos, entre outros (Garber e Hoel, 2009).

Os dados coletados em uma contagem volumétrica são empregados na análise de capacidade viária, na observação das causas dos congestionamentos e do elevado índice de acidentes, no dimensionamento de pavimentos, entre outros. A realização das contagens pode acontecer em dois locais básicos: nas interseções e nos trechos entre interseções. As contagens entre interseções objetivam a caracterização dos fluxos de uma determinada via, ao passo que as contagens em interseções visam o

levantamento dos fluxos das vias que se cruzam e dos seus ramos de ligação (DNIT, 2006).

Segundo o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), as contagens volumétricas classificam-se em:

- 1) **Contagens Globais:** São aquelas em que é registrado o número de veículos que circulam por um trecho de via, independentemente de seu sentido, agrupando-os geralmente pelas suas diversas classes. São empregadas para o cálculo de volumes diários, preparação de mapas de fluxo e determinação de tendências do tráfego;
- 2) **Contagens Direcionais:** São aquelas em que é registrado o número de veículos por sentido do fluxo e são empregadas para cálculos de capacidade, determinação de intervalos de sinais, justificação de controles de trânsito, estudos de acidentes, previsão de faixas adicionais em rampas ascendentes, etc;
- 3) **Contagens Classificatórias:** Nessas contagens são registrados os volumes para os vários tipos ou classes de veículos. São empregadas para o dimensionamento estrutural e projeto geométrico de rodovias e interseções, cálculo de capacidade, cálculo de benefícios aos usuários e determinação dos fatores de correção para as contagens mecânicas.

Ademais, o DNIT define os métodos para a realização de contagens volumétricas como: contagens manuais e contagens automáticas. As contagens manuais são aquelas realizadas por pesquisadores com o auxílio de fichas de contagens e contadores manuais, ideias para a classificação de veículos. Para a contagem em vias urbanas é comum adotar um critério de agrupamento de veículos baseado nas características de operação (automóveis, ônibus e caminhões). Já as contagens automáticas são realizadas através de contadores automáticos em que os veículos são contabilizados através de tubos pneumáticos ou dispositivos magnéticos, sonoros, radar, células fotoelétricas, etc.

Figura 5 - Metodologia de contagem volumétrica manual.



Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Os dados provenientes das pesquisas deverão incluir os Volumes Médios Diários (VMD) e os Volumes Horários (VH), devendo ser representados por meio de fluxogramas indicativos das correntes de tráfego (DNIT, 2006).

As contagens devem ser realizadas ao longo de pelo menos três dias, escolhidos de forma a conter o provável pico horário semanal. Os dados são coletados determinando separadamente os volumes da classificação de veículos adotada. Os horários mais habituais para a pesquisa são os que ocorrem os maiores fluxos, chamados “horas de pico”, pois são os momentos de solicitação máxima da via ou interseção. Logo, sabendo de antemão o horário aproximado do pico, é necessária uma contagem de duas a quatro horas no seu entorno para caracterizar o volume de pico. Essas pesquisas devem ser aplicadas nos períodos da manhã e tarde, obtendo-se os chamados “pico da manhã” e “pico da tarde”. Destarte, em geral, as contagens devem ser realizadas durante oito horas, incluindo três horas do pico da manhã, três horas do pico da tarde e duas horas fora do pico. As contagens devem ser divididas em intervalos de quinze minutos para determinar as variações dentro da própria hora de pico (DNIT, 2006)

2.2.1.1. VOLUME MÉDIO DIÁRIO (VMD)

O Volume Médio Diário (VMD) é dado como a média dos volumes de veículos que percorrem um trecho de via durante 24 horas. Esse volume é o parâmetro que melhor representa o serviço prestado por uma via e é utilizado na análise de condições operacionais de uma via ou interseção, para indicar a necessidade de melhorias e de criação de novas vias, estimar benefícios de uma obra viária, determinar as prioridades de investimentos, entre outros (DNIT, 2006).

O DNIT subdivide o VMD de acordo com a unidade temporal utilizada, sendo a classificação:

- 1) **Volume Médio Diário Anual (VMDa)**: número total de veículos trafegando em um ano dividido por 365;
- 2) **Volume Médio Diário Mensal (VMDm)**: número total de veículos trafegando em um mês dividido pelo número de dias do mês. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere;
- 3) **Volume Médio Diário Semanal (VMDs)**: número total de veículos trafegando em uma semana dividido por 7. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere. É utilizado como uma amostra do VMDm;
- 4) **Volume Médio Diário em um Dia de Semana (VMDd)**: número total de veículos trafegando em um dia de semana. Deve ser sempre acompanhado pela indicação do dia de semana e do mês correspondente.

O volume de tráfego inclui todos os veículos que circulam pela via. Quando não forem consideradas as diferentes categorias de veículos, o volume será expresso em “Unidades de Tráfego Misto” (UTM), enquanto que se os veículos componentes do tráfego forem convertidos em número equivalentes a carros de passeio, o volume será expresso em “Unidades de Carro de Passeio” (UCP), fazendo a conversão por meio dos fatores de equivalência já citados anteriormente (DNIT, 2006).

2.2.1.2. VOLUME HORÁRIO (VH) E FATOR HORÁRIO DE PICO (FHP)

O Volume Horário é utilizado para analisar as variações do tráfego durante o dia, sendo conceituado como o número total de veículos trafegando em uma determinada hora. Os volumes horários apresentam pontos máximos acentuados denominados de picos, onde é de fundamental importância que sejam considerados por compreenderem os eventos de maior relevância (DNIT, 2006).

Além disso, é possível também pontuar a variação de tráfego dentro do intervalo de uma hora. O volume de tráfego que passa por uma seção de uma via não é uniforme no tempo, portanto, a comparação de contagens dos períodos de quinze

minutos estabelece o conceito de Fator Horário de Pico (FHP), que mede essa flutuação temporal e mostra o grau de uniformidade do fluxo. Esse conceito é muito utilizado no estudo de capacidade de vias (DNIT, 2006).

$$FHP = \frac{V_{hp}}{4V_{15max}}$$

onde:

FHP = fator horário de pico;

V_{hp} = volume da hora de pico;

V_{15max} = volume do período de quinze minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico.

2.3. SIMULAÇÃO DE TRÁFEGO

A simulação de tráfego é um instrumento cada vez mais popular e eficaz para analisar uma ampla variedade de problemas dinâmicos que são difíceis de estudar por outros meios. Esses problemas geralmente estão associados a processos complexos caracterizados pela interação de muitos componentes ou entidades de um sistema. O comportamento de cada entidade e a interação de um número limitado de entidades podem ser bem compreendidos e podem ser representados lógica e matematicamente de forma confiável. No entanto, as interações complexas e simultâneas de muitos componentes do sistema não podem, em geral, ser adequadamente representadas dessa forma (Lieberman e Rathi, 1997).

Através da técnica de simulação, procura-se reproduzir em um computador uma sequência de eventos hipotéticos de um sistema estudado, ao longo do tempo, tratando-se os componentes que percorrem o modelo de forma associada ou individualizada. A criação de um modelo de simulação, usualmente, compreende um esforço relativamente grande, porém, quando desenvolvido, permite representar muitas situações alternativas de projeto em pouco tempo e a baixo custo (Portugal, 2005).

Assim, de acordo com Portugal (2005) pode-se definir a simulação como uma imitação de uma situação real, através do uso de modelos. O objetivo principal de uma simulação é representar o comportamento e as interações dos elementos de um sistema de forma a viabilizar uma avaliação prévia do seu desempenho. Portanto, a

simulação é um instrumento descritivo para estimar como o sistema deverá funcionar se ele for projetado de um determinado modo.

Segundo Mário Oliveira (apud Portugal, 2005, p. 34), as funções de uma simulação podem ser pontuadas como:

- 1) **Avaliação** - determinar o grau de desempenho do sistema quando comparado com critérios específicos;
- 2) **Comparação** - comparar sistemas competitivos que executem funções específicas ou comparar várias políticas propostas;
- 3) **Previsão** - estimar o desempenho do sistema segundo um determinado conjunto de condições;
- 4) **Análise de Sensibilidade** - determinar quais fatores são mais significativos em termos de afetar o desempenho do sistema;
- 5) **Otimização** - determinar exatamente qual a combinação de fatores que produzirão a melhor resposta do sistema;
- 6) **Relacionamento Funcional** - estabelecer a natureza do relacionamento entre um ou mais fatores significativos e a resposta do sistema.

Uma simulação possui várias vantagens sobre modelos analíticos ou matemáticos na análise de sistemas. Primeiramente, o conceito básico de simulação possui fácil compreensão tornando essa ferramenta mais fácil de justificar para leigos do que alguns dos modelos analíticos. Além disso, um modelo de simulação pode ser mais confiável por conta da comparação do seu comportamento com o sistema real ou porque requer menos suposições simplificadas, logo, captura mais das verdadeiras características do sistema em estudo (SHANNON, 1998).

Apesar das diversas vantagens, um sistema de simulação pode apresentar a desvantagem de precisar de treinamento especializado, portanto, a utilidade de um estudo depende da qualidade do modelo e das habilidades do modelador. Além disso, a coleta de dados de entrada para que possua alta confiabilidade pode ser demorada e uma simulação não consegue compensar o uso de dados inadequados. Ademais, os modelos de simulação são ferramentas executadas e não resolvidas, o que quer dizer que não nos fornecem uma solução ótima para um sistema, apenas uma ferramenta para análise do comportamento do sistema sob as condições especificadas pelo modelador (SHANNON, 1998).

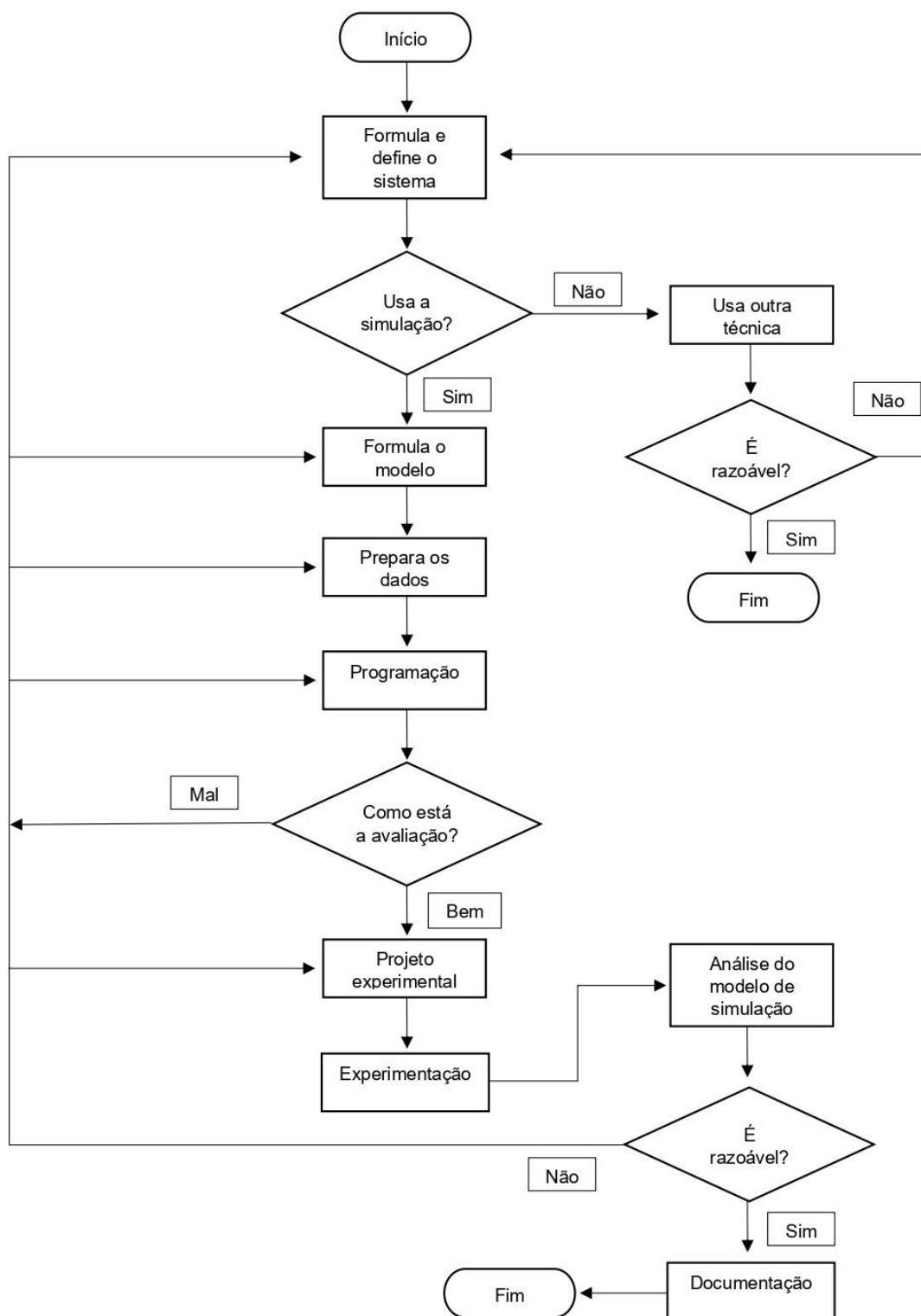
Para Robert Shannon (apud Portugal, 2005, p. 40), as etapas do processo de estudar um sistema e transformá-lo em um modelo de simulação podem ser pontuadas da seguinte maneira:

- 1) **Definição do Sistema** - determinação dos limites, restrições e medidas de efetividades a serem usadas na definição e estudo do sistema;
- 2) **Formulação do Modelo** - redução ou abstração do sistema real a um bloco ou a um fluxograma lógico;
- 3) **Preparação dos Dados** - identificação dos dados necessários para o modelo e redução a uma forma apropriada;
- 4) **Programação** - descrição do modelo numa linguagem apropriada que seja aceitável na máquina usada;
- 5) **Validação** - verificação de que o comportamento do modelo está de acordo com a situação real dentro de um certo grau de confiança;
- 6) **Planejamento do Experimento** - planejamento de um experimento que vá gerar as informações desejadas;
- 7) **Experimentação** - execução da simulação para gerar os dados desejados e efetuar as análises de sensibilidade;
- 8) **Análise dos Resultados da Simulação** - realização de inferências, a partir dos dados gerados pela simulação.

É possível visualizar as etapas do processo de simulação de maneira esquemática na figura 6.

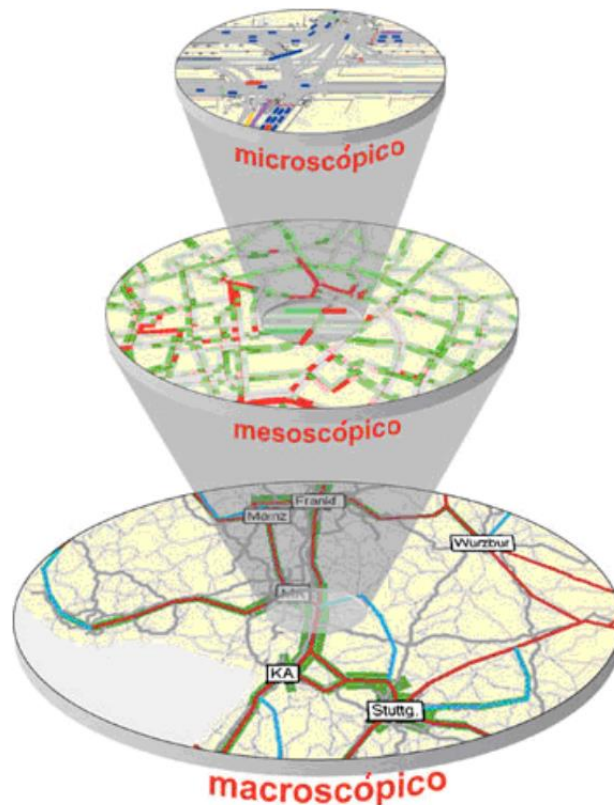
Em se tratando do uso de simulação em estudos de tráfego, a simulação pode se subdividir em três tipos de abordagens: nível macroscópica, mesoscópica e microscópica. A simulação macroscópica é uma abordagem onde os modelos são menos flexíveis, pouco detalhados e a individualidade dos veículos é desprezada. A simulação mesoscópica representa uma classe intermediária quanto ao realismo e detalhamento. Por fim, a simulação microscópica trata os veículos de forma individualizada, possuindo modelos tão detalhados quanto for necessário, conservando todas as características que forem de interesse para o sistema, sendo assim, o comportamento do sistema é mais complexo e detalhado (Portugal, 2005). A exemplificação dos tipos de abordagens de uma simulação está representada na figura 7.

Figura 6 - Estrutura esquemática para o processo de simulação.



Fonte: Shannon, apud Portugal, 2005, pág. 41.

Figura 7 - Níveis de detalhamento dos modelos de simulação.

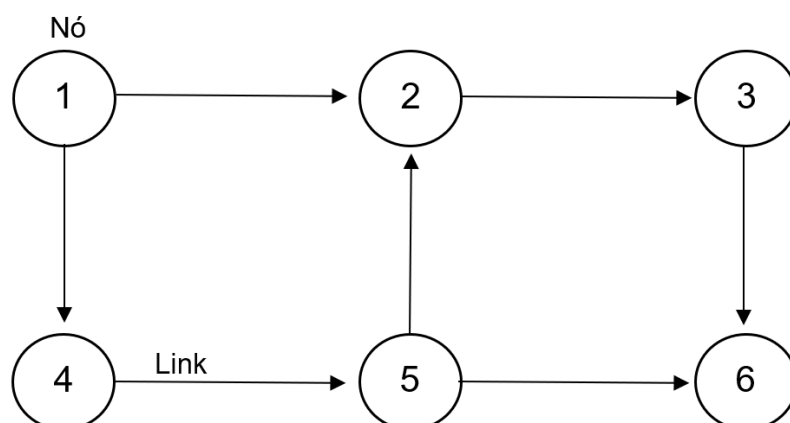


Fonte: Vilarinho (2008).

2.3.1. ELEMENTOS DA MODELAGEM

A elaboração de um modelo de simulação de tráfego se assemelha à construção de uma casa, começa com um projeto e depois procede para a construção do modelo em sequência. O projeto do modelo se trata do diagrama link-nó, que identifica quais vias serão incluídas no modelo. Os nós representam as interseções de dois ou mais links, enquanto que os links representam o comprimento de um trecho de via entre dois nós e que contém as informações a respeito das características geométricas do trecho. O diagrama link-nó pode ser criado diretamente no software de simulação a ser utilizado ou em qualquer outro software de desenho. É importante que seja considerado uma numeração pros links e nós para facilitar a análise, pois os dados de saída de uma simulação possuem textos que utilizarão essa identificação (FHWA, 2019).

Figura 8 - Exemplo de diagrama link-nó.



Fonte: Autor.

Segundo o Federal Highway Administration (2019), após a concepção do projeto (diagrama) deve-se construir o modelo a partir da inclusão dos dados necessários para o funcionamento da simulação. O analista de tráfego deve inserir os dados de entrada referentes a:

- 1) **Geometria dos links:** características físicas e operacionais do trecho de via no modelo. Esses dados podem incluir: números de faixas, largura das faixas, comprimento do trecho, greide, etc;
- 2) **Controle de tráfego:** que incluem semáforos, sinalização de pare, preferencial, etc.;
- 3) **Gerenciamento de tráfego:** que incluem os dados de regulamentação da via, limites de velocidades, radares, restrições, etc.;
- 4) **Demanda de tráfego:** dados referentes ao volume de tráfego que percorre a via;
- 5) **Comportamento do motorista:** diz respeito à resposta do motorista às adversidades do tráfego;
- 6) **Eventos:** são dados opcionais para aplicações específicas como: bloqueios, acidentes, áreas em obra, etc.;

Além disso, as simulações possuem os dados de saída que fornecem as informações para as análises do sistema estudado. Esses dados incluem: comprimento da fila, tempo de atraso, nível de serviço, tempo de trajeto e a velocidade média (Dorokhin, et al., 2020).

2.3.2. MODELAGEM NO INFRAWORKS

O software *Infracore* foi desenvolvido pela corporação americana *Autodesk* e se trata de um programa de projeto conceitual que ajuda na criação de modelos e a entender projetos de design de maneira contextualizada (Autodesk, 2022). Dentro do software foi adicionada uma ferramenta de simulação de tráfego chamada “*Traffic analyst panel*” (TAP) onde, uma vez criado o modelo de rede viária, é possível analisar o fluxo de tráfego e gerar animações para as simulações. A ferramenta permite que o usuário insira vários parâmetros para ajuste do modelo (Avramovic e Johnsson, 2017).

O “Painel de Analista de Tráfego” precisa de uma área de estudo a ser definida pelo usuário, contendo as vias que serão analisadas. Dentro da ferramenta, algumas configurações avançadas e dados de entrada podem ser ajustados manualmente, como: demanda, tipo de veículos, regras de prioridades nas interseções, período de simulação, entre outros (Avramovic e Johnsson, 2017). A partir da realização das simulações, a ferramenta fornece os dados de saída a respeito dos resultados. Esses dados, tanto para análise de uma interseção ou de um via, são apresentados e descritos nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Dados de saída obtidos na análise de interseções no TAP.

Dado de saída	Descrição	Unidade
Atraso	O atraso médio para todos os veículos em todas as faixas.	s (segundos)
Fila máxima	O comprimento máximo da fila para veículos viajando na velocidade limite da fila.	m (metros)

Fonte: Adaptado de Avramovic e Johnsson, 2017.

Tabela 4 - Dados de saída obtidos na análise da via no TAP.

Dado de saída	Descrição	Unidade
Veículos	O número de veículos a completar o trajeto da via.	veh (veículos)
Tempo médio de viagem	O tempo médio de viagem na via.	h:m:s (hora:minuto :segundo)
Fluxo médio	O fluxo médio calculado através da contagem de veículos durante o período de simulação.	veh/h (veículo por hora)
Velocidade média	A velocidade média na via, calculada através do tempo de viagem e comprimento da via.	km/h (quilômetro por hora)
Densidade média	A densidade média em cada via.	veh/m (veículo por metro)

Fonte: Adaptado de Avramovic e Johnsson, 2017.

Avaliando a aplicabilidade do software em análises de tráfego, destaca-se alguns estudos executados com o auxílio da ferramenta. Avramovic e Johnsson (2017) apontam que o *Infraworks* possui muitas funções automáticas que facilitam a experiência do usuário, sendo descrito como uma ferramenta adequada para adquirir uma visão geral de fluxos em diferentes situações de tráfego. Segundo Oliveira (2021), o *Infraworks* da *Autodesk* é a melhor escolha pela facilidade oferecida na modelagem, pela possibilidade de obter comandos em língua portuguesa e, ainda, pelo renome da empresa que desenvolveu o software.

3. ESTUDO DE CASO

3.1. O PROJETO DE EXTENSÃO

O projeto de extensão da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP) que deu origem ao presente estudo de caso – denominado “Ressignificação da estrutura da Ponte Sérgio Arruda e da mobilidade urbana de seu entorno” – decorreu da cooperação técnica firmada entre a universidade e a Prefeitura Municipal de Macapá (PMM). O objetivo geral do projeto se trata da obtenção de estudos, projeto e planejamento no trecho viário sobre o Canal do Jandiá localizado na Rua Adilson José Pinto Pereira que interliga as Zonas Norte e Sul da cidade de Macapá.

O projeto foi composto por uma equipe de dez bolsistas, discentes matriculados no curso de Bacharelado em Engenharia Civil da UNIFAP, que foram divididos em eixos de projetos, sendo esses: eixo de transportes, eixo de geotecnia, eixo de estruturas, eixo de recursos hídricos e eixo de construção civil. Os discentes foram orientados e acompanhados por uma equipe de docentes do curso, sendo o coordenador da equipe o Professor Msc. Adenilson Costa de Oliveira.

De maneira específica, a participação dos discentes na realização do projeto teve como objetivos:

- I. Integração da comunidade acadêmica com a solução de problemas de infraestrutura da cidade de Macapá;
- II. Participação na realização de estudos preliminares de caracterização da região (topografia, estudos hidrológicos, geotécnicos e de tráfego);
- III. Concepção de projeto básico que contemple a solução estrutural para a obra-de-arte especial, bem como a sinalização viária, acessibilidade e urbanização de seu entorno.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O problema de mobilidade urbana que justifica a necessidade do presente estudo é proveniente do crescimento urbano horizontal da cidade de Macapá, mais especificamente da Zona Norte da cidade. Segundo Tostes (2016), entre as décadas de 1980 e 2000 houve a criação de vinte novas áreas, sendo quatorze bairros e outros seis loteamentos e conjuntos habitacionais. Com a existência dessas novas áreas que possuem função residencial acima de qualquer outra, induzem que muitos moradores

se desloquem para o centro da cidade ou para outros bairros para exercerem tarefas diárias. E a tendência para as próximas décadas continua sendo de crescimento.

A existência do Canal do Jandiá atravessando parte da cidade limita as possibilidades de deslocamento entre a Zona Norte e o Centro. Desde sua construção, a Ponte Sérgio Arruda, localizada na Rua Adilson José Pinto Pereira, atua como a principal via de tráfego nesta região e, com o processo de expansão urbana da Zona Norte de Macapá e o aumento da densidade populacional nessa zona, teve a sua capacidade viária diminuída ao longo dos anos, se tornando um obstáculo no tráfego local. A interrupção do tráfego na ponte ocasionaria uma grande dificuldade na mobilidade urbana da cidade que precisa ser estudada com profundidade.

Figura 9 - Localização da região de estudo.



Fonte: Google Earth; Tecdron, 2021.

A Ponte Sérgio Arruda opera com duas faixas de rolamento que possibilitam o tráfego no sentido em direção à Zona Norte, dando acesso à Rodovia Perimetral Norte. O fluxo de veículos que chega à ponte é predominantemente proveniente da via coletora Rua Guanabara, no Bairro Pacoval. Já o sentido em direção ao Centro é operado pela via no aterro lateral à ponte principal também com duas faixas de rolamento, recebendo o fluxo de veículos provenientes da rodovia e encaminhando para a via coletora Rua Mato Grosso.

Figura 10 - Fluxos de tráfego local na Ponte Sérgio Arruda e proximidades.



Fonte: Google Earth.

As rotas alternativas disponíveis que possibilitam o acesso da Zona Norte ao Centro (e vice-versa) são: a Ponte do Canal do Jandiá localizada ao Leste da PSA no bairro Pantanal, a Rua do Boeiro localizada ao Oeste da PSA e a Rodovia Norte-Sul com obras ainda em andamento. As duas primeiras possuem capacidade viária limitada, visto que possuem apenas duas faixas de rolamento atuando como mão dupla, enquanto que a Rodovia Norte-Sul possui três faixas de rolamento operando em cada sentido, totalizando seis faixas.

Figura 11 - Mapeamento de rotas alternativas.



Fonte: Google Earth.

Figura 12 - Rodovia Norte-Sul.



Fonte: Google Earth.

Figura 13 - Rua do Boeiro.



Fonte: Autor.

Figura 14 - Ponte do Canal do Jandiá.



Fonte: Google Street View.

No entanto, é importante destacar que a Rodovia Norte-Sul se enquadra em um cenário fora do escopo do trabalho, tendo em vista que os deslocamentos que possivelmente seriam abrangidos por ela possuem origem e destino diversos e que não puderam ser caracterizados dentro deste estudo.

Diante deste problema, é possível pontuar alguns cenários possíveis para este desvio de tráfego, que irão fundamentar as execuções de simulações, sendo estes:

- **Cenário 1:** Cenário atual, com os volumes e fluxos de tráfego identificados;
- **Cenário 2:** Cenário futuro ideal, com a implementação do novo empreendimento;
- **Cenário 3:** Desvio da rota sentido Zona Sul-Zona Norte por meio da Ponte do Canal do Jandiá, operando com duas faixas de rolamento em um mesmo sentido (mão única);

3.3. MÉTODO

A metodologia do trabalho consiste em duas etapas. A primeira etapa diz respeito à aquisição e o tratamento dos dados referentes aos estudos de tráfego, que foram coletados através de contagens volumétricas manuais. A segunda etapa é referente à execução das simulações de tráfego, onde há a modelagem do sistema, a inserção dos dados obtidos na etapa anterior e a geração de resultados.

3.3.1. AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS

Os estudos de tráfego seguiram as recomendações das bibliografias estudadas, com destaque para o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT. A realização das contagens volumétricas classificatórias ocorreu com o esforço coletivo de bolsistas e voluntários do projeto de extensão “Ressignificação da Estrutura da Ponte Sérgio Arruda e da Mobilidade Urbana do Seu Entorno” da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Os colaboradores foram divididos em grupos espalhados em cinco pontos de contagens escolhidos de maneira funcional de acordo com os objetivos do estudo. Os pontos de contagem podem ser identificados na figura 15, enquanto que a figura 16 apresenta os registros realizados durante o período de contagens.

Figura 15 - Indicação dos pontos de contagem.



Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Figura 16 - Registros da realização das contagens.



Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Como recomendado pela bibliografia, as contagens foram realizadas ao longo de três dias, escolhendo-se os horários de pico com os fluxos de veículos mais intensos. Sabendo o horário aproximado do pico, tanto da manhã quanto da tarde, foram realizadas contagens no intervalo de duas a três horas, sendo divididos em intervalos de quinze minutos. Sendo assim, os dias de contagens foram 19, 20 e 21 de outubro de 2021 (terça, quarta e quinta) com intervalos definidos entre 07:15 e 09:15 para o pico da manhã e 16:15 e 19:00 para o pico da tarde.

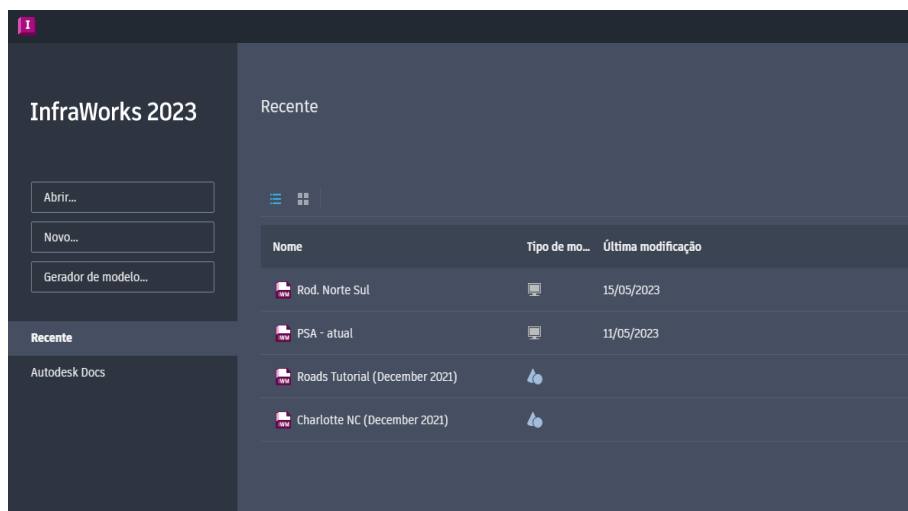
As fichas de contagens classificatórias continham todas as informações necessárias para o registro dos volumes identificados, sendo separados os intervalos de quinze minutos e também as classes de veículos de maior relevância para o estudo, podendo ser observada no anexo 1 deste trabalho.

Em posse dos dados registrados ao longo dos dias de trabalho, foi realizado o tratamento das informações, transformando-as em tabelas, gráficos e fluxogramas que representam de maneira direta e simplificada o material do estudo desenvolvido. Os produtos gerados deste estudo de tráfego contemplam os valores de VMD, a classificação dos veículos contados e os FHP calculados, exibidos em capítulo posterior, e servirão como dados de entrada para a realização das simulações em etapa subsequente.

3.3.2. MICROSSIMULAÇÃO APLICADA AO ESTUDO

Baseado na metodologia apresentada pelo fluxograma de Robert Shannon (apud Portugal, 2005, p. 41) este trabalho utiliza a simulação computacional de tráfego em modelos microscópicos para estudo dos cenários referentes ao deslocamento Zona Norte-Zona Sul na cidade de Macapá. Para isso, será utilizado o software de simulação *InfraWorks* da *Autodesk*®. O programa se trata de uma eficaz ferramenta de modelagem e análise de projetos de infraestrutura urbana.

Figura 17 - Interface do software InfraWorks 2023 ®.



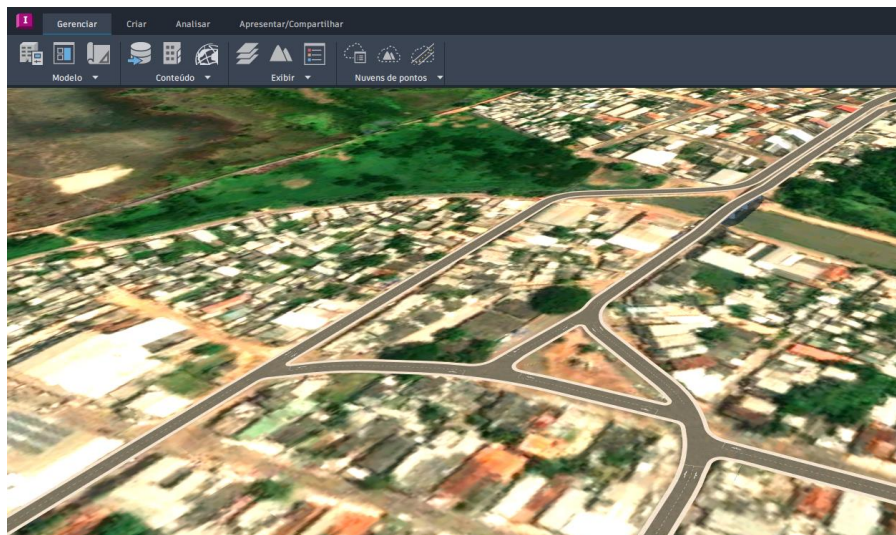
Fonte: captura de tela do *InfraWorks*.

Para modelagem do sistema será necessário seguir as seguintes etapas:

- 1) **Geração do modelo e delimitação da área:** Ao abrir a janela “gerador de modelo”, utiliza-se a ferramenta de desenho de polígono para delimitar uma área para o modelo, neste caso uma área que contemple a Ponte Sérgio Arruda e as rotas alternativas identificadas. Na mesma janela é possível definir nome e descrição para o modelo, bem como definir o sistema de coordenadas geográficas onde selecionou-se o SIRGAS2000, sistema mais adequado para a região.
- 2) **Concepção do sistema:** Com a utilização da ferramenta de “planejamento de estrada” na aba “criar” é possível conceber o traçado das vias (links) e, ao inserir cada uma delas, formular o modelo como um todo. O próprio software cria as interseções (nós) quando uma ou mais vias se interceptam. Após o desenho do traçado, é possível alterar as propriedades da via na barra “Estrada” que surge na lateral direita, onde é inserido o tipo de seção, função, velocidade de projeto, quantidade de faixa de rolamento e os fluxos. Quando concebida uma via de mão única pode ser zerado um dos fluxos e adicionado o número de faixas somente no campo do fluxo oposto.
- 3) **Criação dos componentes:** Após a criação dos planejamentos de estrada, é possível convertê-los em “componentes de estrada”. Uma vez alterados, é possível configurar os comprimentos tangenciais e os raios das curvas

horizontais, bem como adicionar elementos tais quais pontes e túneis na aba “criar”.

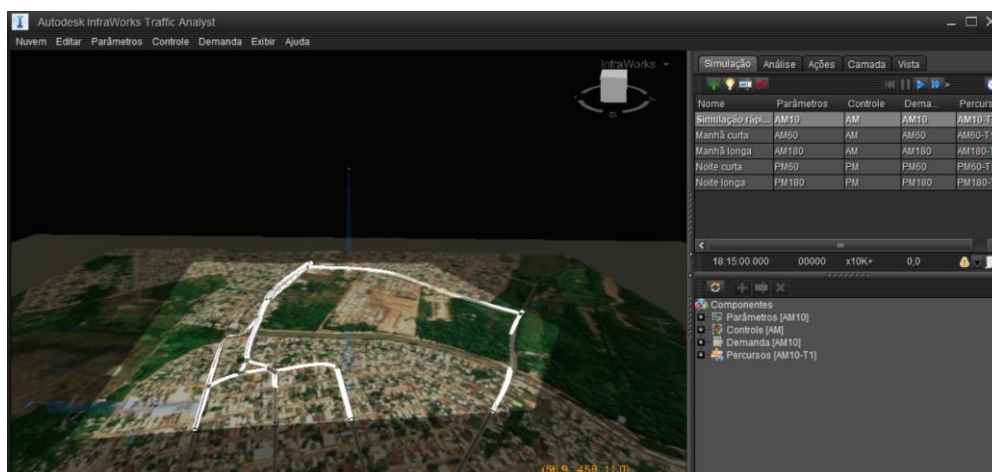
Figura 18 - Modelo gerado no InfraWorks 2023 ®.



Fonte: captura de tela do *InfraWorks*.

Após a formulação do sistema, continua-se para a experimentação da simulação de tráfego. Para isso, utiliza-se a ferramenta “Painel de Analista de Tráfego” dentro do software *InfraWorks* para criação do modelo de microssimulação de tráfego. A ferramenta pode ser acessada na aba “analisar”, onde se delimita a área de estudo através da criação de um polígono. Onde as arestas do polígono se cruzam com vias criadas no sistema são geradas as chamadas “zonas”, que se tratam dos pólos geradores de tráfego. Para a experimentação é necessário saber os cenários que são pretendidos e ter posse dos dados referentes ao tráfego para introduzir no modelo.

Figura 19 - Interface do Painel de Analista de Tráfego.

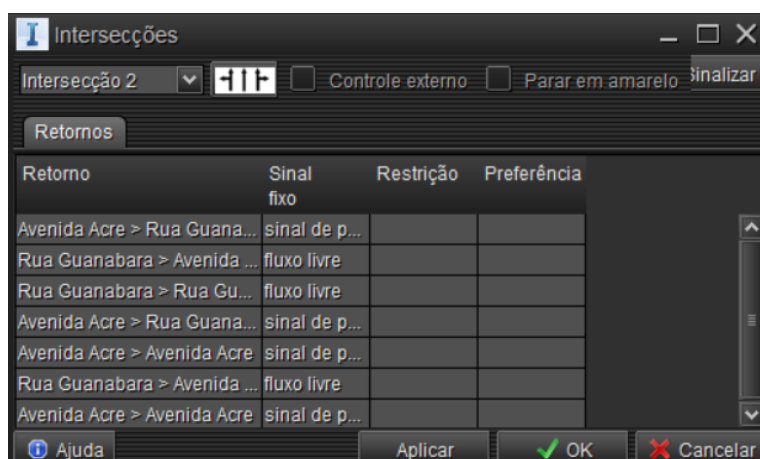


Fonte: captura de tela do *InfraWorks*.

Para execução das microssimulações será necessário seguir as seguintes etapas:

- 1) **Organização dos fluxos e interseções:** Na aba de “Controle”, usa-se a opção “Interseções”, onde todas as interseções presentes nos modelos podem ser acessadas e os fluxos possíveis estão identificados. A partir disso é escolhido para cada um dos fluxos uma opção entre: sinal de pare (parada obrigatória), fluxo livre, entroncamento (respeitar a preferência), dar passagem e barrado. No caso de interseções semaforizadas, é necessário que se identifiquem os grupos de movimentos presentes na interseção e as fases (tempo) do sinal semafórico, sendo inserido também para cada um dos fluxos o grupo a qual pertence.

Figura 20 - Aba de ajuste de interseções.



Fonte: captura de tela do *InfraWorks*.

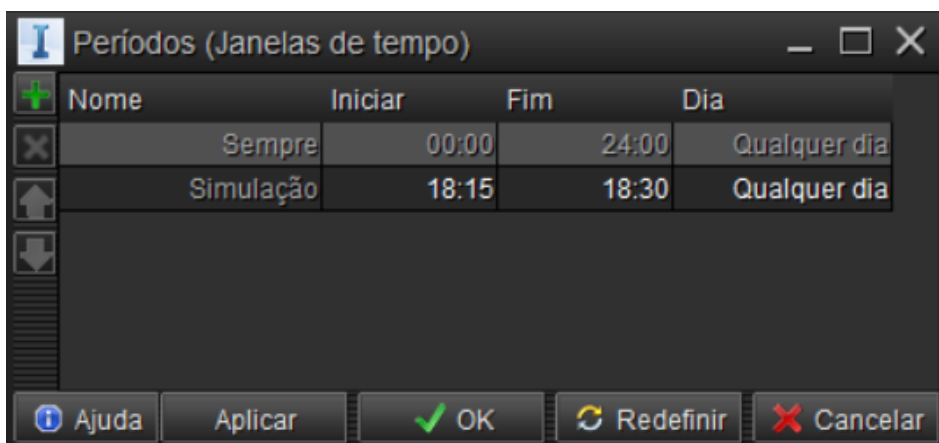
Figura 21 - Aba de ajuste de interseções - Interseções semaforizadas.



Fonte: captura de tela do *InfraWorks*.

- 2) **Determinação do tempo de simulação:** Na aba de “Parâmetros”, usa-se a opção “Períodos” para definir o período de execução da simulação. No caso do presente estudo, utiliza-se os 15 minutos de maior volume de veículos para analisar uma situação crítica de hora de pico, bem como a hora de maior volume como parâmetro de comparação.

Figura 22 - Aba de ajuste de período de simulação.



Fonte: captura de tela do *InfraWorks*.

- 3) **Determinação da demanda:** Na aba de “Demanda”, é possível definir os volumes de veículos para a simulação. A demanda é definida através de uma matriz OD (origem e destino) que permite inserir o volume para cada um dos movimentos de fluxo presentes no sistema.

Figura 23 - Aba de ajuste de demanda.

Perfil	2	3	4	5	6	Total
1	15	972	15	3	3	1009
4	2	20		10	10	42
5		2			189	191
6		100		218		318
7	704	5	5	5	5	724
Total	721	1099	20	236	207	2283

Fonte: captura de tela do *InfraWorks*.

- 4) **Rodagem da simulação:** A partir da calibração do modelo através da inserção dos dados pertinentes a simulação, é possível “Executar a simulação” onde será gerada uma animação com o movimento dos veículos e algumas faixas em destaque para demonstração das filas que resultam desse sistema. As faixas em vermelho representam filas onde há um atraso significativo. Além disso, dentro do Painel de Analista de Tráfego é possível ter acesso aos dados de saída referentes aos resultados da simulação.

4. RESULTADOS

Como mencionado anteriormente, o estudo trata-se da análise de resultados referentes à simulação microscópica do modelo gerado para o problema de operação do tráfego em um ponto específico na cidade de Macapá-AP. Os dados de entrada referentes à demanda do tráfego foram processados a partir das informações obtidas nas contagens volumétricas. Já os dados de saída do modelo de simulação representam diversos cenários pontuados que serão comparados para melhor visualização dos problemas e soluções.

4.1. DADOS

Os dados referentes a demanda do tráfego coletados mediante a metodologia apresentada no capítulo anterior estão dispostos na íntegra no anexo 2 do trabalho, além de estarem representados nos gráficos e fluxogramas a seguir.

Tabela 5 - Tabela resumo cronograma de contagens volumétricas.

Turno	Período	Nº de dias	Nº de pontos de contagens
Manhã	07:15 às 09:30	3 (terça/quarta/quinta)	5
Tarde	16:15 às 19:00	3 (terça/quarta/quinta)	5

Fonte: Autor.

As contagens foram realizadas seguindo as orientações normativas dos manuais do DNIT, onde os dias e horários foram escolhidos de maneira a contemplar tanto o pico semanal quanto as horas de pico nesses dias. O intuito é registrar os maiores volumes possíveis para o sistema de forma a caracterizar a situação mais desfavorável que esse pode se encontrar.

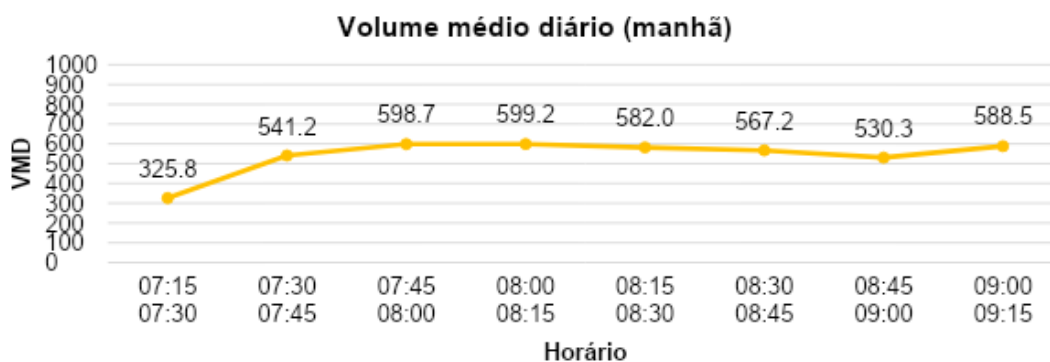
O ponto 01 de contagem foi instalado na interseção entre a Rodovia Perimetral Norte e Avenida Acre, atuando de maneira principal no levantamento do fluxo seguindo pela rodovia no sentido em direção à Zona Norte como indicado na Figura 24. Os resultados da contagem volumétrica encontram-se resumidos nos gráficos a seguir.

Figura 24 - Indicação do ponto 01 de contagem.



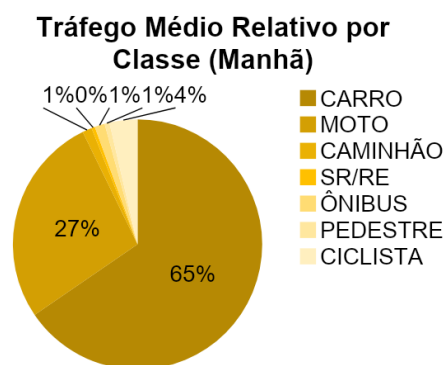
Fonte: Google Earth.

Gráfico 1 - Dados coletados no ponto 01 turno da manhã.

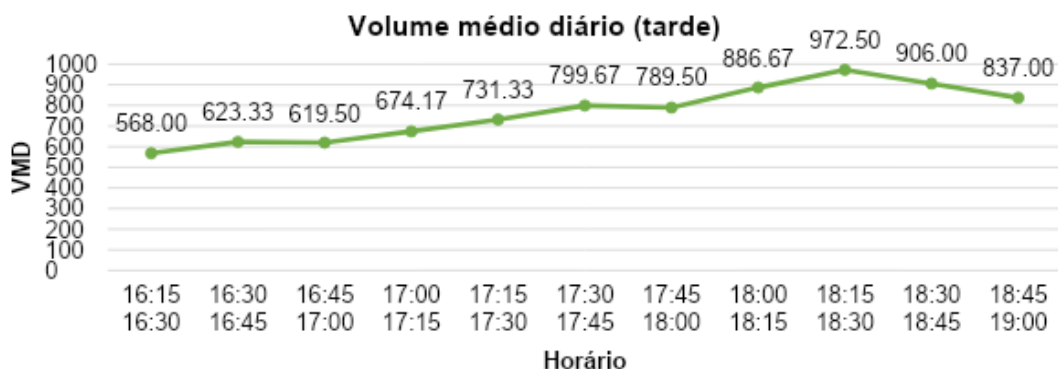


Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

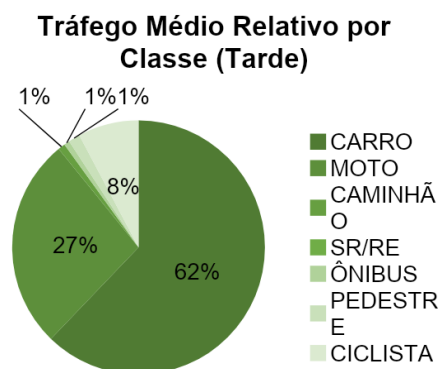
Gráfico 2 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 01 (manhã).



Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Gráfico 3 - Dados coletados no ponto 01 turno da tarde.

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Gráfico 4 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 01 (tarde).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Tabela 6 - Fator Horário de Pico (FHP) para o ponto 01.

Turno	FHP
Manhã	0,96
Tarde	0,92

Fonte: Autor.

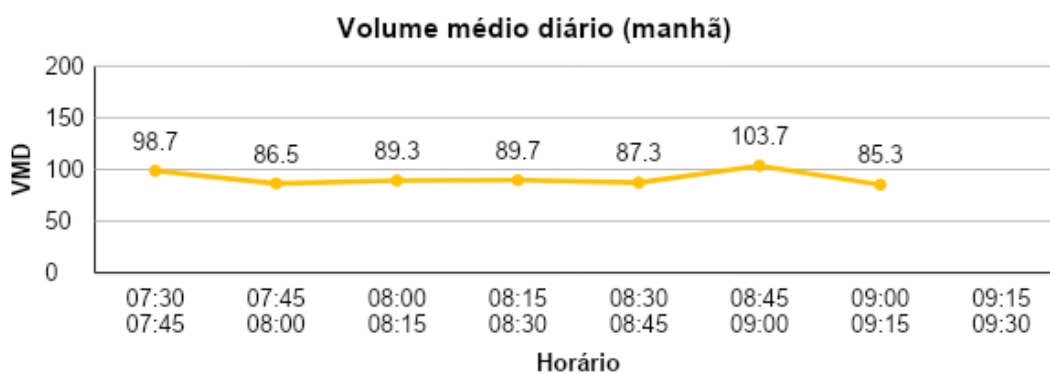
O ponto 02 de contagem foi instalado na Ponte do Canal do Jandiá, atuando no levantamento dos fluxos referentes aos dois sentidos que a ponte opera atualmente, como indicado na Figura 25. Os resultados da contagem volumétrica encontram-se resumidos nos gráficos seguintes.

Figura 25 - Indicação do ponto 02 de contagem.



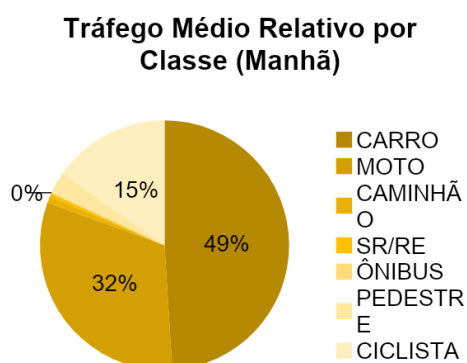
Fonte: Google Earth.

Gráfico 5 - Dados coletados no ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte (manhã).

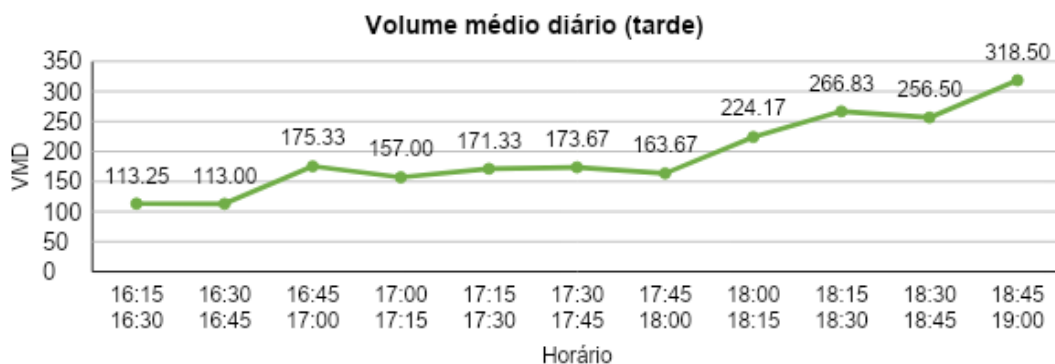


Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

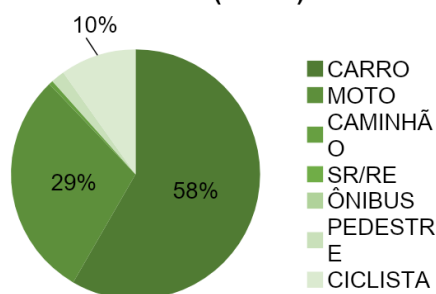
Gráfico 6 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte (manhã).



Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Gráfico 7 - Dados coletados no ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte (tarde).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

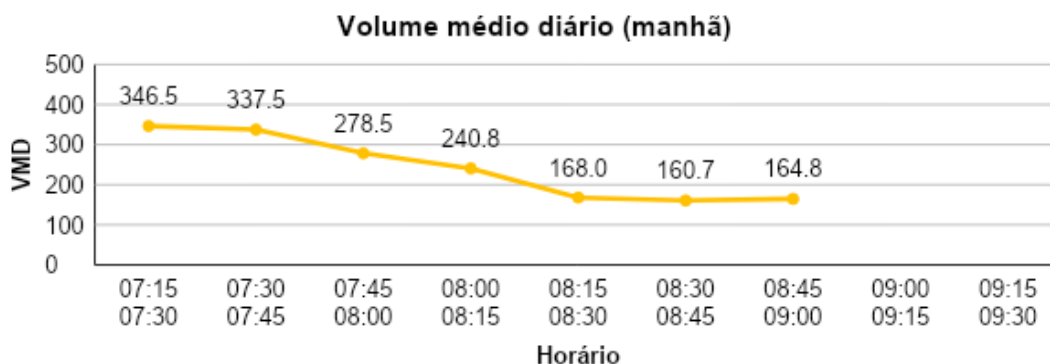
Gráfico 8 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte (tarde).**Tráfego Médio Relativo por Classe (Tarde)**

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

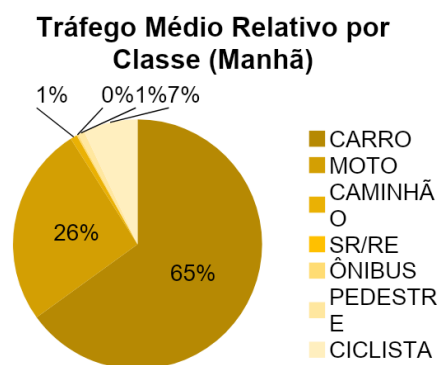
Tabela 7 - Fator Horário de Pico (FHP) para o ponto 02 - sentido Zona Sul-Zona Norte.

Turno	FHP
Manhã	0,87
Tarde	0,89

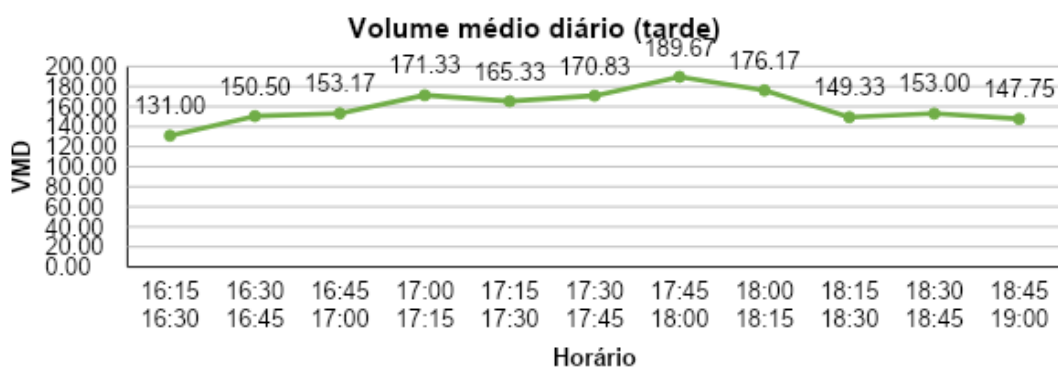
Fonte: Autor.

Gráfico 9 - Dados coletados no ponto 02 - sentido Zona Norte-Zona Sul (manhã).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

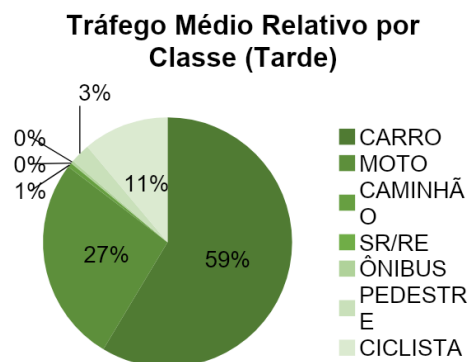
Gráfico 10 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 02 - sentido Zona Norte-Zona Sul (manhã).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Gráfico 11 - Dados coletados no ponto 02 - sentido Zona Norte-Zona Sul (tarde).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Gráfico 12 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 02 - sentido Zona Norte-Zona Sul (tarde).



Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Tabela 8 - Fator Horário de Pico (FHP) para o ponto 02 - sentido Zona Norte-Zona Sul.

Turno	FHP
Manhã	0,86
Tarde	0,86

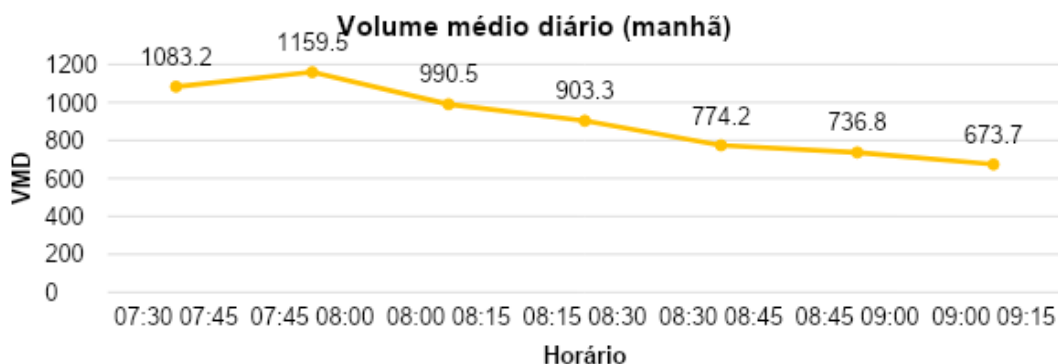
Fonte: Autor.

O ponto 03 de contagem foi instalado no aterro lateral à Ponte Sérgio Arruda, atuando no levantamento do fluxo referente à saída da Zona Norte, sentido em direção à Zona Sul, como indicado na Figura 26. Os resultados da contagem volumétrica encontram-se resumidos nos gráficos seguintes.

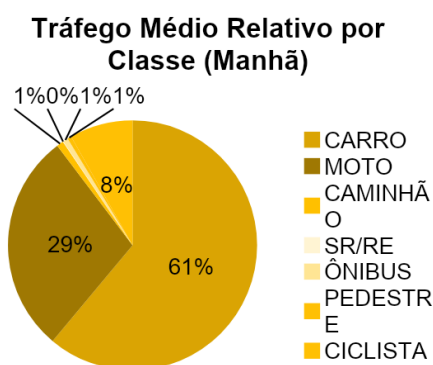
Figura 26 - Indicação do ponto 03 de contagem.



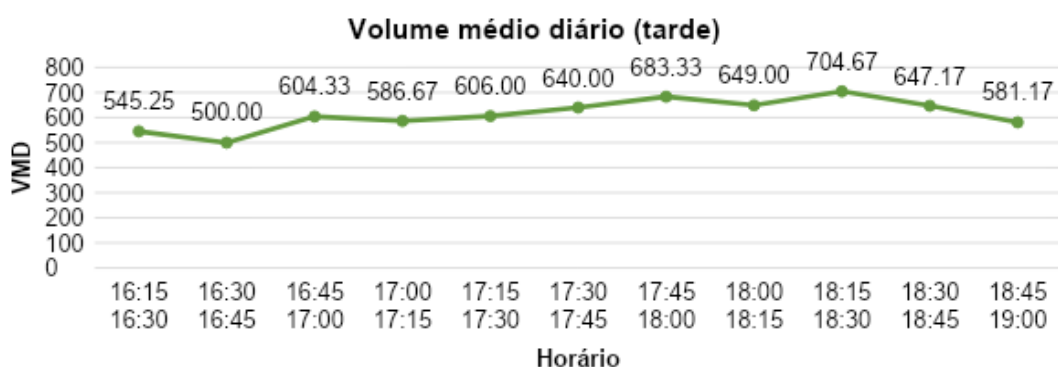
Fonte: Google Earth.

Gráfico 13 - Dados coletados no ponto 03 (manhã).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

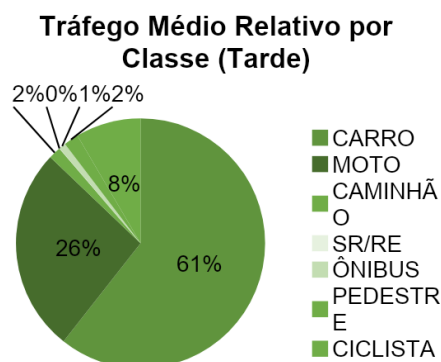
Gráfico 14 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 03 (manhã).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Gráfico 15 - Dados coletados no ponto 03 (tarde).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Gráfico 16 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 03 (tarde).



Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Tabela 9 - Fator Horário de Pico (FHP) para o ponto 03.

Turno	FHP
Manhã	0,90
Tarde	0,92

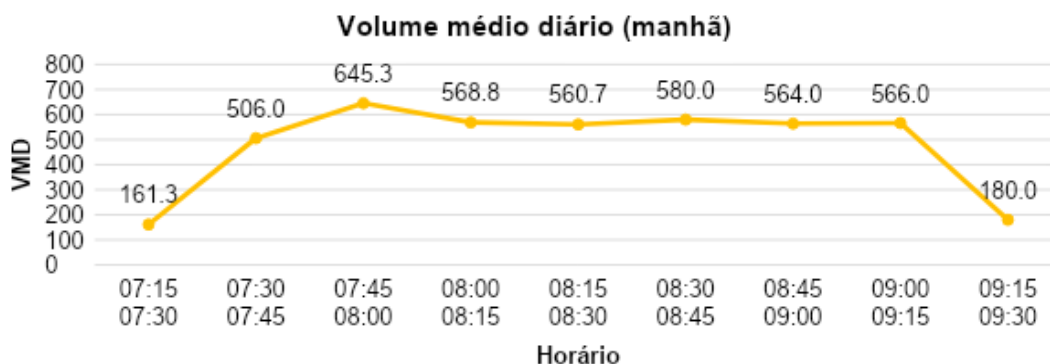
Fonte: Autor.

O ponto 04 de contagem foi instalado após a Ponte Sérgio Arruda, atuando no levantamento do fluxo referente à entrada na Zona Norte, como indicado na Figura 27. Os resultados da contagem volumétrica encontram-se resumidos nos gráficos seguintes.

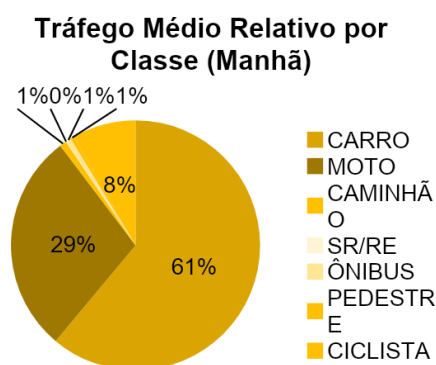
Figura 27 - Indicação do ponto 04 de contagem.



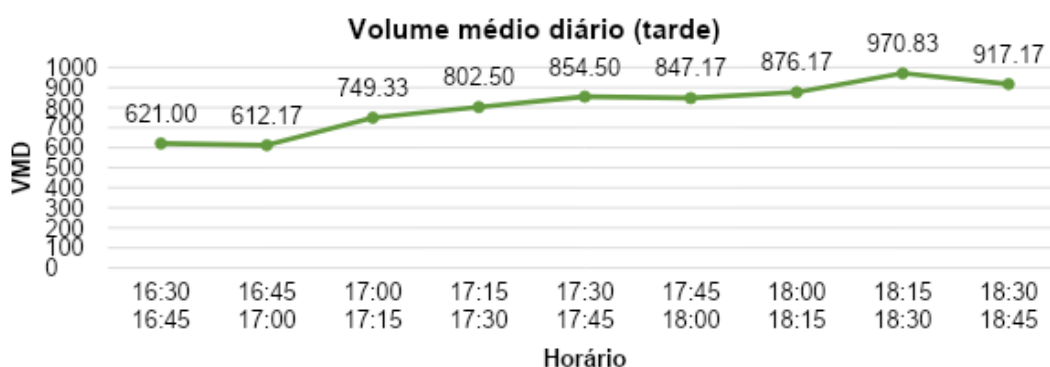
Fonte: Google Earth.

Gráfico 17 - Dados coletados no ponto 04 (manhã).

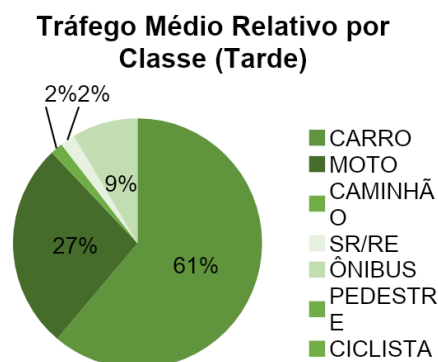
Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Gráfico 18 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 04 (manhã).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Gráfico 19 - Dados coletados no ponto 04 (tarde).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Gráfico 20 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 04 (tarde).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Tabela 10 - Fator Horário de Pico (FHP) para o ponto 04.

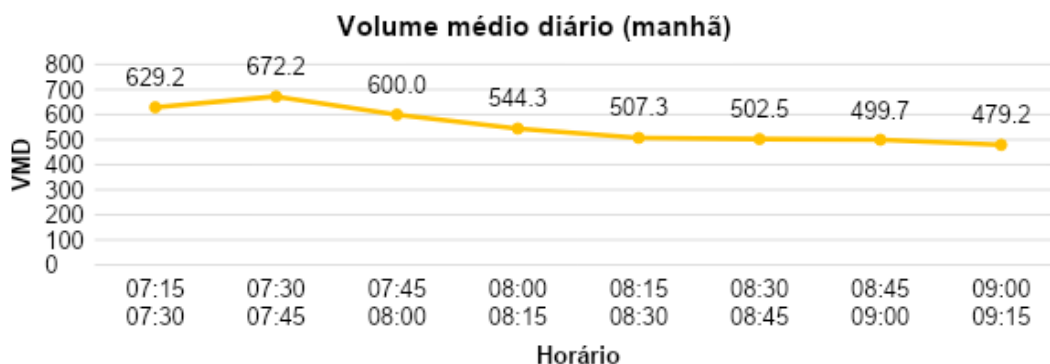
Turno	FHP
Manhã	0,89
Tarde	0,89

Fonte: Autor.

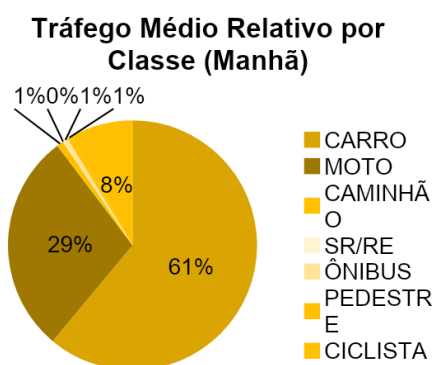
O ponto 05 de contagem foi instalado na Rodovia Perimetral Norte, atuando principalmente no levantamento do fluxo referente ao sentido em direção ao aterro lateral à Ponte Sérgio Arruda, como indicado na Figura 28. Os resultados da contagem volumétrica encontram-se resumidos nos gráficos seguintes.

Figura 28 - Indicação do ponto 05 de contagem.

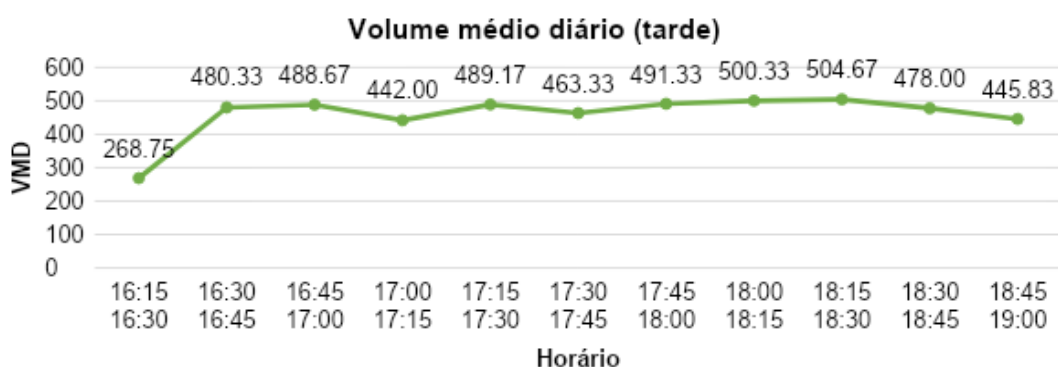
Fonte: Google Earth.

Gráfico 21 - Dados coletados no ponto 05 (manhã).

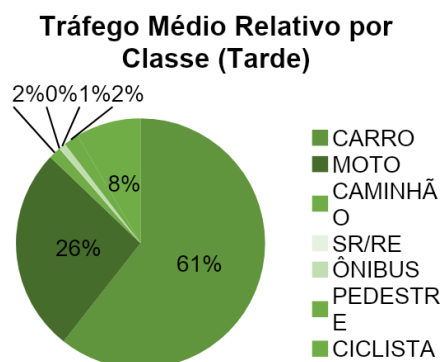
Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Gráfico 22 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 05 (manhã).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Gráfico 23 - Dados coletados no ponto 05 (tarde).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

Gráfico 24 - Representatividade dos tipos de veículos no ponto 05 (tarde).

Fonte: Acervo do Projeto de Extensão, 2021.

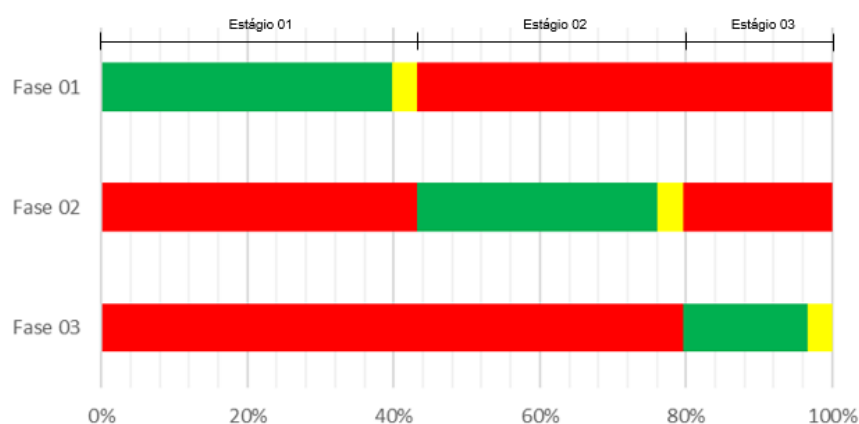
Tabela 11 - Fator Horário de Pico (FHP) para o ponto 05.

Turno	FHP
Manhã	0,88
Tarde	0,93

Fonte: Autor.

Durante o estudo do tráfego local, notou-se que os principais obstáculos referentes a engarrafamento aconteciam onde havia a presença de fluxo interrompido, como exemplo as interseções semaforizadas. Portanto, para maior precisão dos modelos gerados, foi levantado os semáforos existentes dentro da área de estudo, bem como as respectivas configurações de fases e grupos de movimentos. Dessa forma, resume-se as informações coletadas a respeito dos semáforos estudados nos seguintes diagramas.

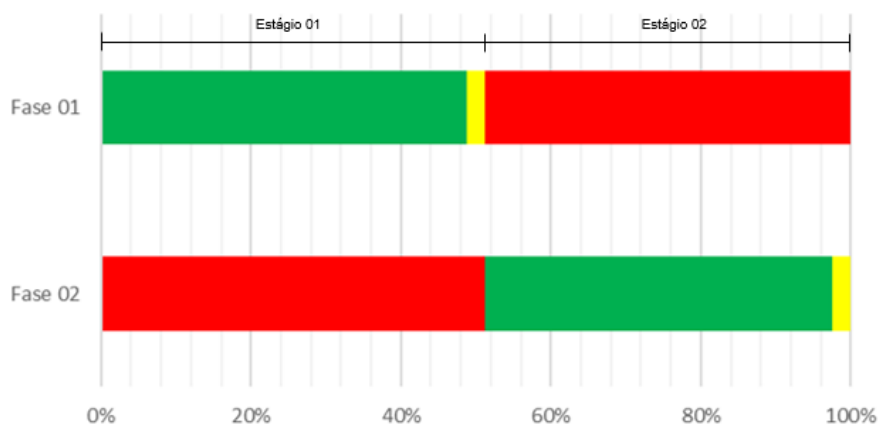
Figura 29 - Diagrama de intervalos luminosos para grupo semafórico da interseção entre a Rua São Paulo e Av. Rio Grande do Norte.



Fonte: Autor.

Neste grupo semafórico foi identificado três fases: uma representa o fluxo de saída da Avenida Maximiano dos Santos Moura (Fase 01), a segunda representa o fluxo de mão dupla da Rua São Paulo (Fase 02) e a terceira representa o fluxo de mão dupla da Avenida Rio Grande do Norte (Fase 03).

Figura 30 - Diagrama de intervalos luminosos para grupo semafórico da interseção entre a Rua Guanabara e Av. Sergipe.



Fonte: Autor.

No segundo grupo semafórico foi identificado duas fases: a primeira representa os fluxos da Rua Guanabara e a segunda representa os fluxos da Av. Sergipe, para todos os movimentos possíveis.

4.2. COMPARAÇÃO ENTRE CENÁRIOS

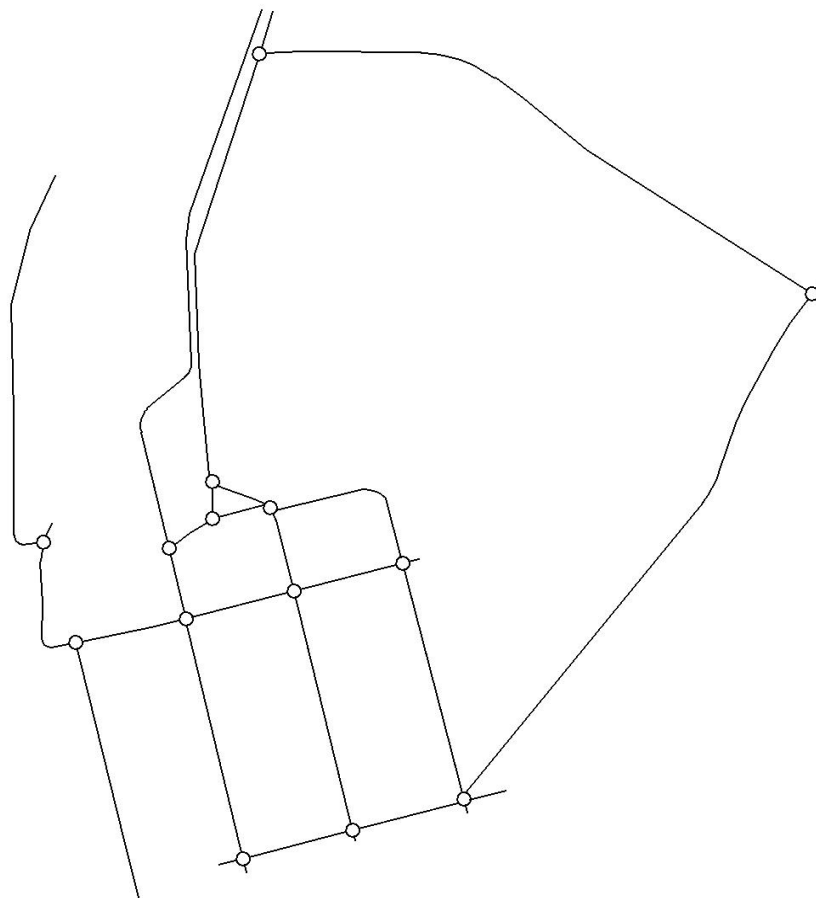
Em posse dos dados necessários para execução das simulações de tráfego, foi desenvolvida a parte prática do estudo de caso. A área de simulação foi definida de forma a englobar os pontos críticos do tráfego atual, bem como as rotas de desvio do tráfego para solução do problema proposto, incluindo as interseções semaforizadas identificadas como maiores geradores de filas.

Figura 31 - Área de estudo de tráfego.



Fonte: Captura de tela do *Infracore*.

Figura 32 - Diagrama link-nó para o estudo de caso.



Fonte: Autor.

Para análise dos resultados foram escolhidos os parâmetros de comparação de acordo com os dados de saída fornecidos pelo Painel de Analista de Tráfego do *InfraWorks*, apresentados em capítulo anterior. Na avaliação das interseções do estudo, serão utilizados ambos os parâmetros: atraso e fila máxima. O atraso, medido em segundos, nos permite avaliar o tempo perdido pelos veículos para atravessar uma interseção. A fila máxima, medida em metros, nos permite avaliar o comprimento da fila de carros que trafegam na via na velocidade limite da fila.

Na observação das vias, foram escolhidos os dados referentes a tempo médio de viagem e velocidade média. O tempo médio de viagem nos permite comparar o tempo que leva para completar o trajeto de um trecho de via, sendo possível deduzir qual cenário gera menores transtornos. A velocidade média nos permite avaliar se a via consegue operar em sua capacidade total nos trechos críticos estudados.

Os resultados das simulações foram comparados em pares de cenários que apresentam situações diferentes para interseções específicas. A primeira comparação se estabelece entre o cenário do tráfego atual (Cenário 01), mantendo-se inalterado os condicionantes do trânsito, e o cenário de tráfego futuro, implementando a configuração presente em projeto para o novo empreendimento a ser construído (Cenário 02). Os resultados dos dois cenários simulados estão presentes na tabela 12, enquanto que a comparação entre os cenários se faz possível através dos gráficos comparativos 25 e 26.

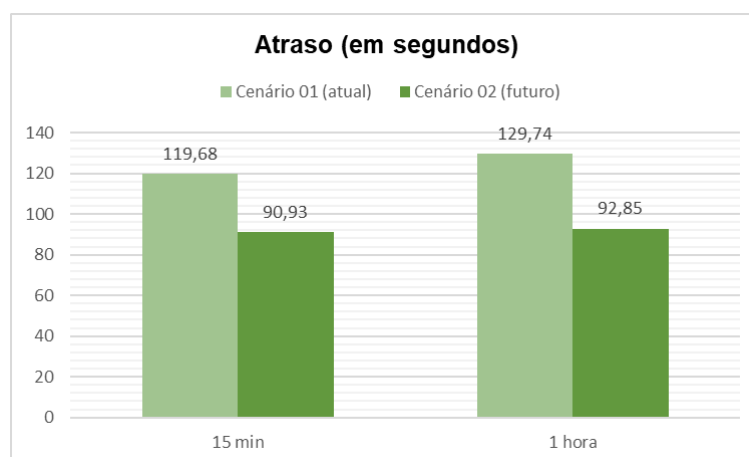
As simulações foram realizadas para os períodos de 15 minutos, sendo utilizado como demanda o volume de veículos dos 15 minutos mais carregados, bem como para o período de 1 hora, sendo utilizado o volume da hora mais carregada. A análise foi realizada para a interseção que apresenta situação crítica, sendo essa a interseção semaforizada entre Rua Guanabara e Av. Sergipe.

Tabela 12 - Resultados referentes aos cenários 01 e 02.

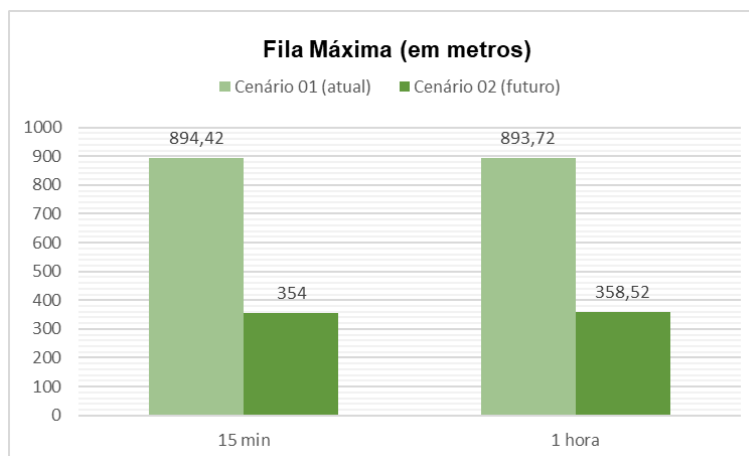
	15 minutos mais carregados		Hora mais carregada	
	Atraso (s)	Fila máxima (m)	Atraso (s)	Fila máxima (m)
Cenário 01	119,68	894,42	129,74	893,72
Cenário 02	90,93	354,00	92,85	358,52

Fonte: Autor.

Gráfico 25 - Comparação do atraso entre cenários 01 e 02.



Fonte: Autor.

Gráfico 26 - Comparação da fila máxima entre cenários 01 e 02.

Fonte: Autor.

Na comparação entre os cenários 01 e 02 é possível perceber que ainda se mantêm atrasos e filas significativas. No entanto, por haver o aumento de uma faixa de rolamento no cenário 02 existe uma diluição do tráfego, ocasionando atrasos e filas menores. As filas máximas indicadas para essa interseção possuem um decréscimo de aproximadamente 60% no cenário 02, assim como uma redução de 25% no tempo de atraso referente à espera de quem trafega pela Rua Guanabara em direção a ponte. Esse indicativo de melhora do tráfego local nos permite certificar a eficiência do projeto de intervenção proposto, tendo em vista a manutenção da mobilidade urbana na cidade de Macapá.

Nas figuras 33 e 34 estão apresentadas as animações tridimensionais geradas pelo software para demonstração dos cenários. A faixa vermelha presente na Rua Guanabara indica exatamente o ponto de formação de filas de congestionamento. Nos dois cenários é possível observar que a existência das filas permanece, dado a permanência do ponto de interrupção do tráfego (semáforo), no entanto, por meio da análise dos gráficos comparativos é possível concluir que a melhoria apresentada no cenário 02 se trata de uma diluição do volume de veículos nessas filas por conta da adição de uma nova faixa de rolamento.

Figura 33 - Animação tridimensional para o cenário 01.



Fonte: Captura de tela do *Infracworks*.

Figura 34 - Animação tridimensional para o cenário 02.



Fonte: Captura de tela do *Infracworks*.

Partindo para a avaliação dos cenários alternativos, tendo em vista a interrupção do tráfego pela Ponte Sérgio Arruda, o cenário 03 apresenta hipótese onde o desvio dos veículos que atravessam a ponte no sentido em direção a Zona Norte será realizado pela Ponte do Canal do Jandiá, com adoção de mão única onde as duas faixas de rolamento funcionarão para o mesmo sentido. Para isso, o volume de tráfego levantado para sentido oposto, será deslocado para a Rua do Boeiro. Com o intuito de comparação, o cenário 03 foi dividido em outros 3 sub-cenários onde foram empregadas diferentes considerações para as interseções do modelo.

No sub-cenário 3.1 adotou-se a configuração real atual de funcionamento das interseções presentes no problema, estando este representado na figura 35. A partir da detecção de pontos de conflito, foram modificadas algumas considerações a respeito de interseções específicas. No sub-cenário 3.2 foi adicionado um novo semáforo na interseção entre a Avenida Maximiano dos Santos Moura e Avenida Pernambuco, como forma de diminuir a fila formada na Avenida Pernambuco que recebeu 10% do volume do tráfego estudado como forma de representar um desvio alternativo. Neste mesmo sub-cenário foi alterada a preferência na interseção entre a Rua do Boeiro e a Rua do Canal do Jandiá adotando um favorecimento ao fluxo proveniente da Rua do Boeiro que receberá também um fluxo maior por conta do desvio de rota. Por fim, o sub-cenário 3.3 considera o trecho da Avenida Rio Grande do Norte situado entre a Rua Guanabara e a Rua São Paulo como mão única para favorecer o fluxo em sentido à Avenida Maximiano dos Santos Moura, bem como foi proposto uma nova divisão de tempos do semáforo para possibilitar maior tempo de verde para onde receberá o maior fluxo.

Figura 35 - Animação tridimensional para o sub-cenários 3.1.



Fonte: Captura de tela do *Infracore*.

Os resultados referentes ao modelo apresentado no sub-cenário 3.1 onde as interseções mantiveram-se inalteradas estão apresentados nas tabelas 13 e 14.

Tabela 13 - Resultados referente ao cenário 3.1.

	15 minutos mais carregados		Hora mais carregada	
	Atraso (s)	Fila máxima (m)	Atraso (s)	Fila máxima (m)
Av. Rio Grande do Norte	135,32	241,50	147,96	241,56
Av. Pernambuco	231,31	220,62	248,75	220,33

Fonte: Autor.

Tabela 14 - Resultados referente ao cenário 3.1.

	15 minutos mais carregados		Hora mais carregada	
	Tempo médio de viagem	Velocidade média (km/h)	Tempo médio de viagem	Velocidade média (km/h)
Rua do Boeiro	00:03:18	13,90	00:04:39	9,90

Fonte: Autor.

Partindo para os sub-cenários 3.2 e 3.3 onde houveram alterações em interseções específicas, os resultados estão apresentados nas tabelas 15, 16 e 17. O diagrama de intervalos luminosos para os novos grupos semafóricos propostos nos dois sub-cenários estão representados nas figuras 33 e 34.

Tabela 15 - Resultados referente ao cenário 3.2.

	15 minutos mais carregados		Hora mais carregada	
	Atraso (s)	Fila máxima (m)	Atraso (s)	Fila máxima (m)
Av. Pernambuco	33,84	113,38	19,18	92,97

Fonte: Autor.

Tabela 16 - Resultados referente ao cenário 3.2.

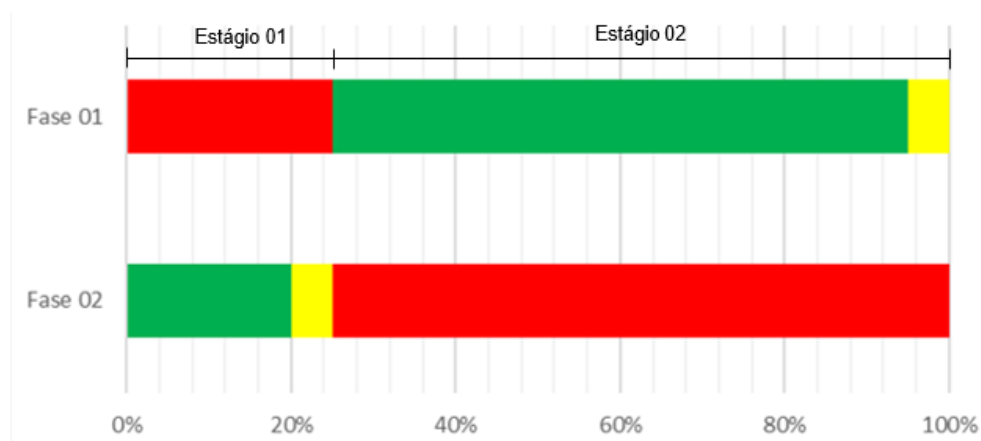
	15 minutos mais carregados		Hora mais carregada	
	Tempo médio de viagem	Velocidade média (km/h)	Tempo médio de viagem	Velocidade média (km/h)
Rua do Boeiro	00:00:42	39,50	00:01:19	23,00

Fonte: Autor.

Tabela 17 - Resultados referente ao cenário 3.3.

	15 minutos mais carregados		Hora mais carregada	
	Atraso (s)	Fila máxima (m)	Atraso (s)	Fila máxima (m)
Av. Rio Grande do Norte	58,23	277,87	59,90	358,78

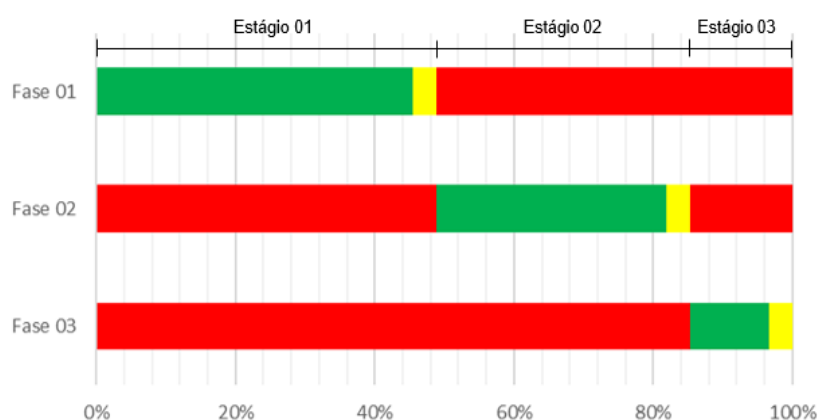
Fonte: Autor.

Figura 36 - Diagrama de intervalos luminosos para novo grupo semafórico proposto para interseção entre a Av. Maximiano dos Santos Moura e Av. Pernambuco.

Fonte: Autor.

Nesse novo grupo semafórico proposto a Fase 01 com maior tempo de verde seria implementada para o grupo de movimentos referente à Avenida Maximiano dos Santos Moura que possuirá o maior volume de veículos.

Figura 37 - Diagrama de intervalos luminosos para novo grupo semafórico proposto para interseção entre a Av. Rio Grande do Norte e Rua São Paulo.

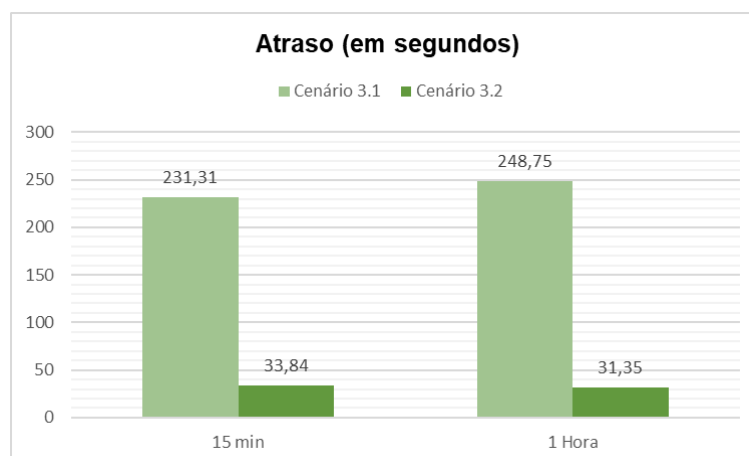


Fonte: Autor.

Nesse cenário de grupo semafórico proposto, a fase 01 com maior tempo de verde seria implementada para o grupo de movimentos referente à saída da Avenida Rio Grande do Norte e entrada na Avenida Maximiano dos Santos Moura.

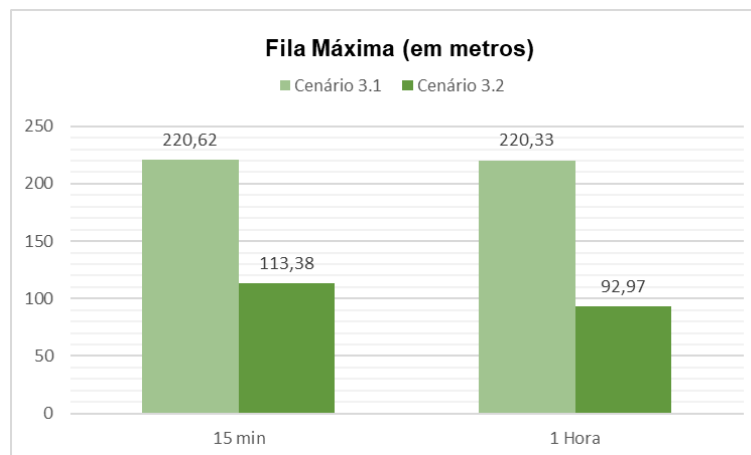
Comparando os sub-cenários para cada uma das interseções críticas temos os seguintes gráficos.

Gráfico 27 - Comparação do atraso entre cenários 3.1 e 3.2 para interseção da Av. Pernambuco.



Fonte: Autor.

Gráfico 28 - Comparação da fila máxima entre cenários 3.1 e 3.2 para interseção da Av. Pernambuco.



Fonte: Autor.

Comparando os parâmetros para a interseção da Avenida Pernambuco é possível observar um decréscimo das filas e atrasos nos cenários observados. O cenário 3.2 onde é considerando a implantação de novo grupo semafórico como solução para as grandes filas observadas no cenário 3.1 mostra uma diminuição de aproximadamente 85% no tempo de atraso gerado, mesmo que o tempo de verde que favoreça essa fila seja somente um quarto ($\frac{1}{4}$) do ciclo semafórico completo. Por conta do grande fluxo que será exercido pela Avenida Maximiano dos Santos Moura devido ao desvio de rota estudado, uma sinalização de parada obrigatória iria disponibilizar um tempo para conversão de quem vem pela Avenida Pernambuco muito pequeno, sendo essa a causa de filas tão grandes no cenário 3.1. No gráfico 28 é possível observar também uma redução das filas máximas em torno de 50%, destacando a eficiência para a solução adotada.

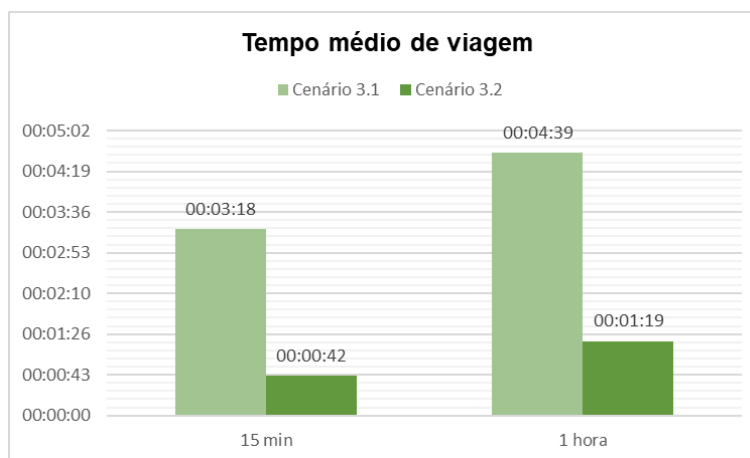
Na figura 38 está representada a animação para a interseção da Avenida Pernambuco, onde é possível observar a ausência da faixa vermelha indicando grandes filas de congestionamento. Dessa forma, conclui-se que a medida adotada atende as expectativas para o cenário simulado.

Figura 38 - Animação tridimensional para o sub-cenário 3.2.



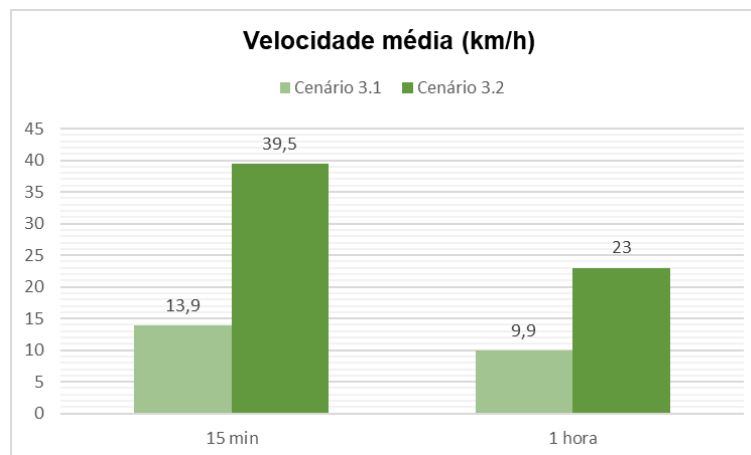
Fonte: Captura de tela do *Infraworks*.

Gráfico 29 - Comparação do tempo médio de viagem entre cenários 3.1 e 3.2 para a interseção da Rua do Boeiro.



Fonte: Autor.

Gráfico 30 - Comparação da velocidade média entre cenários 3.1 e 3.2 para a interseção da Rua do Boeiro.



Fonte: Autor.

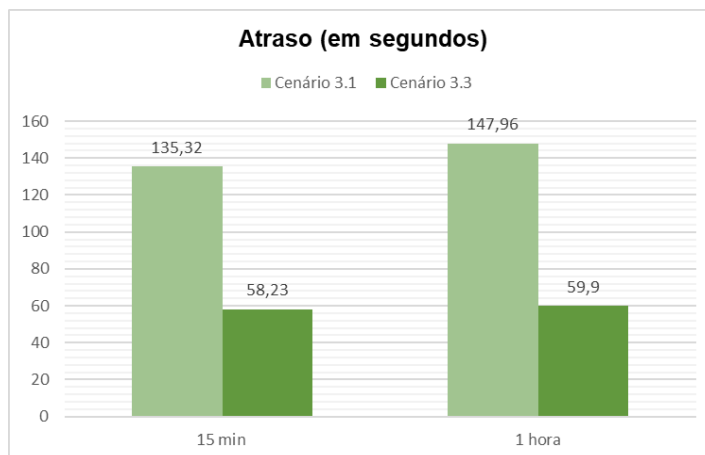
Ainda se tratando dos cenários 3.1 e 3.2, outra comparação a ser feita é a respeito do desvio de rota realizado pela Rua do Boeiro. Quando considerado uma parada obrigatória como no cenário 3.1 temos uma geração de fila por conta da interrupção do fluxo de maior volume em relação ao fluxo que cruza esta via (Rua do Canal do Jandiá) que é notoriamente menos denso. Os gráficos 29 e 30 mostram que o tempo médio de viagem para percorrer o trecho da Rua do Boeiro compreendido na área de estudo diminui em uma média de 75%, enquanto que a velocidade média para um veículo percorrer este trecho aumenta em mais de 100%. Torna-se evidente a importância de se considerar a via de maior fluxo quando se delimita a preferência de vias em uma interseção. A figura 39 apresenta a animação tridimensional para a Rua do Boeiro, evidenciando a melhora no fluxo por conta da ausência de filas.

Figura 39 - Animação tridimensional para o sub-cenário 3.2.



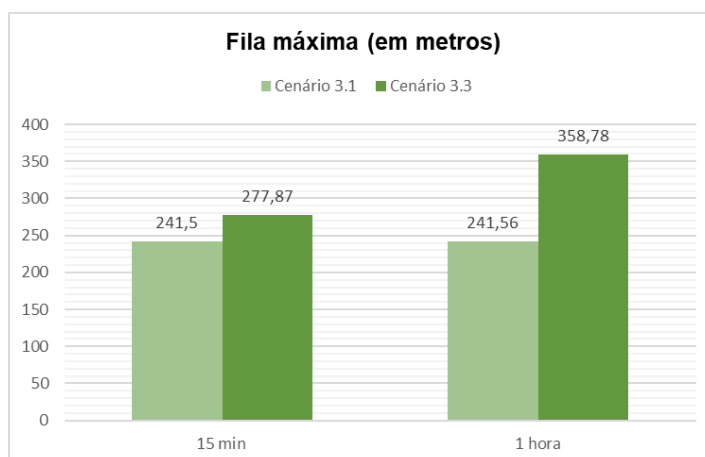
Fonte: Captura de tela do *Infracore*.

Gráfico 31 - Comparação do atraso entre cenários 3.1 e 3.3 para a interseção da Avenida Rio Grande do Norte.



Fonte: Autor.

Gráfico 32 - Comparação da fila máxima entre cenários 3.1 e 3.3 para a interseção da Avenida Rio Grande do Norte.



Fonte: Autor.

Por fim, a comparação entre os cenários 3.1 e 3.3 nos permite avaliar a situação para a interseção entre a Rua São Paulo e a Avenida Rio Grande do Norte, que é o ponto de maior conflito por ser o principal desvio da rota que hoje é recebida pela Ponte Sérgio Arruda. Em uma circunstância crítica como a que baseia este estudo, é muito complexo conseguir solução para todos os problemas, porém o importante é conseguir minimizá-los. Comparando as filas geradas nos dois cenários, pode-se observar que elas são mantidas e, segundo os resultados apresentados, podem até serem aumentadas. No entanto, a grande questão que é visada nessa solução é a de diminuição do tempo de atraso. O gráfico 31 mostra que com a solução adotada no cenário 3.3 é possível reduzir o tempo de atraso em até 60%, isso por conta do

melhoramento da disposição de tempos no grupo semafórico presente na interseção. A figura 40 apresenta a animação tridimensional gerada para este cenário onde é possível observar a alteração da cor da fila na interseção, apresentando potencial melhora.

Figura 40 - Animação tridimensional para o sub-cenário 3.3.



Fonte: Captura de tela do *Infraworks*.

4.3. PLANEJAMENTO DE ROTA ALTERNATIVA

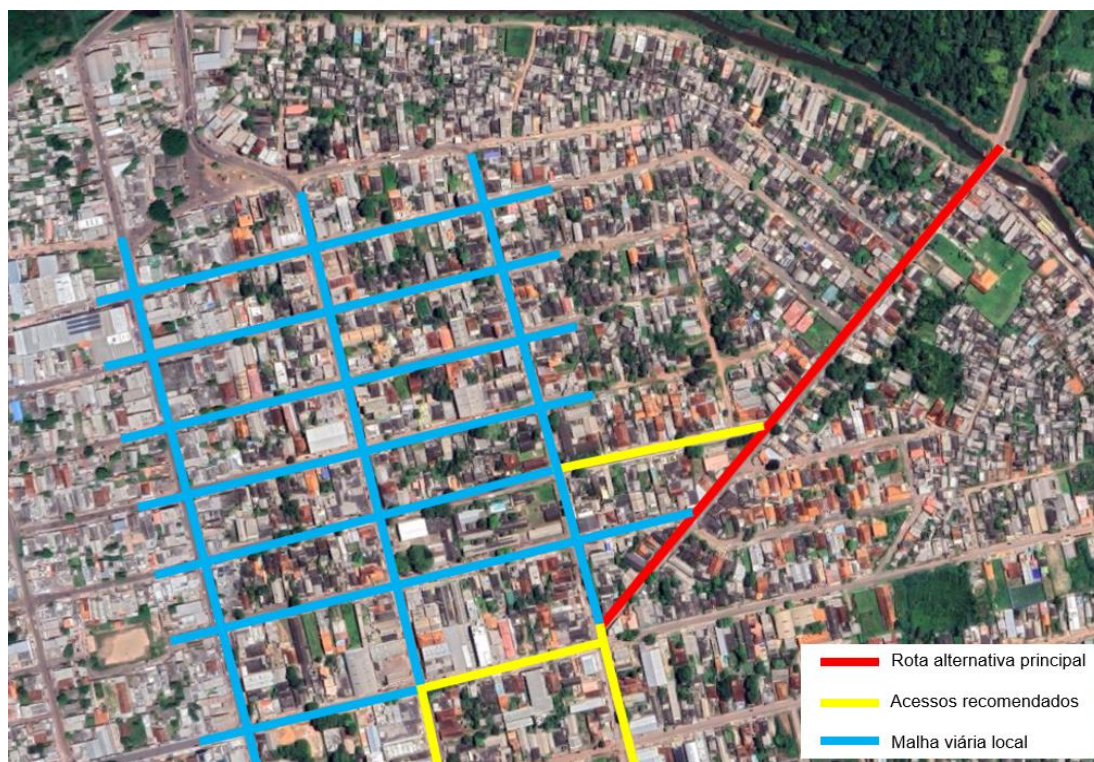
Com base na avaliação dos resultados obtidos a partir das simulações de tráfego realizadas para o presente estudo de caso é possível pontuar algumas recomendações a respeito do planejamento para as rotas alternativas que receberão o deslocamento dos volumes de veículos estudados. Como mostrado na caracterização do problema, as opções de rotas que interligam a Zona Norte com o centro da cidade de Macapá são limitadas, e isso se dá por conta da presença do corpo d'água do Canal do Jandiá que atravessa a cidade e exige infraestrutura específica para atravessá-lo sem prejudicar o curso da água causando grandes impactos ambientais. Portanto, após identificadas as rotas que possibilitam o percurso de acesso à Zona Norte e após realizado os estudos necessários para caracterização da operação dos acessos alternativos, é viável a indicação do melhor itinerário e as modificações necessárias no trânsito atual para que a proposta seja executável.

O primeiro ponto a se destacar no planejamento seria a mudança de categoria da via contemplada pela Ponte do Canal do Jandiá, adotando-se uma única mão para as duas faixas de rolamento atuando no sentido em direção à Zona Norte. É importante destacar que por conta de sua curvatura a ponte exige uma diminuição de velocidade para atravessá-la que pode ser prejudicial a fluidez do trânsito, no entanto, com a utilização de sua totalidade em um único sentido, é possível conseguir melhor aproveitamento de seu espaço causando uma diminuição de conflitos que a mão dupla ocasiona.

Para dar acesso a Ponte do Canal do Jandiá, por meio da Avenida Maximiano dos Santos Moura, foram escolhidas as vias Avenida Rio Grande do Norte e Avenida Pernambuco por proporcionarem um menor trajeto levando em consideração tanto os veículos que vêm do centro da cidade quanto os veículos que se originam das redondezas do bairro do Pacoval. Na figura 35 é indicada a malha viária do bairro com todas as ruas que podem chegar até a rota proposta, bem como as duas vias pontuadas como melhores caminhos de acesso. Como mostrado nos cenários de simulação estudados, para que haja melhor operação dos acessos são sugeridos a instauração de novo semáforo, bem como a adaptação de intervalos de semáforo existente e, ainda, uma extensão da mão única até a Rua Guanabara como forma de melhorar o fluxo da rota proposta.

As avenidas indicadas em amarelo e vermelho no mapa, as quais receberão os maiores volumes de tráfego na rota proposta, possuem sua infraestrutura em boas condições, com pavimento conservado sem grandes patologias visíveis, bem como larguras adequadas para o recebimento dos fluxos estudados. As vias podem ser visualizadas na figura 36.

Figura 41 - Mapeamento de rota alternativa.



Fonte: Autor.

Figura 42 - Avenida Pernambuco, Avenida Rio Grande do Norte e Avenida Maximiano dos Santos Moura.



Fonte: Autor.

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho se propôs a estudar o tráfego existente na atual Ponte Sérgio Arruda e, por meio do uso de simulações com o auxílio de software apropriado, analisar a operação de vias alternativas para compreender a situação do tráfego em um momento crítico onde a ponte atual esteja inoperante.

Para tal análise de operação do tráfego foram necessários estudos de contagens volumétricas para caracterização do volume de veículos, que posteriormente foi utilizado como dado de entrada referentes à demanda nos modelos de simulação criados. Os dados de contagens são importantes para maior precisão dos modelos, que serão mais realistas quanto mais informações reais forem inseridas.

As simulações de tráfego atuam como importante ferramenta para previsão de cenários pois trabalham de forma matemática para estimar como um sistema poderá funcionar a partir da interação de elementos que o compõem. O uso de simulação se torna favorável pela possibilidade de representar diversas alternativas com poucos esforços, o que contribui para um maior entendimento de um sistema. O software escolhido para a realização do presente trabalho foi de grande utilidade por apresentar interface bastante intuitiva e ferramentas funcionais que permitiram a visualização do problema em animações tridimensionais.

Quanto à situação problema presente na hipótese deste trabalho, é possível concluir que se trata de um problema que envolve muitos fatores e que por falta de alternativas se torna de difícil resolução completa. Os transtornos gerados no tráfego local estão intrínsecos ao caso avaliado, porém algumas soluções podem ser propostas para minimizar as adversidades, sendo que nenhuma delas consegue suprir efetivamente a ausência da ponte atual durante as obras do novo empreendimento. Dentre os cenários simulados, o que apresentou melhor resultado foi o cenário proposto com a Ponte do Canal do Jandiá atuando em sentido único, com a adoção de novos grupos semaforicos e mudança de sentido do fluxo na Avenida Rio Grande do Norte. O planejamento de rota proposto utiliza as vias que estão dentro da área do escopo do trabalho e que possibilitam menor trajeto dentro do sistema, porém adotando as mudanças sugeridos no cenário de melhor desempenho. As simulações de tráfego se mostraram importantes para comprovar a melhoria que essas propostas causaram no sistema.

5.1. LIMITAÇÕES DO TRABALHO

As principais limitações do trabalho foram a falta de informações mais detalhadas sobre o tráfego na região. Os estudos de tráfego e contagens volumétricas realizados forneceram um bom parâmetro a respeito dos fluxos nas vias principais, no entanto, observando a malha viária, existem muitos outros volumes menores de vias locais que se coletados forneceriam informações mais precisas do tráfego local como um todo. Além disso, as contagens volumétricas deveriam ser acompanhadas de um estudo de Origem/Destino para melhor compreensão das origens do tráfego. Por se tratar de vias com muito movimento de veículos, a interrupção do trânsito para aplicação de questionários que aumentariam as informações presentes no estudo ocasionaria um grande transtorno e demandaria uma equipe de campo ainda maior. O estudo precisou ser limitado a uma área microscópica por conta da falta de informações a respeito do macro.

5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Algumas sugestões para trabalhos futuros estão listadas a seguir:

- I. Estudo da mobilidade urbana na região como um todo, incluindo informações sobre transporte não motorizados;
- II. Estudo de segurança viária e índice de acidentes de trânsito para a região de estudo;
- III. Estudo aprofundado a respeito da implantação dos grupos semaforicos propostos no estudo;
- IV. Análise das condições da infraestrutura física das vias estudadas.

REFERÊNCIAS

- AVRAMOVIC, Samantha; JOHNSON, Emelie. Evaluation of Autodesk InfraWorks 360 and PTV Vissim: A comparative study of two traffic simulation software products. Gothenburg: Chalmers University of Technology, 2017.
- Brasil. Conselho Nacional de Trânsito, CONTRAN. Resolução 483/14; Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito, Sinalização Semafórica, V.
- Brasil. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de estudos de tráfego. - Rio de Janeiro, 2006. 384 p. (IPR. Publ., 723).
- Brasil. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de projeto geométrico de travessias urbanas. Rio de Janeiro, 2010. 392p. (IPR. Publ., 740).
- CAMPOS, Vânia Barcellos Gouvêa. MÉTODO DE ALOCAÇÃO DE FLUXO NO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA: DEFINIÇÃO DE ROTAS DISJUNTAS. Orientador: Paulo Afonso Lopes da Silva. 1997. 222 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.
- DER/SP. Manual de Segurança Viária, São Paulo: Editora Tribo da Ilha, 2023.
- DNIT. Portaria nº1.282/2008. Fase 4 - Sistema de Informação de Segurança viária: Produto 11 - Concepção do Sistema de Informação de Segurança Viária, Santa Catarina: UFSC, fev. 2009.
- DOROKHIN, Sergey, et al. Traffic simulation: an analytical review. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020.
- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. U.S. Department of Transportation. Traffic Analysis Toolbox Volume III: Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software, Washington, D.C.: Noblis, v. 3, 2019.
- GARBER, Nicholas J.; HOEL, Lester A. Traffic and Highway Engineering. 4. ed. Virginia: Cengage Learning, 2009. 1230 p.
- INFRAWORKS: modele conceitos de projeto de infraestrutura e construção com o contexto do mundo real. [S. l.]: Autodesk, 2022. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/infraworks/overview>. Acesso em: jun. 2023.
- KAWAMOTO, Eiji. Análise de Sistemas de transporte. 2. ed. rev. e aum. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2015. 229 p.
- LIEBERMAN, E.; RATHI, A. K. Traffic Simulation. In: GARTNER, N.; MESSER, C.M.; RATHI, A. K. (Eds.) The revised monograph on traffic flow theory. EUA: Federal Highway Administration, 1997. Cap. 10. Disponível em url: <<https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/operations/tft/>> Acesso em março de 2023.

MANNERING, Fred L.; WASHBURN, Scott S. Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis. 5. ed. Florida: Wiley, 2012. 336 p.

OLIVEIRA, Felipe Ramos de *et al.* Estudo de implementação semafórica em uma interseção de Florianópolis. Orientadora: Fernanda Soares de Souza Oliveira. 2021. 37 p. Artigo (Bacharel em Engenharia Civil) - Faculdade Unisociesc, Santa Catarina, 2021.

PORTUGAL, Licínio da Silva, 1950 - Simulação de tráfego: conceitos e técnicas de modelagem / Licínio da Silva Portugal. Rio de Janeiro: Interciência, 2005. 197 p.

ROESS, Roger P. Traffic Engineering. 4. ed. New Jersey: Pearson, 2011. 734 p.

SETTI, José Reynaldo A. Fluxo de veículos e capacidade viária. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 2001. 137 p.

SHANNON, Robert E. Introduction to the art and science of simulation, Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference, 1998.

TOSTES, José Alberto. A “explosão” da zona Norte da cidade de Macapá. 2016a. Disponível em: <<https://josealbertostes.blogspot.com/2016/09/a-explosao-da-zona-norte-da-cidade-de.html>> . Acesso em: Maio de 2023.

TRB - Transportation Research Board (2000) Highway Capacity Manual HCM-2000. National Research Council, Washington, D.C.

VACCARI, Lorreine Santos; FANINI, Valter. Mobilidade Urbana. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar, Paraná, 2016.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. Transporte e meio ambiente: conceitos e informações para análise de impactos. São Paulo: Ed. do Autor, 2006. 200 p.

ANEXO 2 – DADOS DE CONTAGENS VOLUMÉTRICAS

INTERVALOS		07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	VOLUME TOTAL	%
		07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	VOLUME TOTAL
CARRO		0	335	376	423	390	395	397	354	365	0	0	3035	65,58%
MOTO		0	151	153	170	190	149	133	157	151	0	0	1254	27,10%
CAMINHÃO		0	3	0	5	13	7	8	7	9	0	0	52	1,12%
SR/RE		0	4	0	4	4	2	1	3	2	0	0	20	0,43%
ÔNIBUS		0	8	4	4	9	5	11	10	8	0	0	59	1,27%
PEDESTRE		0	3	6	3	5	6	4	1	2	0	0	30	0,65%
CICLISTA		0	30	25	29	25	20	23	18	8	0	0	178	3,85%
TOTAIS		0	534	564	638	636	584	577	550	545	0	0	4628	100,00%
%		0,00%	11,54%	12,19%	13,79%	13,74%	12,62%	12,47%	11,88%	11,78%	0,00%	0,00%	100,00%	0
INTERVALOS		16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	VOLUME TOTAL	%
		16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	VOLUME TOTAL
CARRO		0	427	453	401	431	509	472	517	567	600	334	634	596
MOTO		0	131	120	147	177	200	233	213	305	334	279	279	213
CAMINHÃO		0	13	11	9	5	8	11	10	6	6	6	10	6
SR/RE		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÔNIBUS		0	7	7	6	5	3	7	2	9	3	3	3	13
PEDESTRE		0	8	4	10	13	13	31	15	17	24	23	23	34
CICLISTA		0	25	24	32	53	68	70	74	107	111	88	88	63
TOTAIS		0	611	619	605	684	801	824	831	1011	1078	1037	9026	925
%		0,00%	6,77%	6,86%	6,70%	7,58%	8,87%	9,13%	9,21%	11,20%	11,94%	11,49%	100,00%	10,25%



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO

VIA: Rua Guanabara


Ponto 1

Zona Sul - Zona Norte

SEGMENTO: 19/10/2021

SENTIDO: Francisco / João Vítor / Vitória / Edivaldo / Raissa / Arlan

RESPONSÁVEL:


		UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ													
		DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS													
		CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL													
		PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO													
VIA:		Rua Guanabara													
SEGMENTO:		Ponto 1													
DATA:		20/10/2021		SENTIDO:		Zona Sul - Zona Norte						Francisco / João Vitor / Vitória / Edivaldo / Raissa / Arian			
RESPONSÁVEL:															
INTERVALOS	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	VOLUME TOTAL	%		
	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45				
CARRO	0	0	379	382	388	398	401	374	409	0	0	2731	66,06%		
MOTO	0	0	153	166	177	176	151	142	144	0	0	1109	26,83%		
CAMINHÃO	0	0	1	3	8	8	11	13	11	0	0	55	1,33%		
SR/RE	0	0	2	2	0	1	2	6	4	0	0	17	0,41%		
ÔNIBUS	0	0	6	6	4	6	10	11	9	0	0	52	1,26%		
PEDESTRE	0	0	5	7	4	3	3	6	0	0	0	28	0,68%		
CICLISTA	0	0	31	26	23	23	11	11	17	0	0	142	3,43%		
TOTAIS	0	0	577	592	604	615	589	563	594	0	0	4134	100,00%		
%	0,00%	0,00%	13,96%	14,32%	14,61%	14,88%	14,25%	13,62%	14,37%	0,00%	0,00%	100,00%	0		
INTERVALOS	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	VOLUME TOTAL	%		
	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45				
CARRO	0	394	378	422	470	482	572	558	513	634	612	5609	61,34%		
MOTO	0	133	136	128	219	227	260	274	336	365	272	2581	28,23%		
CAMINHÃO	0	7	8	13	8	8	9	5	6	5	4	80	0,87%		
SR/RE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%		
ÔNIBUS	0	7	9	6	5	4	9	4	6	7	5	70	0,77%		
PEDESTRE	0	8	10	6	3	10	19	9	9	8	14	107	1,17%		
CICLISTA	0	22	20	33	60	81	84	78	85	103	79	697	7,62%		
TOTAIS	0	571	561	608	765	812	953	928	955	1122	986	9144	100,00%		
%	0,00%	6,24%	6,14%	6,65%	8,37%	8,88%	10,42%	10,15%	10,44%	12,27%	10,78%	100,00%	9,66%		



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL
PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO

VIA:	Rua Guanabara	
SEGMENTO:	Ponto 1	
DATA:	21/10/2021	SENTIDO: Zona Sul - Zona Norte
RESPONSÁVEL:	Francisco / João Vítor / Vitória / Edivaldo / Raissa / Arian	

INTERVALOS	07:00		07:15		07:30		07:45		08:00		08:15		08:30		08:45		09:00		09:15		VOLUME TOTAL	%	
	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00			12:15
CARRO	0	306	350	412	382	382	397	337	399	0	399	399	399	397	337	337	399	0	0	0	2965	64,78%	
MOTO	0	143	178	180	180	176	124	110	187	0	187	187	187	124	110	110	187	0	0	0	1278	27,92%	
CAMINHÃO	0	2	2	3	12	5	9	11	13	0	13	13	13	9	11	11	13	0	0	0	57	1,25%	
SR/RE	0	3	1	3	3	2	2	3	5	0	5	5	5	2	3	3	5	0	0	0	22	0,48%	
ÔNIBUS	0	6	6	9	5	9	10	10	9	0	9	9	9	10	10	10	9	0	0	0	64	1,40%	
PEDESTRE	0	2	3	6	3	5	2	1	4	0	4	4	4	2	1	1	4	0	0	0	26	0,57%	
CICLISTA	0	36	21	27	17	19	9	19	17	0	17	17	17	9	19	19	17	0	0	0	165	3,60%	
TOTAIS	0	498	561	640	602	598	553	491	634	0	634	634	634	553	491	491	634	0	0	0	4577	100,00%	
%	0,00%	10,88%	12,26%	13,98%	13,15%	13,07%	12,08%	10,73%	13,85%	0,00%	13,85%	13,85%	13,85%	12,08%	10,73%	10,73%	13,85%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0	
INTERVALOS	16:00		16:15		16:30		16:45		17:00		17:15		17:30		17:45		18:00		18:15		VOLUME TOTAL		%
	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	19:45	20:00	20:15	20:30	20:45	21:00	21:15	21:30	
CARRO	0	0	573	541	470	501	530	573	541	607	613	581	541	573	573	573	541	328	4	4	4	5530	63,14%
MOTO	0	0	129	152	200	212	266	187	335	0	263	244	335	187	187	187	335	0	0	0	2316	26,44%	
CAMINHÃO	0	0	9	8	9	13	6	6	7	0	4	5	7	6	6	6	7	0	0	0	71	0,81%	
SR/RE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
ÔNIBUS	0	0	10	3	5	6	2	4	8	0	4	9	8	4	4	4	8	0	0	0	59	0,67%	
PEDESTRE	0	0	5	13	7	5	14	5	10	12	15	16	10	5	5	5	10	12	12	12	102	1,16%	
CICLISTA	0	0	19	35	54	78	64	71	95	116	97	51	95	71	71	95	96	1075	116	116	680	7,76%	
TOTAIS	0	0	745	752	745	815	882	846	996	1075	996	906	996	846	846	996	1075	12,27%	11,37%	11,37%	8758	100,00%	
%	0,00%	0,00%	8,51%	8,59%	8,51%	9,31%	10,07%	9,66%	11,37%	12,27%	11,37%	10,34%	11,37%	9,66%	9,66%	11,37%	12,27%	11,37%	11,37%	11,37%	100,00%		

		UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ											
		DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS											
		CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL											
		PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU											
VIA:		Ponte do Canal do Jandiaí											
SEGMENTO:		Ponto 2											
DATA:		19/10/2021	SENTIDO:		Zona Norte - Zona Sul								
RESPONSÁVEL:		IVO AZEVEDO E HUDDSON											
INTERVALOS	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	VOLUME TOTAL	%	
	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30			
CARRO	0	0	230	215	237	203	122	108	110	0	1225	66,76%	
MOTO	0	0	88	100	93	60	49	50	42	0	482	26,27%	
CAMINHÃO	0	0	3	1	2	4	3	3	0	0	16	0,87%	
ÔNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	
PEDESTRE	0	0	5	6	4	0	2	1	0	0	5	0,27%	
CICLISTA	0	0	8	21	26	12	12	10	0	0	89	4,85%	
TOTAIS	0	0	335	343	362	280	189	174	152	0	1835	100,00%	
%	0,00%	0,00%	18,26%	18,69%	19,73%	15,26%	10,30%	9,48%	8,28%	0,00%	100,00%		
INTERVALOS	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	VOLUME TOTAL	%	
	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30			
CARRO	0	69	71	68	86	106	246	144	142	171	0	1103	59,43%
MOTO	0	43	33	55	47	54	54	55	67	86	0	494	26,62%
CAMINHÃO	0	4	1	1	2	2	1	0	2	5	0	18	0,97%
ÔNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
PEDESTRE	0	0	4	2	2	3	5	23	9	5	0	1	0,05%
CICLISTA	0	8	10	20	22	16	14	26	37	34	0	187	10,08%
TOTAIS	0	124	119	147	159	181	320	248	257	301	0	1856	100,00%
%	0,00%	6,68%	6,41%	7,92%	8,57%	9,75%	17,24%	13,36%	13,85%	16,22%	0,00%	100,00%	



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL
PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU

VIA:	Ponte do Canal do Jandiá	
SEGMENTO:	Ponto 2	
DATA:	19/10/2021	SENTIDO: Zona Sul - Zona Norte
RESPONSÁVEL:	ALESSANDRA E BÁRBARA	

INTERVALOS	07:00 07:15	07:15 07:30	07:30 07:45	07:45 08:00	08:00 08:15	08:15 08:30	08:30 08:45	08:45 09:00	09:00 09:15	09:15 09:30	VOLUME TOTAL	%
CARRO	0	0	44	41	39	41	44	62	57	0	328	50,08%
MOTO	0	0	32	27	24	38	26	26	26	0	199	30,38%
CAMINHÃO	0	0	1	0	3	1	1	4	0	0	10	1,53%
SR/RE	0	0	0	2	3	0	0	3	0	0	8	1,22%
ÔNIBUS	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0,31%
PEDESTRE	0	0	5	3	0	2	1	2	0	0	13	1,98%
CICLISTA	0	0	21	24	10	17	10	8	5	0	95	14,50%
TOTAIS	0	0	103	97	79	99	83	105	89	0	655	100,00%
%	0,00%	0,00%	15,73%	14,81%	12,06%	15,11%	12,67%	16,03%	13,59%	0,00%	100,00%	

INTERVALOS	16:00 16:15	16:15 16:30	16:30 16:45	16:45 17:00	17:00 17:15	17:15 17:30	17:30 17:45	17:45 18:00	18:00 18:15	18:15 18:30	18:30 18:45	18:45 19:00	VOLUME TOTAL	%
CARRO	0	84	105	108	94	127	125	129	114	93	0	0	979	52,75%
MOTO	0	42	44	34	75	39	44	64	39	63	0	0	444	23,92%
CAMINHÃO	0	2	0	2	4	2	0	1	1	0	0	0	12	0,65%
SR/RE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
ÔNIBUS	0	0	0	1	2	0	1	0	2	0	0	0	6	0,32%
PEDESTRE	0	2	4	3	3	5	5	5	7	9	0	0	43	2,32%
CICLISTA	0	8	5	12	28	29	21	23	34	41	0	0	201	10,83%
TOTAIS	0	138	158	160	206	202	196	222	197	206	0	0	1685	100,00%
%	0,00%	7,44%	8,51%	8,62%	11,10%	10,88%	10,56%	11,96%	10,61%	11,10%	0,00%	0,00%	100,00%	



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO

VIA:	Ponte do Canal do Jandiá	
SEGMENTO:	Ponto 2	
DATA:	20/10/2021	SENTIDO: Zona Norte - Zona Sul
RESPONSÁVEL:	IVO AZEVEDO, RILLIANE, EDUARDO E HUDDSON	

INTERVALOS	07:00		07:15		07:30		07:45		08:00		08:15		08:30		08:45		09:00		09:15		VOLUME TOTAL	%		
	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45	10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00				
CARRO	0	0	232	189	163	95	106	115	0	1129	63,36%													
MOTO	0	0	106	70	61	47	44	47	0	479	26,88%													
CAMINHÃO	0	0	2	0	3	1	2	0	0	14	0,79%													
SR/RE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%													
ÔNIBUS	0	0	1	1	0	1	0	0	0	3	0,17%													
PEDESTRE	0	0	0	5	0	1	1	0	0	11	0,62%													
CICLISTA	0	0	33	21	20	15	11	11	0	146	8,19%													
TOTAIS	0	0	374	286	247	160	164	173	0	1782	100,00%													
%	0,00%	0,00%	20,99%	16,05%	13,86%	8,98%	9,20%	9,71%	0,00%	100,00%														
INTERVALOS																							VOLUME TOTAL	%
16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	17:59	18:00	18:15	18:30	18:45	18:59	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	
0	0	92	107	122	110	125	138	107	18:00	18:15	18:30	18:45	18:59	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	
0	35	37	46	50	46	51	60	57	18:00	18:15	18:30	18:45	18:59	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	
0	3	3	0	0	0	0	0	1	18:00	18:15	18:30	18:45	18:59	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	18:00	18:15	18:30	18:45	18:59	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	
0	1	1	0	0	1	1	0	2	18:00	18:15	18:30	18:45	18:59	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	
0	2	0	1	2	11	5	7	7	18:00	18:15	18:30	18:45	18:59	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	
0	12	3	26	54	71	97	118	152	18:00	18:15	18:30	18:45	18:59	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	
0	145	151	182	228	239	279	323	326	18:00	18:15	18:30	18:45	18:59	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	19:00	
0,00%	4,99%	5,19%	6,26%	7,84%	8,22%	9,59%	11,11%	11,21%	11,21%	11,21%	11,21%	12,04%	12,35%	12,35%	12,35%	12,35%	12,35%	12,35%	12,35%	12,35%	12,35%	12,35%	12,35%	





UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL
PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO

VIA:	Ponte do Canal do Jandiá		
SEGMENTO:	Ponto 2		
DATA:	20/10/2021	SENTIDO:	Zona Sul - Zona Norte
RESPONSÁVEL:	ALESSANDRA, BÁRBARA, JULIANA		


INTERVALOS	07:00 07:15	07:15 07:30	07:30 07:45	07:45 08:00	08:00 08:15	08:15 08:30	08:30 08:45	08:45 09:00	09:00 09:15	09:15 09:30	VOLUME TOTAL	%
CARRO	0	0	68	47	51	62	54	53	53	0	388	49,43%
MOTO	0	0	38	35	45	31	28	40	36	0	253	32,23%
CAMINHÃO	0	0	1	1	2	1	1	2	1	0	9	1,15%
SR/RE	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,13%
ÔNIBUS	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,13%
PEDESTRE	0	0	0	4	4	4	1	0	0	0	13	1,66%
CICLISTA	0	0	35	21	17	15	5	10	17	0	120	15,29%
TOTAIS	0	0	143	108	119	113	90	105	107	0	785	100,00%
%	0,00%	0,00%	18,22%	13,76%	15,16%	14,39%	11,46%	13,38%	13,63%	0,00%	100,00%	

INTERVALOS	16:00 16:15	16:15 16:30	16:30 16:45	16:45 17:00	17:00 17:15	17:15 17:30	17:30 17:45	17:45 18:00	18:00 18:15	18:15 18:30	18:30 18:45	18:45 19:00	VOLUME TOTAL	%
CARRO	0	88	76	75	97	116	139	150	156	203	189	165	1454	50,00%
MOTO	0	25	33	35	51	52	65	56	74	79	75	55	600	20,63%
CAMINHÃO	0	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0,21%
SR/RE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
ÔNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
PEDESTRE	0	0	0	5	1	3	3	2	5	1	2	4	26	0,89%
CICLISTA	0	6	9	34	53	68	90	102	132	154	182	202	1032	35,49%
TOTAIS	0	120	120	151	203	239	297	310	367	437	448	426	3118	100,00%
%	0,00%	4,13%	4,13%	5,19%	6,98%	8,22%	10,21%	10,66%	12,62%	15,03%	15,41%	14,65%	100,00%	


UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ		DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS											
		CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL											
		PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO											
		VIA: Ponte do Canal do Jandia											
SEGMENTO:		Ponto 2											
DATA:		21/10/2021		SENTIDO:		Zona Norte - Zona Sul							
RESPONSÁVEL:		IVO AZEVEDO E HUDDSON											
INTERVALOS	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	VOLUME TOTAL	%	
	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30			
CARRO	0	0	258	223	192	161	116	118	116	0	1184	63,45%	
MOTO	0	0	100	121	79	59	59	40	47	0	505	27,06%	
CAMINHÃO	0	0	7	0	1	1	3	2	3	0	17	0,91%	
SR/RE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	
ÔNIBUS	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	4	0,21%	
PEDESTRE	0	0	1	3	3	3	4	0	1	0	15	0,80%	
CICLISTA	0	0	38	35	18	21	12	7	10	0	141	7,56%	
TOTAIS	0	0	405	382	294	245	195	168	177	0	1866	100,00%	
%	0,00%	0,00%	21,70%	20,47%	15,76%	13,13%	10,45%	9,00%	9,49%	0,00%	100,00%		
INTERVALOS	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	VOLUME TOTAL	%	
	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30			
CARRO	0	0	100	91	110	102	120	115	124	111	102	105	
MOTO	0	0	42	44	54	66	50	60	54	31	46	38	
CAMINHÃO	0	0	4	1	0	1	0	0	1	0	1	1	
SR/RE	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
ÔNIBUS	0	0	0	1	0	0	2	1	2	0	1	0	
PEDESTRE	0	0	0	8	3	5	6	3	4	1	6	6	
CICLISTA	0	0	10	19	21	34	36	22	44	19	10	13	
TOTAIS	0	0	157	164	188	208	214	201	229	163	166	163	
%	0,00%	0,00%	8,47%	8,85%	10,15%	11,23%	11,55%	10,85%	12,36%	8,80%	8,96%	8,80%	
												100,00%	
												100,00%	


		UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ											
		DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS											
		CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL											
		PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO											
VIA:		Ponte do Canal do Jandiá											
SEGMENTO:		Ponto 2											
DATA:		21/10/2021	SENTIDO:		Zona Sul - Zona Norte								
RESPONSÁVEL:		ALESSANDRA E BÁRBARA											
INTERVALOS	07:00 07:15	07:15 07:30	07:30 07:45	07:45 08:00	08:00 08:15	08:15 08:30	08:30 08:45	08:45 09:00	09:00 09:15	09:15 09:30	VOLUME TOTAL	%	
CARRO	0	0	65	63	57	49	66	64	56	0	420	47,84%	
MOTO	0	0	44	39	37	45	38	51	25	0	279	31,78%	
CAMINHÃO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,11%	
SR/RE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,11%	
ÔNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	
PEDESTRE	0	0	11	3	9	7	6	0	2	0	38	4,33%	
CICLISTA	0	0	40	25	19	22	14	10	9	0	139	15,83%	
TOTAIS	0	0	160	131	123	123	124	125	92	0	878	100,00%	
%	0,00%	0,00%	18,22%	14,92%	14,01%	14,01%	14,12%	14,24%	10,48%	0,00%	100,00%		
INTERVALOS	16:00 16:15	16:15 16:30	16:30 16:45	16:45 17:00	17:00 17:15	17:15 17:30	17:30 17:45	17:45 18:00	18:00 18:15	18:15 18:30	VOLUME TOTAL	%	
CARRO	0	0	76	194	116	131	84	57	159	172	180	55,10%	
MOTO	0	0	44	94	69	55	39	26	73	88	66	33,96%	
CAMINHÃO	0	0	4	1	1	0	0	2	1	1	2	0,50%	
SR/RE	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,04%	
ÔNIBUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%	
PEDESTRE	0	0	2	4	7	6	4	3	2	0	2	1,37%	
CICLISTA	0	0	0	0	26	21	37	17	53	23	21	9,03%	
TOTAIS	0	0	126	293	220	213	164	105	288	284	271	100,00%	
%	0,00%	0,00%	6,80%	15,81%	11,87%	11,49%	8,85%	5,67%	15,54%	15,33%	14,62%	23,69%	

		UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ														VOLUME TOTAL		%	
		DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS																	
		CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL														VOLUME TOTAL		%	
		PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO																	
VIA:		Rua do aterro (lateral a ponte)																	
SEGMENTO:		Ponto 3																	
DATA:		19/10/2021																	
RESPONSÁVEL:		Zona Norte - Zona Sul																	
		João Barbosa/ Vinicius Bezerra/ Felipe Chagas/ Mateus Garcia/ Gustavo Mercês																	
INTERVALOS		07:00 07:15	07:15 07:30	07:30 07:45	07:45 08:00	08:00 08:15	08:15 08:30	08:30 08:45	08:45 09:00	09:00 09:15	09:15 09:30	VOLUME TOTAL	%			VOLUME TOTAL	%		
CARRO	0	0	672	700	725	886	577	470	445	0	0	4475	64,20%			4563	61,99%		
MOTO	0	0	394	399	293	248	218	211	175	0	0	1938	27,80%			1857	25,23%		
CAMINHÃO	0	0	3	9	7	7	14	13	14	0	0	67	0,96%			142	1,93%		
SR/RE	0	0	0	1	0	2	1	1	0	0	0	5	0,07%			3	0,04%		
ÔNIBUS	0	0	8	5	8	7	5	6	6	0	0	45	0,65%			64	0,87%		
PEDESTRE	0	0	10	4	6	3	5	0	5	0	0	33	0,47%			131	1,78%		
CICLISTA	0	0	90	110	63	56	36	26	26	0	0	407	5,84%			601	8,16%		
TOTALS	0	0	1177	1228	1102	1209	856	727	671	0	0	6970	100,00%			7361	100,00%		
%	0,00%	0,00%	16,89%	17,62%	15,81%	17,35%	12,28%	10,43%	9,63%	0,00%	0,00%	100,00%			100,00%				
INTERVALOS		16:00 16:15	16:15 16:30	16:30 16:45	16:45 17:00	17:00 17:15	17:15 17:30	17:30 17:45	17:45 18:00	18:00 18:15	18:15 18:30	VOLUME TOTAL	%			VOLUME TOTAL	%		
CARRO	0	382	374	398	380	394	441	474	424	425	183	454	417			4563	61,99%		
MOTO	0	136	136	164	151	141	174	190	202	183	187	187	193			1857	25,23%		
CAMINHÃO	0	17	27	16	17	14	11	9	9	7	9	9	6			142	1,93%		
SR/RE	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0			3	0,04%		
ÔNIBUS	0	7	6	4	10	4	2	8	7	3	3	6	7			64	0,87%		
PEDESTRE	0	6	8	8	17	11	10	15	20	17	17	11	8			131	1,78%		
CICLISTA	0	23	28	36	40	56	66	94	71	81	81	61	45			601	8,16%		
TOTALS	0	571	581	626	616	620	704	790	733	716	716	728	676			7361	100,00%		
%	0,00%	7,76%	7,89%	8,50%	8,37%	8,42%	9,56%	10,73%	9,96%	9,73%	9,73%	9,89%	9,18%			100,00%			


		UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ											
		DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS											
		CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL											
		PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO											
VIA:		Rua do aterro (lateral a ponte)											
SEGMENTO:		Ponto 3											
DATA:		20/10/2021		SENTIDO:		Zona Norte - Zona Sul							
RESPONSÁVEL:		João Barbosa/ Vinicius Bezerra/ Felipe Chagas/ Mateus Garcia/ Gustavo Mercês											
INTERVALOS	07:00 07:15	07:15 07:30	07:30 07:45	07:45 08:00	08:00 08:15	08:15 08:30	08:30 08:45	08:45 09:00	09:00 09:15	09:15 09:30	VOLUME TOTAL	%	
CARRO	0	0	716	704	671	538	482	485	510	0	4106	59,65%	
MOTO	0	0	353	463	344	212	226	243	173	0	2014	29,26%	
CAMINHÃO	0	0	3	9	10	10	7	9	13	0	61	0,89%	
SR/RE	0	0	1	0	2	1	0	1	0	0	5	0,07%	
ÔNIBUS	0	0	8	5	13	2	6	9	3	0	46	0,67%	
PEDESTRE	0	0	11	3	6	4	5	7	0	0	36	0,52%	
CICLISTA	0	0	160	143	98	59	59	57	39	0	615	8,94%	
TOTAIS	0	0	1252	1327	1144	826	785	811	738	0	6883	100,00%	
%	0,00%	0,00%	18,19%	19,28%	16,62%	12,00%	11,40%	11,78%	10,72%	0,00%	100,00%		
INTERVALOS	16:00 16:15	16:15 16:30	16:30 16:45	16:45 17:00	17:00 17:15	17:15 17:30	17:30 17:45	17:45 18:00	18:00 18:15	18:15 18:30	VOLUME TOTAL	%	
CARRO	0	372	408	418	380	434	417	465	432	396	401	362	
MOTO	0	133	171	169	167	141	183	203	214	389	196	171	
CAMINHÃO	0	14	13	15	13	17	9	8	4	6	10	4	
SR/RE	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	
ÔNIBUS	0	7	3	6	11	6	7	7	7	9	6	3	
PEDESTRE	0	6	1	8	18	13	16	19	13	13	17	17	
CICLISTA	0	28	23	37	62	66	75	93	74	62	53	38	
TOTAIS	0	561	619	654	651	679	707	795	744	875	683	595	
%	0,00%	7,42%	8,18%	8,65%	8,61%	8,98%	9,35%	10,51%	9,84%	11,57%	9,03%	7,87%	
											4485	59,30%	
											2137	28,26%	
											113	1,49%	
											4	0,05%	
											72	0,95%	
											141	1,86%	
											611	8,08%	
											7563	100,00%	


UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ		DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS										
		CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL										
PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO												
VIA:	Rua do aterro (lateral a ponte)											
SEGMENTO:	Ponto 3											
DATA:	21/10/2021	SENTIDO:	Zona Norte - Zona Sul									
RESPONSÁVEL:	João Barbosa/ Vinicius Bezerra/ Felipe Chagas/ Mateus Garcia/ Gustavo Mercês											
INTERVALOS	07:00 07:15	07:30 07:45	08:00 08:15	08:15 08:30	08:30 08:45	08:45 09:00	09:00 09:15	09:15 09:30	09:30 09:45	09:45 10:00	VOLUME TOTAL	%
CARRO	0	713	701	737	570	518	484	480	0	4722	59,61%	
MOTO	0	355	363	415	279	227	226	167	0	2269	28,65%	
CAMINHÃO	0	9	1	7	9	11	12	6	0	63	0,80%	
SR/RE	0	1	1	0	0	1	1	1	0	7	0,09%	
ÔNIBUS	0	6	8	4	10	4	8	4	0	50	0,63%	
PEDESTRE	0	10	9	9	8	3	0	3	0	43	0,54%	
CICLISTA	0	174	155	134	102	47	50	29	0	767	9,68%	
TOTAIS	0	1268	1238	1306	978	811	781	690	0	7921	100,00%	
%	0,00%	0,00%	15,63%	16,49%	12,35%	10,24%	9,86%	8,71%	0,00%	100,00%		
INTERVALOS	16:00 16:15	16:30 16:45	16:45 17:00	17:00 17:15	17:15 17:30	17:30 17:45	17:45 18:00	18:00 18:15	18:15 18:30	18:30 18:45	VOLUME TOTAL	%
CARRO	0	0	230	415	447	451	432	427	445	442	381	60,56%
MOTO	0	0	85	159	168	185	208	194	225	188	1752	25,91%
CAMINHÃO	0	0	10	14	7	10	13	5	6	12	90	1,33%
SR/RE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
ÔNIBUS	0	0	5	5	6	7	7	4	3	6	58	0,86%
PEDESTRE	0	0	5	16	3	18	15	22	13	13	143	2,11%
CICLISTA	0	0	29	38	53	70	77	75	81	69	624	9,23%
TOTAIS	0	0	364	647	655	741	752	727	773	730	6762	100,00%
%	0,00%	0,00%	5,38%	9,57%	9,69%	10,96%	11,12%	10,75%	11,43%	10,80%	100,00%	

		UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ												
		DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS												
		CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL												
		PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO												
VIA:		Cabeceira PSA												
SEGMENTO:		Ponto 4												
DATA:		19/10/2021		SENTIDO:		Zona Sul - Zona Norte								
RESPONSÁVEL:		Aline Silva/ Renato Sena/ Éder Lobato/ Maria Michely/ Fernando Lima												
INTERVALOS	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	VOLUME TOTAL	%	VOLUME TOTAL	%
	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30				
CARRO	0	0	264	522	401	303	390	349	380	360	2969	63,21%	2969	60,58%
MOTO	0	0	208	221	200	146	168	146	153	139	1381	29,40%	1381	29,05%
CAMINHÃO	0	0	0	0	1	8	16	9	7	10	51	1,09%	51	1,13%
ÔNIBUS	0	0	2	3	6	5	11	4	9	10	50	1,06%	50	0,67%
PEDESTRE	0	0	0	0	3	11	9	5	10	1	39	0,83%	39	0,67%
CICLISTA	0	0	0	0	25	54	41	28	39	20	207	4,41%	207	7,46%
TOTALS	0	0	474	746	636	527	635	541	598	540	4697	100,00%	4697	100,00%
%	0,00%	0,00%	10,09%	15,88%	13,54%	11,22%	13,52%	11,52%	12,73%	11,50%	100,00%	0	100,00%	0
INTERVALOS	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	VOLUME TOTAL	%	VOLUME TOTAL	%
	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30				
CARRO	0	423	467	384	421	528	516	555	642	620	574	0	5130	60,58%
MOTO	0	127	145	162	303	229	277	289	397	295	236	0	2460	29,05%
CAMINHÃO	0	12	12	9	9	13	13	7	6	10	5	0	96	1,13%
ÔNIBUS	0	6	6	7	5	3	4	8	4	3	11	0	57	0,67%
PEDESTRE	0	1	1	5	4	13	17	12	10	18	12	0	93	1,10%
CICLISTA	0	17	17	23	38	66	57	116	133	97	68	0	632	7,46%
TOTALS	0	586	648	590	780	852	884	987	1192	1043	906	0	8468	100,00%
%	0,00%	6,92%	7,65%	6,97%	9,21%	10,06%	10,44%	11,66%	14,08%	12,32%	10,70%	0,00%	100,00%	0,00%

		UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ											
		DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS											
		CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL											
PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO													
VIA:		Cabeceira PSA											
SEGMENTO:		Ponto 4											
DATA:		20/10/2021				SENTIDO:		Zona Sul - Zona Norte					
RESPONSÁVEL:		Aline Silva/ Renato Sena/ Éder Lobato/ Maria Michely/ Fernando Lima											
INTERVALOS	07:00	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	VOLUME TOTAL	%
	07:15	07:30	07:45	08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45		
CARRO	0	0	348	382	376	403	392	396	383	0	0	2680	64,56%
MOTO	0	0	145	167	172	167	149	148	144	0	0	1092	26,31%
CAMINHÃO	0	0	3	6	10	9	13	19	14	0	0	74	1,78%
ÔNIBUS	0	0	5	7	3	7	11	10	9	0	0	52	1,25%
PEDESTRE	0	0	5	14	12	7	9	5	8	0	0	60	1,45%
CICLISTA	0	0	38	54	30	25	16	11	19	0	0	193	4,65%
TOTAIS	0	0	544	630	603	618	590	589	577	0	0	4151	100,00%
%	0,00%	0,00%	13,11%	15,18%	14,53%	14,89%	14,21%	14,19%	13,90%	0,00%	0,00%	100,00%	0
INTERVALOS	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	VOLUME TOTAL	%
	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45		
CARRO	0	388	453	444	498	529	590	556	570	634	626	5821	60,95%
MOTO	0	138	150	147	233	245	283	310	400	345	274	2770	29,00%
CAMINHÃO	0	7	10	14	8	14	10	7	6	2	5	89	0,93%
ÔNIBUS	0	7	10	6	4	5	8	2	6	9	6	67	0,70%
PEDESTRE	0	3	1	6	4	5	18	9	12	14	17	102	1,07%
CICLISTA	0	16	17	34	59	92	87	88	102	102	71	702	7,35%
TOTAIS	0	559	641	651	806	890	996	972	1096	1106	999	9551	100,00%
%	0,00%	5,85%	6,71%	6,82%	8,44%	9,32%	10,43%	10,18%	11,48%	11,58%	10,46%	100,00%	8,74%

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ		UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ									
		DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS									
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL		CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL									
		PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO									
VIA:		Cabeceira PSA									
SEGMENTO:		Ponto 4									
DATA:		21/10/2021	SENTIDO: Zona Sul - Zona Norte								
RESPONSÁVEL:		Aline Silva/ Renato Sena/ Éder Lobato/ Maria Michely/ Fernando Lima									
INTERVALOS	07:00 07:15	07:30 07:45	07:45 08:00	08:00 08:15	08:15 08:30	08:30 08:45	08:45 09:00	09:00 09:15	09:15 09:30	VOLUME TOTAL	%
CARRO	0 328	345 179	414 194	323 147	402 129	362 139	364 159	381 120	0 0	2919 1220	64,38% 26,91%
MOTO	0 153	3 7	5 4	16 6	11 9	19 9	19 8	15 10	0 0	78 55	1,72% 1,21%
CAMINHÃO	0 2	7 4	4 8	6 7	9 5	9 8	8 5	10 2	0 0	47 215	1,04% 4,74%
ÔNIBUS	0 8	26 564	39 664	13 512	28 584	23 550	17 572	19 547	0 0	4534 100,00%	100,00% 0
PEDESTRE	0 50	541 12,44%	14,64%	11,29%	12,88%	12,13%	12,62%	12,06%	0,00%	100,00%	0
CICLISTA	0 541	564 12,44%	664 14,64%	512 11,29%	584 12,88%	550 12,13%	572 12,62%	547 12,06%	0 0,00%	100,00%	0
TOTALS	0 0,00%	541 12,44%	664 14,64%	512 11,29%	584 12,88%	550 12,13%	572 12,62%	547 12,06%	0 0,00%	100,00%	0
%	0,00%	12,44%	14,64%	11,29%	12,88%	12,13%	12,62%	12,06%	0,00%	100,00%	0
INTERVALOS	16:00 16:15	16:30 16:45	16:45 17:00	17:00 17:15	17:15 17:30	17:30 17:45	17:45 18:00	18:00 18:15	18:15 18:30	VOLUME TOTAL	%
CARRO	0 0	407 160	453 170	476 266	536 261	544 286	540 236	343 233	595 365	656 330	588 282
MOTO	0 0	7 9	12 3	4 4	13 5	8 2	6 7	5 2	7 8	6 4	5 9
CAMINHÃO	0 0	9 3	8 8	8 8	2 2	17 84	7 72	8 77	9 118	8 108	9 61
ÔNIBUS	0 0	3 41	3 41	4 53	5 80	2 84	7 72	2 77	8 1102	4 108	9 61
PEDESTRE	0 0	3 22	8 41	8 53	2 80	17 84	7 72	8 77	9 118	8 108	9 61
CICLISTA	0 0	608 7,03%	687 7,94%	811 9,38%	897 10,37%	941 10,88%	868 10,04%	668 7,72%	1102 12,74%	1112 12,86%	954 11,03%
TOTALS	0 0,00%	608 7,03%	687 7,94%	811 9,38%	897 10,37%	941 10,88%	868 10,04%	668 7,72%	1102 12,74%	1112 12,86%	954 11,03%
%	0,00%	7,03%	7,94%	9,38%	10,37%	10,88%	10,04%	7,72%	12,74%	12,86%	11,03%
VOLUME	5138	2589	73	53	79	716	8648	100,00%			
TOTAL	5138	2589	73	53	79	716	8648	100,00%			
%	59,41%	29,94%	0,84%	0,61%	0,91%	8,28%	100,00%				

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ		DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS											
		CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL											
		PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO											
		VIA:		PERIMETRAL NORTE								PONTO 5	
SEGMENTO:		DATA:		SENTIDO:		Zona Norte - Zona Sul							
RESPONSÁVEL:		DEUCICLEY RAMOS E WILLIAM PINHEIRO											
INTERVALOS	07:00 07:15	07:30 07:45	07:45 08:00	08:00 08:15	08:15 08:30	08:30 08:45	08:45 09:00	09:00 09:15	09:15 09:30	VOLUME TOTAL	%		
CARRO	0	445	462	471	349	383	338	317	0	3185	62,68%		
MOTO	0	213	237	208	131	119	112	107	0	1321	26,00%		
CAMINHÃO	0	4	1	5	4	3	10	8	0	39	0,77%		
SR/RE	0	0	2	2	0	0	4	5	0	14	0,28%		
ÔNIBUS	0	7	6	5	5	6	5	7	0	48	0,94%		
PEDESTRE	0	26	31	15	18	15	16	14	0	159	3,13%		
CICLISTA	0	52	57	53	40	27	22	22	0	315	6,20%		
TOTALS	0	747	796	759	547	553	507	480	0	5081	100,00%		
%	0,00%	14,70%	15,67%	14,94%	10,77%	10,88%	9,98%	9,45%	0,00%	100,00%			
INTERVALOS	16:00 16:15	16:30 16:45	17:00 17:30	17:15 17:30	17:30 17:45	17:45 18:00	18:00 18:15	18:15 18:30	18:30 18:45	VOLUME TOTAL	%		
CARRO	0	88	339	318	358	324	341	376	366	340	343		
MOTO	0	18	93	102	97	130	125	154	141	119	116		
CAMINHÃO	0	17	24	13	16	6	9	8	5	2	5		
SR/RE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
ÔNIBUS	0	6	5	5	3	2	6	4	3	8	6		
PEDESTRE	0	15	12	13	23	30	29	29	20	23	20		
CICLISTA	0	6	6	7	17	21	26	25	21	17	15		
TOTALS	0	150	479	458	514	513	536	596	556	509	505		
%	0,00%	2,85%	9,10%	8,70%	9,74%	9,74%	10,18%	11,32%	10,56%	9,67%	9,59%		
										3489	66,26%		
										1194	22,67%		
										119	2,26%		
										0	0,00%		
										58	1,10%		
										235	4,46%		
										171	3,25%		
										5266	100,00%		

		UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ										
		DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS										
		CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL										
PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO												
VIA: PERIMETRAL NORTE												
SEGMENTO: PONTO 5												
DATA:		20/10/2021		SENTIDO:		Zona Norte - Zona Sul						
RESPONSÁVEL:		DEUCICLEY RAMOS, WILLIAM PINHEIRO, JULLY E ELIELSON.										
INTERVALOS	07:00 07:15	07:15 07:30	07:30 07:45	07:45 08:00	08:00 08:15	08:15 08:30	08:30 08:45	08:45 09:00	09:00 09:15	09:15 09:30	VOLUME TOTAL	%
CARRO	0	470	459	429	392	382	345	388	360	0	3225	68,05%
MOTO	0	143	180	121	101	120	118	116	96	0	995	21,00%
CAMINHÃO	0	0	5	6	6	6	5	5	6	0	39	0,82%
SR/RE	0	2	2	1	4	3	1	2	2	0	17	0,36%
ÔNIBUS	0	4	5	4	12	2	5	9	5	0	46	0,97%
PEDESTRE	0	13	9	8	14	19	13	11	7	0	94	1,98%
CICLISTA	0	54	61	53	45	30	29	28	23	0	323	6,82%
TOTAIS	0	686	721	622	574	562	516	559	499	0	4739	100,00%
%	0,00%	14,48%	15,21%	13,13%	12,11%	11,86%	10,89%	11,80%	10,53%	0,00%	100,00%	
INTERVALOS	16:00 16:15	16:15 16:30	16:30 16:45	16:45 17:00	17:00 17:15	17:15 17:30	17:30 17:45	17:45 18:00	18:00 18:15	18:15 18:30	VOLUME TOTAL	%
CARRO	0	283	343	337	318	360	351	379	339	359	331	306
MOTO	0	87	93	121	99	104	111	138	149	134	124	120
CAMINHÃO	0	11	9	13	12	14	7	7	3	7	2	2
SR/RE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÔNIBUS	0	7	3	4	8	6	5	6	6	8	6	3
PEDESTRE	0	4	11	10	19	14	17	22	13	24	27	19
CICLISTA	0	6	5	14	17	16	10	33	18	26	21	17
TOTAIS	0	398	464	499	473	514	501	585	528	558	511	467
%	0,00%	7,24%	8,44%	9,08%	8,60%	9,35%	9,11%	10,64%	9,60%	10,15%	9,29%	8,49%
											100,00%	100,00%

		UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ												VOLUME TOTAL		%	
		DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS															
		CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL															
		PROJETO DE EXTENSÃO DE RESSIGNIFICAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE SÉRGIO ARRUDA E MOBILIDADE URBANA DE SEU ENTORNO															
VIA:		PERIMETRAL NORTE															
SEGMENTO:		PONTO 5															
DATA:		21/10/2021						Zona Norte - Zona Sul									
RESPONSÁVEL:		DEUCICLEY RAMOS, WILLIAM PINHEIRO, JULLY E ELIELSON.															
INTERVALOS	07:00 07:15	07:15 07:30	07:30 07:45	07:45 08:00	08:00 08:15	08:15 08:30	08:30 08:45	08:45 09:00	09:00 09:15	09:15 09:30	VOLUME TOTAL	%					
CARRO	0	447	460	382	350	380	389	354	363	0	3125	67,00%					
MOTO	0	120	164	129	101	100	101	101	116	0	932	19,98%					
CAMINHÃO	0	5	1	6	5	8	6	12	5	0	48	1,03%					
SR/RE	0	4	3	3	1	3	2	3	6	0	25	0,54%					
ÔNIBUS	0	5	9	6	8	7	6	7	4	0	52	1,11%					
PEDESTRE	0	36	13	13	13	14	9	13	3	0	114	2,44%					
CICLISTA	0	92	52	59	47	41	34	23	20	0	368	7,89%					
TOTALS	0	709	702	598	525	553	547	513	517	0	4664	100,00%					
%	0,00%	15,20%	15,05%	12,82%	11,26%	11,86%	11,73%	11,00%	11,08%	0,00%	100,00%						
INTERVALOS	16:00 16:15	16:15 16:30	16:30 16:45	16:45 17:00	17:00 17:15	17:15 17:30	17:30 17:45	17:45 18:00	18:00 18:15	18:15 18:30	VOLUME TOTAL	%					
CARRO	0	0	306	336	357	366	345	338	332	361	365	309	68,03%				
MOTO	0	0	180	180	76	94	75	87	103	108	113	112	22,47%				
CAMINHÃO	0	0	11	10	5	13	9	9	5	5	72	1,43%					
SR/RE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%				
ÔNIBUS	0	0	6	3	5	7	7	7	6	2	53	1,06%					
PEDESTRE	0	0	8	14	12	22	16	22	10	12	21	13	2,99%				
CICLISTA	0	0	9	16	12	22	26	28	19	24	27	19	4,02%				
TOTALS	0	0	520	559	467	524	478	491	475	512	536	458	100,00%				
%	0,00%	0,00%	10,36%	11,14%	9,30%	10,44%	9,52%	9,78%	9,46%	10,20%	10,68%	9,12%					