

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**FAIXA AZUL EM MACEIÓ: AVALIAÇÃO DOS GANHOS DE VELOCIDADE DOS
ÔNIBUS POR MICROSSIMULAÇÃO DO TRÁFEGO**

Luiz Gustavo Oliveira da Silva

Maceió
2020

Luiz Gustavo Oliveira da Silva

**FAIXA AZUL EM MACEIÓ: AVALIAÇÃO DOS GANHOS DE VELOCIDADE DOS
ÔNIBUS POR MICROSSIMULAÇÃO DO TRÁFEGO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas como requisito final para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Majela Gaudêncio Faria

Maceió
2020

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

S586f Silva, Luiz Gustavo Oliveira da.
Faixa azul em Maceió: avaliação dos ganhos de velocidade dos ônibus por
microsimulação do tráfego / Luiz Gustavo Oliveira da Silva. – 2020.
107f. : il. ; figs. ; grafs. ; tabs. color.

Orientador: Geraldo Majela Gaudêncio Faria.
Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de
Alagoas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Maceió, 2020.

Bibliografia: f. 92-96.
Apêndices: f. 97-107.

1. Transporte coletivo. 2. Faixa azul. 3. Faixas exclusivas para ônibus. 4. Tráfego
urbano – Simulação. I. Título.

CDU: 656.132

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

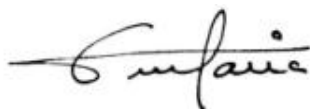
Luiz Gustavo Oliveira da Silva

**FAIXA AZUL EM MACEIÓ: AVALIAÇÃO DOS GANHOS DE VELOCIDADE DOS
ÔNIBUS POR MICROSSIMULAÇÃO DO TRÁFEGO**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, área de concentração Dinâmicas do Espaço Habitado, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

APROVADO em 26 de maio de 2020.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. GERALDO MAJELA GAUDÊNCIO FARIA. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UFAL
(Orientador)



Profª Dra. MARIA LEONOR ALVES MAIA. Departamento de Engenharia Civil – UFPE
(Examinadora Externa)



Profª Dra. SUZANN FLÁVIA CORDEIRO DE LIMA. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UFAL
(Examinadora Interna)



Prof. Dr. AUGUSTO ARAGÃO DE ALBUQUERQUE. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UFAL
(Examinador Interno)

Aos usuários do transporte coletivo de Maceió e a todos que lutam por melhores condições de transporte nas cidades brasileiras.

AGRADECIMENTOS

A elaboração desta dissertação só foi possível graças à contribuição de pessoas e instituições, a quem gostaria de agradecer pelo apoio, especialmente:

À minha mãe Leonia Oliveira pelo amor e carinho e por ter me dado todas as condições para que eu pudesse alcançar meus objetivos de vida.

À minha irmã Lívia Manuela pelo apoio, pela preocupação e pela cobrança ao longo desses anos.

À minha esposa Sara Cristina pelos oito anos de amor, companheirismo e apoio incondicional em tudo que faço.

Aos demais membros de minha família pelo apoio desde os meus primeiros anos de idade até os dias atuais.

Ao meu orientador Geraldo Majela e à professora Verônica Robalinho pelo apoio e incentivo não só durante o mestrado como também na graduação.

À Universidade Federal de Alagoas e ao Programa Dinâmicas do Espaço Habitado pela educação gratuita e de alta qualidade adquirida ao longo dos meus sete anos dentro da instituição.

À CAPES pela bolsa que permitiu me dedicar exclusivamente à esta pesquisa.

Ao PTV Group pelo suporte e pela disponibilização da licença acadêmica do *software* VISSIM que foi essencial para a realização desta pesquisa.

Aos técnicos da SMTT pela hospitalidade e pelos dados disponibilizados, em especial ao Sílvio Sarmiento, ao Ewerton Oliveira e ao Zenildo Filho.

E a todos que colaboraram direta e indiretamente para a elaboração deste trabalho.

“Não há alternativa, é a única opção

Unir otimismo da vontade e o pessimismo da razão

Contra toda expectativa, contra qualquer previsão

Há um ponto de partida, há um ponto de união

Sentir com inteligência, pensar com emoção”

Humberto Gessinger

RESUMO

O sistema de transporte coletivo por ônibus de Maceió convive diariamente com diversos problemas, operando de forma precária e por consequência perde a cada ano mais usuários. Dada a importância deste modal de transporte para o pleno funcionamento da cidade, nos últimos anos foram postas em prática algumas medidas na tentativa de trazer alguma melhoria para o sistema, sendo a Faixa Azul – faixa de rolamento dedicada primariamente ao transporte coletivo – a medida mais marcante. Implantada primeiramente em 2014 no corredor viário das avenidas Fernandes Lima e Durval de Góes Monteiro (principal corredor de transporte da cidade) e um ano mais tarde nas avenidas Comendador Leão e Dona Constança, a referida faixa pretendia principalmente dar mais celeridade à operação dos ônibus urbanos da cidade, o que certamente impactaria positivamente no sistema. Após cinco anos de sua implantação pergunta-se: quais foram os impactos da Faixa Azul na velocidade operacional do sistema de transporte coletivo de Maceió e qual foi a intensidade desses impactos no sistema? Decerto houve melhorias, porém, sua amplitude fora limitada pelas características intrínsecas dessa medida de prioridade. Portanto, pretende-se com esta dissertação avaliar os ganhos na velocidade média operacional do transporte coletivo urbano por ônibus proporcionados pela Faixa Azul do corredor viário Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro na cidade de Maceió durante o horário de pico da manhã, período este de maior demanda do referido corredor viário. Para isso, foi necessário realizar uma simulação do tráfego urbano devido à ausência de dados de velocidade ou tempo de viagem do transporte coletivo anteriores à implantação da medida de prioridade. Os resultados obtidos revelam que houve melhorias relevantes na velocidade média de operação e diminuição no tempo de viagem, no entanto, estas melhorias dependem de ações constantes de fiscalização e controle da referida faixa. Portanto, constatou-se que, apesar das expressivas melhorias obtidas com a Faixa Azul, a facilidade de invasão e o compartilhamento da faixa nas diversas situações permitidas geram diversas interferências dos demais veículos que impactam consideravelmente na sua capacidade. Sendo assim, é preciso aprimorar o modo de priorização do transporte coletivo para se obter resultados mais constantes, investindo, por exemplo, em pistas exclusivas.

Palavras-chave: Faixa Azul, Faixas Exclusivas de Ônibus, Mobilidade em Maceió, Transporte Coletivo.

ABSTRACT

The public transportation system, on bus, in Maceió, lives daily with various problems, operating poorly and consequently loses more users each year. Given the importance of this mode of transport for the full functioning of the city, some measures have been implemented in recent years in an attempt to bring some improvement to the system. A bus lane called “Faixa Azul” (a street lane dedicated to public transport) was the most important measure adopted on this context. First implemented in 2014 on the Fernandes Lima and Durval de Góes Monteiro avenues corridor (the city's main transport corridor) and a year later on the Comendador Leão and Dona Constança avenues, the aforementioned lane was mainly intended to speed up the operation of urban buses, which would certainly positively impact the system. After five years of its implementation, the question is: what were the impacts of the Faixa Azul on the operational speed of the public transport system in Maceió and what was the intensity of these impacts on the system? Certainly there were improvements in the system, but its amplitude was limited by the intrinsic characteristics of this priority measure. Therefore, this dissertation intends to evaluate the gains in the average operational speed of urban public transport by buses provided by the Faixa Azul of the Fernandes Lima / Durval de Góes Monteiro road corridor in the city of Maceió during the morning peak hour, this period of greater demand for the said road corridor. For this, it was necessary to carry out a simulation of urban traffic due to the absence of speed data or travel time for public transportation prior to the implementation of the priority measure. The results obtained reveal that there have been significant improvements in the average speed of operation and reduction in travel time, however, these improvements depend on constant actions of supervision and control of Faixa Azul. Therefore, it was found that, despite the significant improvements obtained with the Faixa Azul, the ease of invasion and the sharing of the lane in the various permitted situations generates several interferences from other vehicles that significantly impact its capacity. Thus, it is necessary to improve the mode of prioritization of public transport to obtain more constant results, investing, for example, in exclusive lanes for the bus system.

Key words: Blue rows of lanes, Bus Lane, Maceio Mobility, Public Transport.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Via exclusiva para o transporte coletivo por ônibus em Curitiba/PR. Ao fundo da imagem, verticalização ao longo do eixo de transporte.....	19
Figura 2 – Faixas de ônibus em São Paulo classificadas por períodos de implantação.	20
Figura 3 - Evolução urbana de Maceió até 2020.....	22
Figura 4 - Mapa de pessoas residentes por setores censitários em Maceió.....	22
Figura 5 - Quantidade de empregos por zona em Maceió.	23
Figura 6 - Ônibus operando junto ao tráfego geral em Maceió.	28
Figura 7 - Faixa de ônibus na Av. Fernandes Lima em Maceió.	30
Figura 8 – Rua do Comércio em Maceió/AL – Exemplo de via exclusiva.	31
Figura 9 - Expresso Tiradentes em São Paulo/SP - Exemplo de operação em Via Segregada.....	31
Figura 10 - Exemplo de resultado de uma simulação macroscópica: histograma carregamento do transporte coletivo de Maceió para o pico da manhã.	37
Figura 11 - Exemplo de uma simulação microscópica. Destaque para a representação individualizada dos elementos do tráfego.	38
Figura 12 - Diagrama de procedimentos metodológicos proposto por Papageorgiou et al. (2009).	45
Figura 13 - Diagrama das etapas metodológicas da pesquisa.....	47
Figura 14 - Localização dos postos de contagem escolhidos e da pesquisa origem e destino ao longo da via.	50
Figura 15 - Região Metropolitana de Maceió. Destaque para as rodovias, áreas urbanizadas e Faixa Azul.	58
Figura 16 - Sistema viário principal de Maceió: eixos radiais e ligações transversais.	59
Figura 17 - Desenho dos itinerários das linhas de ônibus municipais de Maceió.....	60
Figura 18 - Ilustração esquemática da sobreposição dos itinerários existentes.....	62
Figura 19 - Corredor Durval de Góes Monteiro/Fernandes Lima dividido em dois trechos distintos.	66
Figura 20 – Ficha de Contagem volumétrica classificada no posto 2 - Interseção da Av. Durval de Góes Monteiro e Av. Belmiro Amorim.....	70

Figura 21 - Divisão do corredor viário em trechos para a pesquisa do tempo e velocidade de viagem.....	73
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fator Horário de Pico dos sete postos de contagem da pesquisa origem e destino.....	51
Tabela 2 - Linhas com maiores demandas do sistema em dia útil de outubro de 2014.	64
Tabela 3 – Dia, horário e duração das filmagens nas interseções.	69
Tabela 4 - Resumo da contagem volumétrica nas interseções com foco no fluxo principal.	71
Tabela 5 - Tempo de viagem e velocidade total e por trecho no corredor Durval de G. M. / Fernandes Lima para o modal ônibus.	74
Tabela 6 - Tempo de viagem e velocidade total e por trecho no corredor Durval de G. M. / Fernandes Lima para o modal carro.	75
Tabela 7 - Comparação entre os resultados da primeira simulação e dados obtidos em campo e respectivo erro (REQMN) para o volume do tráfego.....	78
Tabela 8 - Comparação entre os resultados de uma das simulações e os dados obtidos em campo e respectivo erro (REQMN) para o volume do tráfego.....	79
Tabela 9 - Comparação entre os resultados da última simulação e os dados obtidos em campo e respectivo erro (REQMN) para o volume do tráfego.....	80
Tabela 10 - Comparação entre os resultados da última simulação e os dados obtidos em campo e respectivo erro (REQM) para o tempo de viagem.	80
Tabela 11 – Resultados da simulação com Faixa Azul.	82
Tabela 12 – Resultados da simulação sem Faixa Azul.	83
Tabela 13 - Comparação entre tempos de viagem com e sem Faixa Azul.	84
Tabela 14 - Comparação entre as velocidades com e sem Faixa Azul.	85
Tabela 15 - Comparação dos ganhos de velocidade obtidos com faixas de ônibus entre Maceió e outras quatro cidades.	86

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTP – Associação Nacional dos Transportes Públicos

BRT – *Bus Rapid Transit*

EBTU – Empresa Brasileira de Transporte Urbanos

FHP – Fator Horário de Pico

GPS – *Global Positioning System*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IEMA – Instituto de Energia e Meio Ambiente

NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos

O/D – Origem/Destino

PMM – Prefeitura Municipal de Maceió.

REQM – Raiz Erro Quadrático Médio

REQMN – Raiz Erro Quadrático Médio Normalizado

SEDU – Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República

SMTT – Superintendência Municipal de Transporte e Trânsito

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
1.1 Contextualização sobre as Faixas de Ônibus	15
1.1.1 Faixas de ônibus no Brasil	15
1.1.2 Faixas de ônibus em Maceió	20
1.2 Sistemas de Transporte Público-Coletivo por Ônibus	25
1.2.1 A importância do transporte público-coletivo na mobilidade urbana	25
1.2.2 Formas de operação do transporte público-coletivo urbano por ônibus	28
1.2.3 Faixas de ônibus	32
1.3 Simulação do Tráfego	35
1.3.1 Classificação dos modelos de simulação	36
1.3.2 Microssimulação do tráfego	38
1.3.3 Escolha do software de microssimulação	40
1.3.4 Microssimulação em pesquisas sobre o transporte coletivo	41
1.4 Considerações Parciais	42
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
2.1 Etapas Metodológicas da Dissertação	47
2.1.1 Caracterização do local e do objeto em estudo	47
2.1.2 Coleta de dados do corredor viário	48
2.1.3 Construção e simulação dos modelos	53
2.1.4 Avaliação dos resultados obtidos	56
3. FAIXA DE ÔNIBUS EM MACEIÓ: SIMULAÇÃO E RESULTADOS OBTIDOS	57
3.1 Caracterização da Área e do Objeto em Estudo	57
3.1.1 O sistema viário principal da região metropolitana de Maceió	57
3.1.2 Os sistemas de transporte público-coletivo por ônibus em Maceió	60
3.1.3 Corredor viário Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro	65
3.1.4 Faixa Azul do corredor viário Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro	67
3.2 Coleta dos dados operacionais	69
3.2.1 Contagem volumétrica classificada	69
3.2.2 Pesquisa de velocidade	73
3.3 Construção e simulação do modelo	76
3.3.1 Modelagem	76
3.3.2 Calibração e validação	77
3.3.3 Simulação dos cenários	81
3.4 Avaliação dos resultados	81
3.4.1 Cenário atual (com Faixa Azul)	82
3.4.2 Cenário hipotético (sem Faixa Azul)	83
3.4.3 Comparação entre cenários	84
3.4.4 Comparação dos ganhos de velocidade da Faixa Azul em Maceió com outras faixas de ônibus	86
CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
REFERÊNCIAS	90
APÊNDICE A – FICHAS DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICADA	95

INTRODUÇÃO

Atualmente, as grandes e médias cidades brasileiras convivem com diversos problemas decorrentes principalmente da organização social altamente desigual e do intenso processo de urbanização concentrada ocorrido durante a segunda metade do século XX. É fato que as problemáticas vividas nas diversas cidades do país são parecidas com diferença apenas no grau e na intensidade que, por sua vez, dependem de seu tamanho e outras características específicas de cada uma delas. Problemas de saneamento, emprego, habitação, violência entre muitos outros se repetem de norte a sul do país.

Um destes problemas é o inadequado uso do solo, caracterizado principalmente pelo distanciamento entre os locais de moradia e os locais de produção e de consumo que geram uma enormidade de deslocamentos extensos que precisam ser superados dia a dia por grande parte da população. Para transpor estas distâncias tem-se incentivado, direta e indiretamente, o uso de automóveis particulares, ao passo que o transporte coletivo – modo de transporte mais eficiente na relação pessoas transportadas X espaço ocupado – é operado de forma precária.

As consequências que este cenário engendra são mais perceptíveis na forma de congestionamentos diários nas principais vias urbanas, mas também em outros problemas como acidentes de trânsito, poluição, perda de tempo produtivo, dentre outros. Todos estes problemas geram perdas sociais, econômicas e ambientais dia após dia e tendem a se agravar caso não sejam tomadas medidas que revertam esse quadro.

Neste contexto, foi percebida por pesquisadores e outros profissionais da área dentro e fora do país a insustentabilidade deste modelo de cidade e de mobilidade e com isso foi – e continua sendo – debatida, em diversos âmbitos, a necessidade de modificação deste processo. Desta reflexão, que tem bases científicas fortes, porém, ainda pouco compreendida pela sociedade de modo geral, surge a ideia de “Mobilidade Urbana Sustentável” que, dentre outros objetivos, almeja a priorização do transporte coletivo sobre o individual dada a melhor eficiência daquele em relação a este.

Fundamentada em princípios como o do desenvolvimento sustentável e da equidade no uso do espaço público de circulação, em 2012 foi sancionada no Brasil a

Lei Federal 12.587 conhecida como a Lei da Mobilidade Urbana. Nela foram instituídas diretrizes que devem orientar o desenvolvimento das políticas de mobilidade urbana no país. Dentre outras diretrizes a referida lei institui a prioridade dos transportes coletivos em detrimento aos modais individuais motorizados.

Porém, a situação corrente nas cidades brasileiras ainda está muito distante dos objetivos traçados pela Lei da Mobilidade Urbana, principalmente com relação à operação dos transportes coletivos por ônibus. É comum que os ônibus circulem junto do tráfego geral, situação esta que gera um desempenho operacional aquém do esperado. Ao ficarem presos nos congestionamentos provocado pelos demais veículos os ônibus do sistema de transporte coletivo perdem eficiência – com o aumento do tempo de viagem um ônibus consegue fazer menos viagens –, confiabilidade – pois ficam sujeitos às condições do trânsito – e ainda os custos para manter o sistema aumentam.

No Brasil, as primeiras iniciativas de priorização do transporte coletivo sobre o individual foram motivadas pela crise do petróleo da década de 1970. Coordenados pelo governo federal a partir da Empresa Brasileira de Transportes Urbanos – EBTU, estados e municípios implantaram as primeiras faixas para ônibus, fato este que sinalizou para a sociedade que o transporte coletivo poderia ser operado de forma mais eficiente (VASCONCELLOS, 2013, p. 258). Entretanto, neste primeiro momento as medidas de priorização não foram difundidas, tendo sido implantadas apenas em grandes centros urbanos nacionais como São Paulo e Rio de Janeiro.

Foi somente em 2014, cerca de 40 anos depois das primeiras experiências brasileiras, que Maceió implantou a sua primeira faixa para ônibus. Denominada de “Faixa Azul” — pelo fato de ser delimitada por uma faixa de cor azul —, o corredor foi implementado primeiramente nas avenidas Fernandes Lima e Durval de Góes Monteiro, e um ano mais tarde nas avenidas Comendador Leão e Dona Constança. De acordo com a prefeitura, os principais objetivos destes corredores eram dar mais fluidez à operação dos coletivos e diminuir o tempo de espera do passageiro no ponto de ônibus.

No entanto, não são conhecidos os estudos técnicos que embasaram a implantação da Faixa Azul em Maceió, destrinchando suas metas, as previsões de melhoria e outros indicadores de desempenho a serem alcançados. Não obstante, também não se tem notícia de estudos avaliativos de seu desempenho após a implantação. Estes estudos seriam primordiais para quantificar os ganhos

proporcionados, avaliar se as metas iniciais foram atingidas, se há entraves a serem superados, bem como para planejar ações futuras de adequação e melhoramentos.

Dado este contexto e passados cinco anos de sua vigência, torna-se necessário a avaliação desta política pública para saber se os objetivos gerais traçados inicialmente foram alcançados, quais foram os ganhos e perdas, quais os entraves a serem superados e ainda o que deu e o que não deu certo. Perguntamos então: qual foi o real impacto da Faixa Azul no sistema de transporte coletivo por ônibus de Maceió? Em acréscimo, dadas as condições de gestão pública da mobilidade urbana em Maceió, até que ponto ou, em que medida a segregação do transporte coletivo é possível de ser implantada na cidade como política de melhoramento operacional?

Justificativa

A avaliação no campo das políticas públicas deve servir como mecanismo de melhoria no processo de tomada de decisão, para garantir melhores informações aos governantes para fundamentar suas decisões e assim obter maior qualidade na prestação de contas sobre as políticas e programas públicos (ALA-HARJA e HELGASON, 2000, p. 5). Já Thoenig (2000, p. 54) afirma que a avaliação é orientada para a ação, dessa forma, a prioridade dela é fornecer informação.

Isso não é diferente para as políticas públicas de transporte urbano. Aferir o real impacto da Faixa Azul no sistema de transporte coletivo por ônibus de Maceió visa principalmente avaliar se os objetivos inicialmente propostos foram alcançados e se não foram quais foram os impedimentos e o que pode ser feito para lograr êxito no resultado esperado. A avaliação também pode servir de subsídio para a expansão da política pública caso seu impacto tenha sido bom em sua maior parte.

O estudo aqui proposto visa justamente coletar e fornecer informações relevantes relacionadas à política pública de priorização do transporte coletivo de Maceió como forma de avaliação de sua eficácia, visto que são escassos e pouco sistemáticos estudos técnicos com este escopo.

Limitações

Uma avaliação completa dos impactos que uma faixa de ônibus causa em sistema de transporte coletivo demandaria muitos recursos, sejam eles humanos ou materiais. Por este motivo, esta pesquisa se limitou a avaliação dos ganhos na velocidade de operação do transporte coletivo por ônibus, já que este é o principal

parâmetro que se pretende melhorar com a implantação de faixas de rolamento dedicadas prioritariamente aos ônibus.

Além disto, considerando a grande extensão da faixa e a dimensão dos dados a serem coletados, tratados e simulados, esta avaliação se restringiu à Faixa Azul do corredor viário das avenidas Durval de Góes Monteiro e Fernandes Lima no sentido Aeroporto-Centro para o horário de pico da manhã. A escolha deste corredor em detrimento à Faixa Azul do corredor viário Comendador Leão e Dona Constança deveu-se ao fato de que ele concentra a maior parte das linhas urbanas de Maceió. Já o horário de pico da manhã foi escolhido pois é o momento do dia em que o sistema de transporte é mais demandado, de acordo com os dados da pesquisa origem/destino da região metropolitana de Maceió (ALAGOAS, 2014).

Durante a realização da pesquisa foram encontrados outros fatores limitantes, principalmente na coleta de dados, como por exemplo: ausência de dados de dados confiáveis de contagem veicular e sobre a velocidade média de operação dos ônibus antes da implantação da faixa exclusiva. Na medida do possível, tais limitações foram devidamente contornadas e no decorrer do trabalho estão descritos com mais detalhes os procedimentos utilizados para a realização da pesquisa.

Objetivo Geral

O objetivo principal desta dissertação é avaliar os ganhos na velocidade média operacional do transporte coletivo urbano por ônibus proporcionados pela Faixa Azul do corredor viário Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro na cidade de Maceió para avaliar se a implantação de corredores segregados tem a eficácia esperada e em que medida ela acontece.

Objetivo Específicos

- I. Levantar e revisar estudos que versem sobre faixas prioritárias para transporte coletivo urbano por ônibus e avaliem sua eficácia.
- II. Investigar as principais características físicas e operacionais da Faixa Azul do eixo viário Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro na cidade de Maceió.
- III. Estimar a velocidade média operacional do tráfego geral e dos ônibus do sistema de transporte coletivo urbano de Maceió no corredor viário

Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro antes e depois da implantação da Faixa Azul.

- IV. Comparar os dados de velocidade média operacional dos ônibus do sistema de transporte coletivo urbano de Maceió no corredor viário Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro antes e depois da implantação da Faixa Azul.

Estrutura da dissertação

Esta dissertação está estruturada em cinco partes da seguinte maneira: um capítulo introdutório, três capítulos de desenvolvimento e um capítulo conclusivo.

O capítulo 1 corresponde ao referencial teórico da pesquisa, no qual é feita uma contextualização sobre a temática e são abordados com mais detalhes os principais temas desta dissertação: transporte coletivo por ônibus e simulação do tráfego.

No capítulo 2 abordamos os procedimentos metodológicos utilizados para a realização deste trabalho.

No capítulo 3 é descrita a aplicação da metodologia bem como os resultados obtidos no estudo.

Por fim, no capítulo conclusivo são apresentadas as principais conclusões desta pesquisa e também as considerações finais do presente trabalho.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo iremos contextualizar as faixas de ônibus do ponto de vista conceitual bem como no contexto brasileiro e maceioense. Discorreremos sobre os sistemas de transporte público-coletivo por ônibus, mais especificamente sobre sua importância na mobilidade urbana, as formas de operação deste sistema e ainda será tratado com mais detalhe a técnica operacional das faixas de ônibus. Discorreremos também sobre simulação do tráfego urbano, algumas de suas características e como essa ferramenta vem sendo utilizada em pesquisas sobre o transporte coletivo por ônibus. O intuito deste capítulo é formar uma base teórica sobre os dois principais temas desta dissertação na qual este trabalho estará baseado que são, lembremos, a mobilidade urbana por transporte coletivo e as ações de melhoramento operacional dos modos coletivos.

1.1 Contextualização sobre as Faixas de Ônibus

1.1.1 Faixas de ônibus no Brasil

É de amplo conhecimento o intenso processo de urbanização vivido no Brasil durante a segunda metade do século XX. Este fenômeno social, que fez milhões de pessoas migrarem do campo para as cidades, foi ensejado por diversos fatores. Podemos elencar como principais: a concentração de riqueza nos centros urbanos, a mecanização da produção no campo, a maior oferta de empregos, bens e serviços nas cidades, conflitos por terras e até as condições climáticas das áreas rurais.

Importante frisar que apenas a urbanização repentina não justificaria a gravidade dos problemas existentes nas cidades brasileiras. Este processo de urbanização repentino, aliado aos processos produtivos vigentes na contemporaneidade e influenciado pela enorme disparidade socioeconômica e cultural herdada do longo tempo de escravismo vivido no Brasil amplificou e criou diversos problemas que lidamos cotidianamente. Os processos produtivos vigentes atuam na produção do espaço urbano no Brasil através do que Santos (2013, p. 105) denominou de “urbanização corporativa”. Este tipo de urbanização é calcado nos interesses de grupos econômicos que através de influência, pressão e controle na política, interferem na “máquina estatal” direcionando majoritariamente os investimentos públicos e as ações do Estado – ou seja, que deveriam ser de interesse de todo o grupo social – em iniciativas de interesse privado. Já da escravidão vigente

no Brasil até 1888 herdou-se principalmente uma alta desvalorização do trabalho e a consequente desvalorização dos indivíduos pertencentes à classe trabalhadora (SOUZA, 2017, p.10). Esta alta desvalorização de um estrato social – que por sua vez corresponde a maior parte da população brasileira – relega tais indivíduos a sobreviverem em situações degradantes sem que haja uma comoção social ou uma ação efetiva do Estado para a mudança desse cenário. É deste contexto que emerge grande parte dos problemas urbanos no Brasil.

É comum que as médias e grandes cidades brasileiras que receberam parte considerável do contingente populacional vindo do campo apresentem características urbanas como: demasiada expansão horizontal; ocupação de áreas ambientalmente sensíveis ou impróprias para moradia; infraestrutura urbana precária ou ausente; inadequado uso do solo caracterizado principalmente pela segregação socioespacial e pela separação entre locais de moradia, produção e consumo.

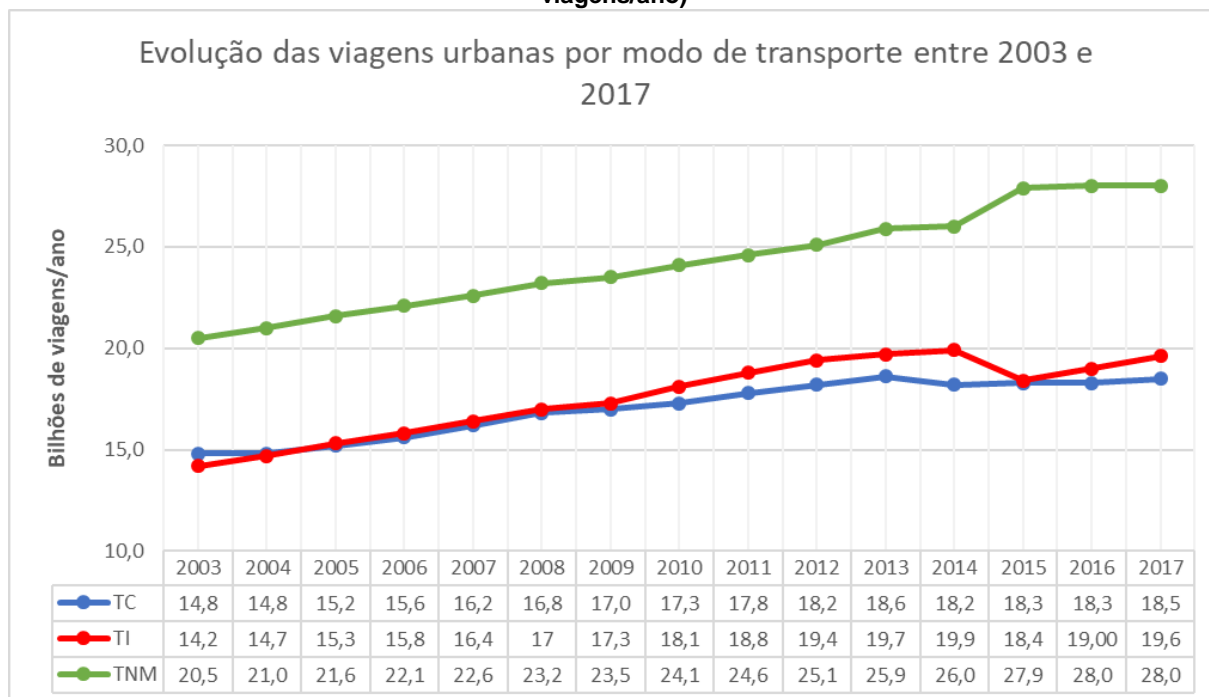
São principalmente nessas cidades que se manifestam mais notadamente os problemas de mobilidade urbana, tema este central desta dissertação. Congestionamentos, viagens longas e degradantes, operação precária do transporte coletivo, acidentes de trânsito, poluição atmosférica são alguns dos problemas de mobilidade mais recorrentes nas cidades. É nítida a influência do crescimento urbano em termos de população e área na mobilidade urbana, pois este fenômeno acarretou no aumento da quantidade de pessoas que se movimentam por ela, como também prolongou as distâncias a serem percorridas pelos indivíduos e a duração dos deslocamentos.

Aliado a isto, podemos afirmar que o crescimento exacerbado da frota de automóveis nas duas primeiras décadas do século XXI no Brasil também é um fator preponderante para a ocorrência e agravamento dos problemas de mobilidade nas cidades brasileiras, pois saturou o sistema viário existente. Dados do Denatran indicam que entre 2000 e 2020 a frota de automóveis cresceu 185% (de 20 milhões em 2000 para 57 milhões de veículos em 2020), enquanto a população brasileira cresceu no mesmo período 24% (de 170 milhões em 2000 para 211 milhões de habitantes em 2020), segundo o IBGE (DENATRAN, 2020; IBGE, 2020a; IBGE, 2020b).

Ocorre que no Brasil está acontecendo uma mudança estrutural na matriz dos transportes urbanos. É o que indica os dados do Sistema de Informações da

Mobilidade Urbana (ANTP, 2016, p. 3; ANTP, 2018a, p.8; ANTP, 2018b, p. 8; ANTP, 2020, p. 6), apresentados no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Evolução das viagens urbanas no Brasil por modo de transporte entre 2003 e 2017 (bilhões de viagens/ano)



Fonte: ANTP, 2016, p. 3; ANTP, 2018a, p. 8; ANTP, 2018b, p. 8; ANTP, 2020, p. 6. Adaptado.

Legenda: TC – Transporte coletivo; TI – Transporte Individual; TNM – Transporte Não Motorizado.

Até 2004, a maior parte das viagens motorizadas urbanas eram realizadas por meios de transportes coletivos. Desde então até 2009 o número de viagens motorizadas por transportes coletivos e por transportes individuais permaneceu praticamente igual. Até que a partir de 2010 as viagens motorizadas por modos de transporte individual passaram a superar as viagens realizadas por transporte coletivo. Em 2015 houve uma queda abrupta das viagens por modos individuais, porém a partir de 2016 o número de viagens em modos individuais voltou a crescer.

Em síntese: os indivíduos estão migrando dos meios de transporte coletivo para os meios de transporte individual motorizado. É provável que com a tendência de crescimento das viagens por modos de transporte individual venha a ocorrer uma diminuição nas viagens por transporte coletivo. Se esta previsão se concretizar, os problemas de mobilidade urbana também tenderão a se agravar.

As condições precárias de conforto e o tempo prolongado de viagem nos transportes coletivos, bem como os signos antropológicos, político, psicológico,

econômico e sociológico¹ presentes na utilização dos meios individuais motorizados, principalmente o automóvel, explicam em parte esta migração. Segundo Vasconcellos (2013, p. 111) as condições de conforto dos ônibus urbanos² no Brasil sempre foram precárias. É comum que os ônibus circulem superlotados, produzam altos níveis de vibração e ruído, as viagens podem ser realizadas em pé e em muitos casos a temperatura interna é inadequada. Com relação ao tempo de deslocamento, em 2017 o tempo médio de viagem por passageiro utilizando meios de transporte coletivos foi de 44 minutos, enquanto por meios de transportes individuais foi de 23 minutos (ANTP, 2020, p. 14). Esta situação corriqueira presente há décadas contribui para o crescente descrédito deste meio de transporte.

Dado o cenário atual em que a mobilidade urbana já está em um nível insatisfatório de operação e ainda a previsão de piora desta situação, têm-se discutido e planejado mudanças em diversos âmbitos. Na academia, por exemplo, já há um consenso de que os meios de transportes individuais motorizados causam muitas externalidades negativas – sejam elas sociais, econômicas ou ambientais – que só podem ser superadas não só pela mudança estrutural no modo como nos deslocamos pelas cidades (priorizando os modais não motorizados e os coletivos), como também na maneira como os centros urbanos se organizam espacialmente.

No Brasil a discussão ampla sobre as condições de mobilidade nas cidades surge, certamente, com as reivindicações do movimento pela Reforma Urbana (BRASIL, 2007, p. 19), porém, ao longo da década de 1990 o tema perdeu força no debate público. Apenas na primeira década do século XXI a partir da promulgação do Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257/2001) e a criação do Ministério das Cidades é que a discussão volta a ganhar força. Em publicação de 2007, antes da promulgação da Lei da Mobilidade Urbana (Lei Federal 12.587/2012), o Ministério das Cidades já estabelecia que era preciso uma mudança de paradigma na política de mobilidade das cidades:

¹ Para Vasconcellos (2000, p. 105-122) automóvel possui múltiplos significados nas sociedades contemporâneas. Para o autor são cinco as visões que cobrem as principais concepções sobre o automóvel: (1) visão antropológica que identifica o carro como símbolo de poder, status e riqueza; (2) visão política que identifica o automóvel como sinônimo de liberdade e privacidade; (3) visão psicológica que associa o carro às ideias de juventude, confiança própria e prazer pessoal; (4) pela visão econômica o automóvel é visto como uma escolha racional ao se comparar os custos e benefícios de adquirir um carro, e; (5) a visão sociológica enxerga o automóvel como um objeto essencial de reprodução das classes sociais, principalmente da classe média.

² À título de conhecimento, em 2017, as viagens por ônibus corresponderam a 88% do total de viagens realizadas por meios de transportes coletivos no Brasil (ANTP, 2020, p. 31).

“Trata-se de reverter o atual modelo de mobilidade, integrando-a aos instrumentos de gestão urbanística, subordinando-se aos princípios da sustentabilidade ambiental e voltando-se decisivamente para a inclusão social” (BRASIL, 2007, p. 21).

Em 2012 a Lei da Mobilidade Urbana (Lei Federal 12.587/2012) foi sancionada e instituiu com força de lei as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana que devem ser seguidas pelas cidades. Dentre as diretrizes podemos destacar “*prioridade dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado*” (BRASIL, 2012). Em seu 23º artigo, a Lei 12.587/2012 estabelece como um dos instrumentos de gestão do sistema de transporte e da mobilidade urbana a “*dedicação de espaço exclusivo nas vias públicas para os serviços de transporte público coletivo e modos de transporte não motorizados*” (BRASIL, 2012). A referida lei institui ainda que é de responsabilidade dos municípios a tarefa de planejar, executar e avaliar a política de mobilidade urbana.

Dada a importância dos sistemas de transportes por ônibus e visto que é necessário aumentar sua atratividade bem como melhorar sua imagem, foram idealizadas e postas em prática algumas medidas de priorização para esse modal.

Algumas cidades no Brasil já se destacavam pela política de prioridade do transporte coletivo muito antes da promulgação da Lei da Mobilidade Urbana. Curitiba é um exemplo emblemático no país. Ainda na década de 1970 criou um sistema integrado de transporte coletivo por ônibus em conjunto com uma política de uso do solo que, dentre outras medidas, prioriza o adensamento populacional ao longo dos principais eixos do transporte coletivo. Destaca-se também da experiência de Curitiba a destinação de vias exclusivas nos eixos estruturantes do transporte coletivo.

Figura 1 - Via exclusiva para o transporte coletivo por ônibus em Curitiba/PR. Ao fundo da imagem, verticalização ao longo do eixo de transporte.



Foto: Cassiano Rosario / Gazeta do Povo.

São Paulo foi outra cidade que se destacou na implantação de medidas de prioridade para o transporte público por ônibus, porém já em anos mais recentes. Até 2012 a cidade destinava 211km do espaço viário dedicado aos ônibus do sistema de transporte urbano, sejam eles faixas ou vias exclusivas. Entre 2013 e 2016 foram criados mais 320km de faixas de ônibus na cidade, totalizando 531km de espaço exclusivo para os ônibus (SÃO PAULO, 2016). Este intenso processo de ampliação das faixas de ônibus em São Paulo trouxe grande visibilidade ao tema em todo o país e certamente influenciou e incentivou a disseminação desta medida em diversas cidades.

Figura 2 – Faixas de ônibus em São Paulo classificadas por períodos de implantação.



Fonte: OLIVEIRA, 2018, p. 26.

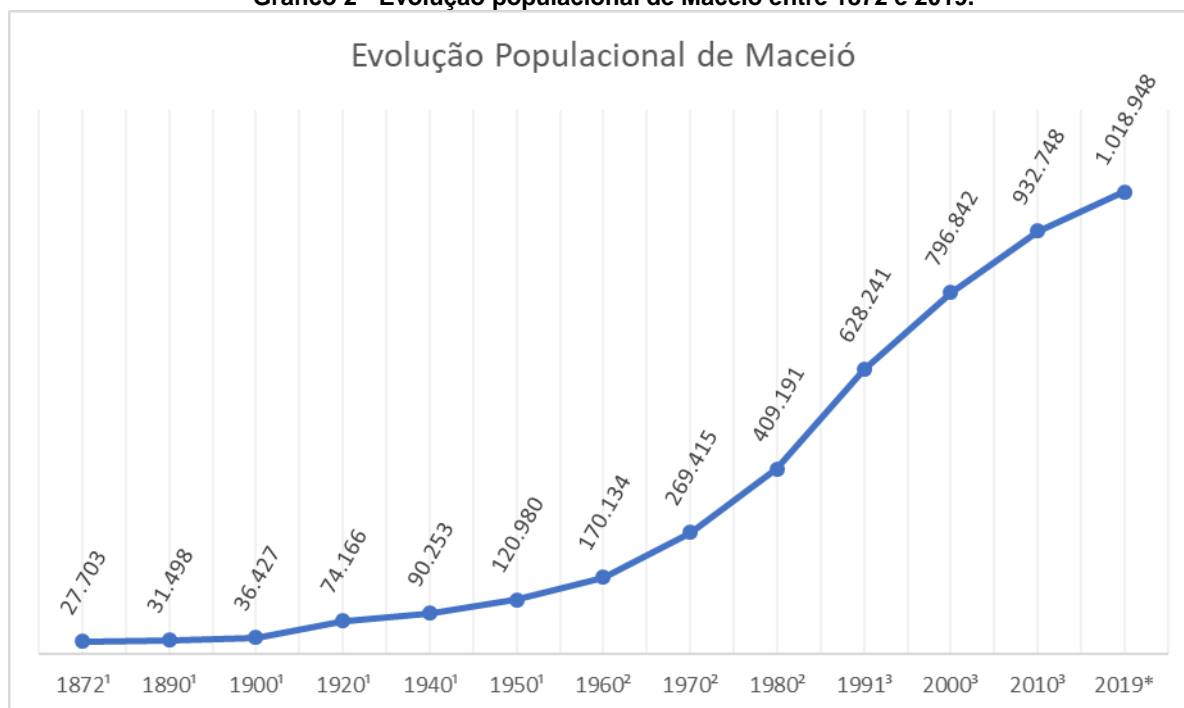
Entretanto, as medidas de priorização do transporte coletivo por ônibus em muitos casos implicam na diminuição do espaço viário para os demais veículos, fato este que não agrada uma parcela da sociedade, principalmente aquela usuária cativa do automóvel. Segundo Vasconcellos (2000, p. 121), há uma simbiose entre a classe média e o automóvel visto que este exerce um papel vital na reprodução desse estrato social. Limitar ou diminuir de alguma forma a utilização dos modais individuais motorizados – como no caso de destinar uma parte de uma via apenas para ônibus – implica quase sempre numa reação contrária, que na prática significa um obstáculo político enorme a ser superado.

1.1.2 Faixas de ônibus em Maceió

Assim como muitas cidades no Brasil, Maceió também sofreu um intenso processo de crescimento demográfico e econômico desde a segunda metade do

século XX. O Gráfico 1 traz os dados de diversos censos e estimativas populacionais desde 1872 até 2019.

Gráfico 2 - Evolução populacional de Maceió entre 1872 e 2019.



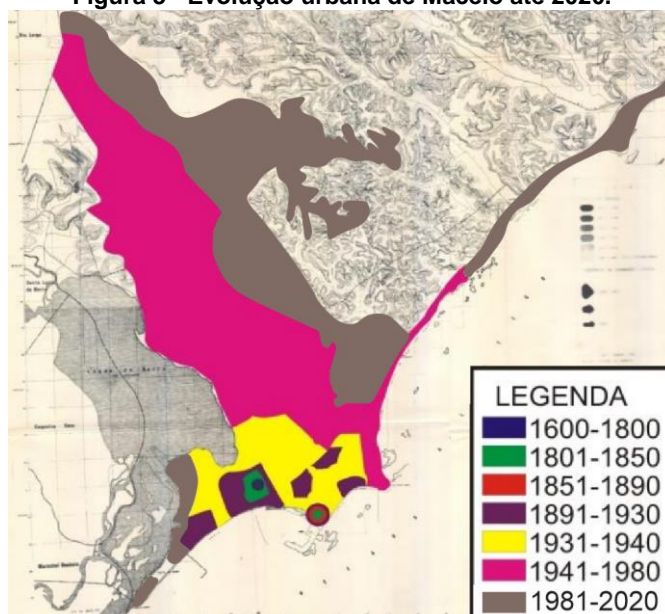
Fonte: IBGE, Censos demográficos 1872, 1890, 1900, 1920, 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=6>. Acessado em 12 jul. 2020.

Notas: ¹ População presente.
² População recenseada.
³ População residente.
^{*} População estimada.

É notório no gGráfico 2 o elevado crescimento populacional entre 1960 e 2000 em comparação com as demais décadas. Como dito na seção anterior, este intenso processo de urbanização em conjunto com o processo produtivo vigente, aliado à herança escravista na sociedade brasileira criaram e agravaram diversos problemas nas cidades, e em Maceió não foi diferente. Na capital alagoana, esta dinâmica social foi ainda acentuada pela grande resistência às inovações materiais e sociais que foram surgindo ao longo dos anos por parte dos grupos sociais dominantes de Alagoas, característica esta marcante nos estados nordestinos (SANTOS, 2013, p. 69).

Maceió também apresentou diversos problemas urbanos decorrentes deste processo. A área urbanizada da cidade a partir de 1940 até 1980 mais que duplicou. E entre 1981 até 2020 continuou crescendo em grande escala. Ou seja, as distâncias a serem percorridas na cidade foram ficando cada vez maiores, conforme pode ser visto na Figura 3.

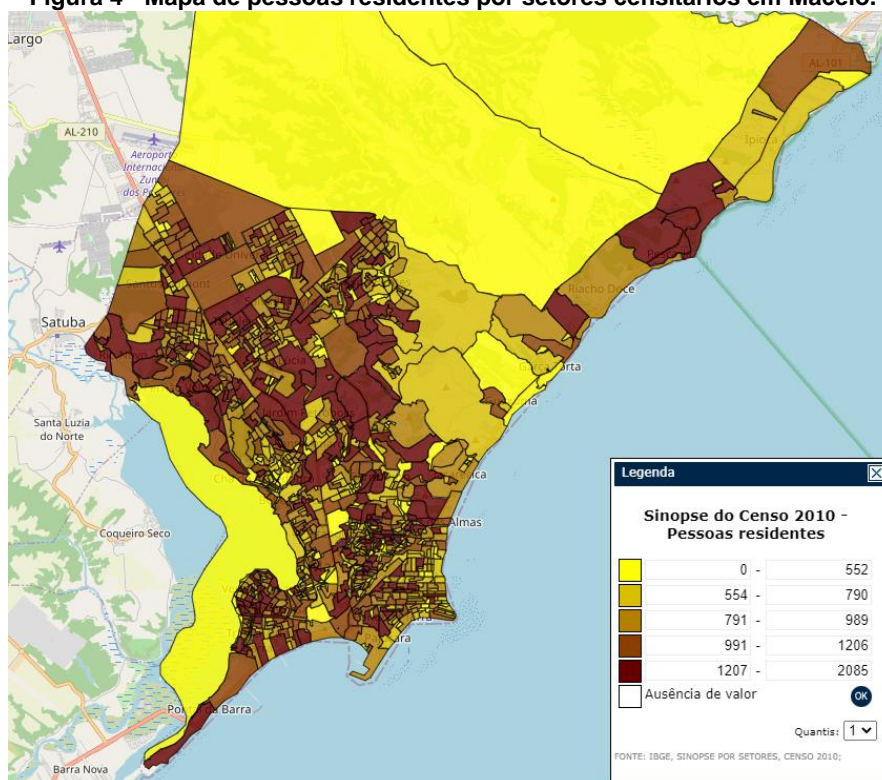
Figura 3 - Evolução urbana de Maceió até 2020.



Fonte: Plano de Desenvolvimento de Maceió, 1981 *apud* JAPIASSÚ, 2015, p. 58. Adaptado.

Na Figura 4 podemos constatar que grande parte da população de Maceió reside na área urbanizada existente a partir de 1980.

Figura 4 - Mapa de pessoas residentes por setores censitários em Maceió.

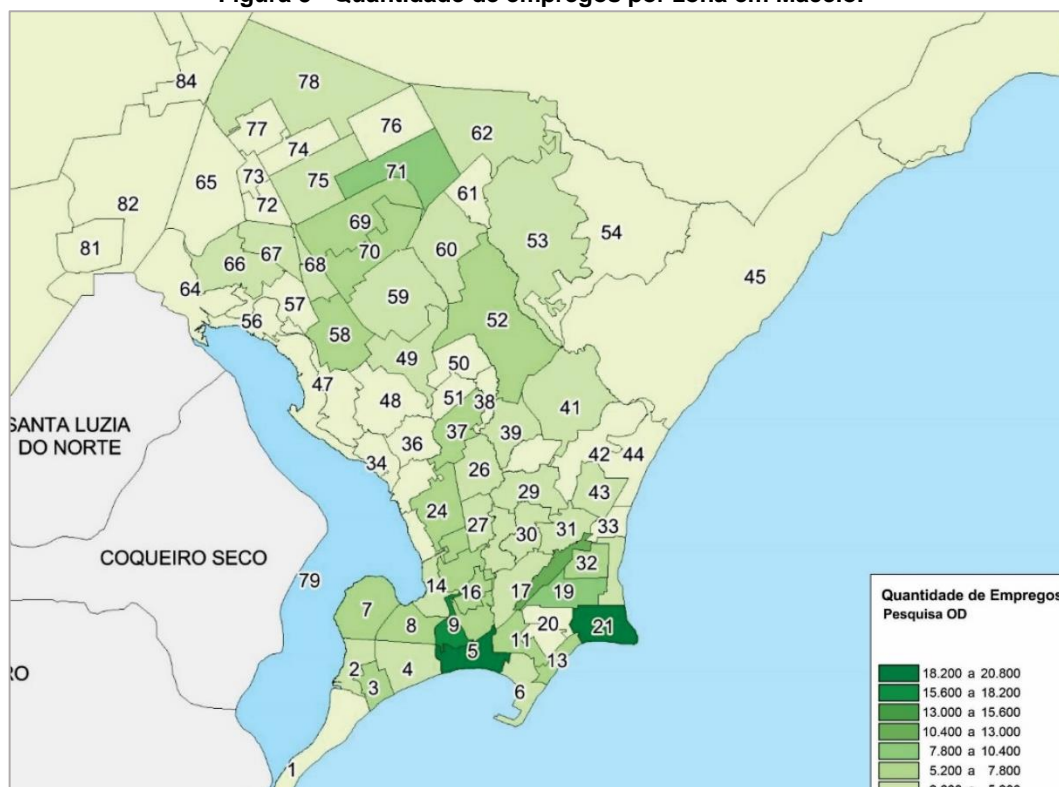


Fonte: IBGE, Sinopse por setores, Censo 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopseporsetores/?nivel=st>. Acessado em: 13 jul. 2020.

Por outro lado, apesar da expansão da área urbanizada a maior parte dos empregos permaneceu concentrada na Centro Histórico ou migrou para novos centros

como no caso dos bairros litorâneos da planície central e em menor escala nos principais eixos viários da cidade. Na Figura 5 é possível constatar que as regiões que concentram mais empregos em Maceió são o Centro Histórico (zonas 5 e 9) e o bairro Ponta Verde (Zona 21). Esta conformação socioespacial gerou uma alta demanda de deslocamentos entre os bairros residenciais e as áreas que concentram empregos

Figura 5 - Quantidade de empregos por zona em Maceió.



Fonte: Alagoas, 2014, p. 76. Adaptado.

Aliado a este fenômeno, houve também um aumento expressivo da frota de automóveis em Maceió. Em 2000 havia 45 mil veículos deste tipo registrados e em 2019 este número saltou para 196 mil, um crescimento expressivo de 435% (DETRAN/AL, 2020). O corolário de um aumento tão grande no número de automóveis é certamente o crescimento do seu uso e por consequência a saturação do sistema viário da cidade. Na última Pesquisa Origem e Destino realizada na Região Metropolitana de Maceió no ano de 2014, já se constatou que o número de viagens motorizadas utilizando meios de transporte individuais superam a quantidade de viagens utilizando os meios de transporte coletivo. Foram registradas em um dia útil 533 mil viagens por modos individuais motorizados, enquanto que as viagens por modos coletivos totalizaram 439 mil, perfazendo uma proporção de 55% e 45% respectivamente (ALAGOAS, 2014, p. 73).

Outro resultado da Pesquisa Origem e Destino de 2014 que vale o destaque é tempo médio de viagem. Enquanto os modais motorizados individuais tiveram tempo médio de viagem de 27 minutos, o tempo médio utilizando os meios coletivos em Maceió foi de 72 minutos (ALAGOAS, 2014, p. 81).

O transporte coletivo por ônibus existente em Maceió quase sempre operou à revelia das demais questões urbanísticas. Seu papel se resume a apenas atender demandas de viagens que venham a surgir com a expansão da malha urbana, desconsiderando a função estruturadora do território e indutora do desenvolvimento que os sistemas de transporte coletivo possuem. Historicamente, são raras as ações efetivas que trouxeram melhorias significativas a este modal na cidade.

A despeito disto, ao longo dos anos desde a década de 1980 foram elaboradas algumas macropropostas de reestruturação do transporte coletivo urbano de Maceió. Tais projetos abrangiam desde a ampliação da rede ferroviária da cidade, até a implementação de uma rede semelhante a um BRT ao longo das avenidas Fernandes Lima e Durval de Góes Monteiro. À exceção de intervenções viárias pontuais e da reorganização das vias do Centro Histórico da cidade, praticamente nada destas macropropostas saíram do papel.

A partir de 2013 tomou força em Maceió a ideia de implantação de uma faixa de ônibus na cidade. Isto ocorreu provavelmente devido à pressão dos protestos populares e do empresariado do setor de transportes da cidade, bem como a influência de ações semelhantes tomadas em diversas cidades no Brasil. Denominada de Faixa Azul, foi só em fevereiro de 2014 que a primeira faixa de ônibus foi implantada nas avenidas Durval de Góes Monteiro e Fernandes Lima, principal corredor viário da cidade.

É prudente afirmar que a iniciativa sofreu forte oposição no primeiro ano de operação principalmente dos usuários dos automóveis (SILVA, 2014). Os taxistas também se opuseram e reivindicaram a permissão de utilização da faixa prioritária alegando prejuízos econômicos. A municipalidade por sua vez acabou cedendo e permitiu a utilização da faixa pelos taxistas desde que estivessem com algum passageiro embarcado (OLIVEIRA, 2014). Passados seis anos da implantação, a medida foi assimilada pela população e permanece em operação, entretanto, ainda é comum a utilização indevida desta faixa de ônibus

1.2 Sistemas de Transporte Público-Coletivo por Ônibus

O sistema de transporte público com características semelhantes ao que conhecemos na atualidade surgiu em Paris no ano de 1662. Foi criado pelo matemático francês Blaise Pascal que percebeu a necessidade que a população parisiense tinha em se locomover no interior da cidade que já contava com mais de 150 mil habitantes. O sistema possuía itinerários fixos, horários regulares e definição da capacidade de transporte de cada veículo (FERRAZ e TORRES, 2004, p. 9). Atualmente o sistema de transporte público-coletivo é uma parte essencial da infraestrutura das cidades para transportar pessoas nas mais diversas direções e destinos.

1.2.1 A importância do transporte público-coletivo na mobilidade urbana

Em meio aos diversos modos de deslocamento urbano, o transporte público-coletivo se destaca principalmente devido a algumas de suas características operacionais que são adequadas ao modo de vida coletivo urbano. Afinal, o tamanho das cidades contemporâneas exige o uso de meios motorizados para percorrer longas distâncias ao longo de corredores de fluxos recorrentes ou eventuais crescentes de ida-e-volta sendo que, para isto, há a necessidade de compartilhamento de um meio de transporte que congregue diversos indivíduos que percorrem caminhos semelhantes.

Aliado a isto, os problemas de mobilidade urbana – como os congestionamentos, os acidentes de trânsito, a poluição atmosférica, dentre outros – vividos na atualidade e causados principalmente pela forma de ocupação do solo urbano e pela política de incentivo ao automóvel – concebida inicialmente nos EUA na primeira metade do século XX e difundida no Brasil a partir da década de 1960 – evidenciam a má qualidade dos deslocamentos atuais e demandam soluções para as quais os meios de transporte coletivo são fundamentais para sua efetivação.

Não é de hoje que essa importância é reconhecida. Desde que as vias urbanas passaram a dar os primeiros sinais de saturação e as consequências entrópicas decorrentes do incentivo automobilístico foram ficando cada vez mais evidentes e custosas, diversos setores da sociedade passaram a demandar a mudança desse paradigma.

Já na década de 1960, Lewis Mumford criticava o exagerado incentivo ao automóvel em detrimento aos demais meios de transporte e a qualidade de vida nas cidades (LEWIS..., 1963).

“Sistemas de transporte público em todos os lugares estão sofrendo a medida em que os automóveis tomam conta cada vez mais do coração das cidades” (LEWIS..., 1963)

Em 1975, John Volpe escreve:

“Há 50 anos nós necessitávamos de transporte público em virtude de a maioria dos americanos não possuir automóvel. Hoje nós precisamos ainda mais desse tipo de transporte, devido ao fato da maioria dos americanos possuir automóvel.” (UTRB, 1978 *apud* FERRAZ e TORRES, 2004, p. 87).

Essas reflexões acima deixam claro que o problema se manifesta há muito tempo nas cidades mundo afora. No Brasil, este discurso que preconiza a prioridade do transporte público-coletivo sobre o individual aflorou na década de 1970. As altas taxas de urbanização medidas a partir dos anos 50 sem o adequado planejamento urbano em conjunto com o histórico de desigualdade social geraram imensos problemas nas cidades brasileiras, dentre eles o problema de transporte urbano. É nesta década, mais precisamente em 1977, que surge a Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP, entidade existente até os dias atuais que promove a discussão e o fomento da mobilidade urbana no Brasil.

Para Vuchic (2007, p. 240), tratar da mesma maneira todos os veículos no sistema viário – sejam eles públicos ou privados, baixa ou alta capacidade, de passageiro ou de carga – desconsiderando suas particularidades, vantagens e desvantagens é um anacronismo ilógico e irracional que afeta negativamente todos os envolvidos no transporte urbano.

Os sistemas de transporte público-coletivo apresentam vantagens indispensáveis para a vida urbana. Segundo Ferraz e Torres (2004, p. 85), as principais características positivas deste meio de transporte são:

- Dentre os transportes motorizados, é modo que apresenta segurança e comodidade pelo menor custo unitário. Por conta disto, é o mais acessível às populações de baixa renda.
- Contribui para a democratização da mobilidade, já que em muitos casos é a única forma de locomoção para quem não pode usar o automóvel seja por

questões econômicas, questões físicas individuais (idade, deficiência, etc.) ou por aqueles que simplesmente não querem dirigir.

- É uma alternativa de substituição do automóvel, para reduzir os impactos negativos do uso exacerbado do transporte individual (congestionamentos, poluição, consumo excessivo de energia, acidentes de trânsito, desumanização do espaço urbano e perda da eficiência econômica da cidade).
- Diminui a necessidade de investimentos em ampliação do sistema viário, em estacionamentos, em sistemas de controle de tráfego, etc., já que ocupa muito menos espaço de circulação em comparação com o automóvel e não precisa estacionar no destino.
- Proporciona ocupação mais racional do solo urbano.
- Propicia, quase sempre, total segurança aos passageiros.

O menor consumo de espaço por passageiros transportados é uma das principais vantagens do transporte público. Dados comparativos entre os modais de transporte, amplamente reconhecidos e discutidos, corroboram estas afirmações. A título de exemplificação, de acordo com Vasconcellos (2012, p. 79), uma faixa asfaltada de três metros de largura utilizada por automóveis tem capacidade de transportar 3 mil pessoas por hora, no máximo. A mesma faixa se operada com ônibus têm capacidade de transportar 40 mil pessoas por hora, um aumento de cerca de treze vezes mais capacidade.

Com relação ao consumo de energia o transporte público por ônibus também leva ampla vantagem sobre os modos individuais motorizados se comparado o consumo por passageiro transportado. São três vezes maiores os gastos de energia por passageiros dos modos individuais motorizados em relação aos modos coletivos (VASCONCELLOS, 2012, p. 85). Ou seja, os modos coletivos gastam um terço do volume de combustível necessário para transportar a mesma quantidade de pessoas comparado ao transporte individual. Isto impacta diretamente nos custos econômicos e ambientais que uma sociedade precisa arcar com combustíveis e conseqüentemente diminuiria a poluição atmosférica que afeta a saúde dos indivíduos e impacta também no meio ambiente.

1.2.2 Formas de operação do transporte público-coletivo urbano por ônibus

Otimizar as condições de produção e de consumo do transporte público-coletivo é uma das estratégias mais eficazes na resolução dos problemas de mobilidade urbana, na melhoria da qualidade de vida nas cidades e na eficiência da economia urbana. Porém, são várias as dificuldades a serem enfrentadas, principalmente no que se refere às condições de circulação desse modo de transporte. Ao longo dos anos e em diversos lugares foram criadas medidas de prioridade que têm como objetivo privilegiar a circulação do transporte coletivo em relação aos demais modos motorizados. Entre essas medidas podemos citar: tipos especiais de sinalização, tratamento de vias e outros dispositivos (SEDU; NTU, 2002, p. 3).

De acordo com a Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República e com a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (2002, p. 14), existem quatro formas de operação o transporte coletivo por ônibus no sistema viário de acordo com o nível de prioridade:

1. Tráfego Misto – os ônibus compartilham as mesmas vias com o trânsito em geral, sofrendo diversas interferências ao longo de seu trajeto. Ou seja, não há nenhum tratamento viário específico para o transporte coletivo. Sua utilização é mais adequada em corredores de baixos volumes de tráfego geral ou de transporte coletivo. Entretanto, é a forma mais comum de operação dos sistemas de transporte por ônibus no Brasil mesmo em corredores muito carregados.

Figura 6 - Ônibus operando junto ao tráfego geral em Maceió.



Foto: André Palmeira/SETRAND – Governo de Alagoas.

2. Faixas Exclusivas – os ônibus trafegam em faixas específicas de rolamento, em geral nas laterais das vias, mas podem seguir pela faixa central. As faixas são destinadas prioritariamente para o transporte coletivo, porém, não há separação física brusca das demais faixas, apenas sinalização viária vertical e horizontal (pintura, placas e tachões).

Podem ou não ter faixas duplas de ultrapassagem, principalmente nas paradas de ônibus. Além disso, há a possibilidade de ser operada no fluxo ou no contra fluxo do tráfego geral. Não são feitas alterações significativas nos cruzamentos em nível. Apesar da nomenclatura amplamente empregada, na maioria dos casos as faixas exclusivas não são efetivamente exclusivas, principalmente as implantadas na faixa à direita da via. Em Maceió, por exemplo, é permitida aos demais veículos a utilização da mesma por até duas quadras para acessar os lotes lindeiros e para as conversões à direita. Táxis com passageiros e veículos de emergência em atendimento (polícia, bombeiros e SAMU) são permitidos de trafegar ao longo de toda extensão da faixa.

Essa não exclusividade se deve sobretudo às características viárias onde as faixas são implantadas, pois em vias consolidadas, quase sempre ocorrem atividades comerciais, de serviços e de moradia, sendo, portanto, necessário viabilizar o acesso a essas atividades. Além disso, os corredores de transporte em muitos casos estão interligados a diversas vias transversais que da mesma forma necessitam ser acessadas. Desse modo, sem a plena exclusividade os ônibus sofrem diversos tipos de interferências de outros fluxos de veículos, fato este que diminui consideravelmente a capacidade destas faixas.

Mesmo com esses entraves as faixas são normalmente implantadas à direita das vias para facilitar o embarque-desembarque de passageiros na calçada e evitar os custos incidentes de remanejamento do tráfego quando dispostas no lado esquerdo, quais sejam, adaptação dos veículos para acesso pelo lado esquerdo e passagens prioritárias de usuários cruzando o fluxo.

Percebe-se então que há um uso impróprio do termo “exclusivo” – inclusive pela literatura especializada – para denominar uma faixa que evidentemente não o é. Wright e Hook (2008, p. 21) denominam

simplesmente de “Faixas de Ônibus” as faixas dedicadas primariamente aos ônibus sem segregação física das outras faixas de rolamento, termo este que nos parece mais adequado dada as características operacionais desta medida de priorização.

Figura 7 - Faixa de ônibus na Av. Fernandes Lima em Maceió.



Foto: SMTT Maceió.

3. Pista Exclusiva (canaleta, busway) – são semelhantes às faixas de ônibus, porém possuem separação física brusca das demais faixas de rolamento e redução do número de cruzamentos em nível. Há também um caso especial de pista exclusiva implantada em trechos das áreas centrais das cidades, na qual todas as faixas da via são utilizadas pelo transporte coletivo, vedado o acesso a outros fluxos não emergenciais senão em determinadas horas do dia ou da noite. Nestes casos denomina-se “via exclusiva”. No Centro Histórico de Maceió, um trecho da Rua do Comércio funciona como via exclusiva para o transporte coletivo.

Figura 8 – Rua do Comércio em Maceió/AL – Exemplo de via exclusiva.



Foto: Google Street View.

4. Via Segregada – os ônibus trafegam em vias totalmente segregadas não sofrendo interferências de qualquer tipo, sejam elas de outros veículos ou de pedestres.

Figura 9 - Expresso Tiradentes em São Paulo/SP - Exemplo de operação em Via Segregada.



Foto: Danilo Verpa/Folhapress – Jornal Folha de São Paulo.

É evidente a relação direta entre o nível de segregação, a complexidade e os custos de implantação de cada uma das formas de operação relatadas acima: quanto maior o nível de segregação maior a complexidade de inserção nas cidades e maiores os custos de implantação, sendo o inverso também verdadeiro.

Operar o transporte coletivo em vias de tráfego misto, apesar de ser uma solução simples e menos custosa, gera diversos problemas e ineficiências ao sistema. Por outro lado, para implantar vias segregadas, que é a solução que melhor beneficia a operação dos ônibus, são necessários investimentos quase sempre inviáveis para a maioria das cidades brasileiras. Por conta disto, as soluções intermediárias – faixas de ônibus e pistas exclusivas – são mais praticáveis às cidades não só pelos investimentos requeridos, como também pela menor complexidade de implantação e flexibilidade de uso em determinadas situações como conversões, compartilhamentos e emergências.

1.2.3 Faixas de ônibus

A faixa de ônibus é provavelmente a medida de prioridade para transporte urbano por ônibus mais utilizada devido ao seu baixo custo e facilidade de implantação, proporcionando ganhos consideráveis principalmente na velocidade operacional dos ônibus. No entanto, sua eficiência é comprometida devido às suas características intrínsecas que facilitam e permitem sua obstrução, sejam elas permitidas ou não, por parte dos demais veículos em circulação. Por conta disto, a eficiência deste tipo de faixa varia bastante, a depender das características da via em que foi implantada, do comportamento dos motoristas, da área urbana em que está inserida, dentre outras particularidades.

Diversos estudos buscaram avaliar a efetividade desse tipo de prioridade. Basso e Silva (2014, p. 23) analisaram o efeito da implementação de faixas de ônibus nas cidades de Londres e Santiago. Dentre outros resultados, os autores descobriram que a velocidade média dos ônibus na faixa de Londres subiu de 13 para 27km/h e na faixa de Santiago aumentou de 15 para 21km/h. Concluíram que com as faixas de ônibus é possível aumentar a frequência dos ônibus e diminuir as tarifas injetando poucos recursos públicos.

Em Fortaleza também foi feita avaliação das faixas de ônibus numa parceria entre a Prefeitura de Fortaleza, a Universidade de Fortaleza e a Universidade do Arizona nos Estados Unidos (SOUZA; MENEZES, 2016). Utilizando dados de GPS dos ônibus foi medido o desempenho da velocidade operacional dos coletivos de Fortaleza nos picos da manhã e da tarde durante os meses de março de 2014 e março de 2015, ou seja, antes e depois da implantação desta medida de prioridade.

Dos 14 corredores prioritários implantados, sete tiveram aumento na velocidade média no pico da manhã, com destaque para duas faixas que proporcionaram aumento de mais de 60%. No pico da tarde foi registrado aumento de velocidade em 10 destes 14 corredores prioritários, tendo sido registrado em um deles um aumento de 158% (passou-se de 6,10km/h para 15,79km/h). Os autores destacam que o aumento da velocidade média foi mais significativo nas vias com um maior nível de congestionamento. Por outro lado, nas vias onde, segundo eles, não há problemas de congestionamento, não houve diferença significativa e ocorreu até um decréscimo 8,3% da velocidade média. Para este último caso, os autores conjecturam que a perda de velocidade se deve ao estacionamento irregular recorrente nestas faixas de ônibus.

Por fim, concluiu-se que no pico da manhã 55,3% dos pontos críticos e graves (trechos de vias nas quais eram registradas velocidades médias menores que 15km/h) foram solucionados com a implantação das faixas de ônibus. Já no pico da tarde a diminuição dos pontos críticos e graves foi de 78,7%. O ganho de velocidade no sistema como um todo foi de 21,4%, elevando a velocidade média de 14km/h em 2014 para 17km/h em 2015.

O Instituto de Energia e Meio Ambiente (2017) avaliou os ganhos de velocidade média, a redução de uso de combustíveis e emissão de poluentes por parte dos ônibus que circulam nas faixas prioritárias de São Paulo em semanas específicas de setembro de 2012, 2013, 2014 e 2015. Para a realização da pesquisa, o instituto utilizou como base de dados o registro de sinais de GPS dos ônibus, o georreferenciamento das vias, das faixas e das linhas de ônibus, dados sobre os veículos que operam o sistema de transporte coletivo por ônibus e fatores de emissão de combustíveis.

Analisando apenas a velocidade média dos trechos providos de faixa prioritária foi constatado que houve ganho de velocidade de 13,8% no pico da manhã e 10,1% no pico da tarde – na média diária o aumento foi de 11,7% entre 2012 e 2014. Houve ganho de velocidade em 78 dos 91 “tramos homogêneos”³ analisados, ficando uma média de ganho de 17,4%. Em um caso específico houve aumento de 70% na velocidade média. Entretanto, avaliando a velocidade média dos ônibus considerando

³ As faixas ou trecho de faixas analisadas foram classificadas em “tramos homogêneos” de acordo com suas características viárias, como por exemplo: a quantidade de semáforos ou paradas por quilômetro. A intenção desta classificação era averiguar se tais características influenciavam na eficiência da faixa.

todas as vias nas quais circulam, não houve alterações significativas. Houve perda de velocidade média em 13 tramos cuja a média foi de 3,8%.

Com relação ao consumo de combustível e a emissão de poluentes, os resultados obtidos pela pesquisa do Instituto de Energia e Meio Ambiente (2017) mostram que houve diminuição destes parâmetros devido não só às faixas de ônibus, mas também a renovação da frota ocorrida na cidade que inseriu no sistema ônibus maiores (substituindo diversos ônibus menores) e com tecnologia mais recente (que diminuiu o consumo e emissão de poluentes). Porém, o instituto enfatiza o fato de que apenas com a implementação das faixas sem a renovação da frota os ganhos seriam expressivos. A título de exemplificação, a diminuição da emissão do poluente NO_x apenas com a renovação da frota seria de 0,59%, enquanto apenas com implantação das faixas essa diminuição seria de 7,33%.

Apesar das melhorias de velocidade dos ônibus verificadas nas vias providas de faixa prioritária, não houve melhoria generalizada do sistema de ônibus de São Paulo, dado que apenas 12% das vias por onde circulam estes veículos são dotadas de faixas segregadas, diluindo, assim, seus efeitos positivos. Por outro lado, houve redução do consumo de óleo diesel em 5,10%, e também diminuíram as emissões de óxido de nitrogênio (7,33%), material particulado (6,07%) e gases responsáveis pelo efeito estufa (5,06%).

Já Arbex e Cunha (2016) desenvolveram um método de análise dos dados de GPS de todas as linhas de ônibus da cidade de São Paulo com o intuito de analisar a evolução das velocidades observadas após a implantação de diversas faixas prioritárias na cidade. A análise se deu em 20 dias úteis de dois meses distintos: agosto de 2013 (antes da implantação das faixas) e janeiro de 2015 (após a implantação das faixas). Para o desenvolvimento da pesquisa, os autores dividiram as linhas de ônibus analisadas em dois grupos: 68 linhas que não tiveram faixas de ônibus implantadas em seus itinerários e 240 linhas que tiveram faixas implantadas em pelo menos algum trecho de seus itinerários.

Os resultados obtidos mostram que as 68 linhas que não foram beneficiadas com faixa prioritária tiveram na média um aumento de velocidade de apenas 0,39%, enquanto as 240 linhas que foram beneficiadas tiveram aumento médio de 9,13% na velocidade mediana. Os autores também estimaram que 29% das linhas beneficiadas tiveram redução de 15 minutos ou mais no tempo de viagem,

enquanto que para o grupo de linhas que não foram beneficiadas este percentual foi de 8%.

Por outro lado, Arbex e Cunha (2016) destacam que algumas linhas tiveram piora em suas velocidades médias mesmo com o benefício das faixas prioritárias em seus itinerários, ou seja, distribuição de melhorias nos tempos de viagem não é homogênea.

1.3 Simulação do Tráfego

A simulação do tráfego urbano através de *software* é uma ferramenta que vem se tornando cada vez mais comum nos estudos de mobilidade, tanto na academia como também nas instâncias estatais responsáveis por organizar e operar o tráfego de pessoas e veículos. Isso se deve principalmente à flexibilidade em simular situações que na prática seriam inviáveis.

Segundo Barceló (2010, p. 56) a simulação de tráfego é uma técnica útil para auxiliar profissionais desde o projeto de novos sistemas até na avaliação de impactos de projetos alternativos, abrangendo uma ampla variedade de estudos de tráfego e transporte com os mais diversos objetivos. Já para Gartner, Messer e Rathi (2001, p. 10-1) a simulação é uma ferramenta eficaz para analisar uma grande variedade de problemas que não é possível estudar por outros meios.

May (1990, p. 377) define este tipo de simulação como uma técnica numérica para conduzir experimentos em um computador e envolve modelos matemáticos que descrevem o comportamento de um sistema de transporte. Segundo o autor a simulação de tráfego apresenta algumas vantagens:

- Possibilidade de criar experimentos fora do mundo real no lugar de testar na prática novas situações;
- Possibilidade de simular situações perigosas sem por pessoas em risco;

Por outro lado, é sabido que simulações computacionais possuem limitações que devem ser levadas em consideração ao se utilizar esta ferramenta. Por mais que um modelo seja rigorosamente criado a partir de dados de campo e conhecimentos científicos ele nunca representará com exatidão a realidade. Segundo Barceló (2010, p. 2) um modelo sempre será uma representação parcial da realidade, o que significa que sempre haverá aproximações, gerando consequências nos

resultados do modelo. May (1990, p. 378) lista algumas das desvantagens dos modelos de simulação:

- Requerem calibração e validação; se alguns destes parâmetros for negligenciado a modelagem pode resultar infrutífera e os resultados falaciosos;
- Requerem uma grande quantidade de dados que podem ser difíceis de conseguir;

1.3.1 Classificação dos modelos de simulação

Os modelos de simulação de tráfego podem ser classificados de acordo com diferentes aspectos. Segundo Sousa (2016, p. 41) há seis classes amplamente reportadas pela literatura, são elas:

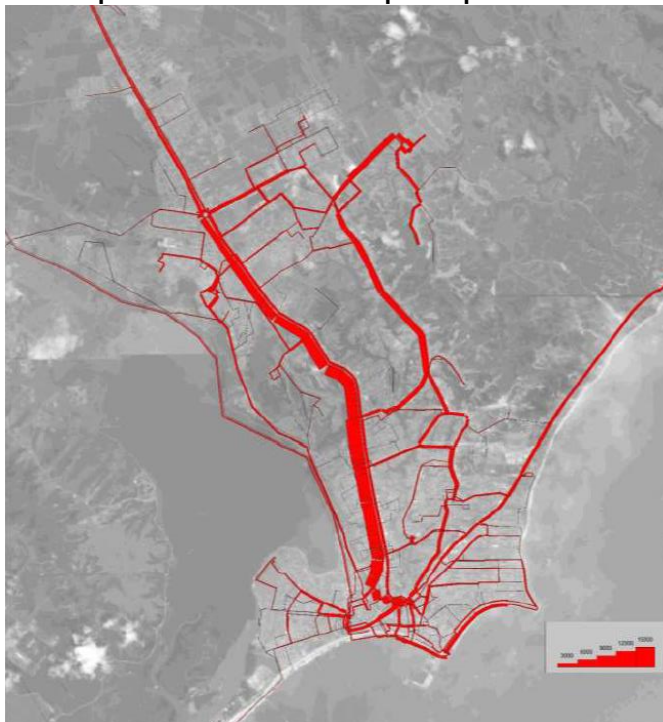
- I. Lógica estrutural;
- II. Nível de agregação;
- III. Escala temporal;
- IV. Mudança de estado;
- V. Flexibilidade de tráfego;
- VI. Variabilidade aleatória.

Dentre estas o “nível de agregação” se notabiliza por ser a forma de classificação mais utilizada na comparação entre *softwares* de simulação de tráfego. Por conta disso, discorreremos com mais detalhe sobre esta forma de classificação.

Segundo Gartner, Messer e Rathi (2001, p. 10-6) a classificação por nível de agregação subdivide os modelos de simulação em três níveis, a saber: macroscópico, mesoscópico e microscópico, de acordo com o nível de detalhamento que o modelo é representado.

Nos modelos macroscópicos as entidades (elementos do tráfego) e suas atividades e interações são descritas de modo menos detalhado. O fluxo é representado de maneira agregada, como por exemplo, através de um histograma estatístico ou por valores escalares de volume, densidade e velocidade de tráfego. Interações mais detalhadas como manobras de mudança de faixa não são consideradas neste tipo de modelo (GARTNER; MESSER; RATHI, 2001, p. 10-6).

Figura 10 - Exemplo de resultado de uma simulação macroscópica: histograma carregamento do transporte coletivo de Maceió para o pico da manhã.



Fonte: Alagoas, 2015, p. 24.

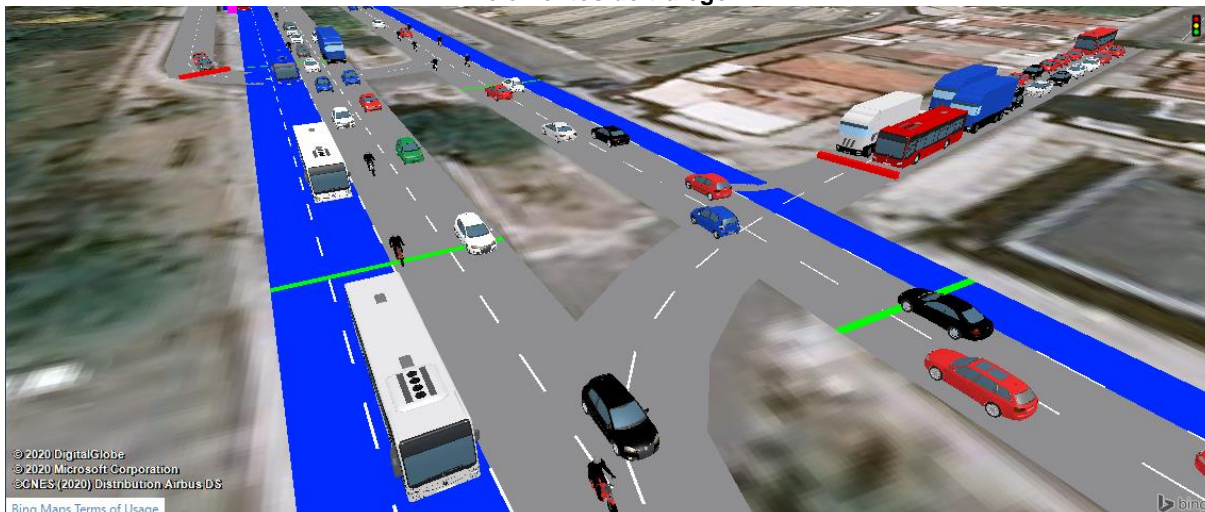
De acordo com Gartner, Messer e Rathi (2001, p. 10-6) os modelos macroscópicos são utilizados quando:

- Os resultados não são afetados por interações microscópicas no tráfego (mudança de faixa, por exemplo);
- A rede simulada seja de grande extensão inviabilizando uma análise microscópica;
- Os recursos e o tempo para o desenvolvimento do modelo sejam limitados.

Nos modelos microscópicos há um maior detalhamento da rede simulada, na qual as entidades e suas respectivas interações são representadas de forma individualizada e num alto nível de complexidade (GARTNER; MESSER; RATHI, 2001, p. 10-6). Segundo Maia (2007, p. 22) são gravadas desagregadamente para cada veículo todas as variáveis importantes para o cálculo das medidas de desempenho do modelo durante todo o período em que a operação do veículo estiver sendo simulada, desde a sua entrada na rede até a sua saída. Dessa maneira os resultados obtidos neste tipo de simulação também são mais detalhados, como por exemplo o tempo de viagem e o volume de tráfego por categoria de veículo,

quantitativo de emissão de gases provenientes da combustão dos veículos, tempo parado em congestionamentos, dentre outros.

Figura 11 - Exemplo de uma simulação microscópica. Destaque para a representação individualizada dos elementos do tráfego.



Fonte: Reprodução de tela do programa PTV Vissim 2020. Elaborado pelo autor.

Já os modelos mesoscópicos apesar de descreverem a maioria das entidades de forma detalhada, as atividades e as interações entre os elementos do tráfego são feitas em um nível de detalhe menor quando comparado com os modelos microscópicos (GARTNER, MESSER; RATHI, 2001, p. 10-6). Trata-se de um nível intermediário de detalhamento utilizado normalmente na modelação de redes semaforizadas, pois, procuram simular a dispersão dos comboios de tráfego ao longo da rede durante um período de tempo (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2000, p. 31-5).

A partir desta classificação entendemos que seria preciso realizar uma microssimulação do tráfego das avenidas Fernandes Lima e Durval de Góes Monteiro, visto que as interações entre as entidades da rede geram interferências consideráveis que devem ser levadas em consideração durante a simulação de uma faixa dedicada ao transporte coletivo por ônibus.

1.3.2 Microssimulação do tráfego

Para um melhor entendimento do funcionamento das simulações microscópicas vale aqui elencar algumas características dos *softwares* microssimuladores.

Para representar o tráfego “real” os *softwares* utilizam algoritmos que são baseados em teorias científicas criadas a partir de padrões esperados ou desejados

de comportamento psicofísico dos condutores de veículos (LACERDA, 2016, p. 22). As principais teorias são: perseguição veicular (*car-following*), mudança de faixa (*lane-change*) e aceitação de brechas (*gap-acceptance*).

O modelo comportamental *car-following* é a principal teoria na microssimulação. Ele se baseia no conceito que os movimentos de um veículo na via são fortemente influenciados pelos movimentos do veículo precedente (SIMÕES, 2005, p. 7).

O modelo *car-following* tem o intuito de descrever a forma como cada veículo segue os veículos precedentes, por exemplo, qual a distância que um condutor preserva entre si e o veículo precedente, como é que o condutor reage à aceleração ou travagem do veículo que segue à sua frente, etc. (SIMÕES, 2005, p. 7).

Vejamos: para evitar uma colisão, o condutor do veículo seguidor precisa sempre estar atento ao comportamento do veículo a sua frente. Por conta disto, o veículo seguidor ajusta a distância entre os veículos, a velocidade e a sua aceleração. Em outras palavras, o veículo seguidor responde aos estímulos do veículo a sua frente.

Segundo Sousa (2016, p. 46) nos modelos comportamentais *lane-change* são analisados os movimentos transversais dos veículos na via. A partir do momento em que se pretende mudar de faixa, o condutor identifica a faixa alvo e avalia as condições de mudança (espaço disponível, velocidade dos veículos próximos). A mudança de faixa pode ocorrer por diversos motivos, desde a obrigatoriedade imposta pela sinalização até pela ultrapassagem para aumentar a velocidade (SOUSA, 2016, p 46).

Já nos modelos comportamentais *gap-acceptance* é representado o comportamento do condutor em momentos nos quais é preciso entrar em alguma brecha do tráfego, como por exemplo, durante uma mudança de faixa ou para entrar em alguma via. Nessas situações o condutor aguarda o surgimento de uma brecha que seja grande o suficiente entre veículos para realizar a manobra com segurança (VILARINHO, 2008, p. 44).

Além destas, existem outras teorias comportamentais do tráfego que são utilizadas nos *softwares* de microssimulação. Como é de se supor estes comportamentos variam a depender de cada condutor, porém, em uma determinada localidade os condutores tendem a adotar um comportamento semelhante em função

das condições do trânsito tais como a qualidade das vias, volume do tráfego, clima. Este comportamento típico, que influencia fortemente as condições de tráfego, precisa ser inserido no *software* microssimulador para representar o sistema real com mais fidelidade.

1.3.3 Escolha do software de microssimulação

Os primeiros *softwares* de simulação de tráfego exigiam conhecimento avançado em programação, no entanto, nos dias atuais existem diversos *softwares* que facilitam a concepção e avaliação de modelos de tráfego, incluindo a representação gráfica do mesmo e até a inserção de teorias da psicologia na representação do comportamento dos condutores.

Há uma diversidade de *softwares* microssimuladores disponíveis no mercado, cada um com suas particularidades, vantagens e desvantagens. Para a escolha do software simulador de tráfego que utilizaríamos na avaliação das melhorias possivelmente trazidas com a implantação da faixa azul em Maceió primeiramente buscou-se na literatura estudos em que foram simuladas faixas de ônibus ou alguma outra pesquisa semelhante.

Mota *et al.* (2019) utilizaram o *software* VISSIM para avaliar a viabilidade de implantação de uma faixa de ônibus em um corredor viário da cidade de São Paulo. Já Paradedda (2015) utilizou o *software* AIMSUN para simular o efeito da implantação de faixas de ônibus no tráfego de automóveis nas vias de acesso à ilha de Florianópolis. Ahmed (2014) usa e compara os *softwares* VISSIM, AIMSUN e PARAMICS para avaliar diferentes estratégias de prioridade para ônibus em cruzamentos semaforizados de diversos tipos. Em sua comparação o autor avalia que os três *softwares* possuem características e capacidades de simulação semelhantes, porém, o PARAMICS é mais adequado a pequenas redes. Ahmed (2014, p. 396) considera ainda que o *software* VISSIM é melhor que o AIMSUN para modelar as paradas e o serviço de ônibus, além da prioridade semafórica. Torrignac (2008 *apud* Ahmed, 2014, p. 396) considera que com o VISSIM o usuário é capaz de modelar com mais detalhe e precisão as operações de linhas de ônibus, os métodos de prioridade semafórica, além de permitir uma melhor avaliação dos efeitos das estratégias de prioridade para ônibus nos usuários e até na sociedade e no meio ambiente.

Para a avaliação da Faixa Azul das avenidas Fernandes Lima e Durval de Góes Monteiro, objetivo desta pesquisa, era necessário que o software utilizado fosse capaz de:

- Destinar uma das faixas do tráfego para uso prioritário dos ônibus, permitindo a utilização esporádica pelos outros veículos de acordo com as regras vigentes em Maceió;
- Modelar os semáforos, as paradas de ônibus, as linhas de ônibus e a grade horária do transporte coletivo existentes no corredor;
- Simular o comportamento dos condutores de acordo com a realidade brasileira;
- Gerar resultados de tempo de viagem e volume de tráfego divididos por classe de veículo (ônibus, carros, motos, etc.).

Levando em consideração a literatura e as necessidades descritas acima optou-se pelo VISSIM como software a ser utilizado para a simulação proposta nesta pesquisa.

1.3.4 Microssimulação em pesquisas sobre o transporte coletivo

A microssimulação do tráfego é uma ferramenta que pode ser utilizada para avaliar as mais diversas situações no tráfego urbano e rural. Inicialmente, os *softwares* utilizados para tal fim eram voltados para a avaliação do comportamento dos carros no tráfego, negligenciando o comportamento dos demais tipos de veículos (SOUSA, 2016, p. 48). Com o passar dos anos os *softwares* evoluíram e atualmente já é possível modelar e simular com mais detalhes redes de transporte coletivo e até o comportamento dos passageiros durante o embarque, desembarque e nas paradas de ônibus.

Faggioni e Sorratini (2008) utilizaram os *softwares* DRACULA e SATURN para simular o desempenho do transporte coletivo de Uberlândia/MG em um corredor de ônibus da cidade. Foram avaliados pelos autores a velocidade média, a emissão de poluentes, o consumo de combustível. Eles chegaram à conclusão de que os valores obtidos na simulação correspondiam com os dados reais.

Paradedda (2015) utilizou a microssimulação para saber quantas trocas modais do transporte individual para o coletivo seriam necessárias para potencializar a velocidade do transporte coletivo mantendo as condições atuais de tráfego para os automóveis, em duas situações: com e sem faixa de ônibus nos acessos à ilha de

Florianópolis/SC. Concluiu que seria necessária uma troca modal na taxa de 20% para triplicar a velocidade dos ônibus e ao mesmo tempo manter as taxas atuais para o tráfego de automóveis. Sem a implantação das faixas de ônibus seria necessária uma redução de pelo menos 40% do tráfego de automóveis para triplicar a velocidade dos ônibus.

Sousa (2016) avaliou o uso da microsimulação na modelagem do transporte público por ônibus em cidades brasileiras, utilizando como estudo de caso uma avenida na cidade de Fortaleza/CE. A autora avaliou que apesar de algumas limitações, a microsimulação é uma ferramenta eficaz em estudos de transporte público desde que seja obtida a maior quantidade possível dos parâmetros de entrada.

Já Mota *et al.* (2019) utilizaram o *software* VISSIM para simular a implantação de uma faixa de ônibus numa avenida de São Paulo/SP e a partir disto examinar os impactos positivos e negativos dessa mudança. Os autores concluíram que a implantação da faixa traria um aumento considerável na velocidade do transporte coletivo enquanto nas demais faixas haveria uma piora irrisória, mantendo o nível de serviço da via próximo aos parâmetros atuais.

Peron (2015) usou a microsimulação para investigar o provável aumento da velocidade do transporte coletivo com a implantação de um sistema de prioridade semaforica para este meio de transporte, bem como a avaliação dos impactos diretos e indiretos desta medida. O autor concluiu que além da confirmação do aumento da velocidade dos ônibus, houve também uma redução dos retardos nas demais faixas de rolamento, inclusive nas vias transversais não priorizadas pelo sistema proposto.

1.4 Considerações Parciais

Até aqui discutimos sobre o sistema de transporte público-coletivo por ônibus bem como sobre a ferramenta de simulação do tráfego. Iniciamos a discussão tratando sobre a importância do transporte coletivo para o funcionamento das cidades bem como expusemos a necessidade urgente de priorização dos meios de transporte coletivo sobre os individuais. Abordamos também sobre as maneiras que o transporte coletivo por ônibus pode ser operado e revisamos algumas pesquisas que avaliaram faixas de ônibus em diversas cidades. Com relação à simulação do tráfego, pudemos entender um pouco sobre suas vantagens e desvantagens, seu modo de funcionamento e ainda verificar como outros pesquisadores utilizaram esta ferramenta

em suas respectivas pesquisas. Isso nos permitiu a chegar em algumas conclusões parciais.

A primeira delas é que, não obstante as demonstrações de maior racionalidade e eficiência dos meios de transporte coletivo sobre o individual em determinadas situações, há uma forte oposição social à priorização do transporte coletivo nas cidades, o que impõe dificuldades em se implementar medidas de maior alcance que priorizem o transporte coletivo. Esta constatação se torna ainda mais clara quando notamos que há décadas está comprovada a insustentabilidade do modelo vigente (que prioriza o transporte individual) e ainda assim se continua a adotar tais medidas paliativas incapazes de promover uma qualidade sustentável da mobilidade nas cidades.

Uma segunda constatação parcial que é possível se ter desde os estudos consultados sobre faixas de ônibus é que, apesar de suscetíveis a interferências por parte dos demais condutores, elas ainda proporcionam melhorias consideráveis na operação dos ônibus, principalmente no aumento da velocidade operacional. Este aumento de velocidade não só poupa o tempo dos usuários como também contribui para a diminuição dos custos operacionais e pode aumentar a confiança no sistema.

Por fim, constatamos também que a microssimulação pode ser usada nos mais diversos tipos de pesquisa e estudos sobre transporte coletivo urbano. A possibilidade de simular e testar cenários hipotéticos sem precisar interferir no sistema real é o maior trunfo desta ferramenta. Porém, para que a simulação represente a realidade com níveis aceitáveis de erro é preciso que o modelo seja construído com base nos dados reais e a partir de métodos científicos.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para avaliar os ganhos de desempenho proporcionados pela Faixa Azul pretendia-se inicialmente comparar os dados de GPS dos ônibus do sistema municipal de transporte coletivo antes e depois da implantação da faixa. Entretanto, ao se buscar tais dados na SMTT foi-nos informado que o sistema de GPS na frota de ônibus de Maceió fora implantado após a inauguração da Faixa Azul, não existindo, portanto, dados anteriores à referida faixa.

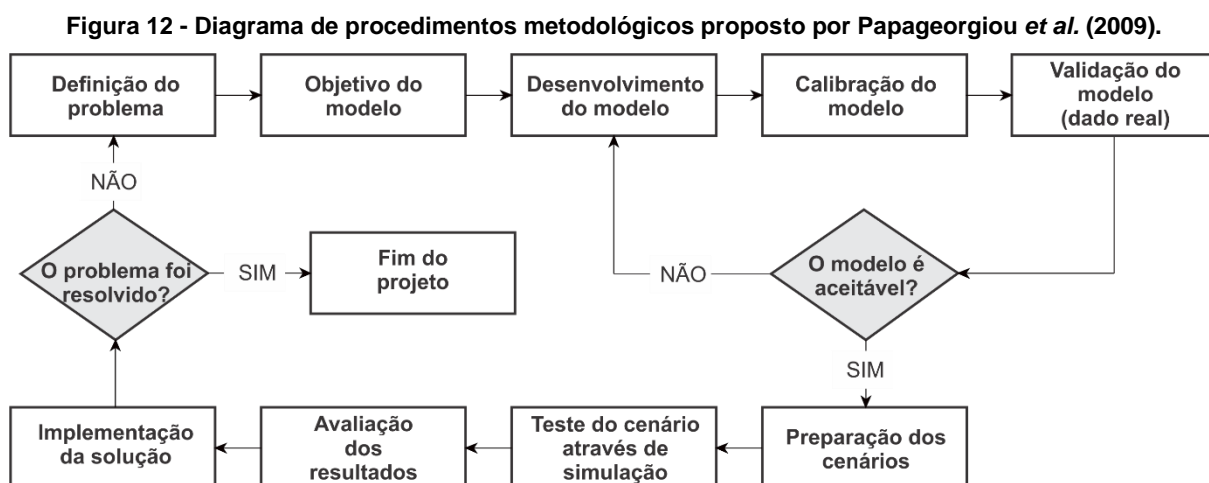
Dada a situação, cogitou-se ainda comparar a velocidade operacional das linhas que percorrem um corredor viário da cidade de Maceió, semelhante em termos de traçado e dimensões ao corredor onde foi implantada a melhoria, sem a Faixa Azul. Tal procedimento também se mostrou inviável pois se baseia na comparação de velocidades operacionais de linhas que percorrem corredores com diferenças consideráveis, o que acarretaria numa comparação entre situações muito distintas.

Restou-nos como alternativa para viabilizar a avaliação aqui proposta a simulação computacional do tráfego urbano no período anterior à implantação da Faixa Azul.

O tráfego urbano é um fenômeno dinâmico e complexo, composto de diversos atores e variáveis que interferem direta e indiretamente no seu funcionamento. Esta complexidade inerente a este objeto de estudo torna a simulação de tráfego um desafio já que é necessário representar este fenômeno em um nível aceitável de erros para termos resultados coerentes com a realidade. Para potencializar nossa probabilidade de êxito nesta pesquisa foram propostos procedimentos metodológicos baseados na literatura de simulação de tráfego urbano.

Nas referências consultadas observou-se uma certa semelhança nos procedimentos metodológicos sugeridos. As diferenças encontradas se davam principalmente no detalhamento das etapas ou na forma de apresentação do procedimento proposto. May (1990, p. 381) sugere onze etapas metodológicas para o desenvolvimento de um modelo de simulação. Por se tratar de uma publicação de 1990, período no qual os *softwares* de simulação exigiam altos níveis de conhecimento em programação, o autor ainda considera como uma das etapas a construção de um código computacional. Barceló (2016, p. 5) estrutura os procedimentos metodológicos em três pilares interdependentes: (1) sistema real, ou seja, a rede que se quer simular; (2) modelo conceitual, que é a primeira

representação do sistema real que o avaliador tem em sua mente; (3) modelo do computador, que é a transformação do modelo conceitual em uma representação matemática através de *software*. Já Papageorgiou *et al.* (2009, p. 44) baseado nas sugestões de Gartner, Messer e Rathi (2001, p. 10-8) elaboraram uma sequência de procedimentos que nos pareceu o mais adequado para esta pesquisa e, portanto, serviu como base para a elaboração da metodologia desta dissertação. A Figura 12 abaixo ilustra tais procedimentos.



Fonte: Papageorgiou, 2009, p. 44. Adaptado.

Definição do problema: na primeira etapa identifica-se e define-se claramente o problema tomando as devidas precauções para encontrar o problema em si e não apenas seus sintomas.

Objetivo do modelo: Na segunda etapa são definidos os objetivos que se pretende alcançar com a simulação.

Desenvolvimento do modelo: a terceira etapa consiste basicamente em observar o sistema real para identificar seus elementos e a interação entre eles; identificar o nível de complexidade necessário que o modelo deverá ter para alcançar os objetivos postos; coletar no sistema real as informações necessárias para o desenvolvimento do modelo, e; construir o modelo no *software* com as informações coletadas.

Calibração do modelo: esta etapa consiste em adequar o modelo desenvolvido ao mais próximo possível da realidade de acordo com o objetivo que se queira alcançar. Esta adequação é feita através da comparação entre os dados reais colhidos em campo e os resultados provenientes do modelo. De acordo com Hollander e Liu (2008, p. 359) nesta etapa são escolhidos os parâmetros de desempenho a

serem calibrados (por exemplo: volume de tráfego, tempo de viagem, densidade de tráfego, etc.) e também a medida de ajuste escolhida (fórmula estatística para comparar os valores reais com os simulados).

Validação do modelo: o processo de validação de um modelo é semelhante ao processo de calibração. Esta etapa visa confirmar o poder de predição da simulação através de um conjunto de dados independentes da calibração (HOLLANDER; LIU, 2008, p. 358). Por exemplo: após o modelo ser calibrado através dos parâmetros de velocidade e tempo de viagem, utiliza-se o modelo calibrado para avaliar se o volume de tráfego também alcançou níveis satisfatórios de semelhança com a realidade. Ou, podem ser utilizados os mesmos parâmetros da calibração na validação, porém diferencia-se o local ou o horário utilizado na calibração. As etapas de desenvolvimento do modelo, calibração e validação devem ser repetidas até que o modelo alcance parâmetros aceitáveis de semelhança com a realidade.

Preparação dos cenários: após o modelo ter sido validado e, dessa forma ser considerado representação aceitável da realidade, adequa-se o modelo aos cenários hipotéticos que se deseja simular (criação de uma nova via, mudança no tempo semaforico, mudança de regra operacional, etc.).

Teste do cenário através de simulação: nesta etapa o modelo adequado ao cenário hipotético é simulado e são extraídos os dados desta simulação.

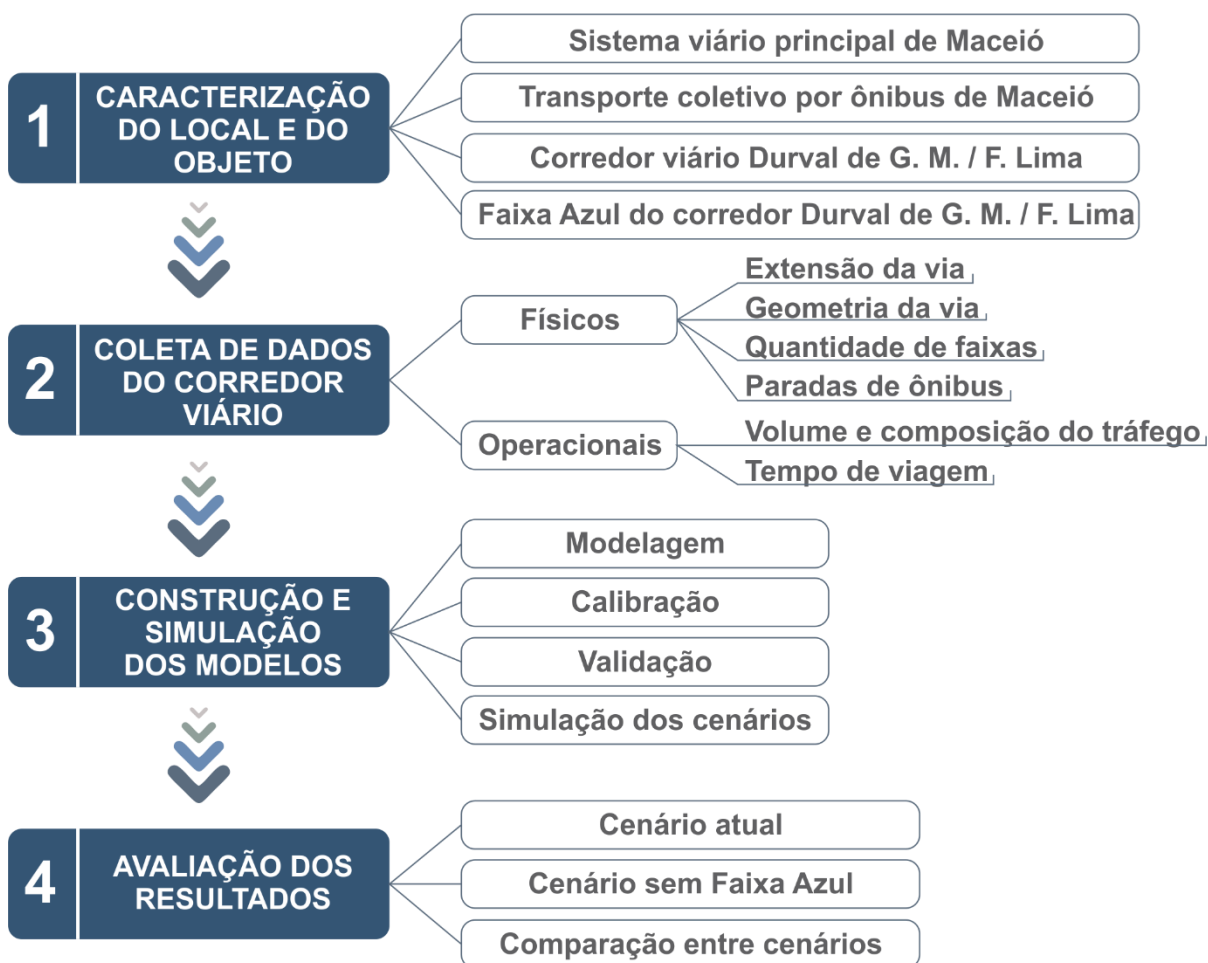
Avaliação dos resultados: Com os dados de saída da simulação são avaliados os resultados, bem como as consequências das mudanças.

Implementação da solução: nesta última etapa são postas em prática as mudanças no sistema real e avalia-se se o problema identificado no início do processo foi resolvido. Caso não tenha sido resolvido inicia-se novamente o processo de simulação. Caso o problema tenha sido resolvido encerra-se a simulação e inicia-se a fase de projeto de execução das obras e equipamentos necessários. Para o estudo proposto aqui nesta dissertação não se pretende resolver um problema prático e sim avaliar o grau de melhorias resultantes da implantação da Faixa Azul no desempenho do transporte coletivo por ônibus, em especial do aumento da velocidade. Desta forma, a última etapa metodológica da simulação será a avaliação dos resultados obtidos.

2.1 Etapas Metodológicas da Dissertação

A metodologia utilizada nesta dissertação consiste em quatro etapas principais: (I) caracterização do local e do objeto em estudo; (II) coleta de dados do corredor viário; (III) construção e simulação dos modelos; (IV) avaliação dos resultados obtidos. O diagrama apresentado na Figura 13 apresenta com mais detalhes os procedimentos utilizados.

Figura 13 - Diagrama das etapas metodológicas da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.1.1 Caracterização do local e do objeto em estudo

Na primeira etapa metodológica foram levantadas informações concernentes ao objeto de estudo – a Faixa Azul – e ao local onde ele está inserido. O intuito desta etapa é conhecer melhor o objeto e também contextualiza-lo em seu entorno.

Foram caracterizados o sistema viário principal de Maceió e da sua região metropolitana, buscando produzir um entendimento da dinâmica do tráfego na região. Foram levantadas também as características do sistema municipal de transporte

coletivo por ônibus de Maceió com enfoque nas linhas que percorrem a Faixa Azul. E por fim, se buscou as informações e características do corredor viário Durval de Góes Monteiro / Fernandes Lima e da sua respectiva faixa de ônibus.

2.1.2 Coleta de dados do corredor viário

A partir da caracterização e contextualização feitas na primeira etapa foram coletados os dados físicos e operacionais do referido corredor viário suficientes para realizar a modelagem e a simulação do mesmo no *software* escolhido.

Primeiro, foi necessário investigar quais dados de entrada seriam necessários para realizar a simulação. Para a modelagem da rede com o *software* VISSIM são necessários pelo menos os seguintes parâmetros:

- **Características físicas:** extensão e largura da via e das faixas, quantidade de faixas de rolamento, localização dos pontos de parada, localização das interseções semaforizadas;
- **Dados operacionais do tráfego geral:** volume e composição do tráfego, velocidade média, regras de circulação e ciclos semaforicos;
- **Dados do transporte coletivo:** Itinerários, grade horária e pontos de parada.

Também foi necessário definir os parâmetros de calibração e validação do modelo, em outras palavras, quais seriam os dados reais e simulados a serem comparados. Para a calibração e validação é preferível que sejam escolhidos parâmetros que influenciam diretamente os dados de saída que se quer verificar, pois, quanto mais próximos eles estiverem da realidade mais fidedigno serão os resultados de saída. Para o caso desta dissertação tem-se como um dos objetivos saber a velocidade média operacional dos ônibus do sistema de transporte coletivo municipal caso não existisse a Faixa Azul. Portanto, para a calibração definiu-se como parâmetro o volume de veículos que passam em seções do corredor viário.

Já para a validação definiu-se como parâmetro a velocidade média dos veículos, ao longo de todo percurso e também ao longo de trechos pré-definidos. Serão validadas as velocidades do tráfego geral e do transporte coletivo municipal separadamente, com o intuito de se verificar a velocidade média dentro e fora da Faixa Azul.

Identificados e definidos os parâmetros de entrada, calibração, validação e saída iniciou-se a coleta de dados em campo.

2.1.2.1 *Levantamento das características físicas*

Os dados físicos foram obtidos sem muita dificuldade. Foram levantados principalmente através da plataforma *Google Earth* e *Google Street View* com o apoio da base cartográfica de Maceió e ainda com medições e observações *in loco*.

2.1.2.2 *Levantamento dos dados operacionais*

Com relação aos dados operacionais, *primeiramente* foi solicitado na SMTT tais dados do corredor viário em estudo, porém, nos foi informado que o órgão não realiza estas contagens com regularidade. O único dado oficial disponível foi a pesquisa origem destino realizada no ano de 2014 na qual haviam dados de contagem volumétrica de sete seções ao longo do referido corredor a cada 15 minutos das 6h até as 22h. Entretanto, nenhuma das contagens nestas sete seções foi realizada nas principais interseções destas avenidas, e para realizar a simulação seria necessário que a contagem fosse feita nestes locais.

Por conta disto, foi necessário colher *in loco* a contagem volumétrica e a velocidade média através de métodos propostos pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2006). A delimitação desta pesquisa em avaliar o desempenho apenas a velocidade média da hora-pico do fluxo da manhã e em apenas um sentido do corredor viário se deu principalmente devido à necessidade de levantamento destes dados operacionais, pois, demandam muito tempo para coleta e tabulação.

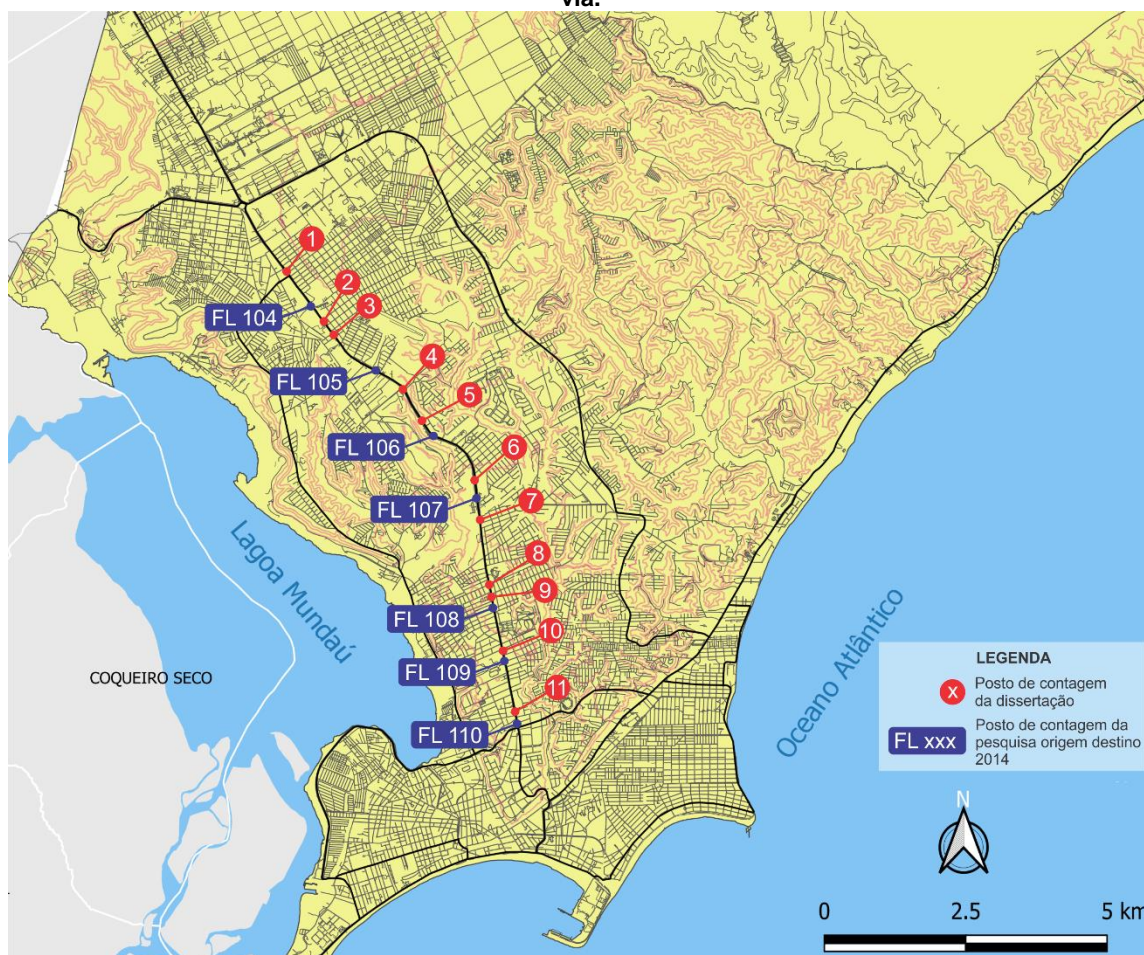
Contagem Volumétrica

De acordo com o DNIT (2006, p. 101) as contagens volumétricas têm por objetivo determinar a quantidade, a composição e o sentido do fluxo de veículos que passam por uma seção ou um conjunto de seções de uma via. São informações utilizadas principalmente na análise da capacidade de uma via, na avaliação de índices viários e até no projeto de pavimentação de vias. Para esta pesquisa a contagem volumétrica servirá como dado de entrada da rede a ser simulada.

Foram escolhidos 11 postos de contagem ao longo do corredor viário, todos eles localizados nas principais interseções, são eles: (1) antiga Bomba do Gonzaga; (2) saída da Av. Belmiro Amorim (Santa Lúcia); (3) saída da Rua Santa Luzia (Correios Tabuleiro); (4) Makro atacadista; (5) retorno Funasa; (6) saída da Rua Camaragibe (Faculdade FACIMA); (7) saída da Rua Abelardo Pontes Lima (Guta de Lourdes); (8) saída Rua Tereza de Azevedo (Casa Vieira); (9) saída Av. Rotary; (10) saída Rua

Miguel Palmeira (CEPA), e; (11) Casa da Indústria. A Figura 14 ilustra a localização destes postos de contagem ao longo do corredor viário. Foram escolhidas estas interseções pois são principalmente nestes locais que os veículos entram ou saem do corredor viário.

Figura 14 - Localização dos postos de contagem escolhidos e da pesquisa origem e destino ao longo da via.



Fonte: Base Cartográfica digital de Maceió. Adaptado pelo autor.

Para facilitar o procedimento e diminuir a possibilidade de erros, durante a visita aos postos era feita a filmagem do tráfego pelo período definido. A contagem em si foi feita posteriormente em escritório a partir das gravações.

Definidas as localizações dos postos de contagem seria necessário contar o volume de veículos que passam durante a hora-pico em cada um deles. Constatou-se então que seria inviável contar uma hora inteira em cada posto, dada a limitação de recursos humanos, pois, só seria possível realizar a filmagem de um posto por dia. Seria necessário, portanto, no mínimo 15 dias corridos só para filmar os trechos, além do tempo necessário para contar os veículos nas 11 horas de tráfego gravado.

Para contornar este problema foram observadas as contagens volumétricas da última pesquisa origem e destino de Maceió realizada em 2014 (ALAGOAS, 2014) com o intuito de identificar o grau de homogeneidade do volume de tráfego ao longo da hora de pico. Para isso foi utilizado o Fator Horário de Pico (FHP), que é um parâmetro muito empregado em estudos de mobilidade e que visa medir a flutuação do volume de tráfego e mostra o grau de uniformidade do fluxo ao longo da hora de pico (DNIT, 2006, p. 66). A medição do FHP se dá pela seguinte equação:

$$\text{FHP} = \frac{V_{hp}}{4 \times V_{15max}} \quad (1)$$

Onde:

FHP – Fator Horário de Pico

V_{hp} – Volume total da hora de pico

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

De acordo com DNIT (2006, p. 68), o FHP varia entre valores de 0,25 e 1,00. Quanto mais próximo o resultado de 0,25 significa que o tráfego é mais concentrado em um dos períodos de 15 minutos. Por outro lado, quanto mais próximo o resultado for de 1,00 mais homogêneo é o tráfego ao longo dos quatro períodos de 15 minutos da hora de pico. Porém, na prática é praticamente impossível obter valores igual a 0,25 ou a 1,00.

Ao se calcular o FHP dos sete postos de contagem realizados pela pesquisa origem destino, foram obtidos valores que variam entre 0,80 e 0,94, ou seja, estes dados indicam que a variação da flutuação do tráfego no corredor viário Durval de Góes Monteiro / Fernandes Lima ao longo da hora de pico (06h45 às 07h45) é baixa, conforme visto na Tabela 1.

Tabela 1 - Fator Horário de Pico dos sete postos de contagem da pesquisa origem e destino.

POSTO	FL104	FL105	FL106	FL107	FL108	FL109	FL110
FHP	0,90	0,92	0,88	0,80	0,82	0,91	0,94

Fonte: Alagoas, 2014.

Com base nesses valores, entendemos que se forem feitas contagens durante o horário de pico de apenas 15 minutos para as interseções próximas aos postos com FHP acima de 0,90, e contagens de 30 minutos para as interseções próximas aos postos com FHP entre 0,80 e 0,90 e expandirmos estes valores para

uma hora (multiplicando por 4 e 2 respectivamente) teremos uma aproximação do volume total da hora de pico com erros aceitáveis. Dessa maneira, tornou-se viável nas condições objetivas deste estudo a contagem nos 11 postos definidos ao longo do corredor viário. No Quadro 1 abaixo estão indicados o tempo de contagem dos 11 postos definidos nesta pesquisa.

Quadro 1 - Tempo de contagem para cada posto definido.

Tempo da contagem	Postos de contagem
15 min	1 2 3 4 10 11
30 min	5 6 7 8 9

Fonte: Elaborado pelo autor.

Definidos os postos e o tempo de contagem, para o cômputo dos veículos foi utilizado o método manual de contagem com auxílio de ficha a partir da filmagem nas seções escolhidas. Para cada interseção foram contabilizados o volume por classe de veículos (carros, ônibus, motos, caminhões, vans/micro-ônibus e bicicleta) e o volume total. Os fluxos das interseções foram representados através de fluxograma no qual está descrito o volume total de veículos para cada movimento durante a hora de pico.

Pesquisa de velocidade e retardamento

A pesquisa de velocidade e retardamento, como pode ser inferido pelo nome, visa medir a velocidade e o retardamento de uma corrente de tráfego ao longo de uma via com o intuito de conhecer a facilidade ou dificuldade de se percorrê-la. Com os dados obtidos neste tipo de pesquisa é possível avaliar as condições de tráfego de uma determinada via, localizar seus pontos problemáticos e saber a influência de cada trecho no tempo total de viagem da via analisada (DNIT, 2006, p. 158).

Para o caso desta dissertação nos interessa apenas conhecer a velocidade média por trecho em meio ao tráfego geral e utilizando a Faixa Azul. Por conta disto não foi contabilizado o tempo de retardamento. Vale frisar que, como dito anteriormente, além das possibilidades de avaliação descritas acima, esta pesquisa de velocidade e retardamento servirá nesta dissertação como parâmetro de validação do modelo a ser simulado. Ou seja, após o modelo atender satisfatoriamente o parâmetro de volume de tráfego descrito na seção anterior, ele também deverá

apresentar dados de velocidade (do tráfego geral e dos ônibus na Faixa Azul) coerentes com a realidade.

Para a medição da velocidade foi escolhido o “método do veículo teste com cronômetro”. Este método consiste em percorrer a via com um veículo-teste no qual o pesquisador munido de um cronômetro mede o tempo gasto para percorrer trechos pré-definidos e também a rota total. Para a medição da velocidade em linhas de ônibus basta apenas que o pesquisador embarque em um deles e realize as medições da mesma maneira da realizada com o veículo-teste (DNIT, 2006, p. 162).

Regras de circulação e ciclos semafóricos

As regras de circulação foram obtidas a partir da observação *in loco* das sinalizações presentes na via, como por exemplo: velocidade máxima permitida e possibilidade de giro à direita e à esquerda.

O tempo dos ciclos semafóricos foram obtidos *in loco* cronometrando o tempo de verde, amarelo e vermelho de cada fluxo em cada cruzamento.

2.1.2.3 Dados do transporte coletivo

As informações sobre os itinerários das linhas que percorrem o corredor viário Durval de Góes Monteiro / Fernandes Lima foram obtidas no aplicativo de transporte Cittamobi. Já a grade horária de cada linha obtivemos no sítio digital da SMTT. Com ela foi possível determinar os intervalos entre viagens de cada linha para aplicar no modelo. As localizações dos pontos de paradas foram obtidas a partir das imagens de satélite do *Google Earth* e em observações *in loco*.

2.1.3 Construção e simulação dos modelos

A partir da caracterização da área e tendo sido coletados os dados necessários para realizar o estudo aqui proposto, iniciou-se a fase de construção e simulação do modelo.

2.1.3.1 Modelagem

A primeira etapa da construção da rede é a modelagem. Nela são inseridas no *software* escolhido as características físicas (dimensões das vias, quantidade de faixas, interseções semaforizadas e não semaforizadas, semáforos, pontos de parada do transporte coletivo) e operacionais (volume e composição do tráfego, fluxos dos veículos, itinerários do transporte coletivo, ciclos semafóricos, proibições e

permissões no tráfego, etc.) coletadas em campo. Ou seja, é nesta etapa que são inseridos todos os dados de entrada coletados para a simulação.

2.1.3.2 Calibração e Validação

A segunda etapa consiste em calibrar o modelo para que ele fique o mais próximo possível da realidade. Importante frisar a diferença entre os dados de entrada e os parâmetros a serem calibrados. Os dados de entrada são a representação (física e operacional) do sistema real, portanto, tais dados devem ser colhidos e ajustados baseados no sistema real. Já a calibração se dá pelos ajustes nos algoritmos representativos das teorias comportamentais comentadas no item 1.2.2. (*car-following, lane-change, gap-acceptance*).

No caso do estudo aqui proposto o ajuste dos modelos comportamentais foi feito manualmente por tentativa e erro até que os parâmetros definidos para calibração e validação se aproximassem ao máximo dos dados coletados no sistema real. Como dito anteriormente, o parâmetro utilizado para calibração foi o volume de veículos que passam em trechos do corredor viário em estudo. Já a validação se deu a partir dos dados de velocidade média.

Para medir a aproximação dos dados simulados com os dados do sistema real é preciso escolher um indicador estatístico que irá comparar tais dados. Hollander e Liu (2008, p. 354-356) apresentam 16 indicadores que podem ser utilizados, porém, consideram mais apropriado para os estudos de tráfego os indicadores de erro ao quadrado. Segundo os autores, os indicadores de erro ao quadrado penalizam mais erros maiores do que os menores, e isto é importante nos estudos de tráfego pois é normal ocorrer pequenas flutuações em torno da média nos parâmetros do tráfego (HOLLANDER; LIU, 2008, p. 254). Portanto, para o caso do volume de tráfego o indicador estatístico que irá medir a proximidade entre os valores simulados e reais é o Raiz (quadrada do) Erro Quadrático Médio Normalizado (REQMN). O REQMN é calculado a partir da seguinte equação:

$$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{x_i - y_i}{y_i} \right)^2} \quad (2)$$

Onde:

N – número de observações

x_i – valor observado em campo

y_i – valor simulado

Já para o caso da velocidade foi utilizado o indicador estatístico Raiz (quadrada do) Erro Quadrático Médio (REQM). A equação utilizada para calcular o REQM é a que segue:

$$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - y_i)^2} \quad (3)$$

Onde:

N – número de observações

x_i – valor observado em campo

y_i – valor simulado

Esta distinção de indicadores estatísticos entre volume e velocidade se deve à proporção dos valores de cada parâmetro. Enquanto no indicador volume os resultados a serem comparados são na casa dos milhares, para o caso do indicador velocidade os resultados serão da casa das dezenas. Os indicadores escolhidos são apropriados para a proporção numérica de cada parâmetro.

Para facilitar a compreensão do indicador, os resultados obtidos na aplicação das equações serão representados na forma de porcentagem. O erro máximo aceitável será de 10% para mais ou para menos do dado real, tanto para o volume quanto para a velocidade.

2.1.3.3 Simulação do cenário hipotético

Após o modelo ter sido calibrado e validado e, portanto, considerado idealmente representativo do sistema real, são feitas modificações nos parâmetros das regras operacionais do modelo para representar a situação hipotética de inexistência da Faixa Azul, mantendo-se os demais parâmetros sem alterações. Esta modificação representará o cenário no qual a Faixa Azul ainda não existia e os ônibus do sistema de transporte coletivo municipal voltassem a trafegar em meio ao tráfego geral.

2.1.4 Avaliação dos resultados obtidos

Finalizadas as simulações, serão avaliados os resultados obtidos para os dois cenários em análise. A avaliação do cenário atual e do cenário hipotético será feita a partir dos dados de tempo médio de viagem e da velocidade média do tráfego geral e dos ônibus. Por fim serão comparados os dados dos dois cenários para constatar se o desempenho em termos de aumento da velocidade média operacional foi significativa e em que medida.

3. FAIXA DE ÔNIBUS EM MACEIÓ: SIMULAÇÃO E RESULTADOS OBTIDOS

3.1 Caracterização da Área e do Objeto em Estudo

A caracterização exposta neste capítulo visa apresentar e caracterizar a área (corredor viário Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro) e o objeto específico (Faixa Azul e as linhas de ônibus do referido corredor viário) que estão sendo estudados. Para isso serão apresentados: (1) o contexto viário no qual o as avenidas Fernandes Lima e Durval de Góes Monteiro estão inseridos; (2) uma caracterização do sistema de transporte coletivo urbano por ônibus de Maceió, e; (3) as principais características viárias do corredor.

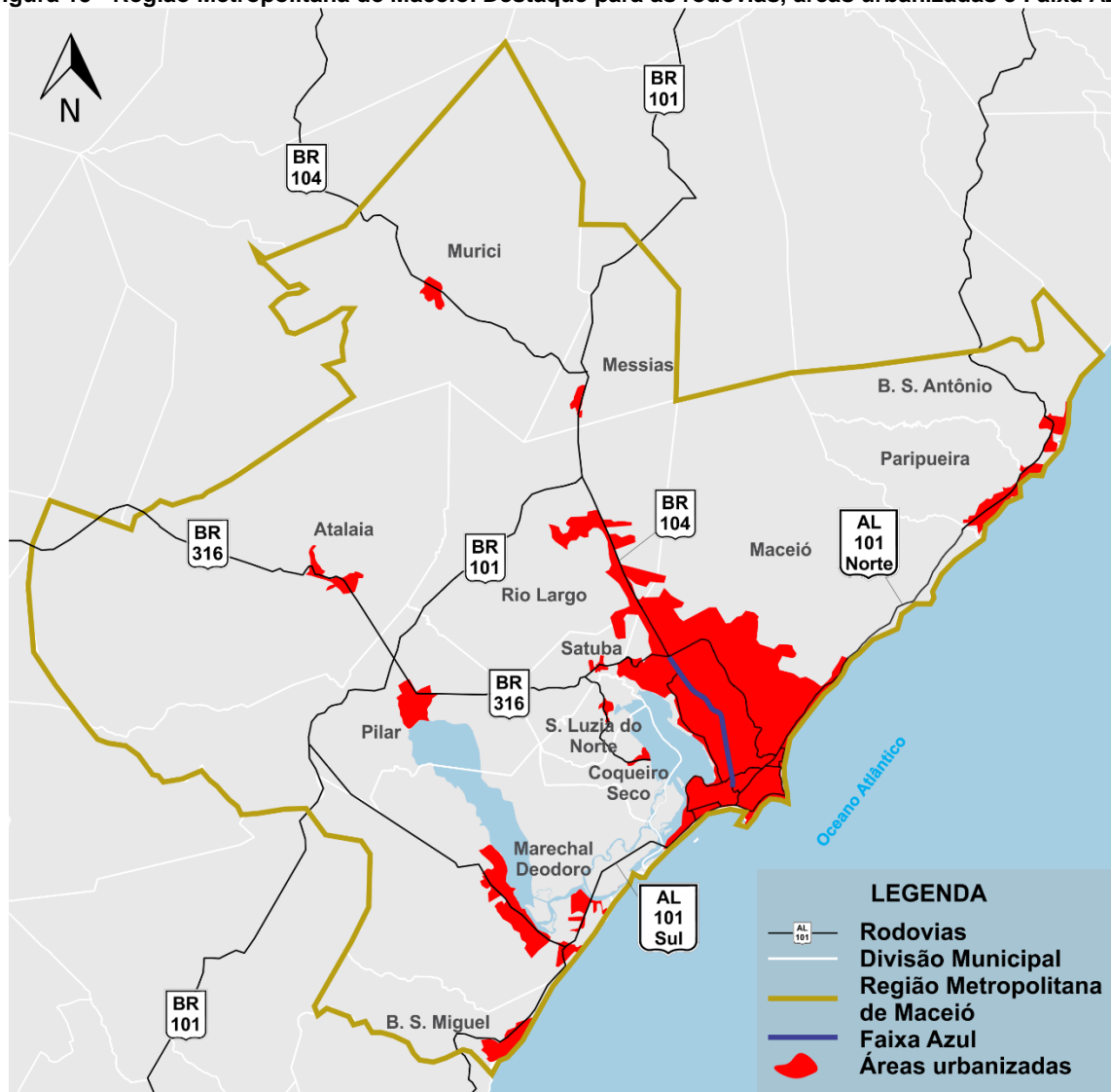
3.1.1 O sistema viário principal da região metropolitana de Maceió

A Região Metropolitana de Maceió instituída pelas Leis Complementares Estaduais 18/1998, 38/2013 e 40/2014 abrange 13 municípios: Maceió, Rio Largo, Satuba, Marechal Deodoro, Paripueira, Barra de Santo Antônio, Barra de São Miguel, Santa Luzia do Norte, Coqueiro Seco, Pilar, Messias, Atalaia e Murici. A população estimada da região em 2019, de acordo com o IBGE⁴, era de 1.330.291 habitantes, dos quais 1.012.382 residiam em Maceió. As cidades da região são interligadas pelas rodovias BR-101, BR-104, BR-316, AL-101 norte e AL-101 sul, conforme pode ser visto na Figura 15.

De acordo com a pesquisa origem/destino da região metropolitana de Maceió (ALAGOAS, 2014, p. 90 e 104) durante o pico da manhã a rodovia de acesso a Maceió mais movimentada é a BR-104 (1.627 veículos), seguida das AL-101 Sul (1.407 veículos), AL-101 Norte (358 veículos) e BR-316 (351 veículos). Através da Figura 15 é possível perceber que a Faixa Azul do corredor Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro tem ligação direta com as rodovias BR-104 e BR-316, recebendo assim parte considerável do fluxo veicular proveniente dessas rodovias, incluindo as linhas de transporte coletivo metropolitano – convencional e complementar – que também utilizam a Faixa Azul em seus deslocamentos.

⁴ Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>. Data de acesso: 30 jan. 2020.

Figura 15 - Região Metropolitana de Maceió. Destaque para as rodovias, áreas urbanizadas e Faixa Azul.



Fonte: Intervenção gráfica do autor sobre base cartográfica de Alagoas.

Referindo-se especificamente a Maceió, seu sistema viário principal tem uma configuração radial, na qual as principais vias de circulação convergem em direção ao Centro Histórico da cidade, região esta onde se concentra grande parte das atividades de comércio e serviços públicos. As características físicas naturais do sítio onde Maceió se localiza – oceano, lagoa, falésias, encostas e vales⁵ – também influenciaram fortemente o traçado viário da cidade, impondo restrições e direcionamentos ao avanço da malha urbana. Por exemplo, o corredor estudado foi implantado sobre um divisor de águas de duas bacias hidrográficas. Poucas foram as conexões transversais construídas entre os eixos radiais, fato este que dificulta a

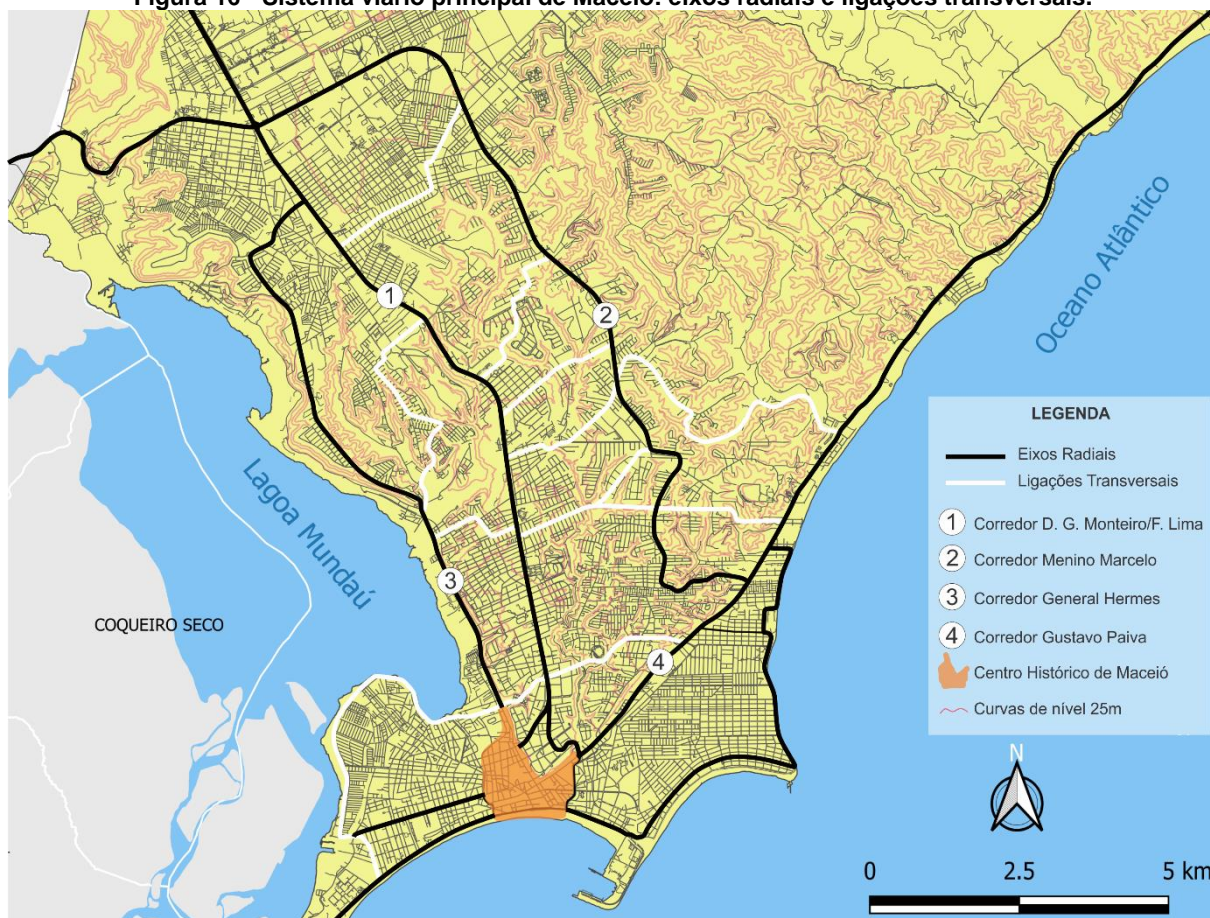
⁵ Maceió está localizada entre o Oceano Atlântico e a Lagoa Mundaú. Seu relevo é composto por planícies ao nível do mar (marítima e lagunar) e tabuleiros entrecortados por riachos intermitentes que formam encostas com alta declividade.

interligação de bairros adjacentes bem como concentram o fluxo nos referidos eixos radiais (ALAGOAS, 2014, p. 33; FARIA, 2016, p.11), conforme ilustrado na Figura 16.

Dos eixos radiais quatro deles se destacam pela importância nos deslocamentos na cidade – por modais coletivos ou por individuais – tanto pela sua extensão como também pelo carregamento. São eles:

- (1) **Corredor Durval de Góes Monteiro/Fernandes Lima:** principal eixo viário da cidade. Interliga a região central e os bairros do tabuleiro no sentido sul-norte.
- (2) **Corredor Menino Marcelo/Juca Sampaio:** eixo paralelo ao corredor Durval de Góes Monteiro/Fernandes Lima. Interliga a planície litorânea e os bairros do tabuleiro.
- (3) **Corredor General Hermes:** tem seu traçado seguindo no sentido norte-sul e interliga a região central e os bairros ao longo da Lagoa Mundaú.
- (4) **Corredor Gustavo Paiva:** uma das vias mais antigas da cidade. Interliga a região central e os bairros litorâneos ao norte da cidade.

Figura 16 - Sistema viário principal de Maceió: eixos radiais e ligações transversais.



Fonte: Intervenção gráfica do autor sobre base cartográfica de Maceió.

3.1.2 Os sistemas de transporte público-coletivo por ônibus em Maceió

O serviço de transporte coletivo municipal de Maceió é gerido pela Superintendência Municipal de Transporte e Trânsito – SMTT, que é responsável por autorizar e regular os serviços prestados. Ao todo 673 ônibus integram a frota da cidade para atender as 103 linhas, sendo 95 linhas comuns e oito do tipo “corujão”⁶ (PMM, 2015, p. 17). Atualmente quatro empresas operam o sistema municipal de ônibus da capital sob contrato de concessão, cada uma responsável por linhas que se originam em quatro regiões distintas da cidade.

O sistema tem 4.406 viagens programadas por dia pelas quais são percorridos 174.463km⁷ para atender uma demanda diária em torno de 325.000 passageiros que representam 33% das viagens motorizadas e 74% das viagens por transporte coletivo (PMM, 2015, p. 25). Proporcionalmente, dentre os modais coletivos, ele é nitidamente o mais utilizado e, portanto, o mais importante da cidade.

Figura 17 - Desenho dos itinerários das linhas de ônibus municipais de Maceió.



Fonte: Alagoas, 2013, p. 12. Adaptado.

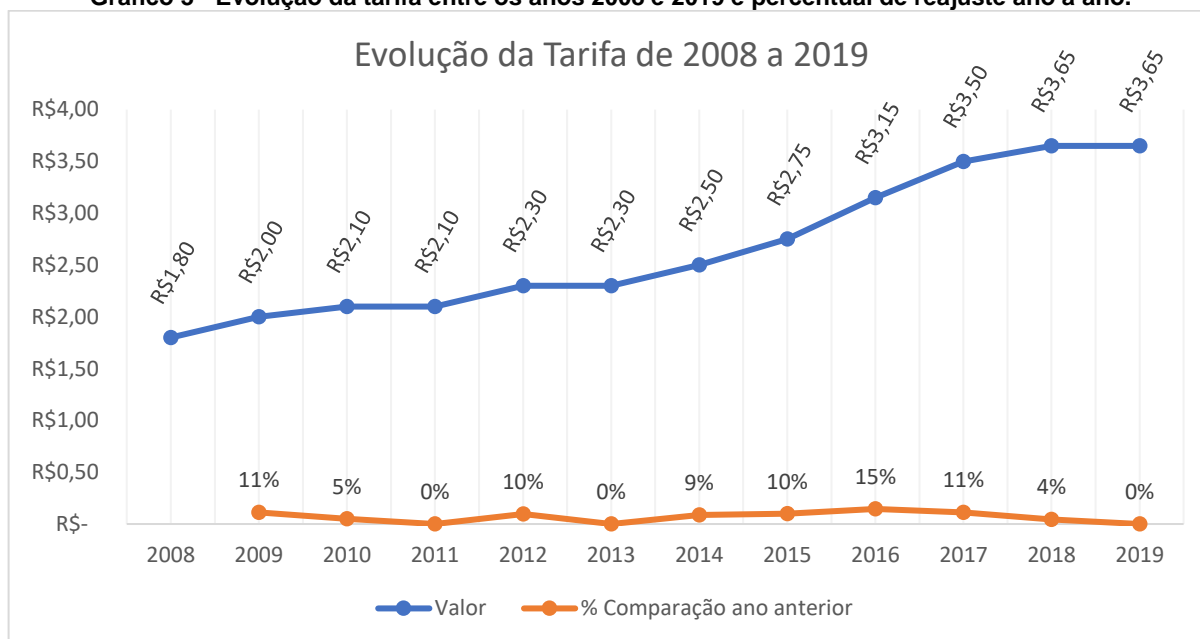
⁶ Linhas especiais que funcionam durante a madrugada.

⁷ Esta distância percorrida corresponde a mais de quatro vezes a circunferência a terra! Este número pode parecer estonteante, mas ele é plenamente verossímil. Senão, vejamos: se dividirmos a quilometragem diária do sistema que é de 174.463km pela frota de 673 ônibus, teremos uma média 259,23km percorridos por cada ônibus em um dia. Um ônibus que faça apenas cinco viagens diárias na linha 704 (Benedito Bentes / Ponta Verde), que tem itinerário de 58,4km, supera facilmente esta média.

A tarifa em 2019 custava R\$3,65 e é o preço único praticado para todas as linhas, ou seja, não há diferenciação tarifária por conta da extensão do itinerário ou das características dos veículos (como por exemplo, linhas circulares na área central ou ônibus executivos).

O gráfico a seguir traz a evolução da tarifa praticada no sistema entre os anos de 2008 e 2019, bem como o percentual de reajuste da tarifa em relação ao ano imediatamente anterior.

Gráfico 3 - Evolução da tarifa entre os anos 2008 e 2019 e percentual de reajuste ano a ano.



Fonte: Alagoas, 2013, p. 10. Elaborado pelo autor.

A partir do Gráfico 3 percebe-se que houve um aumento de R\$1,85 de 2008 a 2019 que corresponde a um reajuste de 103% em 12 anos, enquanto a inflação no mesmo período foi de 89%. A média de correção da tarifa ano a ano neste período ficou na casa dos 7%, com destaque para 2016 devido ao aumento de 15% e 2011, 2013 e 2019 quando não houve nenhum reajuste.

Com relação aos itinerários, quase todas as linhas são do tipo radial (interligam os bairros a área central) ou diametral (interligam duas regiões geograficamente opostas passando pela área central), iniciando o percurso nos bairros e tendo como destinos principais o Centro e os bairros Ponta Verde e Mangabeiras, que são as regiões da cidade que mais concentram empregos.

Essa concentração de linhas que se originam em bairros distantes da área central e têm apenas três destinos principais leva, invariavelmente, a uma sobreposição de itinerários ao longo dos principais corredores de interligação entre

zonas da cidade. Por exemplo, as linhas que se originam no Benedito Bentes, Graciliano Ramos e Eustáquio Gomes utilizam os corredores da Av. Fernandes Lima e Av. Menino Marcelo para chegarem à região central. O mesmo acontece com as linhas que se originam no Clima Bom e Chã da Jaqueira que utilizam os corredores da Av. Fernandes Lima e da Rua General Hermes (corredor viário da planície lagunar) e também com as linhas provenientes do litoral norte que utilizam o corredor da Av. Gustavo Paiva. A Figura 18 ilustra essa situação de sobreposição de linhas.

Figura 18 - Ilustração esquemática da sobreposição dos itinerários existentes.

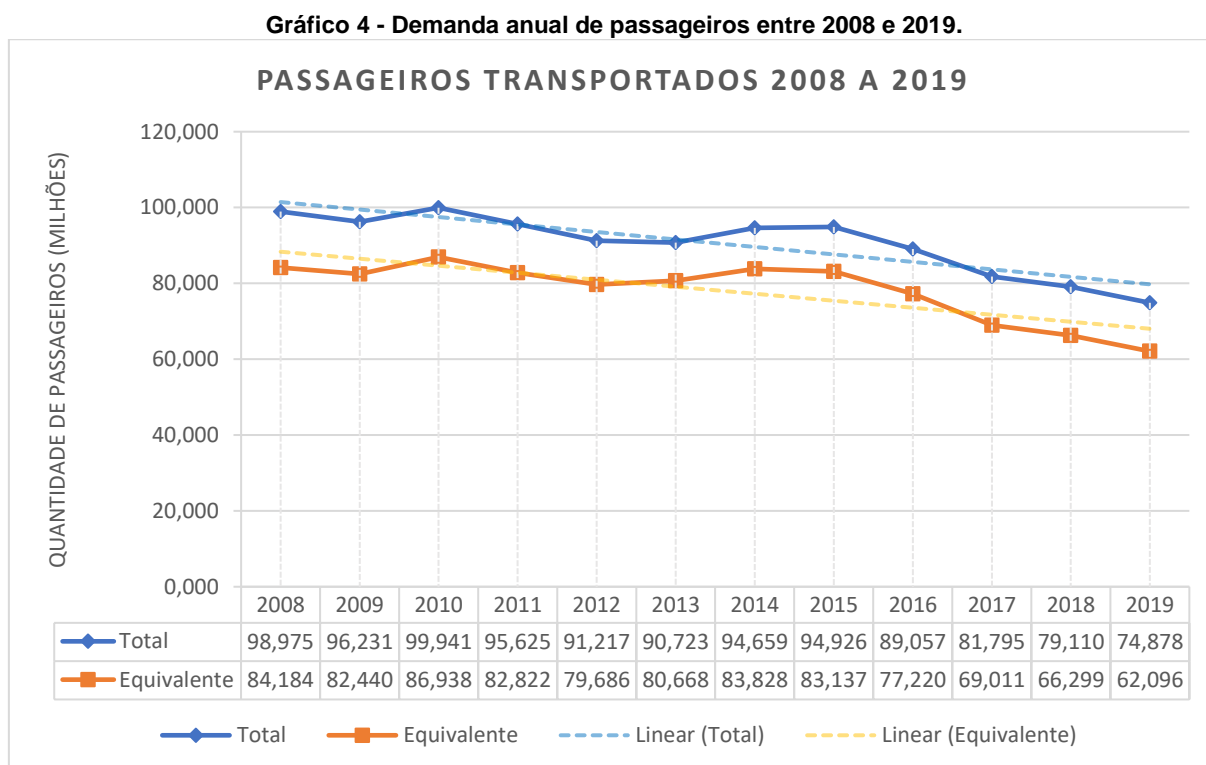


Fonte: PMM, 2015, p. 20. Adaptado.

Ao todo são 42 linhas que percorrem algum trecho do corredor Fernandes Lima/Durval Góes Monteiro, 21 linhas que percorrem o corredor Menino Marcelo/Juca Sampaio, 13 linhas no corredor General Hermes e 20 no corredor Gustavo Paiva. Essa sobreposição gera a formação de comboios de ônibus e acúmulo de veículos

em determinadas paradas. Para organizar e fazer fluir o tráfego de ônibus implantou-se a Faixa Azul apenas no corredor Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro.

De acordo com dados da SMTT, a demanda anual do sistema nos últimos 12 anos segue uma tendência de decréscimo. O Gráfico 4 traz os dados de demanda total de passageiros e demanda equivalente⁸ no período entre 2008 a 2019.



Fonte: SMTT Maceió. Adaptado. Disponível em: <http://www.smttmaceio.com.br/portal/smttonline/grafico.html>. Acessado em: 16 fev. 2020.

Neste gráfico é possível perceber que no período houve apenas dois anos em que foi registrado uma retomada de passageiros se comparado com o ano anterior: 2010 e 2014. Também foi apenas em dois anos que houve estabilização na quantidade de passageiros transportados: 2013 e 2015. Nos demais anos (2009, 2011, 2012, 2016, 2017, 2018 e 2019) foram registradas quedas na demanda, chegando em 2019 a uma demanda 24% inferior ao que foi registrado em 2008.

Ao analisarmos a demanda diária, que gira em torno de 325 mil passageiros no ano de 2014, veremos que ela se concentra principalmente nas linhas que têm origem e percorrem os bairros mais populosos e de menor renda da cidade e que

⁸ Quantidade de usuários que contribuem para a divisão dos custos do sistema, ou seja, desconsiderando as gratuidades e proporcionalmente os descontos. Exemplo: um passageiro estudante que tem redução de 50% no valor da tarifa é considerado 0,5 passageiro equivalente.

seguem em direção às regiões que congregam mais empregos. A Tabela 2 traz os dados das dez linhas mais demandadas do sistema em outubro de 2014⁹.

Tabela 2 - Linhas com maiores demandas do sistema em dia útil de outubro de 2014.

Linha	Nome Linha	Tipo de linha	Pax_tot ¹	Pax_Eq ²	% Pax Diário ³
704	B. BENTES / P. VERDE via FAROL	Comum	15.248	13.358,7	5%
048	B. BENTES / CENTRO via JACINTINHO	Comum	11.698	10.246,8	4%
703	B. BENTES / P. VERDE via GRUTA	Comum	11.400	10.060,5	4%
042	B. BENTES / CENTRO via STA. LÚCIA	Comum	10.328	8.931,2	3%
223	IPIOCA / MERCADO via PTA.VERDE	Comum	8.902	7.900,3	3%
602	SALVADOR LYRA / IGUATEMI via P. VERDE	Comum	8.801	7.657,8	3%
707	GRACILIANO RAMOS / P. VERDE	Comum	8.462	7.681,0	3%
716	CLIMA BOM / P. VERDE via IGUATEMI	Comum	8.194	7.343,2	3%
711	UFAL / P. VERDE via IGUATEMI	Comum	8.029	6.799,3	2%
230	FORENE / TRAPICHE via POÇO	Comum	7.467	6.161,3	2%
TOTAL			98.529	86.140,1	30%

Fonte: PMM, 2015, p. 22-25.

Notas: ¹ Quantidade de passageiros transportados.

² Quantidade de passageiros equivalentes transportados.

³ Porcentagem de passageiros transportados em relação à demanda diária do sistema.

Das dez linhas presentes na tabela apenas a linha 223 não tem origem em um dos bairros populosos do tabuleiro e todas elas sem exceção seguem em direção ou passam no Centro ou na Ponta Verde. Somados os passageiros transportados pelas dez linhas mais carregadas temos o equivalente a 30% da demanda diária das linhas municipais. Destaque para as quatro linhas do Benedito Bentes que são as mais demandadas e representam 16% do total de passageiros transportados em um dia. Sete dessas dez linhas utilizam a Faixa Azul em algum trecho de seu itinerário, são elas: 704, 048, 703, 042, 602, 716 e 230.

Em janeiro de 2020 a precariedade do sistema se tornou ainda mais notória quando um banco de um ônibus se desprende e acidentou uma passageira¹⁰. Essa ocorrência desencadeou uma série de operações da SMTT nas quais foram lacrados mais de 60 ônibus que estavam em operação com idade máxima superior à permitida (10 anos)¹¹. Ainda em janeiro do mesmo ano ocorreu greve dos trabalhadores

⁹ Ao compararmos a demanda anual de passageiros em 2014 – ano em que foram disponibilizados os dados de todas as linhas municipais – com a de 2019 houve uma queda de 21%. Se aplicarmos esta proporção aos dados de demanda diária, em 2019 foram transportados por dia cerca de 257 mil passageiros.

¹⁰ Disponível em: https://gazetaweb.globo.com/porta/noticia/2020/01/idoso-cai-dentro-de-onibus-apos-assento-se-desprender-em-maceio_94633.php. Acessado em: 16 fev. 2020.

¹¹ Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2020/01/21/prefeitura-de-maceio-lacra-49-onibus-da-empresa-veleiro/>. Acessado em: 16 fev. 2020.

rodoviários de uma das empresas¹², além de apreensão de veículos pela justiça devido à falta de pagamento de financiamento¹³. A empresa envolvida alegou desequilíbrio financeiro devido à baixa demanda de passageiros.

3.1.3 Corredor viário Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro

A construção do atual corredor Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro se deu em meados da segunda década do século XX. Provavelmente o propósito de sua construção era criar um caminho alternativo entre Maceió, Fernão Velho e Rio Largo (NILSON, 2017). Além deste, outros fatos certamente motivaram a construção da via, como por exemplo: a necessidade de criar um acesso à Maceió a partir da BR-101, interligar o aeroporto ao Centro da cidade e expandir a malha urbana sobre o tabuleiro. Durante o século XX, tal corredor foi um forte vetor de expansão da malha urbana de Maceió, tendo sido implantados diversos loteamentos e conjuntos habitacionais em ambas as margens da via. Atualmente é o principal corredor viário de Maceió que interliga o Centro aos diversos bairros populosos ao norte da cidade, além de absorver boa parte do fluxo veicular proveniente do interior do estado advindo das rodovias BR-101, BR-104 e BR-316. É preciso mencionar também que além de sua função na mobilidade e acessibilidade de Maceió, tal corredor ainda é um importante polo de atividades comerciais, institucionais e de serviço ao longo de toda sua extensão (FARIA, 2016, p. 11).

As características físicas do corredor Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro não são uniformes: sua largura, o tamanho das quadras, os usos, dentre outros variam ao longo do eixo. Por conta disto, podemos dividir o corredor em dois grandes trechos de acordo com as características predominantes de cada um:

- (1) Trecho Av. Durval de Góes Monteiro, no qual foi preservada boa parte da faixa de domínio da via e, portanto, possui maior largura. As quadras adjacentes são longas e predominam nos lotes lindeiros grandes edificações do tipo galpões.
- (2) Trecho Av. Fernandes Lima, no qual a faixa de domínio original foi em grande parte invadida e que, por consequência, possui menor largura.

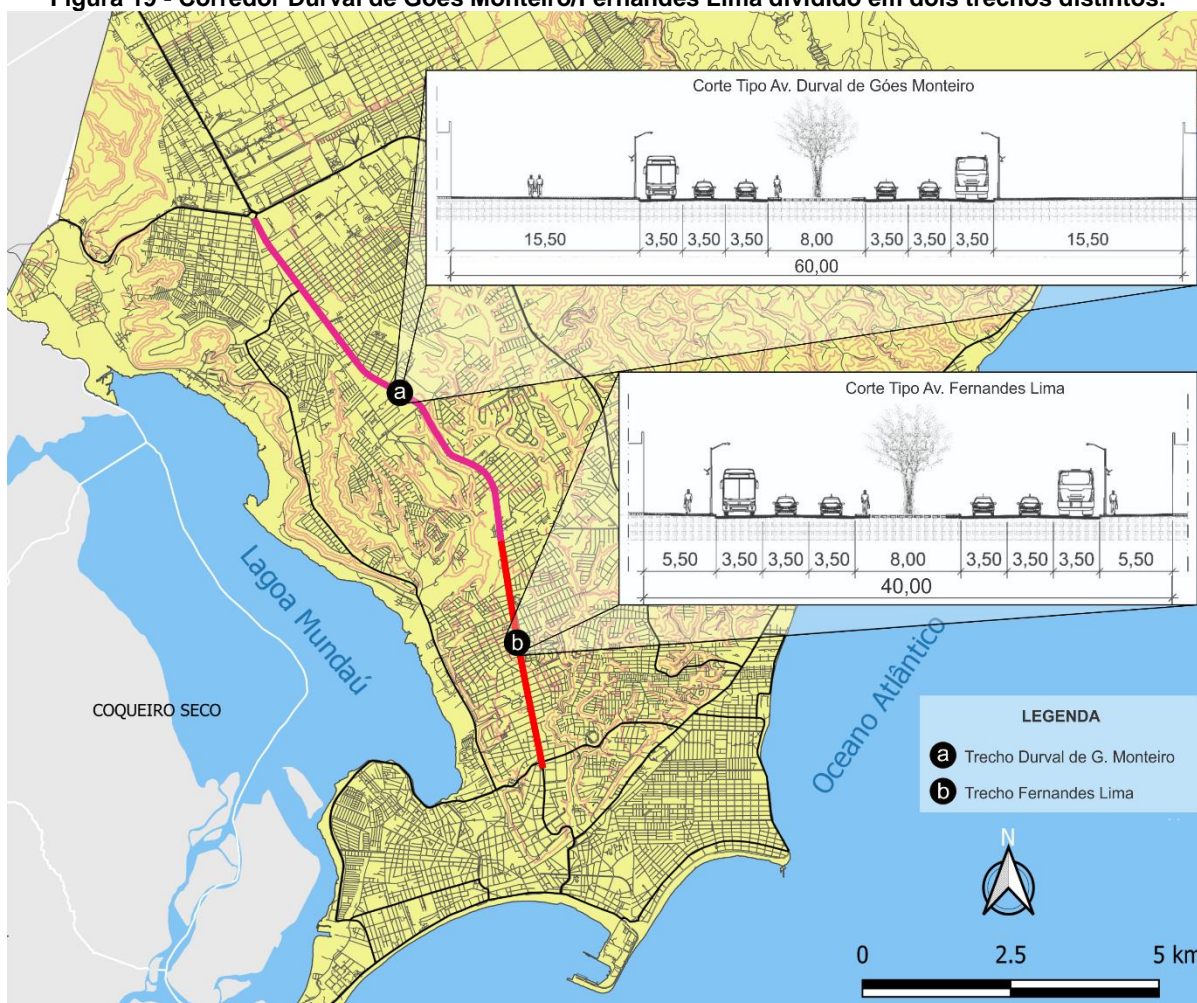
¹² Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2020/01/21/funcionarios-da-empresa-veleiro-paralisam-15-linhas-de-onibus-em-maceio/>. Acessado em: 16 fev. 2020.

¹³ Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2020/01/17/justica-manda-recolher-30-onibus-da-viacao-veleiro-em-maceio/>. Acessado em: 16 fev. 2020.

As quadras adjacentes são curtas, os lotes e edificações são de menor dimensão e a atividade urbana é mais intensa.

Tais características refletem na capacidade da via para suportar o tráfego de veículos, vejamos: no trecho da Av. Durval de Góes Monteiro o fluxo veicular sofre menos interferências devido à maior distância entre os semáforos e ao menor atrito lateral provocado por veículos que entram e saem da via. O contrário ocorre no trecho da Av. Fernandes Lima onde o fluxo veicular é mais intenso e ao mesmo tempo sofre maiores interferências dos mais variados tipos. A Figura 19 ilustra esta situação.

Figura 19 - Corredor Durval de Góes Monteiro/Fernandes Lima dividido em dois trechos distintos.



Fonte: Intervenção gráfica do autor sobre base cartográfica de Maceió.

O corredor Durval de Góes Monteiro/Fernandes Lima possui cerca de 10km de extensão e atravessa dez bairros de Maceió, alguns deles bastante populosos onde habitam pessoas dos estratos de renda baixos e outros onde habitam pessoas dos mais altos estratos de renda da cidade.

Na maior parte de sua extensão a via é composta por três faixas de rolamento por sentido, porém, em alguns trechos há uma faixa auxiliar lateral de serviço seja para acumulação de veículos nos retornos (à esquerda) ou para a parada dos ônibus nos pontos (à direita). Os sentidos de circulação são divididos por um canteiro central arborizado de aproximadamente oito metros de largura. As conversões à esquerda são limitadas e ocorrem em apenas três trechos – todos eles na Durval de Góes Monteiro – nos demais trechos os retornos diretos foram substituídos por contornos de quadras tanto para retornar como para acessar ponto de interesse à esquerda da via.

Os cruzamentos com vias coletoras transversais ao corredor são em nível controlados por semáforos; há apenas uma interseção segregada, em trincheira sob a via no cruzamento com a Av. Governador Afrânio Lages (Av. Leste-Oeste).

A pavimentação em toda a extensão do corredor é asfáltica e está em boas condições de uso. A sinalização viária, tanto horizontal quanto vertical, é satisfatória e também está em boas condições de uso, dado que houve ao final de 2019 e início de 2020 uma reforma da pavimentação e troca da sinalização.

3.1.4 Faixa Azul do corredor viário Fernandes Lima/Durval de Góes Monteiro

Em 17 de fevereiro de 2014 foi inaugurada a Faixa Azul na faixa à direita da via em ambos os sentidos das avenidas Fernandes Lima e Durval de Góes Monteiro. De acordo com técnicos da Superintendência Municipal de Transporte e Trânsito – SMTT em entrevista a um jornal local, a expectativa era que a velocidade média dos ônibus do sistema de transporte municipal que transitam pela faixa aumentasse 13 km/h além do que era registrado à época (RODRIGUES, 2014).

Para a implantação desta medida de prioridade do transporte coletivo urbano de Maceió não foram necessárias obras complexas. Houve apenas a delimitação de uma das faixas existentes através de sinalização horizontal (inserção de tachões sobre pintura longitudinal de uma faixa branca e outra azul), e ainda a fixação de placas sinalizando a sua existência e informação e divulgação das regras da Faixa Azul. As paradas de ônibus ao longo do corredor viário e as linhas que percorrem a faixa não sofreram nenhuma modificação no período inicial de implantação.

Ao todo, a referida Faixa Azul possui aproximadamente 23km de extensão somando os dois sentidos do corredor viário no qual está implantada e sua largura é de 3,50 metros por sentido. Em alguns trechos onde existem paradas de ônibus já havia um alargamento da faixa à direita formando uma quarta faixa de rolamento utilizada para acomodação dos ônibus durante o embarque e o desembarque de passageiros. Nestes trechos a largura da Faixa Azul varia de 5,50 a 7,00 metros, permitindo a ultrapassagem.

A Faixa Azul funciona das 6h às 20h nos dias úteis, ou seja, nos finais de semana, feriados e no período entre 20h às 6h seu uso é liberado para todos os veículos. Os seguintes veículos são permitidos de utilizar a faixa prioritária por toda sua extensão: ônibus do sistema de transporte coletivo urbano municipal; ônibus, vans e micro-ônibus do sistema de transporte coletivo metropolitano; táxis com passageiros; bicicletas; além de veículos de socorro em emergência devidamente identificados por sirene e luz intermitente (polícia, bombeiros, ambulâncias, etc.).

Durante o seu funcionamento, os condutores de ônibus, vans e micro-ônibus só podem utilizar as demais faixas para ultrapassar outros ônibus que estejam parados nos pontos, entretanto no dia a dia é comum o desrespeito a esta regra, principalmente por parte dos veículos de transporte complementar metropolitano. Para os demais condutores de veículos de passeio ou de carga que queiram acessar ou sair de alguma via transversal ou de algum lote lindeiro é permitida a utilização da Faixa Azul quando estiverem prestes a entrar ou estiverem saindo de tais locais por até dois quarteirões.

Ao longo da Faixa Azul circulam diariamente 42 linhas do transporte coletivo urbano municipal transportando cerca de 194 mil passageiros e seis linhas do transporte coletivo metropolitano que por sua vez transportam 15 mil passageiros por dia, totalizando 209 mil passageiros beneficiados com a medida diariamente (PMM, 2015, p. 22; ALAGOAS, 2013, p. 18). Ao todo existem 46 paradas de ônibus no corredor viário, distantes entre 600 metros e 1.700 metros, sendo 22 no sentido Centro e 24 no sentido aeroporto. Em apenas 14 das 46 paradas há uma quarta faixa utilizada como baía para embarque e desembarque. Os abrigos nas paradas para os passageiros são padronizados e simples, em algumas paradas suas dimensões são satisfatórias ao volume de passageiros, em outras são pequenos e ficam saturados mesmo fora do horário de pico. Não obstante a importância e o volume de viagens, há ainda paradas que não possuem abrigo.

3.2 Coleta dos dados operacionais

Para realizar a coleta dos dados operacionais é preciso levar em conta que sejam feitos os levantamentos em dias típicos do ano nos quais não haja eventos ou datas específicas que provoquem o aumento ou a diminuição significativa do volume de tráfego. Importante ressaltar que foram necessários dois pesquisadores para colher os dados em campo, ora trabalhando juntos e ora trabalhando separados.

3.2.1 Contagem volumétrica classificada

Para a contagem volumétrica classificada foram realizadas as filmagens das interseções em seis dias úteis do mês de novembro de 2019, mais especificamente nos dias 22, 25, 26, 27, 28 e 29. A Tabela 3 nos mostra o dia e o horário em que cada interseção foi filmada.

Tabela 3 – Dia, horário e duração das filmagens nas interseções.

Posto	Data	Horário
1	22/11/2019	15min
2	22/11/2019	15min
3	22/11/2019	15min
4	22/11/2019	15min
5	25/11/2019	30min
6	26/11/2019	30min
7	27/11/2019	30min
8	28/11/2019	30min
9	28/11/2019	30min
10	29/11/2019	15min
11	29/11/2019	15min

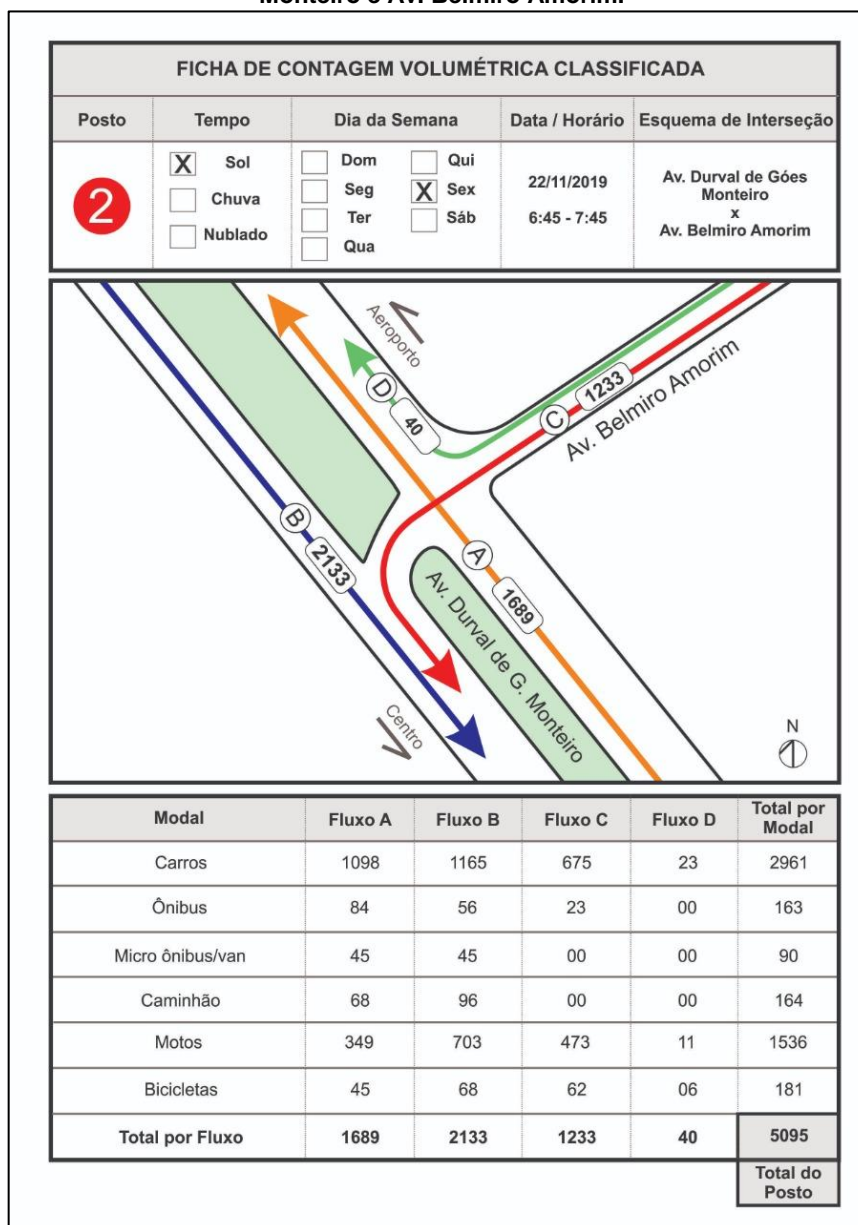
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 3 é possível observar que as filmagens se concentram no período entre 7h e 7h30, à exceção dos postos 1, 4 e 10. Este período foi escolhido propositalmente para se colher valores mais próximos da média do horário de pico.

A título de exemplificação, a Figura 20 nos mostra o resultado da contagem volumétrica classificada – já com os valores expandidos para uma hora inteira – na

interseção da Av. Durval de Góes Monteiro com a Av. Belmiro Amorim no Santa Lúcia, equivalente ao posto de contagem número 2. As demais fichas de contagem volumétrica encontram-se no Apêndice A desta dissertação.

Figura 20 – Ficha de Contagem volumétrica classificada no posto 2 - Interseção da Av. Durval de Góes Monteiro e Av. Belmiro Amorim.



Fonte: Elaborado pelo autor.

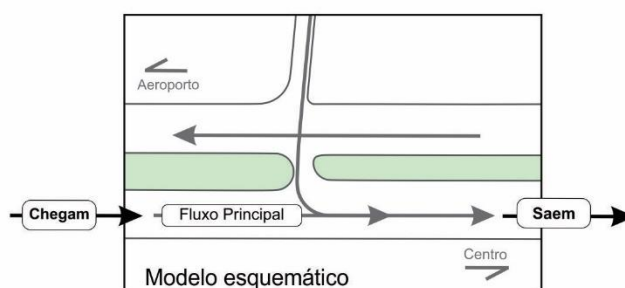
Como era de se esperar, o maior fluxo registrado na interseção para a hora-pico da manhã é o da Av. Durval de Góes Monteiro em direção ao Centro com volume total de 2.133 veículos. Também foi grande o fluxo de veículos que saem da Av. Belmiro Amorim em direção ao Centro. Já no sentido aeroporto o fluxo de veículos foi muito inferior ao do sentido Centro, fato este que também era esperado com base na observação em campo. Com relação à divisão modal, o tráfego nesta interseção é

composto principalmente por carros e motos (88%). A quantidade de bicicletas, ônibus e caminhões é semelhante, e juntos estes modais correspondem a 10% do tráfego total do posto. Micro-ônibus e vans correspondem juntos a apenas 2% do total do tráfego na interseção. De modo geral, este foi comportamento ao longo de todas as interseções avaliadas.

Já a Tabela 4 mostra resumidamente o volume de veículos que chegam e que saem do fluxo principal em cada interseção. Outro dado presente na tabela é a “diferença entre interseções” que mede a diferença entre a quantidade de veículos que chegam em uma interseção e a quantidade de veículos que saíram da interseção anterior a ela. Esta medida visa quantificar os veículos que entram ou que saem do fluxo principal nos trechos entre as interseções.

Tabela 4 - Resumo da contagem volumétrica nas interseções com foco no fluxo principal.

VOLUME DO FLUXO PRINCIPAL NAS INTERSEÇÕES



Posto	Interseção	Chegam	Saem	Diferença interseções ¹
1	Bomba do Gonzaga	2437	2474	-
2	Saída Santa Lúcia	2133	3366	- 341
3	Correios Tabuleiro	3079	2755	- 287
4	Makro Atacadista	3144	3351	+ 389
5	Retorno Funasa	3764	4158	+ 413
6	Rua Camaragibe (FACIMA)	3810	3472	- 348
7	Saída Gruta de Lourdes	2517	3481	- 955
8	Casa Vieira	3309	3339	- 172
9	Avenida Rotary	3852	4986	+ 513
10	CEPA	3776	3662	- 1210
11	Casa da Indústria	3072	3783	- 590

Fonte: Elaborado pelo autor.

Notas: ¹ Resultado da diferença entre o volume de veículos que chegam na interseção em questão menos o volume de veículos que saíram da interseção anterior.

Analisando a Tabela 4 observamos que até o posto 5 (retorno Funasa, ver Figura 14 no item 2.1.2) há uma tendência de aumento do volume de veículos que saem das interseções. A causa deste fenômeno provavelmente se deve ao fato de que as vias transversais da Av. Durval de Góes Monteiro servem de "saída" de áreas da cidade onde se originam mais viagens do que atraem durante o pico da manhã (como por exemplo os bairros Clima Bom, Tabuleiro dos Martins e Santa Lúcia). Isto faz com que o número de veículos que entram no corredor viário neste trecho seja muito maior do que a quantidade que sai. Por outro lado, a partir do posto 6 (Rua Camaragibe) a quantidade de veículos que saem das interseções mantém uma certa estabilidade, oscilando entre 3.400 e 3.800, à exceção do posto 9 (Av. Rotary) onde o volume chega a quase 5.000 veículos. Diferente do que acontece na Av. Durval de Góes Monteiro, na Av. Fernandes Lima há um certo balanceamento na quantidade de veículos que entram e que saem da via. As áreas adjacentes da Av. Fernandes Lima originam e atraem muitas viagens, fato este que explica a ligeira estabilidade observada nos volumes que saem das interseções desta avenida.

Ainda na Tabela 4, vemos que as interseções "Retorno Funasa" e "Avenida Rotary" são as que registram os maiores volumes de veículos, 4.158 e 4.986 respectivamente. O alto volume de veículos no "Retorno Funasa" se justifica pelo acúmulo de veículos oriundos das áreas onde se originam muitas viagens no pico da manhã, motivo este já explicado no parágrafo anterior. Já o alto volume na saída da interseção da Av. Rotary se deve ao fato de que essa via é uma das principais ligações no sentido Leste-Oeste da cidade e por conta disto, muitos veículos a utilizam para acessar a Av. Fernandes Lima.

Como era previsto, os menores fluxos se localizam ao norte do corredor viário, mais especificamente nos postos 1 e 3. Grosso modo podemos resumir que no posto 1 (Bomba do Gonzaga) se somam apenas os fluxos provenientes da BR-104 e da Rua 7 de Setembro (saída do bairro Santa Amélia e Clima Bom), ou seja, neste trecho é que se inicia o acúmulo de veículos que seguirá ao longo do corredor viário. Já no posto 3 (Correios Tabuleiro) apesar de receber um grande volume de veículos provenientes da Av. Belmiro Amorim (Santa Lúcia), parte considerável do fluxo principal utiliza o retorno em direção a Santa Lúcia ou faz conversão à direita em direção à Feirinha do Tabuleiro.

Com relação à coluna "Diferença entre interseções" da Tabela 4, vemos que há valores positivos e negativos. Os valores positivos indicam que entraram mais

veículos do que saíram entre duas interseções, já os valores negativos indicam o inverso: saíram mais veículos do que entraram no fluxo principal. Ainda nesta coluna, percebemos que há dois valores destoantes dos demais: -955 correspondente ao posto 7 (saída Gruta de Lourdes) e -1.210 referente ao posto 10 (CEPA). No posto 7 houve esta grande diferença devido aos veículos que saem do fluxo principal para utilizar o retorno em frente ao IBAMA. Já no posto 10 observamos que muitos veículos logo após saírem da Av. Rotary adentram na Rua Luiz Rizzo em direção ao bairro Pinheiro.

3.2.2 Pesquisa de velocidade

A pesquisa de velocidade foi realizada em quatro dias do mês de novembro de 2019. Nos dias 14 e 18/11 foram coletados os tempos de viagem utilizando o sistema de transporte coletivo municipal e nos dias 19 e 21/11 foram coletados os tempos de viagem utilizando um carro particular como veículo-teste. Com o intuito de se obter os tempos de viagens na primeira e na segunda metade da hora-pico, as viagens dos dias 14 e 19/11 tiveram início às 06h45, enquanto as viagens dos dias 18 e 21/11 iniciaram às 07h15. Para uma avaliação mais detalhada do tempo e da velocidade de viagem, o corredor viário em questão foi dividido em 10 trechos conforme exposto na Figura 21.

Figura 21 - Divisão do corredor viário em trechos para a pesquisa do tempo e velocidade de viagem.



Fonte: Intervenção gráfica do autor sobre base cartográfica de Maceió.

Os resultados obtidos na pesquisa de velocidade são apresentados a seguir. Na Tabela 5 estão os dados de tempo e velocidade coletados utilizando o transporte coletivo e na Tabela 6 encontram-se os dados coletados utilizando um carro.

Tabela 5 - Tempo de viagem e velocidade total e por trecho no corredor Durval de G. M. / Fernandes Lima para o modal ônibus.

PESQUISA DE VELOCIDADE - Corredor Durval. G. Monteiro / Fernandes Lima								
MODAL: ÔNIBUS		DATA: 14/11/2019 (06h45) 18/11/2019 (07h15)						
Trecho	Ponto Inicial	Ponto Final	Tempo de Viagem (min)			Distância (Km)	Velocidade viagem 06h45 (Km/h)	Velocidade viagem 07h15 (Km/h)
			Viagem 6h45 (14/11)	Viagem 7h15 (18/11)	Tempo Médio (média harmônica)			
A	BR-316 (antiga rotatória da PRF)	R. 7 de Setembro (saída Sta. Amélia)	2,7	4,5	3,4	1,40	31,1	18,7
B	R. 7 de Setembro (saída Sta. Amélia)	R. Lagoa Seca (sucroquímica)	4,1	4,0	4,0	1,40	20,5	21,0
C	R. Lagoa Seca (sucroquímica)	Av. Galba Novaes de Castro (Makro)	4,5	5,1	4,8	1,50	20,0	17,6
D	Av. Galba Novaes de Castro (Makro)	Retorno Funasa	1,0	0,9	0,9	0,60	36,0	40,0
E	Retorno Funasa	Rua Camaragibe (Facima)	3,4	5,2	4,1	1,60	28,2	18,5
F	Rua Camaragibe (Facima)	R. Abelardo G. de Lima (saída Gruta)	1,3	2,0	1,6	0,70	32,3	21,0
G	R. Abelardo G. de Lima (saída Gruta)	Av. Rotary	3,9	4,8	4,3	1,35	20,8	16,9
H	Av. Rotary	Rua Miguel Palmeira (CEPA)	2,0	3,0	2,4	1,00	30,0	20,0
I	Rua Miguel Palmeira (CEPA)	Rua Des. Tenório (Casa da Indústria)	4,6	4,5	4,5	1,10	14,3	14,7
J	Rua Des. Tenório (Casa da Indústria)	R. Gonçalves Dias (Pç. Centenário)	2,8	3,5	3,1	0,90	19,3	15,4
TOTAL DA ROTA			30,3	37,5	33,5	11,55	22,9	18,5

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da Tabela 5 constatamos que há uma diferença de 7,2 minutos entre o tempo total da rota da viagem que se iniciou às 06h45 comparado com a viagem que se iniciou às 07h15. É uma diferença esperada, pois, à medida que a hora se aproxima das 8h aumenta também da demanda no sistema viário e no sistema de transporte coletivo. Essa diferença de 7,2 minutos reverbera na velocidade média observada nos dois horários avaliados. Enquanto na viagem iniciada às 06h45 a velocidade média foi de 22,5 Km/h, na viagem iniciada às 07h15 a velocidade média caiu para 18,5 Km/h, uma diminuição de 18%.

Ainda na Tabela 5, vemos que os dois trechos com menores velocidades – trecho I e J – encontram-se no final do corredor viário. Nesses segmentos da via o tráfego já se encontra saturado, e ainda há uma maior concentração de atividades urbanas nos lotes lindeiros, provocando atrito lateral no fluxo dos ônibus. Já os dois trechos com maiores velocidades – D e F – estão localizados na Av. Durval de Góes Monteiro e correspondem com locais onde há pouca atração de viagens nas margens da via.

Tabela 6 - Tempo de viagem e velocidade total e por trecho no corredor Durval de G. M. / Fernandes Lima para o modal carro.

PESQUISA DE VELOCIDADE - Corredor Durval. G. Monteiro / Fernandes Lima								
MODAL: CARRO		DATA: 19/11/2019 (06h45) 21/11/2019 (07h15)						
Trecho	Ponto Inicial	Ponto Final	Tempo de Viagem (min)			Distância (Km)	Velocidade viagem 06h45 (Km/h)	Velocidade viagem 07h15 (Km/h)
			Viagem 6h45 (19/11)	Viagem 7h15 (21/11)	Tempo Médio (média harmônica)			
A	BR-316 (antiga rotatória da PRF)	R. 7 de Setembro (saída Sta. Amélia)	2,6	3,2	2,9	1,40	32,3	26,3
B	R. 7 de Setembro (saída Sta. Amélia)	R. Lagoa Seca (sucroquímica)	3,5	3,4	3,4	1,40	24,0	24,7
C	R. Lagoa Seca (sucroquímica)	Av. Galba Novaes de Castro (Makro)	6,1	9,4	7,4	1,50	14,8	9,6
D	Av. Galba Novaes de Castro (Makro)	Retorno Funasa	1,5	1,6	1,5	0,60	24,0	22,5
E	Retorno Funasa	Rua Camaragibe (Facima)	3,9	6,2	4,8	1,60	24,6	15,5
F	Rua Camaragibe (Facima)	R. Abelardo G. de Lima (saída Gruta)	2,5	6,7	3,6	0,70	16,8	6,3
G	R. Abelardo G. de Lima (saída Gruta)	Av. Rotary	4,6	8,9	6,1	1,35	17,6	9,1
H	Av. Rotary	Rua Miguel Palmeira (CEPA)	3,2	5,2	4,0	1,00	18,8	11,5
I	Rua Miguel Palmeira (CEPA)	Rua Des. Tenório (Casa da Indústria)	3,6	5,3	4,3	1,10	18,3	12,5
J	Rua Des. Tenório (Casa da Indústria)	R. Gonçalves Dias (Pç. Centenário)	2,1	3,5	2,6	0,90	25,7	15,4
TOTAL DA ROTA			33,6	53,4	41,2	11,55	20,6	13,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já na tabela 6, vemos que o tempo da viagem que se iniciou às 6h45 utilizando o carro foi 37% mais rápido se comparado com a viagem iniciada às 7h15, uma diferença considerável de 19,8 minutos. Por serem parâmetros dependentes, esta variação no tempo de viagem refletiu na velocidade total ao longo do corredor. Na primeira viagem de carro realizada às 06h45 a velocidade média alcançada foi de 20,6Km/h, enquanto na segunda viagem às 07h15 houve uma queda na velocidade atingindo a marca de 13Km/h. Essa variação certamente se deve ao aumento do

volume de veículos que configura a hora pico, o que faz sobrecarregar o corredor viário.

Os trechos F e G foram os que registraram as menores velocidades nas viagens feitas por carro. Provavelmente o motivo desta lentidão se deve à conjunção de dois fatores: o alto volume de tráfego e a proximidade entre os cruzamentos viários semaforizados (ao longo destes dois trechos que totalizam 2,05km existem seis semáforos). Por outro lado, as maiores velocidades foram registradas nos trechos A e B, pois são segmentos do corredor viário que em condições normais não apresentam grandes problemas de saturação no tráfego.

Ao compararmos os dados das viagens feitas por ônibus com as viagens feitas por carro percebemos que quando o corredor viário ainda não está sobrecarregado os tempos de viagem nos dois modais são semelhantes. Entretanto, a partir das 07h15 quando a via já registra grandes filas de congestionamento há uma grande diferença entre o tempo de viagem nos dois modais. Isso nos mostra que devido à Faixa Azul os ônibus estão menos sujeitos à variação do volume de tráfego ao longo da hora-pico.

3.3 Construção e simulação do modelo

3.3.1 Modelagem

Como dito anteriormente, o *software* selecionado para simular o cenário proposto neste estudo foi o VISSIM. A construção do modelo no referido software corresponde basicamente a inserção dos dados de entrada, que são as características físicas e operacionais da seção viária que se deseja simular.

No VISSIM é possível utilizar imagens de satélite na escala real como guia para a inserção das vias no modelo. Foi dessa maneira que foi desenhado todo corredor viário bem como as vias transversais a ele. Como o enfoque deste estudo está no fluxo viário que segue em direção ao Centro, o lado do corredor viário que segue em direção ao aeroporto foi detalhado apenas o suficiente para que não interferisse nos resultados do fluxo oposto e, portanto, está presente no modelo de maneira apenas ilustrativa. Outra medida ilustrativa na construção do modelo que visa facilitar a observação foi a representação da Faixa Azul na cor azul em toda sua extensão e largura.

Após a inserção dos elementos físicos (vias, paradas de ônibus e semáforos) foi preciso inserir os dados operacionais. Os ciclos semaforicos

levantados em campo foram configurados, bem como o volume de veículos que entram no modelo foram inseridos em suas respectivas origens. Para simular a Faixa Azul foi criada na faixa à direita uma restrição de uso para todos os veículos exceto os ônibus. No entanto, foi preciso criar pequenos trechos na faixa de ônibus nos quais eram permitidos a utilização dos demais veículos para adentrar ou sair de alguma via transversal.

Já as 42 linhas do transporte coletivo que passam no corredor viário foram inseridas uma a uma com suas respectivas rotas, pontos de parada e intervalos. Parâmetros mais detalhadas da operação dos ônibus como tempo de abertura e fechamento de portas, aceleração e desaceleração nas paradas, tempo de embarque e desembarque foram mantidos como *default*, pois, estes valores padrões do programa são coerentes a situação encontrada em campo.

À medida em que o modelo era construído iam sendo testadas as configurações inseridas. Eram observados especialmente os seguintes aspectos: se os semáforos estavam funcionando em sincronia, se os ônibus paravam nos pontos, se a regra de prioridade da Faixa Azul era respeitada pelos demais veículos, dentre outros. Quando necessário, eram corrigidas as falhas encontradas.

3.3.2 Calibração e validação

Construído o modelo, partiu-se então para a etapa de calibração do mesmo. Como dito anteriormente, a calibração é feita a partir da modificação dos parâmetros padrões (*default*) dos algoritmos de comportamento (*car-following*, *lane-change* e *gap-acceptance*) presentes no *software*. Feitas as modificações o modelo é simulado e são comparados os dados de saída com os dados coletados no sistema real. Para o caso da calibração o parâmetro de comparação escolhido foi o volume de tráfego, já para a validação do modelo o parâmetro de comparação escolhido foi o tempo de viagem.

Por ser o principal algoritmo que define o comportamento dos condutores no simulador, foi escolhido inicialmente para calibração apenas o modelo *car-following*. No VISSIM há dois modelos *car-following*: Wiedeman 99 (W99) mais adequado para simulações em vias rurais e Wiedeman 74 (W74) mais adequado para simulação em vias urbanas e, portanto, utilizado em nossa simulação. No modelo W74 há três parâmetros principais a serem ajustados: *ax*, *bx_add* e *bx_mult*, que basicamente controlam o espaçamento entre os veículos quando eles estão em

estado de *following*, ou seja, quando estão seguindo outro veículo a sua frente (SOUSA, 2016, p. 90).

Inicialmente, o modelo foi simulado com os valores *default* para *ax*, *bx_add* e *bx_mult*. Porém, o volume de tráfego estava muito abaixo dos valores coletados em campo. Este primeiro resultado nos indicou que os valores *default* geram um espaçamento entre veículos maior do que é observado no sistema real, pois, esse maior espaçamento naturalmente acarreta numa menor quantidade de veículos que passam em uma determinada seção da via por um determinado período. Na Tabela 7 está a comparação entre o resultado simulado e o dado coletado em campo.

Tabela 7 - Comparação entre os resultados da primeira simulação e dados obtidos em campo e respectivo erro (REQMN) para o volume do tráfego.

PARÂMETROS ax / bx_add / bx_mult	POSTO DE MEDIÇÃO	VOLUME DO TRÁFEGO		REQMN	DIFERENÇA
		SIMULADO	OBSERVADO		
1,00 / 2,00 / 3,00 (default)	Bomba do Gonzaga	1.743	2.273	11,1%	- 530
	Santa Lucia	2.026	3.366	23,1%	- 1.340
	Retorno Funasa	2.031	4.159	33,0%	- 2.128
	Facima	1.841	3.471	27,7%	- 1.630
	Rotary	3.691	5.007	18,6%	- 1.316
	CEPA	3.276	3.663	6,4%	- 387
	Casa da Indústria	3.716	3.783	1,1%	- 67
	TOTAL	18.324	25.722	46,1%	- 7.398

Fonte: Elaborado pelo autor.

Através de um processo de tentativa e erro foram sendo diminuídos os valores de tais parâmetros a fim de se encontrar uma combinação que gerasse resultados próximos à realidade. Por ser uma pequena quantidade de parâmetros a serem ajustados (apenas três) optou-se por não utilizar métodos automatizados de calibração.

Com a diminuição dos valores *default* percebeu-se uma melhora nos resultados, porém, ainda não era satisfatório o volume simulado se comparado com o volume coletado em campo: em alguns trechos o erro calculado entre o real e o simulado girava em torno dos 25%, conforme pode ser constatado na Tabela 8.

Tabela 8 - Comparação entre os resultados de uma das simulações e os dados obtidos em campo e respectivo erro (REQMN) para o volume do tráfego.

PARÂMETROS ax / bx_add / bx_mult	POSTO DE MEDIÇÃO	VOLUME DO TRÁFEGO		REQMN	DIFERENÇA
		SIMULADO	OBSERVADO		
0,50 / 1,50 / 2,50	Bomba do Gonzaga	2.046	2.273	10,0%	- 227
	Santa Lucia	2.470	3.366	26,6%	- 896
	Retorno Funasa	3.005	4.159	27,7%	- 1.154
	Facima	2.761	3.471	20,5%	- 710
	Rotary	3.927	5.007	21,6%	- 1.080
	CEPA	3.505	3.663	4,3%	- 158
	Casa da Indústria	3.958	3.783	4,6%	- 175
	TOTAL	21.672	25.722	15,7%	- 4.050

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando o modelo durante a simulação, percebemos que seria preciso atribuir parâmetros diferentes para categorias de veículos diferentes, pois, no sistema real o comportamento dos condutores de automóveis é diferente do comportamento dos indivíduos que pilotam motos ou dos que dirigem ônibus. Criou-se então duas categorias independentes de padrão de comportamento, uma para motos e outra para ônibus. Para os demais veículos foi mantido o ajuste dependente dos parâmetros.

A partir desta modificação, foram feitas mais algumas simulações até que o volume de veículos simulado se aproximou satisfatoriamente do volume coletado em campo. Entretanto, durante o processo de validação foi percebido que o tempo de viagem dos ônibus estava muito abaixo do real. Por conta disto, foi preciso ajustar o tempo de parada dos ônibus nos pontos.

Depois de mais alguns ajustes e simulações, finalmente o modelo atendeu satisfatoriamente o volume de veículos e o tempo de viagem do tráfego geral e dos ônibus. Foram necessárias cerca de 80 simulações para se alcançar satisfatoriamente os parâmetros. A Tabela 9 traz os resultados simulados comparados com os dados observados em campo do volume do tráfego, bem como o erro e a diferença entre tais valores.

Tabela 9 - Comparação entre os resultados da última simulação e os dados obtidos em campo e respectivo erro (REQMN) para o volume do tráfego.

PARÂMETROS ax / bx_add / bx_mult	POSTO DE MEDIÇÃO	VOLUME DO TRÁFEGO		REQMN	DIFERENÇA
		SIMULADO	OBSERVADO		
Ônibus 2,30 / 2,50 / 3,20	Bomba do Gonzaga	2.109	2.273	3,4%	- 164
	Santa Lucia	2.645	2.538	2,1%	107
	Retorno Funasa	3.178	3.650	7,8%	- 472
Motos 1,00 / 1,50 / 2,50	Facima	2.886	3.471	9,9%	- 585
	Rotary	3.952	4.415	7,0%	- 463
	CEPA	3.544	3.663	2,0%	- 119
Demais veículos 2,00 / 1,50 / 2,60	Casa da Indústria	3.956	3.783	2,8%	173
	TOTAL	22.270	23.793	9,9%	- 1.523

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da Tabela 9 vemos que os novos valores para os parâmetros ax, bx_add e bx_mult fizeram com que os erros (REQMN) ficassem abaixo de 10% em todos os postos de medição. Já a Tabela 10 traz a comparação entre os resultados simulados comparados com os dados observados em campo dos tempos de viagem total e por trecho, correspondente ao processo de validação.

Tabela 10 - Comparação entre os resultados da última simulação e os dados obtidos em campo e respectivo erro (REQM) para o tempo de viagem.

Horário da medição	DADOS GERAIS Trechos	TEMPO DE VIAGEM (min)				ERRO (REQM)	
		Ônibus		Carros		Ônibus	Carros
		Simulado	Observado	Simulado	Observado		
Viagens iniciadas entre 06h45 e 07h00	1 - Antiga PRF -> R 7 Setembro	3,5	2,7	2,8	2,6	0,8%	0,2%
	2 - R 7 Setembro -> R Lagoa Seca	3,5	4,1	3,2	3,5	0,6%	0,3%
	3 - R Lagoa Seca -> Makro	4,3	4,5	6,4	6,1	0,2%	0,3%
	4 - Makro -> Retorno Funasa	1,1	1,0	1,4	1,5	0,1%	0,1%
	5 - Retorno Funasa -> Facima	3,8	3,4	3,1	3,9	0,4%	0,8%
	6 - Facima -> Saída Gruta	1,7	1,3	2,2	2,5	0,4%	0,3%
	7 - Saída Gruta -> Rotary	3,2	3,9	4,1	4,6	0,7%	0,5%
	8 - Rotary -> CEPA	2,8	2,0	3,5	3,2	0,8%	0,3%
	9 - CEPA -> Casa da Indústria	3,2	4,6	3,3	3,6	1,4%	0,3%
	10 - Casa da Indústria -> Centenário	2,6	2,8	2,3	2,1	0,2%	0,2%
	Trajetos Completo	29,7	30,3	32,3	33,6	0,6%	1,3%
Viagens iniciadas entre 07h15 e 07h30	1 - Antiga PRF -> R 7 Setembro	3,1	4,5	2,8	3,2	1,4%	0,4%
	2 - R 7 Setembro -> R Lagoa Seca	3,7	4	3,8	3,4	0,3%	0,4%
	3 - R Lagoa Seca -> Makro	5,6	5,1	10,3	9,4	0,5%	0,9%
	4 - Makro -> Retorno Funasa	1,0	0,9	1,4	1,6	0,1%	0,2%
	5 - Retorno Funasa -> Facima	5,0	5,2	6,0	6,2	0,2%	0,2%
	6 - Facima -> Saída Gruta	2,6	2	6,6	6,7	0,6%	0,1%
	7 - Saída Gruta -> Rotary	5,0	4,8	9,6	8,9	0,2%	0,7%
	8 - Rotary -> CEPA	2,8	3	4,9	5,2	0,2%	0,3%
	9 - CEPA -> Casa da Indústria	3,5	4,5	4,5	5,3	1,0%	0,8%
	10 - Casa da Indústria -> Centenário	2,8	3,5	3,1	3,5	0,7%	0,4%
	Trajetos Completo	35,2	37,5	52,9	53,4	2,3%	0,5%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 10 vemos que os valores simulados se aproximaram bastante dos valores observados em campo, fazendo com que os erros fossem baixos para as viagens realizadas pelos dois modais.

3.3.3 Simulação dos cenários

Após o processo de calibração e validação, foram coletados os dados de tempo de viagem do modelo calibrado e validado que representa a situação atual do corredor viário (com Faixa Azul). Importante frisar que o período de tempo simulado foi de 80 minutos iniciando às 06h25 e finalizando às 07h45, porém, os 20 primeiros minutos servem apenas para o carregamento da rede, ou seja, o tempo necessário para os veículos “ocuparem” todas as vias do modelo, não sendo considerado nenhum resultado proveniente deste período inicial.

Para simular o cenário hipotético do corredor viário sem a existência da faixa preferencial, a única modificação aplicada no modelo calibrado e validado foi a exclusão da regra de proibição dos demais veículos na faixa à direita da via. Após simulado este cenário hipotético foram coletados os resultados referentes ao tempo de viagem e à velocidade dos ônibus, dos carros e do tráfego de modo geral no corredor em estudo. No item que segue são avaliados os resultados obtidos para os dois cenários simulados nesta pesquisa.

3.4 Avaliação dos resultados

A avaliação dos resultados foi dividida em três etapas. Na primeira serão avaliados os resultados da simulação do cenário atual, no qual os ônibus operam na faixa preferencial. Na segunda etapa são avaliados os resultados do cenário hipotético no qual não existe faixa preferencial para os ônibus, ou seja, sem Faixa Azul. Na terceira etapa são comparados os resultados dos dois cenários simulados.

Em todas as etapas são apresentados os resultados do tempo de viagem e da velocidade para os modais ônibus, carros e também para todo o tráfego, sem distinção de veículos. Já para avaliar o comportamento do tráfego ao longo da hora de pico, os resultados foram divididos em intervalos de 15 minutos. Ao final de cada tabela são apresentadas as médias dos parâmetros para cada modal. Importante frisar que para o tempo de viagem foi utilizada a média aritmética. Já para a velocidade foi utilizada a média harmônica, visto que ao se trabalhar com grandezas inversamente proporcionais (tempo e velocidade) é mais adequada utilizar este tipo de média.

3.4.1 Cenário atual (com Faixa Azul)

Os resultados da simulação do cenário com Faixa Azul, que representa o cenário atual do corredor viário, estão dispostos na Tabela 11.

Tabela 11 – Resultados da simulação com Faixa Azul.

RESULTADO SIMULAÇÃO COM FAIXA AZUL						
HORÁRIO	TEMPO DE VIAGEM (min)			VELOCIDADE (Km/h)		
	Ônibus	Carros	Tráfego Geral	Ônibus	Carros	Tráfego Geral
6h45-7h00	29,7	32,3	30,8	23,3	21,5	22,5
7h00-7h15	32,2	42,9	40,3	21,5	16,2	17,2
7h15-7h30	35,2	52,9	49,3	19,7	13,1	14,1
7h30-7h45	42,9	67,4	62,6	16,2	10,3	11,1
Média	35,0	48,9	45,7	19,8	14,2	15,2

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da Tabela 11 vemos que o tempo de viagem para percorrer todo o corredor viário por ônibus varia entre 29,7 e 42,9 minutos dentro da hora de pico, sendo 35 minutos a média para o horário. Já para os carros a variação foi consideravelmente maior, partindo do mínimo de 32,3 minutos até o máximo de 67,4 minutos, ou seja, uma variação de 35,1 minutos. A média do tempo de viagem para este modal foi de 48,9 minutos. Se considerarmos todos os veículos que percorreram o corredor viário vemos que o tempo de viagem variou de 30,8 a 62,6 minutos, com média de 45,7 minutos na hora de pico.

Fica claro que para todos os modais o tempo de viagem aumenta à medida em que a hora se aproxima das 07h45. Porém, é possível perceber que a velocidade dos ônibus tem uma variação menor se comparada com os carros e com o tráfego geral. Além disso, os ônibus tiveram um melhor tempo de viagem não só na média para hora de pico como também nos quatro intervalos de 15 minutos.

Com relação à velocidade, vemos na Tabela 11 que os ônibus circulam numa velocidade média de 23,3 km/h das 06h45 às 07h00, porém, das 07h30 às 07h45 a velocidade cai para 16,2 km/h, ficando a média para hora de pico em 19,8 km/h. A velocidade dos carros tem um comportamento semelhante, nos primeiros 15 minutos da hora de pico, tendo sido registrada uma velocidade média de 21,5 km/h, entretanto, esta velocidade cai para 10,3 km/h nos últimos 15 minutos da hora de pico, ficando a média da hora como um todo em 14,2 km/h. Por fim, a velocidade do tráfego geral variou entre 22,5 a 11,1 km/h durante a hora de pico, com média de 15,2 km/h.

Por se tratar de parâmetros relacionados, os resultados de velocidade tiveram um comportamento semelhante ao que acontece com o tempo de viagem, porém de forma inversamente proporcional. À medida em que a hora se aproxima das 07h45 diminuiu a velocidade dos veículos. Mais uma vez os ônibus tiveram resultados melhores se comparados com os carros e com o tráfego geral.

3.4.2 Cenário hipotético (sem Faixa Azul)

Na Tabela 12 abaixo são apresentados os resultados obtidos na simulação sem a Faixa Azul para os parâmetros de tempo de viagem e velocidade.

Tabela 12 – Resultados da simulação sem Faixa Azul.

RESULTADO SIMULAÇÃO SEM FAIXA AZUL						
HORÁRIO	TEMPO DE VIAGEM (min)			VELOCIDADE (Km/h)		
	Ônibus	Carros	Tráfego Geral	Ônibus	Carros	Tráfego Geral
6h45-7h00	33,3	29,6	28,7	20,8	23,4	24,2
7h00-7h15	39,3	35,5	34,6	17,7	19,5	20,0
7h15-7h30	45,8	42,0	40,6	15,1	16,5	17,1
7h30-7h45	55,2	51,2	49,4	12,6	13,5	14,0
Média	43,4	39,6	38,3	16,0	17,5	18,1

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da Tabela 12 vemos que o tempo médio de viagem dos ônibus para percorrer todo o corredor viário na hora pico sem a faixa preferencial foi de 43,4 minutos. Nos quatro períodos de 15 minutos ao longo da hora de pico o tempo de viagem neste modal variou entre 33,3 e 55,2 minutos. Já os carros tiveram um tempo menor de viagem se comparado com os ônibus. A variação do tempo de viagem para este modal foi de 29,6 a 51,2 minutos, com média de 39,6 minutos. O tempo de viagem para o tráfego geral foi semelhante ao tempo de viagem dos carros, variando entre 28,7 a 49,4 minutos e com média de 38,3 minutos.

Mais uma vez vemos que o tempo de viagem aumenta à medida em que o horário se aproxima das 07h45, porém, a variação dos tempos de viagem ao longo dos quatro períodos de 15 minutos foi muito semelhante independente do modal. As médias do tempo de viagem entre os modais também foram semelhantes.

Já os resultados de velocidade da Tabela 12 nos mostram que a média de velocidade dos ônibus ao longo da hora de pico foi de 16,0 km/h, com variação ao longo dos intervalos de 15 minutos entre 20,8 e 12,6 km/h. Os carros tiveram velocidade média de 17,5 km/h, variando entre 23,4 e 13,5 km/h ao longo da hora de

pico. Por fim, a velocidade do tráfego geral variou entre 24,2 e 14,0 km/h e a média obtida foi de 18,1 km/h.

Percebe-se novamente que a velocidade tende a diminuir quanto mais próximo o horário estiver das 7h45. Entretanto, desta vez os resultados são mais homogêneos quando comparamos a velocidade dos ônibus, dos carros e do tráfego geral, tanto nos intervalos parciais de 15 minutos como também na média ao longo de toda a hora de pico. Porém, os ônibus obtiveram os piores resultados se comparados aos carros e ao tráfego geral.

3.4.3 Comparação entre cenários

A partir dos resultados por cenário avaliados nos itens 3.4.1 e 3.4.2 já tivemos uma noção da diferença entre os resultados obtidos em cada um deles. Neste item iremos discorrer com mais detalhes sobre tais distinções.

A Tabela 13 traz os resultados do tempo de viagem das duas simulações (com e sem Faixa Azul), bem como a diferença e o percentual de melhoria ou piora quando comparamos os dois cenários.

Tabela 13 - Comparação entre tempos de viagem com e sem Faixa Azul.

PARÂMETRO	INÍCIO DA VIAGEM	MODAL	SIMULAÇÃO SEM FAIXA AZUL	SIMULAÇÃO COM FAIXA AZUL	DIFERENÇA	COMPARAÇÃO
Tempo de viagem (min)	6h45-07h00	Ônibus	33,3	29,7	-3,6	-11%
		Carro	29,6	32,3	2,7	9%
		Tráfego geral	28,7	30,8	2,1	7%
	7h00-07h15	Ônibus	39,3	32,2	-7,0	-18%
		Carro	35,5	42,9	7,3	21%
		Tráfego geral	34,6	40,3	5,7	16%
	7h15-07h30	Ônibus	45,8	35,2	-10,7	-23%
		Carro	42,0	52,9	10,9	26%
		Tráfego geral	40,6	49,3	8,6	21%
	7h30-07h45	Ônibus	55,2	42,9	-12,3	-22%
		Carro	51,2	67,4	16,2	32%
		Tráfego geral	49,4	62,6	13,1	27%
	MÉDIA	Ônibus	43,4	35,0	-8,4	-19%
		Carro	39,6	48,9	9,3	23%
		Tráfego geral	38,3	45,7	7,4	19%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Vemos a partir da Tabela 13 que com a implantação da Faixa Azul houve uma diminuição considerável do tempo de viagem para os ônibus. Esta diminuição variou nos intervalos de 15 minutos entre 11 e 22%, sendo a média para toda a hora de pico de 19% no encurtamento do tempo de viagem para os ônibus. Em termos de minutos ganhos com a faixa de ônibus, os valores variaram entre 3,6 a 12,3 minutos

a depender do intervalo dentro da hora de pico. A média de diminuição para todo o período foi de 8,4 minutos a menos no tempo de viagem, valor este que equivale a quase um quarto do tempo que era necessário para percorrer todo o corredor viário.

Por outro lado, a implantação da Faixa Azul impactou negativamente no tempo de viagem utilizando o carro. O tempo de viagem para este modal aumentou em média 23%, o que equivale a um aumento de 9,3 minutos. Este incremento de tempo variou entre 9 e 32% a depender do intervalo de 15 minutos ao longo da hora de pico, em termos de minutos estas porcentagens equivalem a 2,7 e 16,2 minutos, respectivamente.

Ao analisar o desempenho do tráfego geral, também houve piora no tempo de viagem. A variação deste parâmetro ficou entre 7 e 27%, o que equivale a um aumento de 2,1 a 13,1 minutos, respectivamente. A média ao longo de toda a hora de pico foi de 7,4 minutos a mais no tempo de viagem, ou seja, um aumento de 23%.

É possível observar que em termos percentuais a diminuição do tempo de viagem proporcionada pela Faixa Azul para os ônibus em todos os casos foi maior que o aumento de tempo para os carros e para o tráfego geral. Entretanto, em termos absolutos, nem sempre a diminuição de tempo para os ônibus foi maior que o aumento do tempo de viagem para os carros ou para o tráfego geral.

Com relação à velocidade, a Tabela 14 traz a comparação percentual e a diferença entre os resultados obtidos nos dois cenários simulados.

Tabela 14 - Comparação entre as velocidades com e sem Faixa Azul.

PARÂMETRO	INÍCIO DA VIAGEM	MODAL	SIMULAÇÃO SEM FAIXA AZUL	SIMULAÇÃO COM FAIXA AZUL	DIFERENÇA	COMPARAÇÃO
Velocidade (Km/h)	6h45-07h00	Ônibus	20,8	23,3	2,5	12%
		Carro	23,4	21,5	-2,0	-8%
		Tráfego geral	24,2	22,5	-1,6	-7%
	7h00-07h15	Ônibus	17,7	21,5	3,9	22%
		Carro	19,5	16,2	-3,3	-17%
		Tráfego geral	20,0	17,2	-2,8	-14%
	7h15-07h30	Ônibus	15,1	19,7	4,6	30%
		Carro	16,5	13,1	-3,4	-21%
		Tráfego geral	17,1	14,1	-3,0	-17%
	7h30-07h45	Ônibus	12,6	16,2	3,6	29%
		Carro	13,5	10,3	-3,3	-24%
		Tráfego geral	14,0	11,1	-2,9	-21%
	MÉDIA HARMÔNICA	Ônibus	16,0	19,8	3,8	24%
		Carro	17,5	14,2	-3,3	-19%
		Tráfego geral	18,1	15,2	-2,9	-16%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados da Tabela 14 nos mostram que com a implantação da Faixa Azul apenas os ônibus tiveram ganho de velocidade. Este ganho variou de 2,5 km/h nas viagens iniciadas entre 06h45 e 07h00, até 4,6 km/h nas viagens iniciadas entre 07h15 e 07h30. A velocidade média para toda a hora de pico aumentou de 16 km/h para 19,8 km/h, uma diferença de 3,8 km/h, equivalente a um ganho de 24%.

Os carros tiveram uma perda de velocidade que variou de 8 a 24%. Em termos absolutos esta perda foi de 2,0 e 3,3 km/h, respectivamente. Na média para todo o período, a velocidade dos carros diminuiu de 17,5 km/h para 14,2 km/h, uma diferença de 3,3 km/h equivalente a 19%.

Os resultados do tráfego geral também indicaram a diminuição de velocidade. Enquanto sem a Faixa Azul a velocidade média para hora de pico era de 18,1 km/h, após a implantação da referida faixa esse valor caiu para 15,2 km/h, uma perda de 16%. Analisando os intervalos de 15 minutos da hora de pico essa diminuição da velocidade variou entre 7 e 21%.

Avaliando os valores absolutos de ganho ou de diminuição da velocidade, vemos que os ganhos de velocidade dos ônibus foram sempre superiores as perdas dos carros ou do tráfego geral. Por outro lado, em termos percentuais nem sempre os ganhos de velocidade dos ônibus foram superiores à perda de velocidade dos carros e do tráfego geral.

3.4.4 Comparação dos ganhos de velocidade da Faixa Azul em Maceió com outras faixas de ônibus

Para termos uma noção mais acurada dos ganhos de velocidade proporcionados pela Faixa Azul para os ônibus de Maceió, comparamos na Tabela 15 os resultados obtidos da faixa de ônibus da capital alagoana com outros resultados de avaliação obtidos em quatro outras cidades que foram descritos no item 1.2.3.

Tabela 15 - Comparação dos ganhos de velocidade obtidos com faixas de ônibus entre Maceió e outras quatro cidades.

Cidade	Velocidade Média (Km/h)			% de aumento
	Antes	Depois	Diferença	
Maceió	16,0	19,8	3,8	24%
Fortaleza	14,0	17,0	3,0	21%
São Paulo	13,2	15,0	1,8	14%
Santiago	15,0	21,0	6,0	40%
Londres	13,0	27,0	14,0	108%

Fonte: SOUZA e MENEZES, 2016, p. 7; IEMA, 2017, p. 32; BASSO e SILVA, 2014, p. 22.

A Tabela 15 nos mostra que antes da implantação da faixa prioritária a velocidade média dos ônibus nas cinco cidades variava entre 13 e 16km/h. Depois da implantação quase todas as cidades tiveram ganhos expressivos na velocidade média dos ônibus. Destaca-se Londres e Santiago com ganhos percentuais de 104% e 40%, respectivamente. Dentre as três cidades brasileiras presentes na tabela, Maceió obteve o maior ganho de velocidade com o aumento na velocidade média de 3,8km/h número este que representa 24% da velocidade anterior à Faixa Azul. Fortaleza obteve um ganho de 3,0km/h, muito próximo do verificado em Maceió. Por outro lado, em São Paulo a velocidade média dos ônibus aumentou apenas 1,8km/h que representa 14% da velocidade média anterior.

Importante frisar que as diferenças presentes nos resultados de cada cidade certamente se devem às características físicas e operacionais intrínsecas a cada uma delas, bem como os procedimentos metodológicos de obtenção de cada resultado podem ter certa influência nos dados finais obtidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao avaliarmos os ganhos de velocidade proporcionados pela Faixa Azul no corredor viário das avenidas Fernandes Lima e Durval de Góes Monteiro, em Maceió, tivemos como resultado principal o aumento de 24% na velocidade média dos ônibus que circulam por este corredor, diminuindo em pouco mais de oito minutos o tempo de viagem para os seus usuários. Este ganho de velocidade dos ônibus foi superior a perda sofrida pelos demais veículos do tráfego geral que, por sua vez, tiveram um decréscimo da velocidade média em torno de 19%, aumentando em média nove minutos o tempo de viagem.

Apesar de parecer um ganho ínfimo, para os 209 mil passageiros beneficiados diariamente esta medida certamente representa um incremento considerável na qualidade de seu deslocamento, principalmente para os usuários das linhas que percorrem toda a extensão da Faixa Azul. É preciso também levar em consideração que se trata de um ganho médio, ou seja, há casos em que essa diminuição do tempo de viagem foi superior à média. Possivelmente, as viagens que tiveram resultados abaixo da média são aquelas em que percorrem apenas uma pequena parte da Faixa Azul.

Na comparação com outras cidades, Maceió se destaca por alcançar a maior velocidade média e maior percentual de aumento dentre as cidades brasileiras comparadas. Entretanto, os resultados obtidos para a capital alagoana correspondem a apenas uma faixa de ônibus de 11km de extensão. Em Fortaleza, por exemplo, o estudo feito por Souza e Menezes (2016) abrangeu diversas faixas de ônibus implantadas na cidade totalizando 96km de corredor prioritário. A avaliação feita em São Paulo pelo Instituto de Energia e Meio Ambiente (2017) também difere do caso de Maceió pela maior quantidade de faixas de ônibus e pela maior extensão delas (cerca de 300km). Tanto no caso de Fortaleza como para o caso de São Paulo o ganho de velocidade apresentado representa a média dos resultados nos diversos corredores existentes nestas cidades, fato este que oculta ganhos expressivos se considerarmos as faixas isoladamente.

Ocorre que a eficiência das faixas de ônibus varia de corredor para corredor até mesmo dentro da mesma cidade. É certo que muitos fatores interferem no desempenho de uma faixa exclusiva. Porém, o nível de saturação da via antes da implantação da faixa nos parece a variável que mais influencia a sua eficiência, pois

quanto mais saturada era a via, maior foi o ganho de velocidade ao ser implantada a medida de prioridade para os ônibus.

Pelo histórico das políticas de mobilidade urbana de Maceió, a Faixa Azul, apesar de ser uma medida simples e pontual, representa um grande avanço para o sistema de transporte por ônibus da cidade. Podemos considerar esta medida de prioridade a ação mais enérgica adotada para esse sistema na cidade que não só trouxe ganhos imediatos de tempo e velocidade, como também sinalizou pela primeira vez para os maceioenses que o transporte coletivo deve ter prioridade sobre o transporte individual.

Por fim, respondendo à pergunta principal desta pesquisa, consideramos que Faixa Azul trouxe melhorias significativas à operação do transporte coletivo por ônibus de Maceió. Porém, as faixas de ônibus limitam as melhorias até certo ponto dada as características inerentes desta forma de prioridade, não sendo diferente para o caso de Maceió. Mesmo com a implantação da Faixa Azul o sistema continua perdendo passageiros ano a ano. Por conta disto é primordial que as ações de melhoria do transporte coletivo não se limitem apenas à ganhos de velocidade e diminuição do tempo de viagem. Também é necessário garantir condições mínimas de conforto, segurança e confiabilidade para que o sistema de transporte coletivo por ônibus tenha condições de atrair cada vez mais passageiros.

Como recomendação para trabalhos futuros pode-se sugerir a avaliação dos ganhos de velocidade durante um dia típico inteiro, pois dessa maneira ampliaria o horizonte de análise dos benefícios proporcionados pela Faixa Azul. Também poderia ser alvo de estudos futuros uma avaliação semelhante à desta dissertação, porém da Faixa Azul do corredor viário das avenidas Comendador Leão e Dona Constança, pois como dito anteriormente a eficiência das faixas de ônibus varia de corredor para corredor até mesmo dentro da mesma cidade. E, finalmente, uma última recomendação para pesquisas futuras se refere a uma avaliação da influência da Faixa Azul nas diferentes linhas de ônibus que a utilizam, visto que o impacto da priorização difere entre as linhas de acordo com a proporção de seu itinerário no trecho prioritário.

REFERÊNCIAS

AHMED, Bashir. Exploring new bus priority methods at isolated vehicle actuated junctions. **Transportation Research Procedia**, v. 4, p. 391-406. 2014. DOI: 10.1016/j.trpro.2014.11.030.

ALAGOAS. **Pesquisa Origem e Destino da Região Metropolitana de Maceió. Produto: Caracterização e diagnóstico da área de estudos e resultados da pesquisa.** Secretaria de Estado da Infraestrutura, 2014. Disponível em: http://www.maceio.al.gov.br/wp-content/uploads/admin/pdf/2015/10/VLT-P9-A3-PLANO-DE-MOBILIDADE-26_09_2014.pdf. Acesso em: 23 ago. 2019.

_____. **Pesquisa Origem e Destino da Região Metropolitana de Maceió. Produto: Estudo de demanda e oferta – calibração e situação atual.** Secretaria de Estado da Infraestrutura, 2015.

_____. **Pesquisa Origem e Destino da Região Metropolitana de Maceió. Produto: Levantamento de dados e informações junto a fontes secundárias.** Secretaria de Estado da Infraestrutura, 2013. Disponível em: http://www.maceio.al.gov.br/wp-content/uploads/admin/pdf/2015/10/RT-VLT-00-2A0-001_0.pdf. Acesso em: 23 ago. 2019.

ALA-HARJA, Marjukka; HELGASON, Sigurdur. Em direção às melhores práticas de avaliação. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 51, n. 4, p. 5-59, out./dez. 2000. Disponível em: <https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/334>. Acessado em: 09 set. 2019.

ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório comparativo 2003-2014.** [São Paulo]: [s.n.], 2016. Disponível em: <http://antp.org.br/relatorios-antepiores-a-2014.html>. Acessado em: 09 jul. 2020.

_____. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral 2015.** [São Paulo]: [s.n.], 2018a. Disponível em: <http://antp.org.br/relatorios-antepiores-a-2014.html>. Acessado em: 09 jul. 2020.

_____. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral 2016.** [São Paulo]: [s.n.], 2018b. Disponível em: <http://antp.org.br/relatorios-antepiores-a-2014.html>. Acessado em: 09 jul. 2020.

_____. **Sistema de Informações da Mobilidade Urbana: Relatório Geral 2017.** [São Paulo]: [s.n.], 2020. Disponível em: <http://antp.org.br/relatorios-antepiores-a-2014.html>. Acessado em: 09 jul. 2020.

ARBEX, Renato Oliveira; CUNHA, Claudio Barbieri da. Avaliação das mudanças nas velocidades das linhas de ônibus da cidade de São Paulo após a implantação de faixas exclusivas através da análise de dados de GPS. **Revista Transportes**. v. 24, n. 4, 2016. p. 21-31.

BARCELÓ, Jaume. **Fundamentals of Traffic Simulation**. International Series in Operations Research & Management Science, Vol. 145. New York: Springer, 2010. 440 p.

BASSO, L. J.; SILVA, H. E. Efficiency and substitutability of transit subsidies and other urban transport policies. **American Economic Journal: Economic Policy**, vol. 6, n. 4. [S.l.], nov. 2014, p. 1-33. Disponível em: <https://www.aeaweb.org/articles/pdf/doi/10.1257/pol.6.4.1>. Data de acesso: 11 fev. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº. 12.587, de 03 de janeiro de 2012 – institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana**. Brasília – DF, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm. Acessado em: 12 jul. 2020.

BRASIL. **PlanMob: Construindo a cidade sustentável. Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade Urbana**. Ministério das Cidades. Brasília – DF, 2007.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. **Registro Nacional de Veículos Automotores**. Brasília: Ministério da Infraestrutura, 2020. Disponível em: <http://www.infraestrutura.gov.br/component/content/article/115-portal-denatran/8552-estat%C3%ADsticas-frota-de-ve%C3%ADculos-denatran.html>. Acessado em: 08 jul. 2020.

DETRAN/AL – Departamento Estadual de Trânsito de Alagoas. **Série histórica da frota de veículos em Alagoas por tipo do veículo e ano**. [Maceió], 2020. Disponível em: <http://indicadores.detran.al.gov.br/veiculos/>. Acessado em: 14 jul. 2020.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Estudos de Tráfego**. Rio de Janeiro: Ministério da Infraestrutura, 2006. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/manual_estudos_trafego.pdf. Acessado em: 03 nov. 2019.

FAGGIONI, A. C.; SORRATINI, J. A. Estudo da Confiabilidade do Transporte Coletivo Urbano de Uberlândia, MG por meio de Microssimulação. **Horizonte Científico**, v. 2, n. 2, p. 1-10. 2008.

FARIA, Geraldo Majela. **Proposta de Macrozoneamento para Maceió**. Texto produzido para o Conselho de Arquitetura e Urbanismo de Alagoas-CAU-AL. Maceió: [s.n.], 2016. Disponível em: https://www.cau.al.gov.br/wp-content/uploads/2016/04/PROPOSTA_MACROZONEAMENTO1.pdf. Acessado em: 06 mai. 2020.

FERRAZ, Antônio “Coca” Pinto; TORRES, Isaac Guilherme Espinosa. **Transporte Público Urbano**. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2004. 428p.

GARTNER, Nathan; MESSER, Carroll J.; RATHI, Ajay K. **Traffic Flow Theory: A State-of-the-art Report**. [S.l.]: [s.n.], 2001.

HOLLANDER, Yaron; LIU, Ronghui. The Principles of Calibrating Traffic Microsimulation Models. **Transportation**, v. 35, p. 347–362. 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil em Síntese: população total de 1980 a 2010**. Brasília: IBGE, 2020a. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/populacao/populacao-total-1980-2010.html>. Data de acesso em: 08 jul. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. Brasília: IBGE, 2020b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>. Data de acesso em: 08 jul. 2020.

IEMA – Instituto de Energia e Meio Ambiente. **Estudo sobre Faixas Exclusivas - São Paulo/SP**. São Paulo: [s.n.], 2017. Disponível em: <http://www.energiaeambiente.org.br/faixas>. Acesso em: 30 mar. 2019.

JAPIASSÚ, Luana Andressa Teixeira. **Expansão Urbana de Maceió, Alagoas: Caracterização do processo de crescimento territorial urbano em face do Plano de Desenvolvimento – de 1980 a 2000**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Maceió, 2015.

LACERDA, Victor M. **Estimação da Velocidade Média em Vias Urbanas com Uso do Microssimulador Vissim**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Fortaleza, 2016.

LEWIS Mumford on the City, Part 2: The City: Cars or People? Direção e produção: Ian MacNeill. [S.l.]: National Film Board of Canada, 1963. 1 vídeo (28min). Disponível em: https://www.onf.ca/film/lewis_mumford_on_the_city_part_2/. Acesso em: 27 ago. 2019. Baseado no livro “The City in History”, de Lewis Mumford.

MAIA, F. V. B. **Calibração e Validação de Modelos de Meso e Microssimulação do Tráfego para a Avaliação de Intervenções Tático - Operacionais na Malha Viária Urbana**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Programa de Mestrado em Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

MAY, Adolf Darlington. **Traffic Flow Fundamentals**. New Jersey: Prentice Hall, 1990. 464 p.

MOTA, Caio L. S. C.; FALCÃO, Felipe D.; QUEIROZ, Lucas C.; CIZOTTO, Mayara; MOLENTO, Priscilla B. L.; PAMBOUKIAN, Sergio V. D. Análise dos impactos causados pela implantação de faixas exclusivas de ônibus em grandes centros urbanos. **Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**. São Paulo, v. 19, n. 1, 2019, p. 63-82.

NILSON, Eric. História do Tabuleiro do João Martins de Oliveira. In: **História de Alagoas**. [Maceió]: [s.n.], 2017. Disponível em: <https://www.historiadealagoas.com.br/historia-do-tabuleiro-do-joao-martins-de-oliveira.html>. Data de acesso: 30 jan. 2020.

OLIVEIRA, Rafael Martins de. **Impactos da Adoção de Faixas Exclusivas de Ônibus: uma análise do caso de São Paulo**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Economia e Negócios, Mestrado Acadêmico em Economia e Desenvolvimento, São Paulo, 2018.

OLIVEIRA, Bleine. Táxis e vans poderão trafegar pela faixa azul. **Gazeta de Alagoas**, Maceió, ano LXXIX, 08 mar. 2014. Cidades, p. A14.

PAPAGEORGIU, G.; DAMIANOU, P.; PITSILLIDES, A.; APHAMIS, T.; CHARALAMBOUS, D.; IOANNOU, P. Modelling and Simulation of Transportation Systems: a Scenario Planning Approach. **Automatika**, v. 50, p. 39-50. 2009.

PARADEDA, Diego Benites. **Implantação de Faixas Exclusivas para Ônibus: Efeito da Troca Modal no Tráfego**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Automação e Sistemas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Automação e Sistemas, Florianópolis, 2015.

PERON, Luciano. **Contribuição Metodológica para Aplicação de Prioridade Semafórica Condicional em Corredores de ônibus**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Transportes, São Paulo, 2015.

PMM – Prefeitura Municipal de Maceió. **Editais de Concorrência Nacional CEL-SMG nº 01/2015. Concessão do serviço de transporte público coletivo de passageiros de Maceió – Anexo 01 – Projeto Básico**. Maceió: [s.n], 2015. Disponível em: <http://www.maceio.al.gov.br/smtt/documento-edital-de-licitacao-do-transporte-publico-de-maceio/>. Acesso em: 03 ago. 2019.

RODRIGUES, Marcos. Faixa para ônibus gera expectativa. **Gazeta de Alagoas**, Maceió, ano LXXIX, n. 3161, 19 jan. 2014. Cidades, p. D1.

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira**. 5. ed., 3. reimpr. São Paulo: EdUSP, 2013.

SÃO PAULO (cidade). Companhia de Engenharia de Tráfego. **Dá Licença para o Ônibus**. São Paulo, 2016. Sítio Digital. Disponível em: <http://www.capital.sp.gov.br/cidadao/transportes/transporte-publico/da-licenca-para-onibus>. Acessado em: 12 jul. 2020.

SEDU – Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República; NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. **Prioridade para o Transporte Coletivo Urbano – Relatório Técnico**. Brasília: [s.n], 2002. Disponível em: <http://www.fetranspordocs.com.br/downloads/09PrioridadeTransporteColetivoUrbano.pdf>. Acesso em: 13 set. 2019.

SILVA, Gildo. Após dois meses Faixa Azul ainda divide opiniões. **Gazeta de Alagoas**, Maceió, ano LXXIX, 18 mai. 2014. Cidades, p. D4.

SIMÕES, M. L. O. **Definição de uma Estratégia Optimizada de Controle de Tráfego em Cruzamentos Usando Simulação Estocástica**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências de Engenharia) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2005.

SOUSA, Vanessa Vieira de. **Uso da simulação microscópica para avaliação do tempo de viagem de sistemas de transporte público por ônibus em corredores de tráfego misto**. 2016. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Fortaleza, 2016.

SOUZA, Dante Diego de Moraes Rosado; MENEZES, Ezequiel Dantas de Araújo Girão de. **Programa de implantação de faixas exclusivas de ônibus em Fortaleza: implantação e avaliação do projeto**. Secretaria Municipal de Conservação e Serviços Públicos de Fortaleza. Fortaleza: [s.n], 2016.

SOUZA, Jessé. **A Elite do Atraso: da escravidão à Lava-Jato**. Rio de Janeiro: Leya, 2017.

THOENIG, Jean-Claude. A avaliação como conhecimento utilizável para reformas de gestão pública. **Revista do Serviço Público**, Brasília, v. 51, n. 2, p. 54-70, abr./jun. 2000. Disponível em: <https://revista.enap.gov.br/index.php/RSP/article/view/325>. Acesso em: 13 set. 2019.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. **Highway Capacity Manual**. Washington: National Research Council, 2000.

VASCONCELLOS, Eduardo A. **Mobilidade Urbana e Cidadania**. 1 ed. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2012.

_____. **Políticas de Transporte no Brasil: a construção da mobilidade excludente**. 1 ed. Barueri: Manole, 2013.

_____. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas**. 4 ed. São Paulo: Annablume, 2000.

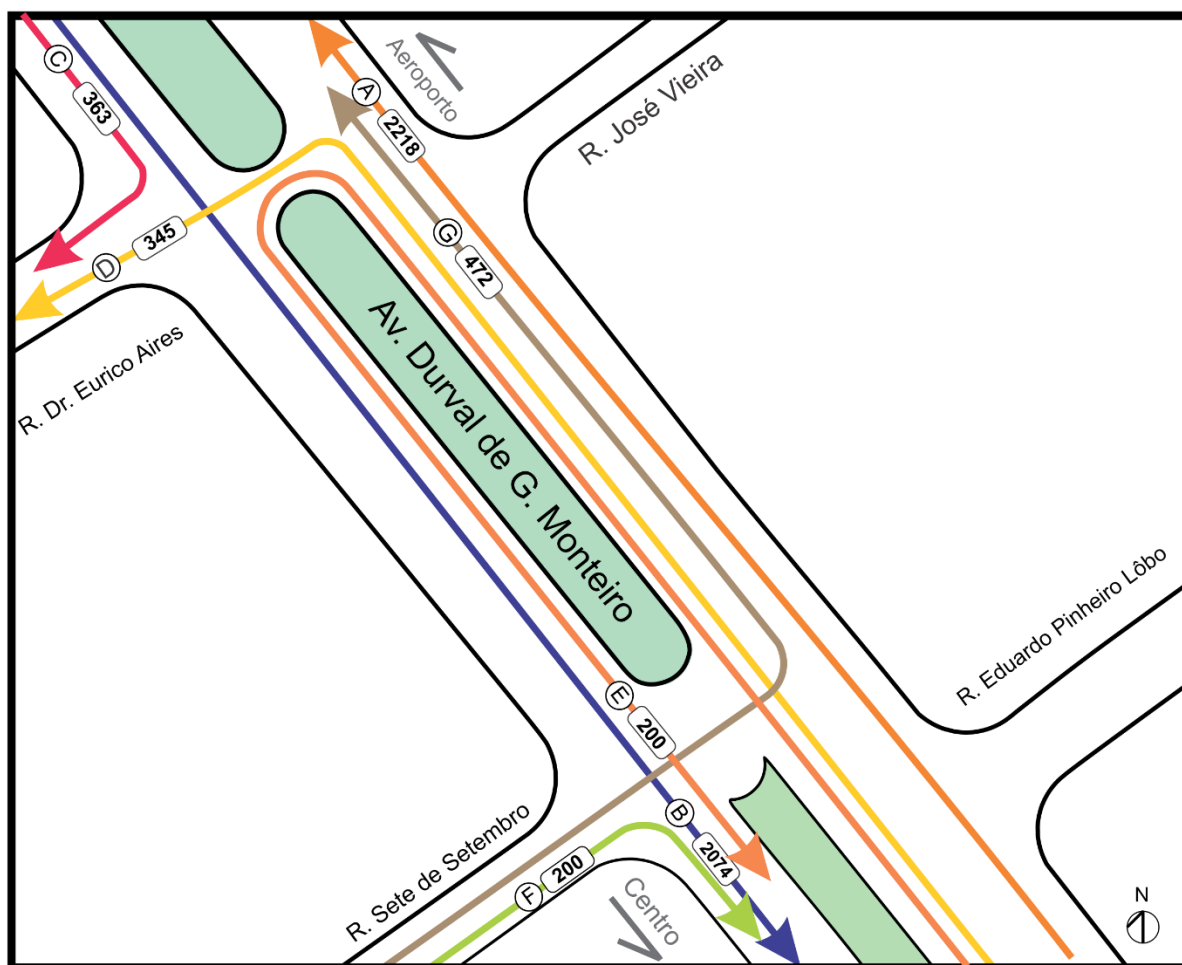
VILARINHO, C. A. T. **Calibração de Modelos Microscópicos de Simulação de Tráfego em Redes Urbanas**. 2008. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

VUCHIC, Vukan R. **Urban Transit Systems and Technology**. New Jersey: John Wiley and Sons, 2007.

WRIGHT, Lloyd; HOOK, Walter. **Manual de BRT – Guia de Planejamento**. Tradução de Arthur Szász. Brasília: ITDP; Ministério das Cidades, 2008. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/ManualBRT.pdf>. Acesso em: 13 set. 2019.

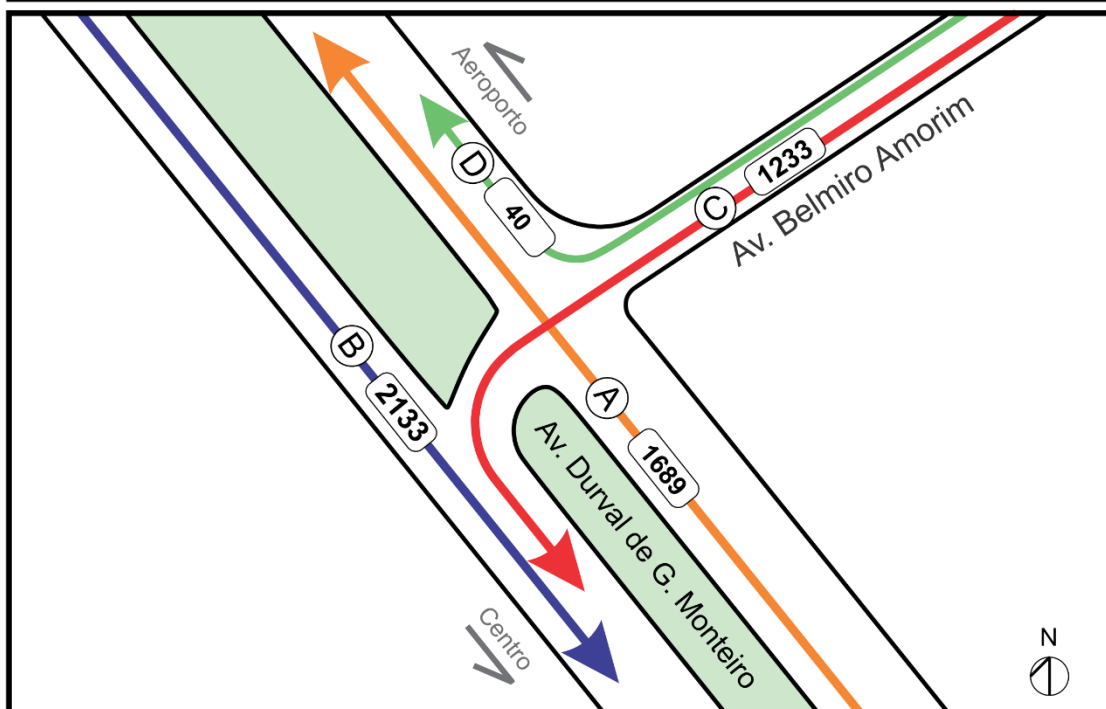
APÊNDICE A – FICHAS DA CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICADA

FICHA DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICADA					
Posto	Tempo	Dia da Semana	Data	Esquema de Interseção	
1	<input checked="" type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Dom <input type="checkbox"/> Seg <input type="checkbox"/> Ter <input type="checkbox"/> Qua	<input type="checkbox"/> Qui <input checked="" type="checkbox"/> Sex <input type="checkbox"/> Sáb	22/11/2019 6:45 - 7:45	Av. Durval de Góes Monteiro x R. Sete de Setembro (Bomba do Gonzaga)



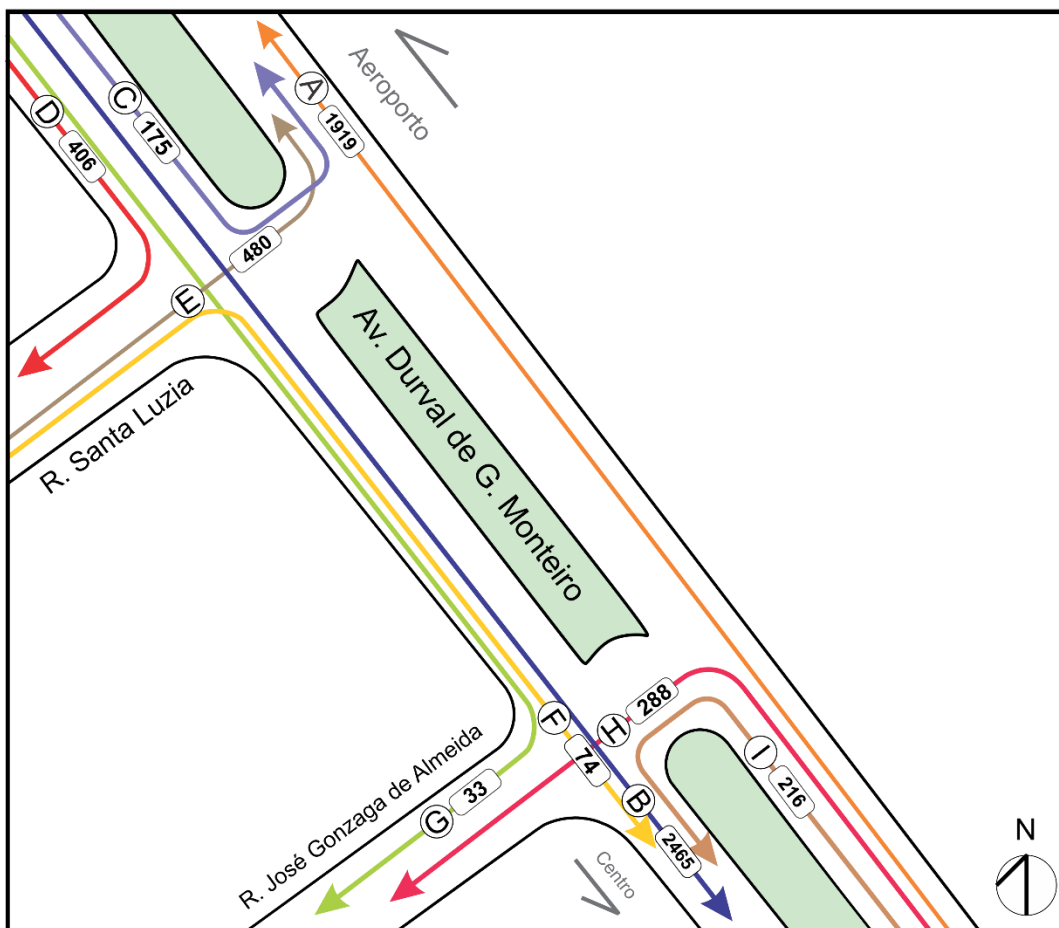
Modal	Fluxo A	Fluxo B	Fluxo C	Fluxo D	Fluxo E	Fluxo F	Fluxo G	Total por Modal
Carros	1327	1309	145	309	109	91	218	3508
Ônibus	55	55	18	00	00	00	00	128
Micro ônibus/van	127	55	18	00	00	00	00	200
Caminhão	55	55	0	36	00	00	18	164
Motos	545	564	109	00	91	109	236	1654
Bicicletas	109	36	73	00	00	00	00	218
Total por Fluxo	2218	2074	363	345	200	200	472	5872
								Total do Posto

FICHA DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICADA					
Posto	Tempo	Dia da Semana		Data / Horário	Esquema de Interseção
2	<input checked="" type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Dom <input type="checkbox"/> Seg <input type="checkbox"/> Ter <input type="checkbox"/> Qua	<input type="checkbox"/> Qui <input checked="" type="checkbox"/> Sex <input type="checkbox"/> Sáb	22/11/2019 6:45 - 7:45	Av. Durval de Góes Monteiro x Av. Belmiro Amorim (saída Sta. Lúcia)



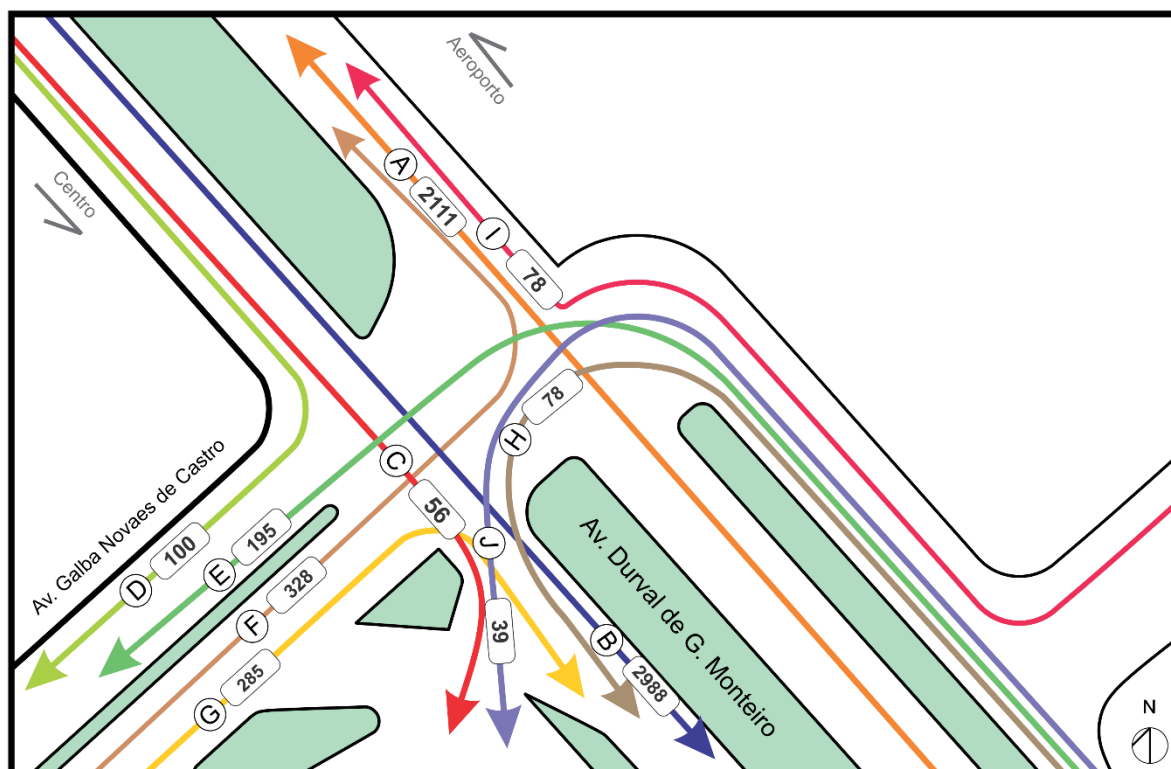
Modal	Fluxo A	Fluxo B	Fluxo C	Fluxo D	Total por Modal
Carros	1098	1165	675	23	2961
Ônibus	84	56	23	00	163
Micro ônibus/van	45	45	00	00	90
Caminhão	68	96	00	00	164
Motos	349	703	473	11	1536
Bicicletas	45	68	62	06	181
Total por Fluxo	1689	2133	1233	40	5095
					Total do Posto

FICHA DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICADA					
Posto	Tempo	Dia da Semana		Data / Horário	Esquema de Interseção
3	<input checked="" type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Dom <input type="checkbox"/> Seg <input type="checkbox"/> Ter <input type="checkbox"/> Qua	<input type="checkbox"/> Qui <input checked="" type="checkbox"/> Sex <input type="checkbox"/> Sáb	22/11/2019 6:45 - 7:45	Av. Durval de Góes Monteiro x Rua Santa Luzia x Rua José G. de Almeida (Correios Tabuleiro)



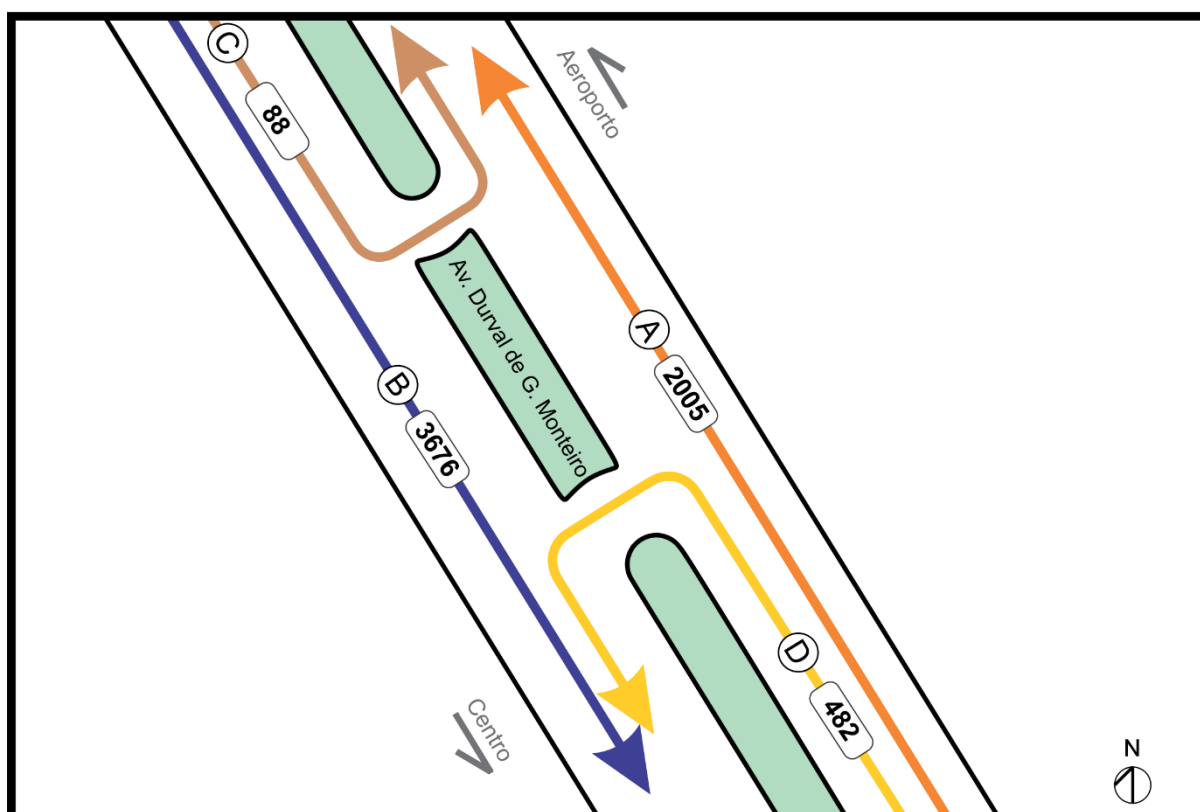
Modal	Fluxo A	Fluxo B	Fluxo C	Fluxo D	Fluxo E	Fluxo F	Fluxo G	Fluxo H	Fluxo I	Total por Modal
Carros	1218	1209	120	240	240	28	20	135	144	3354
Ônibus	18	102	00	00	00	00	00	09	09	138
Micro ônibus/van	37	28	09	00	09	00	00	00	00	83
Caminhão	46	46	00	09	37	00	00	09	00	147
Motos	572	1015	46	157	120	46	13	126	63	2157
Bicicletas	28	65	00	00	74	00	00	09	00	176
Total por Fluxo	1919	2465	175	406	480	74	33	288	216	6056
										Total do Posto

FICHA DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICADA					
Posto	Tempo	Dia da Semana	Data	Esquema de Interseção	
4	<input checked="" type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Dom <input type="checkbox"/> Seg <input type="checkbox"/> Ter <input type="checkbox"/> Qua	<input type="checkbox"/> Qui <input checked="" type="checkbox"/> Sex <input type="checkbox"/> Sáb	22/11/2019 6:45 - 7:45	Av. Durval de Góes Monteiro x Makro Atacadista



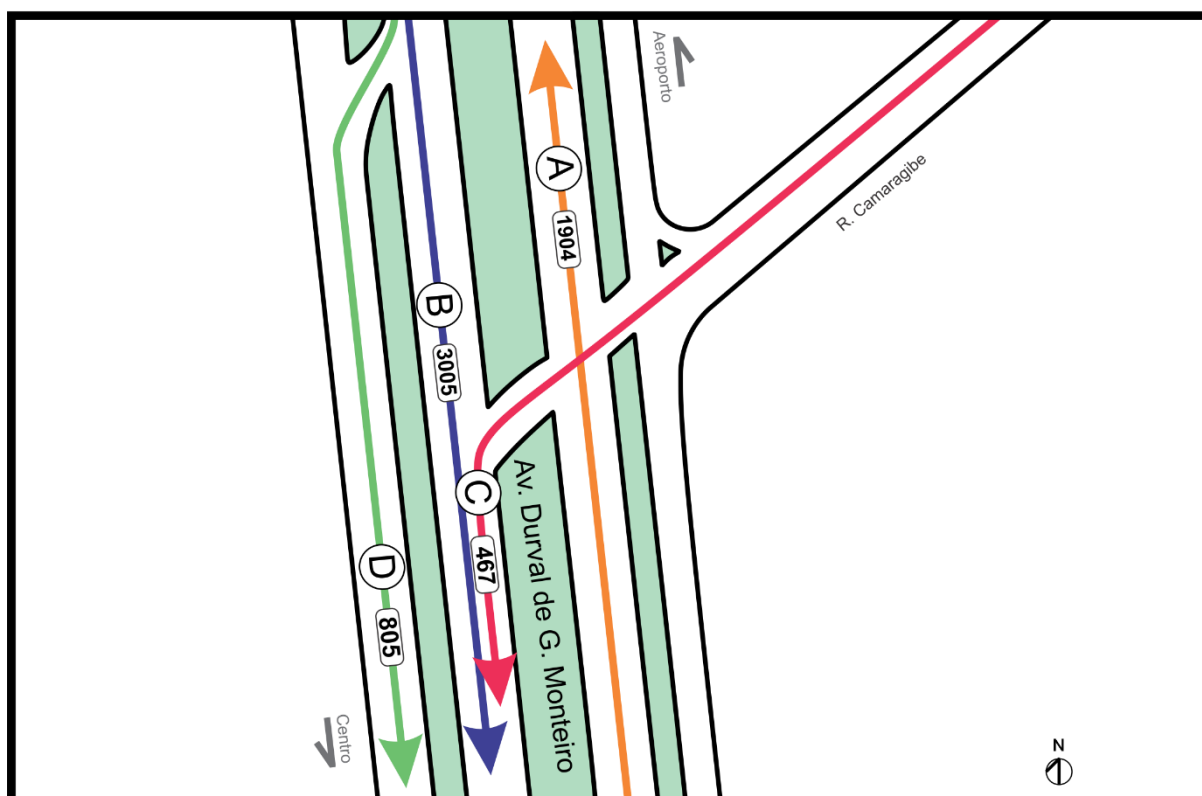
Modal	Fluxo A	Fluxo B	Fluxo C	Fluxo D	Fluxo E	Fluxo F	Fluxo G	Fluxo H	Fluxo I	Fluxo J	Total por Modal
Carros	1494	1522	33	83	133	228	206	72	50	22	3843
Ônibus	83	100	00	00	06	00	17	00	00	00	206
Micro ônibus/van	72	39	00	00	00	00	06	00	00	00	117
Caminhão	33	50	06	06	00	06	06	00	11	00	118
Motos	428	1233	17	11	50	94	50	06	17	17	1923
Bicicletas	00	44	00	00	06	00	00	00	00	00	50
Total por Fluxo	2111	2988	56	100	195	328	285	78	78	39	6258
											Total do Posto

Posto	Tempo	Dia da Semana	Data	Esquema de Interseção	
5	<input checked="" type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Dom <input checked="" type="checkbox"/> Seg <input type="checkbox"/> Ter <input type="checkbox"/> Qua	<input type="checkbox"/> Qui <input type="checkbox"/> Sex <input type="checkbox"/> Sáb	25/11/2019 6:45 - 7:45	Av. Durval de Góes Monteiro x Retorno FUNASA



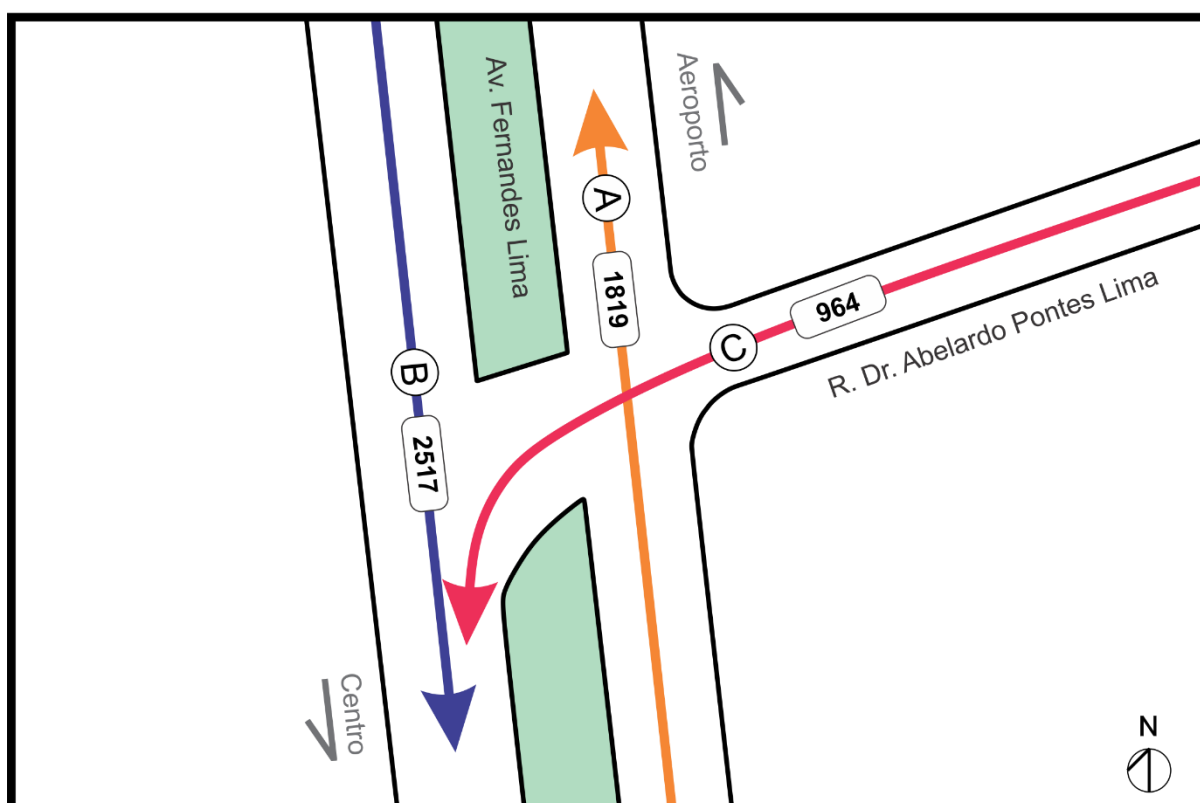
Modal	Fluxo A	Fluxo B	Fluxo C	Fluxo D	Total por Modal
Carros	1444	1928	76	401	3849
Ônibus	75	58	00	00	133
Micro ônibus/van	65	52	00	00	117
Caminhão	25	52	12	00	89
Motos	396	1586	00	81	2063
Bicicletas	00	00	00	00	00
Total por Fluxo	2005	3676	88	482	6251
					Total do Posto

Posto	Tempo	Dia da Semana		Data	Esquema de Interseção
6	<input checked="" type="checkbox"/> Sol	<input type="checkbox"/> Dom	<input type="checkbox"/> Qui	26/11/2019 6:45 - 7:45	Av. Durval de Góes Monteiro x R. Camaragibe (FACIMA)
	<input type="checkbox"/> Chuva	<input type="checkbox"/> Seg	<input type="checkbox"/> Sex		
	<input type="checkbox"/> Nublado	<input checked="" type="checkbox"/> Ter	<input type="checkbox"/> Sáb		
		<input type="checkbox"/> Qua			



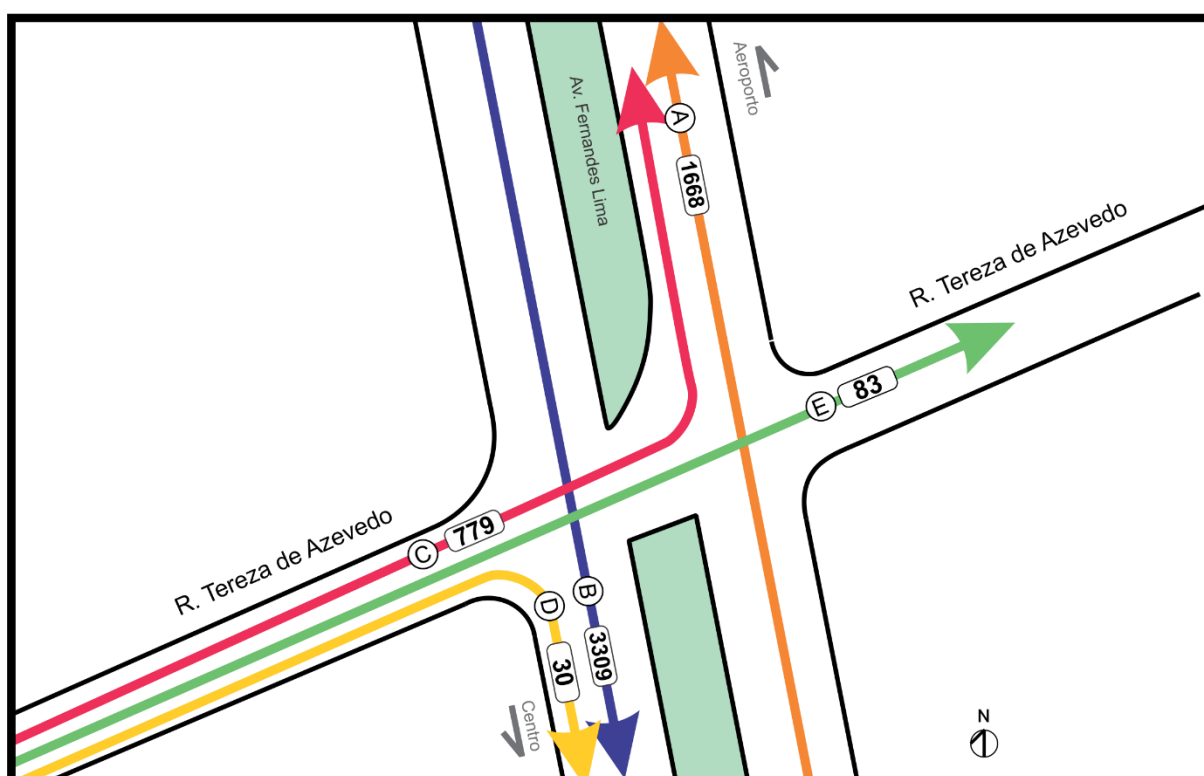
Modal	Fluxo A	Fluxo B	Fluxo C	Fluxo D	Total por Modal
Carros	1385	2053	196	497	4131
Ônibus	78	93	19	00	190
Micro ônibus/van	59	56	00	00	115
Caminhão	17	103	09	09	138
Motos	363	672	243	271	1549
Bicicletas	02	28	00	28	58
Total por Fluxo	1904	3005	467	805	6181
					Total do Posto

Posto	Tempo	Dia da Semana	Data	Esquema de Interseção	
7	<input checked="" type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Dom <input type="checkbox"/> Seg <input type="checkbox"/> Ter <input checked="" type="checkbox"/> Qua	<input type="checkbox"/> Qui <input type="checkbox"/> Sex <input type="checkbox"/> Sáb	27/11/2019 6:45 - 7:45	Av. Fernandes Lima x R. Abelardo G. de Lima (Saída Gruta de Lourdes)



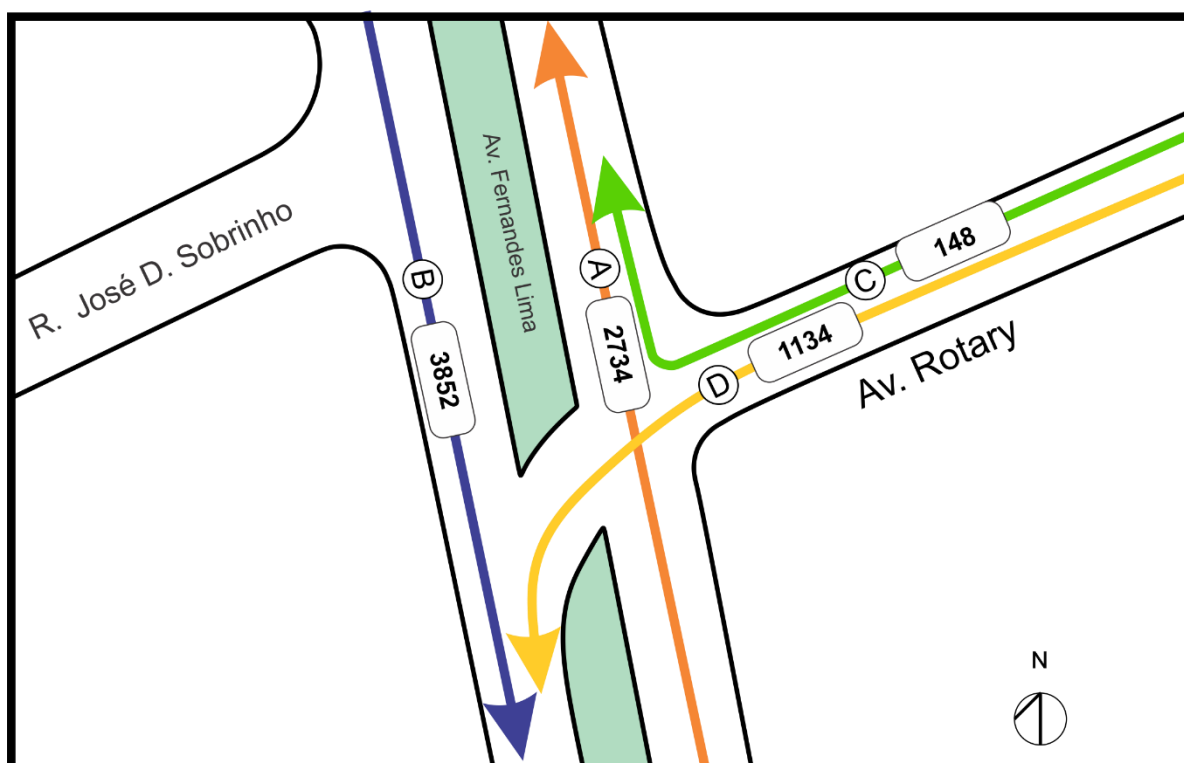
Modal	Fluxo A	Fluxo B	Fluxo C	Total por Modal
Carros	1284	1534	669	3487
Ônibus	65	157	20	242
Micro ônibus/van	53	20	00	73
Caminhão	21	39	39	99
Motos	391	708	236	1335
Bicicletas	05	59	00	64
Total por Fluxo	1819	2517	964	5300
				Total do Posto

Posto	Tempo	Dia da Semana	Data	Esquema de Interseção
8	<input checked="" type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Dom <input type="checkbox"/> Seg <input type="checkbox"/> Ter <input type="checkbox"/> Qua <input checked="" type="checkbox"/> Qui <input type="checkbox"/> Sex <input type="checkbox"/> Sáb	28/11/2019 6:45 - 7:45	Av. Fernandes Lima x R. Tereza de Azevedo (Casa Vieira)



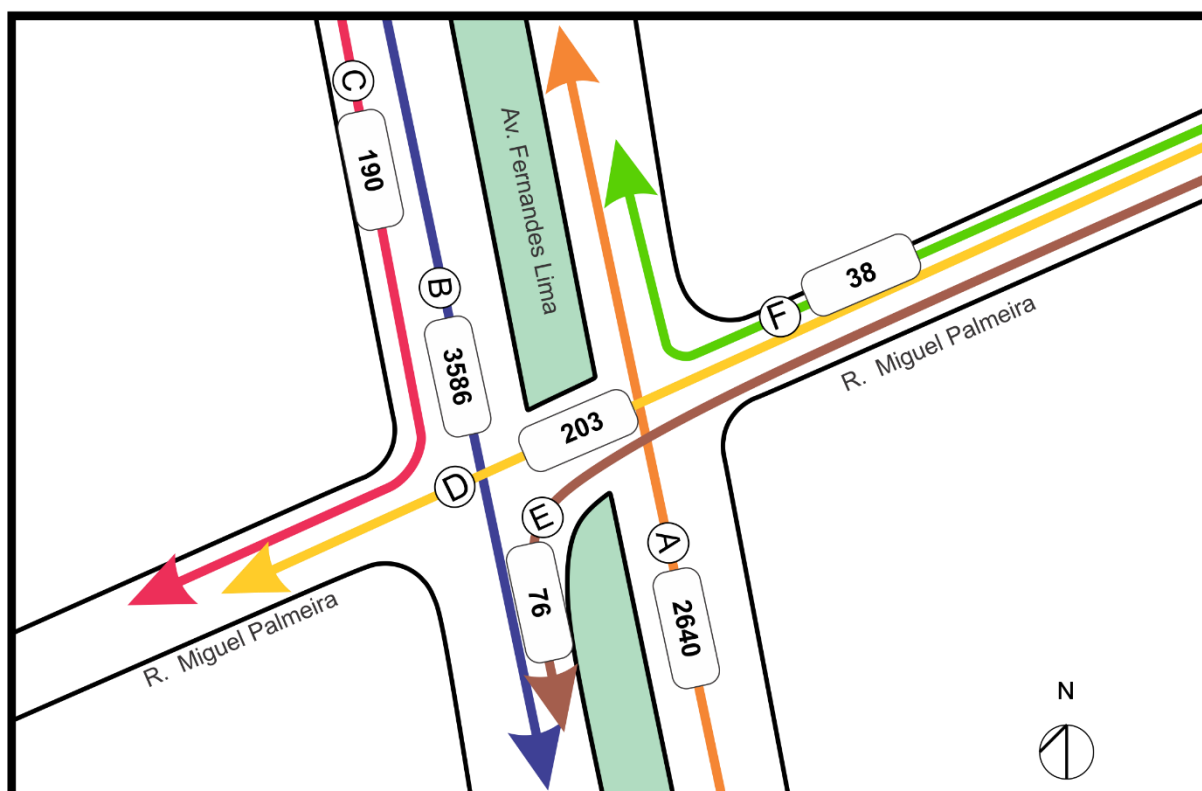
Modal	Fluxo A	Fluxo B	Fluxo C	Fluxo D	Fluxo E	Total por Modal
Carros	1198	1707	567	30	63	3565
Ônibus	55	134	21	00	01	211
Micro ônibus/van	42	52	21	00	00	115
Caminhão	16	07	00	00	00	23
Motos	354	1327	170	00	19	1870
Bicicletas	03	82	00	00	00	85
Total por Fluxo	1668	3309	779	30	83	5869
						Total do Posto

Posto	Tempo	Dia da Semana	Data	Esquema de Interseção	
9	<input checked="" type="checkbox"/> Sol	<input type="checkbox"/> Dom	<input checked="" type="checkbox"/> Qui	28/11/2019 6:45 - 7:45	Av. Fernandes Lima x Av. Rotary
	<input type="checkbox"/> Chuva	<input type="checkbox"/> Seg	<input type="checkbox"/> Sex		
	<input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Ter	<input type="checkbox"/> Sáb		
		<input type="checkbox"/> Qua			



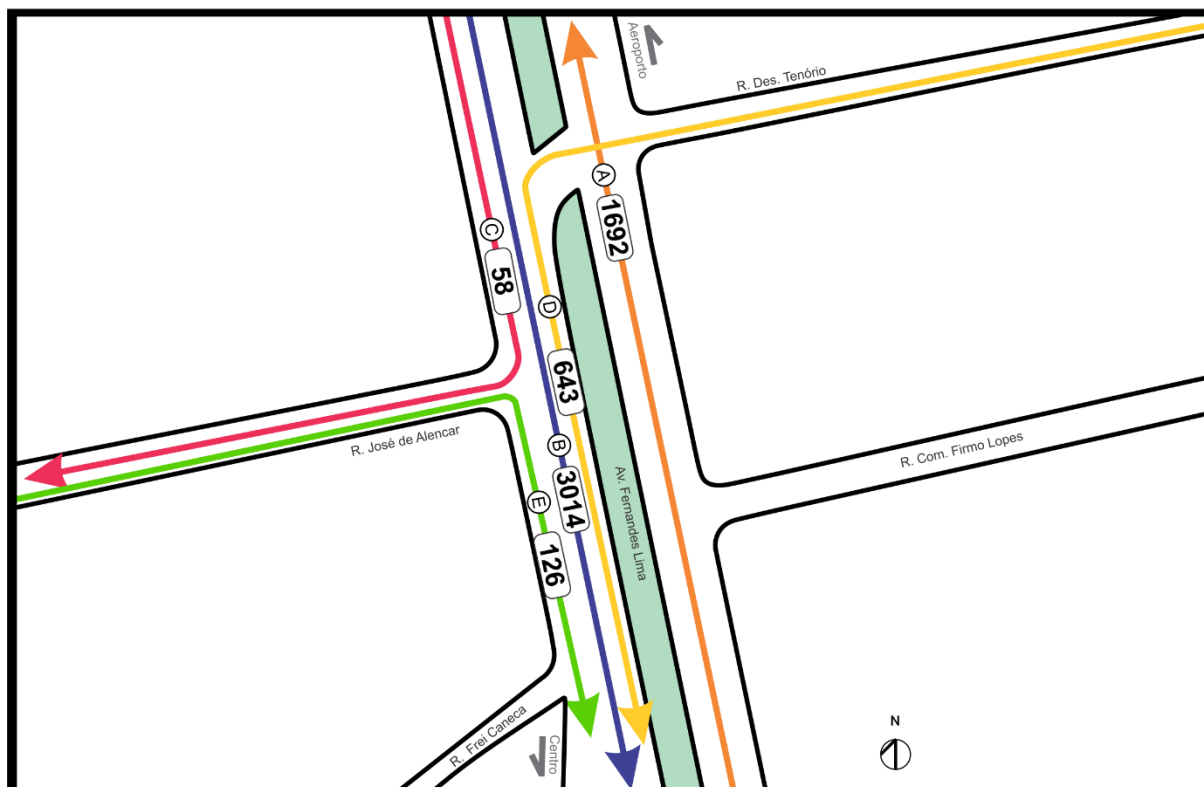
Modal	Fluxo A	Fluxo B	Fluxo C	Fluxo D	Total por Modal
Carros	1993	1926	141	793	4853
Ônibus	141	104	07	07	259
Micro ônibus/van	67	52	00	15	134
Caminhão	22	44	00	15	81
Motos	504	1696	00	274	2474
Bicicletas	07	30	00	30	67
Total por Fluxo	2734	3852	148	1134	7868
					Total do Posto

Posto	Tempo	Dia da Semana	Data	Esquema de Interseção	
10	<input checked="" type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Dom <input type="checkbox"/> Seg <input type="checkbox"/> Ter <input type="checkbox"/> Qua	<input type="checkbox"/> Qui <input checked="" type="checkbox"/> Sex <input type="checkbox"/> Sáb	29/11/2019 6:45 - 7:45	Av. Durval de Góes Monteiro x R. Miguel Palmeira (CEPA)



Modal	Fluxo A	Fluxo B	Fluxo C	Fluxo D	Fluxo E	Fluxo F	Total por Modal
Carros	1743	2097	76	152	76	38	4182
Ônibus	177	227	00	00	00	00	404
Micro ônibus/van	76	88	00	00	00	00	164
Caminhão	38	63	00	00	00	00	105
Motos	543	1048	114	51	00	00	1756
Bicicletas	63	63	00	00	00	00	126
Total por Fluxo	2640	3586	190	203	76	38	6733
							Total do Posto

Posto	Tempo	Dia da Semana	Data	Esquema de Interseção	
11	<input checked="" type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Chuva <input type="checkbox"/> Nublado	<input type="checkbox"/> Dom <input type="checkbox"/> Seg <input type="checkbox"/> Ter <input type="checkbox"/> Qua	<input type="checkbox"/> Qui <input checked="" type="checkbox"/> Sex <input type="checkbox"/> Sáb	29/11/2019 6:45 - 7:45	Av. Durval de Góes Monteiro X R. Des. Tenório (Casa da Indústria)



Modal	Fluxo A	Fluxo B	Fluxo C	Fluxo D	Fluxo E	Total por Modal
Carros	1128	2052	19	574	126	3899
Ônibus	78	126	10	10	00	224
Micro ônibus/van	49	29	00	10	00	88
Caminhão	19	29	00	00	00	48
Motos	418	739	19	49	00	1225
Bicicletas	00	39	10	00	00	49
Total por Fluxo	1692	3014	58	643	126	5533
						Total do Posto