CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI
RAUL FERNANDO RAMOS

CORREDORES EXCLUSIVOS DE ÔNIBUS: contribuição à sustentabilidade urbana

São Bernardo do Campo
2019

RAUL FERNANDO RAMOS

CORREDORES EXCLUSIVOS DE ÔNIBUS: contribuição à sustentabilidade urbana

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Centro Universitário FEI
para obtenção do título de Mestre em
Engenharia Mecânica, Área de
Concentração: Produção. Orientado pelo
Prof. Dr. Wilson de Castro Hilsdorf.

São Bernardo do Campo
2019

Ramos, Raul Fernando.
Corredores Exclusivos de Ônibus: Contribuição à Sustentabilidade Urbana / Raul Fernando Ramos. São Bernardo do Campo, 2019.
49 f. : il.

Dissertação - Centro Universitário FEI.
Orientador: Prof. Dr. Wilson de Castro Hilsdorf.

1. Mobilidade Urbana. 2. Sustentabilidade Urbana. 3. Canaleta Exclusiva de Ônibus. I. Hilsdorf, Wilson de Castro, orient. II. Título.

Elaborada pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da FEI com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

centro universitário FEI

APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO
ATA DA BANCA EXAMINADORA

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Mecânica

Mestrado

PGM-10

Aluno: Raul Fernando Ramos **Matrícula:** 216319-4

Título do Trabalho: Corredores exclusivos de ônibus: contribuição à sustentabilidade urbana.

Área de Concentração: Produção

Orientador: Prof. Dr. Wilson de Castro Hilsdorf

Data da realização da defesa: 01/03/2019

ORIGINAL ASSINADA

Avaliação da Banca Examinadora:

São Bernardo do Campo, / / .

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA	
Prof. Dr. Wilson de Castro Hilsdorf	Ass.: _____
Prof. Dr. Kurt André Pereira Amann	Ass.: _____
Prof. Dr. Alexandre de Oliveira e Aguiar	Ass.: _____

A Banca Julgadora acima-assinada atribuiu ao aluno o seguinte resultado:

APROVADO ☒ REPROVADO ☐

VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO

APROVO A VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO EM QUE FORAM INCLUÍDAS AS RECOMENDAÇÕES DA BANCA EXAMINADORA

_____

Aprovação do Coordenador do Programa de Pós-graduação

_____

Prof. Dr. Rodrigo Magnabosco

Dedico este trabalho a meus pais, Célia Aspinwall Ramos e João Alfredo Ramos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Wilson de Castro Hilsdorf, por acreditar em meu trabalho, pelo apoio e pelas orientações.

Agradeço aos professores Dr Kurt André Pereira Amann e Dr. Alexandre Augusto Massote, participantes de minha banca de qualificação, pelo apoio e pelas orientações.

Agradeço ao colega Me. Renato Oliveira Arbex, pelo apoio na obtenção de dados operacionais das linhas de ônibus na região, essenciais ao desenvolvimento do trabalho.

Agradeço a minha filha, Ana Carolina, pelo significativo apoio nos levantamentos de dados de campo.

Agradeço a meu sobrinho, João Alfredo – Neno, parceiro de trabalho, pela dedicação nos processamentos de simulação.

Agradeço ao Centro Universitário FEI, por toda infraestrutura e disponibilidade de recursos essenciais ao desenvolvimento do trabalho.

“Se escrevi esta carta tão longa, foi porque não tive tempo para fazê-la mais curta.” Atribuída à Blaise Pascal, em CONSCIENCIOPÉDIA (2019)

RESUMO

A movimentação de pessoas em áreas urbanas consome recursos individuais e coletivos, cujos portes de consumo variam conforme seja a forma de realização desse movimento. Incorporando os aspectos de sustentabilidade e de mobilidade urbana, o trabalho utiliza procedimentos de simulação de sistema viário para efetuar a comparação de duas situações usuais de utlização do sistema viário por parte dos veículos ônibus: Trafego Partilhado e Canaleta Exclusiva. A partir dos resultados das simulações, basicamente os resultados de velocidade de percurso por classe de veículo, para as variadas combinações de cenários de porte de demanda e divisão modal, foram calculados indicadores referentes aos aspectos social, econômico e ambiental. O trabalho atingiu o seu objetivo, com a verificação do potencial de contribuição da operação de ônibus em Canaleta Exclusiva à Sustentabilidade Urbana, comparativamente à alternativa em Tráfego Partilhado, pela redução no tempo de percurso do total de passageiros, apresentando, ainda, significativos resultados no aspecto de maior justiça social, pela redução das diferenças de tempos ocupados em percurso por passageiros de ônibus e de automóveis. Adicionalmente, se verificou que o aumento da participação do atendimento por ônibus tem um efeito significativo de melhoria em todos os aspectos avaliados, e que a adoção da Canaleta Exclusiva pode ter um efeito incentivador nessa promissora alteração de divisão modal.

Palavras-chave: Mobilidade Urbana. Sustentabilidade Urbana. Canaleta Exclusiva de Ônibus.

ABSTRACT

The movement of people in urban areas consumes individual and collective resources, whose consumption rates vary according to the form of realization of this movement. Incorporating the aspects of sustainability and urban mobility, this work uses procedures of simulation of road system to make the comparison of two usual situations of use of the road urban system by the bus vehicles: Mixed Traffic and Dedicated Bus Lane. Based on the results of the simulations, basically the results of vehicle speed by vehicle class, for the various combinations of scenarios of demand and modal split, are calculated the indicators referring to the social, economic and environmental aspects. The work achieved its objective, with the verification of the potential contribution of the bus operation in Dedicated Bus Lane to Urban Sustainability, compared to the alternative in Shared Traffic, for the reduction in the total travel time of the passengers, also presenting significant results in the aspect of greater social justice, by reducing the differences of times occupied by bus and car passengers. In addition, it was verified that the increase of bus service participation has a significant effect of improvement in all evaluated aspects, and that the adoption of the Dedicated Bus Lane can have an incentive effect in this promising change of modal split.

Keywords: Urban Mobility. Urban Sustainability. Dedicated Bus Lane.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Base da sustentabilidade..... 12
Figura 2 – Base ampliada da sustentabilidade..... 12
Quadro 1 – Efeitos nocivos locais dos principais poluentes veiculares locais..... 13
Figura 3 – Índice de mobilidade em função da renda..... 15
Figura 4 – Divisão modal em função da renda..... 15
Figura 5 – Velocidades médias em São Paulo..... 16
Figura 6 – Emissões de CO^2..... 22
Figura 7 – Variáveis consideradas para segmentos de vias urbanas..... 23
Figura 8 – Tempo médio por modo de transporte..... 25
Figura 9 – Modelo de pesquisa - Referencial teórico e variáveis de pesquisa.... 27
Figura 10 – Aplicação do modelo de pesquisa..... 29
Figura 11 – Área de levantamentos..... 30
Figura 12 – Estruturas operacionais comparáveis..... 31
Figura 13 – Tela do Synchro, com.informações de nós e links..... 33
Figura 14 – Rede de simulação do tráfego geral - Synchro..... 34
Quadro 2 – Características dos segmentos viários da Maracatins..... 35
Figura 15 – Distribuição de erros na estimativa de TA – Maracatins..... 38
Quadro 3 – Características dos segmentos viários da Ibirapuera..... 39
Figura 16 – Distribuição de erros na estimativa de TA – Ibirapuera..... 41
Figura 17 – Referência dos movimentos veiculares..... 80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características adicionais dos segmentos viários da Maracatins.....36
Tabela 2 – Verificação da normalidade dos erros - Maracatins..... 37
Tabela 3 – Participação no tempo adicional – TA (Maracatins)..... 38
Tabela 4 – Características adicionais dos segmentos viários da Ibirapuera..... 39
Tabela 5 – Verificação da normalidade dos erros – Ibirapuera..... 40
Tabela 6 – Participação no tempo adicional – TA (Ibirapuera)..... 41
Tabela 7 – Emissões equivalentes a CO..... 44
Tabela 8 – Velocidade em função da demanda..... 46
Tabela 9 – Tempo total dos passageiros..... 47
Tabela 10 – Relação entre tempos de passageiros de ônibus e de autos..... 48
Tabela 11 – Ocupação viária..... 49
Tabela 12 – Consumo de combustível..... 50
Tabela 13 – Emissões globais – CO^2..... 51
Tabela 14 – Emissões locais – Equivalentes CO..... 52
Tabela 15 – Efeito canaleta na velocidade média geral..... 53
Tabela 16 – Efeito canaleta no tempo total de percurso..... 53
Tabela 17 – Efeito canaleta na ocupação do espaço viário..... 54
Tabela 18 – Efeito canaleta no consumo de combustível..... 54
Tabela 19 – Efeito canaleta na emissão de CO^2..... 55
Tabela 20 – Efeito canaleta na emissão de poluentes locais..... 55
Tabela 21 – Efeito canaleta na relação de tempo em ônibus e em auto..... 55
Tabela 22 – Efeito canaleta nos tempos médios..... 56
Tabela 23. Movimento de embarque e desembarque nos pontos..... 66
Tabela 24 – Contagens na Avenida Ibirapuera com Avenida Aratans / Rouxinol. 80
Tabela 25 – Formato dos Dados de Saída do Synchro.....83

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 11

1.1 ASPECTOS DE SUSTENTABILIDADE URBANA ASSOCIADOS À MOBILIDADE 11

1.2 OBJETIVO GERAL..... 19

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 19

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....20

2.1 SUSTENTABILIDADE.....20

2.2 TRÁFEGO VIÁRIO URBANO..... 22

2.3 MOBILIDADE E DIVISÃO MODAL..... 24

3 METODOLOGIA..... 28

4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....30

4.1 OBTENÇÃO E ADEQUAÇÃO DA BASE DE DADOS..... 31

4.2 SIMULAÇÂO.....32

4.3 FUNÇÕES DE VELOCIDADE PARA OS ÔNIBUS..... 34

4,4 CÁLCULO DOS INDICADORES DE COMPARAÇÃO..... 42

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS..... 45

5 CONCLUSÕES.....57

REFERÊNCIAS..... 60

APÊNDICES..... 65

ANEXO..... 82

1. INTRODUÇÃO

A movimentação de pessoas em áreas urbanas consome recursos individuais e coletivos, e, simplificadamente, verifica-se que, para as pessoas em movimento, há o consumo de tempo, recursos financeiros, conforto e segurança, e para a sociedade, de espaço público e qualidade ambiental.

A forma de realização das movimentações promove o consumo desses recursos de formas variadas, o que, por si só, pode justificar a investigação das variações desses consumos em condições alternativas comparáveis de movimentação.

1.1 ASPECTOS DA SUSTENTABILIDADE URBANA

Como se depreende do manifestado em Adams (2006), a idéia de sustentabilidade não é recente, existindo, formalmente desde 1969, tendo sido tema chave da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano em Estocolmo, em 1972. Como conceito, foi cunhado explicitamente para sugerir que era possível alcançar crescimento econômico e industrialização sem danos ambientais, e esse, originalmente, era seu foco.

Nas décadas seguintes, o conceito foi evoluindo através da Estratégia Mundial para a Conservação, em 1980, do Relatório Brundtland, em 1987 e da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro, em 1992, e então incluído no planejamento do governo nacional brasileiro, com um maior envolvimento de líderes empresariais e organizações não governamentais de todos os tipos.

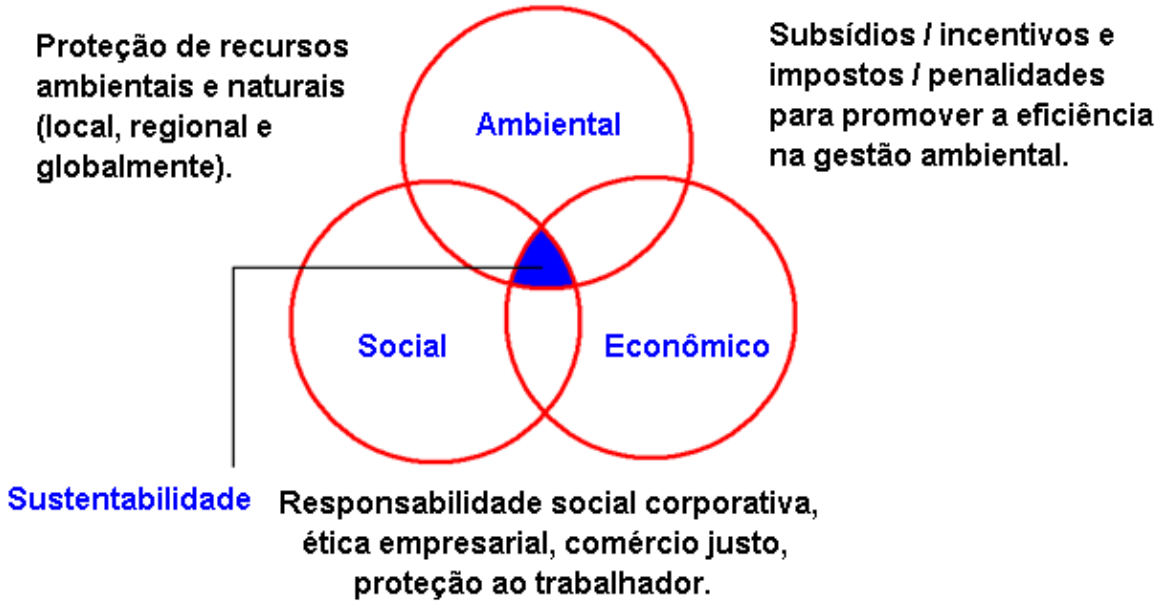
Assim, de uma visão quase exclusiva sobre aspectos ambientais, o conceito sustentabilidade logo incorporou aspectos mais amplos, como mostrado no histórico de Flint (2013), que é ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Base da sustentabilidade

Fonte: Autor, adaptado de Flint (2013).

Ainda em aprimoramento, atualmente, o conceito sustentabilidade incorpora inclusive as relações entre os três aspectos envolvidos, conforme ilustrado no Diagrama de Venn, obtido de Ocampo e Ocampo (2015), na Figura 2.

Figura 2 – Base ampliada da sustentabilidade



Fonte: Autor, adaptado de Ocampo e Ocampo (2015).

Enquanto, os aspectos econômicos e sociais, de forma geral, têm implicações localizadas, as questões ambientais associadas à emissão de CO^2 – dióxido de carbono ultrapassam as considerações em nível local, já que ele faz parte do painel de gases de efeito estufa, com consequências globais.

Quanto aos demais poluentes, normalmente emitidos na queima de combustível fóssil, utilizado pelos veículos automotores, seu significado, notadamente em áreas urbanas com grande concentração populacional, pode ser observado no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 – Efeitos nocivos locais dos principais poluentes veiculares locais

Poluente	Impacto
CO – Monóxido de carbono	Atua no sangue, reduzindo a sua oxigenação, podendo causar morte, após determinado período de exposição.
NOx – Óxidos de nitrogênio	Formação de dióxido de nitrogênio e na formação do smog fotoquímico e chuva ácida. Precursor do ozônio.
HC – Hidrocarbonetos	Combustíveis não ou parcialmente queimados formam o smog e compostos cancerígenos. Precursor do ozônio.
MP – Material particulado	Pode penetrar nas defesas do organismo, atingir os alvéolos pulmonares e causar iritações, asma, bronquite e câncer de pulmão. Sujeira e degradação de imóveis próximos aos corredores de transporte.

Fonte: Autor, adaptado de Carvalho (2011).

Cabe ressaltar o colocado por Saldiva et al. (2015), que, no Brasil, os veículos automotores estão dentre as atividades que mais contribuem para a poluição atmosférica.

Por outro lado, notadamente em áreas urbanas, como apresentado em Herrero (2011), as sociedades modernas exigem um elevado grau de mobilidade e de várias formas, o que torna essencial um sistema de transporte complexo e adaptado às necessidades sociais, de modo a garantir que as pessoas possam circular de forma segura e economicamente eficiente.

Ainda, segundo Herrero (2011), a mobilidade deve estar sujeita às demandas atuais de racionalidade ambiental e à nova lógica dos paradigmas de sustentabilidade, e, nesse ponto de vista, um sistema de transporte eficiente e flexível que ofereça padrões inteligentes e sustentáveis de mobilidade é essencial para a saúde da economia e do padrão de vida, na sociedade atual.

De maneira geral, ainda segundo Herrero (2011), os atuais sistemas de transportes apresentam desafios significativos e crescentes ao ambiente, à saúde humana e à sustentabilidade, com a mobilidade altamente dependente dos veículos particulares, que, ao se incorporar ao estilo de vida dos cidadãos e à disposição das cidades, gera os consequentes impactos à sustentabilidade urbana.

Essas preocupações são presentes também em UNESCAP (2012), com as manifestações de o transporte estar relacionado com a vida cotidiana de todos, e o serviço de transporte ser uma das variáveis da qual depende a qualidade de vida dos residentes em uma cidade.

Dessa forma, um sistema de transporte sustentável deve garantir o acesso a bens, a outras pessoas, a oportunidades e a serviços, de forma segura, eficiente e eqüitativa, sem colocar um fardo para o meio ambiente.

Assim, destaca-se aqui que, sendo a movimentação urbana de passageiros um procedimento cotidiano, associado às atividades de interesse da comunidade local, sejam de trabalho, estudo, de saúde, lazer ou outras, e ocorrendo com alta intensidade, o serviço de transporte urbano é uma das variáveis das quais depende a qualidade de vida dos residentes em uma cidade.

Dada a expectativa de interferência da mobilidade na sustentabilidade, observar as suas relações diretas pode incorporar vantagens em relação às análises específicas, sob as óticas de eficiência técnica e de consistência financeira, estas duas, mais comuns, nos painéis de decisões das administrações públicas.

A solicitação de atendimento à demanda por mobilidade urbana é crescente, por se associar ao tamanho da população e ao poder aquisitivo, que, regra geral, evoluem em crescimento.

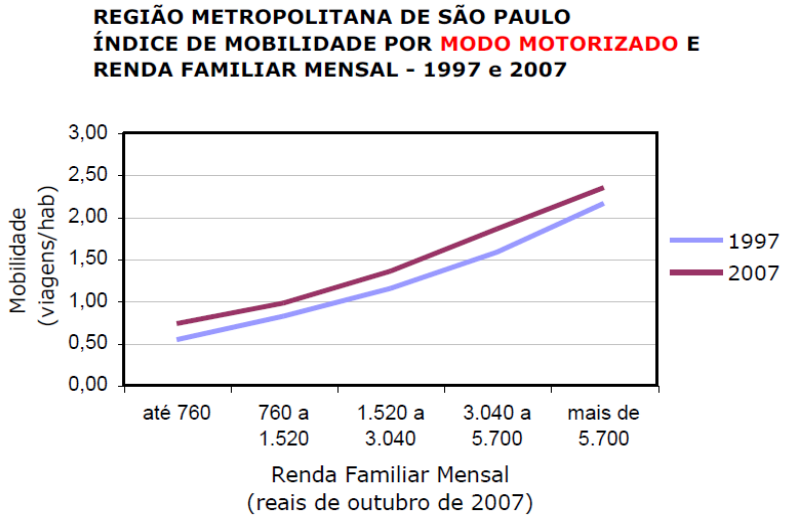
Para exemplificar o efeito dessa questão, o acréscimo porcentual de população divulgado pelo IBGE (2017), entre 2016 e 2017, para a cidade de São Paulo, foi de 0,57%, abaixo da média nacional (0,77%), mas, ainda assim correspondendo a um acréscimo de praticamente 70 mil novos habitantes.

Já, o efeito do aumento do poder aquisitvo na demanda pode ser observado nas Figuras 3 e 4 a seguir, que associam, a primeira, o índice de mobilidade com a renda, e a segunda, a divisão modal com a renda.

Simplificadamente, verifica-se que a um crescimento de renda correspondem mais viagens motorizadas por habitante, e maior participação do automóvel na realização dessas viagens, portanto com efeitos cumulativos.

Esse conjunto de informações, referentes à Região Metropolitana de São Paulo, indica um muito provável crescimento futuro das solicitações de seu sistema viário urbano, com suas decorrentes inconveniências.

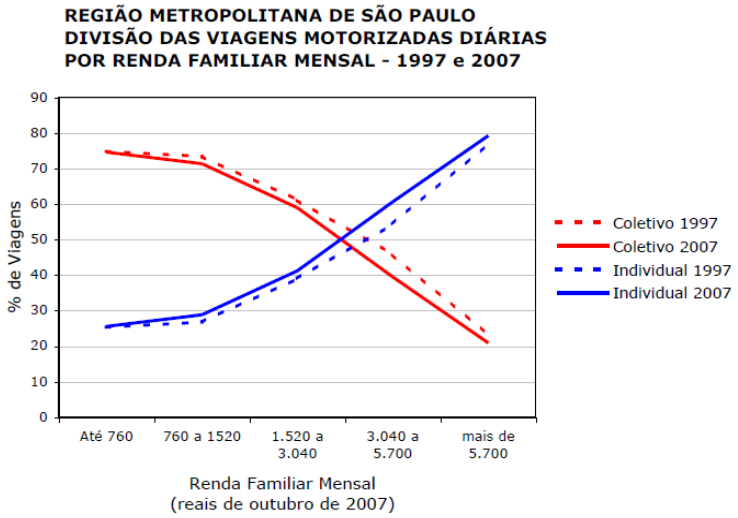
Figura 3 – Índice de mobilidade em função da renda



Fonte: METRÔ, 2008.

Verifica-se, na Figura 3, um significativo acréscimo de viagens por habitante associado ao crescimento da renda familiar.

Figura 4 – Divisão modal em função da renda

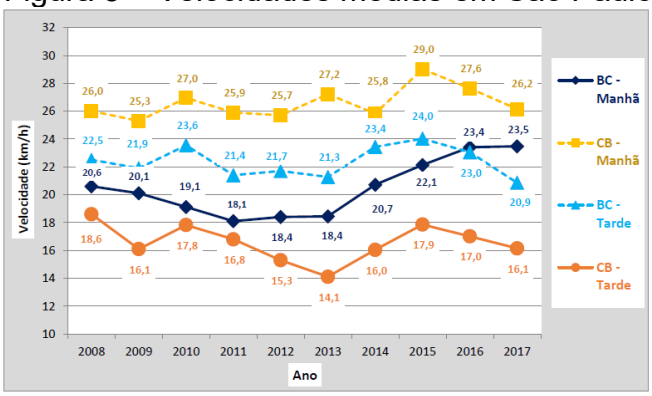


Fonte: METRÔ, 2008.

Verifica-se, na Figura 4, um significativo acréscimo da participação das viagens por modo individual, comparativamente a modo coletivo, associado ao crescimento da renda familiar.

Na Figura 5 a seguir, que apresenta a evolução da velocidade média das vias monitoradas pela Companhia de Engenharia de Tráfego – CET, da cidade de São Paulo, verifica-se que, à exceção do Sentido Centro (BC) no período da manhã, em todas as demasi situações, houve queda de velocidade média comparando os três últimos anos já avaliados, entre 2015 e 2017.

Figura 5 – Velocidades médias em São Paulo



Fonte: CET, 2018

Mantidas estas tendências, em um cenário de evolução esperada, com crescimento de população e de renda, aumentarão as viagens diárias, e de forma mais acentuada, as viagens pelo modo individual, aumentando fortemente a solicitação do sistema viário.

Assim, são necessárias medidas de equacionamento para atendimento às essas demandas adicionais. E essas medidas, na melhor forma possível, devem respeitar os quesitos básicos de sustentabilidade.

Dentre os sistemas de transportes públicos por ônibus que podem ser promovidos pelas administrações públicas municipais, dois se apresentam de forma muito comum: (i) o percurso pelas vias de forma partilhada com o tráfego geral, e (ii) a segregação de uma faixa de tráfego, à esquerda, exclusivamente para o percurso de ônibus; justificando, assim, as suas avaliações sob a ótica da sustentabilidade.

Na área acadêmica brasileira, a questão de sustentabilidade do transporte urbano tem ganhado espaço, notadamente, a partir do início deste milênio, apresentando amplo conjunto de avaliações de situações particulares de localidades, normalmente se associando a avaliações dos sistemas existentes em determinadas cidades.

Nas questões associadas aos aspectos ambientais, particularmente, cabem destaques para Lima (2013), que trata das emissões veiculares em sistemas BRT – Bus Rapid Transit, que, em última análise, é uma canaleta (faixa exclusiva segregada) com cobrança de passagens fora dos veículos, portanto com estações de embarque fechadas; e para Castro (2008) que trata, também, de questões de emissão de poluentes; assim como em artigos técnicos do setor de transportes urbanos, com Motta, Ribeiro e Portugal (2007), que tratam de corredores de ônibus, pela ótica ambiental.

Aspectos associados a questões econômicas também têm sido objeto de análises acadêmicas, como visto em Bastos (2012), que sugere uma reflexão crítica, sobre os modelos de reajuste tarifário para o transporte coletivo por ônibus urbano no Brasil, já que a tarifa de transporte público urbano de passageiros é a questão central no equilíbrio do tripé formado entre os usuários, as concessionárias e os órgãos gestores; e em Alves (2012) que trata da influência de impostos nos custos de transportes no Brasil.

Fenton e Gustafsson (2015) destacam, como sendo um problema familiar em muitos municípios, o setor de transporte amplamente dependente de veículos particulares de combustíveis fósseis, o que gera impactos significativos no clima e no meio ambiente, juntamente com outros custos econômicos e sociais.

Enfaticamente, Stephenson (2018) afirma que o domínio dos automóveis está dando origem a resultados insustentáveis, entre os quais a contribuição para a mudança climática, e que é improvável que isso seja resolvido por uma única solução, e que a situação exige intervenções que alcancem mudanças consistentes em todo o sistema de transporte.

Zhao e Shengxiao (2016) manifestam que o ônus do deslocamento se tornou uma questão-chave em relação à qualidade da vida urbana nas grandes cidades, particularmente nos países em desenvolvimento, destacando o aspecto social, já que surgiu um sério problema com a desigualdade de transporte, com famílias de baixa renda geralmente carregando um alto nível de carga de viagem, basicamente composta pelo excessivo tempo de viagem e desconforto.

Já Venter (2018) manifesta que estudos da África, Ásia e América Latina sugerem que o BRT oferece benefícios significativos a grupos de baixa renda, em termos de tempo de viagem e redução de custos, melhoria de acesso e benefícios de segurança e saúde.

Wickham (2006), que explora a relação entre cidadania urbana e transporte urbano através de um estudo de quatro cidades (Atenas, Bolonha, Dublin e Helsinque), considera que a cidadania urbana compreende tanto a "coesão social", isto é, a participação no espaço público da cidade, como a "inclusão social", o direito de todos os habitantes à mobilidade física dentro da cidade e, portanto, ao acesso ao emprego e às instalações sociais.

Wickham (2006) manifesta, ainda, que há apenas evidências fracas de que a redução do uso de carros contribua para a coesão social, mas há evidências mais fortes de que a redução da dependência de carros contribua para a inclusão social.

Assim, também sob a ótica social, este estudo se mostra pertinente, dado que, ocorrentes ao longo do tempo, as desejadas elevações de renda e sua melhor distribuição criam, além da melhoria generalizada da qualidade de vida, mais amplas condições de acesso por parte da população a bens adicionais, incluidos ai, os veículos particulares.

Sob o aspecto ambiental, cabe citar que, conforme Chapman (2007), para se alcançar uma estabilização das emissões de gases de efeito estufa a partir dos transportes, embora haja uma tendência de se concentrar em soluções tecnológicas de longo prazo, a mudança de comportamento de curto prazo é crucial para que os benefícios sejam plenamente realizados.

Marsden e Rye (2010) manifestam que a mudança climática é uma das principais questões de política global do nosso tempo, que o transporte tem sido o setor mais difícil para cortar as emissões e, que para fazer progressos substanciais, serão necessárias ações em todos os níveis do governo, do internacional ao local.

Estas duas manifestações reforçam a preocupação de se associar medidas mais imediatas e de carater localizado às medidas de maior amplitude espacial e temporal, como a mudança de fontes energéticas e reorganização de ocupação urbana.

Também os aspectos relativos ao dimensionamento do serviço e aos aspectos de avaliação do usuário, como limpeza, o conforto e pontualidade fazem parte de estudos acadêmicos no Brasil, como em Sanches (2008).

Venter (2018) apresenta haver importante lacuna de pesquisa, já que os impactos diferenciais entre os grupos de usuários estão ainda sub-representados na literatura.

Sustentado por esse painel identificado a partir da busca pelas palavras sustentabilidade, sustentabilidade urbana, transporte coletivo, transporte público e tráfego urbano, nas plataformas Scopus e Web of Science, verifica-se a validade da realização de um trabalho que apresente a avaliação dos aspectos envolvidos na movimentação urbana de passageiros, não de forma isolada, mas conjunta, como proposto no conceito de sustentabilidade.

1.2 OBJETIVO GERAL

Assim, o objetivo geral deste trabalho é a verificação do potencial de contribuição da operação de ônibus em Canaleta Exclusiva à Sustentabilidade Urbana, comparativamente à alternativa de operação em Tráfego Partilhado.

Para a verificação desse potencial de contribuição, foi selecionado o sistema de operação de ônibus em faixa exclusiva à esquerda da via (Canaleta Exclusiva), comparada com a situação de operação em Tráfego Partilhado, com base em situação ocorrente, na travessia do Bairro Moema, em São Paulo.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho incluem a consolidação de parametria de ocupação viária, de consumo de combustível, de emissões de poluentes, e de tempos de transporte, para percursos urbanos típicos, conforme a modalidade de transporte (individual, automóveis, motos, táxis e autos por aplicativo, ou coletivo, no caso específico, ônibus), em duas situações básicas: (i) percurso de ônibus em Tráfego Partilhado, e (ii) percurso de ônibus em faixa própria e dedicada – Canaleta Exclusiva.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Buscou-se, nesta etapa, a obtenção de base conceitual associada aos dois aspectos mais significativos no escopo deste trabalho: sustentabilidade e mobilidade, e, por decorrência, um terceiro aspecto associado à mobilidade: a divisão modal.

2.1 SUSTENTABILIDADE

O conceito de sustentabilidade evoluiu aceleradamente nos últimos anos, desde uma ligação muito estreita, quase exclusiva, com aspectos ambientais, ganhando, na sequência, aspectos mais amplos e interligados, como definido por WCED, 1987 – World Commission on the Environment and Development, vertido como o bem conhecido: desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades.

No consagrado “Our Common Future“ – “Nosso futuro comum”, documento da WCED (1987), no capítulo 2 - Rumo ao Desenvolvimento Sustentável, se encontra que a satisfação de necessidades essenciais depende em parte do pleno desenvolvimento do potencial de crescimento, e o desenvolvimento sustentável exige claramente o crescimento econômico em locais onde tais necessidades não estão satisfeitas, e que, por outro lado, pode ser consistente com o crescimento econômico, desde que o conteúdo do crescimento reflita os princípios gerais de sustentabilidade e não exploração de outros. Mas o crescimento por si só não é suficiente. Níveis elevados de atividade produtiva e pobreza generalizada podem coexistir e podem pôr em perigo o meio ambiente. Assim, o desenvolvimento sustentável exige que as sociedades atendam às necessidades humanas, tanto pelo aumento do potencial produtivo como pela garantia de oportunidades equitativas para todos.

Destaque-se que já nessa época, o conceito de sustentabilidade se ampliava, envolvendo o crescimento econômico e associando, às necessidades humanas, a garantia de oportunidades equitativas.

Segundo UNESCAP (2012), um conceito fundamental na aplicação da sustentabilidade ao transporte é o “Triple Bottom Line”. Miller et al. (2016), citando vários autores de artigos antecedentes, consolida as questões do desenvolvimento sustentável em três dimensões, ou conjunto de aspectos de avaliação: meio ambiente, economia e sociedade, e assim, estas três dimensões, que são as comumente referidas como a “Triple Bottom Line”, são definidas, na forma:

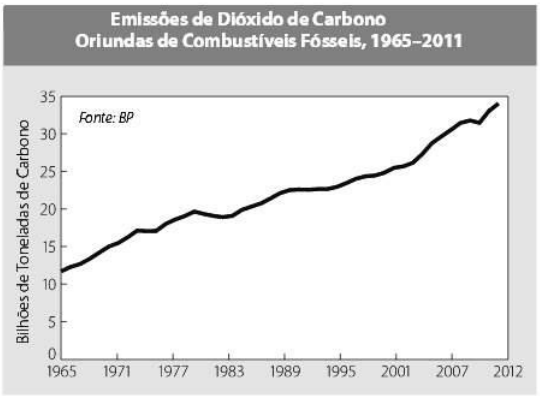
a) meio ambiente: a dimensão ambiental ou ecológica considera os impactos das atividades e desenvolvimento humano sobre a mudança dos ambientes locais e globais;
b) economia: o desenvolvimento econômico é o processo de crescimento ou progresso de uma comunidade em direção aos objetivos econômicos, como o aumento da riqueza, do emprego, da produtividade ou, em última análise, do bem-estar; e
c) social: a dimensão social da sustentabilidade é freqüentemente descrita como tratando de questões de equidade e inclusão.

Na mesma linha, segundo UNESCAP (2012), estas três dimensões estão presentes, basicamente, na seguinte forma:

a) meio ambiente: apenas na ótica pública, pela estimação das quantidades de poluentes emitidos, por conta do consumo de combustíveis;
b) economia: em duas óticas, a privada, despesas associadas ao consumo de combustíveis e ao tempo total consumido pelos passageiros; e a pública, pela utilização do espaço viário publico utilizado; e
c) social: na ótica da justiça social, pela verificação das relações de tempos gastos nos percursos, pelos usuários de transporte individual e pelos usuários do transporte coletivo.

Conforme se verifica em AKATU (2013), mesmo existindo esforços internacionais para conter o dióxido de carbono – CO^2 emitido por combustíveis fósseis, estas emissões são hoje maiores do que nunca, e podem estar crescendo a um ritmo cada vez mais acelerado, conforme ilustrado na Figura 6, com essa tendência levando alguns cientistas a sugerir que pode ser tarde demais para evitar um aquecimento futuro que se mantenha dentro de uma variação segura para a humanidade.

Figura 6 – Emissões de CO^2



Fonte: AKATU, 2013

Ainda no aspecto de emissões urbanas, em Silva et al. (2017), se manifesta que, uma perspectiva interdisciplinar e sistêmica, desenvolvida com base em áreas de produção, administração e economia como pano de fundo para a discussão dos processos convencionais de produção e consumo, parece mostrar que as soluções de mercado não são efetivas.

A interpretação objetiva dessa manifestação é que, normalmente, ainda que as opções de modo de transporte sejam resultantes de adequadas opções individuais, por estas terem ênfase em aspectos de interesses próprios, a situação final não conduz às melhores condições para a sociedade, pelo excessivo consumo dos recursos coletivos, que tem menor grau de consideração individual.

Destaque-se aqui, que, além de, nesta decisão, serem consideradas, com mais empenho, as deseconomias (consumos de recursos) próprias e não as da coletividade, essas decisões ocorrem, sempre, com base nas alternativas que lhe são oferecidas, consideradas as facilidades e dificuldades existentes nas alternativas, e a possibilidade de superação dessas dificuldades.

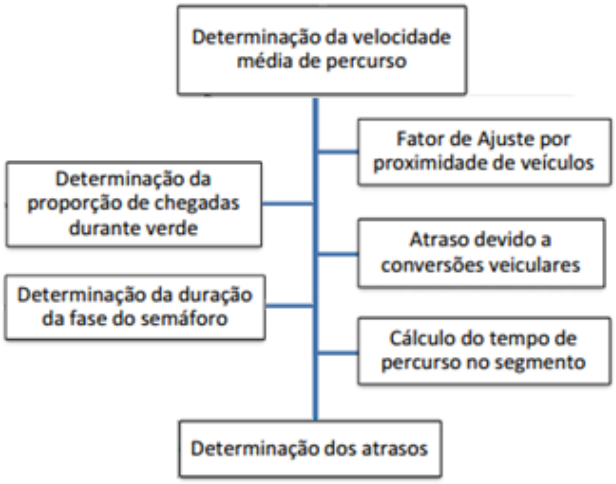
2.2 TRÁFEGO VIÁRIO URBANO

Conforme Coelho (2011), o aumento dos deslocamentos da população é percebido nas grandes cidades brasileiras, recaindo sobre o acréscimo da frota veicular individual de forma bastante acelerada, e, contudo, não tendo havido um acompanhamento na infraestrutura viária, e, além disso, não são percebidos incentivos por parte do governo para que os usuários do transporte individual possam optar por outra modalidade.

Segundo Cervantes (2005), a circulação de veículos na infraestrutura viária gera conflitos nos deslocamentos, seja por cruzamentos de vias, seja pela travessia de pedestres. Estes fatores podem degradar o desempenho do sistema viário causando atrasos, paradas desnecessárias e acidentes. A sociedade perde com esta situação, pois o tempo em que o usuário fica parado tem sua capacidade produtiva e horas de lazer desperdiçadas, além do stress sofrido pelos motoristas, excesso de consumo de combustível e emissão de poluentes, e um bom funcionamento pode ser avaliado pelo fluxo de veículos contínuo ou com o menor número possível de paradas e atrasos, sendo que os atrasos e paradas ocorrem em sua maioria nos cruzamentos de vias.

Conforme Samboni (2014), o conceito de nível de serviço está relacionado com medidas qualitativas que caracterizam as condições operacionais dentro de uma corrente de tráfego e a sua percepção pelos motoristas e passageiros. Essa medida qualitativa está relacionada com fatores como a velocidade e tempo de percurso, a liberdade de manobras, as interrupções no tráfego e o conforto e conveniência, e, além disso, as medidas para estimar o rendimento de cada segmento no sentido da viagem incluem parâmetros de velocidade de percurso, taxas de parada e a percepção de viagem por parte do motorista, que é uma indicação de satisfação relativa do viajante com respeito ao serviço prestado ao longo do segmento. Os cálculos desses parâmetros servem para definir o nível de serviço das vias urbanas. As variáveis que são consideradas para o cálculo do nível de serviço são mostradas na Figura 7, a seguir.

Figura 7 – Variáveis consideradas para segmentos de vias urbanas



Fonte: Autor. Adaptada de Samboni (2014).

Bonneson et al. (2008, apud Samboni, 2014) encontraram que existem alguns fatores que influenciam de maneira significativa a estimativa dos tempos de atraso. Dentro desses fatores de atraso encontram-se, os devidos a veículos que fazem conversões, e às altas densidades veiculares nas interseções e pontos de acesso.

Desta forma, no desenvolvimento dos estudos deste trabalho, para a determinação dos tempos de percurso dos ônibus por segmentos viários, foram considerados, além do tempo de percurso à velocidade regulamentada, o tráfego geral da hora, o tráfego horário em conversão à direita, o tráfego horário de ônibus, o tempo de bloqueio do semáforo, e o número de passageiros em processo de embarque ou desembarque.

O tráfego geral da hora é o total de veículos indo em frente ou em conversão à esquerda, tendo sido adotada a equivalência para motos como sendo igual a 0,5 autómóveis, e 2,0 para os caminhões, basicamente VUCs – veículos urbanos de carga.

2.3 MOBILIDADE E DIVISÃO MODAL

O processo de decisão condicionada é confirmado quando aplicado aos casos de movimentação urbana, como apresentado em Pereira (2007), que apresenta que a divisão modal é feita com base nas variáveis que o usuário utiliza para fazer a sua escolha, e que os fatores que influenciam a escolha modal incluem usualmente características socioeconômicas (atributos dos usuários) e as características dos serviços dos modos de transporte (atributos do sistema).

E adicionalmente, Pereira (2007) manifesta que várias são as razões que levam um indivíduo a optar entre um ou outro modo de transporte, como, por exemplo, custos e tempos nas alternativas de transporte público ou carro particular, propriedade de carro particular, renda, sexo, entre outros, que podem ser características do usuário ou atributos dos sistemas de transportes alternativos.

Verifica-se, assim, que também no âmbito do transporte urbano, as decisões nem sempre promoverão a solução mais efetiva, já que as decisões individuais ocorrem, sempre, com base nas alternativas que lhe são oferecidas, e, claramente, nos aspectos que são de interesse específico de quem decide (no caso de avaliação deste trabalho, o usuário decidindo pelo automóvel ou pelo transporte coletivo).

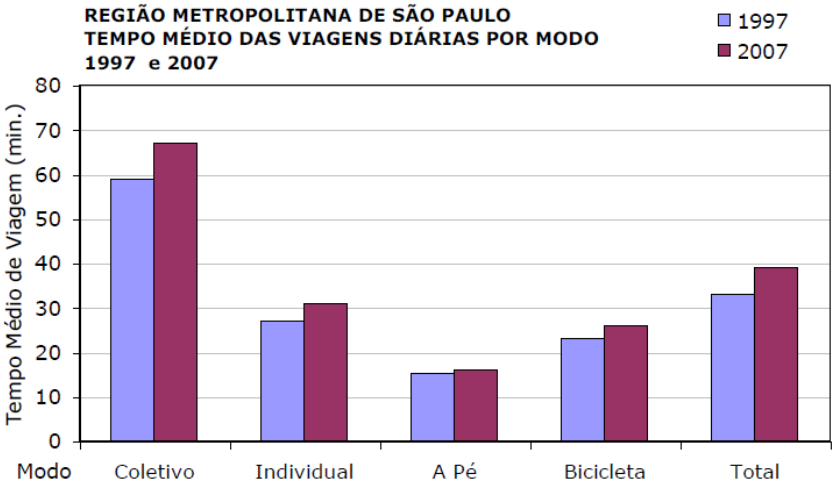
Quanto ao aspecto de ocupação do espaço viário público, é manifestado, em Rocha (2014), que o trânsito da cidade é considerado como o principal problema de mobilidade, e que a população considera que um trânsito de boa qualidade é fundamentalmente aquele que evidencia respeito entre motoristas, fiscalização efetiva, baixo número de acidentes, velocidade constante, boa sinalização e liberdade de escolha entre diferentes modais, e que só a análise comparativa de indicadores específicos dos diferentes modais poderá aferir a realidade do trânsito da cidade.

Destacando-se aqui, a preocupação com a fluidez -velocidade razoavelmente constante- referenciada à ocupação do espaço viário público.

Conforme Ioncica, Petrescu e Ioncica (2012), ainda que pesquisas de mercado, geralmente, revelem um comportamento a favor do meio ambiente, com a maioria dos entrevistados concordando com as medidas voltadas à redução da poluição causada pelos transportes, os resultados da pesquisa mostraram que fatores relacionados ao meio ambiente e sua proteção não são muito importantes quando se decide comprar um carro.

Incorporando a avaliação comparativa de tempos consumidos na viagem, nas alternativas básicas de transporte coletivo e individual, os dados ilustrados na Figura 8, a seguir respaldam a opção pelo transporte individual para quem tem essa alternativa, particularmente na Região Metropolitana de São Paulo, e indicam que, entre os consumos de recursos, é maior a presença do tempo, para os usuários de transporte coletivo do que para os do transporte individual .

Figura 8 – Tempo médio por modo de transporte



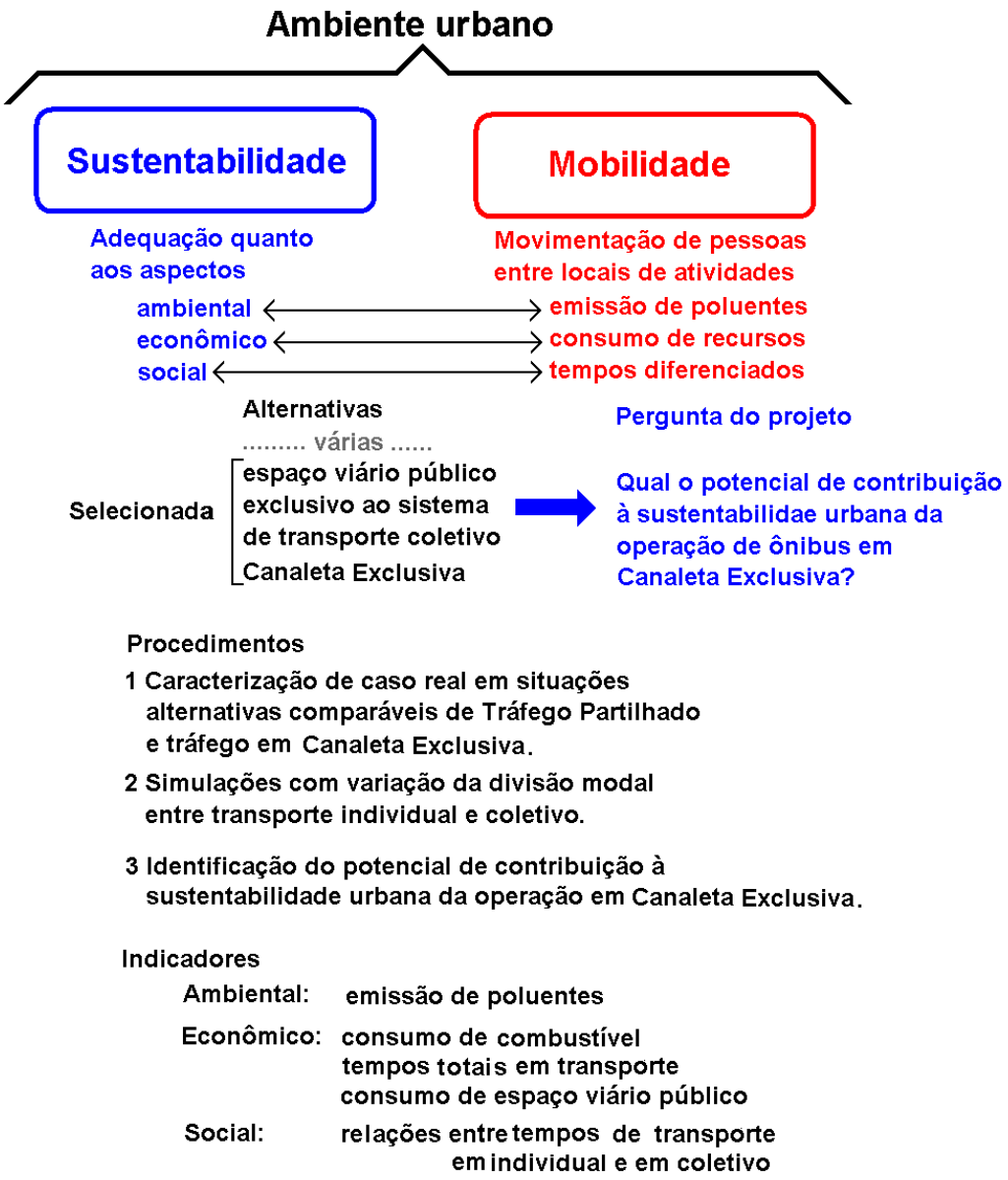
Fonte: METRÔ, 2008.

Para a avaliação do serviço, sob a ótica técnica, em âmbito acadêmico, foi desenvolvido, e apresentado por Costa (2008), o IMUS – Índice de Mobilidade Urbana Sustentável. O IMUS é um índice que aglomera diversas questões, com uma análise focada na mobilidade sustentável, e foi aplicado, em trabalhos de âmbito acadêmico, em cidades como São Carlos (SP); Juazeiro do Norte (CE); São Paulo (SP); Goiânia (GO), Curitiba (PR) e Brasília (DF), Uberlândia (MG), Anápolis (GO), Belém (PA), Florianópolis (SC), Fortaleza (CE), Itajubá (MG), Maringá (PR) e Pirassununga (SP), sempre aplicados às específicas situações vigentes de atendimento existentes, gerando um indicador para o caso particular da cidade, mas não um comparativo entre opções.

Como se depreende de Xia (2013), apesar de vários estudos terem sido realizados para avaliar os benefícios das políticas de mitigação de gases de efeito estufa, relativamente poucos se concentraram especificamente no setor de transportes, sugerindo que uma compreensão abrangente dos múltiplos benefícios do transporte com alternativas poderia ajudar na formulação de políticas nas áreas de transporte, saúde e meio ambiente.

Nesse contexto, o trabalho aqui proposto utilizará procedimentos de modelagem de carregamento de redes viárias, a partir de dados de ocorrência em situação real, para identificar indicadores que se associem aos aspectos de avaliação nos aspectos Ambiental, Econômico e Social, conforme apresentado na Figura 9, a seguir.

Figura 9 – Modelo de pesquisa - Referencial teórico e variáveis de pesquisa



Fonte: Autor

3 METODOLOGIA

Conforme a classificação tipológica apresentada por Cauchick Miguel (2010), o modelo de pesquisa aplicado neste trabalho é uma combinação de Modelagem com Simulação, entendida Modelagem como sendo o uso de técnicas matemáticas para descrever o funcionamento de um sistema, e Simulação como sendo o uso de técnicas computacionais para simular o funcionamento de sistemas produtivos.

Conforme apresentado na Figura 9, na página anterior, o procedimento envolveu as seguintes três etapas:

1 Caracterização de caso real em situações alternativas comparáveis de Tráfego Partilhado e tráfego em Canaleta Exclusiva;

2 Simulações com variação da divisão modal (individual e coletivo); e

3 Identificação do potencial de contribuição à sustentabilidade urbana da operação em Canaleta Exclusiva.

Para a primeira etapa, foram levantadas as solicitações de tráfego ocorrentes em três vias urbanas que caracterizam as duas situações alternativas: duas delas com pista simples, operando em binário e Tráfego Partilhado, e uma com pista dupla e canteiro central, operando com Canaleta Exclusiva, conforme apresentado na Figura 12, na página 31.

Foram, ainda, levantadas as características físicas e operacionais dessas três vias, de forma a se poder compor uma única via, que simulada com a mesma solicitação de tráfego classificado, automóveis e ônibus, em duas condições operacionais diferentes (Tráfego Partilhado e Canaleta Exclusiva), fornecesse as informações de tempo de percurso para cada uma dessas condições.

Ainda nessa etapa, foram tratadas as informações de arquivos da SPTRANS, controladora do sistema de ônibus de São Paulo, nos quais constam os eventos de posição (coordenadas, via GPS) e instante da ocorrência (posição), a cada 45 segundos, para cada veículo individualizado, possibilitando estimar os tempos de percurso dos ônibus em cada segmento de via, ao longo de todo o dia.

A partir desses dados e dos dados de solicitação de tráfego, segregados de hora em hora, ao longo de todo o dia, foi efetuada a modelagem de identificação de tempos de ônibus associados às solcitações de tráfego e condições operacionais, conforme apresentado no Item 4.3, na página 34.

A segunda etapa envolveu um amplo conjunto de simulações de operação da via apresentada na Figura 14, na página 34, com variações de porte de demanda e variações da divisão modal, nas duas condições de comparação (Tráfego Partilhado e Canaleta Exclusiva). Dessas simulações, para as quias foi o software Synchro, conforme apresentado no Item 4.2, na página 32, resultaram os tempos de percurso, por segmento viário, para os automóveis.

Os tempos de percurso dos ônibus foram obtidos, para as mesmas condições simuladas para os autmóveis, pelas funções de tempo obtidas nos processos apresentados no Item 4.3, na página 34.

A Figura 10, a seguir, ilustra esse processo.

Figura 10 – Aplicação do modelo de pesquisa

Tráfego Partilhado - 3 faixas por sentido para automóveis e ônibus percorrendo em conjunto			
Porte de Demanda	Divisão Modal	Simulação	Modelagem
3 situações Baixa Média Alta	9 situações de 10% em ônibus com acréscimos de 10%, até 90% em ônibus	↓ Velocidade dos automóveis para cada uma das 27 situações combinadas.	↓ Velocidade dos ônibus para cada uma das 27 situações combinadas.
Canaleta Exclusiva - 2 faixas por sentido para automóveis e 1 faixa exclusiva por sentido para os ônibus			
Porte de Demanda	Divisão Modal	Simulação	Modelagem
3 situações Baixa Média Alta	9 situações de 10% em ônibus com acréscimos de 10%, até 90% em ônibus	↓ Velocidade dos automóveis para cada uma das 27 situações combinadas.	↓ Velocidade dos ônibus para cada uma das 27 situações combinadas.

Fonte: Autor

Por fim, para a terceira etapa, foram calculados os indicadores, associados às velocidades de percurso identificadas na etapa anterior, na forma apresentada no Item 4.4, na página 42.

Com esses indicadores, foi possível identificar a contribuição da Canaleta Exclusiva à sustentabilidade urbana, xob os aspectos social, econômico e ambiental, objetivo geral deste trabalho, conforme apresentado no tem 4.5, na página 45.

4 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O desenvolvimento deste trabalho incluiu as etapas de levantamento e adequação de dados; simulação de tráfego, com o objetivo de identificar as velocidades dos automóveis; obtenção e aplicação de funcão explicativa de velocidade dos ônibus; e cálculo dos indicadores de comparação das situações de operação dos ônibus em Tráfego Partilhado e em Canaleta Exclusiva, quando submetidos à mesma solicitação e em um sistema viário que comportasse as duas alternativas operacionais.

Para isso, foram utilizadas as informações de três vias existentes no bairro Moema, em São Paulo: a Avenida Ibirapuera, via dividida, com, três faixas de tráfego, por sentido, sendo uma, junto ao canteiro central, destinada exclusivamente aos ônibus, caracterizando a operação em Canaleta Exclusiva; e as Alamedas Maracatins e Nhambiquaras, que operam em binário, com mão única em sentidos contrários, cada uma com três faixas de tráfego, com ônibus operando em Trafego Partilhado.

Os limites da área de estudo das três vias se dá pela Avenida Bandeirantes, posição mais ao Sul (bairro) e Avenida Indianópolis, posição mais ao Norte (centro).

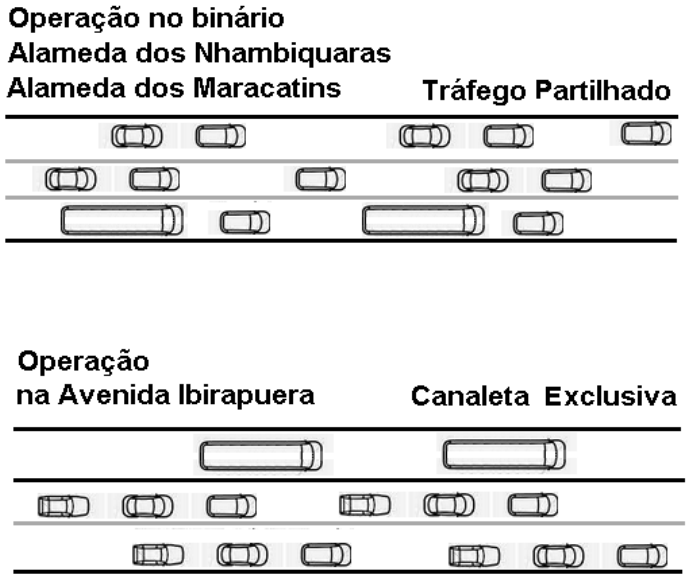
Figura 11 – Área de levantamentos

Fonte: Autor

Dentro da área de estudo, são 20 pontos de parada de ônibus (para embarque ou desembarque de passageiros) existentes, sendo 6 na Maracatins, 6 na Nhambiquaras, 3 na Ibirapuera, no sentido do centro para o bairro e 5 no sentido contrário.

As estruturas operacionais a serem comparadas são apresentadas na Figura 12, a seguir.

Figura 12 – Estruturas operacionais comparáveis



Fonte: Autor

4.1 OBTENÇÃO E ADEQUAÇÃO DA BASE DE DADOS

Para o tráfego geral, foram efetuadas contagens de tráfego em todas as interseções dessas três vias, em tempos de no mínimo o equivalente a 10 ciclos semafóricos, com a desagregação do tráfego por classe de veículos.

Todas as contagens foram realizadas em dias úteis, em situações de operação normal de tráfego, sem ocorrências de acidentes, obras na via ou condições climáticas adversas. A obtenção de dados se deu pela filmagem da interseção e posterior transferência dos dados registrados em vídeo para planilhas de tabulação, no formato de registro das informações levantadas conforme apresentado no Apêndice D, pagina 80

Para a interseção da Avenida Ibirapuera com a Avenida Jamaris, foram efetuadas contagens de tráfego, com filmagem, ao longo de, praticamente, o dia todo, também com a desagregação do tráfego por classe de veículos.

Com referência ao movimento de ônibus nas três vias, foi obtido, junto à SPTRANS - São Paulo Transporte SA, um muito amplo conjunto de informações operacionais das viagens realizadas.

Nesses arquivos, em formato texto, mas transformáveis em planilhas eletrônicas, constam os eventos de posição (coordenadas, via GPS) de determinado veículo e instante da ocorrência (posição), a cada 45 segundos, para cada veículo individualizado, com a indicação da linha atendida pelo veículo naquele instante.

Da mesma fonte, foram obtidas as estimativas utilizadas pela SPTRANS para volumes de passageiros em embarque e desembarque, a cada hora, por ponto de parada. Esses valores estão detalhados no Apêndice A, página 66,

Para o tráfego geral, a partir dos dados da posição de contagem de 24 horas (Ibirapuera com Jamaris), foram expandidos os valores de contagem de cada uma das interseções das três vias. Procedimentos de ajuste de balanceamento de entradas e saídas de cada segmento possibilitaram a obtenção de volumes de tráfego, por conversão efetuada, hora a hora, para cada uma das interseções da área de estudo.

Para os dados dos ônibus, o tratamento dos dados da SPTRANS possibilitou a montagem de bancos de dados, para cada uma das quatro vias de interesse (entendido cada sentido da Avenida Ibirapuera como uma via), com os tempos médios de percurso entre quadras, por horário, ao longo do dia.

4.2 SIMULAÇÂO

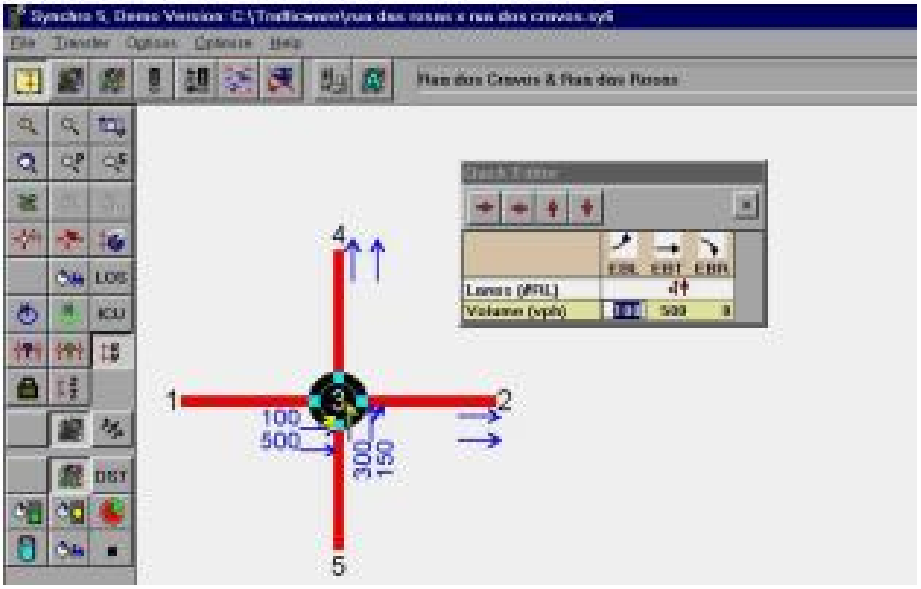
Nas simulações de carregamento de tráfego classificado, foi utilizado o software Synchro, que, entre outros adequados à simulação pretendida, é disponível na instituição Centro Universitário FEI, sendo um modelo macroscópico de otimização e análise de capacidade de interseções viárias semaforizadas, e que fornece, entre outros o valor da variável tempo de percurso nos segmentos entre interseções, conforme exemplificado no Anexo A, página 83.

Elaborada uma rede de simulação, a entrada de dados se dá pela demanda, em veículos por movimento em cada interseção, e do processamento resultam os tempos despendidos pelos veículos nesses movimentos.

A rede de simulação é formada pelas interseções, também chamadas de nós (pontos de passagem), e por segmentos viários, também chamados links (linhas de passagem), que conectam as interseções.

Posicionadas as interseções (por informações geodésicas) e construídas as ligações entre interseções, foram introduzidas as informações referentes às interseções, ou nós, (preferencial ou semaforizada, tempos semafóricos, existência de coordenação), e para os segmentos viários de ligação, ou links, as informações que se associam à capacidade viária (número e largura das faixas, velocidade regulamentada, restrições de estacionamento, presença de ponto de parada de ônibus para embarque ou desembarque).

Figura 13 – Tela do Synchro, com informações de nós e links



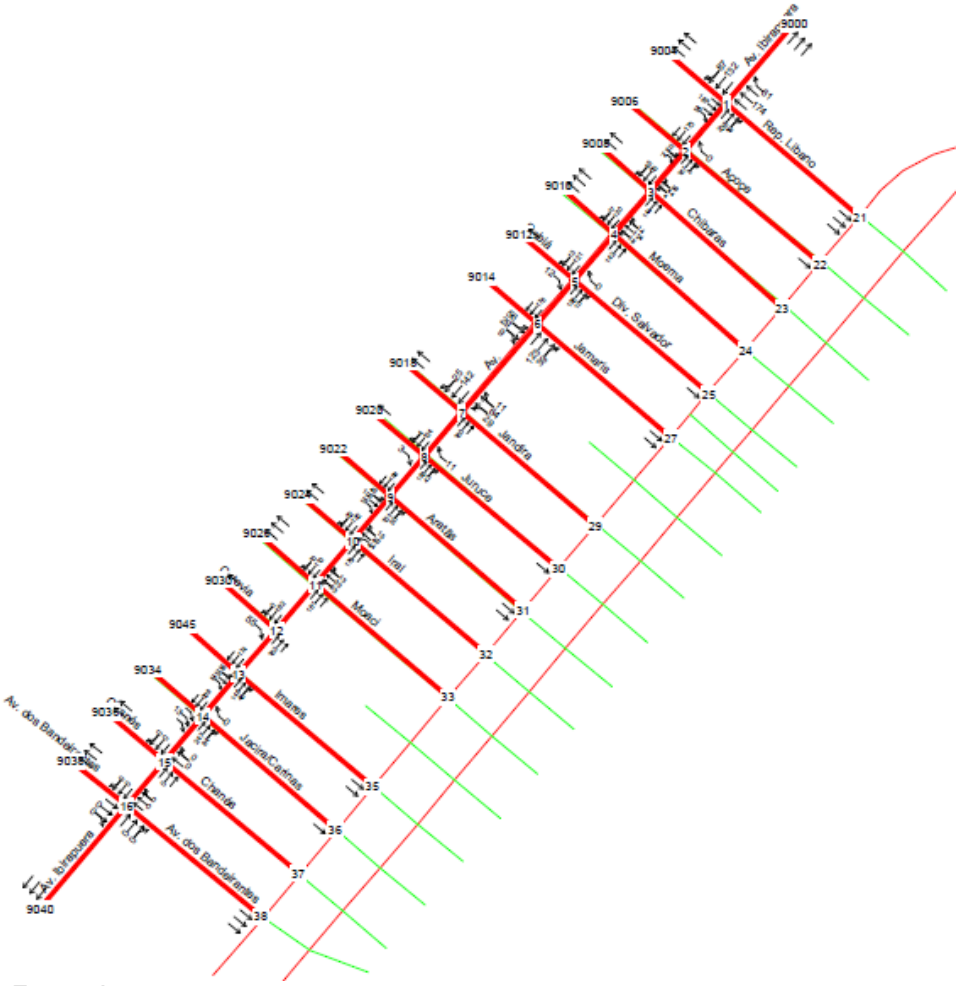
Fonte: Autor, adaptado de Raia Junior et al. (2004)

Os resultados obtidos de tempos de percurso por movimentos na situação existente atualmente foram validados pelas informações levantadas de tempos de percurso realizados.

Para as duas configurações viárias que foram comparadas (Tráfego Partilhado e Canaleta Exclusiva), foram simuladas situações com variações do porte da demanda, em uma única via montada especificamente para esse fim, basicamente, a Avenida Ibirapuera, sem o viaduto na Avenida Bandeirantes, com sua substituição por interseção semaforizada e ajuste da demanda desta interseção para um porte assemelhado ao da Avenida Indianópolis, de forma a representar uma realidade mais comum em áreas urbanas.

A rede de simulação dessa estrutura física é apresentada na Figura 14, a seguir.

Figura 14 – Rede de simulação do tráfego geral - Synchro



Fonte: Autor

4.3 FUNÇÕES DE VELOCIDADE PARA OS ÔNIBUS

Para efeito de estimação das contribuições das variáveis envolvidas nos tempos de percurso dos ônibus, foram realizadas várias operações de regressão linear entre os tempos de percurso dos ônibus (base SPTRANS) e as varíaveis de provável associação, como trafego geral, número de conversões, restrições semafóricas e número de passageiros embarcando e desembarcando.

O procedimento utilizado foi o de regressão linear múltipla, com a utilização da função Regressão, disponível no software Excell.

Como é comum em situações que envolvem muitas variáveis, as regressões apresentaram muitos resultados que, apesar da indicação de boas correlações (R^2 acima de 0,80), apresentavam relações ilógicas, como, por exemplo, reduções de tempo associadas ao aumento do número de passageiros embarcando.

Para o binário Maracatins e Nhambiquaras, a composição de variáveis que apresentou a melhor relação com as velocidades realizadas pelos ônibus (com elevado R^2 e lógica nas relações de contribuição de tempo pelas variáveis envolvidas) foi a realizada para a Alameda dos Maracatins, com a agregação das quadras em segmentos que incluem uma quadra com ponto de parada de ônibus e as quadras anteriores sem ponto, na forma apresentada no Quadro 2, a seguir, com tempo de percurso, em segundos, e velocidade média, em km/h, referente a um dia útl completo (base SPTRANS).

Quadro 2 – Características dos segmentos viários da Maracatins

Segmento	Extensão	Tempo	Veloc.	Ponto
Indianópolis_Moema	339	73,16	16,70	Sim
Moema_Jamaris	216	43,64	17,85	Sim
Jamaris_Jandira	218	44,18	17,73	Sim
Jandira_Aratans	219	49,68	15,86	Sim
Aratans_Moaci	216	48,58	16,02	Sim
Moaci_Carinás	326	68,46	17,15	Sim
Carinás_Bandeirantes (*)	205	90,93	8,13	Não

(*) Segmento exceção, não utilizado na regressão.
Fonte: Autor.

Assim, por exemplo, o segmento Indianópolis_Moema, que é composto por três quadras (Indianópolis_Açocê_Chibarás_Moema), com esta última (Chibarás_Moema) contendo um ponto de parada de ônibus, e tendo uma extensão de 339 metros, apresentou um tempo de percurso de 73,16 segundos (média simples das médias verificadas nos horários de 3 da manhã até 1 hora da manhã do dia seguinte), do que resulta uma velocidade média de 16,70 km / h, e assim para os demais segmentos.

Os dados mostrados no Quadro 2 indicaram a inadequação da consideração do segmento entre Carinás e Bandeirantes no processo de regressão, especificamente, pela velocidade bastante afastada das demais, explicada pela alta restrição da travessia da Avenida Bandeirantes.

Para cada um dos seis segmentos com pontos de parada de ônibus que compõem a Alameda dos Maracatins, foram tabulados, para a realização da regressão, os dados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Características adicionais dos segmentos viários da Maracatins

Segmento	Horário	Extensão	TR	VG	VO	VTC	SEMA	PAX	TA
Aratans_Moaci	0	216	36,70	170	7	75	1.476	0,19	9,78
Aratans_Moaci	3	216	25,00	181	2	76	1.476	0,00	4,37
Aratans_Moaci	4	216	24,02	238	6	124	1.476	0,32	3,91
Aratans_Moaci	5	216	31,05	452	18	316	1.476	0,90	7,16
Aratans_Moaci	6	216	38,62	1.152	20	516	1.476	2,00	10,67
Aratans_Moaci	7	216	46,00	1.270	21	482	1.476	3,20	14,08
Aratans_Moaci	8	216	51,90	1.256	22	472	1.476	3,72	16,81
Aratans_Moaci	9	216	51,08	1.173	26	497	1.476	2,46	16,43
Aratans_Moaci	10	216	59,55	1.338	21	539	1.476	1,89	20,35
....Os dados completos se encontram no Apêndice B, página 71.									
Média geral			54,62	1.086	28	337	1.644	1,23	14,17

Fonte: Autor

Nessa Tabela 1, o significado das variáveis são os seguintes:

Segmento: indicado pelas interseções de início e de final do segmento;
Horário: indicado pelo início da hora civil;
Extensão, em metros;
TR (tempo realizado); corresponde ao tempo médio de percurso dos ônibus no segmento, no horário (em segundos), com base nos dados da SPTRANS;
VG (volume do tráfego geral): corresponde ao volume total da hora, exceto ônibus, em equivalentes automóveis de 2,00 para caminhões, 0,50 para motocicletas e 0,25 para bicicletas, referente ao horário;
VO (volume do tráfego de ônibus): corresponde ao volume de ônibus total da hora;
VTC (volume total em conversão): corresponde ao tráfego total, em equivalentes, realizando conversão de saída do segmento à direita (portanto na faixa de tráfego de percurso dos ônibus);
SEMA (semáforo): corresponde ao total de segundos não verde na hora;
PAX (passageiros): corresponde à média de passageiros embarcando e desembarcando por ônibus, no ponto, ao longo da hora; e
TA (tempo adicional): corresponde ao tempo adicional, em segundos, utilizado nos percursos dos ônibus nesse horário em relação ao percurso em velocidade uniforme de 50 km/h, normalizado para um percurso padrão de 100 metros.

No Apêndice B, página 71, a Tabela 1 é apresentada na forma completa, como utilizada na regressão efetuada, da qual resultou, com um R^2 de 0,96, para a situação de constante igual a zero, a correspondência apresentada na equação a seguir.

$$TA = \left(\frac{5{,}17xVG + 84{,}96xVO + 6{,}66xVTC + 1{,}80xSEMA + 813{,}35xPAX}{1.000}\right) \quad (1)$$

Nessa regressão, o teste F de significância global do modelo (formulação obtida) resultou bastante abaixo de 0,05, mostrando que há evidências estatísticas de que pelo menos uma das variáveis está relacionada ao tempo adicional de percurso.

A normalidade dos desvios verificados (diferença entre o tempo adicional modelado e o tempo adicional realizado), também chamados de erros, foi verificada através do teste de qui-quadrado, entre os valores esperados por uma distribuição normal e os verificados na distribuição dos erros, na forma apresentada a seguir.

Foram processadas 132 informações, das quais, resultaram 132 erros, sendo 75 com modelado superior ao realizado, e 57 com modelado inferior ao realizado. Desses valores resultou a média de 0,021 segundos, com desvio padrão de 3,001 segundos.

Na Tabela 2, a seguir, é a apresentada a verificação efetuada quanto ao enquadramento dos erros em uma distribuição normal, considerando os totais esperados e realizados de ocorrências, por região da curva normal.

Tabela 2 – Verificação da normalidade dos erros - Maracatins

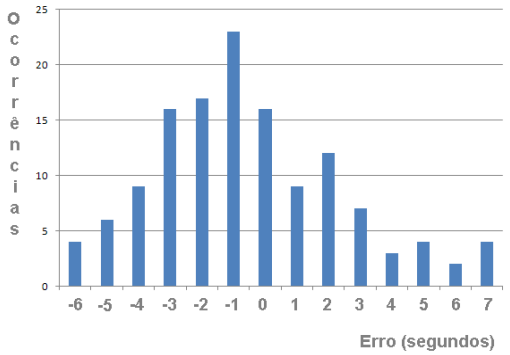
Ordem	Ocorrências	Normal Esperado	Normal Esperado	Realizado	(R-E)^2/E
1	< M - 1 * DP	15,87%	20,95	19	0,181
2	Entre 1 e 2	15,87%	20,95	21	0,000
3	> M + 1 * DP	68,26%	90,10	92	0,040
	Soma de 1 a 2	100,00%	132,00	132	0,221
4	< M - 2 * DP	2,28%	3,01	0	3,010
5	Entre 4 e 6	2,28%	3,01	6	2,971
6	> M + 2 * DP	95,44%	125,98	126	0,000
	Soma de 4 a 6	100,00%	132,00	132	5,981
				Soma	8,991

Fonte: Autor.

Como 8,991 é menor do que 11,070, que é o valor tabelado do qui-quadrado para 5 graus de liberdade (número de observações - 1) e p = 0,05, é aceita a distribuição dos erros como sendo normal, ao nível de significância de 95%.

A configuração da distribuição desses erros pode ser observada na Figura 15, a seguir.

Figura 15 – Distribuição dos erros na estimativa de TA - Maracatins



Fonte: Autor.

Essa equação, aplicada a um dia útil completo da Alameda dos Maracatins, apresenta o valor médio para o acréscimo de tempo de percurso, para a extensão de 100 metros (TA) de.

$$TA = 14{,}19 = \left(\frac{5{,}17x1.086+84{,}96x28+6{,}66x337+1{,}80x1.644+813{,}35x1{,}23}{1.000}\right) \quad (2)$$

Sendo esse tempo adicional referente a 100 metros, para a extensão total de 1.740 metros da Alameda dos Maracatins, o valor de TA resulta em 246,91 segundos, que somados aos 125,28 segundos em percurso a 50 km /h, resulta em 327,19 segundos correspondendo a uma velocidade média de 16,83 km / h.

Dessa relação, para as condições médias, em um trecho de 100 metros, resultam as seguintes participações das variáveis na composição do tempo adicional de percurso conforme apresentado na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3 – Participação no tempo adicional – TA (Maracatins)

Sigla	Variável	Segundos	Participação
VG	Tráfego geral em equivalentes	5,61	39%
VO	Tráfego de ônibus	2,38	17%
VTC	Conversões à direita	2,24	16%
SEMA	Semáforo	2,96	21%
PAX	Embarques/ desembarques	1,00	7%
	Total	14,19	100%

Fonte: Autor.

Evidentemente, o resultado do processo valida a utilização das relações encontradas, de forma mais segura, apenas para as situações combinadas dos limites das variáveis processadas, que é exatamente a forma como foi aplicada no desenvolvimento deste trabalho.

Para a Avenida Ibirapuera, a composição de variáveis que apresentou a melhor indicação de relações com acréscimos de tempo de percurso foi a realizada para o sentido do bairro para o centro, também com a agregação das quadras em segmentos que incluem uma quadra com ponto de parada e as quadras anteriores sem ponto, na forma apresentada no Quadro 3, a seguir, referente a um dia útil completo (base SPTRANS).

Quadro 3 – Características dos segmentos viários da Ibirapuera

Segmento	Extensão	Tempo	Veloc.	Ponto
Bandeirantes_Imarés	356	68,46	18,70	Sim
Imarés_Jurucê	543	146,86	13,32	Sim
Jurucê_Moema	545	99,68	19,68	Sim
Moema_Indianópolis	323	59,93	19,41	Não

Fonte: Autor

Neste caso, os dados mostrados na tabela acima indicaram a adequação da consideração de todos os segmentos no processo de regressão, incluindo o segmento Moema_Indianópolis mesmo sendo o único a não conter um ponto de parada, mas, tendo velocidade com valor intermediário aos obtidos nos demais segmentos.

Para cada um desses quatro segmentos com pontos que compõem a Avenida Ibirapuera, no sentido do bairro para o centro, foram tabulados, para a realização da regressão, os dados apresentados na Tabela 4, com as variáveis tendo os mesmos significados apresentados para a Alameda dos Maracatins.

Tabela 4 – Características adicionais dos segmentos viários da Ibirapuera

Segmento	Horário	Extensão	TR	VG	VO	VTC	SEMA	PAX	TA
Bandeirantes__Imarés	0	356	39,36	213	28	132	1.188	0,78	3,87
Bandeirantes__Imarés	3	356	39,00	240	2	151	1.188	4,50	3,77
Bandeirantes__Imarés	4	356	43,32	371	30	247	1.188	6,57	4,98
Bandeirantes__Imarés	5	356	68,62	637	103	484	1.188	6,35	12,10
Bandeirantes__Imarés	6	356	95,01	1.782	164	1.142	1.188	7,54	19,52
Bandeirantes__Imarés	7	356	92,35	1.897	160	1.104	1.188	9,49	18,77
Bandeirantes__Imarés	8	356	78,30	1.481	133	881	1.188	9,88	14,82
Bandeirantes__Imarés	9	356	60,00	1.372	110	866	1.188	7,50	9,67
Bandeirantes__Imarés	10	356	56,80	1.403	112	855	1.188	4,71	8,77
.....Os dados completos se encontram no Apêndice C, página 76.									
Média			94,96	907	93	386	1.854	3,86	13,87

Fonte: Autor

No Apêndice C, página 76, a Tabela 4 é apresentada na forma completa, como utilizada na regressão efetuada, da qual resultou, com um R^2 ajustado de 0,88, para a situação de constante igual a zero, a correspondência apresentada na equação a seguir, que não incluem o volume geral – VG nem o volume total em conversão – VTC, que não afetam o tráfego dos ônibus na canaleta.

$$TA = \left(\frac{91{,}85xVO + 2{,}55xSEMA + 151{,}45x\ PAX}{1.000}\right) \quad (3)$$

Também nessa regressão, o teste F de significância global do modelo (formulação obtida) resultou bastante abaixo de 0,05, mostrando que há evidências estatísticas de que pelo menos uma das variáveis está relacionada ao tempo adicional de percurso.

A normalidade dos desvios verificados (diferença entre o tempo adicional modelado e o tempo adicional realizado), também chamados de erros, foi verificada através do teste de qui-quadrado, entre os valores esperados por uma distribuição normal e os verificados na distribuição dos erros, na forma apresentada a seguir.

Foram processadas 88 informações, das quais, resultaram 88 erros, sendo 54 com modelado superior ao realizado, e 34 com modelado inferior ao realizado. Desses valores resultou a média de 0,044 segundos, com desvio padrão de 4,931 segundos.

Na Tabela 5, a seguir, é a apresentada a verificação efetuada quanto ao enquadramento dos erros em uma distribuição normal, considerando os totais esperados e realizados de ocorrências, por região da curva normal.

Tabela 5 – Verificação da normalidade dos erros - Ibirapuera

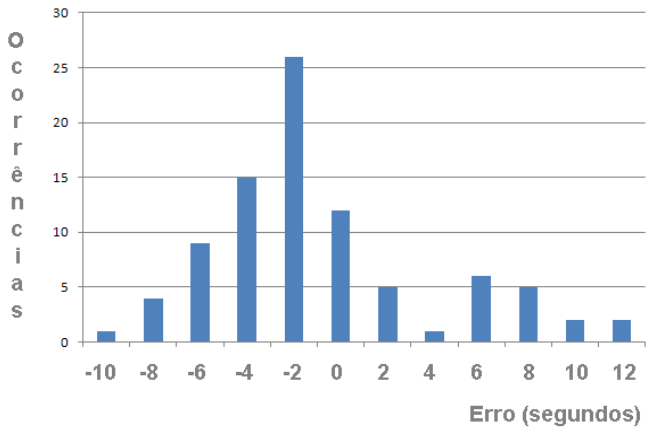
Ordem	Ocorrências	Normal Esperado	Normal Esperado	Realizado	(R-E)^2/E
1	< M - 1 * DP	15,87%	13,97	11	0,630
2	Entre 1 e 2	15,87%	13,97	16	0,296
3	> M + 1 * DP	68,26%	60,07	61	0,014
	Soma de 1 a 2	100,00%	88,00	88	0,941
4	< M - 2 * DP	2,28%	2,01	0	2,006
5	Entre 4 e 6	2,28%	2,01	5	4,467
6	> M + 2 * DP	95,44%	83,99	83	0,012
	Soma de 4 a 6	100,00%	88,00	88	6,485
				Soma	8,491

Fonte: Autor.

Como 8,491 é menor do que 11,070, que é o valor tabelado do qui-quadrado para 5 graus de liberdade (número de observações - 1) e p = 0,05, é aceita a distribuição dos erros como sendo normal, ao nível de significância de 95%.

A configuração da distribuição desses erros pode ser observada na Figura 16, a seguir.

Figura 16 – Distribuição dos erros na estimativa de TA - Ibirapuera



Fonte: Autor.

Essa equação, aplicada a um dia útil completo da Avenida Ibirapuera, no sentido do bairro para o centro, apresenta o valor médio para o acréscimo de tempo de percurso, para a extensão de 100 metros (TA) de.

$$TA = 13{,}85 = \left(\frac{91{,}85x93+2{,}55x1.854+151{,}45x3{,}86}{1.000}\right) \quad (4)$$

E, para a extensão total de 1.767 metros da Avenida Ibirapuera, resulta em um TA de 244,73 segundos, que somados aos 127,22 ao percurso a 50 km/h, resulta em 371,95 segundos correspondendo a uma velocidade média de 17,10 km/h.

Dessa relação, para as condições médias, em um trecho de 100 metros, resultam as seguintes participações das variáveis na composição do tempo adicional de percurso conforme apresentado na Tabela 6, a seguir.

Tabela 6 – Participação no tempo adicional – TA (Ibirapuera)

Sigla	Variável	Segundos	Participação
VO	Tráfego de ônibus	8,54	62%
SEMA	Semáforo	4,73	34%
PAX	Embarques/ desembarques	0,58	4%
	Total	13,85	100%

Fonte: Autor.

Aceita a validade dessas relações obtidas, uma interessante verificação, possível independentemente de procedimentos mais sofisticados, é a dos resultados que seriam obtidos quanto aos acréscimos de tempos (TA) na estrutura operacional da Avenida Ibirapuera caso ela atendesse às solicitações ocorrentes na Alameda dos Maracatins e vice-versa.

Assim, com solicitações verificadas na Alameda dos Maracatins sendo realizadas em uma estrutura operacional como a da Avenida Ibrirapuera, o TA seria igual a 6,95 segundos, um pouco menos da metade da identificada na Alameda dos Maracatins (14,19), como se verifica a seguir.

$$TA = 6{,}95 = \left(\frac{91{,}85x28+2{,}55x1.644+151{,}45x1{,}23}{1.000}\right) \quad (5)$$

Da mesma forma, verifica-se que, com as solicitações verificadas na Avenida Ibirapuera ocorrentes na estrutura operacional da Alameda dos Maracatins, o TA resulta em 21,64 segundos, que é 56% maior do que o verificado na Ibirapuera (13,85) com sua estrutura operacional, como se verifica a seguir.

$$TA = 21{,}64 = \left(\frac{5{,}17x907+84{,}96x93+6{,}66x386+1{,}80x1.854+813{,}35x3{,}86}{1.000}\right) \quad (6)$$

4.4 CÁLCULO DOS INDICADORES DE COMPARAÇÃO

Todos os indicadores foram calculados para os dois sentidos da avenida de simulação (Figura 12), para os picos da manhã e da tarde, e sob 27 combinações de demanda (baixa, média e alta) e participações dos passageiros de ônibus no total (de 10% a 90%, de 10% em 10%), sendo que os valores de demanda que constam nas tabelas apresentadas na sequência se referem ao total ou média dos dois sentidos e dos dois períodos de pico.

Os valores de demanda que caracterizam o porte de demanda baixa, média e alta (6, 9 e 12 mil passageiros por hora) se referem à soma dos passageiros passando na seção de controle, nos dois sentidos de tráfego e nos dois picos do dia (manhã, de 7 a 8 horas, e tarde, de 17 a 18 horas).

Os valores de velocidade são os resultantes das simulações (automóveis) e da aplicação das funções de explicação (ônibus).

Com base nos valores de velocidade, os cálculos dos tempos de movimentação são imediatos, dado o conhecimento das extensões percorridas, e assim foram calculados os valores estimados de consumo de combustível e de emissão de poluentes, associados às velocidades de percuso, conforme as funções fornecidas por IPEA/ANTP (1999), e aplicadas por Cintra (2014), apresentadas a seguir.

Consumo de automóvel (gasolina)

$$C = 0{,}09543 + \frac{1{,}26643}{V} - 0{,}00029\,V \tag{7}$$

Com C em litros / km e V em Km / h

Consumo de ônibus (diesel)

$$C = 0{,}44428 + 0{,}00008V^2 + \frac{1{,}37911}{V} - 0{,}00708\,V + 0{,}00107carr \tag{8}$$

Com C em litros / km, V em Km / h, e carr = média de passageiros por veículo.

Emissão de poluentes por automóveis – Hidrocarbonetos

$$HC(\frac{g}{km}) = -0{,}28 + (\frac{62{,}48}{V}) \tag{9}$$

Emissão de poluentes por automóveis – Monóxido de carbono

$$CO\left(\frac{g}{km}\right) = -0{,}45 + \left(\frac{727}{V}\right) + 0{,}00134V^2 \tag{10}$$

Emissão de poluentes por automóveis – Óxidos de Nitrogênio

$$NOx\left(\frac{g}{km}\right) = 1{,}03 + 0{,}00007477V^2 \tag{11}$$

Emissão de poluentes por ônibus – Hidrocarbonetos

$$HC\left(\frac{g}{km}\right) = 14{,}14 - 3{,}67lnV \tag{12}$$

Emissão de poluentes por ônibus – Monóxido de carbono

$$CO\left(\frac{g}{km}\right) = 43{,}34 - 8{,}98lnV \tag{13}$$

Emissão de poluentes por ônibus – Óxidos de Nitrogênio

$$NOx\left(\frac{g}{km}\right) = 37{,}21 - 6{,}46lnV \tag{14}$$

Emissão de poluentes por ônibus – Material particulado

$$MP\left(\frac{g}{km}\right) = 1{,}74 - 0{,}32lnV \quad (15)$$

Para a transformação desses quatro elementos poluidores, de âmbito local, em um único indicador, foi calculado o equivalente em monóxido de carbono (CO), a partir dos valores de custo estimados (em reais da época por tonelada) para cada um deles, também apresentados em IPEA/ANTP (1999), e, também aplicados por Cintra (2014), conforme Tabela 7, a seguir.

Tabela 7 – Emissões equivalentes a CO

Poluente	Custo	Eq. CO
CO – Monóxido de carbono	0,19	1,00
NOx – Óxidos de nitrogênio	1,12	5,89
HC – Hidrocarboneto	1,14	6,00
MP – Material particulado	0,91	4,79

Fonte: Autor adaptado de IPEA/ANTP, 1999

Para o cálculo dos níveis de emissão de CO^2, foram utilizados os índices apresentados em Carvalho (2011), para a situação de queima completa, que indicam a produção de 3,2 gramas de CO^2 por litro de diesel consumido, e de 1,75 gramas de CO^2 por litro de combustível para automóveis, que considera a proporção de 53% de gasolina pura e 47% de álcool anidro, sendo que esta proporção também foi utilizada na determinação do consumo de gasolina.

O indicador relação volume / capacidade (v/c) que se pretendia utilizar para a quantificação do consumo de espaço viário público se mostrou inadequado para a comparação, já que as duas situações comparadas tem a mesma solicitação veicular, portanto resultando na mesma relação volume / capacidade.

Sendo assim, foi desenvolvido um indicador de ocupação do espaço viário na forma de tempo de presença do veículo no segmento, considerado o seu comprimento específico. Por esse indicador, o limite de ocupação de uma faixa de tráfego de um segmento de 1 km, no período de 1 hora é igual 60.000 m.min (metros x minutos).

Se um automóvel, com 6 metros de ocupação longitudinal na faixa, (5 metros de comprimento padrão do veículo mais 0,5 metro à frente e atrás[1]), a uma velocidade de 20 km/h, ele estará presente no segmento durante 3 minutos, ocupando, assim, 18 m.min da capacidade de ocupação viária.

Evidentemente, não se trata de um indicador de qualidade do tráfego, muito menos de cálculo de capacidade de tráfego, mas apenas um indicador de grau de ocupação do sistema viário, para possibilitar as comparações pretendidas.

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com os procedimentos apresentados aplicados aos resultados de tempos de percurso dos automóveis, obtidos a partir das simulações, e dos resultados das aplicações das funções obtidas para identificação dos tempos de percurso para os ônibus, foram obtidos os valores de velocidade para as horas de pico da manhã e da tarde, por sentido de tráfego, que agrupadas, forneceram os dados apresentados na Tabela 8, a seguir.

[1] 26 metros, no caso de ônibus, com 25 de comprimento padrão do veículo mais 0,5 metro a frente e atrás.

Tabela 8 – Velocidade em função da demanda

Demanda		Tráfego Partilhado			Canaleta Exclusiva		
Baixa	% Onib	Vel_Onib	Vel_Auto	Vel_Geral	Vel_Onib	Vel_Auto	Vel_Geral
6.000	10%	16,80	33,02	30,07	27,80	29,15	28,97
6.000	20%	17,02	33,37	27,96	27,42	29,46	28,99
6.000	30%	17,58	33,73	26,41	27,06	29,78	28,86
6.000	40%	18,06	34,09	25,13	26,70	30,10	28,60
6.000	50%	18,57	34,42	24,09	26,35	30,42	28,20
6.000	60%	19,10	34,78	23,27	26,01	30,76	27,68
6.000	70%	19,66	35,17	22,63	25,68	31,10	27,06
6.000	80%	20,27	35,58	22,15	25,35	31,45	26,34
6.000	90%	20,94	35,93	21,82	25,04	31,81	25,55
Média	% Onib	Vel_Onib	Vel_Auto	Vel_Geral	Vel_Onib	Vel_Auto	Vel_Geral
9.000	10%	14,51	31,61	28,24	27,61	27,84	27,77
9.000	20%	15,05	32,09	26,13	27,06	28,26	27,97
9.000	30%	15,54	32,57	24,48	26,52	28,70	27,97
9.000	40%	16,10	32,99	23,21	26,01	29,15	27,77
9.000	50%	16,71	33,52	22,27	25,51	29,62	27,37
9.000	60%	17,37	34,06	21,57	25,04	30,10	26,80
9.000	70%	18,08	34,56	21,07	24,58	30,59	26,08
9.000	80%	18,85	35,14	20,74	24,14	31,10	25,23
9.000	90%	19,69	35,74	20,58	23,71	31,63	24,28
Alta	% Onib	Vel_Onib	Vel_Auto	Vel_Geral	Vel_Onib	Vel_Auto	Vel_Geral
12.000	10%	12,84	29,04	25,75	27,42	25,62	25,75
12.000	20%	13,36	30,91	24,45	26,70	27,16	27,03
12.000	30%	13,92	31,44	22,79	26,01	27,70	27,13
12.000	40%	14,57	32,06	21,63	25,35	28,26	26,98
12.000	50%	15,19	32,68	20,71	24,73	28,85	26,59
12.000	60%	15,94	33,31	20,12	24,14	29,46	25,98
12.000	70%	16,72	34,03	19,71	23,57	30,10	25,17
12.000	80%	17,61	34,71	19,51	23,03	30,76	24,22
12.000	90%	18,60	35,51	19,50	22,52	31,45	23,14

Vel_ = velocidade média (km/h) dos ônibus (Onib); dos autos (Auto); e geral (Geral).
Fonte: Autor.

Verifica-se que, exceto para baixas participações dos passageiros de ônibus (<10%), a Canaleta Exclusiva aumenta a velocidade média global dos passageiros, chegando a atingir um aumento de 29%, para a situação de demanda alta e participação de passageiros de ônibus da ordem de 60%.

Em associação inversa à velocidade, ocorre o consumo de tempo dos passageiros, conforme apresentado a seguir, na Tabela 9.

Tabela 9 – Tempo total dos passageiros

Demanda		Tráfego Partilhado			Canaleta Exclusiva		
Baixa	% Onib	TT_O	TT_A	TT_O A	TT_O	TT_A	TT_O A
6.000	10%	3.787	17.226	21.013	2.289	19.581	21.870
6.000	20%	7.476	15.135	22.611	4.640	17.206	21.847
6.000	30%	10.858	13.089	23.947	7.055	14.881	21.937
6.000	40%	14.091	11.090	25.181	9.534	12.607	22.140
6.000	50%	17.133	9.144	26.276	12.075	10.382	22.457
6.000	60%	19.986	7.233	27.218	14.680	8.206	22.886
6.000	70%	22.650	5.356	28.006	17.348	6.080	23.428
6.000	80%	25.116	3.526	28.641	20.079	4.004	24.083
6.000	90%	27.354	1.744	29.098	22.873	1.977	24.850
Média	% Onib	TT_O	TT_A	TT_O A	TT_O	TT_A	TT_O A
9.000	10%	6.577	27.118	33.695	3.457	30.885	34.342
9.000	20%	12.682	23.711	36.393	7.055	27.006	34.061
9.000	30%	18.427	20.409	38.836	10.796	23.237	34.034
9.000	40%	23.706	17.243	40.950	14.680	19.581	34.261
9.000	50%	28.555	14.121	42.676	18.705	16.037	34.743
9.000	60%	32.969	11.100	44.070	22.873	12.607	35.480
9.000	70%	36.960	8.193	45.153	27.184	9.288	36.472
9.000	80%	40.511	5.362	45.874	31.636	6.080	37.716
9.000	90%	43.631	2.631	46.262	36.231	2.984	39.215
Alta	% Onib	TT_O	TT_A	TT_O A	TT_O	TT_A	TT_O A
12.000	10%	9.912	39.456	49.367	4.640	45.195	49.835
12.000	20%	19.051	32.958	52.010	9.534	37.599	47.133
12.000	30%	27.427	28.287	55.714	14.680	32.203	46.883
12.000	40%	34.941	23.734	58.675	20.079	27.006	47.084
12.000	50%	41.881	19.365	61.246	25.731	22.006	47.737
12.000	60%	47.888	15.166	63.055	31.636	17.206	48.843
12.000	70%	53.264	11.111	64.375	37.794	12.607	50.401
12.000	80%	57.801	7.249	65.050	44.205	8.206	52.411
12.000	90%	61.584	3.534	65.117	50.869	4.004	54.873

TT_ = tempo total (minutos) para os passageiros de ônibus (O); autos (A); e geral (O A).
Fonte: Autor.

Verifica-se, nessa Tabela 9, que, exceto para baixas participações dos passageiros de ônibus (<10%), em todas as demais situações, a Canaleta Exclusiva reduz o consumo do tempo total dos passageiros, chegando a reduzir 23% desse consumo.

O indicador associado ao aspecto Social da Sustentabilidade é o obtido pela relação entre o tempo médio de percurso por ônibus e por automóveis, conforme apresentado na Tabela 10, a seguir.

Tabela 10 – Relação entre tempos de passageiros de ônibus e de autos

Demanda		Tráfego Partilhado			Canaleta Exclusiva		
Baixa	% Onib	Temp_O	Temp_A	TO / TA	Temp_O	Temp_A	TO / TA
6.000	10%	6,31	3,21	1,97	3,81	3,64	1,05
6.000	20%	6,23	3,18	1,96	3,87	3,60	1,07
6.000	30%	6,03	3,14	1,92	3,92	3,56	1,10
6.000	40%	5,87	3,11	1,89	3,97	3,52	1,13
6.000	50%	5,71	3,08	1,85	4,03	3,49	1,15
6.000	60%	5,55	3,05	1,82	4,08	3,45	1,18
6.000	70%	5,39	3,02	1,79	4,13	3,41	1,21
6.000	80%	5,23	2,98	1,76	4,18	3,37	1,24
6.000	90%	5,07	2,95	1,72	4,24	3,33	1,27
Média	% Onib	Temp_O	Temp_A	TO / TA	Temp_O	Temp_A	TO / TA
9.000	10%	7,31	3,36	2,18	3,84	3,81	1,01
9.000	20%	7,05	3,31	2,13	3,92	3,75	1,04
9.000	30%	6,82	3,26	2,10	4,00	3,70	1,08
9.000	40%	6,59	3,21	2,05	4,08	3,64	1,12
9.000	50%	6,35	3,16	2,01	4,16	3,58	1,16
9.000	60%	6,11	3,11	1,96	4,24	3,52	1,20
9.000	70%	5,87	3,07	1,91	4,31	3,47	1,24
9.000	80%	5,63	3,02	1,86	4,39	3,41	1,29
9.000	90%	5,39	2,97	1,82	4,47	3,35	1,33
Alta	% Onib	Temp_O	Temp_A	TO / TA	Temp_O	Temp_A	TO / TA
12.000	10%	8,26	3,65	2,26	3,87	4,14	0,93
12.000	20%	7,94	3,43	2,31	3,97	3,90	1,02
12.000	30%	7,62	3,37	2,26	4,08	3,83	1,07
12.000	40%	7,28	3,31	2,20	4,18	3,75	1,11
12.000	50%	6,98	3,25	2,15	4,29	3,68	1,17
12.000	60%	6,65	3,18	2,09	4,39	3,60	1,22
12.000	70%	6,34	3,12	2,03	4,50	3,52	1,28
12.000	80%	6,02	3,06	1,97	4,60	3,45	1,34
12.000	90%	5,70	2,99	1,91	4,71	3,37	1,40

Temp_ = tempo médio (minutos) dos ônibus (O); dos autos (A); e TO / TA – relação entre eles.
Fonte: Autor.

Verifica-se que o tempo a mais dos passageiros de ônibus, em relação ao de automóveis, na operação em Tráfego Partilhado, atinge valores nunca inferiores a 70%, e, em Canaleta Exclusiva, se reduz a valores da ordem de 16%.

Neste caso, a Canaleta Exclusiva tem um efeito bastante acentuado podendo reduzir essa relação da ordem de 2,00 para 1,20.

Com os dados de velocidade obtidos, e decorrentes tempos de permanência, e com os comprimentos individuais estabelecidos por classe de veículo, foram obtidos os níveis de ocupação viária apresentados na Tabela 11, a seguir.

Tabela 11 – Ocupação viária

Demanda		Tráfego Partilhado			Canaleta Exclusiva		
Baixa	% Onib	OV_O	OV_A	OV_O e A	OV_O	OV_A	OV_O e A
6.000	10%	1.202	73.826	75.028	737	83.919	84.656
6.000	20%	2.375	64.864	67.239	1.493	73.742	75.235
6.000	30%	3.452	56.094	59.546	2.270	63.777	66.047
6.000	40%	4.483	47.528	52.011	3.067	54.029	57.096
6.000	50%	5.455	39.187	44.642	3.884	44.495	48.379
6.000	60%	6.370	30.997	37.367	4.721	35.169	39.890
6.000	70%	7.226	22.956	30.182	5.578	26.058	31.635
6.000	80%	8.021	15.110	23.130	6.455	17.158	23.613
6.000	90%	8.747	7.472	16.219	7.352	8.473	15.824
Média	% Onib	OV_O	OV_A	OV_O e A	OV_O	OV_A	OV_O e A
9.000	10%	2.081	116.220	118.302	1.113	132.365	133.477
9.000	20%	4.019	101.618	105.637	2.270	115.738	118.008
9.000	30%	5.843	87.466	93.309	3.473	99.588	103.061
9.000	40%	7.524	73.901	81.424	4.721	83.919	88.640
9.000	50%	9.073	60.519	69.591	6.014	68.731	74.745
9.000	60%	10.487	47.573	58.060	7.352	54.029	61.381
9.000	70%	11.772	35.113	46.884	8.735	39.806	48.541
9.000	80%	12.920	22.982	35.902	10.163	26.058	36.220
9.000	90%	13.936	11.277	25.213	11.636	12.789	24.425
Alta	% Onib	OV_O	OV_A	OV_O e A	OV_O	OV_A	OV_O e A
12.000	10%	3.130	169.095	172.225	1.493	193.693	195.187
12.000	20%	6.022	141.249	147.270	3.067	161.139	164.206
12.000	30%	8.678	121.230	129.908	4.721	138.012	142.733
12.000	40%	11.073	101.717	112.790	6.455	115.738	122.193
12.000	50%	13.283	82.993	96.276	8.269	94.312	102.581
12.000	60%	15.211	64.999	80.210	10.163	73.742	83.905
12.000	70%	16.940	47.618	64.559	12.137	54.029	66.166
12.000	80%	18.413	31.065	49.478	14.191	35.169	49.360
12.000	90%	19.653	15.144	34.797	16.326	17.158	33.484

OV_ = ocupação viária (metro x min) dos ônibus (O); dos autos (A); e total (O e A).
Fonte: Autor.

Para este indicador, a Canaleta Exclusiva somente apresenta vantagem para altas participações dos passageiros em ônibus, mas o que merece destaque é a variação provocada na ocupação viária pela alteração na divisão modal.

Com base nas velocidades aplicadas às equações (7) e (8), e nas extensões percoridas, foram obtidos os consumos totais de combustível, conforme apresentados na Tabela 12, a seguir.

Tabela 12 – Consumo de combustível

Demanda		Tráfego Partilhado			Canaleta Exclusiva		
Baixa	% Onib	Comb_O	Comb_A	Comb_OA	Comb_O	Comb_A	Comb_OA
6.000	10%	9	844	853	8	888	895
6.000	20%	17	747	764	15	786	801
6.000	30%	26	651	677	23	684	707
6.000	40%	34	555	589	31	584	614
6.000	50%	42	461	503	38	484	523
6.000	60%	50	367	417	46	386	432
6.000	70%	58	274	332	54	288	342
6.000	80%	66	182	248	62	191	253
6.000	90%	74	90	164	70	95	165
Média	% Onib	Comb_O	Comb_A	Comb_OA	Comb_O	Comb_A	Comb_OA
9.000	10%	14	1.290	1.304	11	1.359	1.370
9.000	20%	27	1.140	1.167	23	1.200	1.223
9.000	30%	40	991	1.031	34	1.043	1.077
9.000	40%	53	845	898	46	888	934
9.000	50%	65	699	765	58	735	793
9.000	60%	78	555	633	70	584	654
9.000	70%	90	414	504	82	435	517
9.000	80%	101	274	375	94	288	382
9.000	90%	112	136	248	107	143	249
Alta	% Onib	Comb_O	Comb_A	Comb_OA	Comb_O	Comb_A	Comb_OA
12.000	10%	19	1.780	1.799	15	1.882	1.897
12.000	20%	37	1.545	1.582	31	1.628	1.659
12.000	30%	55	1.341	1.397	46	1.412	1.459
12.000	40%	73	1.140	1.213	62	1.200	1.262
12.000	50%	90	942	1.032	78	991	1.069
12.000	60%	106	748	854	94	786	880
12.000	70%	122	556	678	111	584	695
12.000	80%	138	367	505	127	386	513
12.000	90%	152	182	334	144	191	335

Comb_ = consumo de combustível de petróleo (litros) de diesel (O), gasolina (A) e total (AO).
Fonte: Autor.

Também aqui, cabe destacar a variação provocada no consumo de combustíveis (e decorrentes emissões de poluentes) pela alteração na divisão modal.

Com os dados de consumos de combustíveis, foram obtidos os níveis de emissão de CO^2 apresentados na Tabela 13, a seguir.

Tabela 13 – Emissões globais – CO^2

Demanda		Tráfego Partilhado			Canaleta Exclusiva		
Baixa	% Onib	CO2_O	CO2_A	CO2_O A	CO2_O	CO2_A	CO2_O A
6.000	10%	28	1.478	1.505	24	1.554	1.578
6.000	20%	56	1.307	1.363	49	1.375	1.423
6.000	30%	83	1.139	1.221	73	1.197	1.271
6.000	40%	109	972	1.081	98	1.022	1.119
6.000	50%	135	806	942	123	847	970
6.000	60%	161	642	804	148	675	822
6.000	70%	186	479	666	173	504	677
6.000	80%	211	318	529	198	334	532
6.000	90%	236	158	394	224	166	390
Média	% Onib	CO2_O	CO2_A	CO2_O A	CO2_O	CO2_A	CO2_O A
9.000	10%	44	2.258	2.302	36	2.378	2.415
9.000	20%	86	1.995	2.081	73	2.100	2.173
9.000	30%	128	1.734	1.863	110	1.825	1.935
9.000	40%	169	1.478	1.648	148	1.554	1.702
9.000	50%	209	1.223	1.433	186	1.286	1.472
9.000	60%	249	972	1.221	224	1.022	1.246
9.000	70%	287	725	1.011	263	761	1.023
9.000	80%	324	480	803	302	504	805
9.000	90%	360	238	598	341	250	591
Alta	% Onib	CO2_O	CO2_A	CO2_O A	CO2_O	CO2_A	CO2_O A
12.000	10%	60	3.114	3.175	49	3.293	3.342
12.000	20%	119	2.703	2.822	98	2.849	2.947
12.000	30%	177	2.347	2.524	148	2.472	2.619
12.000	40%	233	1.995	2.228	198	2.100	2.298
12.000	50%	287	1.649	1.936	250	1.734	1.984
12.000	60%	340	1.308	1.648	302	1.375	1.677
12.000	70%	391	972	1.364	354	1.022	1.376
12.000	80%	440	643	1.083	408	675	1.082
12.000	90%	488	318	806	462	334	796

CO2_ = Dióxido de carbono (quilogramas) emitidos por ônibus (O), auto (A) e por ambos (O A).
Fonte: Autor.

Por este indicador, assim como para todos os dependentes do consumo de combustíveis, a Canaleta Exclusiva somente apresenta vantagem direta para altas participações dos passageiros em ônibus (90%), mas, também aqui, o que merece destaque é a variação provocada pela alteração na divisão modal.

Também com os dados de velocidade obtidos, e decorrentes consumos de combustíveis e índices de emissões, conforme equações de (9) a (15) foram obtidos os níveis de emissão de poluentes de repercussão local, transformados em equivalentes de monóxido de carbono CO, apresentados na Tabela 14, a seguir.

Tabela 14 – Emissões locais – Equivalentes CO

Demanda		Tráfego Partilhado			Canaleta Exclusiva		
Baixa	% Onib	Eq CO_O	Eq CO_A	Eq CO_O A	Eq CO_O	Eq CO_A	Eq CO_O A
6.000	10%	1,1	266,4	267,5	0,7	294,1	294,8
6.000	20%	2,2	234,8	237,0	1,4	259,0	260,4
6.000	30%	3,2	203,7	206,9	2,1	224,6	226,7
6.000	40%	4,2	173,1	177,3	2,8	190,7	193,6
6.000	50%	5,1	143,2	148,3	3,6	157,5	161,1
6.000	60%	6,0	113,6	119,7	4,4	124,8	129,2
6.000	70%	6,9	84,5	91,3	5,2	92,7	97,9
6.000	80%	7,6	55,8	63,5	6,0	61,2	67,3
6.000	90%	8,3	27,7	36,0	6,9	30,3	37,2
Média	% Onib	Eq CO_O	Eq CO_A	Eq CO_O A	Eq CO_O	Eq CO_A	Eq CO_O A
9.000	10%	1,9	414,4	416,3	1,0	459,5	460,5
9.000	20%	3,7	363,8	367,4	2,1	403,0	405,1
9.000	30%	5,3	314,4	319,7	3,2	347,9	351,1
9.000	40%	6,9	266,6	273,5	4,4	294,1	298,5
9.000	50%	8,4	219,3	227,7	5,6	241,7	247,4
9.000	60%	9,8	173,2	183,0	6,9	190,7	197,6
9.000	70%	11,1	128,5	139,5	8,2	141,1	149,3
9.000	80%	12,2	84,5	96,8	9,6	92,7	102,3
9.000	90%	13,2	41,7	55,0	11,0	45,7	56,7
Alta	% Onib	Eq CO_O	Eq CO_A	Eq CO_O A	Eq CO_O	Eq CO_A	Eq CO_O A
12.000	10%	2,7	592,5	595,2	1,4	662,3	663,7
12.000	20%	5,3	500,9	506,1	2,8	556,8	559,6
12.000	30%	7,7	431,7	439,4	4,4	478,6	483,0
12.000	40%	10,0	364,0	374,0	6,0	403,0	409,0
12.000	50%	12,1	298,6	310,7	7,8	329,8	337,6
12.000	60%	14,0	235,1	249,1	9,6	259,0	268,6
12.000	70%	15,7	173,4	189,1	11,5	190,7	202,2
12.000	80%	17,3	113,8	131,1	13,5	124,8	138,3
12.000	90%	18,6	55,9	74,5	15,5	61,2	76,8

CO_ = equivalente em quilogramas de monóxido de carbono, emitidos por ônibus (O), autos (A) e total (O A).
Fonte: Autor.

Para este indicador, também dependente do consumo de combustíveis, a Canaleta Exclusiva não apresenta vantagem direta, e, também aqui, merece destaque a variação provocada pela alteração na divisão modal.

Agregar esse amplo conjunto de informações possibilita a identificação do efeito da Canaleta Exclusiva nos aspectos de avaliação (Ambiental, Econômico e Social), em função da combinação entre porte de demanda e divisão modal.

Nas Tabelas de 15 a 22, apresentadas na sequência, foram efetuados os agrupamentos de participação dos ônibus no total de passageiros em baixa (incorporando as participações 10%, 20% e 30%), média (40%, 50% e 60%), e alta (70%, 80% e 90%), e nelas, são apresentados os efeitos finais da alternativa Canaleta Exclusiva, relativamente à operação em Tráfego Partilhado, em variação porcentual, com valores positivos indicando aumento, e negativos, redução.

Tabela 15 – Efeito canaleta na velocidade média geral

	Participação dos ônibus		
Demanda	Baixa	Média	Alta
Baixa	3%	17%	19%
Média	6%	22%	21%
Alta	9%	27%	24%

Fonte: Autor.

Determinada a velocidade média geral como a relação entre o total de quilômetros percorridos por todos os passageiros no trecho dividido pelo tempo total ocupado nesse percurso, também, por todos os passageiros no trecho, os dados da Tabela 15 indicam, com clareza, que, a um crescimento do porte da demanda, corresponde um acréscimo no ganho obtido pela Canaleta Exclusiva, assim como crescem os ganhos dela com o crescimento da participação dos ônibus.

Os efeitos nos tempos podem ser verificados na Tabela 16, a seguir.

Tabela 16 – Efeito canaleta no tempo total de percurso

	Participação dos ônibus		
Demanda	Baixa	Média	Alta
Baixa	-3%	-14%	-16%
Média	-6%	-18%	-17%
Alta	-8%	-21%	-19%

Fonte: Autor.

Praticamente de forma inversa à velocidade, o tempo total de percurso, (referente a todos passageiros no trecho), os dados da Tabela 16 indicam, com clareza, que, a um crescimento do porte da demanda, corresponde um acréscimo no ganho obtido pela Canaleta Exclusiva, assim como crescem os ganhos dela com o crescimento da participação dos ônibus, atingindo portes que se aproximam de 20% na redução do tempo total dos passageiros.

Quanto à ocupação do espaço viário, os dados da Tabela 17 ilustram os resultados.

Tabela 17 – Efeito canaleta na ocupação do espaço viário

	Participação dos ônibus		
Demanda	Baixa	Média	Alta
Baixa	12%	8%	2%
Média	12%	8%	1%
Alta	12%	7%	0%

Fonte: Autor.

Verifica-se que, a Canaleta Exclusiva amplia a cupação do espaço viário, com significado mais elevado para baixa participação dos passageiros de ônibus e redução nesse acréscimo de ocupação do viário, na medida em que aumentam a participação dos ônibus e o porte da demanda.

Quanto ao consumo de combustível, a Tabela 18 concentra os resultados obtidos.

Tabela 18 – Efeito canaleta no consumo de combustível

	Participação dos ônibus		
Demanda	Baixa	Média	Alta
Baixa	5%	4%	2%
Média	5%	4%	2%
Alta	5%	4%	2%

Fonte: Autor.

Ainda que em portes porcentuais não elevados, notadamente para a situação de alta participação dos passageiros de ônibus, verifica-se que o efeito da Canaleta Exclusiva é de acréscimo no consumo de combustíveis, derivados de petróleo.

Estes três indicadores (tempo total de percurso, ocupação do espaço viário e consumo de combustível) que se associam ao aspecto Econômico da Sustentabilidade Urbana sugerem a validade da Canaleta Exclusiva quando associada a uma divisão modal com maior participação dos ônibus no atendimento aos passageiros, situação não incomum, como o binário Maracatins / Nhambiquaras que apresenta valores da ordem de 50% de participação de passageiros em ônibus e a Avenida Ibirapuera, que, antes da inauguração da linha metroviária, apresentava participação acima de 75% para passageiros de ônibus.

No aspecto ambiental, por conta do consumo de combustível por passageiro atendido ser muito mais acentuado nos percursos por automóveis do que por ônibus, e, dada a sensibilidade do consumo de combustíveis às variações de velocidade, a dedicação de uma faixa de tráfego exclusivamente aos ônibus, com decorrente retirada dessa faixa oferecida ao tráfego geral, promove uma redução da velocidade média dos automóveis, com decorrentes aumentos de consumo de gasolina e, por decorrência, de emissão de poluentes pelos automóveis.

Isso é o que se verifica pelos dados das Tabelas 19 e 20, apresentadas a seguir.

Tabela 19 – Efeito canaleta na emissão de CO^2

	Participação dos ônibus		
Demanda	Baixa	Média	Alta
Baixa	4%	3%	1%
Média	4%	3%	0%
Alta	5%	3%	0%

Fonte: Autor.

Tabela 20 – Efeito canaleta na emissão de poluentes locais

	Participação dos ônibus		
Demanda	Baixa	Média	Alta
Baixa	10%	9%	6%
Média	10%	9%	6%
Alta	11%	9%	6%

Fonte: Autor.

Por fim, quanto ao indicador associado ao aspecto Social da Sustentabilidade, os efeitos da Canaleta Exclusiva na redução da relação entre os tempos consumidos pelo passageiro dos ônibus e os tempos consumidos pelos passageiros dos autos são apresentadas na Tabela 21, sendo o primeiro conjunto, na forma de variação porcentual dessa relação, e o segundo apresentando os valores de tempo total do passageiro de ônibus quando efetuando o percurso em Tráfego Partilhado e em Canaleta Exclusiva, em minutos.

Tabela 21 – Efeito canaleta na relação de tempo em ônibus e em auto

	Participação dos ônibus			Participação dos ônibus		
Demanda	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
Baixa	-45%	-38%	-29%	6,2_3,9	5,7_4,0	5,2_4,2
Média	-51%	-42%	-31%	7,1_3,9	6,3_4,2	5,6_4,4
Alta	-56%	-46%	-32%	7,9_4,0	7,0_4,3	6,0_4,6

Fonte: Autor.

Por esse indicador, o ganho da Canaleta Exclusiva se mostra muito significativo, promovendo reduções absolutas de tempos de percurso para os passageiros de ônibus que, em seus menores portes, superam 1 minuto para altas participações de passageiros de ônibus.

Ainda que de forma incipiente, os resultados deste indicador abrem possibilidades de atender, de forma mais completa, a preocupação manifestada por Venter (2018), como citado na página 18, sobre haver importante lacuna de pesquisa, já que os impactos diferenciais entre os grupos de usuários estão ainda sub-representados na literatura.

Da mesma forma, estes resultados reforçam o manifestado por Zhao e Shengxiao (2016), citado na página 17, quanto à desigualdade de transporte, com famílias de baixa renda carregando um alto nível de carga de viagem, basicamente composta pelo excessivo tempo de viagem e desconforto, situação que também em São Paulo se configura, conforme observado na Figura 4, na página 15.

Por outro lado, a redução na desigualdade de tempos entre passageiros de ônibus e automóveis, promovida pela Canaleta Exclusiva, pode influir positivamente na alteração da divisão modal, com maior participação dos ônibus, o que é sustentado por Pereira (2007), como citado na página 24, que manifesta que, entre as várias razões que levam um indivíduo a optar entre um ou outro modo de transporte, tempos nas alternativas podem ser atributos considerados na decisão.

Cabe, por fim, considerar que para as simulações realizadas, em uma via com cerca de 1,8 km, em nenhuma situação de combinação de porte de demanda e participação modal, houve incremento de tempo do passageiro de automóvel, na situação com Canaleta Exclusiva, relativamente à situação de Tráfego Partilhado que excedesse 30 segundos, ficando na média de 25 segundos, e os ganhos de tempo dos passageiros dos ônibus, nas mesmas situações, nunca foram inferiores a 1 minuto, com uma média de 2,2 minutos de ganhos, conforme se verifica na Tabela 22, a seguir.

Tabela 22 – Efeito canaleta nos tempos médios – Via de 1,8 km

	Redução de tempo ônibus			Acréscimo de tempo autos		
Demanda	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
Baixa	139	101	63	25	24	23
Média	188	131	74	27	25	24
Alta	238	161	85	28	26	24

Valores em segundos
Fonte: Autor.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos pelos tratamentos realizados nos dados levantados e disponíveis permitiram que o objetivo do trabalho fosse alcançado, com a verificação do potencial de contribuição da operação de ônibus em Canaleta Exclusiva à Sustentabilidade Urbana, comparativamente à alternativa em Tráfego Partilhado.

Para o aspecto Social da Sustentabilidade Urbana, com base no indicador definido pela relação entre tempos de percurso de passageiros de ônibus e de automóveis, a operação em Canaleta Exclusiva se mostra indicada em qualquer combinação de porte de demanda e participação de ônibus.

O tempo a mais dos passageiros de ônibus, em relação ao tempo dos passageiros de automóveis, na operação em Tráfego Partilhado atinge valores nunca inferiores a 70%; e, na operação do ônibus em Canaleta Exclusiva, se reduz a valores nunca superiores a 40%, conforme dados da Tabela 8, na página 46.

Já sob o aspecto Econômico da Sustentabilidade Urbana, também pelo indicador tempo total de passageiros (considerados tanto os de ônibus como os de automóveis), a Canaleta Exclusiva se mostra adequada para qualquer porte de demanda, com participação acima de 10% dos passageiros utilizando ônibus.

A redução desse tempo total se mostra crescente em valor absoluto e em valor relativo na relação direta com o crescimento do porte de demanda e com da participação de passageiros em ônibus, podendo atingir reduções de até 23% no tempo total de percurso de todos os passageiros.

Ainda sob o aspecto econômico, quanto à ocupação do sistema viário, a Canaleta Exclusiva somente apresenta vantagem para altas participações dos passageiros em ônibus, mas o que merece destaque é a variação provocada na ocupação viária pela alteração na divisão modal.

Para os indicadores relacionados ao consumo de combustível, os valores finais, entre operação de ônibus urbano em Canaleta Exclusiva e em Tráfego Partilhado, eles se apresentaram com portes muito semelhantes, nunca excedendo um acréscimo de 5%, mas sempre com desvantagem para a Canaleta Exclusiva.

Quanto aos acréscimos de consumo de gasolina pelos automóveis, e decorrentes acréscimos de emissão de poluentes associados, isso de deve ao fato de a existência da Canaleta Exclusiva aumentar a velocidade dos ônibus, mas reduzir a dos automóveis.

Dessa forma, há uma redução do consumo específico de diesel, dos ônibus, mas um aumento do consumo de gasolina, dos automóveis, que tem, na absoluta maioria das vezes, um total de veículos muito acima do total de ônibus, e, assim, apresentando um total de extensão percorrida bastante superior a dos ônibus.

Quanto a esses indicadores, dados os percursos ocorrerem nas mesmas extensões nas duas situações comparadas, em última instância, eles se relacionam exclusivamente com as velocidades de percurso, há que se considerar que as situações comparadas se referem a situações de otimização do atendimento ao tráfego geral (automóveis prevalecendo), a partir dos estabelecimentos de tempos semafóricos que privilegiam o percurso sem paradas localizadas.

Isso faz com que os ônibus tenham acrescentados os tempos de parada no semáforo posterior ao do ponto de embarque e desembarque, em, praticamente, todas as situações de parada do ônibus no ponto. Isso não é um equívoco na simulação, já que representa a realidade, regra geral, verificada.

Por outro lado, se para o tráfego geral, não se vislumbram possibilidades de reduções de tempo adicionais ao que foi considerado nas simulações, para os ônibus, ao contrário, existem as possibilidades de pontos desmembrados, como o já existente na Avenida Ibirapuera junto ao shopping, sentido do centro para o bairro, de faixas de ultrapassagem nas posições de pontos, e de cobrança de tarifa antecipada ao embarque, o que aproxima a estrutura da Canaleta Exclusiva à de um sistema BRT – Bus Rapid Transit.

Ainda na questão, referente aos itens associados ao consumo de combustível, é importante a constatação de que programas de melhorias tecnológicas de redução de emissões veiculares por automóveis ou, mesmo, mudança de tecnologia para automóveis com a introdução de energia elétrica, favorecem a comparação para a Canaleta Exclusiva, sob o aspecto Ambiental, já que esses programas visam reduzir a emissão de poluentes pelos automóveis.

Ao final, do conjunto de dados trabalhados, e aqui apresentados, vale destacar que fica extremamente claro que a alteração da divisão modal, com o aumento da participação do atendimento por ônibus, tem um efeito significativo de melhoria em todos os aspectos avaliados (Ambiental, Econômico e Social), e que a adoção da Canaleta Exclusiva, com a redução na desvantagem comparativa do ônibus quanto aos tempos de percurso pode ter um efeito incentivador nessa promissora alteração de divisão modal.

Das possibilidades de aspectos de estudo na área deste trabalho que não foram aprofundados neste estudo, três merecem destaque: (i) otimização de sequenciamento semafórico que considere, também, a presença dos pontos de embarque e desembarque, com as probabilidades de parada do ônibus; (ii) efeito de faixas de ultrapassagem para os ônibus em operação de Canaleta Exclusiva; e (iii) efeito da existência de Canaleta Exclusiva na diivisão modal.

REFERÊNCIAS

ADAMS, William M. **The future of sustainability:** Re-thinking Environmental and Development in the Twenty-first Century. Report of the IUCN – The World Conservation Union. Report Renowned Thinkers Meeting, 29-31, January 2006, Last revised 22 May 2006. https://cmsdata.iucn.org/downloads/iucn_future_of_sustanability.pdf.

AKATU, Instituto. **A Sustentabilidade ainda é possível?** Publicação de Instituto AKATU e Universidade Livre da Mata Atlântica/Worldwatch Institute Brasil, 2013. https://www.akatu.org.br/wp-content/uploads/2017/04/EstadodoMundo2013web.pdf.

ALVES, Luiz César. **Análise dos impactos da reforma tributária sobre os custos do setor de transporte no Brasil**. Dissertação de Mestrado do Instituto Militar de Engenharia, 2012. http://transportes.ime.eb.br/DISSERTA%C3%87%C3%95ES/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20LUIS%20CESAR.pdf.

BASTOS, Marcelo Cabreira. **Uma reflexão crítica sobre os modelos de reajuste tarifário para o transporte coletivo por ônibus urbano no Brasil**. Dissertação de Mestrado em COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012. http://www.pet.coppe.ufrj.br/.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. **Emissões relativas de poluentes do transporte motorizado de passageiros nos grandes centros urbanos Brasileiros**. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2011. http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5574/1/BRU_n05_emiss%C3%B5es.pdf

CASTRO, Carlos Fernando Carvalho de. **Avaliação de fatores intervenientes nas emissões veiculares em corredores de ônibus**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2008. http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-05112008-113346/publico/FINAL_Edicao_Revisada.pdf.

CAUCHICK MIGUEL, Paulo Augusto (Org). **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações.** Rio de Janeiro. Elsevier. 2010.

CERVANTES, Silvia Galvão de Souza. **Um Algoritmo Descentralizado para Controle de Tráfego Urbano em Tempo Real**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina. Obtido em https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/101683/224020.pdf?sequence=1.

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. **Pesquisa de Monitoração da Mobilidade**. Mobilidade no Sistema Viário Principal. Volume e velocidade – 2017. Obtido em http://www.cetsp.com.br/media/714822/msvp-2017-volume-e-velocidade.pdf.

CINTRA, Marcos. Os Custos dos Congestionamentos na Cidade de São Paulo. Escola de Economia de São Paulo da Fundação Getulio Vargas FGV-EESP. Abril 2014. Obtido em http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/11576/TD+356+-+Marcos+Cintra.pdf?sequence=1

CHAPMAN, Lee. **Transport and climate change:** a review. Journal of Transport Geography, V15 (5) p. 354-367, 2007. DOI 10.1016/jfrangeo.2006.11.008. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.469.7623&rep=rep1&type=pdf.

COELHO, Juliana Carla. Anãlise dos Imactos fr Tráfego ... Fortaleza-CE, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. 2011. Obtido em http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/15897/1/2011_dis_jccoelho.pdf.

CONSCIENCIOPÉDIA – **Enciclopédia Digital da Conscienciologia** http://pt.conscienciopedia.org/index.php/Frases_sobre_carta, acessado em 01 02.2019.

COSTA, Marcela da Silva. **Um índice de mobilidade urbana sustentável**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2008. http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-01112008-200521/publico/Tese_MCOSTA.pdf.

FENTON, Paul; GUSTAFSSON, Sara. **Contesting sustainability in urban transport** – perspectives from a Swedish town. Natural Resources Forum, Vol.39(1), p.15-26. February 2015. DOI: 10.1111/1477-8947.12061. https://www.researchgate.net/publication/272356596_Contesting_sustainability_in_urban_transport_-_perspectives_from_a_Swedish_town.

FLINT, R. Warren. Capítulo 2 **Basics of sustainable development**, do livro "Practice of Sustainabilily Community Development: A Participatory Framework for Change". Springer Science+Business Media, New York, 2013. DOI 10.1007/978-1-4614-5100-6_2. https://www.springer.com/us/book/9781461450993.

HERRERO, Luis M. Jiménez. **Transport and mobility**: the keys to sustainability. Lychnos Notebooks of the Fundation General CSIC, Digital Edition, 04 – Edição de março 2011. http://www.fgcsic.es/lychnos/en_EN/articles/transport_and_mobility.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa da população residente para 2017.** https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads.

IONCICA, Maria; PETRESCU, Eva Cristina; IONCICA, Diana. **Transports and consumers' ecological behavior**. Journal Amfiteatru Economic. Bucharest University of Economic Studies, Vol. XIV, No. 31, p. 70-83. February 2012. http://www.amfiteatrueconomic.ro/temp/Article_1101.pdf.

IPEA/ANTP Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada /Associação Nacional de Transportes Públicos. **Redução das deseconomias urbanas com a melhoria dos transportes públicos**. Revista dos Transportes Públicos - ANTP - Ano 21- 1º trimestre, 1999. http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/057A84C9-76D1-4BEC-9837-7E0B0AEAF5CE.pdf.

LIMA, Gleyphson Santana de. **Metodologia de avaliação econômico-ambiental das emissões veiculares na implantação de BRT**. Dissertação de Mestrado, no Instituto Militar de Engenharia, 2013. http://transportes.ime.eb.br/DISSERTA%C3%87%C3%95ES/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Mestrado%20Gleiphyson%20Santana%20de%20Lima.pdf.

MARSDEN, Greg; RYE, Tom. **The governance of transport and climate change**. Journal of Transport Geography, V18 (6) p. 669-678, 2010. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2009.09.014. https://www.researchgate.net/publication/223020139_The_governance_of_transport_and_climate_change.

METRÔ – Companhia do Metropolitano de São Paulo. **Pesquisa origem e destino 2007:** síntese das informações. Secretaria dos Transportes Metropolitanos, dezembro de 2008. http://www.metro.sp.gov.br/metro/arquivos/OD_2007_Sumario_de_Dados.pdf.

MILLER, Patrick et al. **Public Transportation and Sustainability**: a review. Journal of Civil Engineering. V20 (3) p. 1076-1083, 2016. DOI: 10.1007/s12205-016.0705-0. https://www.researchgate.net/publication/297741118_Public_transportation_and_sustainability_A_review.

MOTTA, Renata Almeida; RIBEIRO, Suzana Kahn; PORTUGAL, Licínio da Sila. **Análise crítica de corredores de ônibus sob o ponto de vista ambiental**. Revista dos Transportes Públicos - ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos - Ano 30 - 4º trimestre, 2007. http://www.fetranspordocs.com.br/downloads/11Analisecriticacorredores.pdf.

OCAMPO, Lanndon; OCAMPO, Christine Omela. **A proposed sustainable manufacturing strategy framework**. Asian Academy of Management Journal, Vol. 20, No. 2, 29–57, 2015. DOI:10.13165/VSE-15-5-1-08. https://www3.mruni.eu/ojs/business-systems-and-economics/article/view/4135.

PEREIRA, Cátia Maria Cavalcanti. **Contribuição para modelagem da divisão modal multinomial com base em estimativa de valor do tempo em transportes associada a um sistema de informação geográfica**. Tese de Doutoramento. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. 2007. http://www.pet.coppe.ufrj.br/.

RAIA JUNIOR, Archimedes Azevedo et al. **O Uso do Software Demo no Ensino de Engenharia de Tráfego.** COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2004. http://docplayer.com.br/5680871-O-uso-de-software-demo-no-ensino-de-engenharia-de-trafego.html.

ROCHA, Mônica Guerra. **Indicadores de qualidade da prestação de serviço:** mobilidade urbana. Rio Como Vamos em parceria técnica com ITDP – Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 2014. http://www.riocomovamos.org.br/portal/arquivos/1._Experiencias_Nacionais_e_Internacionais.pdf.

SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento et al. **Avaliação dos Impactos ... energética de Tansporte**. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2015. Obtido em https://www.saudeesustentabilidade.org.br/site/wp-content/uploads/2015/08/Relatorio-Final-COMPLETO_ago.pdf.

SAMBONI, Andres Felipe Dobros. Adequação de Procedimentos para Determinação da Velocidade de Percurso no Método HCM 2010 para Vias Urbanas Brasileiras. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. 2014. Obtido em http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/16964/1/2014_AndresFelipeIdroboSamboni.pdf.

SANCHES, Alexandre Milkiewicz. **Planejamento de transporte urbano:** Estudo de caso da linha verde em Curitiba. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, de Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa, 2008. https://docplayer.com.br/4887566-Planejamento-de-transporte-urbano-estudo-de-caso-da-linha-verde-em-curitiba.html.

SILVA, Luciano Ferreira da et al. **The carbon emission dilemma:** Solutions may come from market or behavioral change? RISUS – Journal on Innovation and Sustainability. V (8), nº 1, 2017. DOI: 10.24212/2179-3565.2017v8i1p144-156 https://www.researchgate.net/publication/315780063_THE_CARBON_EMISSION_DILEMMA_SOLUTIONS_MAY_COME_FROM_MARKET_OR_BEHAVIORAL_CHANGE_O_Dilema_de_emissoes_de_carbono_solucoes_podem_vir_de_mercado_ou_de_mudancas_comportamentais.

STEPHENSON, Janet et al. **Deep interventions for a sustainable transport future**. Transportation Research*:* Part D*.* Vol. 61, p. 356-372, Jun. 2018. DOI: 10.1016/j.trd.2017.06.031. https://www.researchgate.net/publication/319477436_Deep_interventions_for_a_sustainable_transport_future.

UNESCAP - United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific and CITYNET. **Sustainable urban transportation systems**: Un Overview; 2012. https://www.uncclearn.org/sites/default/files/inventory/unescap20_0.pdf.

VENTER, Christoffel et al. **The equity impacts of bus rapid transit:** a review of the evidence and implications for sustainable transport. International Journal of Sustainable Transportation. Vol. 12, p140-152. 2018. DOI: 10.1080/15568318.2017.1340528. https://www.researchgate.net/publication/317595531_The_equity_impacts_of_bus_rapid_transit_A_review_of_the_evidence_and_implications_for_sustainable_transport.

WCED - World Commission on Environment and Development. **Our common future.** Documento da World Commission on Environment and Development; 1987, obtido em http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf

WICKHAM, James. **Public transport systems:** the sinews of european urban citizenship? European Societies, Vol.8 (1), p. 3-27, 2006. DOI: 10.1080/14616690500491464. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14616690500491464.
XIA, Ting; ZHANG, Ying; SHAH, Pushan. **Cobenefits of replacing car trips with alternative transportation:** a review of evidence and methodological issues. Journal of Environmental and Public Health; New York, 2013. DOI: 10.1155/2013/797312. https://www.hindawi.com/journals/jeph/2013/797312/.

ZHAO, Pengjun; SHENGXIAO, Li. **Restraining transport inequality in growing cities:** can spatial planning play a role? International Journal of Sustainable Transportation. Vol. 10, p. 947-959, 2016. DOI: 10.1080/15568318.2016.1191693. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15568318.2016.1191693.

APÊNDICE A – Tabela 23. Movimento de embarque e desembarque nos pontos.

Apêndice A - Movimento de embarque e desembarque nos pontos

Tabela 23 - Embarque e desembarque – Alameda dos Maracatins.

(continua)

Maracatins	P 1578	P 1250	P 1002	P 796	P 552	P 292
0_sobe	0	0	1	0	3	1
1_sobe	0	0	0	3	0	0
4_sobe	0	0	0	0	0	1
5_sobe	1	0	4	0	3	9
6_sobe	0	7	5	7	11	22
7_sobe	4	8	9	23	16	97
8_sobe	5	12	20	32	40	52
9_sobe	6	9	14	21	23	40
10_sobe	0	12	6	18	16	36
11_sobe	10	12	3	23	13	27
12_sobe	10	10	10	21	15	27
13_sobe	9	19	16	28	8	41
14_sobe	7	18	13	23	28	28
15_sobe	9	18	39	42	26	41
16_sobe	19	36	40	49	34	72
17_sobe	13	29	48	60	37	76
18_sobe	9	31	45	47	32	49
19_sobe	7	25	30	24	24	33
20_sobe	1	10	15	17	6	18
21_sobe	13	9	6	14	8	10
22_sobe	5	24	26	20	14	10
23_sobe	1	7	6	5	6	2
0_desce	0	0	0	0	0	0
1_desce	0	0	0	0	0	0
2_desce	0	0	0	0	0	0
3_desce	0	0	0	0	0	0
4_desce	1	0	1	0	1	2
5_desce	3	10	4	9	21	21
6_desce	8	18	41	38	61	77
7_desce	21	62	71	56	93	147
8_desce	8	85	88	62	110	156
9_desce	2	42	58	46	72	117
10_desce	4	25	27	27	52	45
11_desce	10	29	29	23	28	55
12_desce	15	30	37	24	42	50
13_desce	12	36	35	24	27	56
14_desce	5	24	6	14	13	28
15_desce	2	23	12	18	17	21
16_desce	8	16	12	12	17	23
17_desce	14	25	30	17	33	47
18_desce	12	38	27	20	31	48
19_desce	1	11	12	13	11	29
20_desce	4	6	6	9	6	10
21_desce	7	4	6	7	9	16
22_desce	0	6	4	8	6	10
23_desce	1	0	1	1	5	5

Embarque e desembarque – Alameda dos Nhambiquaras

(continuação)

Nhambiquaras	P 501	P 809	P 1039	P 1245	P 1603	P 1951
0_sobe	0	0	1	3	0	0
1_sobe	0	0	0	0	0	0
2_sobe	0	0	0	0	0	0
3_sobe	0	0	0	0	0	0
4_sobe	0	1	0	0	1	1
5_sobe	5	9	8	10	5	1
6_sobe	24	46	21	13	28	8
7_sobe	49	65	21	24	45	30
8_sobe	35	38	26	40	53	19
9_sobe	31	51	28	20	28	9
10_sobe	21	28	26	11	35	6
11_sobe	20	36	19	20	44	10
12_sobe	35	38	14	34	48	4
13_sobe	41	23	13	25	49	6
14_sobe	29	33	19	29	60	7
15_sobe	38	57	41	47	89	21
16_sobe	47	58	45	61	86	14
17_sobe	83	114	66	65	154	20
18_sobe	113	112	52	45	164	3
19_sobe	53	87	36	49	103	12
20_sobe	27	60	21	13	49	5
21_sobe	16	25	8	15	41	2
22_sobe	6	12	6	10	56	2
23_sobe	4	18	6	8	18	3
0_desce	0	1	0	0	0	0
1_desce	0	0	0	0	0	0
2_desce	0	0	0	0	0	0
3_desce	0	1	0	0	0	0
4_desce	8	12	8	6	5	7
5_desce	36	56	11	16	20	7
6_desce	38	79	38	39	51	36
7_desce	33	73	36	48	60	31
8_desce	49	78	17	33	59	20
9_desce	46	47	8	24	55	15
10_desce	24	25	12	12	23	16
11_desce	23	29	8	7	21	12
12_desce	18	38	10	14	39	14
13_desce	11	38	6	15	30	9
14_desce	13	35	7	5	20	7
15_desce	15	36	5	8	23	17
16_desce	10	35	4	6	12	3
17_desce	21	36	5	12	30	5
18_desce	27	42	9	12	17	4
19_desce	8	39	6	5	15	0
20_desce	10	14	3	4	18	2
21_desce	8	8	1	6	0	3
22_desce	5	4	2	0	7	2
23_desce	0	4	0	2	0	0

Embarque e desembarque – Avenida Ibirapuera, sentido Bairro_Centro

(continuação)

Ibirapuera BC	P 3253	P 2681	P 2119
0_sobe	19	7	17
1_sobe	0	1	1
2_sobe	0	8	0
3_sobe	1	0	0
4_sobe	24	10	26
5_sobe	117	98	148
6_sobe	338	308	349
7_sobe	540	422	471
8_sobe	454	361	361
9_sobe	240	287	227
10_sobe	155	145	205
11_sobe	158	163	194
12_sobe	207	189	224
13_sobe	175	221	246
14_sobe	169	223	258
15_sobe	189	311	296
16_sobe	298	404	426
17_sobe	411	563	573
18_sobe	471	568	679
19_sobe	286	327	337
20_sobe	166	182	175
21_sobe	118	100	109
22_sobe	128	105	93
23_sobe	40	46	41
0_desce	1	3	0
1_desce	0	0	0
2_desce	0	0	0
3_desce	4	3	6
4_desce	86	99	136
5_desce	268	309	400
6_desce	448	447	554
7_desce	489	418	527
8_desce	429	323	337
9_desce	292	215	257
10_desce	186	172	184
11_desce	186	134	163
12_desce	192	181	177
13_desce	193	161	163
14_desce	132	109	111
15_desce	108	96	93
16_desce	92	97	80
17_desce	87	99	67
18_desce	80	92	88
19_desce	53	70	43
20_desce	45	50	41
21_desce	32	37	38
22_desce	14	17	22
23_desce	7	6	5

Embarque e desembarque – Avenida Ibirapuera, sentido Centro_Bairro

(conclusão)

Ibirapuera CB	P 1888	P 2212	P 2564	P 3050	P 3100
0_sobe	43	63	70	37	28
1_sobe	0	1	12	5	10
2_sobe	1	0	1	17	0
3_sobe	0	0	1	5	0
4_sobe	6	6	8	17	2
5_sobe	61	51	53	28	12
6_sobe	219	146	179	81	48
7_sobe	207	190	210	126	93
8_sobe	197	165	188	112	113
9_sobe	110	143	201	94	89
10_sobe	160	115	118	78	91
11_sobe	173	136	115	106	99
12_sobe	211	195	131	205	147
13_sobe	248	196	206	142	139
14_sobe	392	406	308	197	245
15_sobe	487	498	410	318	186
16_sobe	666	734	731	510	289
17_sobe	684	673	790	555	349
18_sobe	570	668	702	621	444
19_sobe	441	498	427	443	247
20_sobe	248	263	248	299	164
21_sobe	213	213	169	170	138
22_sobe	228	251	232	303	250
23_sobe	84	156	128	101	129
0_desce	5	0	1	6	4
1_desce	0	0	0	4	0
2_desce	0	0	0	0	0
3_desce	1	1	0	0	0
4_desce	12	10	11	11	0
5_desce	92	142	92	99	36
6_desce	224	422	289	137	120
7_desce	307	527	436	208	148
8_desce	295	582	348	249	156
9_desce	166	270	234	192	117
10_desce	142	177	147	133	87
11_desce	156	150	119	120	95
12_desce	153	149	141	146	78
13_desce	180	178	136	155	94
14_desce	171	140	109	108	76
15_desce	165	117	110	94	82
16_desce	164	113	125	112	93
17_desce	192	112	129	90	91
18_desce	177	109	134	110	100
19_desce	133	82	99	80	53
20_desce	69	43	47	45	28
21_desce	69	43	37	38	14
22_desce	78	39	43	32	25
23_desce	36	21	22	12	7

APÊNDICE B – Tabela 1. Características adicionais dos segmentos viários da Maracatins.

Apêndice B – Tabela1. Características adicionais dos segmentos viários da Maracatins.

Segmento: indicado pelas interseções de início e de final do segmento;
Horário: indicado pelo início da hora civil;
Extensão, em metros;
TR (tempo realizado); corresponde ao tempo médio de percurso dos ônibus no segmento, no horário (em segundos), com base nos dados da SPTRANS;
VG (volume do tráfego geral): corresponde ao volume total da hora, exceto ônibus, em equivalentes automóveis de 2,00 para caminhões, 0,50 para motocicletas e 0,25 para bicicletas, referente ao horário;
VO (volume do tráfego de ônibus): corresponde ao volume de ônibus total da hora;
VTC (volume total em conversão): corresponde ao tráfego total, em equivalentes, realizando conversão de saída do segmento à direita (portanto na faixa de tráfego de percurso dos ônibus);
SEMA (semáforo): corresponde ao total de segundos não verde na hora;
PAX (passageiros): corresponde à média de passageiros embarcando e desembarcando por ônibus, no ponto, ao longo da hora; e
TA (tempo adicional): corresponde ao tempo adicional, em segundos, utilizado nos percursos dos ônibus nesse horário em relação ao percurso em velocidade uniforme de 50 km/h, normalizado para um percurso padrão de 100 metros.

(continua)

Segmento	Horário	Extensão	TR	VG	VO	VTC	SEMA	PAX	TA
Aratans_Moaci	0	216	36,70	170	7	75	1.476	0,19	9,78
Aratans_Moaci	3	216	25,00	181	2	76	1.476	0,00	4,37
Aratans_Moaci	4	216	24,02	238	6	124	1.476	0,32	3,91
Aratans_Moaci	5	216	31,05	452	18	316	1.476	0,90	7,16
Aratans_Moaci	6	216	38,62	1.152	20	516	1.476	2,00	10,67
Aratans_Moaci	7	216	46,00	1.270	21	482	1.476	3,20	14,08
Aratans_Moaci	8	216	51,90	1.256	22	472	1.476	3,72	16,81
Aratans_Moaci	9	216	51,08	1.173	26	497	1.476	2,46	16,43
Aratans_Moaci	10	216	59,55	1.338	21	539	1.476	1,89	20,35
Aratans_Moaci	11	216	58,63	1.381	21	518	1.476	1,65	19,92
Aratans_Moaci	12	216	59,28	1.288	20	501	1.476	1,80	20,22
Aratans_Moaci	13	216	55,65	1.284	21	518	1.476	1,86	18,55
Aratans_Moaci	14	216	56,61	1.284	22	498	1.476	1,88	18,99
Aratans_Moaci	15	216	55,42	1.305	18	527	1.476	2,23	18,44
Aratans_Moaci	16	216	66,14	1.369	21	510	1.476	2,01	23,40
Aratans_Moaci	17	216	66,77	1.429	22	566	1.476	2,81	23,69
Aratans_Moaci	18	216	60,54	1.422	20	622	1.476	3,69	20,81
Aratans_Moaci	19	216	52,04	1.642	18	570	1.476	2,14	16,87
Aratans_Moaci	20	216	45,92	1.477	17	520	1.476	1,24	14,04
Aratans_Moaci	21	216	44,37	1.328	16	469	1.476	0,82	13,33
Aratans_Moaci	22	216	50,64	1.195	14	420	1.476	2,67	16,23
Aratans_Moaci	23	216	32,86	1.047	12	280	1.476	0,57	8,00

(continuação)

Segmento	Horário	Extensão	TR	VG	VO	VTC	SEMA	PAX	TA
Indianópolis_Moema	0	339	60,18	176	11	72	1.656	0,34	10,54
Indianópolis_Moema	3	339	48,00	201	6	85	1.656	0,00	6,95
Indianópolis_Moema	4	339	42,67	247	12	85	1.656	0,28	5,37
Indianópolis_Moema	5	339	52,32	530	30	301	1.656	1,04	8,22
Indianópolis_Moema	6	339	72,16	1.194	34	478	1.656	2,73	14,06
Indianópolis_Moema	7	339	83,24	1.216	38	442	1.656	5,43	17,33
Indianópolis_Moema	8	339	86,09	1.204	39	438	1.656	4,86	18,17
Indianópolis_Moema	9	339	85,14	1.157	43	455	1.656	3,28	17,89
Indianópolis_Moema	10	339	98,30	1.345	37	527	1.656	2,03	21,77
Indianópolis_Moema	11	339	85,13	1.364	35	491	1.656	1,80	17,89
Indianópolis_Moema	12	339	83,00	1.272	34	454	1.656	2,30	17,26
Indianópolis_Moema	13	339	78,59	1.300	37	519	1.656	2,20	15,96
Indianópolis_Moema	14	339	83,36	1.268	36	460	1.656	1,90	17,37
Indianópolis_Moema	15	339	86,12	1.315	31	518	1.656	1,98	18,18
Indianópolis_Moema	16	339	91,57	1.355	36	503	1.656	2,32	19,78
Indianópolis_Moema	17	339	85,21	1.434	34	544	1.656	2,95	17,91
Indianópolis_Moema	18	339	88,05	1.432	36	530	1.656	2,36	18,75
Indianópolis_Moema	19	339	78,81	1.495	29	480	1.656	2,12	16,02
Indianópolis_Moema	20	339	66,03	1.339	28	428	1.656	1,14	12,26
Indianópolis_Moema	21	339	56,06	1.201	26	388	1.656	0,85	9,32
Indianópolis_Moema	22	339	51,48	1.082	20	348	1.656	1,05	7,97
Indianópolis_Moema	23	339	48,13	900	19	233	1.656	0,28	6,98
Jamaris_Jandira	0	218	26,22	181	13	56	1.440	0,04	4,85
Jamaris_Jandira	3	218	24,00	204	3	74	1.440	0,00	3,83
Jamaris_Jandira	4	218	23,50	239	11	84	1.440	0,09	3,60
Jamaris_Jandira	5	218	30,43	421	36	286	1.440	0,40	6,79
Jamaris_Jandira	6	218	39,55	1.195	40	473	1.440	1,04	10,98
Jamaris_Jandira	7	218	48,01	1.267	41	420	1.440	2,02	14,87
Jamaris_Jandira	8	218	49,45	1.265	43	419	1.440	2,28	15,53
Jamaris_Jandira	9	218	48,74	1.216	51	436	1.440	1,20	15,20
Jamaris_Jandira	10	218	51,26	1.369	42	513	1.440	0,81	16,36
Jamaris_Jandira	11	218	51,84	1.453	42	488	1.440	0,82	16,63
Jamaris_Jandira	12	218	57,62	1.327	40	438	1.440	0,89	19,28
Jamaris_Jandira	13	218	55,36	1.341	42	495	1.440	0,85	18,24
Jamaris_Jandira	14	218	50,66	1.332	44	459	1.440	0,88	16,08
Jamaris_Jandira	15	218	67,58	1.351	35	495	1.440	1,21	23,86
Jamaris_Jandira	16	218	54,85	1.428	41	481	1.440	1,20	18,01
Jamaris_Jandira	17	218	52,13	1.495	43	515	1.440	1,34	16,76
Jamaris_Jandira	18	218	46,43	1.437	39	503	1.440	1,25	14,14
Jamaris_Jandira	19	218	44,33	1.592	35	458	1.440	0,84	13,17
Jamaris_Jandira	20	218	40,92	1.432	34	419	1.440	0,56	11,61
Jamaris_Jandira	21	218	39,39	1.279	31	374	1.440	0,67	10,91
Jamaris_Jandira	22	218	35,33	1.148	27	331	1.440	0,49	9,04
Jamaris_Jandira	23	218	34,32	1.034	23	220	1.440	0,13	8,57

(continuação)

Segmento	Horário	Extensão	TR	VG	VO	VTC	SEMA	PAX	TA
Jandira_Aratans	0	219	32,44	182	17	24	1.656	0,14	7,62
Jandira_Aratans	3	219	23,80	202	5	32	1.656	0,00	3,67
Jandira_Aratans	4	219	23,32	250	14	35	1.656	0,06	3,45
Jandira_Aratans	5	219	31,53	466	46	96	1.656	0,34	7,21
Jandira_Aratans	6	219	40,45	1.255	50	200	1.656	0,84	11,28
Jandira_Aratans	7	219	51,54	1.352	51	182	1.656	1,62	16,34
Jandira_Aratans	8	219	52,08	1.331	52	180	1.656	1,97	16,59
Jandira_Aratans	9	219	57,15	1.258	63	187	1.656	1,32	18,91
Jandira_Aratans	10	219	56,40	1.441	51	194	1.656	0,89	18,56
Jandira_Aratans	11	219	61,30	1.514	51	204	1.656	0,69	20,80
Jandira_Aratans	12	219	64,93	1.376	48	188	1.656	1,01	22,46
Jandira_Aratans	13	219	63,89	1.392	51	202	1.656	0,95	21,98
Jandira_Aratans	14	219	61,33	1.384	53	183	1.656	0,61	20,82
Jandira_Aratans	15	219	67,63	1.406	43	211	1.656	1,02	23,69
Jandira_Aratans	16	219	68,55	1.478	51	195	1.656	0,76	24,11
Jandira_Aratans	17	219	62,56	1.546	53	215	1.656	1,10	21,38
Jandira_Aratans	18	219	55,26	1.528	48	202	1.656	1,16	18,04
Jandira_Aratans	19	219	47,44	1.706	44	186	1.656	0,69	14,47
Jandira_Aratans	20	219	44,16	1.533	42	170	1.656	0,65	12,97
Jandira_Aratans	21	219	48,49	1.375	38	155	1.656	0,49	14,95
Jandira_Aratans	22	219	45,22	1.234	33	141	1.656	0,83	13,46
Jandira_Aratans	23	219	33,55	1.081	28	97	1.656	0,29	8,12
Moaci_Carinás	0	326	58,73	124	7	66	1.800	0,10	10,80
Moaci_Carinás	3	326	41,00	129	3	84	1.800	0,00	5,37
Moaci_Carinás	4	326	41,67	176	7	126	1.800	0,11	5,57
Moaci_Carinás	5	326	50,67	298	22	331	1.800	0,32	8,33
Moaci_Carinás	6	326	51,19	854	23	624	1.800	0,53	8,49
Moaci_Carinás	7	326	67,82	931	20	632	1.800	1,01	13,59
Moaci_Carinás	8	326	69,26	926	21	616	1.800	0,95	14,03
Moaci_Carinás	9	326	63,51	862	24	622	1.800	0,53	12,27
Moaci_Carinás	10	326	73,33	990	19	714	1.800	0,34	15,28
Moaci_Carinás	11	326	75,45	1.053	21	672	1.800	0,60	15,93
Moaci_Carinás	12	326	80,22	952	20	659	1.800	0,89	17,39
Moaci_Carinás	13	326	77,00	959	24	680	1.800	0,97	16,40
Moaci_Carinás	14	326	77,28	959	23	654	1.800	0,61	16,49
Moaci_Carinás	15	326	81,66	969	17	693	1.800	0,84	17,83
Moaci_Carinás	16	326	86,51	1.023	20	685	1.800	0,97	19,32
Moaci_Carinás	17	326	102,18	1.063	22	739	1.800	0,92	24,12
Moaci_Carinás	18	326	90,12	1.036	19	788	1.800	1,20	20,42
Moaci_Carinás	19	326	71,78	1.185	17	755	1.800	1,07	14,80
Moaci_Carinás	20	326	64,63	1.061	17	689	1.800	0,60	12,61
Moaci_Carinás	21	326	58,49	952	16	629	1.800	0,78	10,73
Moaci_Carinás	22	326	67,63	859	16	563	1.800	0,35	13,53
Moaci_Carinás	23	326	55,96	774	11	377	1.800	0,12	9,95

(conclusão)

Segmento	Horário	Extensão	TR	VG	VO	VTC	SEMA	PAX	TA
Moema_Jamaris	0	216	31,70	177	8	15	1.836	0,31	7,45
Moema_Jamaris	3	216	29,00	190	3	19	1.836	0,00	6,20
Moema_Jamaris	4	216	26,17	249	11	18	1.836	0,14	4,89
Moema_Jamaris	5	216	33,34	446	30	63	1.836	0,84	8,21
Moema_Jamaris	6	216	41,65	1.181	31	98	1.836	2,12	12,05
Moema_Jamaris	7	216	47,21	1.297	34	84	1.836	3,38	14,62
Moema_Jamaris	8	216	46,92	1.282	34	86	1.836	3,51	14,49
Moema_Jamaris	9	216	46,86	1.201	40	93	1.836	2,19	14,46
Moema_Jamaris	10	216	53,24	1.376	34	111	1.836	1,40	17,40
Moema_Jamaris	11	216	52,88	1.450	33	103	1.836	1,14	17,24
Moema_Jamaris	12	216	51,63	1.300	32	95	1.836	1,45	16,66
Moema_Jamaris	13	216	48,36	1.324	32	109	1.836	1,37	15,15
Moema_Jamaris	14	216	47,82	1.316	35	97	1.836	0,86	14,90
Moema_Jamaris	15	216	49,85	1.341	28	108	1.836	1,41	15,84
Moema_Jamaris	16	216	50,50	1.415	32	105	1.836	1,60	16,14
Moema_Jamaris	17	216	49,50	1.468	33	113	1.836	1,67	15,68
Moema_Jamaris	18	216	46,32	1.451	33	98	1.836	1,48	14,21
Moema_Jamaris	19	216	43,86	1.654	27	88	1.836	1,19	13,07
Moema_Jamaris	20	216	46,00	1.485	27	80	1.836	0,69	14,06
Moema_Jamaris	21	216	42,33	1.337	25	69	1.836	0,48	12,36
Moema_Jamaris	22	216	39,74	1.203	19	64	1.836	0,82	11,17
Moema_Jamaris	23	216	35,19	1.055	18	50	1.836	0,22	9,06
Média			54,62	1.086	28	337	1.644	1,23	14,17

Fonte: Autor.

APÊNDICE C – Tabela 2. Variáveis para regressão da Avenida Ibirapuera Bairro_Centro.

Apêndice C – Tabela 2. Variáveis para regressão da Avenida Ibirapuera Bairro_Centro.

Segmento: indicado pelas interseções de início e de final do segmento;
Horário: indicado pelo início da hora civil;
Extensão, em metros;
TR (tempo realizado); corresponde ao tempo médio de percurso dos ônibus no segmento, no horário (em segundos), com base nos dados da SPTRANS;
VG (volume do tráfego geral): corresponde ao volume total da hora, exceto ônibus, em equivalentes automóveis de 2,00 para caminhões, 0,50 para motocicletas e 0,25 para bicicletas, referente ao horário;
VO (volume do tráfego de ônibus): corresponde ao volume de ônibus total da hora;
VTC (volume total em conversão): corresponde ao tráfego total, em equivalentes, realizando conversão de saída do segmento à direita (portanto na faixa de tráfego de percurso dos ônibus);
SEMA (semáforo): corresponde ao total de segundos não verde na hora;
PAX (passageiros): corresponde à média de passageiros embarcando e desembarcando por ônibus, no ponto, ao longo da hora; e
TA (tempo adicional): corresponde ao tempo adicional, em segundos, utilizado nos percursos dos ônibus nesse horário em relação ao percurso em velocidade uniforme de 50 km/h, normalizado para um percurso padrão de 100 metros.

(continua)

Segmento	Horário	Extensão	TR	VG	VO	VTC	SEMA	PAX	TA
Bandeirantes__Imarés	0	356	39,36	213	28	132	1.188	0,78	3,87
Bandeirantes__Imarés	3	356	39,00	240	2	151	1.188	4,50	3,77
Bandeirantes__Imarés	4	356	43,32	371	30	247	1.188	6,57	4,98
Bandeirantes__Imarés	5	356	68,62	637	103	484	1.188	6,35	12,10
Bandeirantes__Imarés	6	356	95,01	1.782	164	1.142	1.188	7,54	19,52
Bandeirantes__Imarés	7	356	92,35	1.897	160	1.104	1.188	9,49	18,77
Bandeirantes__Imarés	8	356	78,30	1.481	133	881	1.188	9,88	14,82
Bandeirantes__Imarés	9	356	60,00	1.372	110	866	1.188	7,50	9,67
Bandeirantes__Imarés	10	356	56,80	1.403	112	855	1.188	4,71	8,77
Bandeirantes__Imarés	11	356	71,64	1.399	100	903	1.188	5,31	12,95
Bandeirantes__Imarés	12	356	78,58	1.572	103	960	1.188	5,75	14,90
Bandeirantes__Imarés	13	356	82,16	1.370	97	827	1.188	5,80	15,91
Bandeirantes__Imarés	14	356	82,54	1.437	116	889	1.188	3,73	16,01
Bandeirantes__Imarés	15	356	85,08	1.407	110	859	1.188	3,69	16,73
Bandeirantes__Imarés	16	356	84,41	1.191	118	695	1.188	4,10	16,54
Bandeirantes__Imarés	17	356	93,28	1.017	112	578	1.188	5,23	19,03
Bandeirantes__Imarés	18	356	78,08	839	113	542	1.188	5,59	14,76
Bandeirantes__Imarés	19	356	74,14	1.041	90	619	1.188	4,36	13,65
Bandeirantes__Imarés	20	356	62,99	920	82	550	1.188	3,13	10,51
Bandeirantes__Imarés	21	356	62,14	826	65	494	1.188	2,81	10,28
Bandeirantes__Imarés	22	356	55,06	749	66	451	1.188	2,39	8,28
Bandeirantes__Imarés	23	356	48,84	680	47	412	1.188	1,16	6,54

(continuação)

Segmento	Horário	Extensão	TR	VG	VO	VTC	SEMA	PAX	TA
Imarés_Jurucê	0	543	115,36	161	29	92	2.052	0,51	14,03
Imarés_Jurucê	3	543	104,00	181	2	117	2.052	3,38	11,94
Imarés_Jurucê	4	543	92,89	282	34	219	2.052	6,15	9,90
Imarés_Jurucê	5	543	105,54	479	104	533	2.052	6,90	12,22
Imarés_Jurucê	6	543	159,37	1.352	170	900	2.052	7,08	22,13
Imarés_Jurucê	7	543	196,11	1.446	165	635	2.052	7,63	28,89
Imarés_Jurucê	8	543	129,81	1.121	136	557	2.052	7,41	16,69
Imarés_Jurucê	9	543	97,09	1.028	111	635	2.052	6,46	10,67
Imarés_Jurucê	10	543	93,17	1.058	114	573	2.052	4,30	9,95
Imarés_Jurucê	11	543	122,01	1.041	105	672	2.052	4,11	15,26
Imarés_Jurucê	12	543	164,56	1.185	108	639	2.052	5,11	23,09
Imarés_Jurucê	13	543	185,26	1.036	98	554	2.052	5,55	26,90
Imarés_Jurucê	14	543	175,46	1.079	118	624	2.052	3,75	25,09
Imarés_Jurucê	15	543	196,88	1.058	115	592	2.052	4,38	29,03
Imarés_Jurucê	16	543	177,35	899	122	409	2.052	4,92	25,44
Imarés_Jurucê	17	543	193,89	764	114	323	2.052	6,68	28,48
Imarés_Jurucê	18	543	204,65	629	116	471	2.052	6,48	30,46
Imarés_Jurucê	19	543	171,35	794	91	393	2.052	5,14	24,34
Imarés_Jurucê	20	543	163,53	702	85	356	2.052	3,33	22,90
Imarés_Jurucê	21	543	146,90	631	66	316	2.052	2,65	19,84
Imarés_Jurucê	22	543	139,69	570	69	289	2.052	2,04	18,51
Imarés_Jurucê	23	543	130,86	516	49	275	2.052	1,19	16,88
Jurucê_Moema	0	545	84,43	145	26	57	2.088	0,66	8,29
Jurucê_Moema	3	545	59,50	162	2	62	2.088	6,13	3,72
Jurucê_Moema	4	545	61,81	250	33	112	2.088	9,20	4,14
Jurucê_Moema	5	545	85,94	419	100	259	2.088	9,47	8,57
Jurucê_Moema	6	545	104,00	1.209	162	475	2.088	9,01	11,88
Jurucê_Moema	7	545	163,50	1.307	158	383	2.088	9,64	22,80
Jurucê_Moema	8	545	110,40	1.023	129	327	2.088	8,02	13,05
Jurucê_Moema	9	545	89,20	944	104	327	2.088	7,18	9,17
Jurucê_Moema	10	545	84,61	982	108	315	2.088	5,33	8,32
Jurucê_Moema	11	545	93,57	958	101	331	2.088	5,20	9,97
Jurucê_Moema	12	545	105,25	1.095	103	337	2.088	5,64	12,11
Jurucê_Moema	13	545	115,60	944	94	319	2.088	6,12	14,01
Jurucê_Moema	14	545	109,95	994	114	330	2.088	4,24	12,97
Jurucê_Moema	15	545	112,97	973	110	317	2.088	4,41	13,53
Jurucê_Moema	16	545	103,61	831	115	249	2.088	5,09	11,81
Jurucê_Moema	17	545	125,80	708	109	211	2.088	6,50	15,88
Jurucê_Moema	18	545	119,44	573	109	255	2.088	7,90	14,71
Jurucê_Moema	19	545	105,48	712	87	234	2.088	4,90	12,15
Jurucê_Moema	20	545	101,59	629	80	215	2.088	3,25	11,44
Jurucê_Moema	21	545	97,78	565	62	189	2.088	3,00	10,74
Jurucê_Moema	22	545	96,88	511	65	173	2.088	2,10	10,58
Jurucê_Moema	23	545	85,27	463	47	158	2.088	1,11	8,44

(conclusão)

Segmento	Horário	Extensão	TR	VG	VO	VTC	SEMA	PAX	TA
Moema_Indianópolis	0	323	37,79	190	25	21	2.088	0,00	4,49
Moema_Indianópolis	3	323	31,78	225	2	28	2.088	0,00	2,63
Moema_Indianópolis	4	323	31,78	375	32	62	2.088	0,00	2,63
Moema_Indianópolis	5	323	58,31	771	99	150	2.088	0,00	10,84
Moema_Indianópolis	6	323	70,55	1.686	159	274	2.088	0,00	14,63
Moema_Indianópolis	7	323	74,78	1.571	156	204	2.088	0,00	15,94
Moema_Indianópolis	8	323	72,38	1.297	127	201	2.088	0,00	15,20
Moema_Indianópolis	9	323	68,60	1.248	101	245	2.088	0,00	14,03
Moema_Indianópolis	10	323	65,73	1.274	106	218	2.088	0,00	13,14
Moema_Indianópolis	11	323	70,23	1.300	99	270	2.088	0,00	14,53
Moema_Indianópolis	12	323	64,78	1.383	101	253	2.088	0,00	12,84
Moema_Indianópolis	13	323	80,38	1.244	92	192	2.088	0,00	17,67
Moema_Indianópolis	14	323	67,11	1.316	112	239	2.088	0,00	13,57
Moema_Indianópolis	15	323	74,62	1.265	108	223	2.088	0,00	15,89
Moema_Indianópolis	16	323	64,88	1.026	113	172	2.088	0,00	12,88
Moema_Indianópolis	17	323	79,35	872	107	136	2.088	0,00	17,35
Moema_Indianópolis	18	323	63,61	856	106	136	2.088	0,00	12,48
Moema_Indianópolis	19	323	59,53	898	85	114	2.088	0,00	11,22
Moema_Indianópolis	20	323	53,77	799	78	103	2.088	0,00	9,44
Moema_Indianópolis	21	323	54,09	716	61	92	2.088	0,00	9,54
Moema_Indianópolis	22	323	48,16	650	64	86	2.088	0,00	7,70
Moema_Indianópolis	23	323	50,11	595	46	67	2.088	0,00	8,31
Média			94,96	907	93	386	1.854	3,86	13,87

Fonte: Autor.

APÊNDICE D – Contagens de Tráfego.

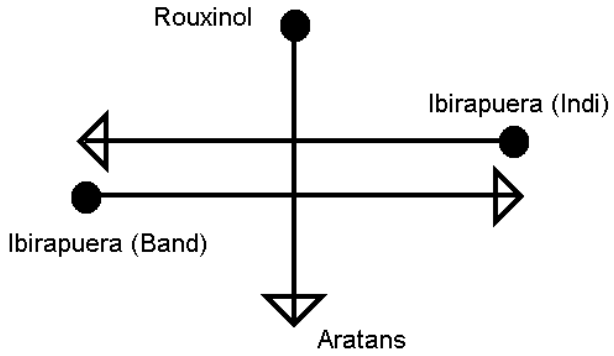
Apêndice D – Contagens de Tráfego

Foram realizadas contagens classificadas, por movimento, com volumes agrupados por ciclo semafórico e, posteiormente agrupados por intervalos de cinco em cinco minutes, nas 18 interseções da Alameda dos Nhambiquaras, desde a Bandeirantes até a Indianópojis, nas 18 interseções da Alameda dos Maracatins, desde a Indianópolis até a Bandeirantes, e nas 13 interseções da Avenida Ibirapuera, entre as duas vias limitantes indicadas.

Nos registros oiginais, a desagregação das classes de veículos é mais ampla, incorporando além de automóveis, ônibus, caminhões e bicicletas, também vans e outros (com muito pouca ocorrência, e posteriormente agrupados em autos), e a classe ônibus sendo desagregada em simples, articulado e biarticulado.

As denominações dos movimentos seguem a sequência posição de origem para posição de destino, conforme Figura 17, a seguir, e Tabela 13, que exemplifica a agregação final das contagens.

Figura 17 – Referência dos movimentos veiculares



Fonte: Autor

Tabela 24 – Contagens na Avenida Ibirapuera com Avenida Aratans / Rouxinol

(continua)

Horário	Ibirapuera (Indi)_Ibirapuera (Band)					Rouxinol_Ibirapuera (Indi)				
Início	Moto	Auto	Onib	Cami	Bike	Moto	Auto	Onib	Cami	Bike
17:20:00	33	84	13	3	1	0	14	0	0	0
17:25:00	48	81	11	2	1	0	19	0	0	0
17:30:00	36	84	11	1	3	2	13	0	0	0
17:35:00	35	101	9	0	0	2	16	0	0	0
17:40:00	36	83	9	1	1	6	14	0	1	0
17:45:00	28	88	10	2	0	0	9	0	0	0

(conclusão)

Horário	Rouxinol_Aratans					Rouxinol_Ibirapuera (Indi)				
Início	Moto	Auto	Onib	Cami	Bike	Moto	Auto	Onib	Cami	Bike
17:20:00	3	61	0	1	0	2	14	0	0	0
17:25:00	4	51	0	3	0	2	15	0	0	0
17:30:00	2	49	0	0	2	6	15	1	1	0
17:35:00	2	38	0	0	0	3	5	1	0	0
17:40:00	11	51	0	1	0	2	13	0	0	0
17:45:00	4	63	0	0	3	2	16	0	0	0
Horário	Ibirapuera_Aratans					Ibirapuera (Band)_ Ibirapuera (Indi)				
Início	Moto	Auto	Onib	Cami	Bike	Moto	Auto	Onib	Cami	Bike
17:20:00	1	25	0	1	0	8	62	12	0	0
17:25:00	0	31	0	0	1	19	51	11	0	3
17:30:00	0	22	0	0	0	19	42	14	0	0
17:35:00	1	19	0	0	0	14	78	11	0	0
17:40:00	2	23	0	0	0	11	73	9	0	0
17:45:00	2	17	0	0	0	15	46	8	0	0

Data de realização: Terça-feira 16/11/2017
Fonte> Autor.

ANEXO A – Formato dos Dados de Saída do Synchro.

Anexo A

Tabela 25 – Formato dos Dados de Saída do Synchro

ENT_CEN_SAI	Vel E_C_S	ENT_CENTRAL	Vel E_C	Extensão	Control Delay	Queue Delay
2_1_9000	34,0	2_1	34,0	126,5	4	0
21_1_9000	42,0	21_1	34,6	354,4	5	0
21_1_9004	31,0	21_1	34,6	354,4	16	0
9004_1_2	34,0	9004_1	24,4	165,0	6	0
9004_1_21	22,0	9004_1	24,4	165,0	16	0
9000_1_2	30,0	9000_1	30,0	211,8	10	0
3_2_1	36,0	3_2	36,0	107,6	3	0
22_2_1	50,0	22_2	50,0	354,2	0	0
9006_2_1	29,0	9006_2	23,8	159,9	9	0
9006_2_22	16,0	9006_2	23,8	159,9	24	0
1_2_3	29,0	1_2	29,0	126,5	6	0
4_3_2	46,0	4_3	46,0	114,2	1	0
23_3_9008	32,0	23_3	32,0	354,0	14	0
2_3_4	35,0	2_3	35,0	107,6	3	0
5_4_3	24,0	5_4	24,0	122,1	10	0
24_4_9010	33,0	24_4	33,0	353,8	13	0
3_4_5	22,0	3_4	22,0	114,2	10	0
6_5_4	46,0	6_5	46,0	115,8	1	0
25_5_4	50,0	25_5	50,0	353,6	0	0
9012_5_6	50,0	9012_5	50,0	146,4	0	0
4_5_6	35,0	4_5	35,0	122,1	4	0
7_6_5	31,0	7_6	31,0	234,3	11	0
9014_6_27	22,0	9014_6	22,0	147,9	13	0
5_6_7	33,0	5_6	33,0	115,8	4	0
8_7_6	30,0	8_7	30,0	116,9	6	0
29_7_9018	31,0	29_7	31,0	353,1	15	0
6_7_8	47,0	6_7	47,0	234,3	1	0
9_8_7	31,0	9_8	31,0	106,0	5	0
30_8_7	50,0	30_8	50,0	352,8	0	0
9020_8_9	50,0	9020_8	50,0	145,4	0	0
7_8_9	43,0	7_8	43,0	116,9	1	0
10_9_8	49,0	10_9	49,0	117,3	0	0
9022_9_10	23,0	9022_9	16,5	151,1	13	0
9022_9_31	16,0	9022_9	16,5	151,1	24	0
8_9_10	36,0	8_9	36,0	106,0	3	0
11_10_9	46,0	11_10	46,0	115,8	1	0
32_10_11	26,0	32_10	27,5	352,6	23	0
32_10_9024	28,0	32_10	27,5	352,6	20	0

Fonte: Autor, adaptado de saída do software.