

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA**

AMANDA BENIRSCHKE

**AVALIAÇÃO DO FLUXO DE VEÍCULOS NO HORÁRIO DE PICO EM REGIÃO
COM GRANDE CONCENTRAÇÃO DE ESCOLAS DO ENSINO FUNDAMENTAL E
MÉDIO NA CIDADE DE BOTUCATU**

Botucatu-SP
Junho – 2014

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA**

AMANDA BENIRSCHKE

**AVALIAÇÃO DO FLUXO DE VEÍCULOS NO HORÁRIO DE PICO EM REGIÃO
COM GRANDE CONCENTRAÇÃO DE ESCOLAS DO ENSINO FUNDAMENTAL E
MÉDIO NA CIDADE DE BOTUCATU**

Orientador: Prof. Me. Sérgio Rodrigues

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
FATEC - Faculdade de Tecnologia de Botucatu,
para obtenção do título de Tecnólogo no Curso
Superior de Logística.

Botucatu-SP
Junho – 2014

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por ter conseguido finalizar esta etapa e ter encontrado em minha trajetória pessoas tão dedicadas para me auxiliar.

À minha amada dinda, Therezinha de Jesus Plese por toda fé, força e amor que depositou em mim desde que cheguei a esta cidade.

À minha amada mãe, Renata Stella Guimarães, meu exemplo, minha guerreira.

Ao meu amado noivo Marcos Francisco da Silva que sempre me incentivou.

Ao meu querido orientador, Sérgio Rodrigues, que acreditou em mim e me orientou em tudo. Obrigada por não ter desistido de mim!

À querida professora Bernadete Fantin pela ajuda e orientação.

À minha querida amiga Stephany Nogueira que foi meu suporte quando não pude estar na faculdade.

Ao amigo Rafael Romagnoli pelo apoio e orientação.

Agradeço a todos os professores que tive o privilégio de conhecer e ter como mestres.

Agradeço imensamente a todo o corpo docente e discente da Faculdade de Tecnologia de Botucatu pelos anos juntos de amizade e aprendizado.

RESUMO

O tema da mobilidade urbana vem se constituindo foco permanente de discussões no setor público e fora dele dado ao caos que vem se transformando o trânsito de cargas e pessoas nas grandes e médias cidades brasileiras. Atualmente o município de Botucatu convive com esta realidade em uma região central da cidade, a qual recebe um grande fluxo de veículos e pedestres se deslocando para diversas escolas e órgãos da administração pública. Tal aglomerado representa uma problemática para a qualidade da fluidez do tráfego na cidade de Botucatu. Escolas como Santa Marcelina, La Salle, Objetivo, EMEF Cardoso de Almeida, Escola Industrial, Colégio Anglo, Secretaria Municipal de Educação e Prefeitura de Botucatu estão localizadas exatamente nesta região central. O presente trabalho teve por objetivo fazer um estudo de caso do fluxo de veículos no horário de pico desta microrregião com grande concentração de escolas. O estudo realizado demonstrou que apesar do aumento do fluxo de veículos ser de mais de 250% do volume normal durante a hora de pico, a taxa de ocupação da via, no mesmo horário, foi de somente 33,28% de sua capacidade máxima. Logo, conclui-se que o que ocasiona problemas no fluxo de veículos da via em questão não é o volume de veículos, mas sim o comportamento dos motoristas e pedestres que ali circulam.

PALAVRAS-CHAVE: Botucatu. Diagrama de Fluxo. Fluxo de veículos. Mobilidade Urbana. Fluxo de Saturação. Taxa de ocupação.

ABSTRACT

The theme of urban mobility has constituted a constant point of discussion in the public sector and beyond given the chaos that has been transforming the transit of cargo and people in large and medium cities. Currently the municipality of Botucatu live with this reality in a downtown area, which receives a large flow of vehicles and pedestrians moving to different schools and public administration. This cluster represents a problem for the quality of traffic flow in the city of Botucatu. Schools like Santa Marcelina, La Salle, Target, EMEF Cardoso de Almeida, Industrial School, College, Anglo, Municipal Education and City Hall are located in Botucatu exactly this central region. The present work aims to make a case study of the flow of vehicles at peak times this micro-region with a high concentration of schools. The study showed that despite the increased flow of vehicles to be more than 250% of normal volume during the peak hour, the occupancy rate of the track at the same time was only 33.28% of its maximum capacity. Therefore, it is concluded that it causes problems in the flow of vehicles on the route in question is not the volume of vehicles, but the behavior of drivers and pedestrians moving there.

KEYWORDS: Botucatu. Flow Diagram. Flow of vehicles. Urban Mobility. Saturation flow. Occupancy rate.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Gráfico da Percepção dos usuários quanto à utilização dos meios de locomoção (A pé e de bicicleta) na cidade de Botucatu	7
Figura 2: Meio de Transporte mais utilizado por escolaridade	16
Figura 3: Motivos que influenciam o transporte utilizado pelos entrevistados – Região Sudeste	17
Figura 4: Antiga Rua Amando de Barros (Rua do Comércio)	18
Figura 5: Avenida Santana nos idos de 1900	20
Figura 6: Região de Estudo - Rua Doutor Costa Leite	25
Figura 7: Gráfico do fluxo de veículos de 11h52min as 12h07min	33
Figura 8: Gráfico do fluxo total de veículos no intervalo entre 12h07min e 12h22min	34
Figura 9: Gráfico do fluxo total de veículos no intervalo entre 12h22min e 12h37min	35
Figura 10: Gráfico do fluxo total de veículos no intervalo de 12h37min as 12h52min	36
Figura 11: Gráfico do Fluxo de Veículos no intervalo entre 12h52min e 13h07min.....	37
Figura 12: Gráfico do Fluxo de Veículos no intervalo entre 13h07min e 13h22min.....	38
Figura 13: Gráfico do número médio de veículos por intervalo de tempo.....	39
Figura 14: Gráfico do fluxo total de veículos por intervalo de tempo e ponto de coleta	40
Figura 15: Diagrama de Fluxo.....	44

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Tabela dos trechos para coleta de dados do fluxo de veículos	26
Tabela 2: Relação dos Pontos de Coleta e dias realizados	27
Tabela 3: Fator de equivalência para veículos diversos	27
Tabela 4: Descrição e efeito dos tipos de localização das aproximações.....	30
Tabela 5: volume de Veículos do Ponto A.....	41
Tabela 6: Volume de veículos do Ponto B- Determinação da Hora-Pico da Via.....	42
Tabela 7: Volume de veículos do Ponto C	43
Tabela 8: Volume de veículos do Ponto D.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- EMEF – Escola Estadual de Ensino Fundamental
- EBTU - Empresa Brasileira de Transportes Urbanos
- CNPU - Conselho Nacional de Política Pública
- PAC - Programa de Aceleração do Crescimento
- SIPS – Sistema de Indicadores de Percepção Social
- IDH-M – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	4
Objetivo	5
Justificativa e relevância do texto	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 Mobilidade Urbana	6
2.1.1 Um breve histórico da atual crise de mobilidade urbana no Brasil.....	8
2.2 Mobilidade Sustentável	9
2.4 Relação entre o uso e a ocupação do solo e a mobilidade	10
2.5 Congestionamento	11
2.6 Caracterização de Botucatu.....	17
2.6.1 Um breve histórico da cidade de Botucatu.....	17
2.6.2 Expansão urbana: novas ruas, avenidas e praças	18
2.6.3 Planos de Reforma Urbana.....	20
2.6.5 Segundo Plano Diretor	22
2.6.6 Atual Plano Diretor Participativo – 2007	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Material	23
3.2 Área de abrangência do estudo	23
3.3 Métodos	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1 Horário de 11h52min as 12h07min	32
4.2 Horário de 12h07min as 12h22min	33
4.3 Horário de 12h22min as 12h37min	34
4.4 Horário de 12h37min as 12h52min	35
4.5 Horário de 12h52min às 13h07min	36
4.6 Horário de 13h07min às 13h22min	37
4.7 Fluxo total de veículos <i>versus</i> pontos de coleta de dados	39
4.8 Análise do fluxo total do Ponto A.....	41
4.9 Análise do fluxo total do Ponto B – Ponto de referência da Hora Pico da via.....	42
4.10 Análise do fluxo total de veículos no Ponto C	42
4.11 Análise do fluxo total de veículos no Ponto D	43
4.12 Diagrama de fluxo, fluxo de saturação e taxa de ocupação	44
5 CONCLUSÕES	46
6 REFERÊNCIAS	48
APÊNDICE A – Formulário para coleta dos dados.....	51

1 INTRODUÇÃO

O fenômeno urbano em nossa sociedade contemporânea indiscutivelmente atingiu um nível de complexidade nunca visto antes. Não apenas pela extensão de nossas metrópoles, a articulação e conexão de nossa rede urbana, ou pela densidade populacional que formam aglomerações assombrosas. A estes elementos facilmente perceptíveis a todos, soma-se uma intensidade de informação, imagens e representações, uma diversidade de lugares e de diferenciações espaciais, que juntamente com a constante complexidade cultural e social, multiplicam-se no interior de esse contexto de urbe contemporânea.

O tema da mobilidade urbana vem se constituindo foco permanente de discussões no setor público e fora dele dado ao caos que vem se transformando o trânsito de cargas e pessoas nas grandes e médias cidades brasileiras. Dois fatores contribuíram decisivamente com a crise de mobilidade urbana vivenciada atualmente no Brasil: o baixíssimo nível de investimentos públicos no setor de transportes urbanos nos últimos 25 anos, período que coincidiu com as maiores taxas de crescimento da população urbana no Brasil que passou de 80 milhões em 1980, 153 milhões de habitantes em 2008 e, para mais de 190 milhões no último Censo realizado em 2010 (dados do IBGE e PNAD respectivamente) e o crescimento econômico verificado nos últimos cinco anos, que ampliou o índice de mobilidade das cargas e pessoas nas cidades.

Atualmente o município de Botucatu convive com uma realidade que vem há muito prejudicando o fluxo e a mobilidade de uma região central da cidade. Esta região comporta um grande fluxo de escolas e órgãos da administração pública acarretando em inconvenientes para os que ali circulam durante os horários de entrada e de saída dos indivíduos que estudam ou trabalham nos prédios localizados nessa determinada região, ocasionados pelo aumento do fluxo de veículos e pedestres. Tal aglomerado representa um problema para a qualidade da fluidez do tráfego na cidade de Botucatu. Escolas como Santa Marcela, La Salle, Objetivo, EMEF “Cardoso de Almeida”, Escola Industrial, Colégio

Anglo, Secretaria Municipal de Educação e Prefeitura de Botucatu estão localizadas exatamente nesta região central.

Objetivo

O presente trabalho teve por objetivo fazer um estudo de caso do fluxo de veículos no horário de pico de uma microrregião com grande concentração de escolas.

Justificativa e relevância do texto

O projeto apresentado demonstra um grande interesse público norteado pela população da cidade de Botucatu-SP que trafega pelas principais vias da cidade, no entanto, encontrando grande dificuldade de locomoção durante os horários de entrada e saída dos indivíduos que utilizam os serviços dos prédios públicos ou dos prédios e das escolas que se encontram na região que foi analisada. A problemática tende a crescer conforme cresce a população de Botucatu podendo-se gerar problemas consideráveis em uma região de grande relevância para a cidade. Contudo o estudo realizou um levantamento de dados que permitirá possíveis estudos que busquem melhorar a fluidez do trânsito na região.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mobilidade Urbana

De acordo com a definição do dicionário Michaelis (2011), mobilidade é a propriedade do que é móvel ou do que obedece as leis do movimento; *sociol* deslocamento de indivíduos, grupos ou elementos culturais no espaço social. Quando se busca o significado do termo urbano, a definição dada também em Michaelis (2011) é que urbano (a) é um adjetivo e dentre seus significados, temos: relativo ou pertencente à cidade; característico ou próprio da cidade.

Segundo estudo realizado pelo Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia do Paraná (CREA, 2011), mobilidade urbana é um atributo associado às pessoas e atores econômicos no meio urbano que, buscando atender e suprir as necessidades de deslocamento das diferentes formas existentes, para a realização das atividades cotidianas, tais como: trabalho, educação, saúde, lazer, cultura, entre outros. Esses deslocamentos podem empregar esforços diretos, deslocamento a pé, ou utilizar meios de transporte para deslocar-se, não motorizados (bicicletas) e os motorizados (carro, ônibus, entre outros). Citou também que os meios de deslocamento podem ser individuais ou coletivos.

Para o Tribunal de Contas da União (TCU, 2012), diferenciando-se do conceito anterior, atualmente a mobilidade está sendo vista como parte integrante de uma política pública onde o foco são as pessoas, vinculando-se ao processo de organização territorial e à sustentabilidade das cidades.

Ainda com base no relatório anual do Tribunal de Contas da União (2012):

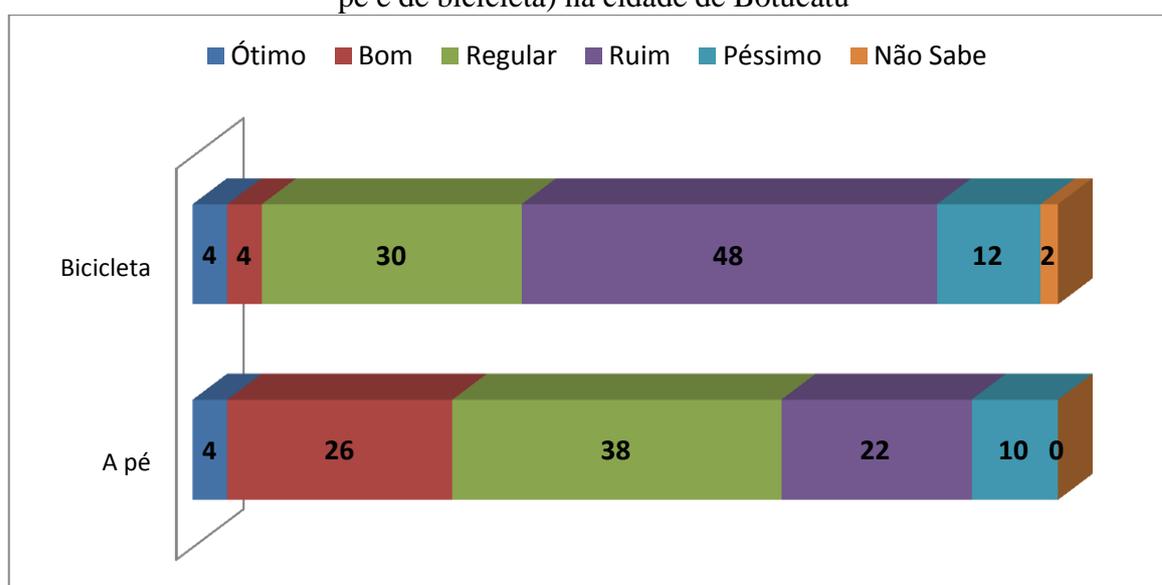
“... o conceito de mobilidade urbana se firma em quatro pilares: (i) integração do planejamento do transporte com o planejamento do uso do solo; (ii) melhoria do transporte público de passageiros; (iii) estímulo ao transporte não motorizado; e (iv) uso racional do automóvel.”

Pelo entendimento do Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia do Paraná (CREA, 2011) a compreensão de que o tema mobilidade é parte estruturante em uma sociedade que se converte de forma rápida e muito atual em sociedade urbana faz parte do contexto e do modo de vida dos brasileiros, não devendo mais ser olhado de forma separada e individual, pois é parte estruturante da sociedade contemporânea.

Vargas (citado por Silva, 2013) contextualizou o conceito de mobilidade urbana como sendo a disponibilidade de recursos de transporte ágil seguro e confortável para bens e pessoas de forma a possibilitar o exercício de suas atividades cotidianas dentro do complexo urbano.

Mendes e Fantin (2012) realizaram uma pesquisa de observação direta com questões fechadas junto a usuários para levantar dados sobre a qualidade do transporte e da mobilidade na cidade de Botucatu e constataram que andar a pé (38% consideram regular) e utilizar a bicicleta (48% consideram ruim) como meios de locomoção na cidade de Botucatu refletiram uma percepção desfavorável devido, em boa parte, a topografia da cidade, localizada em uma região formada por morros. Ressaltando os resultados integrais quanto a percepção dos entrevistados do uso dos meios de locomoção A pé e de bicicleta, Mendes e Fantin (2012), demonstraram:

Figura 1: Gráfico da Percepção dos usuários quanto à utilização dos meios de locomoção (A pé e de bicicleta) na cidade de Botucatu



Fonte: Mendes e Fantin (2012)

Segundo dados colhidos no estudo realizado por Mendes e Fantin (2012), quando analisou-se a percepção dos usuários quanto à utilização da bicicleta com meio de locomoção,

somente 8% dos entrevistados consideraram este meio ótimo (4%) ou bom (4%). Já sobre a locomoção A pé, 4% consideraram ótimo e 26% consideraram bom. Demonstrando que 70% do universo entrevistado considera locomover-se A pé entre regular (26%), ruim (22%) ou péssimo (10%) como mostrado na Figura 1.

2.1.1 Um breve histórico da atual crise de mobilidade urbana no Brasil

O Tribunal de Contas da União (TCU, 2012) mencionou que os municípios detêm o posto de principal ente federativo para o exercício das atividades relacionadas ao planejamento e gestão do espaço. Isto compreende o planejamento urbano e de transportes, como deverá ser melhor distribuído os recursos públicos. A União fica com o caráter de encorajar, impulsionar, sendo a instituição responsável em traçar as diretrizes para o desenvolvimento das cidades. O planejamento urbano e de transportes é de competência dos municípios, permitindo que estes determinem como melhor alocar os recursos públicos.

Baseado no estudo do CREA (2011) elencou-se a seguir um breve histórico da atuação política governamental nas ações relativas ao tema mobilidade:

- Até o início da década de 80, a responsabilidade pelo desenvolvimento de políticas públicas de investimento em mobilidade era compartilhada entre os entes: União, Estados e Municípios e, davam maior atenção às regiões metropolitanas e aos grandes aglomerados. Durante a década de 80 e 90 houve uma mudança na implementação de políticas públicas passando essa responsabilidade, a da mobilidade do espaço urbano, exclusivamente para os municípios;
- O que ocasionou tal mudança foi a crise fiscal que se abateu sobre o governo da década de 80. Os recursos para investimentos públicos caíram bruscamente para menos de 25% do valor que antes era praticado;
- Outro fator que influenciou a decaída dos recursos foram as ideias sobre o papel minimalista que o Estado deveria ter, que passaram a ter maior atenção com a disseminação de uma visão mais neoliberal para a organização da economia;
- Estas mudanças geraram o desmantelamento de importantes entidades de planejamento e gestão que atuavam no setor. Pode-se citar: Empresa Brasileira de Transportes Urbanos (EBTU); o Conselho Nacional de Política Pública (CNPU); e das 14 entidades metropolitanas pelas políticas de transportes nas principais metrópoles brasileiras;

- Após mais de 25 anos de esquecimento e poucos investimentos, a União firma um novo programa, Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), tornando-se um meio que incentive e priorize investimentos que contemplem também os transportes urbanos, percebendo a urgência em se contemplar bons projetos;
- A União cria em 2003 o Ministério das Cidades e com ele um conjunto de normas legais que vêm estruturando de forma institucional a atuação do setor. Diferentemente de outros momentos, já sob a nova ótica de uma democracia participativa, inaugurada a partir da Constituição Federativa de 1988, vê-se uma forte soma de movimentos sociais e de entidades organizadas da sociedade civil.

2.2 Mobilidade Sustentável

Segundo o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná (CREA, 2011), a Mobilidade Urbana Sustentável pode ser entendida dentro do novo conceito de tratar o tema, entendendo que o tema é um conjunto de políticas de transporte e circulação que procuram proporcionar o acesso amplo e democrático do espaço urbano, buscando a priorização de modos de transporte não motorizados e coletivos, que possibilite maior igualdade de oportunidades em prol da segregação espacial, sendo socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável, baseando-se nas pessoas e não nos veículos.

De acordo com estudo realizado por Grostein (2001) as políticas que sustentam o parcelamento, uso e ocupação do solo e as práticas urbanísticas que viabilizam estas ações têm papel efetivo na meta de conduzir as cidades no percurso do desenvolvimento sustentado.

O avanço da urbanização, sua escala e velocidade não constituem problema em si, não fosse o *modo* como ocorreu. Deve-se estar atento para esse processo, pois a sustentabilidade do aglomerado urbano/metropolitano, em seu componente físico-urbanística, relaciona-se com as seguintes variáveis: a forma de ocupar o território, a disponibilidade de insumos para seu funcionamento (disponibilidade de água); a descarga de resíduos (destino e tratamento de esgoto e lixo); o grau de mobilidade da população no espaço urbano (qualidade do transporte público de massa); a oferta e o atendimento às necessidades da população por moradia, equipamentos sociais e serviços; e a qualidade dos espaços públicos. Dessa forma, as políticas que sustentam o parcelamento, uso e ocupação do solo e as práticas urbanísticas que viabilizam estas ações têm papel efetivo na meta de conduzir as cidades no percurso do desenvolvimento sustentado.” (GROSTEIN, 2001, p.14)

Mendes e Fantin (2012) realizou um estudo, onde, segundo opinião dos entrevistados, entre os usuários dos sistemas de transporte da cidade de Botucatu, 66% consideraram o ônibus o meio de transporte motorizado que mais polui, ficando em segundo lugar o micro-ônibus e a Kombi com 44%. Segundo o estudo, pela conclusão das autoras, ao utilizar o transporte público, o indivíduo está prejudicando o meio-ambiente por utilizar transportes

mais poluentes, logo utilizando o automóvel particular estaria enviando menos poluentes para o meio-ambiente.

A mobilidade sustentável no contexto socioeconômico da área urbana pode ser vista através de ações sobre o uso e ocupação do solo e sobre a gestão dos transportes visando proporcionar acesso aos bens e serviços de uma forma eficiente para todos os habitantes, e assim, mantendo ou melhorando a qualidade de vida da população atual sem prejudicar a geração futura. (CAMPOS, 2006).

A dinâmica das atividades envolvem todo o cotidiano de uma sociedade e, conseqüentemente, as de ordem econômica, que representa de forma geral o cerne da estruturação das relações dentro de uma sociedade, onde o cidadão trabalha para gerar um rendimento. Por sua vez uma indústria/ empresa opera para produzir insumos que serão utilizados por outras, que por sua vez irão produzir produtos para o consumo dos indivíduos. Entende-se então que o nível de mobilidade de uma região irá estimular o nível de desenvolvimento da mesma. Uma cidade com forte setor industrial irá necessitar de um número elevado de profissionais e de boas e diversas vias para escoar sua produção, pelo prisma da quantidade e da qualidade dessas vias. Outros fatores também estimulam a utilização das redes viárias, tais como deslocamentos motivados pelo lazer, educação, cultura, serviços públicos, entre outros. Economia e mobilidade estão intimamente conectados. Quanto mais se desenvolver uma região, maior será a necessidade da melhora da mobilidade urbana dessa região. Ao mesmo tempo quanto melhor for a mobilidade da região, maior serão os investimentos atraídos por ela (CREA, 2011).

De acordo com CREA (2011) fica claro que a mobilidade urbana é um dos temas mais importantes quando se fala de gestão da cidade. Ela é um dos fatores fundamentais para o desenvolvimento econômico, inclusão social e para equidade de apropriação do espaço urbano, sendo determinante para a qualidade de vida dos habitantes de qualquer cidade.

Campos (2006) mencionou que pode se considerar, pelo contexto da sustentabilidade, dois diferentes enfoques, de um lado a adequação da oferta de transporte ao contexto socioeconômico e do outro relacionado a qualidade ambiental.

2.4 Relação entre o uso e a ocupação do solo e a mobilidade

Estudo realizado pelo CREA (2011) discute a relação determinante entre a economia urbana e a mobilidade urbana, destacando que a mobilidade será influenciada pela distribuição do território das atividades econômicas e as residências das pessoas, sendo este o

principal ponto na criação das rotas de deslocamentos de cargas e pessoas. Quando não há a racionalização adequada da ocupação do espaço, isso gera conflitos entre tráfegos de naturezas distintas, que independente de investimentos, na maioria das vezes, acaba não se resolvendo.

Um bom planejamento de um sistema de transportes de uma cidade começa com um bom planejamento da distribuição das atividades que serão desenvolvidas na cidade. (CREA, 2011)

Para Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Paraná (CREA, 2011) de uma forma geral, as cidades brasileiras têm se desenvolvido a partir da implantação (abertura) de novos loteamentos em áreas cada vez mais distantes dos locais de trabalho e lazer, estes normalmente com localização mais central. Esse processo de ocupação exige, por um lado, investimentos constantes em infraestrutura viária que proporcionem a ligação dos novos loteamentos/ bairros à zona central da cidade, e por outro, cria a necessidade de deslocamentos diários dos moradores por distâncias e, conseqüentemente tempo, cada vez maiores.

2.5 Congestionamento

A definição para o termo congestionamento pode variar. Segundo dicionário Michaelis (2009), congestionamento é a obstrução do trânsito em uma via pública pela afluência excessivamente grande de veículos.

Para Dows e Bertini (citado por Resende e Sousa, 2009) não há uma definição universal de congestionamento, porém uma via pode ser considerada congestionada se a velocidade média estiver abaixo da capacidade para a qual foi projetada. Pode-se aferir que se uma via foi projetada para ter uma fluidez de 80 quilômetros por hora, se a média de velocidade estiver abaixo deste valor, é considerada congestionada.

Segundo estudo realizado pelo Tribunal de Contas da União (TCU, 2012), a atual realidade das cidades depara-se com o fato do aumento progressivo dos congestionamentos, que vêm surgindo nas cidades menores e se tornando crônicos nas grandes cidades. A utilização do transporte público, a locomoção a pé por parte dos transeuntes e o uso de meios alternativos vêm deixando de se tornar atrativos devido a diversos fatores, tais como: segurança, qualidade das vias públicas, o distanciamento das residências do local de trabalho, a infraestrutura das cidades e dos meios de transporte de massa como bicicleta. Meios que

possibilitariam uma amenização do impacto causado pelo aumento dos circulantes sem a devida proporcionalidade da estrutura física das cidades.

Silva (2013) menciona que os congestionamentos são consequência do aumento crescente da utilização do veículo particular ocasionados pela baixa adesão ao uso do transporte coletivo. Destaca também que o aumento da renda familiar estimula esta migração, devido ao conforto proporcionado na utilização do veículo particular próprio.

Resende e Sousa (2009) realizaram um estudo sobre a mobilidade urbana nas grandes cidades brasileiras e o impacto que os congestionamentos geraram durante os anos de 2005, 2006, 2007, até abril de 2008. Conclui-se que o tempo de dissipação de um congestionamento em horários de pico vem crescendo em média 15% ao ano nas cidades analisadas. O estudo mostra que em 2004, em um corredor de trânsito teve-se um pico de congestionamento às 07h 30, com dissipação de congestionamento em cerca de 1h e 30 minutos, verificando que às 9h o congestionamento já havia acabado. Em 2005, esse tempo passou para 1h e 44 min; em 2006, para 1h e 58 min; em 2007, para 2h e 16min e, em abril de 2008, para 2h e 21min. Seguindo o comportamento observado durante o tempo de estudo, em 2012 o aumento do tempo gasto em congestionamento foi de 74%, provavelmente tendo chegado à 4h e 5 min parado em congestionamento. Os autores buscaram com esse estudo levantar pontos com consequências na economia e na população em geral. Ressaltaram inclusive alguns pontos críticos que sofrem prejuízos diretos, onde os congestionamentos são um problema direto para toda a sociedade e, que tem progressivamente aumentado e piorado com o passar do tempo. Podendo ressaltar: perdas de tempo (ponto de grande preocupação em uma sociedade onde tempo é dinheiro), combustível e piora da qualidade do ar. Esse aumento de automóveis foi diretamente estimulado pela abertura de mercado e pela facilidade de obtenção de um veículo próprio, estimulando o individualismo, gerando consequências muito negativas para a sociedade.

De acordo com Bertini (citado por Resende e Sousa, 2009) nos últimos anos o aumento progressivo no número de veículos nas vias está aumentando conseqüentemente o fluxo desses nas vias públicas, causando congestionamentos até em cidades de pequeno porte. Milhões de pessoas têm perdido dinheiro e tempo ocasionados por esses congestionamentos.

Congestionamentos requerem movimentos de aceleração e desaceleração mais frequentes e acabam por solicitar os pavimentos acima dos previstos degradando as vias urbanas. (SILVA, 2013).

Para Resende e Sousa (2009) a sociedade toda perde, pois tal fato causa ineficiências econômicas e estresse nas pessoas paradas no trânsito.

Segundo Silva (2013) a baixa qualidade das vias urbanas limitam as velocidades do fluxo de tráfego, resultando assim em congestionamentos. Verifica também que a baixa qualidade das vias urbanas (ruas e calçadas) também são desestimuladores do uso de modos de transporte diferentes dos veículos não motorizados, tais como deslocamento a pé e o de bicicleta.

O congestionamento pode variar pela demanda (dia da semana, estações, eventos especiais, feriados) e velocidade (acidentes, áreas urbanas, tempo, horário de pico, aglomeração de prédios de prestação de serviço, condição das vias, capacidade de expansão, etc). De acordo com o IPEA (1998) pode haver variação em função do tipo de coordenação semafórica, da eficiência da fiscalização, ou ainda das condições topográficas.

Segundo Resende e Sousa (2009), nas grandes cidades, quanto maior a renda da população, maior o desejo das pessoas de usar o transporte individualmente. Em regiões onde o transporte coletivo é ineficiente, a topografia dificulta o deslocamento de meios alternativos e sustentáveis de locomoção, somado a facilidade de se ter um veículo próprio nos dias atuais, ao conforto, flexibilidade, privacidade e rapidez proporcionadas pelo mesmo, estimular a sociedade em apostar em outros meios torna-se uma missão com um grau mais elevado de dificuldade.

Para Demarchi, Melo e Setti (2001) e Dows (citado por Resende e Sousa, 2009) há também alguns fatores que afetam o fluxo de tráfego:

- Fator hora-pico: a variação do fluxo de tráfego é medida durante o período de uma hora em que é observado o maior volume de tráfego. Nossa sociedade é organizada de maneira que muitas pessoas precisam deslocar-se no mesmo horário; dessa maneira, muitas vezes o congestionamento é inevitável.
- Desempenho de automóveis pesados em aclives: Com a redução necessária de velocidade dos automóveis, diminui a capacidade de escoamento da rodovia.
- Presença de veículos pesados: por apresentarem um desempenho inferior aos veículos leves, os veículos pesados obrigam os veículos que possuem melhor desempenho mudarem de faixa ou a fazer manobras constantemente.
- Os congestionamentos causam dois grandes problemas sociais: perda de tempo e perda de dinheiro. Ao provocarem o atraso de mercadorias, conseqüentemente há redução na produtividade do país e aumento do preço do transporte. Além disso, torna-se maior o tempo médio de viagem de muitos viajantes.

Bilbao-Ubillos (2008) e Bertini (2005) (citado por Resende e Sousa, 2009) - reforçam também as perdas sociais, como:

- Valor do tempo perdido no congestionamento, que é calculado pela diferença entre a velocidade de viagem normal (sem congestionamento) e a média da velocidade em uma situação de congestionamento;
- Custos adicionais por causa do aumento na depreciação dos veículos, combustível e óleo;
- Custos dos acidentes causados pelos congestionamentos;
- Impacto negativo do congestionamento na economia local de uma cidade.

Com relação à cidade de Botucatu, em estudo realizado por Mendes e Fantin (2012) contextualizou a frequência com que os entrevistados enfrentaram problemas com congestionamento na cidade de Botucatu. Os resultados da pesquisa apontaram que 56% dos usuários tiveram problemas com congestionamentos mais de uma vez por dia, podendo ser representados por usuários que se locomoveram nos horários de pico, 20% responderam que nunca ou raramente enfrentaram congestionamentos, representando usuários que se locomoveram fora do horário de pico.

Segundo Resende e Sousa (2009), outra preocupação constante das autoridades é o impacto dos congestionamentos na qualidade de vida das pessoas. A gestão do transporte é um processo que envolve participação, integração e é um instrumento para elevação do nível de serviço e preservação da qualidade de vida.

De acordo com Dows (citado por Resende e Sousa, 2009) uma característica do sistema de transporte em muitas cidades é que o aumento de carros é muito maior do que a construção de ruas e avenidas. A grande razão desse aumento são as medidas agressivas promovidas pelas montadoras para aumentar os seus lucros. Elas têm investido pesadamente na promoção e financiamento de veículos.

Os sistemas de transporte público dominantes nas cidades brasileiras, como ônibus, metrô e trens, funcionam eficientemente somente quando conseguem atender a áreas com alta densidade. Como resultado, o transporte público é concentrado em poucas partes e ausente na maioria das regiões. (RESENDE; SOUSA, 2009)

O Brasil (2011) realizou através do SIPS uma pesquisa para obtenção de Indicadores da Percepção Social pela sociedade brasileira sobre a questão da mobilidade urbana e os temas derivados, tais como: eficácia do transporte público, dificuldades encontradas em sua utilização, condições das vias, etc. O estudo mostra a percepção que os brasileiros têm sobre

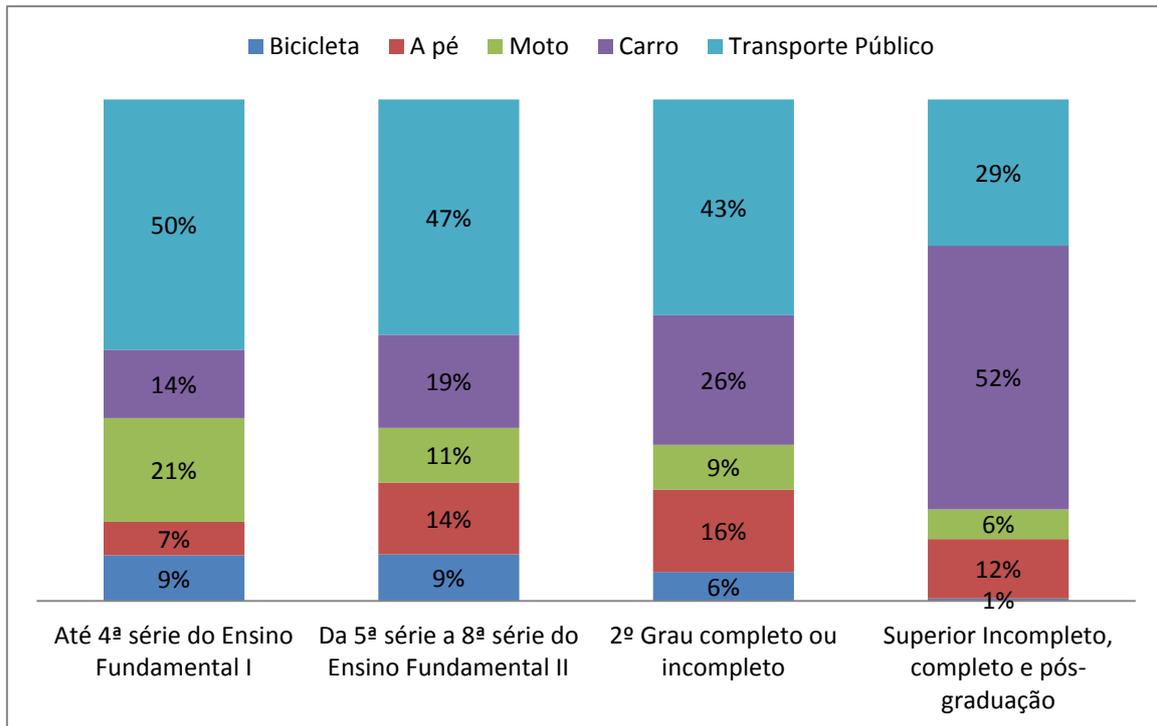
os diversos tópicos levantados. Sobre os aspectos analisados na pesquisa, ressalta-se: análise por região, etnia, nível de escolaridade, faixa salarial. A pesquisa aponta também que no Brasil os tipos de transporte são: carro, moto, bicicleta e ônibus. A escolha do meio de transporte é motivada por: conforto, tempo de trajetória, segurança, custo e acessibilidade, etc.

“Para se obter qualidade em processo é necessário que se tenha a política, a gestão e o sistema da qualidade compatíveis com as necessidades e expectativas de motoristas, passageiros e embarcadores.” (COSTA, 2001)

De acordo com levantamento realizado pelo Brasil (2011), em todas as regiões do Brasil o meio de transporte mais utilizado é o transporte público. Na região Sudeste, o transporte público concentra 50,7%, tendo em segundo lugar o carro com 25,6%. A diferença percentual entre estes dois modos de transporte na Região Sudeste é de o dobro do percentual. Na região Centro-Oeste, a diferença entre o percentual de usuários do transporte público e de veículos é muito próxima, tendo o primeiro 39,6% para 36,5% utilizando o carro.

Considerando a escolaridade, a pesquisa do Brasil (2011) aponta que quanto maior for o nível de escolaridade menor é a utilização do meio de transporte público. Há uma mudança do principal meio utilizado, mostrando um percentual de 50% para indivíduos que têm até a 4ª série do Ensino Fundamental que usufruem do transporte público e na outra extremidade, aos entrevistados que se encaixam no perfil de ensino superior, somente 29% o utilizam. O estudo mostra que ocorre uma queda de 42% de utilizá-los do mesmo meio de transporte. Em contrapartida, para os usuários do carro como meio de locomoção, há um aumento de quase 35,2% entre usuários com até a 4ª série do Ensino Fundamental I (14%) e os usuários com ensino superior (52%) conforme pode ser observado na Figura 2.

Figura 2: Meio de Transporte mais utilizado por escolaridade



Fonte: BRASIL (2011)

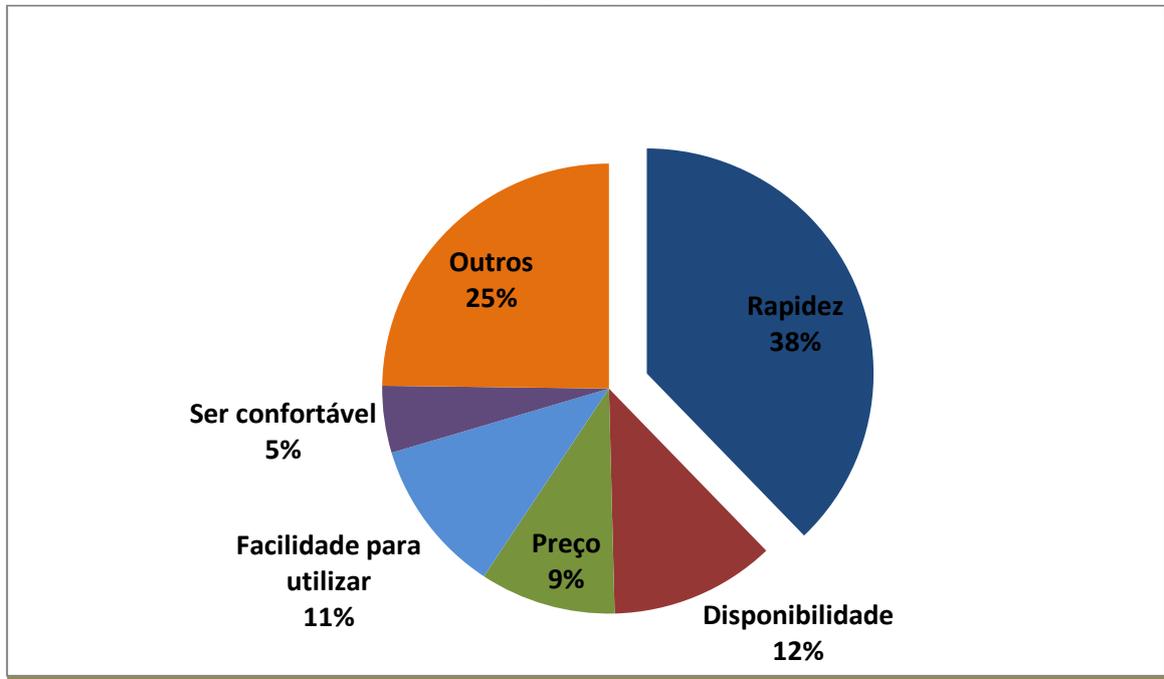
Outro resultado importante encontrado pelo Brasil (2011) foi relacionado às características de um bom transporte. Verificou-se que a rapidez representa a característica mais importante entre os entrevistados para a escolha do meio de locomoção utilizada. Na Região Sudeste 36,6% dos entrevistados consideraram a rapidez a principal característica do bom transporte, sendo o preço (13,4%) o segundo critério mais considerado.

Ainda com base na pesquisa do Brasil (2011), observou-se os motivos que influenciaram os meios de locomoção entre os entrevistados de todas as regiões. A rapidez (32,7% - Brasil) foi o que mais influenciou na escolha do meio de locomoção. O preço ficou em segundo lugar, representando 14,8% dos motivos, mas, diferentemente da percepção tida para o melhor meio de transporte, a facilidade de usar (8,3% - Brasil) representou o quarto motivo mais importante na escolha do meio de locomoção. Quando se analisou os dados referentes à Região Sudeste, percebeu-se que a rapidez (37,8%), a disponibilidade (11,8%), a facilidade (11,1%) e o preço (9,7%) foram os quatro motivos de maior influência.

A facilidade para utilizar o transporte, apesar de ser pouco lembrado quando se abordou as características do bom meio de transporte (1%), foi um dos principais motivos na escolha do meio de transporte (11%), conforme observado na Figura 3, sendo mais importante até que o preço e o conforto. O único fator que foi comum entre o idealizado e o viável, foi o quesito rapidez, compondo o principal fator que afetou na percepção do que se considera mais

importante e sobre os motivos que levam um usuário a utilizar determinado meio de transporte.

Figura 3: Motivos que influenciam o transporte utilizado pelos entrevistados – Região Sudeste



Fonte: BRASIL (2011)

2.6 Caracterização de Botucatu

Baseado em Figueroa (2007), foram apresentados nas próximas seções um breve histórico da cidade, sua expansão urbana, o plano de reforma urbana, o segundo e atual plano diretor no município, caracterizando assim um resumo do processo de formação da cidade de Botucatu.

2.6.1 Um breve histórico da cidade de Botucatu

Botucatu tornou-se freguesia em 1846 e emancipou-se em 14 de abril de 1855. A nova Vila de Botucatu passou a abranger extensa área territorial – quase um quarto da província. Seus limites foram desenhados pelos rios Tietê, Paranapanema e Paraná, formando um grande triângulo.

Em meados do séc. XIX tornou-se uma cidade em pleno desenvolvimento, principalmente com a chegada da ferrovia, sendo considerada a “Boca do Sertão”. As pequenas propriedades agropecuárias, os estabelecimentos comerciais, hospedarias e grandes fazendas que plantavam café, e o importante entroncamento ferroviário da antiga Estrada de

Ferro Sorocabana garantiram sua referência entre o período em que serviu de entreposto comercial e cultural para muitas regiões do interior do Estado, do norte do Paraná e profundezas do Oeste, que estavam em formação.

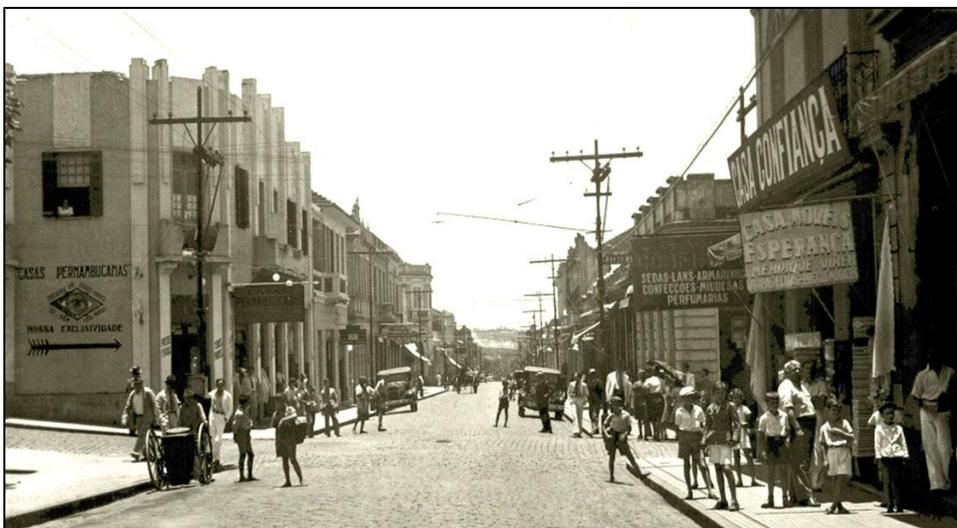
Na primeira metade do séc. XX a cidade se consolidou com excelentes instituições de ensino, sendo muito procuradas por outras regiões do Oeste brasileiro, o que fortaleceu o comércio, as indústrias de alimentos e máquinas de beneficiamento de café. Nas décadas de 1950 a 1970, concentrou-se o futuro sólido da indústria botucatuense e Ensino Superior.

Tornou-se, no final do século XX e início do século XXI, uma cidade com boas indústrias, com produção para o mercado nacional e de exportação.

2.6.2 Expansão urbana: novas ruas, avenidas e praças

O início do povoado de Botucatu surgiu com as primeiras casas que teriam surgido nas proximidades da Atual Praça Coronel Moura (Paratodos) e no entorno da primeira Matriz, erguida ainda nos anos 1840. Desse lugar, a cidade estendeu-se primeiramente às margens de um caminho que buscava sair da localidade rumando para o sul. Era a atual Rua Curuzu, antigo caminho de tropeiros e viajantes, marcado pela passagem de homens e animais. Como outra alternativa do caminho, mais acima, na encosta leste do principal espigão da cidade, nasceu outro caminho que acabou por tornar-se a principal rua, atual Amando de Barros – antiga Rua do Comércio. Tornou-se uma região próspera, rodeada de casas de comércio e residências dos mais abastados devido ao fato de ser a rota dos viajantes. (Figura 4).

Figura 4: Antiga Rua Amando de Barros (Rua do Comércio)



Fonte: Google Images (2014)

A cidade, no seu princípio, resumia-se a isso: o Largo da Matriz, a Rua do Comércio (depois do Riachuelo e atual Amando de Barros) (Figura 1) e a Rua das Flores (atual Rua Curuzu). Este foi o primeiro arruamento organizado da cidade. Além desta região, a cidade era composta pelas casinhas dos primeiros moradores (os Costa, seus parentes e coabitantes do Sítio Cachoeira ou Cachoeirinha). Organizavam-se em pequenos sítios, cujas habitações eram construídas recuadas das cercas dos caminhos, deixando estes mais parecidos com estradas do que com ruas.

Em 1858, a partir de 27 de setembro, estabeleceu-se a Câmara dos Vereadores. A Câmara evidenciou que o agrupamento de casas no centro da cidade cresceu e começou a encostar-se às terras particulares, pertencentes às fazendas ou sítios que ficavam ao redor, urgindo a necessidade de providenciar que algumas novas áreas fizessem parte do perímetro urbano. Foi então que se criou o primeiro loteamento propriamente dito. A área compreendida foi da atual Rua Djalma Dutra (antiga Rua do Calvário, depois dos Costa) e a parte baixa da Av. Floriano Peixoto. A venda e a ocupação dos terrenos se deram de forma lenta. Até 1890, ainda era muito restrito ao chamado hoje “centro velho”. Foi o trem, em 1889, que começou a mudar esta realidade. Havia casas dispersas entre Boa Vista e Bairro Alto, que não tinham alinhamento ou arruamento. Havia algumas hospedagens e vendas para os tropeiros. Era uma cidade muito grande para poucos moradores. Botucatu começou a urbanizar-se seguindo a linha dos antigos padrões de cidades como Itapeva, Itapetininga, com um largo triangular da igreja e as casas irregularmente dispostas ao redor. Mas logo assumiu uma forma de urbanização precursora, das cidades novas que viriam depois, tais como Bauru, Lençóis Paulistas, Avaré e Assis, com traçado ortogonal e vias largas.

Em pouco menos de 30 anos (1875-1905) a cidade expandiu, saindo dos restritos quarteirões, à beira do Lavapés, e subiu a encosta, rumo à que é hoje a esplanada das escolas. Impulsionada pelas iniciativas republicanas de alocar prédios públicos em locais que antes se destinavam apenas às igrejas, a cidadezinha de antanho foi criando novas ruas paralelas às ruas Rangel Pestana, do Curuzu e Amando de Barros. Surgiram a atual Rua João Passos (antiga Rua Cesário Alvim), Cardoso de Almeida (antiga Rua Áurea) e General Telles. Surgiu também as primeiras grandes avenidas: Dom Lúcio (antiga Av. Campo Santo e a Santana. Esta região é considerada a mais antiga e tradicional da cidade.

A Câmara dos Vereadores, nos anos de 1892 e 1893, ligou as ruas Cardoso, General Telles e João Passos, ligando-as à Floriano Peixoto. Nessa ocasião foram doados terrenos para os empreendedores que quisessem investir ao longo desta última via. Já nos anos iniciais de

1900, a hoje principal avenida da cidade, Avenida Santana já havia sido aberta, e o lançamento de impostos de 1899 mostrava que ali já havia várias residências. (Figura 5)

Figura 5: Avenida Santana nos idos de 1900



Fonte: Acervo da Secretaria Municipal de Educação de Botucatu (2014)

Até final do século XIX, as necrópoles eram separadas para católicos e presbiterianos. O antigo cemitério católico de Botucatu ficava na região entre a Rua Marechal Deodoro e a Rua General Telles, localizando-se nos fundos da antiga igreja matriz onde hoje encontra-se a Câmara dos Vereadores e a Praça do Bosque. O intendente Raphael Ferraz Sampaio que foi um advogado, buscou expandir a cidade mudando o antigo cemitério católico para o já existente Portal das Cruzes para permitir a expansão da cidade, dando continuidade à Rua General Telles e abrindo a Rua Marechal Deodoro. Estas ações marcaram o que se pode dizer ter sido o Primeiro Plano Diretor, acontecido na última década do século XIX. Somado a essas ações, salienta-se também o fim dos últimos becos existentes nas proximidades das principais ruas, são elas Rua Riachuelo (Atual Amando) e Rua Curuzu, ou entre esta e a Rua Rangel Pestana, permitindo assim que a cidade alcançasse os novos núcleos populacionais que se organizavam.

2.6.3 Planos de Reforma Urbana

Segundo o arquiteto João Fernando Toledo Piza, “... os planos urbanos desta época visavam, sobretudo, solucionar problemas sanitários (água e esgotos, drenagem de águas da chuva) e construir uma estética ordenada da cidade, como parte do projeto positivista

republicano de construção da nova ordem nacional”. Preocupações com a construção do Asilo, como forma de isolamento de andarilhos, pedintes e leprosos. Essa primeira fase de planejamento nasce com o Plano de Águas de 1893, que prevê o traçado dos bairros Alto e Boa Vista. A Vila dos Lavradores data seu projeto de 1894. A Av. Santana foi construída fora do alinhamento das demais ruas; ela é ligeiramente confluyente com a Rua General Telles, no sentido da descida, para desviar do grande desnível ainda hoje existente entre ela e a atual rodoviária.

A primeira formação de bairros no final do século XIX foram: Tanquinho, Lavapés, Bairro Alto, Boa Vista e Lavradores. Em 1924, dá-se a segunda geração de bairros, completada pela Vila São Lúcio/ Aparecida. Até 1950 a cidade expandiu-se sobre esses bairros com a construção, tanto em novos terrenos como em antigos quintais, sucessivamente desmembrados. Essas modificações transformaram a cidade, que antes se caracterizava com grandes quintais, quase uma chácara, com média de terreno de 2.000 m² de área. Houve a preocupação da densidade da área central, para a transformação de quintais grandes em menores. Sempre houve a preocupação e a característica de arborização encontrada na cidade, sendo presente em todas as etapas de expansão da cidade.

A partir de 1950 deu-se a terceira geração de loteamentos: ao norte, na saída de São Manuel, Vila Antártica, Vila Pinheiro e uma série de chácaras pequenas de imigrantes foram desmembradas. Ao redor do centro, a Vila Santana e os primeiros loteamentos da Vila dos Médicos; ao leste a Vila Auxiliadora, Jardim Brasil e Altos da Boa Vista.

A partir de 1955 abriram-se novos loteamentos motivados por uma onda especulativa originada pelas notícias de melhorias que seriam realizadas na estrada Marechal Rondon. Esta informação gerou expectativas para a instalação do hospital de tuberculose, a abertura da Faculdade de Medicina e a construção do aeroporto. A quarta geração de loteamentos foi mais afastado da cidade. A oeste, toda a parte de Rubião Júnior, ao redor do Ceagesp, Santa Elisa, Riviera, Jardim Evelyn, Parque Imperial e Marajoara. Ao sul, Jardim Santa Cecília e Santa Mônica. Ao leste, Jardim Piabiru, e ao norte a Vila Nova Botucatu e o maior loteamento da história da cidade até então, o Jardim Paraíso, o pioneiro em reservar áreas institucionais e verdes. Mas estes loteamentos só foram efetivamente ocupados muito tempo depois.

Segundo o arquiteto João Fernando Toledo, a partir desse momento, idos de 1955, entre os ribeirões Lavapés e Tanquinho – outra direção que o crescimento urbano tomou -, foi ocupar os terrenos no entorno do Colégio Santa Marcelina, em terras que passaram a ser vendidas em pequenos lotes. Desses loteamentos nasceram as Vilas São Lúcio e Aparecida.

2.6.5 Segundo Plano Diretor

Em 1967 foi elaborado um Plano Diretor Piloto que previa, entre outras propostas, o controle da expansão da cidade para leste; uma rodovia ligando Botucatu à Castelo Branco (a atual Castelinho); uma rodoviária, onde hoje é a Praça Brasil-Japão; e o Viaduto Bento Natel, que deveria se interligar à Rua Jaguaribe através do alargamento e prolongamento da Rua Dinorah Colino de Barros. Em 1973 é elaborado um novo plano diretor, mais completo e detalhado, tratando de todo o município, inclusive a área rural. O Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado passou a ser a principal orientação para o desenvolvimento urbano de Botucatu. Em 1978 e 1981 passou por revisões e, em 1987 e 1998, foi atualizado e foram incorporadas algumas mudanças. O plano de 1973 passou a dar importância à manutenção de recuos das edificações e enfatiza a expansão do sistema viário com grandes obras, como as marginais do Lavapés, que jamais foram construídas. Os maiores impactos desses planos foram: a configuração dos novos loteamentos (a quinta geração, atual, com áreas verdes e institucionais obrigatórias); das moradias de classe média da cidade, com recuos de frente, laterais e fundos; a abertura e consolidação de algumas vias importantes, como a Leonardo Villas Bôas, a Conde de Serra Negra e a Dante Delmanto; assim como a formação de duas grandes avenidas, o eixo universitário e a Avenida Monumental.

2.6.6 Atual Plano Diretor Participativo – 2007

Em abril de 2007 foi aprovada a Lei Complementar número 483 que passou a estabelecer o Plano Diretor Participativo (PDP) no município de Botucatu. O Plano Diretor é uma lei que diz o que os cidadãos querem para o futuro da cidade de Botucatu. Ele é o responsável em nortear todas as ações do Poder Público (construção de infraestrutura, escolas, postos de saúde, funcionamento da administração, entre outros), assim como da iniciativa privada (localização de indústrias, comércio, bares, edifícios altos, abertura de loteamentos).

O próximo capítulo apresentará os materiais e a metodologia utilizada no estudo do caso proposto neste trabalho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Para este estudo foi desenvolvido um formulário de coleta de dados conforme modelo em Apêndice. Os dados coletados foram organizados em uma planilha eletrônica do Excel para análise do fluxo de veículos. O formulário para coleta de dados possui os campos relativos à: ponto da microrregião, data, intervalos estipulados, campo para marcação quantitativa por tipo de veículos e, com relação aos automóveis particulares, campo relativo ao número de passageiros no veículo. Para a medição da largura da via, necessário para calcular o fluxo de saturação, foi utilizado uma trena eletrônica, da marca Bosch, modelo GLM50.

3.2 Área de abrangência do estudo

Botucatu está localizada na região centro sul de São Paulo, pertencente à Região Administrativa de Sorocaba. A cidade, que no passado chegou a representar $\frac{1}{4}$ da extensão territorial do Estado de São Paulo, hoje ocupa uma área de 1486,4 km², enquanto que o Estado de São Paulo compreende 248.223,21 km² (BOTUCATU, 2014; SEADE, 2014).

Localizada a 224,4 km da capital, a ligação é feita pelas rodovias Marechal Rondon e Castelo Branco, ambas com pista dupla. Faz limites com os municípios de Anhembi, Bofete, Pardinho, Itatinga, Avaré, Pratânia, São Manuel, Dois Córregos e Santa Maria da Serra.

A cidade de Botucatu encontra-se no Estado de São Paulo, mais precisamente no centro oeste-paulista, cidade esta, que tem como slogan “Cidade dos Bons Ares e das Boas Escolas”, ou seja, fatores fundamentais para a escolha de imigração de indivíduos que estão descontentes com a vida nas grandes megalópoles e metrópoles paulistas. Essa migração trouxe o desenvolvimento e a grande ascensão da cidade. Estima-se que a população da cidade no ano de 2013 é de 131.723 habitantes. A taxa Geográfica de Crescimento Anual da

População entre os anos de 2010/ 2013 foi de 1,18%. Em 2013 o grau de urbanização, em percentuais, de Botucatu ficou em 96,35% (SEADE, 2014).

Com o desenvolvimento econômico e a melhora da renda dos cidadãos, houve a possibilidade de muitos munícipes que utilizavam o transporte coletivo urbano trocassem de meios de locomoção, melhorando suas condições de vida, ou seja, adquirissem seus veículos automotores, elevando assim o número da frota de veículos na cidade de Botucatu que totalizava 68494 veículos em 2010, crescendo em 2013 para 83121 veículos. (ATLAS BRASIL, 2014).

Segundo dados do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2014), a frota veicular de carros de passeio em abril de 2010 foi de 42.366 veículos. No mesmo período do ano de 2013, registrou-se 51.027 e, em abril de 2014, a quantidade passou para 53.567 automóveis particulares. Os dados demonstram uma taxa média de crescimento de 6,60% entre 2010 e 2014.

Em 2010 a cidade de Botucatu ocupou a 40ª posição em relação ao IDH-M, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, sendo de 0,800. Com relação aos 645 municípios do Estado de São Paulo, Botucatu ficou em 22ª posição, tendo sua colocação 96,74% superior aos colocados que estão em posição igual ou pior que a cidade. O município está situado na faixa de Desenvolvimento Humano Muito Alto (IDHM entre 0,8 e 1). As dimensões analisadas no IDHM, realizadas através de uma adaptação e sob a coordenação de: PNUD, IPEA e Fundação João Pinheiro, segue os mesmos parâmetros da metodologia utilizada pelo IDH global. A fonte de dados utilizada para tais índices municipais foi o censo demográfico 2010. Utilizou-se também os dados relativos aos anos de 1991 e 2000. Levou-se em consideração as dimensões administrativas ocorridas no período permitindo a comparabilidade temporal e espacial entre os municípios. As dimensões abrangidas são as mesmas do IDH Global – longevidade, educação e renda. São analisados todos os 5.565 municípios brasileiros. (ATLAS BRASIL, 2013).

Baseado em Figueroa (2007), foram apresentados nas próximas seções um breve histórico da cidade, sua expansão urbana, o plano de reforma urbana, o segundo e atual plano diretor no município, caracterizando assim um resumo do processo de formação da cidade de Botucatu.

A região objeto deste estudo de caso compreende uma rua localizada em uma região central de Botucatu, possuindo papel fundamental ao longo da formação e do crescimento da cidade, alocando e centralizando as principais escolas e a Secretaria Municipal de Educação,

prédio da administração pública responsável por todas as diretrizes e controle da educação sobre a responsabilidade do município.

Esta região, visualizada na Figura 6, compreende a Rua Doutor Costa Leite e foi escolhida devido à concentração de escolas e prédios da administração pública, gerando em determinados horários (principalmente nos horários de entrada e de saída dos alunos das escolas centralizadas nessa microrregião) aumento considerável do fluxo de veículos, dificultando o deslocamento da região.

Figura 6: Região de Estudo - Rua Doutor Costa Leite



Fonte: Google Imagens (2014)

Importante observar que na microrregião estudada existem três escolas de grande importância e tradição em Botucatu. O Colégio Santa Marcelina, que fica compreendido entre as Ruas Coronel Fonseca e Rua Moraes e Barros; O Colégio La Salle localizado entre a Rua

Moraes e Barros e a Rua Monsenhor Ferrari e; o Colégio La Salle que atende a Educação Infantil que fica entre a Rua Monsenhor Ferrari e a Rua José Del Farra.

3.3 Métodos

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica para dar subsídios à etapa inicial do estudo. Após essa etapa, foram definidos os pontos dentro da microrregião de análise. (Tabela 1). Com a definição dos pontos, foi definido o horário para a coleta considerando: fluxo normal da via, mudança do fluxo ocasionado por aumento do número de veículos e o horário de entrada e saída das escolas que ficam dentro da microrregião.

Tabela 1: Tabela dos trechos para coleta de dados do fluxo de veículos

Ponto	Sentido do fluxo	Trecho
A	Chegada de veículos	Rua Dr. Costa Leite com Rua Coronel Fonseca
B	Chegada de veículos	Rua Dr. Costa Leite com Rua Velho Cardoso
C	Saída de veículos	Rua Dr. Costa Leite com Rua Morais de Barros
D	Chegada de veículos	Rua Dr. Costa Leite com Rua Monsenhor Ferrari

Como mencionado na tabela acima, entende-se por ponto de chegada, a relação do sentido de fluxo com a via analisada. A Rua Coronel Fonseca representa um ponto de chegada de novos veículos na Rua Doutor Costa Leite, bem como Rua Velho Cardoso e Rua Monsenhor Ferrari. Já a via Rua Morais de Barros representa um ponto de saída de veículos em relação à Rua Doutor Costa Leite, ponto este que pode ser utilizado para escoar o fluxo de veículos da via analisada.

Os intervalos para a coleta de dados foram de quinze minutos cada, entre as 11h52min e 13h22min, compreendendo seis grupos de intervalos a saber:

1. 11h52min às 12h07min
2. 12h07min às 12h22min
3. 12h22min às 12h37min
4. 12h37min às 12h52min
5. 12h52min às 13h07min

6. 13h07min às 13h22min

Após a definição dos pontos para coleta e os respectivos intervalos de horários, estipulou-se os dias da semana para realização das observações de campo (Tabela 2). Devido a limitações de disponibilidade e custos, os dias de coleta dos quatro diferentes pontos aconteceram no meio da semana, entre terça-feira e quinta-feira sendo realizado somente por um indivíduo.

Tabela 2: Relação dos Pontos de Coleta e dias realizados

Ponto de Coleta	Dia do mês e da semana
Ponto A	08 de maio – 5 ^a -feira
Ponto B	13 de maio – 3 ^a -feira
Ponto C	14 de maio – 4 ^a -feira
Ponto D	15 de maio – 5 ^a -feira

Todos os dados obtidos foram tabulados em planilha eletrônica, obtendo-se o perfil por ponto e intervalo, por meio de gráficos e tabelas de frequências, buscando observar o comportamento do fluxo de veículos em cada um dos pontos avaliados.

Esse estudo considerou a quantidade total de veículos passando em cada um dos pontos, respeitando a relação de unidades de veículos de passageiros por hora, harmonizando assim com a unidade padrão de veículos por hora de tempo verde, que é o escoamento ininterrupto de veículos.

Desta forma, os tipos distintos de veículos (automóveis, caminhões, vans, ônibus entre outros) possuem uma equivalência de espaço ocupado na via em relação a um veículo padrão, sendo necessário estipular um fator de equivalência. A Tabela 3 apresenta o fator de equivalência considerando somente os tipos de veículos contados durante a pesquisa de campo (BRASIL, 1979).

Tabela 3: Fator de equivalência para veículos diversos

Tipo de veículo	Fator de Equivalência (Veq)
Automóvel de passeio	1,00
Caminhão Médio e Van	1,75
Ônibus	2,25
Motocicleta	0,33

Fonte: Brasil (1979 – p.142)

Com base nos resultados da tabulação dos dados levantados foi identificado o ponto que apresentou maior fluxo de veículos e a hora pico, o qual passou a ser referência para o cálculo do fluxo de saturação e a taxa de ocupação da via analisada (Rua Doutor Costa Leite).

O fluxo de saturação é o fluxo obtido se houver uma fila de veículos na aproximação (no caso a faixa de pedestres das escolas) com 100% de tempo de verde do cruzamento (escoamento ininterrupto). Normalmente o fluxo de veículos é expresso em unidade de veículos por hora de tempo verde. (BRASIL, 1979).

Webster (1958, citado por Cardoso e Ribeiro, 2005) define o fluxo de saturação como a taxa máxima de fluxo em que ocorre a descarga de uma fila de veículos quando esta atravessa a linha de parada de uma aproximação (no caso as faixas de pedestres das escolas) em período de tempo de verde do ponto de parada. Para o cálculo do fluxo de saturação foi utilizado o método Webster, citado em Brasil, 1979, analisando o número máximo de veículos que a via comporta.

O fluxo de saturação de uma via depende de vários fatores, sendo os mais influentes a geometria de interseção (largura), número de veículos que fazem conversão à esquerda e à direita, declividade da via, estacionamento de veículos e presença de veículos comerciais como ônibus e caminhões (BRASIL, 1979).

Vale ressaltar que os pontos analisados, apesar de algumas divergências, estão enquadrados nas aproximações padrões para a utilização do método de Webster, ou seja, sem interrupções à esquerda (no ponto onde registrou o maior volume de veículos), obtenção da geometria de interseção (largura), declividade da via inexpressiva. Observa-se ainda que a via em análise apresenta local para estacionar tanto do lado direito quanto do lado esquerdo. Este fator influencia na largura disponível para o trânsito. Conforme menciona Brasil (1979), veículos estacionados diminuem a largura disponível para o trânsito, reduzindo o fluxo de saturação. A interferência é sempre superior ao espaço físico ocupado pelos veículos, devido ao efeito lateral de atrito.

Para efeitos de cálculo do fluxo de saturação, como a via estudada tem estacionamento dos dois lados, descontou-se 2,20 metros de cada um dos lados da largura observada na via em questão. Para Santos (2007) a largura das faixas de tráfego, como uma componente geométrica, é considerada como fator determinante para a definição do fluxo de saturação. A largura das faixas de tráfego, como uma componente geométrica, é considerada como fator determinante para a definição do fluxo de saturação. Verifica-se que em Webster e Cobbe (1966, citado por Silva,) a variação do fluxo de saturação para larguras de faixas entre 3,00 metros e 5,50 metros não apresenta linearidade.

Já para larguras das aproximações entre 5,5 e 18,0 metros a expressão matemática utilizada para calcular o máximo de veículos que a via comporta considerando a largura da aproximação (fluxo de saturação) é dada pelo cálculo da fórmula matemática apresentada em Brasil (1979):

$$S = 525xL$$

onde S é o fluxo de saturação, L é a largura da aproximação.

Na via estudada, no ponto onde foi identificado com maior volume de veículos (ponto B), foi realizada a medição da largura da mesma, obtendo-se o valor original de 7,80 metros entre as extremidades da calçada, portanto atendendo a validação da equação mencionada anteriormente. Com o desconto de 2,20 metros para cada lado da via (ambos comportam estacionamento lateral) chegou-se a uma largura de 3,40 metros utilizados para encontrar o fluxo da saturação da via analisada.

Dentre os fatores que influenciam no fluxo de saturação de uma via como mencionado anteriormente, para suprir pontos como estacionamento dos dois lados da via adotou-se o Efeito de Localização sobre o fluxo de saturação.

Como menciona Brasil (1979) todos os fatores adicionais podem ser combinados de forma única e seus efeitos considerados ao se classificar a aproximação segundo a localização especial dentro da cidade. Características como uso do solo (que determinam as necessidades de transporte) e os níveis de interferências existentes interferem diretamente no fluxo de saturação de uma via. Como mostra Tabela 4 as localizações são classificadas em três tipos.

Tabela 4: Descrição e efeito dos tipos de localização das aproximações

Tipo de Local	Descrição	% de efeito médio no fluxo de saturação
Bom	Sentidos de tráfego separado por canteiro central; pouca interferência de pedestres, veículos estacionados ou conversão à esquerda; boa visibilidade e raios de curvatura adequados; larguras e alinhamento adequados.	120
Médio	Algumas características de local bom e outras de local ruim.	100
Ruim	Velocidade média baixa; Interferências de veículos parados, pedestres e/ ou conversão à esquerda. má visibilidade e/ ou mau alinhamento; ruas de centros comerciais movimentadas.	85

Fonte: Brasil (1979). Pg145.

Portanto, para devido ajuste do cálculo do fluxo de saturação considerando as condições da via, adotou-se para efeitos de cálculo o parâmetro de localização “Ruim” (0,85) no cálculo do fluxo de saturação. A fórmula matemática a seguir demonstra o cálculo realizado:

$$S_{\text{corrigido}} = S_{\text{padrão}} F_{\text{localização}}$$

onde $S_{\text{corrigido}}$ é Fluxo de saturação corrigido, $S_{\text{padrão}}$ é Fluxo de saturação achado inicialmente e $F_{\text{localização}}$ o percentual utilizado para correção.

A taxa de ocupação de uma aproximação é definida como sendo a relação entre a demanda de tráfego e o fluxo de saturação. A taxa de ocupação é uma medida absoluta da solicitação de tráfego numa aproximação (BRASIL, 1979).

A taxa de ocupação foi calculada, para o ponto de aproximação de maior demanda do volume, bem como o fluxo de saturação do respectivo ponto. A fórmula matemática para a obtenção desta taxa de ocupação é:

$$Y = \frac{Q}{S}$$

onde Y é taxa de ocupação da aproximação, Q a demanda de fluxo (fluxo horário) da aproximação e S o fluxo de saturação.

A demanda utilizada no cálculo da taxa de ocupação da via Rua Doutor Costa Leite foi a encontrada na hora pico identificada pela análise dos dados da pesquisa.

No próximo capítulo serão apresentados os resultados encontrados com base no estudo realizado sobre a coleta de dados. Os resultados serão apresentados por cada um dos intervalos, apresentar-se-á a análise de cada um dos pontos, além de um estudo relativo ao Diagrama de Fluxo, Fluxo de Saturação e Taxa de Ocupação do ponto onde houve o maior volume de veículos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao longo deste capítulo serão apresentados os resultados da pesquisa de campo com base nos dados coletados. Os resultados foram apresentados por meio de gráficos e tabelas devidamente comentados.

Da seção 4.1 a 4.6, analisou-se o comportamento do volume de veículos conforme os intervalos estipulados. Ao final, na seção 4.7 foi feita uma análise do comportamento da média de veículos por intervalo. Entre as seções 4.8 a 4.11 apresentou-se a análise de cada um dos pontos. A finalização dos resultados encontra-se na seção 4.12 com a apresentação do diagrama de fluxo, o cálculo do fluxo de saturação e a taxa de ocupação, utilizando os métodos descritos no capítulo anterior.

No Colégio Santa Marcelina, alunos do 1º ano ao 9º ano do Ensino Fundamental saem às 12 horas e 05 minutos. Já os alunos do Ensino Médio saem às 12 horas e 50 minutos. Sobre o Colégio La Salle, o horário de saída dos alunos do Ensino Fundamental do 1º ano e 4º ano acontece às 11 horas e 45 minutos. Já os alunos do 6º ano do Ensino Fundamental até o 3º Ano do Ensino Médio saem às 12 horas e 45 minutos. Para alunos que estudam no horário da tarde no Colégio La Salle, incluindo a Educação Infantil, o horário de entrada ocorre às 13 horas. Vale ressaltar que alunos do 5º ano e 6º ano que utilizam veículos coletivos contratados (Vans), o horário de chegada à escola é às 12 horas e 35 minutos. Outra informação relevante é que o Colégio Santa Marcelina possui duas opções de portão de entrada e saída de alunos, sendo uma na Rua Doutor Costa Leite e a outra na Rua Coronel Fonseca.

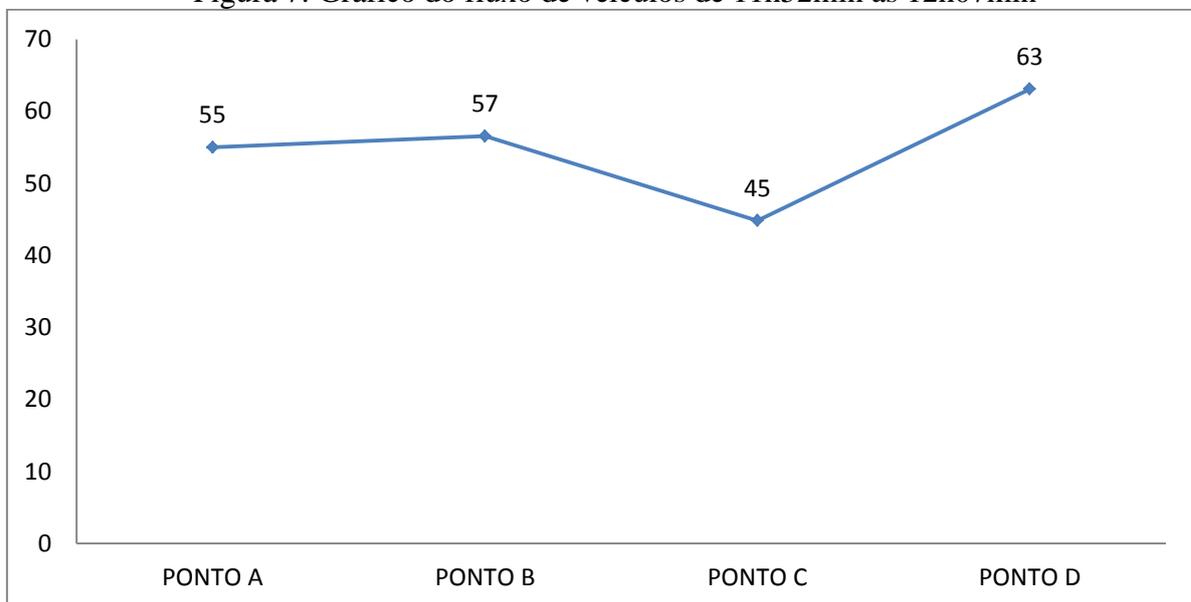
A seguir foram apresentados os resultados do primeiro intervalo adotado na coleta de dados.

4.1 Horário de 11h52min as 12h07min

O primeiro intervalo estipulado para coleta de dados foi de 11h e 52min as 12h e 07min.

A contagem total de veículos no ponto A, um ponto de entrada, conversão da Rua Coronel Fonseca com a Rua Dr. Costa Leite, foi de 55 veículos. Quando se chega ao Ponto B, também ponto de entrada, pois a Rua Velho Cardoso converge com a Rua Dr. Costa Leite, ocorreu um aumento de quase 4%, passando para 57 veículos. O Ponto C, que é um ponto de saída de veículos, Rua Dr. Costa Leite com Rua Moraes e Barros, ocorreu uma queda de quase 21% do volume, passando para 45 veículos. O último ponto de análise é o Ponto D, ponto de entrada de fluxo de veículos da Rua Monsenhor Ferrari com a Rua Dr. Costa Leite. Neste ponto ocorreu um aumento de aproximadamente 40% do fluxo de veículos com relação ao ponto anterior, passando para 63 veículos (Figura 7).

Figura 7: Gráfico do fluxo de veículos de 11h52min as 12h07min



Notou-se que independente da variação entre os pontos de coleta, o fluxo de veículos foi “baixo” em relação aos demais resultados.

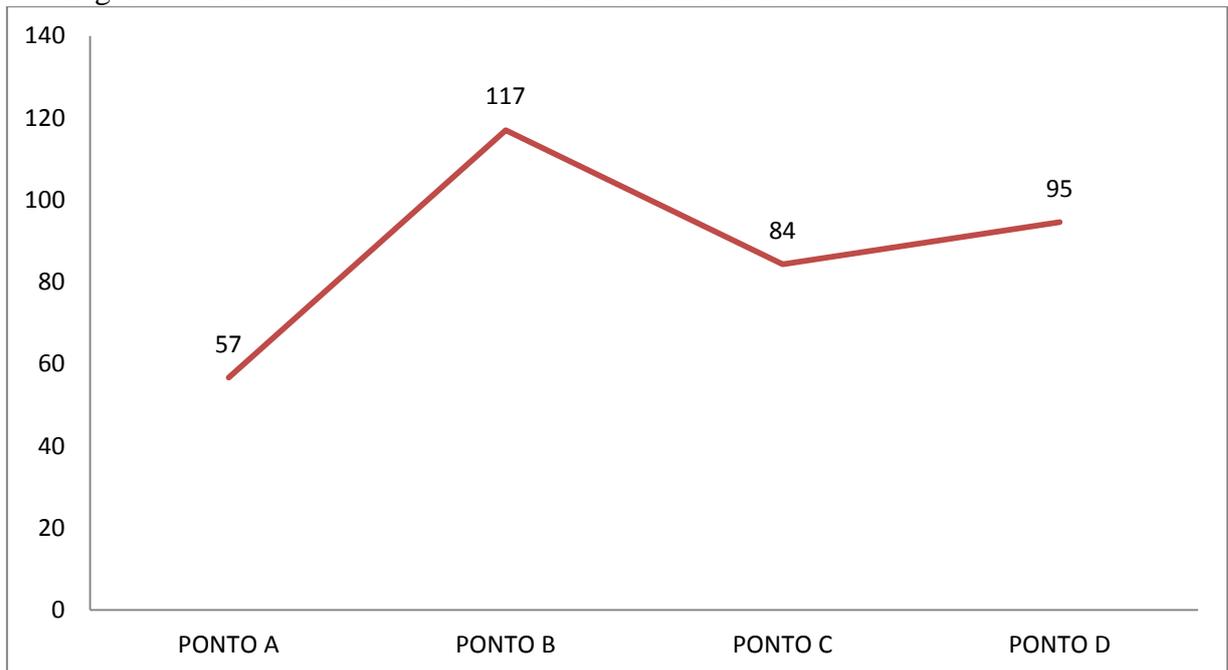
Analisando a média de veículos do intervalo estudado, neste horário circulou uma média de 55 veículos.

4.2 Horário de 12h07min as 12h22min

Sobre os dados coletados durante o horário de 12h07min as 12h22min, a contagem no Ponto A foi de 57 veículos. Quando se analisou a relação com o volume no Ponto B, 117 veículos, percebeu-se um aumento próximo a 105% com relação ao Ponto A. Isso ocorre também porque o ponto de coleta B recebe tanto o fluxo dos veículos que já vinham pela Rua

Doutor Costa Leite, quanto os veículos que convergiram pela Rua Coronel Fonseca, bem como aqueles que buscaram o acesso à via pela Rua Velho Cardoso. O Ponto C é um ponto de saída de veículos, representando a diminuição do volume de veículos em quase 28% do fluxo, passando para 84 veículos. O último ponto de análise foi o Ponto D, ponto de entrada de fluxo de veículos. Neste ponto ocorreu um aumento de 13% do fluxo de veículos com relação ao ponto anterior, passando para 95 veículos (Figura 8).

Figura 8: Gráfico do fluxo total de veículos no intervalo entre 12h07min e 12h22min



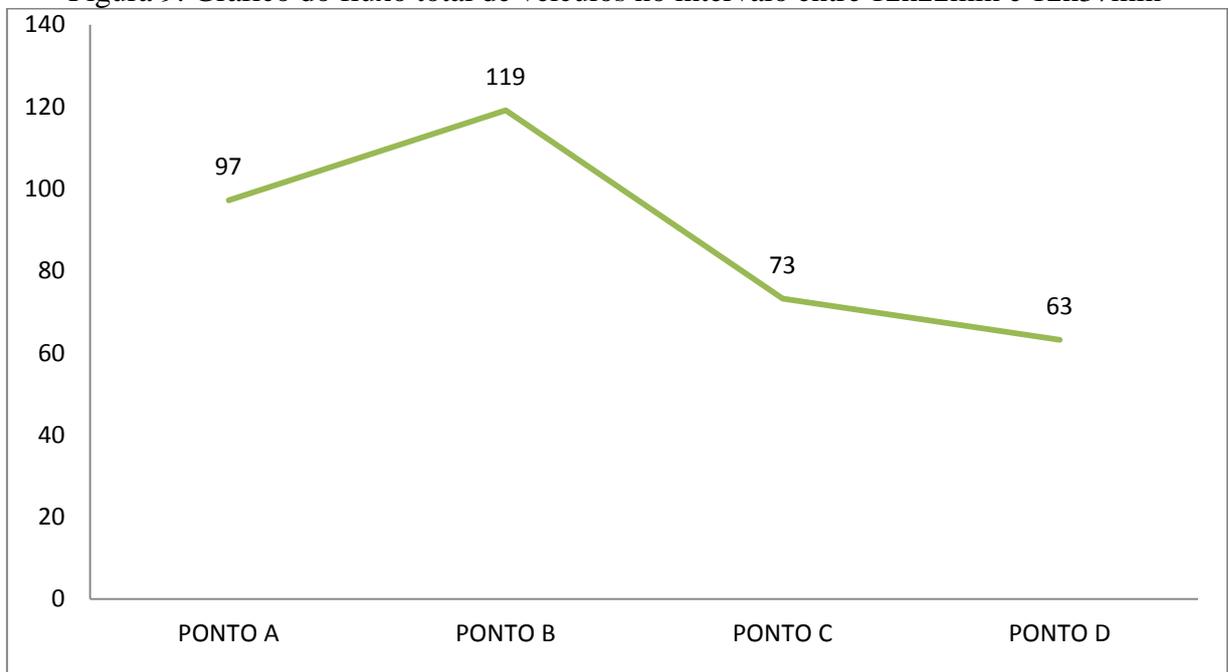
Neste intervalo de tempo do estudo, notou-se um aumento do fluxo de veículos. Enquanto no intervalo anterior a média de veículos ficou em 55 veículos, nesse momento, entre 12h07 e 12h22 a média passou para 88 veículos, apresentando um aumento de 60% com relação ao intervalo anterior.

4.3 Horário de 12h22min as 12h37min

Quanto ao comportamento do fluxo de veículos durante o horário de 12h22min as 12h37min, obteve-se uma contagem total de veículos no ponto A de 97 veículos. Notou-se que em relação ao intervalo inicial da coleta (11h52min as 12h07min) houve um aumento de aproximadamente 76%. Provavelmente isso ocorreu como reflexo do horário de saída dos alunos. Já no Ponto B, também ponto de entrada, ocorreu um aumento de 22,9%, passando

para 119 veículos. O Ponto C, que é um ponto de saída de veículos, apresentou queda de quase 38,6% do fluxo, passando para 73 veículos. O último ponto de análise é o Ponto D. Neste ponto ocorreu uma queda de 17,3% do fluxo de veículos com relação ao ponto anterior, mesmo sendo um ponto de entrada de veículos, passando para 63 veículos, conforme demonstrado na Figura 10. Lembrando que o Colégio La Salle libera seus alunos às 12h45min. Como a via comporta estacionamento em ambos os lados, subentende-se que muitos veículos possam ter parado para aguardar a saída dos alunos, representando uma diminuição do volume no último ponto de coleta.

Figura 9: Gráfico do fluxo total de veículos no intervalo entre 12h22min e 12h37min

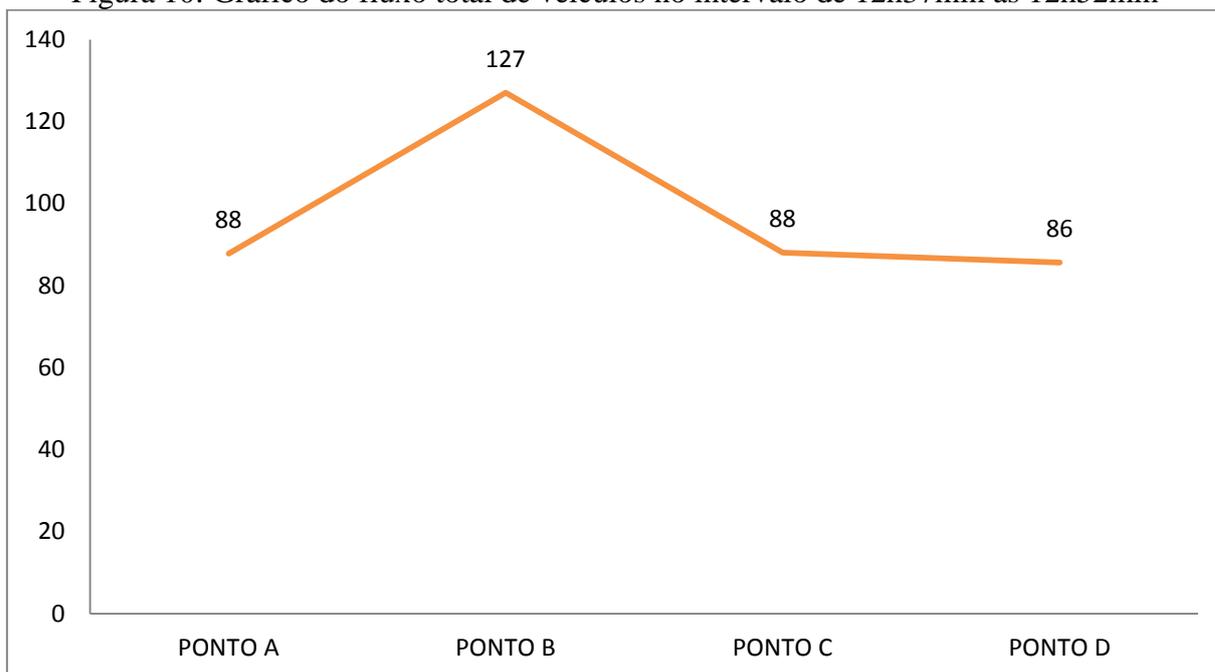


Com relação ao estudo comparativo do fluxo médio de veículos com os intervalos anteriores, neste horário, 12h22 as 12h37, a média manteve-se igual ao intervalo anterior, em 88 veículos.

4.4 Horário de 12h37min as 12h52min

O intervalo de 12h37min as 12h52min, tem-se a contagem total no ponto A de 88 veículos. O Ponto B, ponto de entrada, registrou-se um aumento de 44,3%, passando para 127 veículos. O Ponto C, ponto de saída de veículos, registrou 88 veículos. O Ponto D, ponto de entrada de fluxo de veículos, contou-se um total de 86 veículos. (Figura 10).

Figura 10: Gráfico do fluxo total de veículos no intervalo de 12h37min as 12h52min



Com relação à Figura 10 observou-se que o intervalo analisado neste tópico apresentou o mesmo comportamento do intervalo anterior com relação ao Ponto D, ponto de entrada de veículos, ambos apresentaram queda com relação ao ponto anterior. Sendo que entre o horário de 12h22min e 12h37min a queda foi mais acentuada, 17,3% menos veículos. Com relação ao intervalo de 12h37min as 12h52min a queda foi de apenas 2%. Possível comportamento possa refletir o horário de entrada da Educação Infantil, Colégio La Salle localizado na Rua Dr. Costa Leite após a Rua Monsenhor Ferrari, que ocorre às 13h.

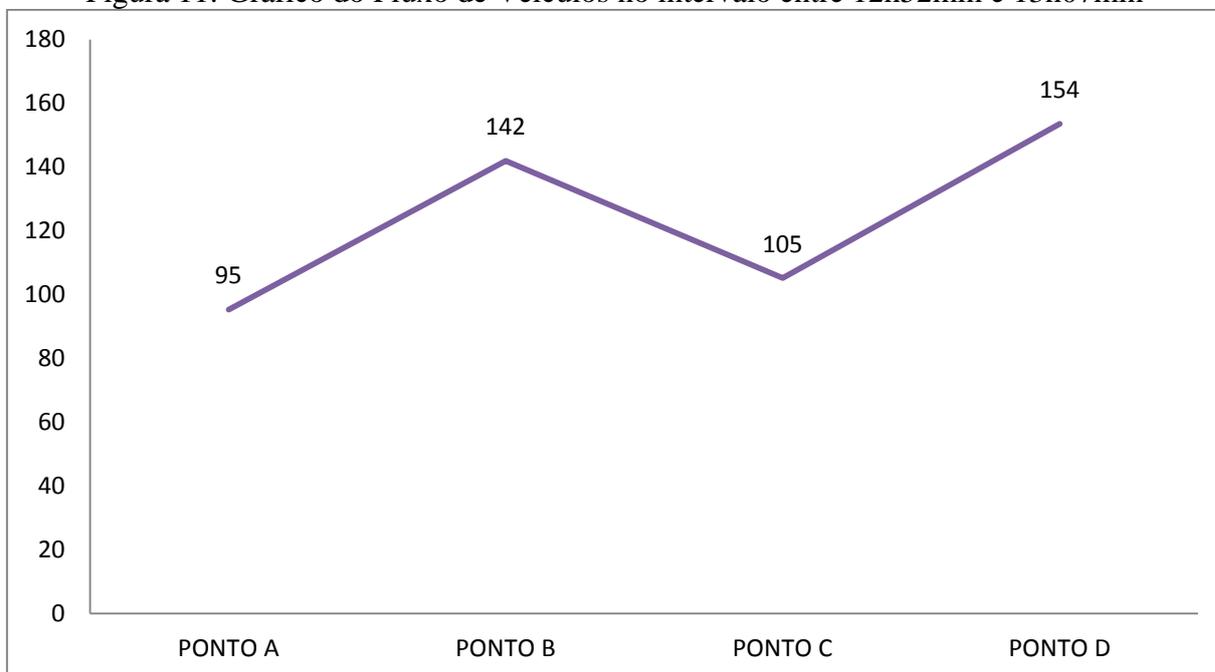
Outro ponto para reflexão é a média do fluxo total do intervalo. Com relação ao intervalo anterior, que manteve a média de 88 veículos, este intervalo apresentou média de 97 veículos, aproximadamente 10,2% superior ao intervalo anterior.

4.5 Horário de 12h52min às 13h07min

Quanto ao comportamento do fluxo de veículos durante o horário de 12h52min às 13h07min, tem-se a contagem total de veículos no ponto A de 95 veículos. O Ponto B registrou um aumento de 49,5%, passando para 142 veículos. No Ponto C ocorreu uma queda de 26% do fluxo, passando para 105 veículos. O último ponto de análise é o Ponto D, ponto de entrada de fluxo de veículos da Rua Monsenhor Ferrari com a Rua Dr. Costa Leite. Neste

ponto ocorreu um aumento de 48% do fluxo de veículos com relação ao ponto anterior, passando para 154 veículos (Figura 11).

Figura 11: Gráfico do Fluxo de Veículos no intervalo entre 12h52min e 13h07min



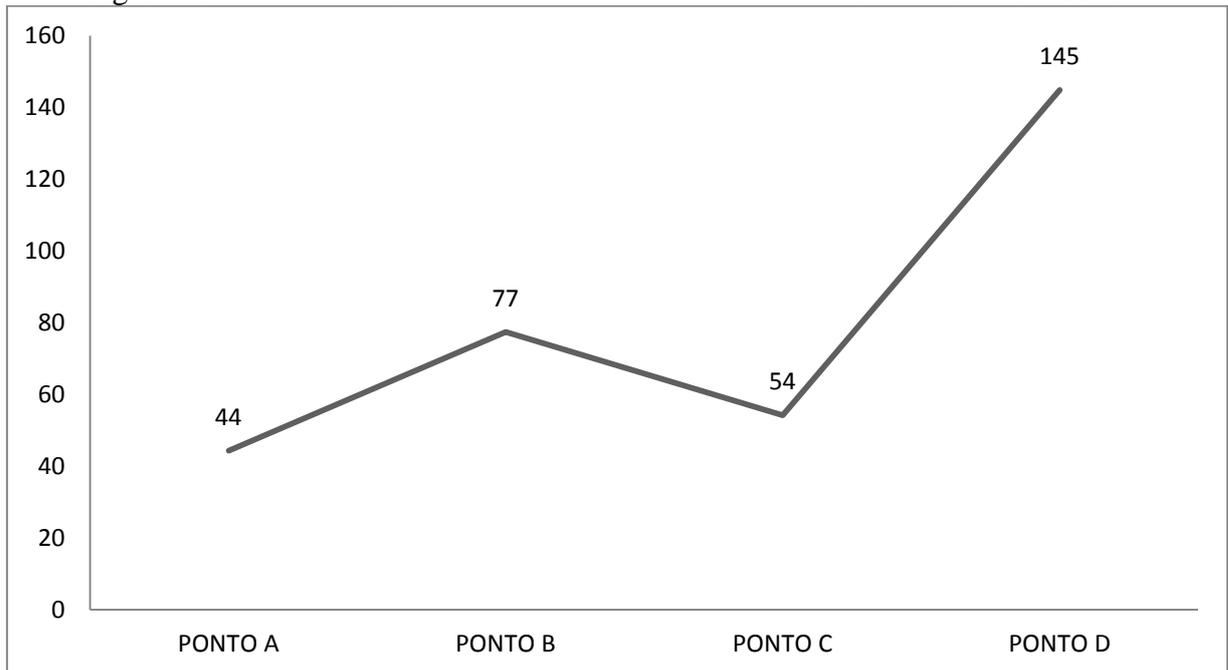
Analisando a Figura 11, com relação ao Ponto D, notou-se que novamente o ponto apresentou crescimento do fluxo com relação ao ponto anterior. O intervalo analisado compreende o horário de entrada dos alunos da Educação Infantil.

No estudo do comportamento da média de veículos entre os intervalos estudados, este apresentou novamente elevação, passando para uma média de 124 veículos. Este valor representa um aumento de aproximadamente 27,8% do volume de veículos na via em comparação ao intervalo anterior.

4.6 Horário de 13h07min às 13h22min

Quanto ao comportamento do fluxo de veículos durante o horário de 13h07min as 13h22min, a contagem total de veículos no ponto A foi de 44 veículos. Já no Ponto B, também ponto de entrada, ocorreu um aumento de 75%, passando para 77 veículos. O Ponto C, ponto de saída de veículos, houve uma queda de 29% do fluxo, passando para 54 veículos. O último ponto de análise é o Ponto D, ponto de entrada de fluxo de veículos. Este ponto registrou um aumento de 168,5% do fluxo de veículos com relação ao ponto anterior, passando para 145 veículos (Figura 12).

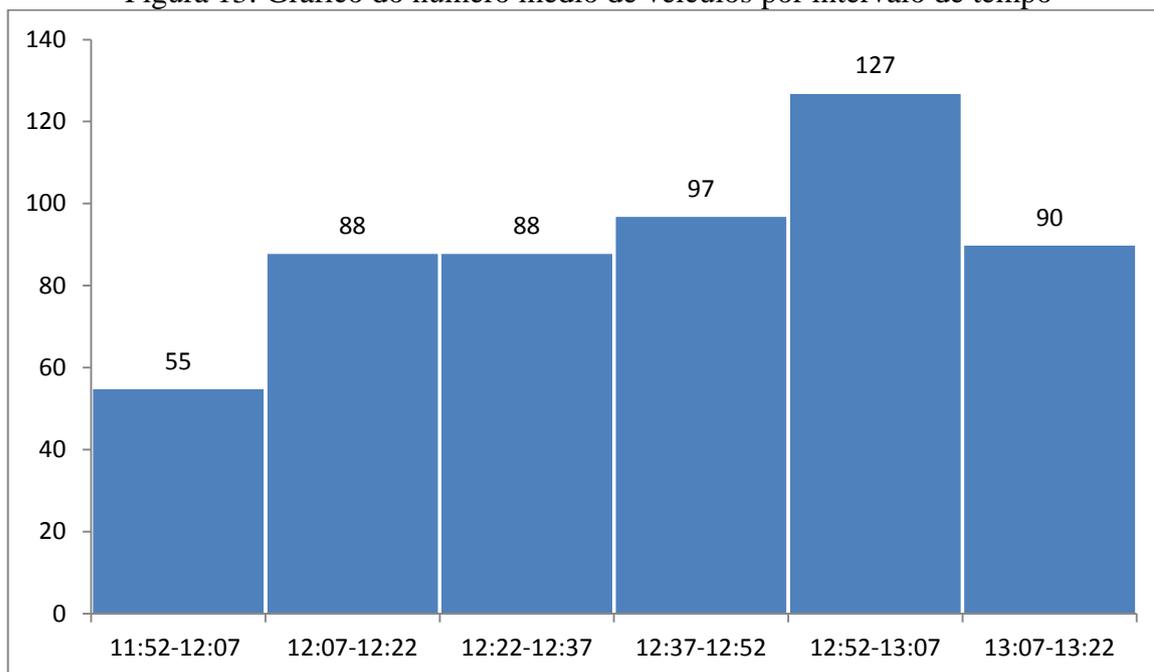
Figura 12: Gráfico do Fluxo de Veículos no intervalo entre 13h07min e 13h22min



Analisando a Figura 12 observou-se que o Ponto D, provavelmente, sofreu influência direta devido ao horário de entrada dos alunos da Educação Infantil do Colégio La Salle, haja visto que, com relação ao primeiro intervalo do estudo, 11h52min as 12h07min, 63 veículos, houve um incremento de 130%, ou seja, mais que o dobro do fluxo registrado anteriormente.

Com relação à análise da média de veículos no intervalo, observa-se um valor médio de 80 veículos passando neste intervalo de tempo. Este resultado mostra uma queda de 35,4% em relação à média do intervalo anterior, de 124 veículos. Observou-se que mesmo o Ponto D tendo apresentado elevado fluxo de veículos neste intervalo de tempo, no estudo de todo o trecho analisado, houve queda da média de veículos passando pela mesma durante este período.

Figura 13: Gráfico do número médio de veículos por intervalo de tempo



Conforme demonstrado na Figura 13 a média de veículos passando no trecho analisado da Rua Doutor Costa Leite entre as Ruas Coronel Fonseca e José Del Farra apresentou uma média de veículos variada. Entre 12h22 e 13h07 notou-se um aumento progressivo do número de veículos, atingindo o ápice entre 12h52 e 13h07 (média de 127 veículos) provavelmente como reflexo direto da entrada dos alunos do Colégio La Salle.

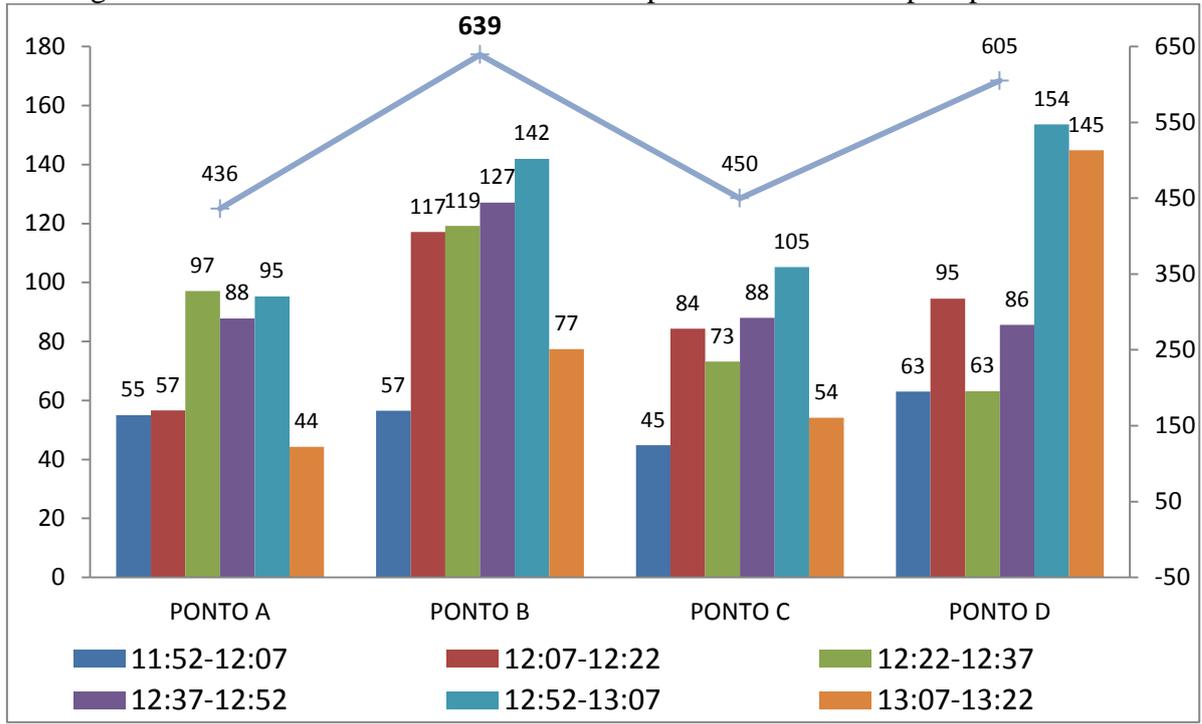
4.7 Fluxo total de veículos *versus* pontos de coleta de dados

Para encontrar o ponto onde ocorreu o maior volume de veículos, foi necessário unificar os resultados da coleta de dados realizada.

A Figura 14 buscou demonstrar graficamente como se deu o comportamento do volume de veículos no trecho analisado durante os intervalos estabelecidos. O gráfico contempla os quatro pontos escolhidos e o número total contado em cada intervalo de tempo. Buscou-se incluir juntamente, representado pelo gráfico de linhas, a contagem total dos veículos por cada um dos pontos, permitindo visualizar de forma objetiva aquele que concentrou o maior fluxo de veículos.

Concluiu-se que, independente do ponto analisado, o intervalo entre 12h52 e 13h07 apresentou o maior volume de veículos, horário este que abrange a saída e a entrada de alunos desde a Educação infantil até o Ensino Médio, com picos de 142 veículos no Ponto B e 154 veículos no Ponto D.

Figura 14: Gráfico do fluxo total de veículos por intervalo de tempo e ponto de coleta



Observando a Figura 14 verifica-se que o ponto de coleta que apresentou o maior fluxo de veículos foi o Ponto B, com 639 veículos totais. Pôde-se inferir que este é o ponto de maior fluxo, porque ele atende tanto ao Colégio Santa Marcelina quanto aos Colégios La Salle, representando fluxo intenso em todos os intervalos, com exceção do horário entre 11h52 e 12h07. Estabelecendo uma relação entre o menor volume, 55 veículos entre 11h52 e 12h07, e o maior volume de veículos, 154 veículos entre 12h52 e 13h07, observou-se que houve um aumento de 180% da quantidade de veículos, sendo motivada pelo horário de entrada e saída dos alunos das escolas situadas na região de análise.

Nas próximas seções foram analisados o comportamento do fluxo de veículos por cada um dos pontos estudados, apresentando os resultados obtidos com a coleta de dados. Vale observar que foi demonstrada a Hora Pico de cada ponto somente para fins de identificação do perfil do trecho. Outro dado levantado foi o Total Acumulado de Veículos da Hora Pico, sendo que a Hora Pico adotada para essa coluna foi a determinada pelo ponto que apresentou o maior fluxo, Ponto B (intervalo entre 12h07 e 13h07), haja visto que essa contagem referenciou o Diagrama de Fluxo mostrado na Figura 15.

4.8 Análise do fluxo total do Ponto A

A Tabela 5 demonstrou o comportamento do volume de veículos no Ponto A de coleta, Rua Doutor Costa Leite logo após a Rua Coronel Fonseca. Observou-se que a hora pico do ponto aconteceu entre 12h07 e 13h07, com um volume máximo de 337 veículos.

Tabela 5: volume de veículos do Ponto A

Intervalo	Total de Veículos	Hora Pico	Total Acumulado da Hora Pico
11:52 – 12:07	55		
12:07 – 12:22	57	4	57
12:22 – 12:37	97	1	154
12:37 – 12:52	88	2	242
12:52 – 13:07	95	3	337
13:07 – 13:22	44		
Total	436		

Para a determinação da hora-pico, segundo a relação de “Total de Veículos”, observou-se qual foi o intervalo com maior volume de veículos. Este determinou a primeira referência da hora-pico, ou seja, o número 1. A partir desse ponto, observaram-se as contagens adjacentes, em seu vizinho superior e inferior, qual foi o maior, passando este a ser o segundo maior volume de veículos. (Na tabela acima o primeiro maior volume aconteceu entre 12:22 e 12:37. O valor logo acima foi de 57 veículos e o logo abaixo foi 88 veículos. Logo, o segundo maior volume passou a ser 88 veículos). Com base nessa nova referência, analisou-se os dois vizinhos (acima e abaixo), 57 acima (pois o 97 já foi referenciado) e 95 abaixo. Dentre os dois o 95 foi maior, passando a ser o terceiro maior volume de veículos. O último intervalo analisado foi 57 acima e 44 abaixo (97 e 88 já foram considerados). Dentre estes dois valores o maior foi 57, sendo o quarto intervalo para fechar a hora encontrada. Lembrando que são quatro intervalos, pois cada um tem quinze minutos e, somando-se compõe uma hora. Este mesmo estudo se repetiu nos demais três pontos analisados.

Outro resultado que se pode concluir da Tabela 5 foi que neste ponto o volume de veículos fora da hora pico é 76% inferior ao maior registro encontrado no ponto, 97 veículos entre 12h22 e 12h37. Os intervalos nas extremidades registraram um fluxo bem menor de veículos, chegando a 44 veículos entre 13h07 e 13h22, intervalo este totalmente fora do horário de entrada e saída dos alunos das escolas localizadas na região estudada.

4.9 Análise do fluxo total do Ponto B – Ponto de referência da Hora Pico da via

De acordo com a Figura 14, o ponto B, localizado logo após a interseção da Rua Velho Cardoso com a Rua Doutor Costa Leite, foi a região que apresentou o maior volume de veículos, chegando a registrar um pico de 142 veículos entre 12h52min e 13h07min. Na Tabela 6: Volume de veículos do Ponto B- Determinação da Hora-Pico observou-se o comportamento do fluxo durante o período pesquisado para a determinação da Hora Pico.

Tabela 6: Volume de veículos do Ponto B- Determinação da Hora-Pico da Via

Intervalo	Total de Veículos	Hora Pico	Total Acumulado Da Hora Pico
11:52 – 12:07	56		
12:07 – 12:22	117	4	117
12:22 – 12:37	119	3	236
12:37 – 12:52	127	2	363
12:52 – 13:07	142	1	505
13:07 – 13:22	77		
Total veículos	639		

O horário encontrado como de Hora Pico neste ponto iniciou as 12h07min e durou até as 13h07min, semelhante ao Ponto A, que também apresentou a mesma Hora Pico. Provavelmente tal aumento de fluxo seja resultado direto do horário de entrada e saída das escolas localizadas na microrregião analisada, totalizando 505 veículos por hora.

Vale destacar que em estudo realizado por Mendes e Fantin (2012) contextualiza a frequência com que os entrevistados enfrentam problemas com congestionamento na cidade de Botucatu. Os resultados da pesquisa apontaram que 56% dos usuários têm problemas com congestionamentos mais de uma vez por dia, podendo ser representados por usuários que se locomovem nos horários de pico.

4.10 Análise do fluxo total de veículos no Ponto C

A Tabela 7 demonstrou o comportamento do volume de veículos no Ponto C de coleta, Rua Doutor Costa Leite logo após a Rua Moraes e Barros. Vale ressaltar que este representa um ponto de saída de veículos, onde a coleta foi realizada após a interseção entre as vias. Observou-se que a Hora Pico do ponto também aconteceu entre 12h07 e 13h07, com um volume máximo de 350 veículos, respeitando a tendência apontada nos pontos anteriores.

Tabela 7: Volume de veículos do Ponto C

Intervalo	Total de Veículos	Hora Pico do Ponto C	Total Acumulado Da Hora Pico
11:52 – 12:07	56		
12:07 – 12:22	84	4	84
12:22 – 12:37	73	3	157
12:37 – 12:52	88	2	245
12:52 – 13:07	105	1	350
13:07 – 13:22	54		
Total veículos	460		

Como identificado na análise do Ponto A, os intervalos nas extremidades também apontaram uma queda considerável do volume de veículos, com 56 no intervalo entre 11h52 e 12h07 e 54 veículos entre 13h07 e 13h22. Destacou-se também a mudança brusca entre os dois últimos intervalos, saindo de um volume de 105 veículos para 54 veículos no intervalo seguinte, ou seja, com uma queda de quase 50% do volume.

4.11 Análise do fluxo total de veículos no Ponto D

Apresentou-se na Tabela 8 o comportamento do volume de veículos no Ponto D de coleta, Rua Doutor Costa Leite logo após a Rua Monsenhor Ferrari, ponto este de entrada de veículo. Este ponto apresentou um comportamento diferente dos outros três pontos analisados. Inicialmente pôde-se destacar a mudança na Hora Pico do ponto. Neste ponto a Hora Pico aconteceu entre 12h22 e 13h22, demonstrando alto volume de veículos no último intervalo, comportamento totalmente diferente dos demais pontos analisados, sendo o último intervalo detentor do segundo maior registro do ponto.

No intervalo mencionado, 13h07 às 13h22, o Ponto A registrou 44 veículos (queda de 53,6% em relação ao intervalo anterior), o Ponto B com 77 veículos (queda de 45,7% na mesma relação), Ponto C contou-se 54 veículos (48% menos que o intervalo anterior). Para os três primeiros pontos, este intervalo demonstrou queda real do fluxo de veículos, inferindo-se ter voltado para o fluxo normal da via. Mas o Ponto D apresentou no mesmo intervalo, o segundo maior volume de veículos quando considerado todos os intervalos de todos os quatro pontos analisados, 145 veículos. A queda em relação ao intervalo anterior foi de somente 5,8% do fluxo.

Tabela 8: Volume de veículos do Ponto D

Intervalo	Total de Veículos	Hora Pico do Ponto D	Total Acumulado Da Hora Pico
11:52 – 12:07	63		
12:07 – 12:22	95		95
12:22 – 12:37	63	4	158
12:37 – 12:52	86	3	244
12:52 – 13:07	154	1	398
13:07 – 13:22	145	2	
Total veículos	605		

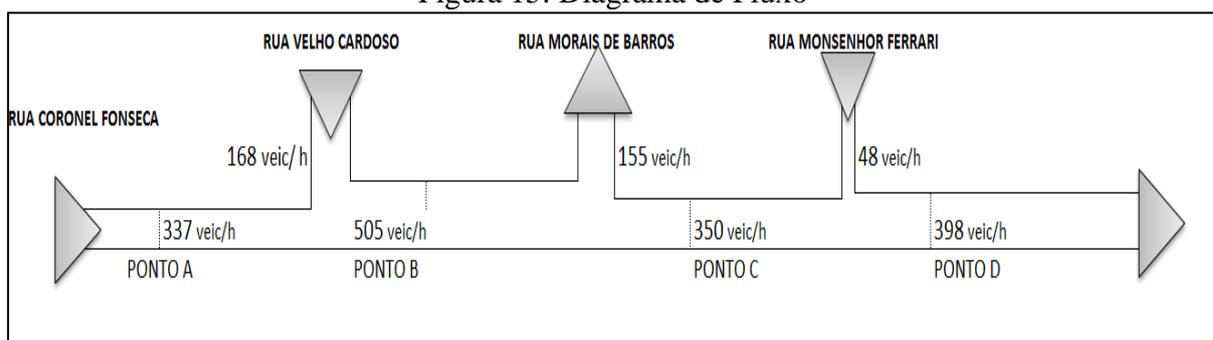
No campo relativo ao Total Acumulado da Hora Pico com Relação ao Ponto B (ponto de maior volume de veículos da microrregião da via analisada) o volume total no Ponto D foi de 398 veículos.

Com base na análise dos quatro pontos de estudo, verificou-se que o Ponto B deteve o maior fluxo de veículos servindo de base para o estudo do próximo tópico. Diagrama de Fluxo, Fluxo de saturação e Taxa de Ocupação foram calculados e estimados com base nos estudos realizados de cada um dos pontos, seções anteriores, respeitando a Hora Pico encontrada no ponto de maior volume de veículos, Ponto B. A seguir encontram-se os resultados.

4.12 Diagrama de fluxo, fluxo de saturação e taxa de ocupação

A Figura 15 representa o Diagrama de Fluxo da microrregião analisada. Para melhor entendimento vale observar que: primeiramente encontrou-se o ponto de maior volume de veículos considerando o volume total de cada um dos pontos, sendo o Ponto B o encontrado. A partir deste ponto, fez-se um estudo do fluxo de veículos de cada um dos pontos, identificando o volume de veículos baseado na Hora Pico do ponto de maior volume (Ponto B).

Figura 15: Diagrama de Fluxo



Foi calculado o total acumulado de cada um dos pontos, conforme tabulado nas: Tabela 5, Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8. Em todas, para fins do cálculo do total acumulado de veículos, considerou-se a Hora Pico determinada pelo ponto B, para demonstração do diagrama de fluxo. Com base nestes dados verificaram-se as diferenças que refletiram no volume de veículos da via. No Ponto A o volume de veículos encontrado foi de 337 veículos. No ponto B o volume foi de 505 veículos, logo se inferiu que tinham 337 veículos e a Rua Velho Cardoso permitiu a entrada de novos 168 veículos, totalizando os 505 veículos. No Ponto C o volume caiu para 350, inferindo-se que 155 veículos saíram pela Rua Morais e Barros. No Ponto D o volume passou para 398 veículos, demonstrando que 48 entraram pela Rua Monsenhor Ferrari conforme reproduzido na Figura 15.

Utilizando a fórmula matemática estudada em Brasil (1979), encontrou-se o Fluxo de Saturação (S) igual a 1785 veículos por hora. Valor encontrado utilizando a fórmula para cálculo do Fluxo de Saturação ($S=525 \times L / S=525 \times 3,40$).

Objetivando ajustar o fluxo de saturação encontrado, devido a fatores diversos que afetam diretamente a capacidade da via, utilizou-se o fluxo de saturação corrigido. Chegou-se ao valor final de aproximadamente 1517 veículos por hora, a partir da aplicação da fórmula de correção do fluxo, considerando a via com classificação ruim, portanto com percentual de 0,85 sobre o valor achado inicialmente ($S_{\text{corrigido}}=S_{\text{padrão}} \times F_{\text{localização}} / S_{\text{corrigido}}=1785 \times 0,85$).

Para o cálculo da taxa de ocupação, considerou-se 505 veículos por hora, como demonstrado na Tabela 6 como volume máximo de veículos encontrado na hora pico (Q). Chegando a uma taxa de ocupação igual a 33,28%. Desta forma, verificou-se que a via em questão utiliza atualmente 33,28% da sua capacidade total.

No próximo capítulo dar-se-á a conclusão que se chegou a partir do estudo realizado.

5 CONCLUSÕES

Dentre as atividades urbanas, como moradia, trabalho, estudo, lazer, compras, trabalho, a mobilidade se inclui como uma atividade meio, sem a qual se torna impossível o desempenho das demais. O deslocamento de pessoas e mercadorias influencia fortemente os aspectos sociais e econômicos do desenvolvimento urbano. Por outro lado, a maior ou menor necessidade de deslocamentos é definida pela localização das atividades na área urbana.

Assim, a mobilidade urbana é ao mesmo tempo causa e consequência do desenvolvimento econômico-social, da expansão urbana e da distribuição espacial das atividades.

Com esse estudo, foi possível concluir que a Rua Doutor Costa Leite (localizada na região central da cidade de Botucatu e com a presença de escolas tradicionais, bem como o prédio da Secretaria Municipal de Educação) vem sofrendo com o aumento do volume de veículos em determinados horários. Observou-se que, fora do horário de entrada e saída de alunos, o volume de veículos gira em torno de 44 a 95 veículos por hora (por volta das 11 horas e 50 minutos). Já nos horários onde existe o aumento da demanda, o volume passa para picos de 154 veículos, indicando um aumento de mais de 250% no volume de veículos.

Apesar dos horários de entrada e saída dos alunos das escolas já serem dimensionados para não coincidirem, atenuando assim o volume de veículos, observou-se uma taxa de ocupação da via igual a 33,28%, indicando que a via comporta muito mais veículos do que a quantidade atual.

No entanto, a região apresenta lentidão durante alguns períodos analisados por diversos fatores, tais como: baixa velocidade ocasionada pela observação do motorista, dinâmica para estacionar, parada do fluxo para embarque e travessia de pedestres. Portanto, com base na taxa de ocupação, se não houvesse estes fatores, o fluxo de veículos fluiria adequadamente, indicando uma necessidade de campanhas de conscientização dos motoristas como melhor estratégia para melhoria do fluxo nos horários de pico.

Somado a isso a microrregião fica em uma região em torno de um prédio tombado pelo patrimônio histórico cultural, fato esse que impede qualquer obra que tenha por objetivo aumentar a via.

Conclui-se então que para melhorar o trânsito na via é de fundamental importância adotar medidas que tornem o fluxo de veículos mais fluído, pois não é o volume que atrapalha o trânsito na região, mas o comportamento dos motoristas motivados pela entrada e saída de alunos.

Caso houvesse um trecho maior da via para embarques e desembarques de acompanhantes já seria de grande valia para a melhora dessa região, pois estimular a população a utilizar o transporte coletivo não representa nesse momento um problema para o fluxo de veículos na via. Destinar a via, ou parte dela, dentro da região estudada, entre a Rua Coronel Fonseca e a José Del Farra somente para embarque e desembarque de passageiros pode representar uma melhora considerável da fluidez do trânsito. Mas para qualquer ação é fundamental se calcular o custo benefício de qualquer medida a ser tomada e verificar qual medida irá beneficiar o maior número de pessoas.

6 REFERÊNCIAS

ATLAS BRASIL. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**, 2013. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_print/botucatu_sp>

BOTUCATU. Prefeitura Municipal. **Apresentação e História**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.botucatu.sp.gov.br/>> Acesso em: 07 mai. 2014.

BRASIL. Departamento Nacional de Trânsito. **Serviços de Engenharia: Manual de Semáforos**. Brasília: Denatran, 1979. 170p. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/csttt/files/2013/05/Manual-Semaforos-Denatran-1984.pdf>>. Acesso em: 20 de maio de 2014.

BRASIL. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (Org.). **SIPS: Sistema de Indicadores de Percepção Social**. Brasília: Ipea, 2011. 21 f. Disponível em: http://ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/SIPS/110531_sips_justica.pdf . Acesso em: 22 abr. 2014.

CAMPOS, V.B.G. **Uma visão da mobilidade urbana sustentável**. Revista dos Transportes Públicos 2 (2006): 99-106. Disponível em: <[http://200.20.120.44/~webde2/prof/vania/pubs/\(3\)UMAVISAODAMOBILIDADE.pdf](http://200.20.120.44/~webde2/prof/vania/pubs/(3)UMAVISAODAMOBILIDADE.pdf)> . Acesso em: 15 de maio de 2014.

CARDOSO, H.M.; RIBEIRO, P.F.C.M. **Modelo de Previsão do Fluxo de Saturação por Faixa Individual de Tráfego em interseções semaforizadas**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.cbtu.gov.br/estudos/pesquisa/bndes_iiiriotransp/AutoPlay/Docs/artigo40.pdf> . Acesso em: 25 Mai. 2014.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. **Mobilidade Urbana**. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar. Paraná: CREA, 2011.

COSTA, J.M.S.P.da. **Contribuição à comparação de meios para transporte urbano**. 2001. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2001. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18137/tde-25022002-105448/en.php>> . Acesso em: 05 maio 2014.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Frota Veicular**. Brasília. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>> . Acesso em: 30 mai. 2014.

DICIONÁRIO de Português Online: Michaelis. 2009. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>> . Acesso em: 24 mar. 2014.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Perfil Municipal**. São Paulo: SEADE, 2014. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/produtos/perfil/perfilMunEstado.php>> . Acesso em: 07 maio 2014.

GROSTEIN, M.D. METRÓPOLE E EXPANSÃO URBANA: a persistência de processos "insustentáveis". **São Paulo em Perspectiva**. São Paulo, p. 13-19. mar. 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-88392001000100003&script=sci_arttext. Acesso em: 16 abr. 2014.

História de Botucatu. **Cemitério Portal das Cruzes**. 2009. Disponível em: <http://www.ybytucatu.net.br/historia/portaldascruzes/cemiterio.html> Acesso em: 15 mar. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>. Acesso em: 02 maio 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Redução das deseconomias urbanas com a melhoria do transporte público**: relatório-síntese. São Paulo: IPEA, 1998. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/60713468/ANTP-e-IPEA-Reducao-das-Deseconomias-Urbanas-com-a-melhoria-do-transporte-publico> >. Acesso em: 10mar. 2014.

MENDES, J.B; FANTIN, B. R. B. Percepção Geral da Qualidade do Transporte e da Mobilidade Urbana na Cidade de Botucatu. **Teckne e Logos**, Botucatu, v. 3, n. 3, p.02-23, nov. 2012. Disponível em: <http://fatecbt.edu.br/seer/index.php/tl/article/view/153>>. Acesso em: 30 abr. 2014

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Mobilidade Urbana**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: http://portal2.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/comunidades/contas/contas_governo/contas_10/fichas/Ficha%205.2_cor.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2014.

RESENDE, P.T.V. de; SOUSA, P.R. **Mobilidade Urbana nas Grandes Cidades Brasileiras: Um Estudo de Caso sobre os Impactos do Congestionamento**. MG, 2009. Caderno de Ideias. Fundação Dom Cabral CFDC). MG. P. 10, 11, 13, 14.

SANTOS, C.L. dos. **FLUXO DE SATURAÇÃO DE INTERSEÇÕES COMPLEXAS CONTROLADAS POR SEMÁFOROS**. 2007. 224 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: http://www.pet.coppe.ufrj.br/index.php/producao/dissertacoes-de-msc/doc_details/65-fluxo-de-saturacao-de-intersecoes-complexas-controladas-por-semaforos > . Acesso em: 26 maio 2014.

SCARINGELLA, R.S. **A CRISE DA MOBILIDADE URBANA EM SÃO PAULO**. São Paulo Perspec. [online]. 2001, vol.15, n.1, pp. 55-59. ISSN 0102-8839. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/spp/v15n1/8589.pdf> . Acesso em: 07/ 04/ 2014

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO. **Botucatu, cidade dos Bons Ares e das Boas Escolas**. Botucatu: Noovha America, 2007.

SILVA, P.H.W.N.da. **Mobilidade Urbana de Porto Alegre/RS: A Participação atual e o interesse pela adesão à mobilidade cicloviária**. 2013. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de

Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/78299>> . Acesso em: 17 abr. 2014.

KORTZ, A.A. **Semáforo semi-atuado pelo tráfego**: Análise Benefício/ Custo de implantação na cidade de Porto Alegre/ RS. 2010. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

Disponível em: <

file:///E:/TIPOS%20DE%20METODOLOGIA/FLUXO%20DE%20SATURACAO_PAG%20033.pdf> . Acesso em: 20 de maio de 2014.

Botucatu, ____ de _____ de 2014.

Amanda Benirschke

De Acordo:

Prof. Ms. Sérgio Rodrigues
Orientador

Vitor Campos Leite
Coordenador do Curso de Logística