

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

IVO RECK NETO

UMA ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA NO SISTEMA DE MOBILIDADE
URBANA – ESTUDO DE CASO CURITIBA

CURITIBA

2018

IVO RECK NETO

UMA ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA NO SISTEMA DE MOBILIDADE
URBANA – ESTUDO DE CASO CURITIBA

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Coimbra Araújo

CURITIBA

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

R298u Reck Neto, Ivo
Uma análise do consumo de energia no sistema de
mobilidade urbana – estudo de caso Curitiba / Ivo Reck Neto. -
Curitiba, 2018.
110 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.
Setor Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de
Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento.
Orientador: Carlos Henrique Coimbra Araújo

1. Energia - Consumo. 2. Transporte público - Curitiba. 3.
Mobilidade urbana. I. Araújo, Carlos Henrique Coimbra. II. Título.
III. Universidade Federal do Paraná.

CDU 620.92:656.025.2(816.2)

Sistema de Bibliotecas/UFPR, Biblioteca de Ciências Agrárias
Douglas Alex Jankoski – CRB 9/1167



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MEIO AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de IVO RECK NETO intitulada: **UMA ANÁLISE DO CONSUMO DE ENERGIA NO SISTEMA DE MOBILIDADE URBANA - ESTUDO DE CASO CURITIBA**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 28 de Março de 2018.


CARLOS HENRIQUE COIMBRA ARAÚJO
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


RAFAELA ANTUNES FORTUNADO
Avaliador Externo (UTFPR)


EDUARDO FELGA GOBBI
Avaliador Externo (PPGMAU)

Dedico esse trabalho aos meus pais, por sempre terem me apoiado em todas as horas, principalmente nessas últimas para concluir essa dissertação.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Hilda Maria Breckenfeld Reck e Garrone Reck por terem me ensinado a viver coletivamente.

Minhas amadas irmãs Melina Breckenfeld Reck e Yasmim Breckenfeld Reck.

Meus amados irmãos Sacha Breckenfeld Reck, Alexis Breckenfeld Reck e Yuri Breckenfeld Reck.

Meus queridos sobrinhos que alegram esse viver.

A minha companheira, namorada, Débora Rocha.

A toda minha família.

A meus grandes amigos.

Ao professor Carlos Coimbra, por ter me apoiado em enfrentar essa empreitada.

A todos os professores do PPGMADE que durante esses dois anos de curso fortaleceram o meu respeito ao próximo.

Ao professor Márcio de Almeida D'Agosto do Programa de Engenharia de Transportes da COPPE/UFRJ e seu aluno de doutorado Daniel Schmitz que me apoiaram com correções e diversas sugestões durante a pesquisa.

A Universidade Federal do Paraná.

“Crer na possibilidade de altos níveis de energia limpa como solução para todos os males representa um erro de juízo político. É imaginar que a equidade na participação do poder e o consumo de energia podem crescer juntos. Vítimas dessa ilusão, os homens industrializados não põem o menor limite ao crescimento do consumo de energia, crescimento que continua com o único fim de prover cada vez mais gente com mais produtos de uma indústria controlada cada vez mais por menos gente”

Ivan Illich, 1973.

RESUMO

A presente dissertação discute a problemática do consumo de energia pelos modos do transporte urbano, tendo Curitiba como referência, cidade reconhecida mundialmente pelo seu sistema de transporte público. O sistema coletivo de Curitiba diariamente realiza mais de um milhão de viagens em sua área urbana, conceito replicado em diversas cidades sul-americanas, norte-americanas e asiáticas, só na China são milhares de quilômetros dedicados a corredores exclusivos de transporte, aqui conhecidos como canaletas. Entretanto, pouco se fala sobre sua condição atual. Anualmente, há uma queda gradativa no número de usuários do sistema, parte deles migrando para modos individuais de transporte, sendo a grande maioria para os motorizados, carros e motos. Esse efeito tem gerado uma demanda excessiva de consumo de combustível, energia per capita. São mais pessoas em veículos individuais motorizados e menos pessoas em veículos coletivos. Assim, a cidade tem se tornado cada dia mais ineficiente em consumo de energia. Nessa problemática, a presente dissertação demonstra em que condições encontram-se os níveis de consumo de energia nos modos de transporte existentes na capital paranaense, bem como os fatores que influenciam nessa condição. Através de uma abordagem teórica e empírica da condição da mobilidade em nossa cidade, com o objetivo de identificar o real número de passageiros por modo e seu consumo de energia, por meio de levantamentos volumétricos de campo, constatou-se que há um uso excessivo de automóveis no horário de pico e uma baixa taxa de ocupação veicular, agravando o índices de consumo de energia pelo transporte.

Palavras chave: Desenvolvimento, Energia, Meio Ambiente, Mobilidade, Transporte

ABSTRACT

This dissertation discusses the problem of energy consumption by urban transport modes, with Curitiba as a reference, a city recognized worldwide by its public transport system. The collective system of Curitiba daily carries out more than one million trips in its urban area, concept replicated in several South American cities, North American and Asian, only in China are thousands of kilometers dedicated to exclusive transport corridors, here known as “canaletas”. However, little is said about his current condition. Annually, there is a gradual decrease in the number of users of the system, some of them migrating to individual modes of transportation, most of which are for motoryzed, cars and motorcycles. This effect has generated an excessive demand for fuel consumption, per capita energy. There are more people in individual motor vehicles and fewer people in collective vehicles. Thus, the city has become increasingly inefficient in energy consumption. In this problem, the present dissertation demonstrates the conditions under which the levels of energy consumption in the transport modes in the state of Paraná, as well as the factors influencing this condition, are found. Through a theoretical and empirical approach to the condition of mobility in our city, in order to identify the real number of passengers by mode and their energy consumption, through volumetric field surveys, it was verified that there is an excessive use of automobiles at peak times and a low vehicle occupancy rate, aggravating the rates of energy consumption by transportation.

Keywords: Development, Energy, Environment, Mobility, Transport

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo de geração e consumo de energia Fonte: AIE, 2011	33
Figura 2 - Frota 2000 - 2017 Fonte: DENATRAN (2017) Adaptação Autor.....	46
Figura 3 - Locais de pesquisa Fonte: Autor.....	61
Figura 4 - Pontos de Contagens Fonte: Autor.....	62
Figura 5 - Contagem Via Calma Seção Sul Fonte: Autor.....	63
Figura 6 - Seção 01 Fonte: Google Adaptação: Autor.....	64
Figura 7 - Seção 02 Fonte: Google Adaptação: Autor.....	65
Figura 8 - Total de ônibus por fração Seção 01 Fonte: Autor.....	66
Figura 9 - Número de passageiros por faixa horária Fonte: Autor	67
Figura 10 - Número de passageiro por hora Fonte: Autor.....	67
Figura 11 - Contagem Volumétrica Campos Sales Fonte: Autor.....	68
Figura 12 - Volume de automóveis por faixa horária Fonte: Autor.....	68
Figura 13 - Ocupação dos automóveis por faixa horária Seção 01 Fonte: Autor.....	69
Figura 14 - Total de biarticulados por fração - Seção 01 Fonte: Autor.....	70
Figura 15 - Número de passageiros por faixa Fonte: Autor.....	71
Figura 16 - Volume de passageiros por hora Fonte: Autor.....	71
Figura 17 - Contagem Volumétrica Av. João Gualberto Fonte: Autor	72
Figura 18 - Fluxo Total de veículos Seção 01 Fonte: Autor	73
Figura 19 - Fluxo total de pessoas - Seção 01 Fonte: Autor	74
Figura 20 - Total de Biarticulados Seção 02 Fonte: Autor.....	75
Figura 21 - Total de passageiros nos biarticulados Seção 02 Fonte: Autor	76
Figura 22 - Número de passageiros biarticulados x hora Seção 02 Fonte: Autor	76
Figura 23 - Volume de automóveis Av. Silva Jardim Seção 02 Fonte: Autor.....	77
Figura 24 - Volume de automóveis x hora Seção 02 Fonte: Autor.....	77
Figura 25 - Ocupação dos automóveis Seção 02 Fonte: Autor.....	78
Figura 26 - Contagem Volumétrica Via Calma Seção 02 Fonte: Autor	79
Figura 27 - Fluxo geral Seção 02 Fonte: Autor.....	80
Figura 28 - Fluxo Total de veículos Seção 02 Fonte: Autor	80
Figura 29 - Fluxo Total de passageiros Seção 02 Fonte: Autor	81
Figura 30 - Consumo de enegia Seção 01 Fonte: Autor	83
Figura 31 - Consumo de energia Seção 02 Fonte: Autor	84
Figura 32 - Proporção de passageiros transportados na Seção 01 Fonte: Autor	84

Figura 33 - Proporção de passageiros transportados na Seção 02 Fonte: Autor	85
Figura 34 - Taxa de Motorização de Curitiba Fonte: Autor.....	85
Figura 35 - Fluxo de veículos na Seção 01 Fonte: Autor	86
Figura 36 - Fluxo de veículos na Seção 02 Fonte: Autor	86
Figura 37 - Hierarquia Lei de Mobilidade Urbana Fonte: ITDP (2013).....	87
Figura 38 - Oferta e demanda do sistema Seção 02 Fonte: Autor.....	89
Figura 39 - Oferta e demanda no transporte público Seção 02 Fonte: Autor.....	90
Figura 40 - Comparação consumo de energia (MJ/km) entre biarticulados e metrô Fonte: Autor.....	92
Figura 41 - Frota Nacional 2001 - 2016 Fonte: DENATRAN (2017)	93
Figura 42 - Matriz consumo derivados de petróleo CWB Fonte: IPPUC (2010)	94
Figura 43 - Ciclo Vicioso Fonte: Ortuzar (2000) Adaptação: Autor	95
Figura 44 - Ciclo Vicioso Fonte: Ortúzar (2000) Adaptação: Autor	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo de energia por tipo de modal Fonte: D'Agosto (2015)	34
Tabela 2 - Tempo de caminhada Fonte: Vasconcelos 2006.	42
Tabela 3 - Frota Nacional de Veículos Fonte: DENATRAN (2017).....	45
Tabela 4 - Taxa de motorização Fonte: Newton (2010) Adaptação Autor	45
Tabela 5 - Frota de Veículos x Passageiros Transporte Coletivo Fonte: DENATRAN (2017) e URBS (2017) Adaptação Autor.....	57
Tabela 6 - FOV Volume de passageiros x Nível de Ocupação Fonte: Autor	58
Tabela 7 - Proporção níveis de ocupação Seção 01 Fonte: Autor	66
Tabela 8 - Proporção níveis de ocupação biarticulados Seção 01 Fonte: Autor.....	70
Tabela 9 - Fluxo geral - Seção 01 Fonte: Autor.....	73
Tabela 10 - Proporção níveis de ocupação biarticulados Seção 02 Fonte: Autor.....	75
Tabela 11 - Resultados totais Seção 01 e 02 Fonte: Autor	82
Tabela 12 - Unidades de consumo de energia por veículo e seção Fonte: Autor.....	82
Tabela 13 - Consumo de energia total por Km Fonte: Autor	83
Tabela 14 - Consumo de energia per capita Fonte: Autor.....	88

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ANTP – Associação Nacional de Transporte Públicos
AIE – Agencia Internacional de Energia
BEN – Balanço Energético Nacional
BRT – Bus Rapid Transit
CEBDS – Comitê Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CNT – Confederação Nacional de Transporte
CO₂ – Dióxido de Carbono
CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito
CWB – Curitiba
dBA – decibéis escala A
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre
DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito
DW - Deutsche Welle
EIA – Energy Information Administration
EPE – Empresa de Pesquisa Energética
EUA – Estados Unidos da América
FOV – Frequência e Ocupação Visual
GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IEA – International Energy Agency
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados
IPPUC – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba
IPVA – Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores
ITDP – Institute for Transportation and Development Policy
MJ – Mega Joule
MP – Material particulado
Mtep - Milhões de toneladas equivalentes de petróleo
ONU – Organização das Nações Unidas
PAN - Peroxidoacetilnitrato
PJ – Peta joule

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPGMADE – Programa de Pós Graduação em Meio Ambiente e
Desenvolvimento
PIS/COFINS – Programa de Integração Social/ Contribuição Para O
Financiamento Da Seguridade Social
SEDU – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano
SETRAN – Secretaria de Trânsito
t - Tonelada
TEP – Toneladas Equivalentes de Petróleo
UFPR – Universidade Federal do Paraná
URBS – Urbanização de Curitiba S.A
VE – Veículo Elétrico
VLT – Veículo Leve Sobre Trilhos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	16
1.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	16
1.3 MOTIVAÇÃO PELA PESQUISA.....	16
1.4 OBJETIVO	17
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
1.6 MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
2 MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE.....	22
2.2 O ADVENTO DO AUTOMÓVEL NAS CIDADES	26
2.3 MOBILIDADE URBANA.....	29
2.4 ENERGIA.....	30
2.4.1 INEFICIÊNCIA NO SETOR DE TRANSPORTES	32
2.5 IMPACTOS AMBIENTAIS	34
2.5.1 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	35
2.5.2 POLUIÇÃO SONORA.....	37
2.5.3 ESPRAIAMENTO DAS CIDADES.....	38
2.5.4 ACIDENTES	39
3 MEIOS DE TRANSPORTE	41
3.1 NÃO MOTORIZADOS	41
3.1.1 PEDESTRE	41
3.1.2 BICICLETA	42
3.1.3 BICICLETAS ELÉTRICAS.....	44
3.2 MOTORIZADOS	45
3.2.1 O AUTOMÓVEL	45
3.2.2 CARROS ELÉTRICOS.....	47
3.2.3 MOTOCICLETA.....	48
3.2.4 PÚBLICO COLETIVO OU DE MASSA.....	49
3.2.5 CORREDORES EXCLUSIVOS	50
3.2.6 SOBRE TRILHOS.....	51
3.3 COMPARTILHAMENTO.....	53
3.3.1 BICICLETAS PÚBLICAS	53

3.3.2 CARROS COMPARTILHADOS.....	54
4 ESTUDO DE CASO	56
4.1 SITUAÇÃO DE CURITIBA.....	56
4.2 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	58
4.2.1 PESQUISA DE FREQUÊNCIA E OCUPAÇÃO VISUAL - FOV	58
4.2.2 CONTAGEM VOLUMÉTRICA.....	59
4.2.3 PESQUISA DE OCUPAÇÃO DE VEÍCULOS.....	59
4.3 DEFINIÇÃO DOS LOCAIS DE PESQUISA.....	60
4.4 RESULTADOS	66
4.4.1 SEÇÃO 1 (NORTE)	66
4.4.2 SEÇÃO 2 (SUL).....	75
5 ANÁLISE DE RESULTADOS	82
5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS QUANTITATIVOS	82
5.2 ANALISE DE ALTERNATIVAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O SETOR... 89	
5.2.1 POLÍTICA TARIFÁRIA.....	89
5.2.2 SISTEMA SOBRE TRILHOS.....	92
5.3 DISCUSSÃO.....	93
6 CONCLUSÃO.....	100
6.1 RECOMENDAÇÕES	103
7 REFERÊNCIAS	105

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo, pretende-se apresentar o problema estudado considerando a importância da mobilidade urbana nas cidades e seu consumo de energia, bem como a necessidade de encontrar um referencial que possa propiciar e orientar gestores na elaboração de políticas públicas que visem um ambiente de circulação ambientalmente saudável e sustentável.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Uma análise do consumo de energia no sistema de mobilidade urbana de Curitiba.

1.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Considerando a mobilidade urbana como umas das principais necessidades das populações que vivem nas grandes cidades e tendo em vista que 85% dos brasileiros vivem nos meios urbanos, conforme os dados do Censo Demográfico 2010 do IBGE, pretende-se com essa pesquisa estudar o consumo de energia no setor de transporte urbano na cidade de Curitiba.

No Brasil, a energia consumida pelo setor de transportes corresponde a 32,2% do consumo global (EPE, 2016). O uso excessivo do automóvel nas cidades deve ser amplamente debatido. A presente pesquisa é uma oportunidade para mensurar o consumo de energia e os fatores que fomentam essa prática.

1.3 MOTIVAÇÃO PELA PESQUISA

Como relacionar o transporte com o consumo de energia, uma vez que o setor transporte está diretamente relacionado a uma das principais necessidades humanas, os deslocamentos. A pesquisa pretende examinar as variáveis que caracterizam o consumo de energia nos deslocamentos de pessoas.

As cidades precisam direcionar melhor seu consumo de energia. Reduzir os deslocamentos individuais motorizados, com a melhoria do transporte coletivo, entre

outras medidas, tornariam nossas cidades energeticamente mais eficientes no quesito da mobilidade. As políticas públicas devem trabalhar nesse caminho, buscando medidas e meios que viabilizem e incentivem as pessoas a reduzirem suas necessidades de deslocamento e, se for necessário, que o uso de modais menos poluentes e mais eficientes seja prioritário.

1.4 OBJETIVO

O objetivo do trabalho é apresentar um cenário do consumo de energia por parte dos meios de transporte existentes no município de Curitiba. Por meio de levantamentos de campo, será evidenciado o número de passageiros em cada modal existente e, em seguida, será apresentado o consumo de energia por passageiro de cada veículo.

A pesquisa pretende, ainda, analisar fatores que contribuem para a ineficiência energética no transporte urbano de Curitiba e demonstrar como o uso massivo do automóvel é uma barreira para o uso racional de energia. A partir da média de passageiros transportados em cada modo de transporte, buscar-se-á quantificar o grau de eficiência energética dos veículos de transporte individual e coletivo encontrados nas cidades brasileiras e, assim, avaliar cenários de redistribuição modal com melhor nível de ocupação por veículo, como alternativas para um uso mais sustentável de recursos energéticos.

Uma questão importante para a análise do consumo de energia, conforme Vasconcelos (2006), é que o consumo de energia deve ser dividido entre o necessário para movimentar os veículos (energia direta) e a “indireta”, relacionada à produção da própria energia antes do seu uso. Neste trabalho, pretende-se abordar a energia direta, na mobilidade das pessoas.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A partir dessa introdução sobre a pesquisa e o objetivo, o texto será dividido em sete partes, no capítulo 2, Marco Teórico, apresenta-se uma visão introdutória sobre meio ambiente e desenvolvimento, sobre a mobilidade urbana, assim como a respeito do consumo de energia no transporte e os impactos ambientais gerados pelo setor, material útil para quem não teve um contato preliminar com essa necessidade

No capítulo seguinte, os modos de transporte são mostrados de forma detalhada.

Sobre Curitiba, cidade referência em mobilidade, como se desenvolveu todo o planejamento, um pouco sobre as infraestruturas existentes, entre outros detalhes, será abordado de forma sucinta no início do capítulo 4, Estudo de Caso, com o objetivo de introduzir o leitor em relação ao cenário urbano estudado.

No Capítulo 4, Estudo de Caso, parte crucial dessa pesquisa, detalham-se os métodos utilizados para diagnosticar a situação da mobilidade em Curitiba. Apresentamos dados levantados em estudos de tráfego realizados em dois locais específicos da cidade, sendo possível constatar os modais em circulação atualmente. As pesquisas de campo foram realizadas no pico da manhã, entre 6 e 9 horas, horário em que o fluxo de veículos é mais intenso e em que há a maior demanda de passageiros no transporte público.

Como forma de debater as informações levantadas, no capítulo 5, Análise dos Resultados, são expostos os resultados encontrados e se propõe uma análise de alternativas de políticas públicas para o setor e, na sequência, desenvolve-se uma discussão correlacionando algumas das informações descritas nos capítulos anteriores.

O capítulo seis contém as conclusões mais importantes, bem como as sugestões para trabalhos futuros.

1.6 MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos utilizados para realização deste trabalho serão o levantamento bibliográfico para esclarecimento do tema abordado e as análises visuais de campo

– investigativa e comparativa – utilizando os métodos descritos no Manual de estudos de tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT, e entrevistas informais com alguns dos principais autores referenciados.

Os materiais utilizados no trabalho foram computadores, impressora, câmera fotográfica, material de escritório, livros, artigos e revistas técnicas, além de contadores manuais no estudo de campo.

Foram visitados diversos órgãos municipais de Curitiba (IPPUC, URBS, SETRAN) com o objetivo de levantar informações que reforcem a pesquisa de dados e conteúdos referentes à mobilidade urbana.

Com o objetivo de identificar a ocupação atual de passageiros no meios de transporte da cidade objeto da pesquisa, foram realizadas duas contagens de tráfego durante o ano de 2017. Uma no eixo norte – Seção 01 – (no primeiro semestre) e outra (no segundo semestre) no eixo sul – Seção 02 – do corredor de ônibus que liga o bairro Santa Cândida e o Portão, ambas realizadas em período escolar, com o objetivo de registrar o período em que há o maior fluxo de veículos

2 MARCO TEÓRICO

Conforme Ferraz e Torres (2001), a facilidade de deslocamento é um fator importante na caracterização da vida de uma sociedade e do seu grau de desenvolvimento econômico e social, para isso é fundamental que o sistema de transporte de passageiros seja de qualidade.

Transporte é o deslocamento de uma massa, constituída por pessoas ou cargas (produtos, bens, resíduos etc), de um lugar a outro do espaço. Esse deslocamento ocorre ao longo de um percurso e consome uma determinada quantidade de recursos como, por exemplo, um período de tempo e uma quantidade de energia, responsável pela ação da força exterior (força motriz) que promove o deslocamento (D'AGOSTO, 2015).

As atividades comerciais, industriais, educacionais e recreativas, para a sua realização, dependem do deslocamento de pessoas e produtos. Dessa forma o transporte urbano é tão importante para a dinâmica de vida atual da população quanto a disponibilidade dos outros serviços públicos, tais como o abastecimento de água, coleta de esgoto e de resíduos sólidos (FERRAZ e TORRES, 2001).

Segundo Reck (2018), as diversas atividades existentes em um meio urbano encontram-se distribuídas no espaço segundo um Plano Diretor Urbanístico ou, na situação mais comum, seguindo uma tendência histórica da região. Em ambos os casos, a evolução urbana esteve e, de certa forma, sempre estará, condicionada a um esquema de canais de circulação de acordo com as tecnologias de transporte disponíveis para possibilitar a necessária interrelação entre as atividades urbanas – residência, trabalho, estudo, lazer etc. Os residentes numa cidade podem efetuar seus deslocamentos cotidianos utilizando veículos próprios (automóvel, moto/bicicleta ou até mesmo andar a pé) ou então valer-se do transporte público (ônibus, trem de subúrbio, metrô, barco, etc).

A mobilidade é um elemento do desenvolvimento urbano. Proporcionar uma adequada mobilidade para todas as classes sociais constitui uma ação essencial no processo de desenvolvimento econômico e social das cidades. No Brasil, a mobilidade urbana obedece a uma política não explícita, que centraliza o automóvel como o principal meio de transporte. Conforme o DENATRAN (2018), a frota atual no Brasil é de 91 milhões de veículos, sendo que, em 2001, era de 31,9 milhões.,

Quanto aos automóveis hoje eles correspondem a 52,7 milhões, quando antes (em 2001) eram 21,2 milhões.

Nos centros urbanos, a capacidade das vias não acompanham o crescimento dessa frota, impedindo tanto os carros luxuosos como os populares de circularem com fluidez pelas ruas. O aumento dos engarrafamentos não prejudica apenas os usuários de automóveis, eles afetam diretamente a qualidade do serviço de transporte público coletivo, resultando no aumento da tarifa e perda de usuários. (ORTUZAR, 2000).

O uso dos meios de transporte implica o consumo do espaço viário e de energia, bem como a produção de impactos negativos, na forma de prejuízo aos demais usuários, principalmente congestionamentos, poluição e acidentes. O estudo dos níveis de consumo e destes impactos tem sido feito há várias décadas, principalmente na Europa (VASCONCELLOS, 2006).

Para Cervero (2016), o crescimento da demanda por mobilidade para as populações urbanas traz externalidades tais como o espraiamento das cidades, a gentrificação e a redução do espaço público disponível para as pessoas.

De acordo com Pereira et al (2004), especificamente no que tange aos transportes urbanos, alguns países ressaltaram o alto custo e as dificuldades que vivenciam para restaurar os seus sistemas urbanos anos após o processo de desregulamentação que tiveram gerando enormes custos urbanos, advindo de um trânsito em que veículos disputam as vias em detrimento dos cidadãos.

Por outro lado, capitais europeias se destacam pelas medidas que estão procurando adotar no sentido de implantarem um pacto pela mobilidade e pela qualidade de vida da população urbana, tornando-se modelos em mobilidade verde. Entre as que apresentavam suas propostas estão Londres, com o pedágio (taxa de congestionamento) para automóveis na área central, Barcelona e Madrid, mostrando seus ambiciosos planos para melhoria da mobilidade, e Genebra, destacando-se por seus altos padrões de qualidade de transportes públicos e de mobilidade e qualidade de vida urbana (ANTP, 2004).

Jan Gehl considera que a cidade sustentável é geralmente fortalecida se grande parte de seu sistema de transporte ocorrer por meio da “mobilidade verde”, ou seja, deslocar-se a pé, de bicicleta ou por transporte público. Esses meios proporcionam acentuados benefícios à economia e ao meio ambiente, reduzem o consumo de recursos, limitam as emissões e diminuem o nível de ruídos (GEHL,

2013). Ele reforça que o desejo por uma cidade saudável é intensificado se o caminhar ou o pedalar forem etapas naturais do padrão de atividades diárias.

Hoje percebe-se um rápido crescimento dos problemas de saúde pública porque grandes segmentos da população em vários lugares do mundo, tornaram-se sedentários, uma vez que os carros fazem todo o transporte porta a porta (GEHL, 2013). Hillmann (1993) destaca que hoje médicos precisam recomendar o caminhar aos pacientes porque é um hábito que propicia qualidade de vida.

2.1 DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

"Eu não sou pobre, eu sou sóbrio, de bagagem leve. Vivo com apenas o suficiente para que as coisas não roubem a minha liberdade" José "Pepe" Mujica (2016)

Max-Neef et al (2012) sugere que não devemos falar da pobreza, conceito tradicional limitado e restrito, o qual se refere exclusivamente às dificuldades encontradas por pessoas que podem ser classificadas abaixo de um certo nível de renda. Segundo ele, devemos falar das pobreza. Para ele, cada necessidade fundamental humana não satisfeita adequadamente revela uma pobreza humana.

Ele cita alguns exemplos:

- Pobreza de subsistência – devido à renda insuficiente, à alimentação insuficiente, ao abrigo insuficiente;
- Pobreza de Proteção – devido a um sistema de saúde ruim, violência, corrida armamentista;
- Pobreza de afeto – devido ao autoritarismo, opressão, relações de exploração de meio ambiente natural por exemplo.
- Pobreza de entendimento – devido à baixa qualidade da educação
- Pobreza de participação – devido à marginalização e discriminação de mulheres, crianças e minorias;
- Pobreza de identidade – devido à imposição de valores alienígenas sobre culturas locais e regionais, migração forçada e exílio político.

“Onde há pobreza, há riqueza”. Se há alguém está acumulando algo é porque em algum lugar alguém está passando necessidade ou no limite da subsistência.

Afinal por que realmente existe pobreza? Max-Neef et al (2012) listou alguns exemplos de pobreza, essa lista pode ir muito além, se você começar a comparar o dia a dia das pessoas. Mas se vivermos todos em uma comunidade, produzindo o que precisamos para consumir, se alimentar etc, talvez não existisse a pobreza, a falta de recursos e bens. A vida seria satisfeita com o suficiente para a vida seguir.

Para Foladori (2001), a essência mesma do ser humano é a transformação da natureza, mediante o trabalho. A relação do corpo físico e social da espécie humana com seu entorno foi sempre dialética:

- Por um lado, a sociedade modificava seu meio ambiente.
- Por outro, devia adequar-se a um entorno permanentemente modificado.

Foladori ainda reforça que o mito da Torre de Babel é expressivo em relação ao respeito às forças da natureza na sociedade que havia alcançado a agricultura e a urbanização. De acordo com uma das versões desse mito, a construção da torre se elevou tanto que Deus, irritado com o fato de o homem pretender alcançar seus domínios, criou diferentes línguas para que eles já não se entendessem entre si.

Segundo a hipótese do “mito do eterno retorno”, as reflexões sobre a natureza anteriores à civilização moderna consideram a ação humana como humilde e dominada por seus ciclos. A natureza seria uma força superior que se deve respeitar. Como escreveu em 1854 o chefe Seattle da tribo Squamish nos EUA, “A terra não pertence ao homem, o homem pertence à terra. O homem não teceu a teia da vida, não é mais que um fio dela. O que à ela faz, a ele mesmo o faz” (FOLADORI, 2001)

Pode-se dizer que o movimento ambiental começou séculos atrás, como uma resposta à industrialização. No século XIX, os poetas românticos britânicos exaltaram as belezas da natureza, enquanto o escritor americano Henry David Thoreau pregava o retorno à vida simples, regada pelos valores implícitos na natureza. Foi uma dicotomia que continuou até o século XX.

Após a Segunda Guerra Mundial, a era nuclear fez surgir temores de um novo tipo de poluição por radiação. O movimento ambientalista ganhou novo impulso em

1962 com a publicação do livro de Rachel Carson, “A Primavera Silenciosa”, que fez um alerta sobre o uso agrícola de pesticidas químicos sintéticos. Cientista e escritora, Carson destacou a necessidade de respeitar o ecossistema em que vivemos para proteger a saúde humana e o meio ambiente.

Para SACHS (2000), a problemática ambiental recém chegou ao âmbito internacional. Começou a preocupar os políticos nos anos 70, quando da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo (Suécia, 1972)

O evento foi um marco e sua Declaração final contém 19 princípios que representam um manifesto ambiental para nossos tempos. Ao abordar a necessidade de “inspirar e guiar os povos do mundo para a preservação e a melhoria do ambiente humano”, o manifesto estabeleceu as bases para a nova agenda ambiental do Sistema das Nações Unidas.

Aproveitando a sinergia gerada pela Conferência, a Assembleia Geral da ONU criou, em dezembro de 1972, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA. Suas prioridades e preocupações eram os aspectos ambientais das catástrofes e conflitos, a gestão dos ecossistemas, a governança ambiental, as substâncias nocivas, a eficiência dos recursos e as mudanças climáticas.

SACHS (2000) considera que a mensagem deixada por Estocolmo 72 foi a de que não pode haver uma luta eficiente contra a pobreza que não leve em consideração a dimensão ambiental. Porém, a outra parte da mensagem foi no sentido de que não haverá política ambiental bem sucedida se ela não for organicamente ligada a uma política de progresso social. Ou seja, desenvolvimento e meio ambiente não podem ser dissociados.

Em 1983 a ONU convidou a médica Gro Harlem Brundtland, ex-Primeira Ministra da Noruega, para estabelecer e presidir a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Brundtland foi uma escolha natural para este papel, à medida em que sua visão da saúde ultrapassa as barreiras do mundo médico para os assuntos ambientais e de desenvolvimento humano. Em abril de 1987, a Comissão Brundtland, como ficou conhecida, publicou um relatório inovador, “Nosso Futuro Comum” – que traz o conceito de desenvolvimento sustentável para o discurso público.

As recomendações feitas pela Comissão culminaram com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento no Rio

de Janeiro, em 1992. A “Cúpula da Terra”, como ficou conhecida, adotou a “Agenda 21”, um programa para a proteção do nosso planeta e seu desenvolvimento sustentável.

Para ACSELRAD (2010), a relação entre o meio ambiente e justiça social ganhou importância particular a partir da década de 80, culminando com a conferência da ONU, em 1992. A partir daí abriu-se uma pauta de discussão entre entidades ambientalistas e o ativismo radical.

Nesse encontro de 1992, a relação entre o meio ambiente e o desenvolvimento, bem como a necessidade imperativa para o desenvolvimento sustentável, foram vistas e reconhecidas em todo o mundo. Na Agenda 21, os governos delinearam um programa detalhado, com o objetivo de afastar o mundo do atual modelo insustentável de crescimento econômico, direcionado para atividades que protejam e renovem os recursos ambientais.

Todavia, a Agenda 21 foi além das questões ambientais para abordar os padrões de desenvolvimento que causam danos ao meio ambiente. Contemplando: a pobreza e a dívida externa dos países em desenvolvimento; padrões insustentáveis de produção e consumo; pressões demográficas e a estrutura da economia internacional. O programa de ação também recomendou meios de fortalecer o papel desempenhado pelos grandes grupos para alcançar o desenvolvimento sustentável.

Para assegurar o total apoio aos objetivos da Agenda 21, a Assembleia Geral estabeleceu, em 1992, a Comissão para o Desenvolvimento Sustentável como uma comissão funcional do Conselho Econômico e Social.

A Cúpula da Terra também levou à adoção da Convenção da ONU sobre a Diversidade Biológica (1992) e a Convenção da ONU de Combate à Desertificação em países que sofrem com a seca e/ou a desertificação, particularmente na África (1994).

Em 1994, a Conferência Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável dos Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento, realizada em Barbados, adotou um Programa de Ação que estabelece políticas, ações e medidas em todos os níveis para promover o desenvolvimento sustentável para estes Estados.

ACSELRAD (2010) diz ter a impressão de que se desenvolveu, ao final de década de 90, um processo de “substituição” do ambientalismo contestatório por um “ecologismo de resultados pragmáticos e tecnicistas.

Em 2002, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável foi realizada em Johannesburgo, (África do Sul) entre 8 de agosto e 4 de setembro, para fazer um balanço das conquistas, desafios e das novas questões surgidas desde a Cúpula da Terra de 1992. Foi uma Cúpula de “implementação”, concebida para transformar as metas, promessas e compromissos da Agenda 21 em ações concretas e tangíveis.

Desde que a preocupação ambiental passou de exagero para urgência, os governos têm criado ações para garantir a preservação do planeta. Prefeituras fazem campanhas, organizações não-governamentais criam projetos especiais e grupos de pessoas engajadas tentam viver em harmonia com a natureza, sem perder a comodidade da modernidade. Uma dessas iniciativas ganha espaço nas ecovilas, que são assentamentos em que as atividades do homem se integram inofensivamente ao mundo natural, de forma a ajudar o desenvolvimento sustentável e até garantir o futuro.

2.2 O ADVENTO DO AUTOMOVÉL NAS CIDADES

O crescimento populacional das cidades por meio do desenvolvimento, o deslocamento das populações, o êxodo rural e todo o consumo que essa massa ambulante gerou não é capaz de ser atendido pelos ciclos e tempos da natureza. O desenvolvimento fez com que esses ciclos se tornassem mais rápidos, a industrialização, bens de consumo, gêneros alimentícios e principalmente o descontrole dos desejos dessa população são extremamente catalisadores da crise ambiental. A exploração dos recursos naturais e o seu esgotamento progressivo ensejam uma crise ambiental, bem como a produção elevada de resíduos gerados pelo atual modelo de desenvolvimento agrava essa crise ambiental, afetando direta ou indiretamente a contínua reprodução do capital e do próprio, conforme afirma GODOY (sd).

A vida em sociedade leva as pessoas a agirem diretamente na produção, na distribuição e no consumo de bens e serviços, ou seja, a participarem da vida econômica da sociedade.

O crescimento descontrolado dos centros urbanos levou também a um crescimento do consumo de produtos. Os modelos de produção, tais como o Fordismo e o Toyotismo, criados para atender o desejo do ser humano, pela propriedade, principalmente do automóvel, deram início ao surgimento de uma

produção massiva de itens, bens e produtos em escalas extraordinariamente maiores do que as atingidas por produções antes manuais.

O termo "fordismo" faz referência a Henry Ford (1863-1947), introdutor da linha de montagem na indústria automobilística. Nas fábricas da Ford Motor Company, fundada por ele, o automóvel a ser montado se deslocava por uma esteira rolante, enquanto os operários, dispostos junto à esteira, realizavam operações padronizadas. Característicos do fordismo, os gestos repetitivos na produção industrial correspondiam à sincronização de movimentos estudada por Frederick Taylor (1856-1915), que acelerava ao máximo a produção e obrigava o trabalhador a operar no ritmo febril das máquinas. Por essa razão, esse método de trabalho também costuma ser designado como fordista-taylorista.

O filme "Tempos Modernos" (EUA, 1936), dirigido e estrelado por Charles Chaplin, faz uma crítica desse processo produtivo.

Em termos de mercado, o fordismo assegurou uma enorme redução no preço dos automóveis. O famoso Modelo T, lançado em 1908, custava 850 dólares, bem menos que os carros das concorrentes, de fabricação artesanal. A produção crescente reduziu o preço para menos de 300 dólares em 1927. Com isso, o automóvel assumiu o status de bem de consumo de massa, mantido até hoje. Paralelamente, Ford percebeu a vantagem de pagar salários razoáveis aos operários, para que eles pudessem adquirir os veículos que fabricavam.

Dos Estados Unidos, o binômio produção em massa - consumo de massa se difundiu pelo mundo, compensando a retração decorrente da crise mundial de 1929 com uma vertiginosa expansão no pós-guerra, que se estendeu até o final da década de 1960.

Com a hegemonia norte-americana no pós II Guerra Mundial, disseminou-se no mundo o padrão de desenvolvimento capitalista, centrado no modelo fordista de produção. Além do poder do Estado em intervir sobre a economia com o aumento da demanda agregada via dívida pública e privada e, no plano ambiental, incentivando o desperdício.

No tocante à organização sindical, as fábricas fordistas, que reuniam milhares de operários, foram o celeiro ideal para o preenchimento das fileiras dos grandes sindicatos. Os gestos mecânicos, repetidos à exaustão, não favoreciam uma reflexão dos trabalhadores sobre o trabalho e a organização social; o trabalhador fordista, alheio às tradições de luta operária, apoiou direções sindicais basicamente

interessadas em obter vantagens materiais pela negociação com os patrões. Marcuse (1964) observa que essa tendência atingiu o auge nos Estados Unidos, com a transformação do proletariado em aliado do capitalismo.

O automóvel aparece como um grande precursor desse sistema desenvolvimentista e predador e, conforme RIFKIN (2016), o próprio termo automóvel transmite a ideia econômica clássica de que a natureza humana é guiada pela busca de autonomia e mobilidade, cada pessoa é soberana de seu próprio domínio. Os norte-americanos associam de longa data a ideia de liberdade à autonomia e mobilidade. Ser autônomo é ser dono de seu destino, ser autossuficiente e não dependente ou preso aos outros.

Para Rifkin (2016), na era capitalista, passamos a definir liberdade em termos negativos, como o direito de excluir. O automóvel tornou-se o símbolo de nossa noção de liberdade. E de consumo exaustivo de energia demandando mais geração e novas fontes.

Branco (2002) aborda a questão energética do ponto de vista ambiental, de maneira acessível, uma oportunidade de conhecer os fatos principais concernentes à necessidade, à utilidade e as diversas maneiras de produzir energia, bem como, por outro lado, as consequências ambientais de sua produção e uso. Baseada nesses dois aspectos de certa forma antagônicos, Branco propõe uma conduta ou política de geração e uso da energia calcada essencialmente em necessidades reais e possibilidades específicas, de acordo com as peculiaridades brasileiras de país tropical e de enorme espaço territorial.

Para ILLICH (1973), os homens industrializados não põem o menor limite ao crescimento do consumo de energia, crescimento que continua com o único fim de prover cada vez mais gente com mais produtos de uma indústria controlada cada vez mais por menos gente.

Max-Neef (1993) destaca a questão da necessidade humana. Para ele, não há nada que impeça falar do seu caráter sociouniversal, porque as pessoas, em todos os lugares, querem satisfazer suas necessidades.

Conforme MORAES e SANTOS (2004) a legislação ambiental brasileira contempla basicamente todas as possibilidades de preservação da qualidade ambiental, promovendo instrumentos preventivos, corretivos e compensatórios relativos à consequências decorrentes de intervenções na base de recursos naturais e ambientais do país. Programas de controle de emissão de veículos e de

racionalização do uso de derivados de petróleo e gás natural constituem exemplos de iniciativas bem sucedidas para a compatibilização dos transportes com a preservação da qualidade do ar.

2.3 MOBILIDADE URBANA

A Mobilidade é um atributo associado à cidade, correspondendo à facilidade de deslocamentos de pessoas e bens na área urbana (SEMOB, 2006). É sem dúvida, o elemento balizador do desenvolvimento urbano. Proporcionar uma adequada mobilidade para todas as classes sociais constitui uma ação essencial no processo de desenvolvimento econômico e social das cidades (FERRAZ E TORRES, 2001).

O uso dos meios de transporte implica o consumo do espaço viário e de energia, bem como a produção de impactos negativos, na forma de prejuízo aos demais usuários, principalmente congestionamentos, poluição e acidentes. O estudo dos níveis de consumo de energia e destes impactos tem sido feito há várias décadas, principalmente na Europa (VASCONCELLOS, 2006).

A ineficiência do setor de transportes está intrinsecamente vinculada com as características dos veículos utilizados e a distribuição do seu uso, principalmente no transporte de passageiros nos centros urbanos, que consome cerca de 45,36% do total da energia consumida pelo setor de transportes no Brasil (MORAES, 2005). Ainda, segundo a Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP em seu relatório estatístico (2012), a quantidade de viagens realizadas pelo transporte individual dentro dos centros urbanos do país tem uma participação de 27% contra as 29% de viagens realizadas pelo transporte coletivo. Viagens nos modais bicicleta e motocicleta apresentam na média nacional 4% das viagens realizadas, cada um.

Apesar da quantidade de viagens realizadas pelo transporte individual e coletivo serem muito próximas no Brasil, há uma discrepância relacionada ao consumo de energia dos principais modais urbanos. Enquanto os modais de transporte coletivo consomem 24% da energia gasta pelo transporte, os carros gastam 72%. Considerando que os dois modos têm praticamente a mesma participação modal, pode-se afirmar que cada viagem no modo carro consome o triplo de energia do que se fosse realizada em transporte público (ANTP, 2012).

No Brasil, mais de 80% da população vive nas cidades. Assim, dos 170 milhões de habitantes do país, cerca de 136 milhões utilizam os sistemas de transporte urbano. Em aproximadamente 30 anos, quando a população brasileira se estabilizar em torno de 230 milhões, a população nas cidades poderá chegar a 184 milhões de pessoas – todos usuários dos sistemas de transporte urbano (FERRAZ E TORRES, 2001).

Segundo a ANTP (2012), a distância média de uma viagem por transporte coletivo é de cerca de 13 km, com média maior para o transporte rodoviário intermunicipal, cerca 23 km. Para automóveis e motocicletas, este valor diminui para 8 km. O uso da bicicleta envolve deslocamentos médios de 5 km e a caminhada apresenta deslocamentos médios de 1km. Na mesma pesquisa constatou-se que o tempo médio de deslocamentos em transporte coletivo seria de 35 minutos, com valor médio de 1 h, se considerado o transporte por ônibus intermunicipal. O tempo médio de viagem por automóvel e motocicletas gira em torno de 20 minutos, o mesmo ocorrendo para bicicletas. As caminhadas seriam mais curtas com tempo médio de 15 minutos, ou seja, 4 km/h.

Meios ativos (não motorizados) como as bicicletas e o a pé devem ter um lugar de maior destaque no transporte individual. A circulação de bicicleta é silenciosa, não poluente, e o ciclista é consumidor da poluição automotiva urbana. Por isso, a bicicleta é o símbolo mundial de transporte sustentável e também simboliza qualidade de vida, saúde, exercício físico respiratório e circulatório. Bantel (2005) destaca que o condutor automobilístico é sedentário, acomodado, improdutivo. O ciclista, ao contrário, é mais disposto, mais produtivo no trabalho e na escola. Tem melhor saúde.

Para reduzir os impactos negativos das viagens urbanas, os caminhos mais eficazes são os privilégios à circulação de pedestres, ciclistas e pessoas com dificuldade de locomoção, assim como a redução dos custos operacionais do transporte coletivo urbano e do desperdício de combustível (SEDU, 2002).

2.4 ENERGIA

Os usos de energia são classificados em cinco setores: residencial, comercial, industrial, insumos e transportes. Estimativas globais do uso de energia do mundo

mostram o setor industrial com o de maior consumo, 40% do total; os setores residencial e o de transportes respondem por 22% cada um; seguidos do setor de insumos com 9% e o setor comercial com 7%. De todas as fontes energéticas disponíveis, renováveis e não renováveis, o petróleo, principal fonte da matriz energética mundial, contribui com mais de 90% da energia consumida pelo setor de transportes. O carvão mineral e o gás natural, segunda e terceira fontes energéticas mais importantes, destinam a maior parte de suas contribuições para a produção de calor e eletricidade, bem como para uso direto ou indireto nos setores industrial, residencial e comercial (RECK e VOI, 2015).

A utilização do petróleo como principal fonte energética para o setor de transportes no mundo e sua condição de recurso não renovável requer atenção redobrada, tanto por apresentar reservas limitadas como por ser o principal causador de emissão de poluentes na atmosfera. O setor tem sido na maioria dos países, o maior consumidor de petróleo e aumentou sua participação de 42% para 57%, entre 1973 e 2002, o que representou um acréscimo no consumo de 903,5 Mtep (milhões de toneladas equivalentes de petróleo) para 1740,8 Mtep e demonstra a inflexibilidade energética do setor de transportes (IEA, 2005).

Segundo estimativas de 2007 o Brasil apresentava um consumo global de energia equivalente a 9.410 PJ dos quais 28,7%, ou o equivalente a 2.700 PJ, eram destinados ao setor de transportes. Um fato preocupante, tanto no Brasil como no mundo, é a baixa eficiência do uso da energia em transportes. Na matriz de consumo energético mundial, apenas 26% da energia consumida pelo setor de transportes tem aproveitamento como energia útil. No Brasil este indicador é ainda menor, 24,4%. Comparado aos setores industrial, residencial e comercial que aproveitam em nível mundial: 80%, 65% e 64% respectivamente da energia consumida, observa-se que justamente o setor de transportes é o de mais baixa eficiência energética entre todos os outros. O baixo desempenho do setor e o crescimento no consumo de petróleo contrastam com o desenvolvimento de tecnologias que buscam aumentar a eficiência dos modais de transporte mais utilizados, o que mostra que existem outras dificuldades no setor, como o uso massivo de modais ineficientes (RECK e VOI, 2015).

Do total de petróleo consumido no mundo em 2011, 62% destinou-se ao setor do transporte. Esta demanda aumentou 40% no período de 1973 a 2011, quando

atingiu o valor de 2.263 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep). Em 2011, outras fontes de energia, como o carvão (33,28 Mtep), o gás natural (17,6 Mtep), a eletricidade (10,53 Mtep), os combustíveis renováveis e outras fontes, como geotérmica, solar, eletricidade, energia térmica e eólica, também tiveram seu consumo relacionado ao transporte, porém em proporções significativamente inferiores às do petróleo (D'AGOSTO, 2015).

O Departamento de Energia dos EUA prevê um crescimento anual do consumo de energia de 2% para o setor de transportes até 2025, a maior taxa de crescimento entre todos os usos, com tendência de se equiparar ao consumo industrial. Essa elevação excepcional está vinculada principalmente com a baixa eficiência e o aumento da distância viajada pelos veículos leves, projetada para aumentar 2,4% ao ano até 2025 (EIA, 2003).

2.4.1 INEFICIÊNCIA NO SETOR DE TRANSPORTES

A ineficiência do setor de transportes está intrinsecamente vinculada com as características dos veículos utilizados e a distribuição do seu uso, principalmente no transporte de passageiros nos centros urbanos, que consome cerca de 21,4 Mtep, fração equivalente a 45,36% do total da energia consumida pelo setor de transportes no Brasil (MORAES, 2005).

Para que o mundo se mova, uma grande quantidade de energia é consumida. Segundo os dados da Agência Internacional de Energia - AIE, em 2011, 62% do petróleo consumido no mundo destinou-se ao setor de transporte. Conforme D'Agosto (2015) Esta demanda aumentou 40% no período de 1973 a 2011, quando atingiu o valor de 2.263 milhões de toneladas equivalente de petróleo (Mtep).

O fluxo de geração de consumo de energia desenvolvida pela AIE (2011), representado na Figura 1, destaca o quanto de energia é destinado para indústria (parte para a indústria automobilística) e para atender o deslocamento dos veículos, tanto de transporte de pessoas como de mercadorias, representando o 27,5% do total da energia consumida. O consumo residencial representa apenas 11,8%.

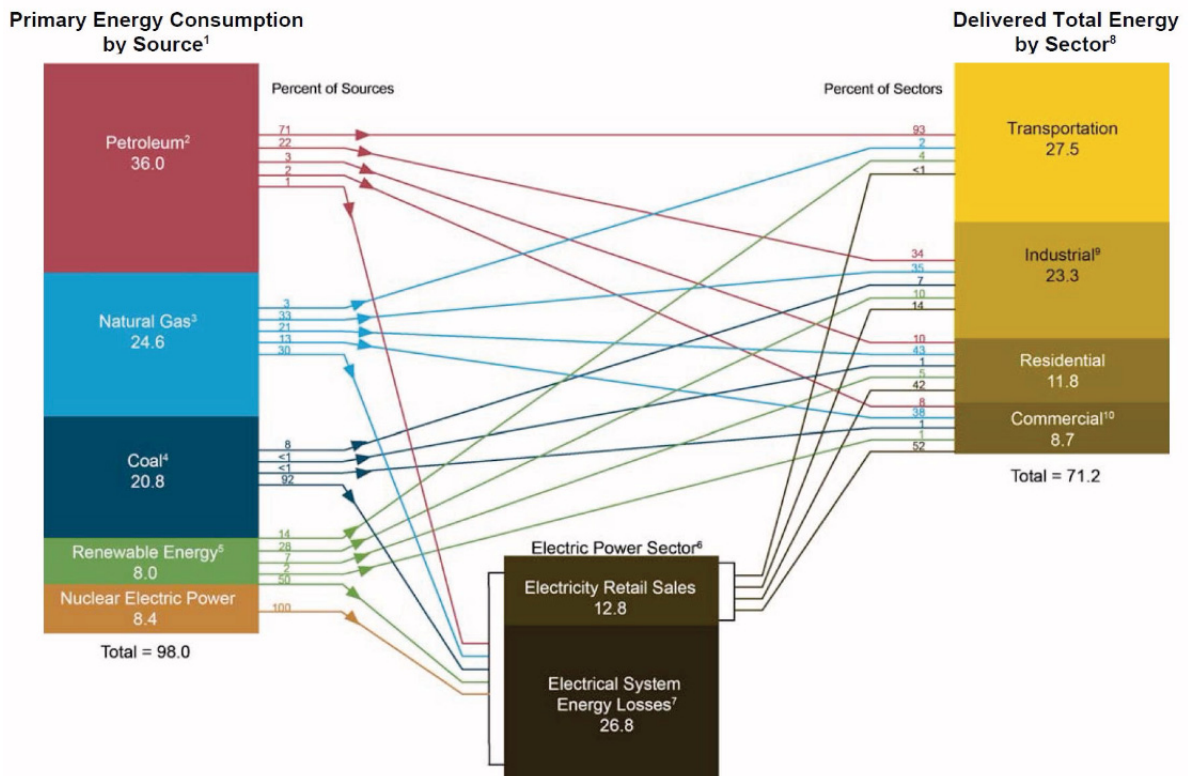


Figura 1 - Fluxo de geração e consumo de energia Fonte: AIE, 2011

Segundo dados da Empresa de Planejamento Energético, em 2011, o óleo diesel representou 49% de toda a energia consumida em transportes, totalizando 35,9 Mtep. Em 1970 esse valor não passava de 4,5 Mtep.

A segunda fonte de energia mais utilizada em transportes no Brasil é a gasolina, que responde a 28% do total; em terceiro lugar, o álcool etílico (etanol) 14,5%.

Outro fator que deve ser considerado nesse aumento de consumo de combustíveis é que os deslocamentos, as distâncias, estão aumentando. Segundo o CEBDS (2001) constatou-se que, a partir do início do século XX, o número de deslocamentos utilizando transporte motorizado cresceu vertiginosamente, com grande destaque para o uso do automóvel. No mesmo período, houve um declínio da caminhada e do uso das bicicletas.

D'Agosto (2015) apresenta exemplos do consumo em uso final de energia, para os diferentes tipos de transporte de passageiros, em que é possível observar dois extremos. A bicicleta a tração humana é o modo de transporte, não motorizado, que apresenta o menor consumo de energia primária em kJ/pass – km (quilojoule /

passageiro x quilômetro). Por outro lado, o automóvel, é o modo de transporte que apresenta o maior consumo, conforme a tabela 1 a seguir.

Tipo de transporte	kJ/pass – km
Caminhada	208
Corrida	283
Bicicleta – tração humana	112
Bicicleta elétrica	418
Motocicleta a gasolina	1.459
Carro gasolina	2.766
Carro híbrido	1.412
Ônibus padrón	266
Ônibus convencional	255

Tabela 1 - Consumo de energia por tipo de modal Fonte: D'Agosto (2015)

Como referência para o consumo de energia em ônibus modelo biarticulados, Hofstrand (2008) considera a relação de um litro de diesel para megajoule (MJ). Um litro de diesel corresponde a 38,7 MJ.

De acordo com Salomon (2015), um carro que pesa 1.500 kg e transporta uma pessoa de 70 kg é um dos principais fatores a se refletir na discussão do consumo de energia.

2.5 IMPACTOS AMBIENTAIS

A preocupação relacionada aos impactos do transporte no meio ambiente surgiu dentro de um contexto mais amplo, ligado ao aumento da preocupação ambiental lato sensu. A partir de discussões nos países desenvolvidos, relacionadas inicialmente com os aspectos da fauna e flora, o tema foi sendo analisado em um número crescente de eventos internacionais, passando a incluir avaliações ambientais em varias subáreas, como uso do solo, habitação, recursos naturais e transporte (VASCONCELLOS, 2006).

2.5.1 POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

Os poluentes da atmosfera têm dois tipos de efeitos principais: o local e o global (VASCONCELLOS, 2006):

- O efeito local é aquele sentido diretamente pelas pessoas, na forma de prejuízo à saúde humana.
- O efeito global é aquele que se faz sentir sobre a Terra. O principal impacto é o do aquecimento global, advindo do efeito estufa antropogênico.

Conforme D'Agosto (2015), cada modo de transporte provoca poluição atmosférica de forma e intensidade diferenciada, e a emissão de todos os tipos de poluentes pode ter sua intensidade agravada pelas deficiências nas condições físicas e de conservação dos veículos e das vias, do tipo de tecnologia empregada nos sistemas de propulsão e na forma de gestão da operação.

O uso de veículos motorizados implica várias formas de poluição atmosférica e sonora. Vasconcellos (2006) identifica seis tipos de poluição do ar relacionados aos transportes:

- a poluição sensível, que é aquela percebida pelas pessoas pelo odor e pela visão. Está relacionada a fontes próximas da pessoa e está associada a sensações desagradáveis;
- a poluição que afeta a saúde humana: refere-se à presença dos poluentes como o CO, os óxidos de nitrogênio, os hidrocarbonetos, o material particulado;
- o *smog* fotoquímico, que se refere à produção de poluentes secundários, a partir da presença na atmosfera de poluentes primários emitidos pelos veículos. Os principais poluentes secundários são o ozônio e o peróxidoacetilnitrato (PAN). Eles precisam de condições climáticas específicas (como a insolação) e se formam ao longo de algumas horas, podendo concentrar-se longe das fontes primárias de poluição;
- as chuvas ácidas, cuja principal consequência é o prejuízo causado às florestas. Este impacto tem escala regional (algumas centenas de quilômetros) e pode ocorrer um ou mais dias após a emissão dos poluentes;
- o efeito na camada de ozônio nos pólos do planeta;
- o efeito estufa, causado principalmente pela concentração de CO₂ na

atmosfera.

Vasconcellos (2006) ainda identifica os principais poluentes emitidos pelos meios de transporte:

- óxidos de nitrogênio (N e NO₂, formado a partir do N e com alto poder oxidante);
- gás carbônico (CO₂), com efeito apenas "planetário";
- partículas líquidas ou sólidas (material particulado - MP), sendo que apenas as muito pequenas penetram as vias respiratórias inferiores e são cancerígenas;
- hidrocarbonetos;
- monóxido de carbono (oxidação incompleta do carbono);
- dióxido de enxofre (SO₂), dependente da existência de enxofre no combustível e junto com o NO_x o principal responsável pela chuva ácida;
- chumbo;
- ozônio (O₃).

Mota (1999) cita que os meios de transporte constituem a maior fonte de poluição do ar nas grandes cidades, contribuindo principalmente com os seguintes poluentes:

- monóxido de carbono;
- óxidos de nitrogênio;
- hidrocarbonetos;
- oxidantes fotoquímicos.

Na escala mundial, o transporte contribui com alta porcentagem das emissões totais, mas com grande diferença em relação à contribuição entre as regiões.

Um levantamento feito pelo Departamento de Medicina Preventiva da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo revelou que, nos dias mais poluídos, o número de internações por doenças respiratórias cresce cerca de 8%, e a mortalidade geral aumenta entre 4% e 6%. O mesmo estudo mostra que os mais afetados são os idosos e as crianças (MMA, 2005).

Os veículos a motor são responsáveis por quase todas as emissões de CO e pela maior parte das emissões de HC e NO_x. A concentração de poluentes é maior nos corredores de grande demanda. Em um corredor de tráfego típico de São Paulo avenidas Rebouças e Consolação - em que os carros, ônibus e caminhões

correspondem a 94%, 5% e 1 % do tráfego, os automóveis são responsáveis por 98% das emissões de CO₂, 96% das de HC e 67% das de NO_x. Os ônibus respondem por 58% das emissões de SO_x e 28% do NO_x (VASCONCELLOS, 2006).

Quando se consideram as pessoas que usam cada modo de transporte, torna-se claro que o transporte individual é responsável pela maior parte das emissões. Conforme D'Agosto (2015), por exemplo, na área metropolitana do Rio de Janeiro, os ônibus emitem 4.040 t de CO₂ por dia. Cada passageiro contribui com 0,338 kg por dia. Os carros emitem 7.947 t por dia e seus passageiros contribuem com 2,58 kg, ou seja, oito vezes a emissão relativa de um passageiro de ônibus (RIBEIRO et al, 2000).

O setor de transporte é um dos principais contribuintes da emissão de poluentes atmosféricos em todo o mundo, em particular em áreas urbanas, por ser dependente da queima de combustíveis fósseis como fonte de energia (D'AGOSTO, 2015).

Segundo a Agência Ambiental Europeia, na União Europeia, em 2010, os transportes foram responsáveis pela emissão de 30% do monóxido de carbono (CO), 58% dos óxidos de nitrogênio (NO_x). Neste contexto, o transporte rodoviário foi majoritariamente responsável pela emissão de CO (79%) e NO_x (57%).

D'AGOSTO (2015) estima que, no Brasil, a participação dos transportes nas emissões de poluentes atmosféricos também seja bastante expressiva, sendo o modo rodoviário o que emite maiores valores de poluentes atmosféricos. Os resultados referentes ao ano de 2012, do Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, dão conta de que 81% das emissões de CO estão associadas a automóveis e motocicletas movidos a gasolina ou etanol, 92% das emissões de NO_x estão associadas a veículos movidos a óleo diesel (caminhões e ônibus) que também respondem a 96% do material particulado (MP).

2.5.2 POLUIÇÃO SONORA

A poluição sonora é qualquer alteração das propriedades físicas do meio ambiente, causada por conjugação de sons, desejáveis ou não (ruídos), que direta ou indiretamente sejam nocivos à saúde, à segurança e ao bem-estar da população (D'AGOSTO, 2015).

O ruído em excesso é um fato comum em grandes centros urbanos. Várias atividades desenvolvidas pelo homem, nas cidades, resultam na emissão de sons em altas intensidades: contribuindo para uma nova modalidade de poluição – a poluição acústica (ou poluição sonora)(MOTA, 1999).

Ruído urbano é o ruído originado pelas diferentes fontes sonoras que se encontram dentro dos grandes centros urbanos. Considerado como uma mistura completa de ruídos, variando com o tempo, que está extremamente relacionado com a atividade da cidade (ZORZAL et al, 2004).

Para Vasconcellos (2006) o volume de tráfego e sua composição têm um grande impacto no ruído produzido. Veículos pesados como caminhões e ônibus, assim como as motos são os maiores contribuintes individuais para o ruído. Mota (1999) cita que a poluição sonora contribui para outros sintomas além dos acima citados, como irritabilidade, incômodo, exaustão física, perturbações do sistema nervoso central e até mesmo para perturbações cardíacas e circulatórias. Ainda mais, para Mota (1999), as pessoas reagem diferentemente ao barulho. No entanto, pode-se dizer que a partir do nível de 70 decibéis¹ o ruído começa a tornar-se prejudicial à audição humana. Existem valores recomendados para níveis de ruído em diversas atividades, ou em função do período do dia.

Conforme D'Agosto (2015), os níveis de ruído gerados pelo tráfego de veículos, sentido nas ruas e até no interior das casas, podem atingir de 70 a 90 dBA.

Sons indesejáveis (ruídos) podem afetar a saúde humana, podendo causar problemas de difícil reversão. A exposição continuada de pessoas a ruídos com intensidade acima de 85 dBA causa estresse emocional e pode aumentar em até 25% o colesterol no sangue (D'AGOSTO, 2015).

2.5.3 ESPRAIAMENTO DAS CIDADES

O tamanho da cidade determina em grande parte o modo de locomoção dos seus habitantes. Nas cidades muito pequenas, a locomoção é feita quase exclusivamente a pé. Crescendo o tamanho da cidade, aumenta a utilização de

¹ Decibel (dB) é a unidade de medida de som, barulho ou ruído. Para os ambientes de trabalho é medido com o decibelímetro, ou ainda, é a pressão sonora exercida sobre o ouvido do ser humano. ZORZAL et al, (2004)

veículos automotores, individuais (carro, motocicleta e bicicleta) e coletivos.

Nas cidades de porte médio, já se observam ruas mais largas e transporte coletivo por ônibus. Maior o porte da cidade, surgem as vias expressas e a priorização do transporte coletivo com o emprego de faixas exclusivas para os ônibus. Mais um salto de tamanho e surgem o transporte coletivo tipo metrô e muitos viadutos e vias expressas no nível do solo ou segundo piso (elevadas) etc.

Nas grandes metrópoles, é comum uma grande parte do transporte coletivo ser realizada por metrô, ônibus grandes em faixas exclusivas e a cidade contar com extensa rede de vias expressas e elevado número de viadutos (FERRAZ e TORRES, 2001).

As maiores dificuldades de transporte são experimentadas no percurso entre a casa e o trabalho e vice-versa. O distanciamento entre os locais de trabalho e os que oferecem melhores condições de moradia, juntamente com a rápida expansão da área urbana, criou um movimento pendular casa-emprego, resultando num volume de tráfego de passageiros maior do que qualquer tipo de viagem em dia útil da semana (OWEN, 1971).

Owen (1971) define em seu livro “O caos motorizado” o resultado que traz o zoneamento proposto pela Carta de Atenas. O fato de as pessoas terem suas atividades diárias dispersa umas das outras traz à tona a necessidade do transporte, não importando qual modo de transporte seja esse, mas somente o fato de ter essa dependência sendo o fator distância e pontualidade muito relevante.

A Carta de Atenas propõe quatro funções básicas na cidade: habitação, trabalho, recreação e circulação. Essa setorização das cidades tornou o transporte urbano e a realização de viagens uma necessidade para a população. Nela se reconhece que as possibilidades de influenciar os destinos das cidades requeiram uma combinação de fatores políticos, sociais e econômicos. A Carta enfatiza repetidamente o potencial da arquitetura e da planificação como definidores da forma da cidade (IRAZÁBAL, 2001).

2.5.4 ACIDENTES

Conforme Vasconcelos (2006), os acidentes de trânsito constituem um grande problema tanto em países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento, embora com características diferentes em cada país ou região do mundo, tendo

como único fator comum a todos os casos o impacto causado pelo uso do automóvel.

Em 1998, ano de entrada em vigor do Código de Trânsito Brasileiro – CTB, morreram 30.890 pessoas em acidentes de trânsito, conforme o Datasus do Ministério da Saúde. No ano seguinte esse número baixou para 28.995 pessoas (1999), suscitando uma mudança positiva no comportamento dos condutores, em face, provavelmente, conforme ANTP (2017), do alto valor da multa, da grande divulgação e discussão pública sobre os novos dispositivos do Código, em especial pela grande mídia, que deu destaque aos novos valores de multa, à pontuação na carteira e às penalidades de suspensão do direito de dirigir, por exemplo. Nos anos seguintes o que se viu foi um aumento anual de mortes no trânsito no Brasil.

Para ANTP (2017), os fatores a seguir estão relacionados ao aumentos de acidentes: a ausência de punições como a suspensão do direito de dirigir, a inadimplência do licenciamento, a impunidade por crime de trânsito e a desvalorização monetária dos valores das multas foi afrouxando o ímpeto inicial do condutor

De acordo com o IPEA (2015) os acidentes de Trânsito no Brasil matam cerca de 45 mil pessoas por ano e deixam mais de 300 mil pessoas com lesões graves. Numa estimativa conservadora, observou-se que os acidentes nas áreas urbanas custam ao povo brasileiro cerca de R\$ 10,0 bilhões, sendo que o custo relativo à perda de produção responde pela maior fatia desses valores, seguidos pelos custos hospitalares.

3 MEIOS DE TRANSPORTE

Segundo RECK (2018), os meios de transporte urbano podem ser classificados segundo: suas características operacionais, envolvendo o transporte individual e público, a via própria individualizada ou a via compartilhada e a forma de tração; suas características geográficas, observando o seu deslocamento num mesmo local, no nível municipal ou além dele.

3.1 NÃO MOTORIZADOS

3.1.1 PEDESTRE

O deslocamento a pé é um dos mais importantes modos de transporte urbano. É o modo mais utilizado para percorrer pequenas distâncias, incluindo a complementação das viagens realizadas por outros modos de transporte. Inclusive não apenas viagens curtas são realizadas a pé; nas cidades dos países pobres, é grande o número de pessoas que caminha grandes distâncias por não terem condições econômicas de custear outro meio de transporte (FERRAZ e TORRES, 2001).

O corpo humano é o principal meio natural de transporte. A maior parte das pessoas sempre faz viagens a pé, com ou sem a utilização de um modo complementar (VASCONCELLOS, 2005).

Grande atenção tem sido dada ao transporte a pé na maioria dos países: sinalização adequada nas travessias das ruas (faixas de segurança e semáforos de pedestres), prioridade no trânsito (os veículos é que devem parar para os pedestres atravessarem a rua nas faixas), vias exclusivas para pedestres, travessias de vias em desnível (FERRAZ e TORRES, 2001).

Em algumas cidades de países desenvolvidos, nas quais as temperaturas são muito baixas, têm sido construídas redes de transporte destinadas a pedestres na área central, constituída de vias subterrâneas, vias no interior dos edifícios e passagens aéreas sobre as ruas ligando os edifícios. Essas vias para pedestres são, em geral, interligadas com grandes estacionamentos de carros e estações/terminais de transporte público (FERRAZ e TORRES, 2001).

As pessoas em geral andam a uma velocidade de cerca de 4 km/h. O tempo

médio dos deslocamentos a pé nas cidades brasileiras é de cerca de 15 minutos, o que significa que as pessoas andam em média um quilômetro (dez quadras).

Conforme a tabela 2, em outros países, como China, as pessoas andam mais a pé e mais longe: enquanto em São Paulo 54% das pessoas andam no máximo 10 minutos, em Pequim apenas 19% andam este tempo (VASCONCELLOS, 2006).

Tempo (min)	Pequim	São Paulo
	Viagens (%)	Viagens (%)
1 a 10	19,2	53,8
11 a 20	34,2	29,5
Mais de 20	46,3	16,7

Tabela 2 - Tempo de caminhada Fonte: Vasconcelos 2006.

Em alguns locais em que o movimento de pedestres é muito intenso, o fluxo é separado por sentido para melhorar a fluidez (aumentar a capacidade) e a comodidade (conforto) das pessoas (FERRAZ e TORRES, 2001).

O movimento a pé é a única habilidade humana de deslocamento distribuída igualmente entre todos. Com exceção de pessoas portadoras de deficiências ou de outras limitações (idade, saúde), qualquer pessoa é capaz de ir a qualquer lugar caminhando (VASCONCELLOS, 2005).

3.1.2 BICICLETA

Para Trigueiro (2017), a bicicleta vem se fortalecendo como uma das opções para o deslocamento nas cidades com o colapso que vem ocorrendo na mobilidade urbana, com congestionamentos crescentes agravados pela multiplicação indiscriminada de veículos automotores.

A bicicleta é bastante utilizada em viagens urbanas no mundo todo. Em razão do baixo preço de aquisição e do custo de operação ser praticamente zero, a bicicleta constitui uma das principais alternativas de transporte urbano (FERRAZ e TORRES, 2001). Bantel (2005), considera que a bicicleta é o símbolo mundial do transporte sustentável na visão ambiental.

Conforme Trigueiro (2017) o número de bicicletas atualmente pode chegar a

90 milhões, das quais 90% são fabricadas no Brasil.

Em muitos países, o uso da bicicleta tem sido incentivado como uma das alternativas para a economia de combustível. Os movimentos ecológicos defendem bastante o transporte por bicicleta, uma vez que ele não é poluente, exceto em sua produção, e não consome energia, considerando-o um modo ecologicamente correto. Clima ameno e topografia plana favorecem o incentivo ao transporte por bicicleta.

Há diversas formas de incentivo ao transporte por bicicletas, tais como: adoção de faixas exclusivas nas ruas, implantação de ciclovias (vias exclusivas para bicicletas), implementação de estacionamentos especiais e diversas outras formas de foco social.

As grandes vantagens da bicicleta são seu custo baixo de aquisição, operação e manutenção, além da facilidade de utilização e estacionamento. Pode-se também citar sua vantagem para a saúde, uma vez que requer um esforço físico benéfico à maioria das pessoas. A sua maior desvantagem está no campo da segurança de trânsito, em países com altos níveis de acidentes (como o Brasil), dada a falta de estrutura viária e de sinalização adequada, bem como ao desrespeito por parte dos motoristas (VASCONCELLOS, 2005).

Conforme reforça D'Agosto (2015) a bicicleta é o meio de transporte que apresenta o menor consumo de energia por pessoa. Para ele a invenção da bicicleta no séc. XIX parece ter sido a grande conquista do homem, no que se refere ao uso racional da energia para o transporte.

Um país que, devido às limitações econômicas, tem incentivado bastante o uso de bicicleta é Cuba. O preço é subsidiado e a compra é financiada a longo prazo (FERRAZ e SANTOS, 2001).

Uma forma diferente de incentivo ao uso da bicicleta ocorre na cidade de Havana. Como é proibido o trânsito de bicicletas no túnel construído para a travessia da baía da cidade, devido à contaminação atmosférica e à falta de espaço, as bicicletas são conduzidas através do túnel por ônibus especiais sem bancos, que são chamados de "ciclobus" (FERRAZ e SANTOS, 2001).

3.1.3 BICICLETAS ELÉTRICAS

Os modelos de bicicletas elétricas são divididos em dois grupos: o primeiro é o dos pedelecs, que são modelos sem acelerador e cujos motores são ativados conforme o ciclista pedala, gradativamente gerando uma força de tração que acompanha a incidência de pedaladas. O outro grupo abrange as bicicletas elétricas com acelerador. Elas possuem as opções de só acelerar, só pedalar ou uma combinação entre as duas funções (ECYCLE, 2018).

Apesar de ser vista pela sociedade como uma novidade, a bicicleta elétrica já é centenária. Sua história tem início na efervescente segunda metade do século XIX, uma época marcada por invenções que revolucionaram a vida humana e provocaram um avanço tecnológico sem igual. O estágio atual dos componentes elétricos permitiu que ela voltasse em grande estilo e como tendência para a mobilidade urbana (REVISTA BICICLETA, 2013).

Conforme Schörner (2013), na década de 1890 começaram a ser patenteadas as primeiras bicicletas elétricas nos EUA. Em 1898, Mathew J. Steffens inventou uma e-bike em que o motor impulsionava a bicicleta através de uma polia (um cinto que envolvia a roda). Em 1899, John Schnepf criou um sistema de auxílio elétrico que atritava com a parte superior do pneu. Esse modelo foi aperfeiçoado em 1969, por G. A. Wood Jr. Ele transformou o sistema de fricção em algo mais complexo, composto de quatro motores diferentes que "empurravam" a roda dianteira.

Em 1946, Jesse D. Trucker teve uma ideia inovadora: um motor com engrenagens internas que permitiam que a roda ficasse livre. Com isso, havia a opção de pedalar com ou sem o auxílio elétrico. Foi provavelmente a primeira proposta para este tipo de invenção. Dois anos depois, Oséias W. Libbey registrou patente de uma bicicleta elétrica que tinha dois motores e duas baterias. Era a ideia embrionária de controlador da e-bike: em uma estrada plana, apenas um motor trabalhava; em uma subida, o segundo motor entraria em ação (SCHÖRNER, 2013).

Em dezembro de 2013, o Conselho Nacional de Trânsito (Contran) publicou a Resolução 465, que regulamentou o uso das bicicletas elétricas no país, equiparando-as às bicicletas comuns. Com essa nova resolução, elas são dispensadas de registro, tributação, habilitação e seguro obrigatório. Porém, precisam ter o limite de potência máxima em 350 watts, não podem possuir acelerador e ter velocidade máxima de 25 km/h. Além disso, as bicicletas elétricas

devem possuir o indicador de velocidade, campainha, sinalização noturna (dianteira, lateral e traseira) e espelhos retrovisores, além do uso obrigatório do capacete pelo ciclista (SCHÖRNER, 2014).

3.2 MOTORIZADOS

Atualmente a frota de veículos motorizados no Brasil é de 96,7 milhões de veículos, dos quais 54,52% correspondem aos carros. A planilha abaixo reforça esse número elevado de automóveis na frota nacional. Como medida de comparação para reforçar o crescimento da frota nos últimos anos, foram agregados também na planilha os dados do ano 2000.

ANO	Veículos				
	Total	Autos	Motocicleta	Ônibus	outros
2000	29.722.950	20.261.670	3.550.177	261.633	5.649.470
2017	96.790.495	59.929.812	21.548.767	611.396	14.700.520

Tabela 3 - Frota Nacional de Veículos Fonte: DENATRAN (2017)

3.2.1 O AUTOMÓVEL

O automóvel, mais conhecido como carro, é um dos principais modos de transporte urbano da atualidade. Em muitos países desenvolvidos, como nos Estados Unidos, é o modo de transporte urbano preponderante. De acordo com Newton (2010), Los Angeles, São Francisco e Nova Iorque são as cidades com a maior frota de veículos por habitante do país norte americano.

Conforme a tabela 4 a seguir, a taxa de motorização nas principais metrópoles norte americanas é de aproximadamente um veículo para dois habitantes.

Los Angeles	São Francisco	Nova Iorque
0,54	0,59	0,43

Tabela 4 - Taxa de motorização Fonte: Newton (2010) Adaptação Autor

A frota atual do Brasil conforme o DENATRAN (2017) é de 96,7 milhões de

veículos, dos quais apenas os carros correspondem a 60 milhões. A tabela a seguir ilustra o crescimento da frota entre 2000 e 2017.

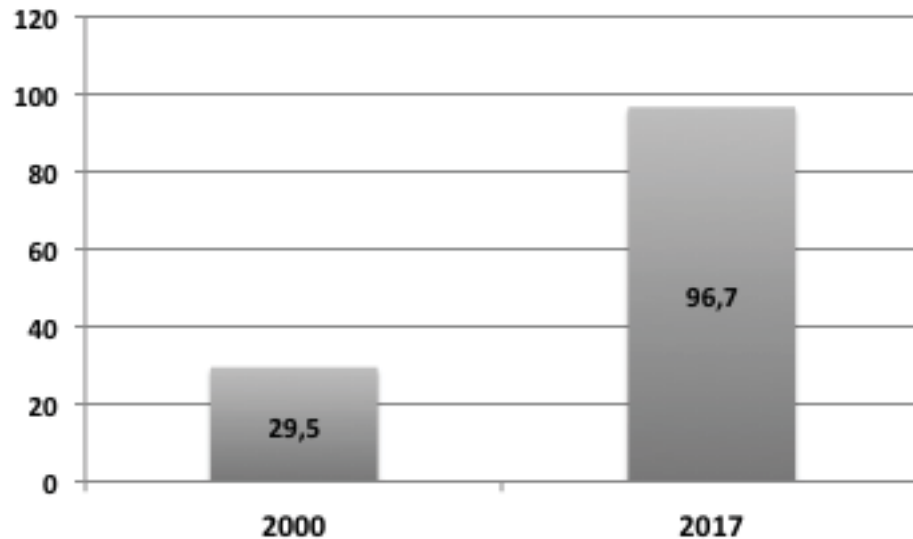


Figura 2 - Frota 2000 - 2017 Fonte: DENATRAN (2017) Adaptação Autor

A produção em grande escala e a fabricação de veículos populares tornaram o custo do carro acessível para grande parte da população, sobretudo nos países desenvolvidos. Além da total flexibilidade de uso no tempo e no espaço e de proporcionar o deslocamento de porta a porta, o carro também permite carregar pequenas cargas, proporciona grande conforto e privacidade no seu interior (pois é como se fosse uma casa móvel) e é símbolo de status social (FERRAZ e TORRES, 2001).

Para atender à grande demanda de viagens por carro, as cidades têm expandido bastante os seus sistemas viários com a construção de vias expressas (no nível do terreno, aéreas e subterrâneas), viadutos, estacionamentos subterrâneos e aéreos. Também têm investido bastante na melhoria dos sistemas de controle do tráfego, com o emprego de computadores, dispositivos automáticos (sensores) para detecção de veículos, softwares para otimização do fluxo nas redes viárias, sistemas on-line de informação aos usuários (FERRAZ e TORRES, 2001).

Trigueiro (2005) considera o carro um dos grandes problemas ambientais do planeta e curiosamente uma das maiores paixões da humanidade. O Século 20 foi marcado pelo *boom* do automóvel, que se transformou num sonho de consumo da era moderna.

No Brasil, o entusiasmo com o automóvel levou o ex-presidente Juscelino Kubitschek a apostar todas as fichas no “rodoviarismo”. Agravou-se o processo de decadência dos trilhos em favor do asfalto (TRIGUEIRO, 2005)

Para atender à crescente demanda de viagens por carro não basta apenas construir vias. É preciso aumentar a oferta de estacionamentos. Por essa razão as cidades maiores passaram a utilizar grandes áreas para estacionamento no nível do solo e a implantar edifícios de estacionamento e estacionamento subterrâneos (FERRAZ e TORRES, 2001).

3.2.2 CARROS ELÉTRICOS

Conforme Trigueiro (2017) hoje no mundo existem 4,5 milhões de veículos elétricos. Os híbridos (motor a combustão combinado com um gerador elétrico) são a maioria, 95%, e chegam a fazer 20 km rodados com um litro de combustível. Os carros elétricos (totalmente movidos a energia elétrica) movidos a bateria, correspondem a 5%, somando aproximadamente 200 mil unidades em todo o mundo.

De acordo com o DENATRAN, existem em todo o país 91.452.622 veículos, dos quais apenas 969 são puramente elétricos. Nesse caso, a maior parte está localizada no município de São Paulo, conforme se demonstra em tabela abaixo.

Para Trigueiro (2017) uma das principais razões pela pequena frota em circulação no Brasil é a elevada taxa tributária que incide sobre o preço final do veículo. São 35% de imposto de importação, mais 55% de IPI, mais 13% de PIS/Cofins, mais 12 a 18% de ICMS, dependendo do estado. A somatória da tributação que incide faz com que o preço possa ultrapassar 120%. Com isso, o preço médio no Brasil chega a R\$ 200 mil.

Conforme a ANTP (2017), enquanto o mundo fomenta a aquisição de veículos elétricos, no Brasil o IPI aplicado em veículos similares à combustão não passa de 13%, quase um terço do que se aplica aos elétricos.

Algumas cidades têm buscado incentivar o uso de veículos elétricos. A prefeitura de São Paulo em 2016 isentou sua cota parte no IPVA, além de isentar os elétricos do rodízio. Medidas como essas motivaram a compra dos primeiros veículos elétricos por taxistas da capital paulistana.

Curitiba foi uma das primeiras cidades a lançar uma frota com 10 veículos

puramente elétricos, utilizada integralmente no serviço público. O projeto gerou uma economia de aproximadamente 75% nos primeiros dois anos de operação, quando comparado o custo se fosse utilizado gasolina. O projeto Ecoelétrico desenvolvido entre 2013 e 2016, em parceria com a ITAIPU, tornou-se uma referência latino americana (RECK e VANZIN, 2016).

Conforme a ANTP (2017) os primeiros estudos sobre carros compartilhados foram feitos em Curitiba e no Rio de Janeiro.

3.2.3 MOTOCICLETA

A motocicleta é um veículo muito utilizado na Ásia e na África. Nos países ricos ela é pouco utilizada (VASCONCELLOS, 2005).

A utilização de motocicletas e motonetas (motocicletas com rodas menores: lambretas e similares) tem aumentado bastante nos países tropicais, nos quais o clima ameno durante praticamente todos os meses do ano favorece esse modo de transporte. O preço e o custo de operação, muito menores do que os do carro, são os grandes atrativos das motocicletas. Outros pontos positivos são: reduzido consumo de combustível e pequeno consumo de espaço para circulação e estacionamento (FERRAZ e TORRES, 2001).

Conforme o DENATRAN (2017) a frota de motocicletas é de 21,5 milhões, correspondente a 22% da frota de veículos.

As maiores vantagens da motocicleta são seu baixo custo de operação (para um veículo motorizado) e sua relativa facilidade de estacionamento. Nos casos em que se permite que ela circule entre os veículos (como no Brasil), existe a vantagem da rapidez, mas aumenta muito o risco de acidentes com os autos e demais veículos, e com os pedestres que cruzam a via. Sua grande desvantagem reside na insegurança, uma vez que é o veículo mais perigoso e letal de todos: o risco de acidentes graves ou fatais é cinco vezes superior ao de quem usa, por exemplo, o automóvel. Do ponto de vista social, ela também apresenta uma grande desvantagem, que é a grande emissão de poluentes por passageiro transportado (VASCONCELLOS, 2005).

Alguns problemas que devem de ser considerados em relação à utilização da motocicleta são: pouca segurança e desconforto ou impedimento ao uso em condições atmosféricas adversas – chuvas, neve, frio.

No Brasil, a motocicleta era, até o final da década de 80, um veículo de cunho esportivo, limitado a um grupo pequeno de pessoas da elite ou de classe média. A partir de então as vendas internas passaram a crescer de forma exponencial (VASCONCELLOS, 2005).

No início da década passada, a motocicleta, em razão do baixo preço e custo operacional, tornou-se cada vez mais utilizada nos países pobres dos trópicos, onde o clima é na maior parte do tempo ameno (FERRAZ e TORRES, 2001).

3.2.4 PÚBLICO COLETIVO OU DE MASSA

Os veículos pertencem a uma empresa ou a um próprio indivíduo autônomo, como vemos em diversos países latino-americanos e operam em rotas pré-definidas e horários fixos. Não há flexibilidade de uso no espaço e no tempo e o transporte não é de porta a porta como comenta Ferraz e Torres (2001) em relação ao carro, pois normalmente é necessário caminhar distâncias consideráveis para completar as viagens. A capacidade do veículo é grande, sendo a viagem compartilhada por um grande número de passageiros.

O transporte público é aquele que está à disposição do público, mediante pagamento. Sua principal característica legal é que está submetido a algum tipo de controle por parte do governo (além do código de trânsito), referente, por exemplo, ao tipo de veículo que pode ser usado e à tarifa que pode ser cobrada dos usuários. Em outros casos, ele é exclusivo das pessoas que chamam por seus serviços, caso do táxi e do ônibus fretado por empresas para transporte de seus funcionários (VASCONCELLOS, 2005).

Os modos mais comuns de transporte público são: ônibus, bonde, metrô e trem suburbano.

O ônibus é a forma de transporte público mais comum no mundo. O ônibus é um veículo que pode transportar entre 22 e 80 pessoas, não considerando os articulados e biarticulados, que podem transportar de 200 a 250. No Brasil, o ônibus é o meio mais importante para o transportar as pessoas (VASCONCELLOS, 2005).

Para Owen (1971), os transportes coletivos são parte essencial do sistema de transporte nas grandes áreas metropolitanas. Tendo como tarefa básica a absorção do movimento casa-trabalho-casa nas horas críticas do dia. Onde quer que a densidade populacional e a concentração do tráfego urbano o exijam, o transporte

coletivo deverá suplementar o transporte em veículos particulares.

Conforme o DENATRAN (2017), a frota atual de ônibus é de 611 mil em todo o Brasil, correspondendo a 0,63% em relação ao número de automóveis.

Como medida de comparação, se de acordo com o IBGE a população estimada para 2017 foi de 207,6 milhões de habitantes, para transportar todas essas pessoas em ônibus, em um cenário em que não houvessem outros meios de deslocamento, cada veículo transportaria aproximadamente 340 pessoas.

3.2.5 CORREDORES EXCLUSIVOS

Bus RapidTransit (BRT) é um sistema de transporte de ônibus que proporciona mobilidade urbana rápida, confortável e com custo eficiente por meio da provisão de infraestrutura segregada com prioridade de passagem, operação rápida e frequente excelência em marketing e serviço ao usuário. O BRT basicamente imita as características de desempenho e conforto dos modernos sistemas sobre trilhos, porém a uma fração do custo. Um sistema BRT custa, tipicamente de 4 a 20 vezes menos que um sistema de bondes ou de veículos leves sobre trilhos (VLT) ou entre 10 a 100 vezes menos que um sistema de metrô (ITDP, 2008).

São sistemas troncalizados que operam basicamente em grandes corredores, com elevada demanda e atendendo às funções de transporte (RECK, 2018)

Conforme o ITDP (2018), o conceito de corredores exclusivos para ônibus nasceu no Brasil, em Curitiba, nos anos 70. A ideia foi replicada em diferentes cidades brasileiras, e trinta anos depois “exportada” para Bogotá, onde foi aprimorada, se tornando hoje o que o ITDP entende por BRT. Porém, até há alguns anos não havia um entendimento sobre o que é um sistema de BRT. A falta de um alinhamento conceitual entre planejadores e engenheiros fez com que, para cada novo corredor de BRT de alta qualidade, dezenas de outros corredores de ônibus fossem abertos e chamados incorretamente de BRT.

De acordo com Pereira (2011) corredores BRT quando operados por ônibus articulados, pode atingir uma capacidade de cerca de 15.000 passageiros por hora por sentido (pass/h/sentido) ao longo de sua seção crítica e uma velocidade operacional de 23 km/h. Para ITDP (2008), o sistema de maior capacidade consegue atender aproximadamente 42 pass/h/sentido (TransMilenio de Bogotá).

Conforme Marchiori (2016), já existem 203 cidades no mundo operando sistemas BRT. Com a inclusão de novas cidades na Ásia, América Central e do Norte, o sistema passou a atender 33,5 milhões de pessoas diariamente

3.2.6 SOBRE TRILHOS

Conforme a CNT (2016) o transporte de passageiros sobre trilhos em meio urbano abrange uma diversidade de modalidades (sistemas), que se distinguem, principalmente, pela capacidade de transporte e pelos níveis de direito de tráfego (segregação em relação ao tráfego de pedestres e veículos). Distinguem-se ainda pelo tipo de serviço prestado (intervalo entre trens), inserção no território (implantação em zonas centrais ou suburbanas; traçado em subterrâneo, em superfície ou elevado; espaçamento entre estações) e tecnologia de tração. Enquadram-se nessas modalidades o trem metropolitano, o metrô, o monotrilho e o veículo leve sobre trilhos – VLT.

A utilização dos trens convencionais para o transporte urbano de pessoas começou na segunda metade do século XIX, quando algumas cidades do mundo já eram de grande tamanho. Nessas cidades, passou a ser viável para as empresas ferroviárias transportar passageiros entre as estações localizadas nos subúrbios e as da zona central (onde se localizava a maioria dos empregos), sobretudo nos horários de entrada e saída das pessoas do trabalho (FERRAZ e TORRES, 2001).

São detalhadas a seguir a capacidade de transporte das diferentes modalidades de transporte urbano de passageiros sobre trilhos (CNT, 2016):

- Os trens metropolitanos, também chamados de trens de subúrbio, apresentam elevada capacidade de transporte (capacidade da linha) – de 40.000 a 80.000 passageiros por sentido por hora. Ligam, nas regiões metropolitanas, os municípios periféricos à metrópole (capital ou cidade mais populosa).
- Os metrôs são sistemas de alta capacidade – movimentam de 40.000 a 80.000 passageiros por sentido por hora – que operam em vias totalmente segregadas, podendo utilizar infraestrutura subterrânea, de superfície, elevada e em trincheira. Nas zonas centrais, predomina o traçado subterrâneo e, nos bairros, os metrôs podem circular também em superfície, elevados ou em trincheira, mas sempre com segregação total.

- Os mon trilhos são um sistema de transporte de média capacidade, composto de um material rodante leve, que circula em via elevada. Transportam de 20.000 a 48.000 passageiros por sentido por hora, com espaçamento entre estações de 500 a 1.000 metros.
- Os veículos leves sobre trilhos – VLTs são uma modalidade de transporte de média capacidade. Movimentam de 7.000 a 24.000 passageiros por sentido por hora com linhas curtas atendendo os centros das cidades, cujo espaçamento entre estações varia de 500 a 800 metros, podendo ter segregação total ou parcial. Segundo Vuchic (2005) o VLT – derivado do termo em inglês Light RailTransit – corresponde a uma evolução do bonde tradicional.

O transporte tipo metrô (uma ferrovia subterrânea ou elevada) começou a ser utilizado no ano de 1863, em Londres, com uma linha subterrânea para aliviar o congestionamento na região central da cidade nos horários de maior movimento. Pela mesma razão, Nova York construiu sua primeira linha elevada em 1868. Ambos os sistemas eram impulsionados por locomotivas a vapor, as quais possuíam um reservatório para a fumaça quando se locomoviam em trechos subterrâneos (FERRAZ e TORRES, 2001).

Com o surgimento da locomotiva elétrica no final do século XIX, que eliminava os inconvenientes da propulsão a vapor, os sistemas de metrô se expandiram e se multiplicaram nas grandes cidades do mundo. Por volta de 1930, já havia metrô em praticamente todas as grandes cidades dos países desenvolvidos. Embora apresente custo de implantação bastante elevado, o metrô é o sistema de transporte mais indicado para grandes cidades, a fim de evitar o colapso do trânsito de veículos na superfície (FERRAZ e TORRES, 2001).

Conforme CNT (2016) o Brasil possui 309 quilômetros de metrô, praticamente metade da rede existente na chinesa Xangai.

3.3 COMPARTILHAMENTO

3.3.1 BICICLETAS PÚBLICAS

Os sistemas de bicicletas compartilhadas têm nomes diferentes, entre eles, “*bicyclesharing*”, “*bike-share*”, “*cyclehire*”, “*cyclesharing*” ou “*publicbike*”, em inglês. Em português, encontramos “sistema compartilhado de bicicletas”, “bicicletas públicas”, “sistema de locação/aluguel de bicicletas”, dentre outros. Muitas vezes, usa-se mesmo o termo em inglês: “*bike-share*” (ITDP, 2014).

Um dos principais sistemas de *Bike Sharing* no mundo encontra-se em Paris. O Vélib foi inaugurado em 2007, totalmente financiado por uma empresa que explora outdoors e painéis de propaganda em ônibus, postes e bancas de Jornal (TRIGUEIRO, 2017).

Segundo ITDP (2014), o surgimento do Vélib pode ser narrado da seguinte forma:

Em 2001, o recém-eleito prefeito Bertrand Delanoë preparou-se para transformar Paris numa cidade mais sustentável. Com um plano de transportes de baixa emissão de carbono, o governo municipal criou mais 271 quilômetros de ciclovias. Depois que a prefeitura viu que a nova infraestrutura não estava sendo tão utilizada quanto o esperado, viu-se que o maior problema era a falta de estacionamento para as bicicletas (a maioria dos apartamentos são muito pequenos para guardar bicicletas e as pessoas não queriam deixá-las nas ruas durante a noite). Os ciclistas também não encontravam locais seguros ou permitidos para estacionar suas bicicletas quando chegavam ao seu destino final. Em resposta a essa situação, a cidade implantou um sistema de bicicletas compartilhadas que trouxe mais conveniência aos ciclistas e impulsionou a cultura de bicicleta na cidade (ITDP, 2014, p.20).

O início dos sistemas de bicicletas públicas remete ao projeto das “Bicicletas Brancas” criado em 1965. Conforme ITDP (2013), o sistema de bicicletas públicas evoluiu muito desde sua criação em 1965. Quando LuudSchimmelpennink, vereador de Amsterdam, propôs o primeiro sistema público de bicicletas compartilhadas do mundo, seu objetivo era reduzir o tráfego de automóveis no centro da cidade. Sua proposta, distribuir gratuitamente 20.000 bicicletas pintadas de branco para serem retiradas e devolvidas em qualquer parte da cidade, foi rejeitada pela assembleia municipal. Alguns grupos, que apoiavam Schimmelpennink, se apropriaram da ideia

e decidiram distribuir cinquenta bicicletas brancas para uso gratuito em toda a cidade, que foram apreendidas pela polícia local (sob a alegação de que, por não estarem trancadas, incitavam ao roubo).

Hoje, mais de 400 cidades do mundo inteiro têm seus próprios sistemas de bicicletas compartilhadas, e o número desses programas aumenta a cada ano. Os maiores sistemas se encontram na China, nas cidades de Hangzhou e Xangai. Em Paris, Londres e Washington, D.C., sistemas de grande sucesso ajudaram a promover o ciclismo como opção viável e valiosa de transporte (ITDP, 2013).

Curitiba é uma das únicas capitais brasileiras que não possui um sistema de bicicletas públicas em operação no país.

3.3.2 CARROS COMPARTILHADOS

O veículo pertence a uma empresa ou indivíduo e pode ser utilizado por determinado grupo de indivíduos ou por qualquer pessoa, tendo rota e horários adaptáveis aos desejos dos usuários em vários graus. Apresenta, portanto, características intermediárias entre os modos privado e público (FERRAZ e TORRES, 2001).

Os modos mais comuns de transporte semipúblico são: táxi, moto-táxi, carona programada (carpool), lotação (perua/van ou microônibus), veículo fretado e veículo alugado (FERRAZ e TORRES, 2001).

Na França, há vários sites oferecendo o serviço de *covoiturage* (traduzido ao pé da letra significa “compartilhamento de veículo” . Normalmente esses sistemas funcionam através da oferta de carona por diversos motoristas que desejam dividir os custos de viagem, longas ou pequenas distâncias (TRIGUEIRO, 2017).

Conforme Trigueiro (2017) hoje é fácil encontrar diversas modalidades de carona solidária – de graça, compartilhando os custos ou com taxas que viabilizam o serviço ao condutor do veículos – em várias partes do Brasil e do mundo. Atualmente diversos sistemas se configuram nesse modal, porém, não regulamentados integralmente no Brasil, tais como Uber, Cabify, entre outros.

Segundo a ANTP (2017), com o uso de aplicativos de celulares para compartilhar viagens se reinventou a mobilidade urbana das cidades de hoje. O encontro da demanda por deslocamento com a oferta de transporte existente por meio de tecnologia permitiu a criação de um novo mercado de transporte individual

privado, com potencial para gerar trabalho e renda, aumentando a produtividade das cidades e redefinindo o padrão de uso dos automóveis nos grandes centros urbanos. A consequência disso é que o carro particular passou a servir uma quantidade maior de pessoas de forma eficiente e confiável.

Em São Francisco, em 2010, surgiu o aplicativo Uber, plataforma de tecnologia que conecta prestadores de serviço de transporte privado individual e passageiros, usando smartphones. O sistema ganhou escala global, chegando a 70 países em seis anos, e logo foi adotado por outras empresas, como Lyft, Didi Chixing e Ola. Nascia um novo mercado, capaz de dar mais eficiência ao uso de recursos ociosos, colocando mais pessoas em menos carros (ANTP, 2017).

O número elevado de evasão de passageiros do transporte coletivo está relacionado aos sistemas como o Uber e outros similares. Pesquisa realizada pelo Instituto Clima e Sociedade mostra que esses sistemas vêm ganhando espaço entre os usuários do transporte público. Dos entrevistados, 49% das pessoas que passaram a usar o aplicativo para se locomover disseram que antes usavam o transporte público para ir ao trabalho ou estudar (RIBEIRO, 2018).

4 ESTUDO DE CASO

As grandes transformações urbanas da cidade de Curitiba ocorreram no início da década de 1970, por meio da execução de projetos baseados no plano diretor desenvolvido por Jorge Wilhelm na década de 60, cuja metodologia estava fundamentada no tripé: uso do solo, transporte coletivo e circulação (IPPUC, 2009). Assim, evitou-se cair nos equívocos propostos pelo urbanismo modernista, como a segregação do tecido urbano determinada pelas atividades realizadas, presente no conceito da funcionalidade dos espaços preconizados por LeCorbusier (CHOAY, 2007).

A influência das teorias urbanas de Jane Jacobs foi clara sobre os conceitos de urbanismo aplicados em Curitiba. Para a autora, quanto mais funções uma área possuir, mais segura essa será para sua comunidade: “uma rua viva sempre possui usuários e observadores” (JACOBS, 2007). Isso indica que funções distintas devem coexistir, atraindo as pessoas em tempo integral. Dessa forma os planejadores da cidade voltaram suas atenções para a transformação das ruas existentes, dando-lhes vida em todos os períodos do dia (GNOATO, 2006).

A lei de zoneamento, aprovada em 1975, considerou o uso do solo e seus desdobramentos (coeficiente de aproveitamento e de altura dos edifícios) atrelados às concepções dos Eixos Estruturais e do sistema de transporte coletivo (GNOATO, 2006).

4.1 SITUAÇÃO DE CURITIBA

O Transporte em Curitiba ganhou destaque no início dos anos 1970 e é responsável até hoje pela sua estruturação urbana e em grande parte pela sua identidade – assim como os cariocas identificam sua cidade com o mar, mesmo quando moram a dezenas de quilômetros da praia, os curitibanos enxergam sua cidade a partir do sistema de transporte. E isso não é apenas uma imagem veiculada pelos meios de comunicação, mas efetivamente a forma urbana da cidade é em grande parte decorrente da articulação entre um sistema viário e de transporte e o zoneamento urbano (ANTP, 2006).

Curitiba continuou apresentando projetos urbanos inovadores no cenário brasileiro e, desde os anos 80, as ciclovias tornaram-se elementos dos parques

urbanos e opção de deslocamento, principalmente aproveitando faixas de preservação (como margens de rios e da linha férrea). Essas duas faces dos meios de locomoção urbana deram grande visibilidade à cidade no cenário internacional, promovendo um incremento nos deslocamentos cotidianos da população, seja por meio de transporte coletivo motorizado, seja por bicicletas (DUARTE, 2006).

Por outro lado Curitiba é uma das cidades brasileiras com maior crescimento do número de veículos privados por habitantes. A partir de dados publicados pelo IBGE e Departamento Nacional de Trânsito – Denatran, o índice de veículo particular por habitante está na ordem de 1/ 1,7 – à frente de todas as capitais das regiões Sul e Sudeste (DENATRAN, 2017). De acordo com estudo sobre mobilidade urbana no Brasil do Ministério das Cidades e da Associação Nacional de Transportes Públicos (2004), 35% da população de cidades com mais de 1 milhão de habitantes faz deslocamentos acima de 500 metros a pé – em Curitiba esse número é de 21%. Outra possibilidade de deslocamentos são os cerca de 3000 táxis que circulam na cidade, em proporção de 1 veículo para cada 633 habitantes – índice próximo à média nacional de 1/700. Mais recentemente sistemas por aplicativos de carros compartilhados ampliaram fortemente a oferta de serviços semipúblicos de transporte coletivo individual. Especula-se que há atualmente uma frota adicional de 10 mil veículos nessa categoria.

Conforme os dados do DENATRAN (2017) e URBS (2017), a frota de veículos em Curitiba cresceu 12% entre 2011 e 2016 e o número de passageiros do transporte coletivo caiu aproximadamente 21%. Essa evasão tem relação direta com os incentivos ao acesso aos meios motorizados e a precarização dos sistemas de transporte público, criando um ciclo vicioso, mais carros nas ruas, menos usuários no transporte coletivo, precarização do sistema e assim por diante.

Destaca-se na tabela a seguir uma comparação entre a evolução da frota de veículos entre 2011 e 2016 e a quantidade de passageiros transportados pelo transporte coletivo, no município de Curitiba.

Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Frota de Veículos	1.255.820	1.304.753	1.350.462	1.406.049	1.405.123	1.403.730
Passageiros TP	246.890.000	241.240.000	239.160.000	227.040.000	211.780.000	197.060.000

Tabela 5 - Frota de Veículos x Passageiros Transporte Coletivo Fonte: DENATRAN (2017) e URBS (2017) Adaptação Autor

4.2 METODOLOGIA DE PESQUISA

Para atingir o objetivo deste trabalho, foram realizados estudos de campo utilizando-se de métodos de pesquisas de tráfego, especificamente Contagens Volumétricas, pesquisa de Frequência e Ocupação Visual de veículos de transporte coletivo e pesquisas de ocupação de veículos individuais por amostragem – FOV (DNIT, 2006).

4.2.1 PESQUISA DE FREQUÊNCIA E OCUPAÇÃO VISUAL - FOV

A pesquisa de Frequência e Ocupação Visual (FOV) tem por objetivo levantar a ocupação dos modais da rede de transporte urbano, bem como a frequência do serviço prestado. Este estudo é uma ferramenta essencial de atualização dos dados operacionais e calibração do modelo de simulação computacional, quando de interesse para um projeto.

Além disso, a presente pesquisa tem como objetivo observar a variação da ocupação dos veículos ao longo do tempo, analisando-se também a ocupação por sentido de viagem (Bairro – Centro ou Centro - Bairro)

O procedimento da pesquisa consistiu em alocar pesquisadores em pontos (seções transversais) das vias de interesse, locais de concentração de passagem das linhas de transporte coletivo. Foram apontados os veículos que cruzavam os pontos de pesquisa, registrando as seguintes informações: tipos de ônibus (básico, pádron e biarticulado); horário de passagem – período da pesquisa – fração 15 minutos e nível de ocupação.

Os níveis de ocupação considerados variam de 0 a 5, onde 0 significa veículo vazio e o nível 5 o de lotação máxima. Os níveis de ocupação de 1 a 4 correspondem a uma quantidade intermediária conforme indicado na tabela a seguir

Tipo	0	1	2	3	4	5
biarticulado	0	25	50	110	170	220
convencional	0	15	35	45	60	80

Tabela 6 - FOV Volume de passageiros x Nível de Ocupação Fonte: Autor

A captura dos dados foi realizada através de contraste visual, com registro das informações supracitadas, em faixas horárias de 15 minutos. As pesquisas foram realizadas no período da manhã, das 06 às 9 horas.

4.2.2 CONTAGEM VOLUMÉTRICA

O objetivo da pesquisa de contagem volumétrica é quantificar o total de veículos (automóveis, motos, bicicletas e outros) em circulação em pontos específicos. Essa pesquisa é utilizada para analisar a capacidade viária e o nível de serviço da via.

As pesquisas foram realizadas no período da manhã, das 6 às 9 horas.

4.2.3 PESQUISA DE OCUPAÇÃO DE VEÍCULOS

O objetivo da pesquisa de ocupação de veículos por amostragem é estimar o número médio de passageiros ocupando automóveis no fluxo de tráfego.

Essa pesquisa é utilizada para avaliar o fluxo total de passageiros deslocando-se em automóveis na seção em estudo. O fluxo de veículos obtido nas contagens volumétricas no período de pesquisa é multiplicado pelo número médio de ocupantes da amostra determinando assim o fluxo total de pessoas transportadas pelo modo no período.

Os dados sobre ocupação são de grande importância para analisar possíveis reduções de grau de congestionamento, determinar custos de tempo de viagem para avaliações econômicas, avaliar a eficiência do transporte particular e coletivo, e outras situações (DNIT, 2006).

O manual do DNIT (2006) ressalta que, no campo específico dos transportes, os dados de ocupação são fundamentais no processo de modelagem de viagens e de sua alocação à rede viária existente. Uma vez definida pelo modelo a taxa de geração de viagens, é considerada a ocupação média para determinar a quantidade de veículos que circulará pelas vias.

Os pesquisadores registram o nível de lotação dos automóveis (de 1 a 5) por amostragem, geralmente escolhidos os veículos de uma determinada cor.

As pesquisas foram realizadas nos dias 14 de junho de 2017 e 12 de setembro de 2017, períodos escolares, entre 6 e 9 horas, na mesma seção em que se realizaram as contagens volumétricas.

Para determinação da amostra mínima de veículos, foram consideradas as seguintes recomendações do DNIT (2006):

- A ocupação de autos e táxis não costuma variar muito entre as horas e entre os dias da semana. Portanto, as amostras não precisam ser muito grandes. Recomenda-se como mínimo para caracterizar um período (pico da manhã por exemplo) que se faça levantamento durante trinta minutos;
- As ocupações de ônibus variam mais acentuadamente e por causa disto as amostras precisam geralmente ser maiores. Recomenda-se, para caracterizar um pico, que a pesquisa seja realizada no mínimo durante duas horas;
- Segundo Box e Oppenlander (*Manual of Traffic Engineering Studies, Institute of Transportation Engineers, 1976*) deve-se contar os ocupantes de pelo menos 500 veículos por período de pesquisa para se obter uma amostra aceitável;

4.3 DEFINIÇÃO DOS LOCAIS DE PESQUISA

As pesquisas foram realizadas em duas seções do principal corredor de transporte coletivo da cidade, em regiões com maior densidade demográfica, especificamente o eixo norte – sul sendo uma seção no tramo norte e uma seção no tramo sul.

LOCAIS DE PESQUISA – SEÇÕES

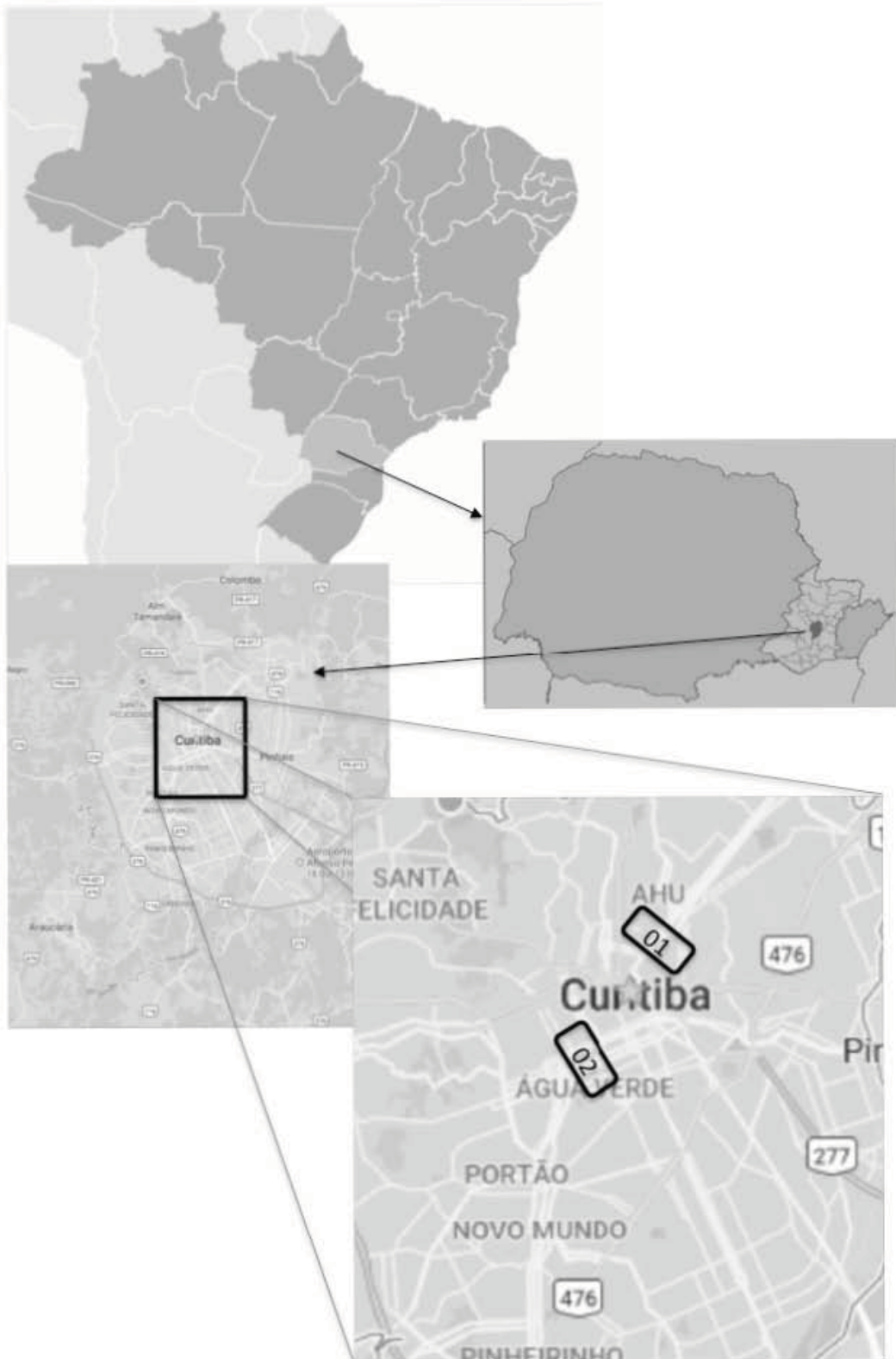


Figura 3 - Locais de pesquisa Fonte: Autor

Para obter um dado representativo dos períodos de maior fluxo de veículos e passageiros, foi definido o horário de pico da manhã (6 às 9 horas) para os levantamentos de campo.

As pesquisas foram realizadas somente no sentido bairro – centro, nas duas seções estudadas. Esta escolha se justifica face à demanda ter característica pendular, ou seja, fluxos maiores no sentido bairro – centro pela manhã e do contrário, sentido centro – bairro no período de pico da tarde.

Os dois pontos escolhidos, conforme as imagens abaixo, compreendem zonas de alta densidade populacional.

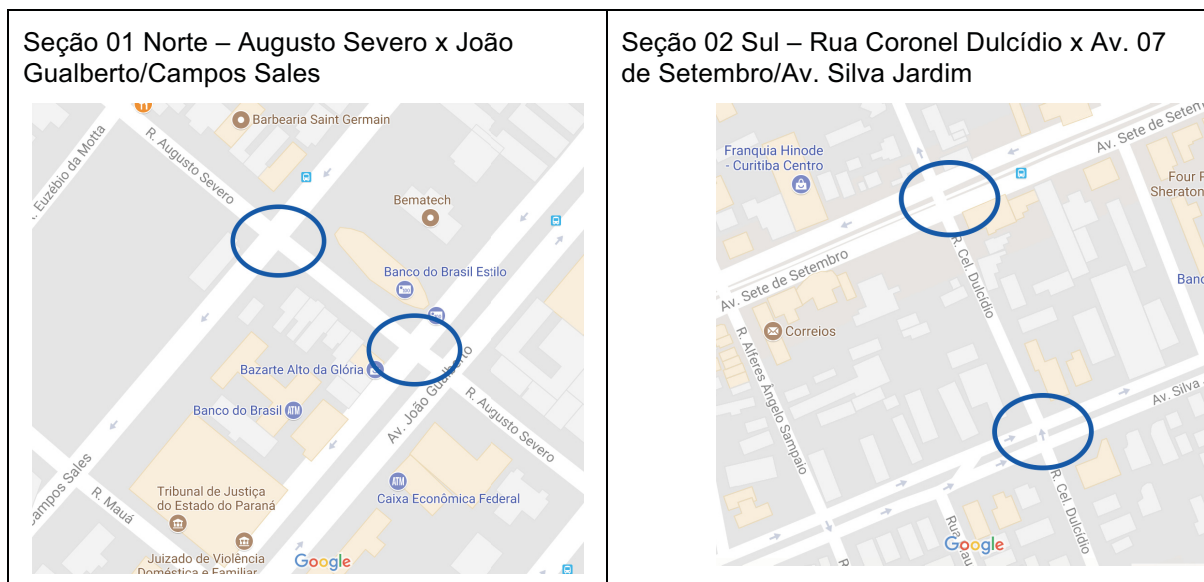


Figura 4 - Pontos de Contagens Fonte: Autor

Importante frisar que nesses locais foi possível levantar todos os modais de transporte existentes no município, automóvel, ônibus convencional, ônibus corredor exclusivo (BRT) e bicicletas.

O gráfico a seguir faz um registro das pesquisas realizadas na seção 02 - Av. Sete de Setembro, esquina com a Rua Coronel Dulcídio.

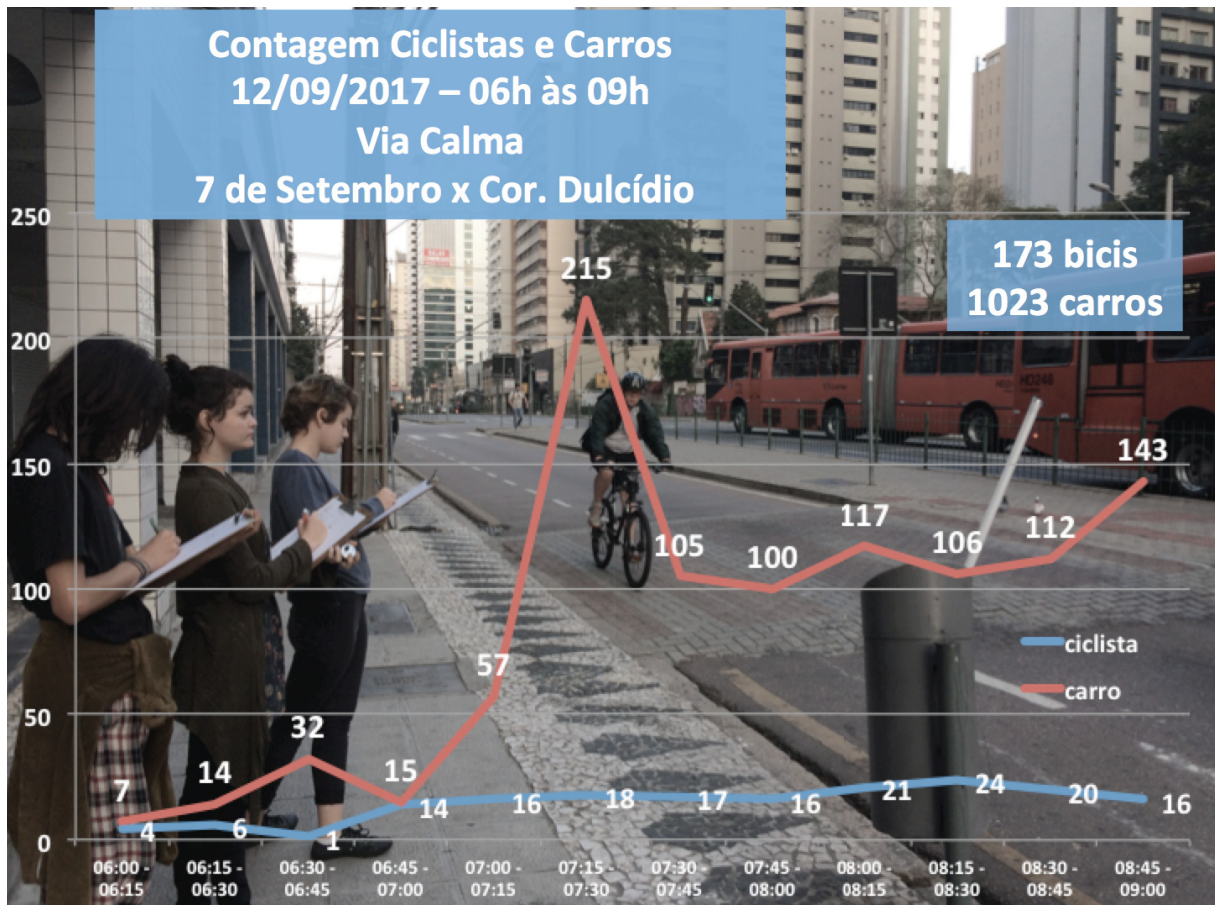


Figura 5 - Contagem Via Calma Seção Sul Fonte: Autor

Seção 01 – Augusto Severo x João Gualberto/Campos Sales

A seção 01, localizada nos trechos da Augusto Severo com a avenida João Gualberto a rua Campos Sales, correspondem ao trecho do trinário, localizado no lado norte do eixo de transporte massivo NORTE – SUL.

O trinário é composto por vias rápidas nos sentidos bairro – centro e centro – bairro, além de vias calmas e as canaletas exclusivas, também compostos pelos sentidos das vias rápidas. Esse trechos são zonas de alta densidade populacional, qual possui o zoneamento permitindo edifícios acima de 20 andares.

A imagem a seguir demonstra os locais onde foram realizadas as contagens volumétricas na seção 01:



Figura 6 - Seção 01 Fonte: Google Adaptação: Autor

Na rua Campos Sales foram registrados os carros e ônibus do transporte público, não foram computados os veículos terceirizados, de fretamentos.

Dois pesquisadores ficaram responsáveis pelas contagens dos carros, outros dois pelas contagens de ocupação dos veículos prata e de todos os ônibus do transporte público.

Seção 02 – Rua Coronel Dulcídio x Av. 07 de Setembro/Av. Silva Jardim

A Seção 02 configura a mesma descrição da seção 01, porém está localizada no lado Sul do eixo de transporte massivo NORTE-SUL. Também é uma zona de alta densidade. Conforme o IPPUC (2015), o Bairro Batel, onde está localizado o ponto da pesquisa, possui a maior taxa de veículos por habitante, chegando a quase dois veículos por habitante. A taxa de motorização de todo o município conforme destaca IPPUC (2015) é de aproximadamente 0,7 veículo por pessoa. A cada 100 pessoas, 70 veículos.

A imagem abaixo demonstra os locais onde foram realizadas as contagens volumétricas na seção 02:



Figura 7 - Seção 02 Fonte: Google Adaptação: Autor

4.4 RESULTADOS

4.4.1 SEÇÃO 1 (NORTE)

RUA AUGUSTO SEVERO X RUA CAMPOS SALES / AV. JOÃO GUALBERTO

FOV – Rua Campos Sales

Na pesquisa de Frequência e Ocupação Visual – FOV foram registrados os ônibus convencionais que circularam na Rua Campos Sales. Durante as três horas de contagem 259 ônibus circularam pela seção.

O gráfico abaixo destaca o número de veículos que circularam por fração horária.

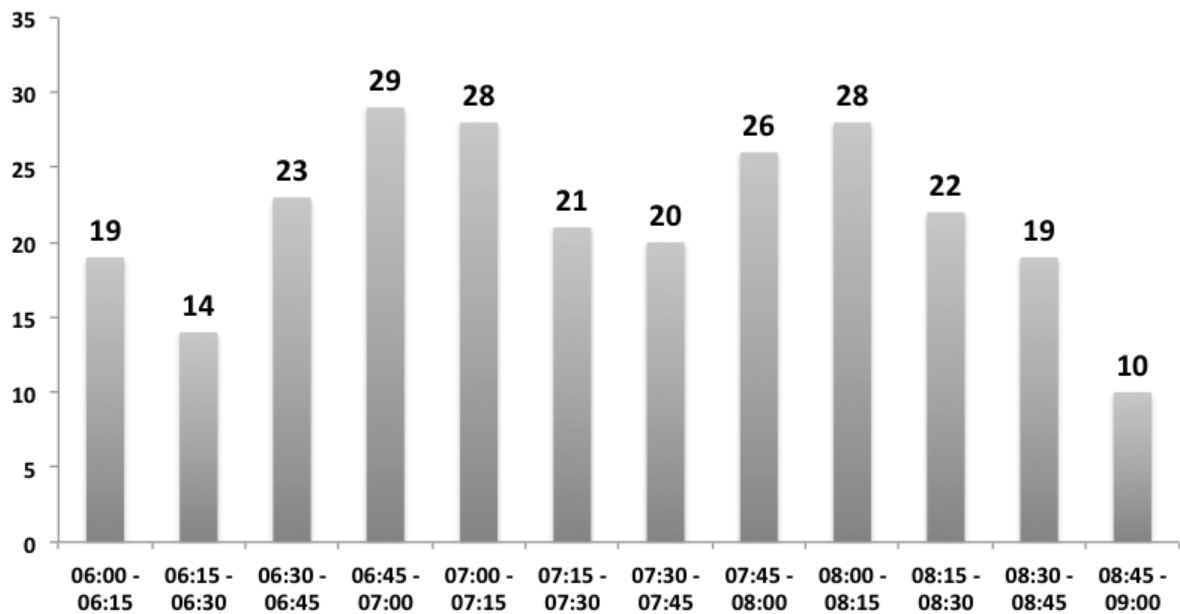


Figura 8 - Total de ônibus por fração Seção 01 Fonte: Autor

A proporção dos níveis de ocupação registrados, conforme a tabela a seguir, reforçam que há espaço ocioso nos veículos, considerando a capacidade ofertada.

0	1	2	3	4	5
5,41%	6,56%	19,31%	51,74%	16,60%	0,39%

Tabela 7 - Proporção níveis de ocupação Seção 01 Fonte: Autor

Considerando o volume de passageiros por nível de lotação, foram registrados um total de 10.659 passageiros distribuídos em 259 ônibus, uma média de 41 passageiros por veículo, metade da capacidade.

O gráfico abaixo destaca o número de passageiros totais transportados por faixa horária.

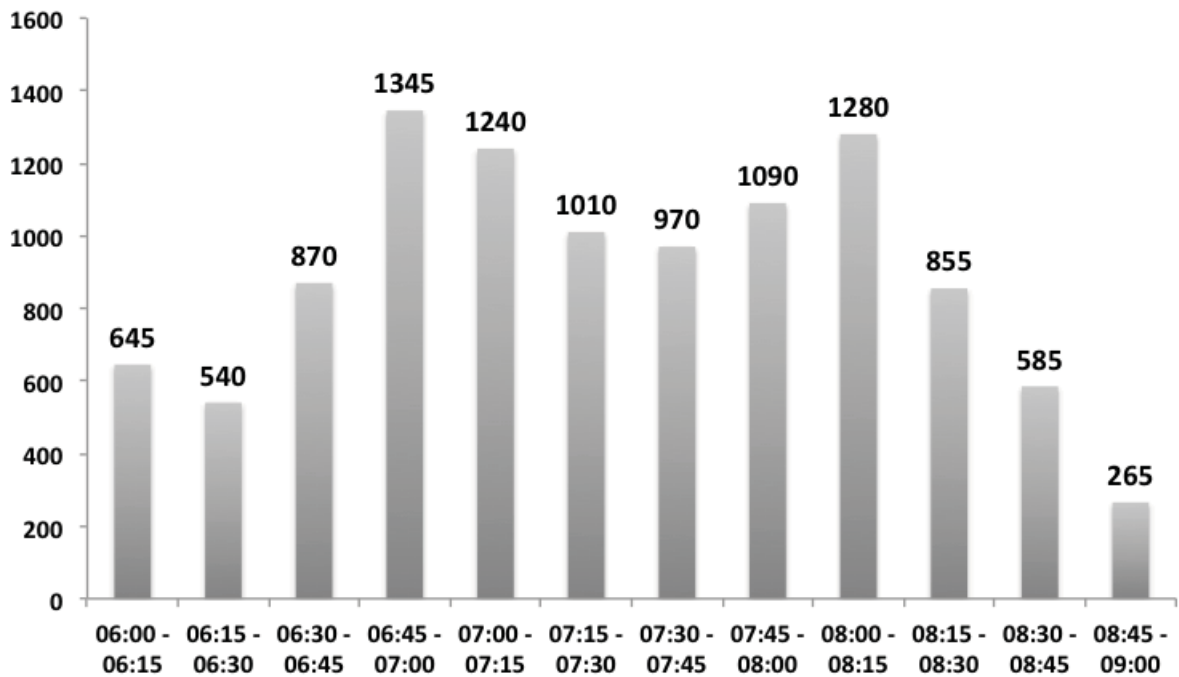


Figura 9 - Número de passageiros por faixa horária Fonte: Autor

O gráfico a seguir destaca a faixa horária com mais volume de passageiros.

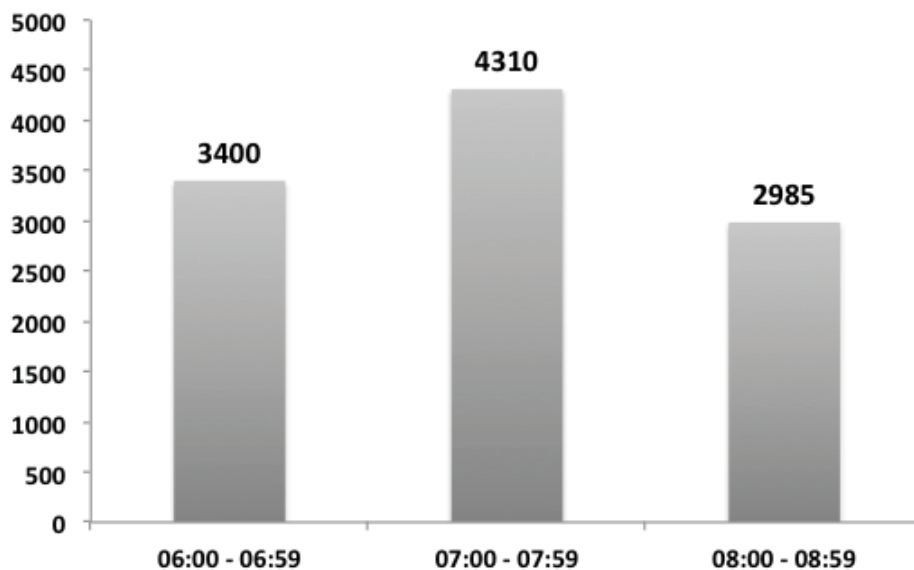


Figura 10 - Número de passageiro por hora Fonte: Autor

CONTAGEM VOLUMÉTRICA – Rua Campos Sales

Na contagem volumétrica foram registrados 6.634 automóveis. Conforme o gráfico a seguir, o maior fluxo iniciou-se no período das 06h45.

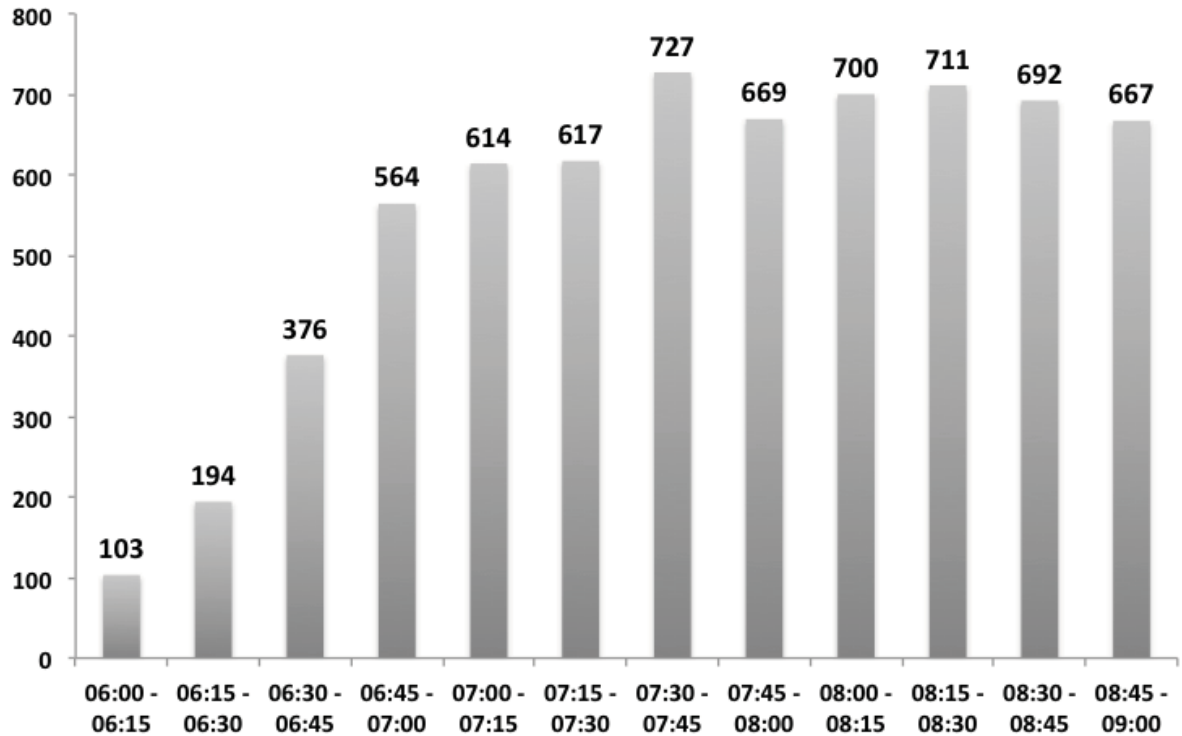


Figura 11 - Contagem Volumétrica Campos Sales Fonte: Autor

O gráfico a seguir destaca a diferença de volume de automóveis entre as horas de contagem.

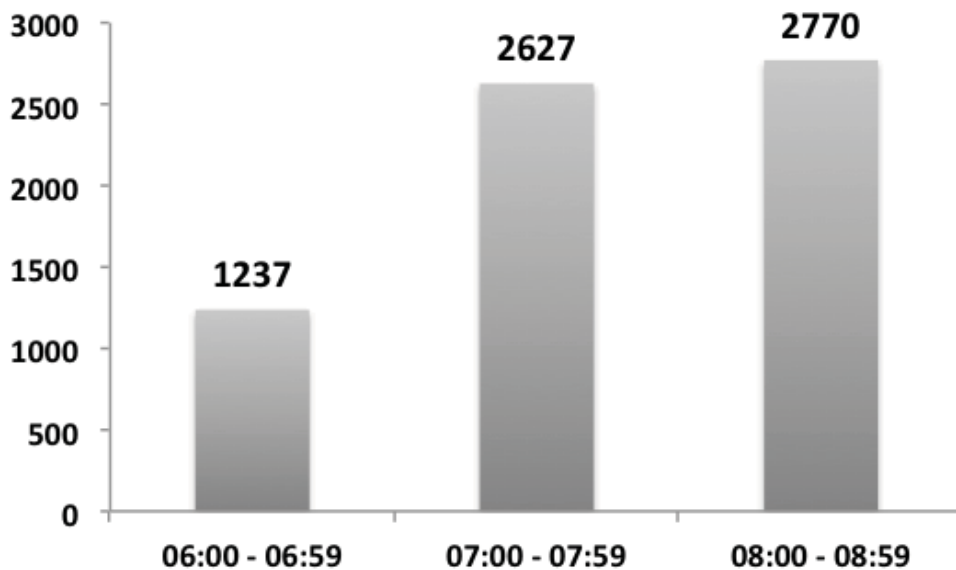


Figura 12 - Volume de automóveis por faixa horária Fonte: Autor

PESQUISA DE OCUPAÇÃO DE VEÍCULOS – Campos Sales

Foram registrados um total de 1.087 automóveis durante o período da pesquisa. Analisando o gráfico a seguir com o total de veículos a cada quinze minutos, calcula-se que 62% dos veículos passaram pela seção com apenas o motorista, 35% com duas pessoas e apenas 2% com três pessoas.

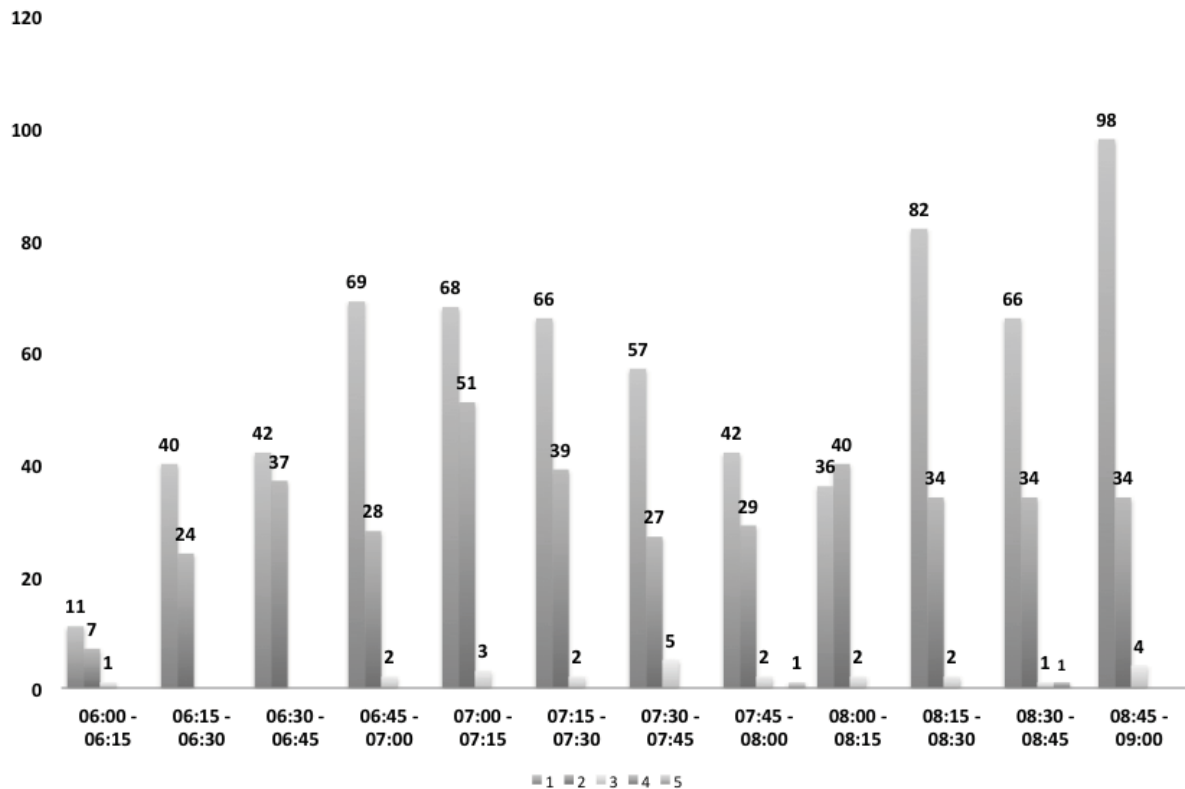


Figura 13 - Ocupação dos automóveis por faixa horária Seção 01 Fonte: Autor

Considerando que passaram pela seção um total de 1.087 veículos e 1.526 passageiros, calcula-se uma média de aproximadamente 1,4 passageiro por automóvel, valor abaixo da capacidade do veículo, considerando que esse veículo pesa em torno de uma tonelada e ocupa um espaço de 12 m² (quando parado).

Importante destacar que no período circularam no mesmo ponto 259 ônibus com um total de 10.659 passageiros, conforme os valores registrados na pesquisa de frequência ocupação visual.

FOV – Avenida João Gualberto

Na pesquisa de Frequência e Ocupação Visual – FOV foram registrados todos os ônibus convencionais que circularam na corredor exclusivo da Avenida João Gualberto.

Durante as três horas de contagem, 75 ônibus biarticulados circularam pela seção. O gráfico a seguir apresenta a frequência pro faixa horária.

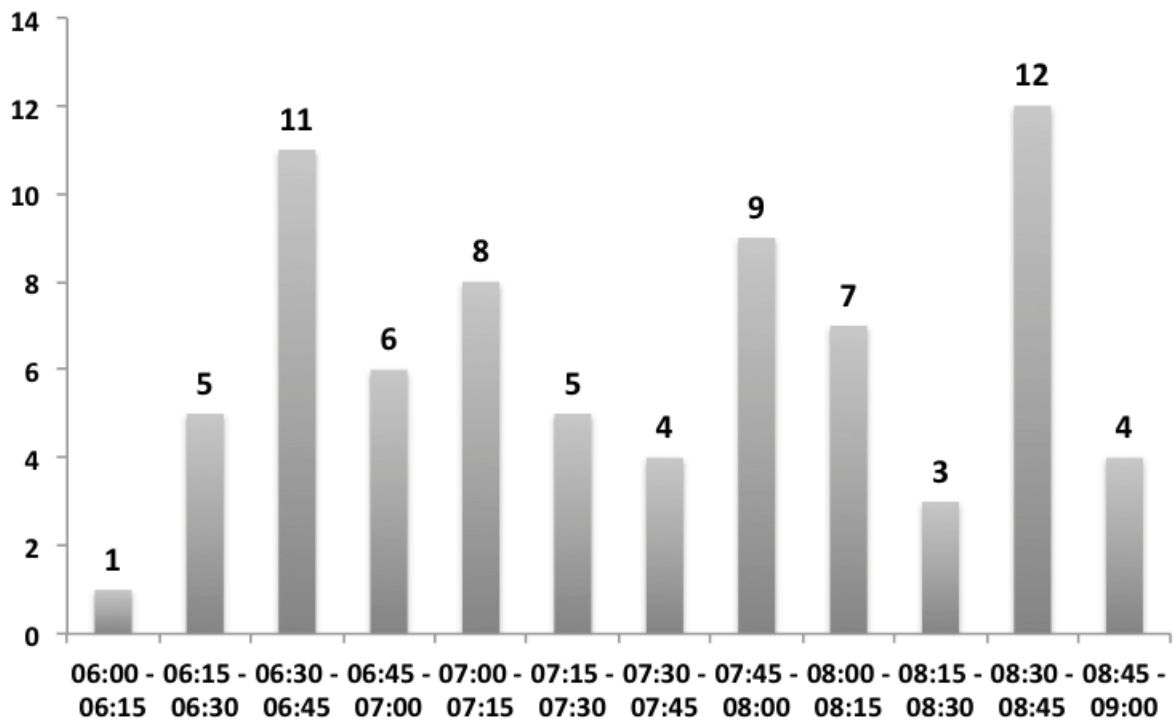


Figura 14 - Total de biarticulados por fração - Seção 01 Fonte: Autor

A planilha a seguir destaca os níveis de ocupação registrados no período e a proporção correspondente.

0	1	2	3	4	5
0	8%	14,67%	30,67%	36%	10,67%

Tabela 8 - Proporção níveis de ocupação biarticulados Seção 01 Fonte: Autor

Considerando o volume de passageiros por nível de lotação, foram registrados um total de 9.580 passageiros distribuídos em 75 ônibus biarticulados, uma média de 128 passageiros por veículo, aproximadamente metade da capacidade do veículo (220 passageiros).

O gráfico a seguir destaca o número de passageiros totais transportados por faixa horária.

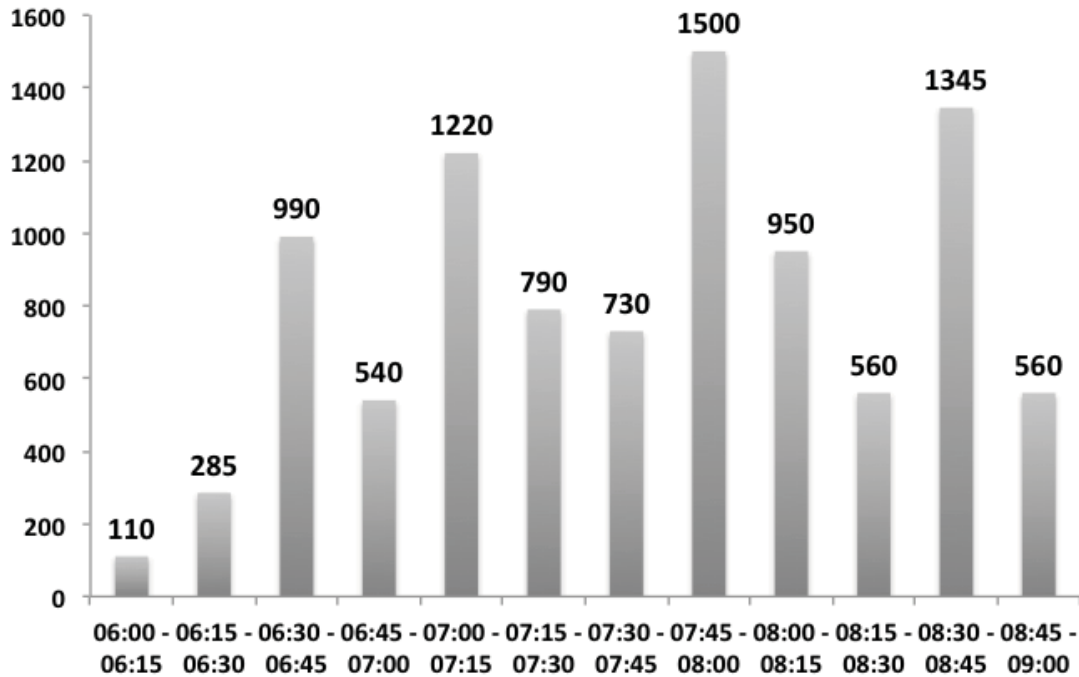


Figura 15 - Número de passageiros por faixa Fonte: Autor

O gráfico a seguir destaca a hora com mais volume de passageiros.

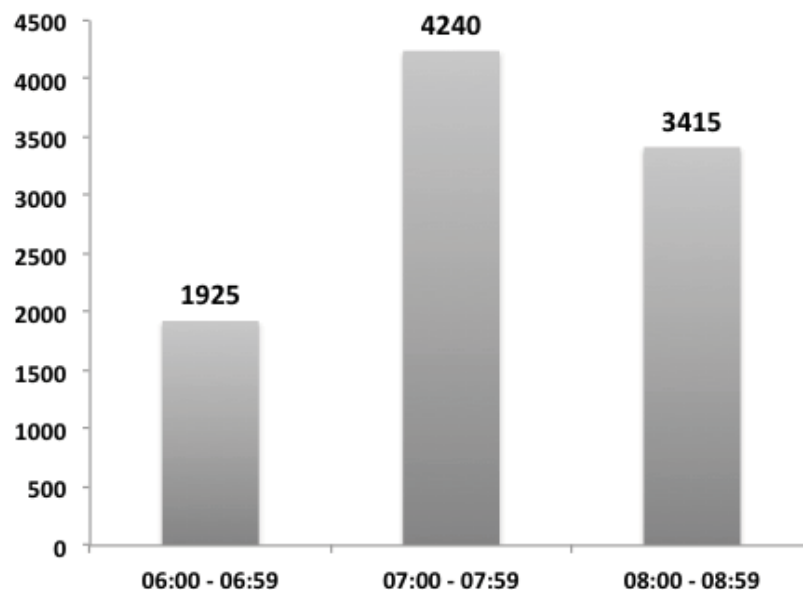


Figura 16 - Volume de passageiros por hora Fonte: Autor

CONTAGEM VOLUMÉTRICA – Avenida João Gualberto

Na contagem volumétrica realizada na via calma da avenida João Gualberto, via paralela ao corredor exclusivo, foi registrado um total de 979 automóveis e 134 bicicletas.

Considerando a taxa de ocupação apontada (1,4 passageiro por veículo), de acordo com a pesquisa de ocupação de veículos realizada na rua Campos Sales, calcula-se que nesse período da pesquisa os 979 automóveis que passaram pelo ponto da contagem, transportaram aproximadamente 1.370 pessoas, 14,5% do total de passageiros correspondentes aos 75 biarticulados. Importante destacar que os automóveis circulam em uma via de mesma proporção que uma faixa do corredor exclusivo, onde circulam os biarticulados.

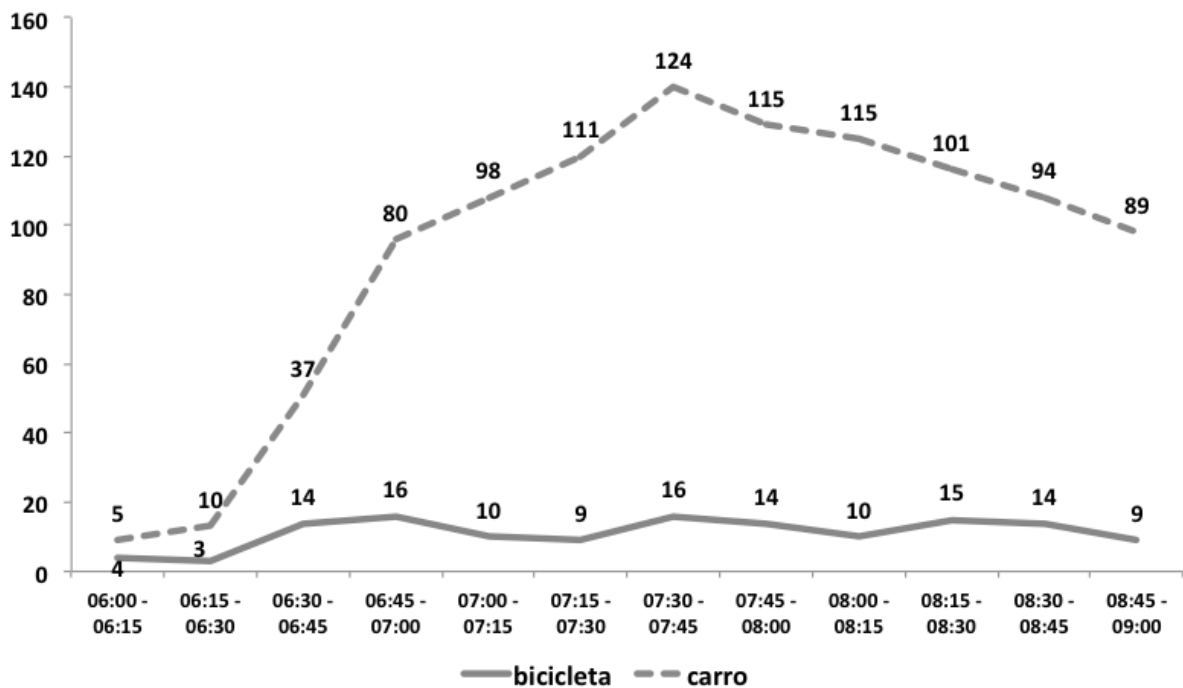


Figura 17 - Contagem Volumétrica Av. João Gualberto Fonte: Autor

A tabela abaixo apresenta os dados totais gerais registrados na Seção 01 – Norte.

Δ Faixa horária	Fluxo veículos			Fluxo pessoas		
	Ônibus	Automóvel	Bicicleta	Ônibus	Automóvel	Bicicleta
06:00 - 06:15	20	108	4	755	151	4
06:15 - 06:30	19	204	3	825	286	3
06:30 - 06:45	34	413	14	1860	578	14
06:45 - 07:00	35	644	16	1885	902	16
07:00 - 07:15	36	712	10	2460	997	10
07:15 - 07:30	26	728	9	1800	1019	9
07:30 - 07:45	24	851	16	1700	1191	16
07:45 - 08:00	35	784	14	2590	1098	14
08:00 - 08:15	35	815	10	2230	1141	10
08:15 - 08:30	25	812	15	1415	1137	15
08:30 - 08:45	31	786	14	1930	1100	14
08:45 - 09:00	14	756	9	825	1058	9
Total	334	7613	134	20275	10658	134

Tabela 9 - Fluxo geral - Seção 01 Fonte: Autor

O gráfico abaixo representa o fluxo de veículos na Seção 01.

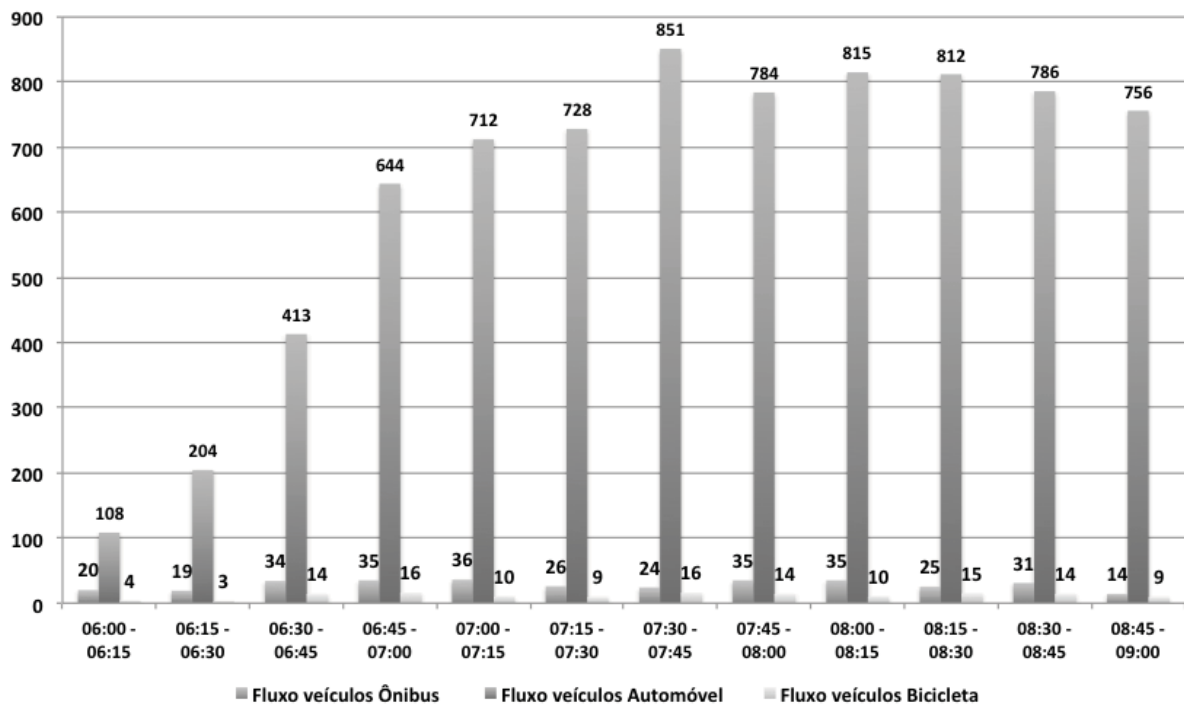


Figura 18 - Fluxo Total de veículos Seção 01 Fonte: Autor

O gráfico a seguir apresenta o fluxo total de pessoas na Seção 01.

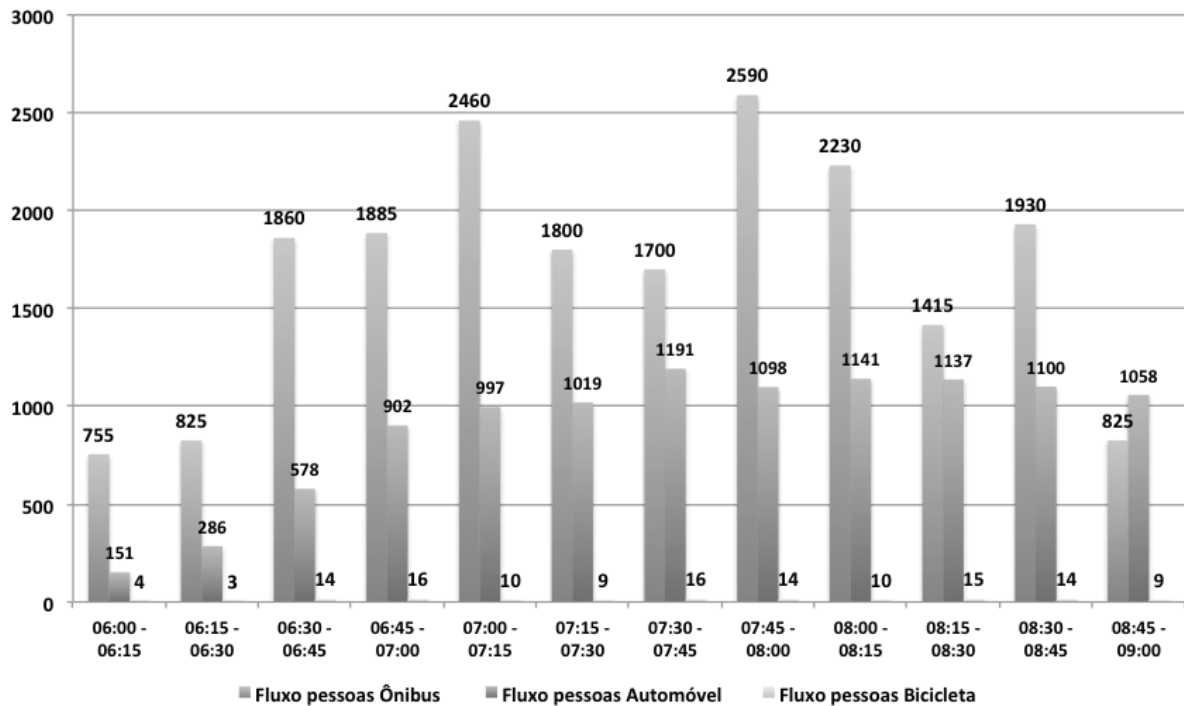


Figura 19 - Fluxo total de pessoas - Seção 01 Fonte: Autor

Importante reforçar a diferença do volume de passageiros transportados do transporte coletivo comparado com o individual motorizado. O gráfico apresentado na Figura 17 destaca o volume excessivo de veículos automóveis comparado com os outros modais registrados (ônibus e bicicleta).

A proporção de bicicletas representa 1,7% se compararmos com o número de automóveis que circularam no local. Em relação ao número de pessoas transportadas ela representa 1,2% comparado um número de pessoas que circularam nos automóveis.

4.4.2 SEÇÃO 2 (SUL)

RUA CORONEL DULCÍDIO X AV. SETE DE SETEMBRO / AV. SILVA JARDIM

FOV – Avenida Sete de Setembro

Na pesquisa de Frequência e Ocupação Visual – FOV realizada na seção 02, foram registrados todos os ônibus biarticulados que circularam na Avenida Sete Setembro. Não foram registrados ônibus convencionais, devido as linhas circularem pela Avenida Pres. Getúlio Vargas, local onde não se planejou a realização da pesquisa.

Durante as três horas de contagem 103 biarticulados circularam pela seção.

O gráfico abaixo destaca o número de veículos que circularam por fração horária.

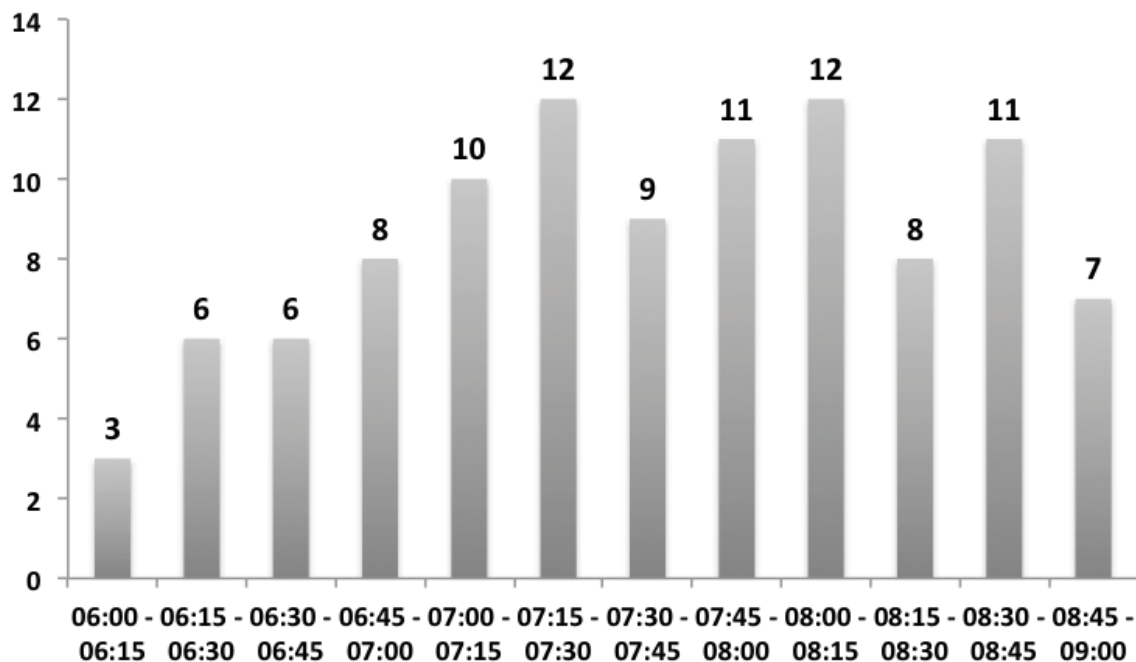


Figura 20 - Total de Biarticulados Seção 02 Fonte: Autor

A proporção dos níveis de ocupação registrados, conforme a tabela a seguir, reforçam que há espaço ocioso nos veículos.

0	1	2	3	4	5
0	2,91%	23,30%	32,04%	31,07%	10,68%

Tabela 10 - Proporção níveis de ocupação biarticulados Seção 02 Fonte: Autor

Considerando o volume de passageiros por nível de lotação, foram registrados um total de 12.765 passageiros distribuídos em 103 biarticulados, uma média de 123 passageiros por veículo, aproximadamente a metade da capacidade desse modelo de ônibus.

O gráfico abaixo destaca o número de passageiros totais transportados por faixa horária.

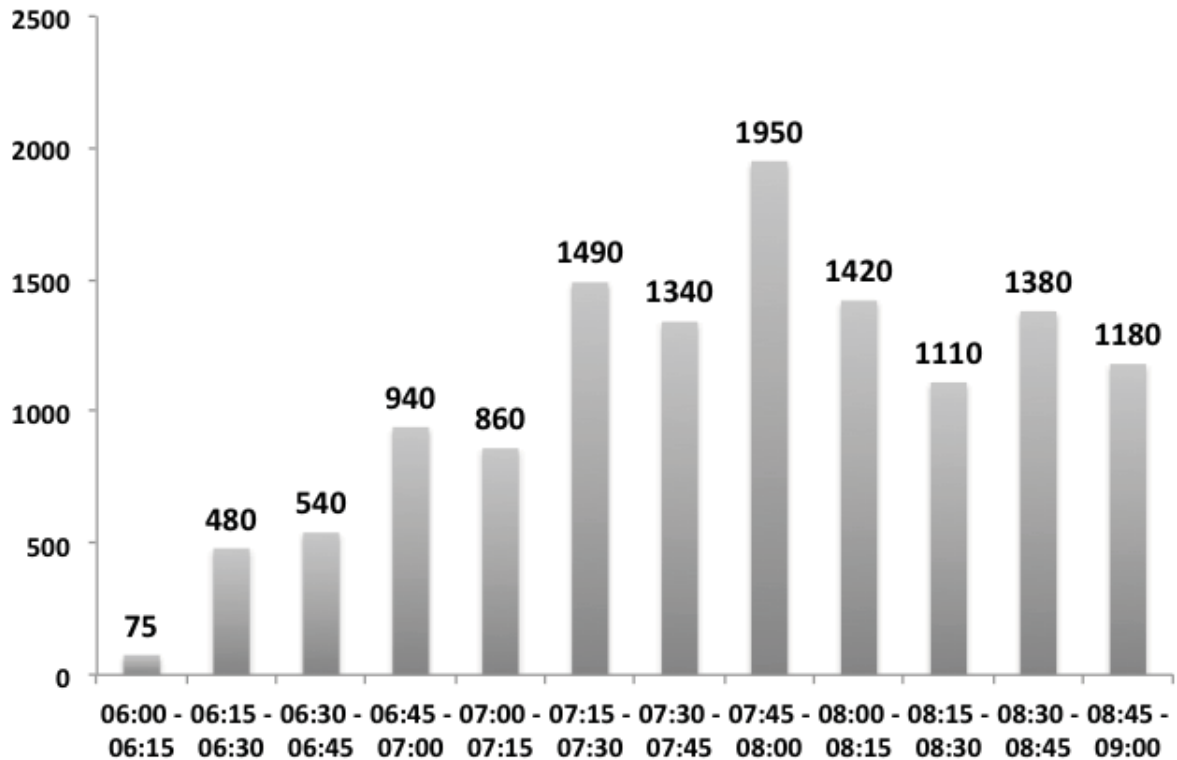


Figura 21 - Total de passageiros nos biarticulados Seção 02 Fonte: Autor

O gráfico a seguir destaca a faixa horária com mais volume de passageiros.

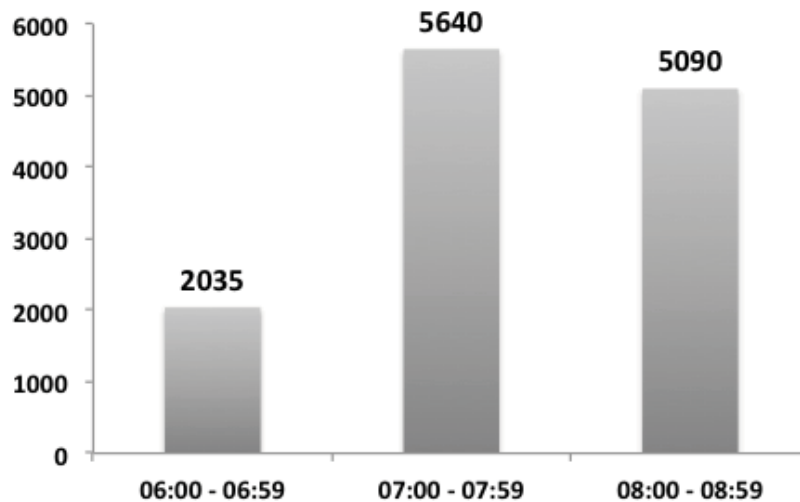


Figura 22 - Número de passageiros biarticulados x hora Seção 02 Fonte: Autor

CONTAGEM VOLUMÉTRICA – Avenida Silva Jardim

Na contagem volumétrica foram registrados 8.388 automóveis. Conforme o gráfico a seguir, o maior fluxo iniciou no período das 06h45.

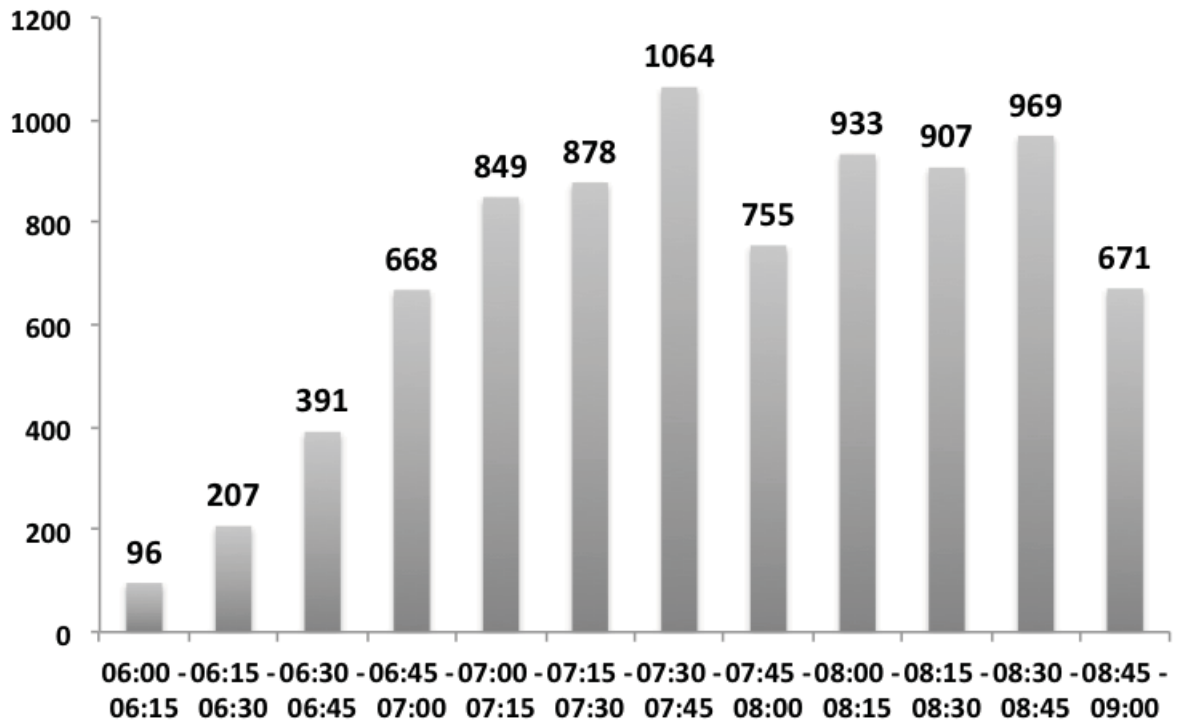


Figura 23 - Volume de automóveis Av. Silva Jardim Seção 02 Fonte: Autor

O gráfico a seguir destaca a diferença de volume de automóveis entre as três horas de contagem.

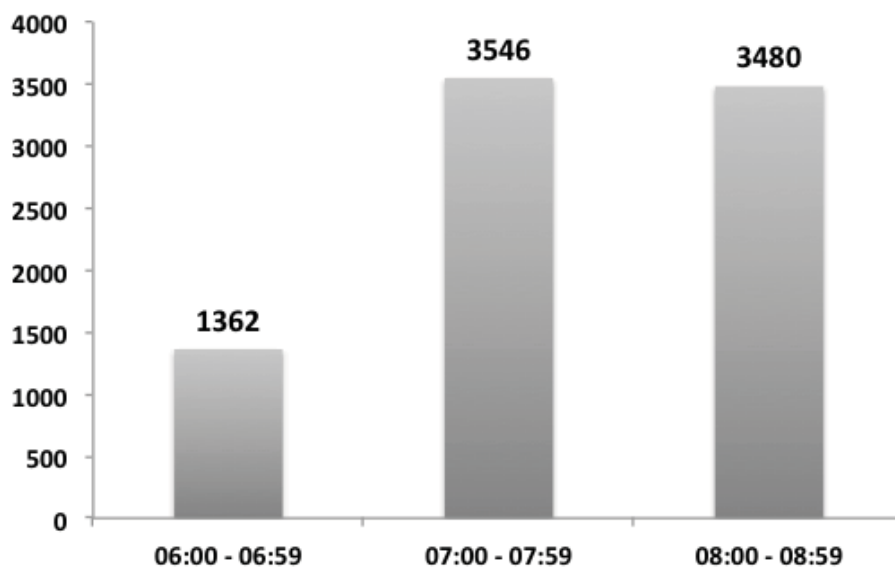


Figura 24 - Volume de automóveis x hora Seção 02 Fonte: Autor

PESQUISA DE OCUPAÇÃO DE VEÍCULOS – Avenida Silva Jardim

Foram avaliados um total de 1.612 automóveis durante o período da pesquisa. Analisando o gráfico a seguir com o total de veículos a cada quinze minutos, calcula-se que 67% dos veículos passaram pela seção com apenas o motorista, 30,6% com duas pessoas e apenas 1,18% com três pessoas.

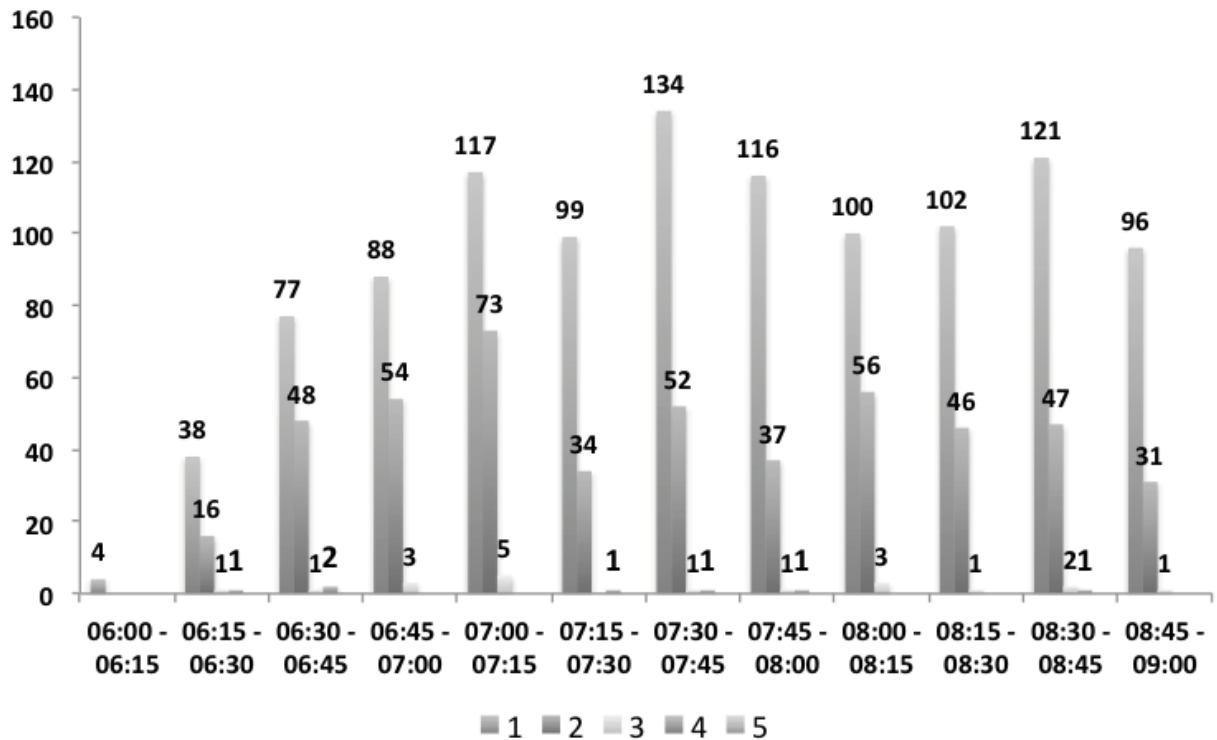


Figura 25 - Ocupação dos automóveis Seção 02 Fonte: Autor

Considerando que passaram pela seção um total de 1.612 veículos e 2.165 passageiros, calcula-se uma média de aproximadamente 1,34 passageiro por automóvel.

CONTAGEM VOLUMÉTRICA – Avenida Sete de Setembro

Na contagem volumétrica realizada na via calma da avenida Sete de Setembro, via paralela ao corredor exclusivo, foi registrado um total de 1.023 automóveis e 173 bicicletas.

Considerando a taxa de ocupação apontada (1,34 passageiro por veículo), de acordo com a pesquisa de ocupação de veículos realizada na rua Campos Sales, calcula-se que nesse período da pesquisa os 1.023 automóveis que passaram pelo ponto da contagem transportaram aproximadamente 1.370 pessoas, 10,73% do total de passageiros correspondentes aos 103 biarticulados.

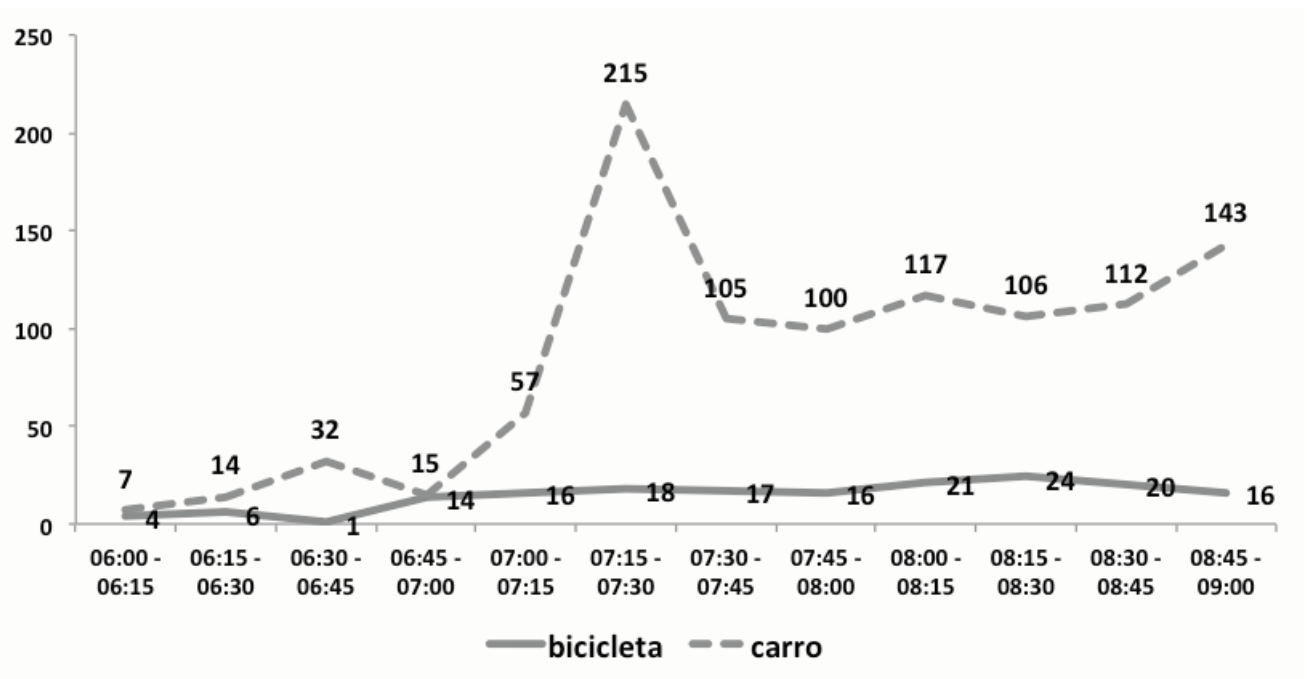


Figura 26 - Contagem Volumétrica Via Calma Seção 02 Fonte: Autor

A tabela abaixo apresenta os dados totais gerais registrados na Seção 02 – Sul.

Δ Faixa horária	Fluxo veículos			Fluxo pessoas		
	Ônibus	Automóvel	Bicicleta	Ônibus	Automóvel	Bicicleta
06:00 - 06:15	3	103	4	75	138	4
06:15 - 06:30	6	221	6	480	296	6
06:30 - 06:45	6	423	1	540	567	1
06:45 - 07:00	8	683	14	940	915	14
07:00 - 07:15	10	906	16	860	1.214	16
07:15 - 07:30	12	1.093	18	1.490	1.465	18
07:30 - 07:45	9	1.169	17	1.340	1.566	17
07:45 - 08:00	11	855	16	1.950	1.146	16
08:00 - 08:15	12	1.050	21	1.420	1.407	21
08:15 - 08:30	8	1.013	24	1.110	1.357	24
08:30 - 08:45	11	1.081	20	1.380	1.449	20
08:45 - 09:00	7	814	16	1.180	1.091	16
Total	103	9.411	173	12.765	12.611	173

Figura 27 - Fluxo geral Seção 02 Fonte: Autor

O gráfico abaixo representa o fluxo total de veículos na Seção 02.

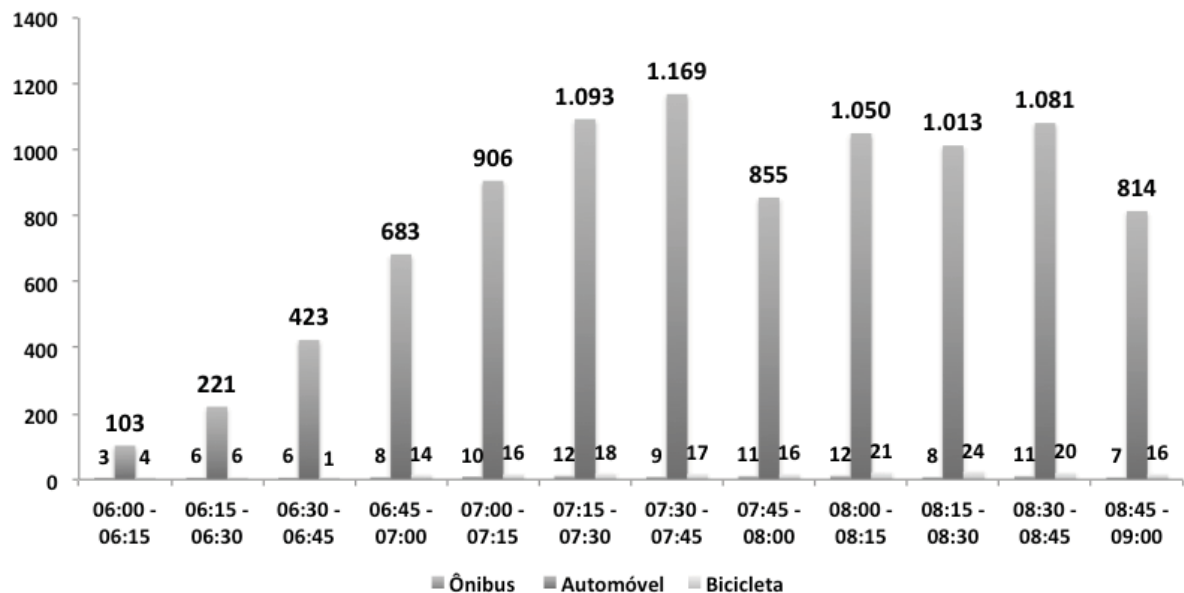


Figura 28 - Fluxo Total de veículos Seção 02 Fonte: Autor

O gráfico abaixo representa o fluxo total de pessoas na Seção 02.

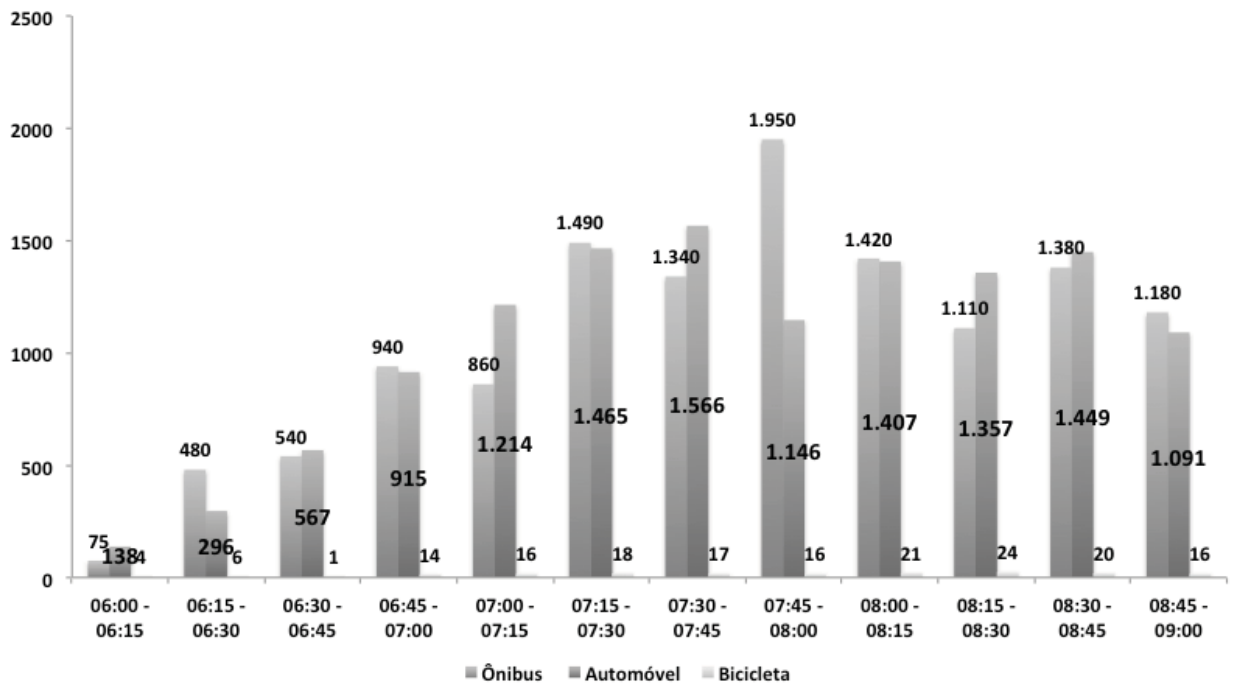


Figura 29 - Fluxo Total de passageiros Seção 02 Fonte: Autor

Importante reforçar a diferença do volume de passageiros transportados no transporte coletivo comparado com o individual motorizado. O gráfico apresentado na figura 29 destaca o volume excessivo de veículos automóveis, comparado com os outros modais registrados (ônibus e bicicleta).

A proporção de bicicletas representa 1,8% se compararmos com o número de automóveis que circularam no local. Em relação ao número de pessoas transportadas, ela representa 1,37% comparado com o número de pessoas que circularam nos automóveis.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS QUANTITATIVOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados das pesquisas realizadas nas duas seções (01 e 02). As seções foram escolhidas devido aos locais comportarem o fluxo de todos os modais existentes na cidade e em um nível elevado.

Agregaram-se na Tabela a seguir os valores totais das contagens e foram calculadas as proporções.

Seção	Fluxo de Veículo	%	Fluxo de Pessoas	%		
01	Ônibus	334	4,13	Ônibus	20.275	65,26
	Automóvel	7.613	94,21	Automóvel	10.658	34,31
	Bicicleta	134	1,66	Bicicleta	134	0,43
	Total	8.081	100	Total	31.067	100
02	Ônibus	103	1,06	Ônibus	12.765	49,96
	Automóvel	9.411	97,15	Automóvel	12.611	49,36
	Bicicleta	173	1,79	Bicicleta	173	0,68
	Total	9.687	100	Total	25.549	100

Tabela 11 - Resultados totais Seção 01 e 02 Fonte: Autor

Com base nos parâmetros de D'AGOSTO (2015) e HOFSTRAND (2008) calculou-se o total de energia consumida para o deslocamento dos veículos e o transporte de passageiros nas duas seções.

A Tabela 12 apresenta as unidades utilizadas para calcular o consumo de energia pelo veículos. Utilizamos esses dados para chegar a resultados mais consistentes do consumo total.

Seção	Unidade de consumo de energia por veículo (Mj/km)	
1	Ônibus	19,80
	Automóvel	3,70
	Bicicleta	0,11
2	Ônibus	38,70
	Automóvel	3,70
	Bicicleta	0,11

Tabela 12 - Unidades de consumo de energia por veículo e seção Fonte: Autor

A diferença de unidade para os ônibus, conforme pode ser observado na tabela 12 está relacionada ao fluxo de ônibus convencionais ser três vezes maior que o de biarticulados. Sendo assim, um consumo de combustível diferente por veículos. Para chegar a essa unidade, calculou-se a média ponderada entre o consumo dos dois tipos de modais e o número de veículos que circularam pela seção 01.

A Tabela 13 destaca o consumo total de energia para os deslocamentos. A medida de consumo de energia utilizada é o joule por quilômetro rodado.

Seção	Consumo de energia total por km (Mj/km)	%	
1	Ônibus	6.606	18,96
	Automóvel	28.217	80,99
	Bicicleta	15	0,04
	Total	34.838	100
2	Ônibus	3.986	10,25
	Automóvel	34.881	89,70
	Bicicleta	19	0,05
	Total	38.887	100

Tabela 13 - Consumo de energia total por Km Fonte: Autor

O gráfico a seguir reforça essa diferença de consumo de energia entre os modos pesquisados, na seção 01.

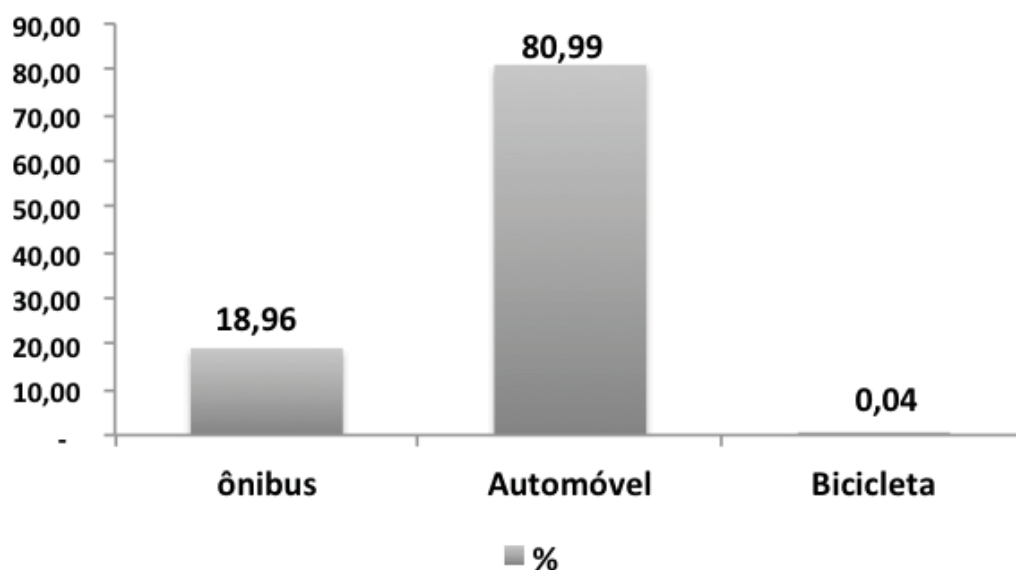


Figura 30 - Consumo de energia Seção 01 Fonte: Autor

O consumo de energia despendido para o deslocamento de pessoas por automóvel representou 81% do total consumido na seção.

Na seção 02, conforme destaca o gráfico abaixo, o consumo de energia pelos automóveis foi 10% acima da seção 01.

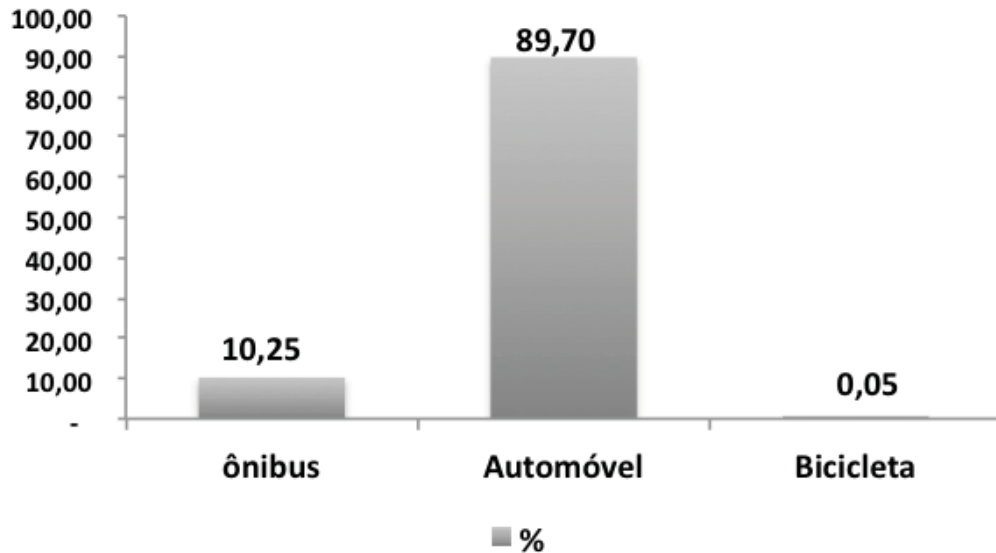


Figura 31 - Consumo de energia Seção 02 Fonte: Autor

O gráfico a seguir, representado a seção 01, destaca que o automóvel, apesar de ter representado o maior valor de consumo de energia, foi o responsável por apenas 1/3 do transporte de passageiros.

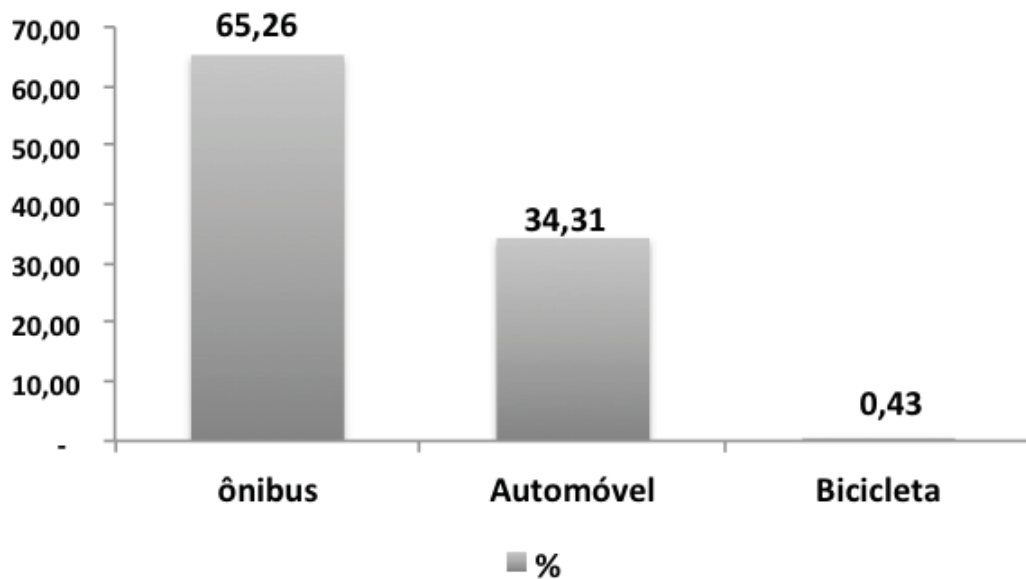


Figura 32 - Proporção de passageiros transportados na Seção 01 Fonte: Autor

O gráfico abaixo destaca a proporção de passageiros transportados na Seção 02 sendo bem próximo entre os automóveis e ônibus.

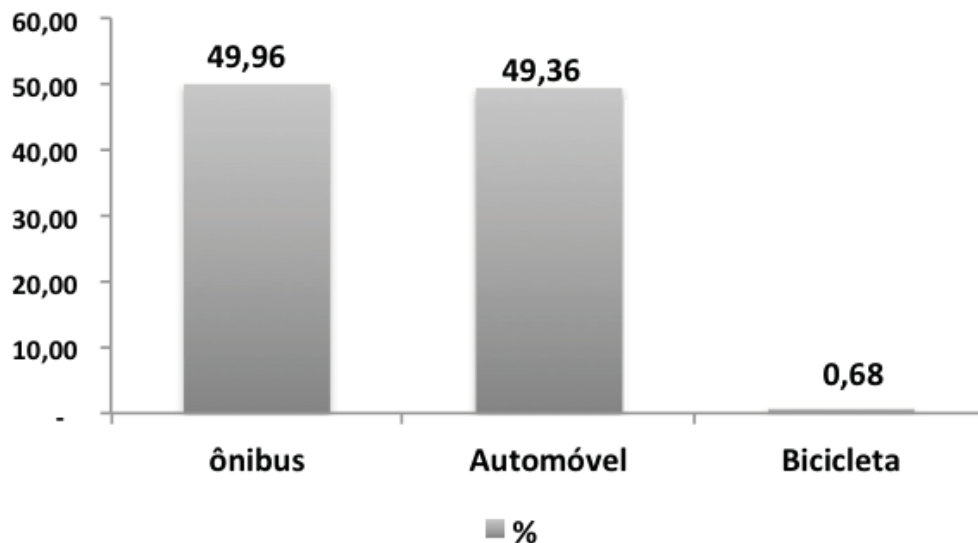


Figura 33 - Proporção de passageiros transportados na Seção 02 Fonte: Autor

A seção 02 está localizada no lado sul eixo norte sul. É uma zona de alta densidade. Conforme o IPPUC (2015), o bairro Batel, em que está localizada a seção, possui a maior taxa de veículos por habitante, chegando a quase dois veículos por habitante. A taxa de motorização do município é de aproximadamente 0,7 veículo por pessoa. A cada 100 pessoas, 70 veículos.

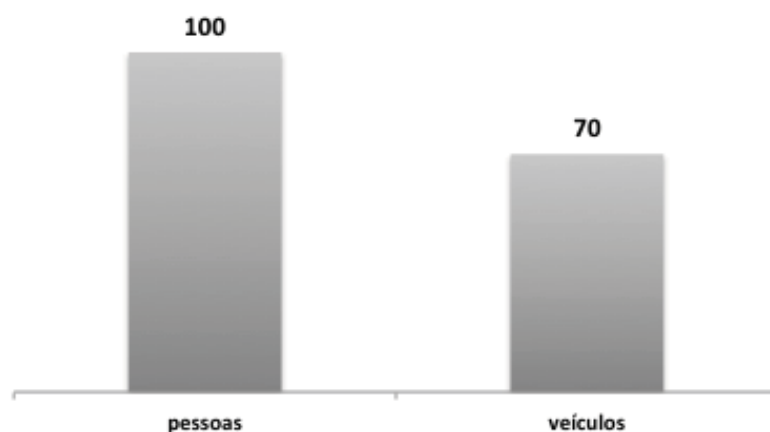


Figura 34 - Taxa de Motorização de Curitiba Fonte: Autor

O número elevado de veículos nos bairros adjacentes a seção 02 reforça os resultados expressivos relacionados aos veículos individuais motorizados. Mais pessoas circulando em automóveis e menos pessoas consumindo mais energia para deslocar-se.

Conforme reforça o gráfico a seguir, o ônibus representou 4,13% do fluxo de veículos na seção 01 e os automóveis representaram 94,21%.

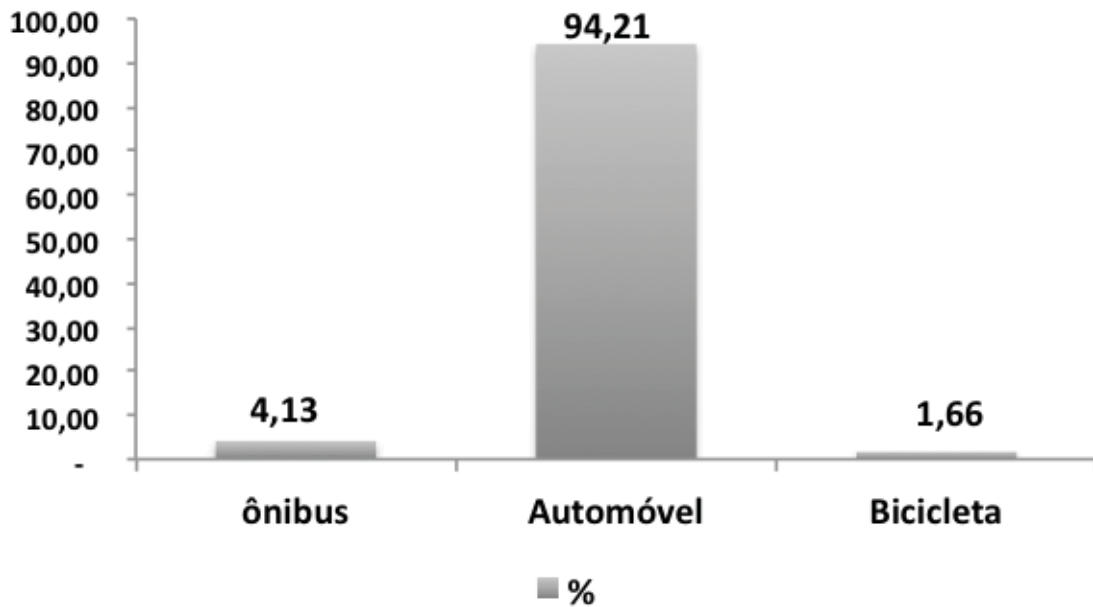


Figura 35 - Fluxo de veículos na Seção 01 Fonte: Autor

Na seção 02 o fluxo de automóveis foi bem expressivo. Comparado aos outros modais, representou 97% do total. O gráfico abaixo destaca essa diferença.

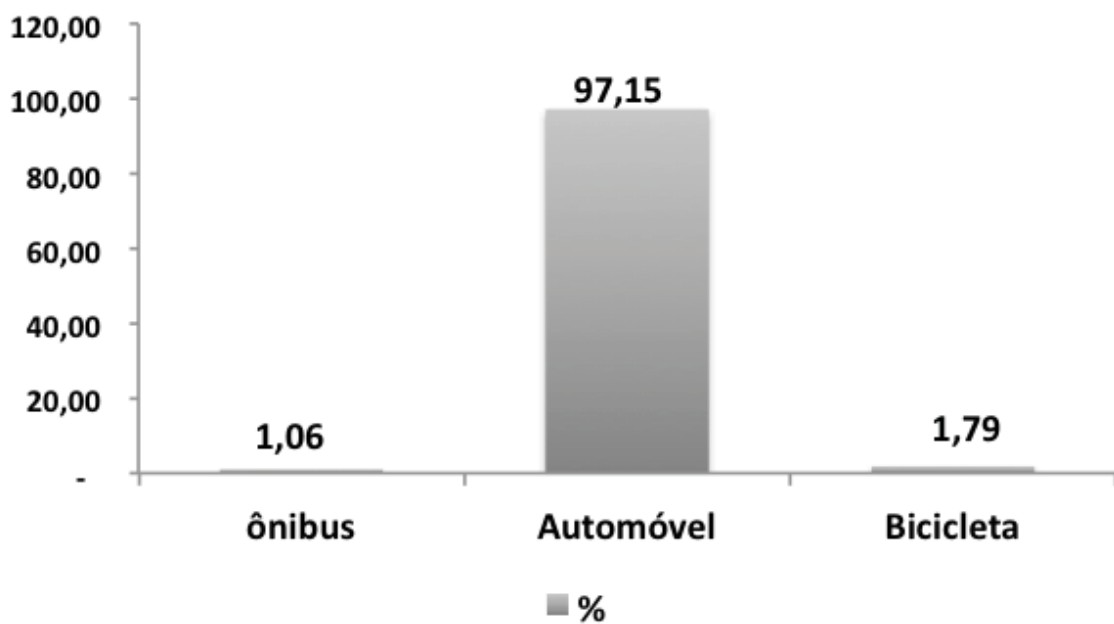


Figura 36 - Fluxo de veículos na Seção 02 Fonte: Autor

Os resultados apresentados reforçam que, além do transporte individual motorizado consumir mais energia, transportar menos pessoas que o coletivo e ser o que apresenta o maior volume de veículos, ele é o que mais consome espaço urbano da cidade. Ocupa km² para atender suas demandas que estão além de apenas deslocar-se pelas vias.

O dado principal, obtido por meio da análise dos resultados, é que os veículos automóveis são extremamente dependentes da energia (em sua maioria da queima de combustíveis fósseis) para transportar uma terceira parte de todo o fluxo de passageiros na cidade.

As duas seções representam uma pequena parte do tráfego de veículos na cidade, porém são um reflexo da situação atual da mobilidade urbana em Curitiba.

O modal de transporte não motorizado, a bicicleta, também registrado na contagem, representou menos de 2% do fluxo de veículos e pessoas, porém seu indicador de consumo de energia reforça a necessidade de seu fomento e incentivo por parte da administração pública.

A política nacional de Mobilidade Urbana, de 2012, define que os meios de transportes individuais não motorizados e coletivos devem ser priorizados em detrimento dos meios de transporte individuais motorizados (ITDP, 2013)

A Figura 37 destaca a hierarquia segundo a Lei da Mobilidade Urbana

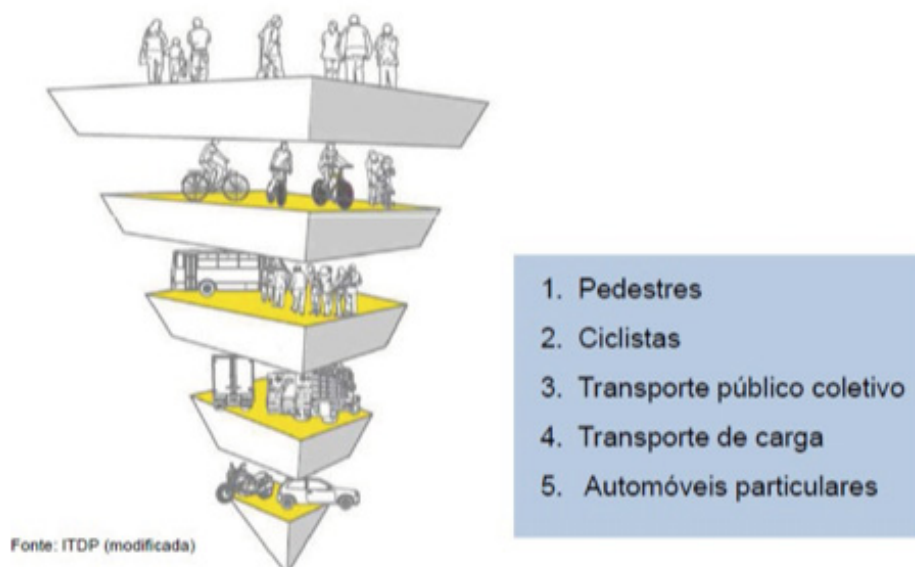


Figura 37 - Hierarquia Lei de Mobilidade Urbana Fonte: ITDP (2013)

Se essa hierarquia realmente fosse priorizada no planejamento da nossa cidade, a problemática da mobilidade estaria em outro cenário, em que as pessoas cada vez mais buscariam realizar menos deslocamentos longos, realizariam suas atividades localmente, com distâncias máximas de 5 km. Porém, com o formato em que nossas cidades foram planejadas, a necessidade de deslocar-se é algo básico no nosso dia a dia, seja por meios individuais seja pelos coletivos.

Analisando os resultados da pesquisa, conclui-se que os usuários do transporte coletivo consomem menos energia em comparação com aqueles que usam o carro. Porém, como observado anteriormente, cada vez mais pessoas estão optando em usar os meios individuais motorizados, ano a ano a demanda de usuários dos ônibus reduz aproximadamente 5%, gerando o ciclo vicioso, prejudicando a qualidade do sistema.

Como forma de comparação, a tabela a seguir apresenta o consumo de energia per capita nas duas seções.

Seção		Consumo de energia per capita (MJ/pass*km)	Comparação com o automóvel
1	Ônibus	0,326	8,13
	Automóvel	2,648	
	Bicicleta	0,112	23,64
2	Ônibus	0,312	8,86
	Automóvel	2,766	
	Bicicleta	0,112	24,70

Tabela 14 - Consumo de energia per capita Fonte: Autor

A comparação com o automóvel expressa quantas vezes menor é o consumo energético em comparação ao carro.

A Tabela 14 apresenta uma diferença expressiva de consumo de energia entre o usuário do carro e o passageiro do transporte coletivo ou para quem escolhe a bicicleta como meio de transporte no dia a dia. Na seção 01, o usuário do automóvel consome oito vezes mais energia do que o usuário do ônibus, comparado com a bicicleta, ele consome 23 vezes mais.

Algumas medidas devem ser tomadas no curto prazo. Criar novos binários e ampliar o número de faixas nas ruas não são soluções que impactam positivamente na mobilidade urbana como um todo. Essas são soluções que beneficiam intrinsecamente os usuários dos carros.

5.2 ANALISE DE ALTERNATIVAS DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O SETOR

A seguir apresentam-se algumas algumas hipóteses que podem tornar a mobilidade urbana de Curitiba menos impactante em questão de consumo de energia e para atrair mais usuários ao sistema, gerando um ciclo virtuoso na mobilidade urbana de Curitiba.

5.2.1 POLÍTICA TARIFÁRIA

Uma solução que poderia trazer mais usuários para o sistema seria a implantação de novas gratuidades para determinados perfis de usuários e até mesmo a gratuidade universal no transporte coletivo de Curitiba.

Observamos um grau de ociosidade superior a 40% da oferta no sistema, vide o gráfico da Figura 41, como base nos resultados das pesquisas realizadas neste trabalho.

Conforme o gráfico a seguir, o sistema está subutilizado no período da contagem, hora pico manhã. Na média a demanda do sistema está atingindo 56% do que é ofertado de capacidade.

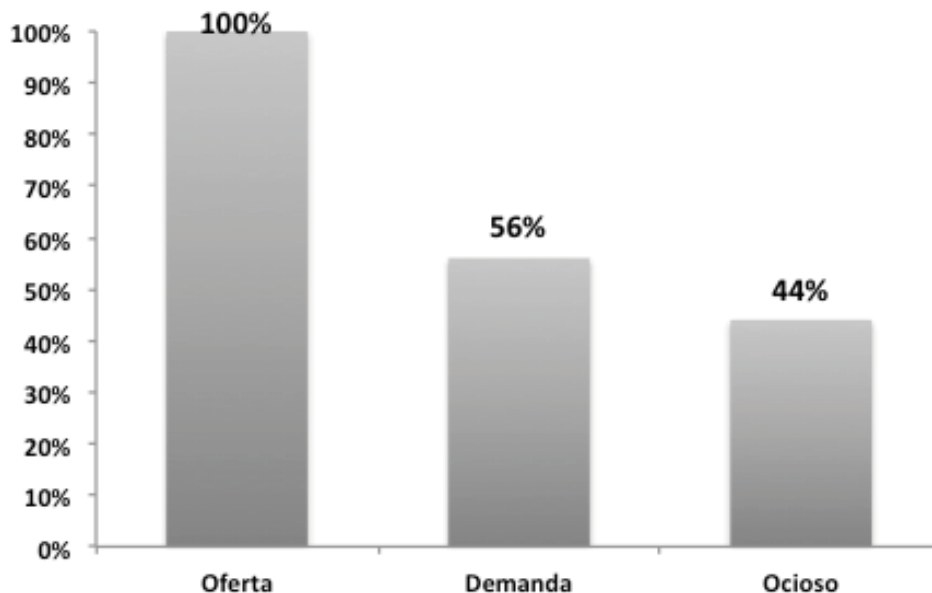


Figura 38 - Oferta e demanda do sistema Seção 02 Fonte: Autor

Entre 07h15min e 07h30min o sistema ofereceu a capacidade de 2.640 passageiros, porém a demanda atingiu apenas, 56% (1.490 passageiros). O gráfico a seguir destaca a necessidade de otimizar o sistema atraindo mais usuários.

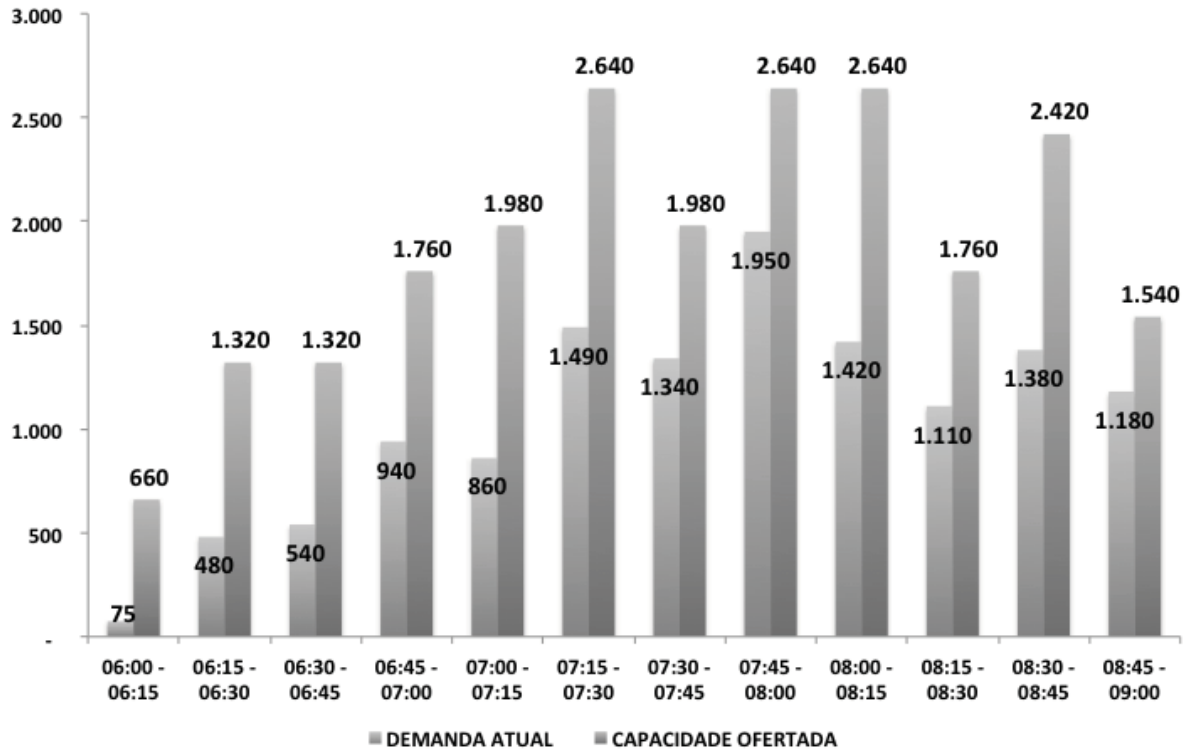


Figura 39 - Oferta e demanda no transporte público Seção 02 Fonte: Autor

Se os usuários do automóvel migrassem para o ônibus significaria menos veículos em circulação, algo como 858 carros a menos na rua, apenas ocupando a capacidade ociosa identificada nos biarticulados.

Nesta linha de ação política por exemplo, o jornal DW (2018) informa que a Alemanha cogita transporte público gratuito como medida para atender às normas de qualidade do ar definidas pela União Europeia.

A diferença é que na Alemanha, conforme destaca DW, há décadas o uso de transporte público cresce, batendo recorde de usuários em 2017. Sendo assim, conforme a matéria, essa medida atrairá mais usuários, exigindo uma ampliação da oferta de viagens nos sistemas.

Essa seria uma medida que sem dúvida atrairia mais usuários ao sistema, criando um ciclo virtuoso, mais usuários, melhorias no sistema, frequência, conforto, entre outros requisitos demandados pelos usuários.

A Lei da Mobilidade Urbana prevê a implantação de taxaço dos carros para investir no transporte coletivo, essa seria uma soluço plausível.

Outra possível soluço seria calcular a economia que será gerada em um médio longo prazo devido à melhoria da qualidade do ar na cidade e a reduço de atendimentos relacionados aos problemas respiratórios.

Para GREGORI (2017), a gratuidade no transporte é possível, mas se trata de uma disputa contra uma política que tem sido eficaz em segregar. No Brasil quem paga mais impostos é o pobre, pois os ricos pagam um mínimo de sua renda. O transporte é mais uma maneira de aumentar a diferença entre classes.

Lúcio Gregori foi o criador do projeto Tarifa Zero, durante o mandato da Prefeita Luiza Erundina em São Paulo em 1990. Gregori relata abaixo parte da discussão junto a população (GREGORI, 2017).

A experiência que eu tive quando a gente lançou o projeto Tarifa Zero lá em 1990, no governo da Luiza Erundina em São Paulo, mostrou o seguinte: feito o anúncio do nosso projeto, que envolvia obviamente mais recurso da prefeitura, com uma reforma (no caso datada) dos impostos municipais, principalmente IPTU, foi feita uma pesquisa de opinião. Apenas 30% da população era a favor do projeto. Fizemos uma disputa na sociedade com filmes na TV, debates, entrevistas, durante meses... Entre 28 de setembro e o início de dezembro, o quando o projeto estava na Câmara para ser votado, uma nova pesquisa perguntou: Você é contra ou a favor da reforma tributária do IPTU? 76% eram a favor. E sobre a tarifa zero? 68% eram a favor... Isso mostra que se trata de uma disputa que o governo precisa fazer, colocar elementos de disputa (GREGORI, 2017)

Com a hipótese da criação da tarifa zero, o sistema ganharia mais usuários, ampliando o número de passageiros nos ônibus e reduzindo o consumo de energia pelo transporte individual motorizado.

Para essa simulação, foram utilizados os dados da Seção 02 – Rua Coronel Dulcício x Avenida Silva Jardim / Avenida Sete de Setembro.

5.2.2 SISTEMA SOBRE TRILHOS

Curitiba já lançou alguns projetos ferroviários nos últimos anos. O primeiro projeto de Metrô remete aos anos 60. O prefeito da época cogitou a implantação do sistema metroviário para atender à crescente demanda de usuários que se deslocavam das regiões periféricas ao centro da cidade.

O projeto de um Metrô para Curitiba tornou-se uma propaganda eleitoral, diversos candidatos o utilizaram como promessa de campanha, mas nada saiu do papel.

Conforme D'Agosto (2015) o consumo de energia por passageiros de metrô é de 0,183 MJ/pass por km rodado, em um vagão com 225 passageiros. No ônibus, o consumo de energia para o deslocamento de um biarticulado é de 38,7MJ por litro de diesel (HOFSTRAND, 2008).

Importante frisar que, em sistemas de metrô, as composições variam de acordo com a demanda, podendo ter entre 4 a 6 vagões ou mais, isso dependerá do dimensionamento do sistema e da fonte de dados utilizada.

O gráfico a seguir demonstra o resultado da simulação do consumo de energia entre a oferta atual do sistema de biarticulados, no corredor exclusivo da seção 02, e o consumo por passageiros em um sistema de metrô.

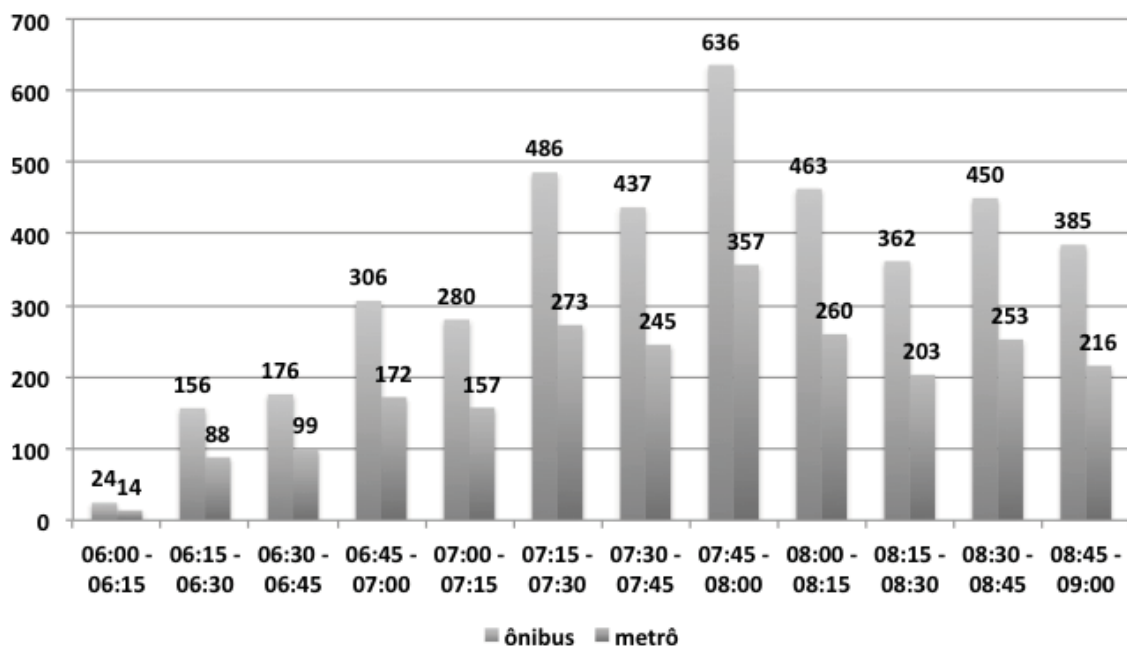


Figura 40 - Comparação consumo de energia (MJ/km) entre biarticulados e metrô
Fonte: Autor

O consumo por um passageiro de trem representa 56% da energia consumida por um passageiro do ônibus, essa seria uma razão que a médio e longo prazo tornaria o sistema de transporte público mais eficiente energeticamente. Vale ressaltar que os serviços sobre trilhos têm uma tendência de atrair mais usuários ao transporte público, devido a diversas vantagens operacionais que esse tipo de sistema oferece ao passageiro.

5.3 DISCUSSÃO

O desenvolvimento, conforme se define o mercado tradicional, gerou acesso a bens antes pouco acessíveis, como os carros, os meios de transporte individuais não motorizados, além de todas as facilidades econômicas que alguns dizem ter beneficiado mais a indústria do que os próprios usuários. Essa relação não deveria ser inversa? Pois bem, ela não funciona nesses termos.

Foi a partir desse cenário de grande facilidade para compra de carro, que a frota de veículos individuais motorizados cresceu exponencialmente nos últimos 15 anos, pulando de aproximadamente 30 milhões para 90 milhões de 2001 para o começo de 2016, conforme o gráfico a seguir.

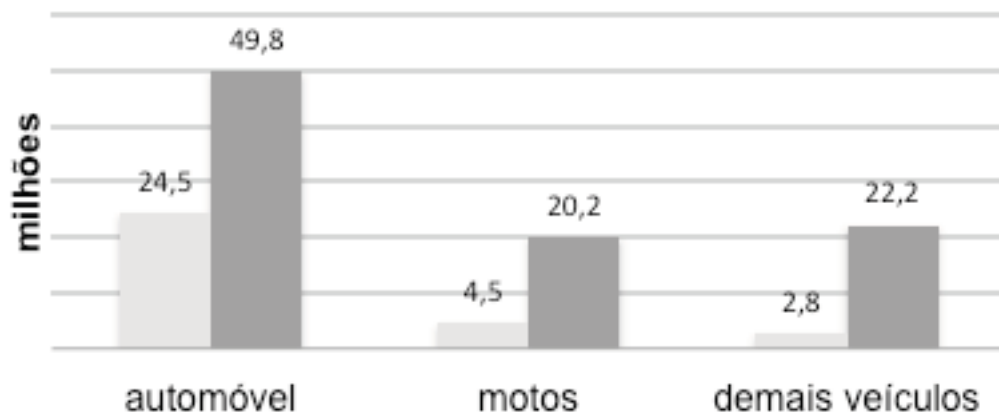


Figura 41 - Frota Nacional 2001 - 2016 Fonte: DENATRAN (2017)

De acordo com o IPPUC (2010), a planilha 15, a seguir, destaca o valor consumido de derivados de petróleo em Curitiba (939 mi/l), somente a gasolina correspondeu a aproximadamente metade, 499 mi/l. Isso cresce gradativamente com o aumento da frota, são mais pessoas saindo dos meios não motorizados e coletivos para os individuais motorizados, carros e motos.

Tipo de energia	em litros	em tep
	Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	
Gasolina Automotiva	499.460.578	384.585
Gasolina de Aviação	1.170.322	893
Óleo Diesel	437.006.558	370.582
Óleo Combustível		1.340
Querosene de Aviação	1.099.934	904
Querosene Iluminante	115.000	95
Derivados de Petróleo	938.852.392	853.622

Figura 42 - Matriz consumo derivados de petróleo CWB Fonte: IPPUC (2010)

Poucas pessoas optam pelos meios não motorizados para seus deslocamentos diários. O planejamento das cidades levou a essa escolha. As longas distâncias e a necessidade das pessoas se deslocarem, não somente para as atividades básicas do dia a dia e também para as várias atividades de lazer, tem tornado cada vez mais o carro um atrativo.

Isso reflete no consumo de energia e na poluição, mais pessoas usando carros, gera muito mais emissões do que as pessoas dentro dos ônibus. A relação é direta: esse equilíbrio só ocorre quando o ônibus está com sua capacidade de ocupação abaixo de 25%, algo que pouco ocorre em um sistema otimizado. O que mais vemos são ônibus sempre com taxas acima de 50% de ocupação, reflexo do ciclo vicioso gerado no setor transporte, conforme ORTUZAR (2000) menos pessoas geram mais custos ao sistema. Isso faz com que o sistema reduza a oferta e a qualidade do serviço prestado, resultando assim menos pessoas nos ônibus e mais nos carros e motos. Essas pessoas nos carros e motos circulam nas mesmas vias que os ônibus, dividindo o mesmo espaço, mas em um relação injusta. Dois carros ocupam o espaço de um ônibus nas ruas.

São esses entre outros motivos que levam à reflexão a respeito do impacto que o desenvolvimento gerou ao meio ambiente urbano, as cidades, como destacado no tópico “O Advento do Automóvel nas Cidades”, no capítulo 2.

A Figura 40 ilustra o ciclo vicioso, segundo Ortuzar (2000), advindo da crise do transporte urbano que vem ocorrendo em países industrializados, sendo reproduzida de forma muito similar em países em desenvolvimento.

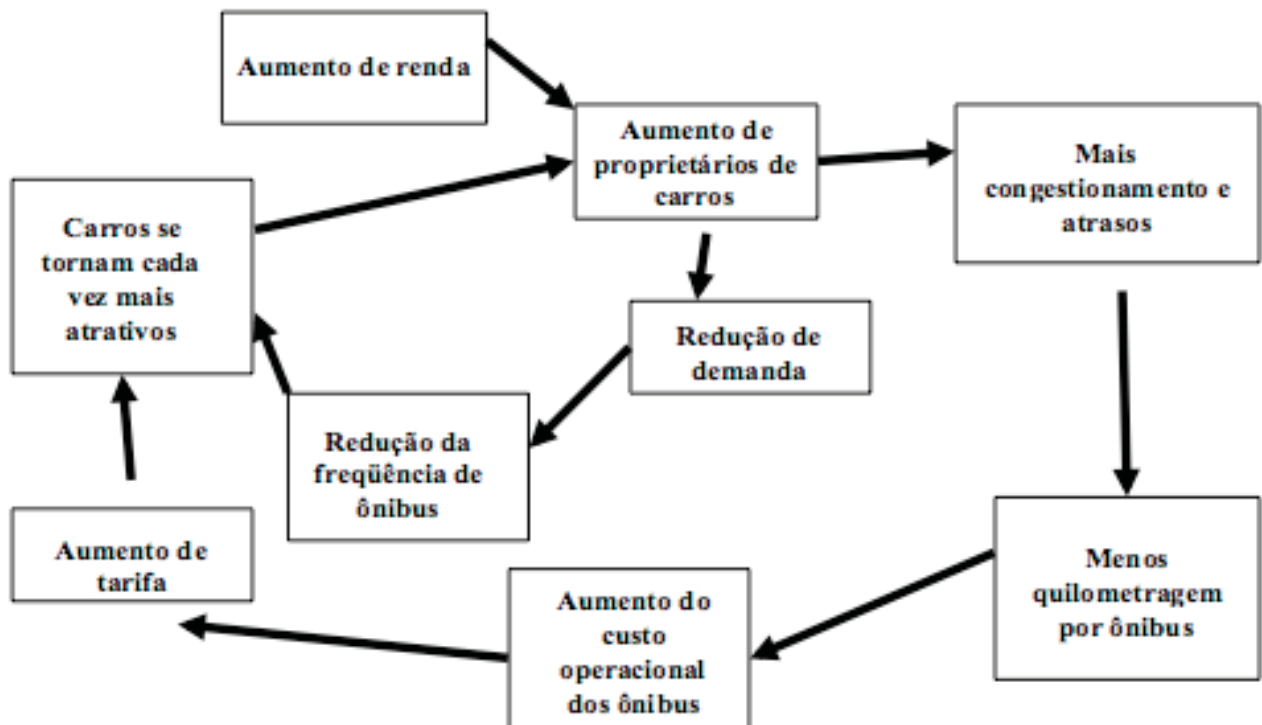


Figura 43 - Ciclo Vicioso Fonte: Ortuzar (2000) Adaptação: Autor

A pesquisa reforça o que este ciclo vicioso demonstra. As cidades estão passando por um período de crescimento do uso do transporte individual, em detrimento ao transporte coletivo, tornando as cidades cada vez mais insustentáveis.

Na Figura 44, a seguir, Ortuzar (2000) demonstra como romper este ciclo. Políticas públicas devem ser desenvolvidas. Cabe destacar que as de mais êxito são as de natureza operacional (pista somente para ônibus, faixas exclusivas nas horas de pico, restrição a automóveis entre outras medidas), quando se priorizam os meios de transporte não motorizados e os coletivos, em detrimento aos meios de transporte individuais motorizados. Ao passo que as de tipo financeira geraram enormes déficits fiscais de difícil solução posterior.



Figura 44 - Ciclo Virtuoso Fonte: Ortúzar (2000) Adaptação: Autor

Ortúzar (2000) reforça que a sociedade parece ter tomado consciência de que os problemas do transporte urbano em geral, não estão somente tornando-se comuns senão que estão tomando cada vez mais uma maior importância, tanto em países industrializados como em países em desenvolvimento. Por exemplo, nos últimos anos devido talvez a não se ter tido escassez de combustíveis, o aumento do tráfego viário e da demanda de transporte em geral tem trazido como consequências aumento em congestionamentos, demoras, acidentes e problemas ambientais maiores dos que se tem sido aceitos até hoje, particularmente em grandes cidades.

Para haver uma mudança rápida de todos esses impactos gerados pelo transporte urbano deverão ser desenvolvidos novos sistemas, novas políticas públicas, que tenham uma base contextual e verídica, sem pensar no marketing no que já é conhecido e que funciona em muitos lugares, mas em ações adequadas à realidade local e de rápida implantação.

Modais elétricos, tais como os prometidos em quase todos os programas de governo dos candidatos à prefeitura de Curitiba, em 2016, VLP (veículos leves sobre pneus) ou VLT (veículos leves sobre trilhos), ou Metrô não seja a melhor opção, mas dependerá de onde será implantado, o quanto de recurso será disponibilizado

para sua implantação e em quanto tempo ele poderá atender a necessidade de uma população.

Apesar de todos os impactos gerados por essa necessidade social, transporte, não há como decretar o fim do uso dos veículos individuais e o aumento do uso do transporte coletivo, mas sim recomendar o uso moderado do primeiro e o incentivo ao coletivo.

O direito de ir e vir definido na Constituição diz respeito ao direito dos cidadãos se deslocarem da maneira que lhes interessar, mas claro que há restrições, como padrões máximos de emissões atmosféricas, ruído, e durabilidade do veículo.

Qual o motivo de haver a necessidade do transporte? A sociedade criou essa necessidade sem imaginar seus resultados no futuro, grandes cidades foram criadas para concentrar a renda e assim ter mais fundos, mas esse termo de grandes cidades trouxe o conceito de grandes coisas, e de diversas atividades, para que se possa gastar mais e aumentar ainda mais o consumo.

O transporte foi algo necessário nessa visão de grandes cidades. O tempo curto durante o dia fez com que as pessoas dessem mais valor ao seu dia. Longas distâncias são percorridas somente por um meio motorizado, que seja rápido e que não ocupe um grande espaço de tempo. O transporte individual em geral é o mais aceito, rejeitando o coletivo, que se torna excluído e assim consequentemente de má qualidade.

O transporte público só terá uma aceitação de 100% da população usuária em pesquisas relacionadas à sua qualidade quando as tarifas estiverem baixas e quando todos sentarem durante as viagens. Já em relação à satisfação pela baixa geração de impactos ao meio ambiente, isso ainda não é de importância dentre a maioria dos brasileiros. O Brasil ainda não tem problemas como a China, em que milhares de pessoas adoecem e morrem devido à poluição atmosférica urbana, mesmo não tendo como maior gerador da poluição os veículos a motor.

Voltando ao tema do transporte coletivo, há trinta anos quando os veículos individuais eram apenas de acesso da classe média alta da população, o transporte coletivo tinha uma elevada taxa de usuários, as tarifas eram baixas e havia uma melhor satisfação. Hoje em dia a situação mudou. O transporte coletivo já não é o mesmo, as tarifas estão mais caras, os usuários insatisfeitos e, para acrescentar sua

maior disponibilidade, incentivos fiscais para indústrias de automóvel estão cada dia melhores. Se pensarmos em Curitiba, podemos analisar isso na prática.

De acordo com Goldemberg (2001) para haver desenvolvimento, não é preciso que ocorram impactos ambientais, pensamento permanente em determinados modelos. Com o uso de tecnologias modernas e eficientes, introduzidas logo no início do processo de desenvolvimento, acelerando com o uso de tecnologias eficientes, torna-se dispensável o pensamento que o consumo de energia cresce ao promover o desenvolvimento.

O transporte, como já citado antes, é uma das áreas que mais consome energia, talvez o não deslocamento seria uma solução e a chave para essa solução está na mãos das cidades, das pessoas e dos administradores público.

O desenho urbano e o zoneamento direcionado para atender as demandas locais possibilitam que menos transporte seja utilizado. Aí vem a discussão do Material e do Imaterial, a técnica afirma que menos deslocamento é menos poluição, porém, as necessidades de cada ser humano são diferentes. Alguém decidiu ir de carro até uma panificadora que fica a duas quadras de casa. Outra pessoa decidiu ir a pé. Há que existir um espaço híbrido que atenda a todas as necessidades e respeito o meio ambiente.

“Talvez uma grande solução seria abordar o transporte como um problema de saúde pública, assim como com a água, talvez aí sim as pessoas dessem mais valor ao que o planeta nos dispõe”

Steensberg (1997)

Buscar práticas mais sustentáveis como ir no mínimo uma vez por semana de ônibus, de bicicleta ou quem sabe andando ao trabalho, à escola, etc. mudará as tendências e fará com que a vida nas cidades se torne mais equilibrada e eficiente energeticamente.

Hoje, praticamente cada aspecto da nossa vida está de algum modo conectado às trocas comerciais. O mercado nos define. Devemos repensar as cidades, seus modelos de consumo e necessidades

O fenômeno da crise do transporte público, simplificado no Ciclo Vicioso do ORTÚZAR (2008), que há anos tem ocorrido em países industrializados, e que infelizmente está se repetindo de forma muito similar em países em desenvolvimento. O excesso do uso dos veículos individuais motorizados

relativamente aumenta o consumo de energia por pessoas, mais pessoas em mais carros.

A sociedade parece ter tomado consciência de que os problemas do transporte em geral não estão somente se tornando comuns, senão que estão tomando cada vez mais uma maior importância, tanto em países industrializados como em países em desenvolvimento. Por exemplo, nos últimos anos devido talvez a não se ter tido escassez de combustíveis, o aumento do tráfego viário e da demanda de transporte em geral tem trazido como consequências aumento em congestionamentos, demoras, acidentes e problemas ambientais maiores dos que se tem sido aceitos até hoje, particularmente em grandes cidades. (Ortúzar, 2000)

6 CONCLUSÃO

No decorrer dos séculos XIX e XX o mundo vivenciou a chamada “revolução” industrial e tecnológica. Da expansão das plantas industriais, passando pelo desenvolvimento de novas tecnologias e nas formas do uso da energia, as ciências trouxeram para o cotidiano uma nova dinâmica. Ao mesmo tempo, viveu-se em uma época em que a degradação do meio ambiente nunca foi tão extremada. Neste contexto, o Direito e a Economia chegaram ao século XXI colocando os juristas e economistas frente ao desafio de enfrentar e harmonizar conflitos ou perplexidades decorrentes da contraposição entre o direito ao desenvolvimento econômico e o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Como solução, busca-se na sustentabilidade ecológica e econômica um ponto de equilíbrio entre o desenvolvimento social, crescimento econômico e a utilização dos recursos naturais.

O consumo excessivo da sociedade atual não é capaz de possibilitar o desenvolvimento natural das comunidades. A recomposição da natureza está bem aquém das necessidades atuais das pessoas, entre outros excessos da sociedade atual, não sendo capaz de seguir a velocidade natural das coisas. A agroindústria, as indústrias no geral, surgiram para atender o crescimento descontrolado das cidades e as demandas dos séculos XX e XXI.

O crescimento das necessidades, a pressa e as insatisfações do ser humano fizeram surgir os primeiros veículos a motor, que dependiam de um combustível para funcionar, desta forma, surgiu uma necessidade que fez com que os combustíveis fósseis viessem para dominar. Antes, quando os meios não eram motorizados, a única poluição gerada era a sonora, mas isso tinha um impacto menor no meio ambiente, pois não eram tantos veículos em circulação.

Diversas atividades da população como as comerciais, industriais, educacionais, recreativas, que são essenciais à vida nas cidades, somente são possíveis com o deslocamento de pessoas e produtos. Sendo assim, o transporte é tão importante para a qualidade de vida da população quanto os serviços de abastecimento de água, coleta de esgoto, fornecimento de energia elétrica, comunicação por telefone entre outros.

Novas alternativas de produção devem ser consideradas ao que já é aplicado no capitalismo. A economia solidária é uma vertente atual, ela nega a separação entre trabalho e posse dos meios de produção, que é reconhecidamente a base do

capitalismo, pois seu capital é possuído pelos que nela trabalham e apenas por eles (SANTOS, 2005).

As ecovilas se encaixam bem em um conceito de vida de acordo com os ciclos da natureza e suas reposições. Como grandes cidades funcionaria bem também, se cada bairro, comunidade, condomínio, de certa forma adotasse alguns dos conceitos de vilas ecológicas, poderíamos atingir um objetivo em comum, respeitando a natureza urbana e preservando os recursos para as próximas gerações.

Uma opção séria a ser pensada é a adoção do modelo de Latouche (2009), qual defende o aumento das atividades econômicas que fortalecem a saúde humana e a diminuição das que intoxicam a sociedade, as atividades que causam impactos menos acentuados e a diminuição das que degradam o ambiente de modo acelerado. O autor defende ainda o aumento das que fortalecem a autonomia das pessoas, estreitam seus laços e distribuem renda e a diminuição das que alienam, fragilizam as relações sociais e geram exclusão. Mas ainda sim Latouche, entre outros decrescentistas, reconhece que mesmo para as atividades econômicas qualitativamente diferenciadas os limites do planeta persistem. Certamente a humanidade terá uma maior margem de manobra. Mas os limites ao crescimento econômico continuarão existindo.

Está bem claro que o fator principal para o crescimento de demanda por energia está intrinsecamente relacionado ao aumento populacional e ao consumo excessivo. O transporte e a indústria representam a maior parte desse montante, chegando a mais de 50%.

O transporte é um dos maiores consumidores de energia, mas não apenas porque há muitos veículos em circulação, mas porque nesses veículos há menos pessoas e/ou menos cargas, exigindo mais veículos para que todos se desloquem, atendendo seus desejos e interesses individuais. Na análise dos resultados das duas pesquisas de campo, constatamos que o usuário do automóvel consome aproximadamente 8 vezes mais energia que o usuário do transporte coletivo, e 23 vezes mais energia do que um ciclista.

Em recente artigo Duarte (2015) identificou que todos os usuários de táxi de Nova Iorque poderiam compartilhar a viagem se tivessem a paciência de esperar cinco minutos para o embarque. A pressa, a necessidade de querer tudo rápido, no ato, contribuem para um desenvolvimento insustentável.

O cenário brasileiro em relação ao nível de motorização mostra tendência natural de aumento da frota de automóveis. Segundo previsões do Ministério de Minas e Energia, em 2050 a frota de automóveis no Brasil deve quadruplicar em relação ao ano de 2013. A projeção é de aproximação as taxas de motorização de países desenvolvidos da Europa, como a Espanha e a Alemanha. O Brasil elevará o índice de 1 automóvel para cada 5 habitantes de 2012, para 1 automóvel para cada 2 habitantes, em 2050 (EPE, 2014).

A pesquisa destaca que o ciclo vicioso apresentado pelo ORTUZAR (2000) é uma realidade em muitas cidades, o crescimento da frota de veículos particulares, a migração de passageiros para os carros e outros modos tem tornado o transporte público a segunda ou terceira opção para o deslocamento nos centros urbanos, agravando ainda mais o consumo de energia e o trânsito.

Nos últimos anos, tem-se observado que Curitiba priorizou o transporte individual motorizado. O binário, em seus cartazes de divulgação encontrados nos vidros traseiros de ônibus diz objetivamente qual é sua intenção: trazer mais espaço para os motoristas do transporte individual e não para os veículos do transporte coletivo. Anualmente o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba, gasta em estudos para criação de um metrô, sem sucesso.

Curitiba priorizou nesses últimos anos diversas iniciativas relacionadas a melhorar a fluidez dos veículos motorizados, e poucas relacionadas aos meios coletivos e não motorizados. A cidade possui aproximadamente 200 Km de vias cicláveis, enquanto em algumas capitais latino americanas, tal valor chega a mais de 300 km.

Curitiba é dita como a capital social, porém, para que isso torne-se realidade, devemos adotar algumas práticas, como incentivar a caminhada em viagens curtas e o uso de bicicletas para atividades diárias. Claro que a segurança nas vias deverá aumentar, mas isso naturalmente irá acontecer, é só diminuir o uso de automóveis. Como disse JACOBS (2007) mais pessoas nas ruas gera mais segurança, talvez aí sim, algo irá melhorar. Quiçá o importante seja haver um melhor planejamento do sistema de transporte e não essas ações isoladas. São poucas as publicidades para desestimular o uso do carro. O que mais se vê são aquelas comentando sobre as novas infraestruturas viárias entre outras, como disse MOURA (2014):“A história do planejamento de Curitiba confunde-se com a construção da imagem de Curitiba como “cidade-modelo”.

O aumento de demanda por automóvel visto pela perspectiva da renda das famílias: com menor taxa de natalidade a população envelhece e as faixas etárias onde há mais necessidade de transportes passam a ser predominantes. A renda per capita cresce em termos reais e o aumento da demanda por transporte é suprido pelos automóveis. Os gastos com transporte sobem com o nível de renda, até um ponto onde a preferência é utilizar o carro. Assim a elevação do gasto com transporte privado é maior do que a elevação do gasto com transporte coletivo.

Com mais veículos per capita, o nível de ocupação médio dos automóveis tende a diminuir mais ainda, comprometendo o uso racional da energia.

As contagens realizadas nos pontos de pesquisa demonstram o excesso do uso de veículos individuais por poucos passageiros. São menos de duas pessoas por carro. Os veículos do transporte coletivo, na média, estão com metade de ocupação considerando sua lotação máxima. Mas há que destacar que nas frações horários de mais demanda dentro do pico, onde há mais frequência de veículos e também volume de passageiros, a taxa está um pouco acima da metade da ocupação, demonstrando a necessidade de melhoria e otimização do sistema.

Conclui-se que apesar da pesquisa não destacar o tema de eficiência energética quando se fala em motorização, poder calorífico dos motores, entre outros fatores mais relacionados a mecânica, foi possível constatar que há um excesso no consumo de energia por parte da mobilidade urbana, principalmente pelos meios individuais motorizados, reforçando a necessidade de intervenções que visem um maior equilíbrio atendendo a demanda e os desejos de viagem dos curitibanos.

6.1 RECOMENDAÇÕES

Com o objetivo de ampliar e enriquecer a pesquisa dentro do tema de consumo de energia na mobilidade urbana recomenda-se desenvolver as seguintes atividades:

- Ampliar os locais de pesquisa com o objetivo de analisar localmente os níveis de tráfego de veículos e o número de passageiros transportados;
- Pesquisar e levantar dados mais atualizados do consumo de energia em Curitiba, tanto na mobilidade como no uso residencial e industrial;

- Levantar informações a respeito da percepção e opinião dos usuários dos carros, destacando o consumo de energia que eles geram e fomentando que outros meios são mais eficientes;
- Questionar a prefeitura sobre quais são as possíveis ações para reduzir o consumo de energia na mobilidade e se de alguma maneira isso afeta as políticas públicas vislumbradas, ou se de alguma maneira esse tema é abordado nas discussões sobre o planejamento da cidade;

Fazer uma análise da frota de veículos mais detalhada, coletando informações sobre a idade dos veículos e o tipo de combustível.

7 REFERÊNCIAS

ACSELRAD, H. **Ambientalização das lutas sociais: o caso do movimento por justiça ambiental**. In: Estudos Avançados. v. 24. n°. 68. 2010.

ANTP, Relatório Geral 2012. 2014. Disponível em http://antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2014/08/01/CB06D67E-03DD-400E8B86-D64D78AFC553.pdf

ANTP – **Curso - Transporte Urbano e Meio Ambiente**. São Paulo, 7 – 8 de maio de 2007.

ANTP, Associação Nacional de Transportes Públicos “**Sistema de informações da Mobilidade Urbana – Relatório Geral 2012**” Vitória, 2014. Disponível em: <http://antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2014/08/01/CB06D67E-03DD-400E-8B86-D64D78AFC553.pdf>

ANTP. **Mobilidade humana para um Brasil urbano**. Associação Nacional dos Transportes Públicos 288p. il. São Paulo, 2017.

BRANCO, S. M. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Moderna, 2002.

BANTEL, Günter. **Bicicletas, veículos não motorizados (VNM)** – Revistas dos Transportes Públicos - ANTP, Associação Nacional de Transportes Públicos. Ano 27, n°106, 2º trimestre de 2005, pp.19-28.

BOX, Paul C. e OPPENLANDER, Joseph C. **Manual of Traffic Engineering Studies**, Institute of Transportation Engineers. Washington, 1976.

CEBDS. **O transporte do futuro. O Desenvolvimento Sustentável**, Ano III, n.13, maio-jun-jul. 2001. Conselho Empresarial para o Desenvolvimento Sustentável, p. 4-5, 2001.

CERVERO, Robert. **Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano** / organizadores: Renato Balbim, CleandroKrause, Clarisse Cunha Linke. – Brasília : Ipea : ITDP, 2016

CHOAY, Françoise. **O Urbanismo**. Perspectiva, São Paulo. 2007.

CNT. **Transporte metroferroviário de passageiros**. – Brasília : Confederação Nacional do Transporte, 2016.

D’AGOSTO, Márcio de Almeida. **Transporte, uso de energia e impactos ambientais: uma abordagem introdutória**. 1 Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

DENATRAN. **Frota Nacional de Veículos**. Departamento Nacional de Trânsito, 2017 Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>

DUARTE, FÁBIO **Redes de mobilidade urbana** – Revista dos Transportes Públicos – ANTP, Associação Nacional de Transportes Públicos. Ano 28, nº 111 3º trimestre de 2006, pp.31-46.

DUARTE, Fabio – **Palestra 20/08 sobre mobilidade e disrupção**. SUM Symposion, 2017.

EIA, **Annual energy Outlook 2003 with projections to 2025**, Em: U.S. Department of Energy, Washington, D. C, 2003.

EPE, **Cenário Econômico 2050**, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em http://www.epe.gov.br/Estudos/Documents/PNE2050_Premissas%20econ%C3%B4micas%20de%20longo%20prazo.pdf

EPE. **Balança Energético Nacional. Relatório Síntese – Ano base 2015**. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2016.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I.G.E. **Transporte Público Urbano**. São Paulo, Rima, 2001.

FOLADORI, G. **Limites do desenvolvimento sustentável**. Sao Paulo: Editora da Unicamp / Imprensa Oficial, 2001.

GEHL, Jan. **Cidades Para Pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2013

GNOATO, Luis Salvador. **Curitiba, cidade do amanhã: 40 anos depois. Algumas premissas teóricas do Plano Wilhelm-IPPUC**. Arquitectos. São Paulo, 2006.

GODOY, Amália Maria Goldberg, **Padrão de desenvolvimento e meio ambiente**. MADE. s/d

GOLDEMBERG, J. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

GREGORI, Lúcio. **Palestra no Congresso da UBES- União Brasileira dos Estudantes Secundaristas**. Goiania, 2017.

HILLMANN, James. **Cidade e Alma**; coordenação e tradução Gustavo Barcellos e Lúcia Rosenberg. São Paulo: Studio Nobel, 1993

HOFSTRAND, Don. **LiquidFuelMeasurementsandConversions**. Iowa StateUniversity. UniversityExtension. Iowa, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos municípios brasileiros 2010**. Pesquisa de Informações Básicas Municipais. Rio de Janeiro: Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/.../perfilmunic/2009/munic2009.pdf. Acesso em: 2 jan. 2018.

IEA. **Key World Statistics**. International Energy Agency, , 2012.

IEA, **Energy Statistics Manual**. 2005. Disponível em http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/statistics_manual.pdf

ILLICH, Ivan. **Energia e Equidade**. In Apocalipse motorizado: a tirania do automóvel e um planeta poluído / NedLudd, (org) ; [tradução LeoVinicius, ilustrações de Andy Singer]. São Paulo: Conrad Editora do Brasil, 1973.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Estimativa dos Custos dos Acidentes de Trânsito no Brasil com Base na Atualização Simplificada das Pesquisas Anteriores do Ipea**. Brasília, 2015.

IPPUC. 2017. **Site oficial**. Disponível em: <<http://www.ippuc.org.br>>. Acesso em: 27. Ago. 2017

IPPUC - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba **Matriz de consumo energético de Curitiba**, 2010.

IPPUC - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba - **IPPUC Nosso Bairro: Batel**/ Lucimara Wons, Coord. _ Curitiba: IPPUC, 2015.

IRAZÁBAL, CLARA **Da Carta de Atenas à Carta do Novo Urbanismo. Qual seu significado para a América Latina?**. 2001.<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq019/arq019_03.asp>: acessado dia 03/10/2017 às 18:00. Artigo originalmente publicado na revista “Entre Rayas”.

ITDP. **Guia de Compartilhamento de Bicicletas Compartilhadas**. Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. Rio de Janeiro, 2014

ITDP. **Manual de BRT – Bus RapidTransit - Guia de Planejamento**. Brasília, 2008.

ITDP. **Transporte Público**. 2018. Disponível em <http://itdpbrasil.org.br>

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. Martins Fontes. São Paulo, 2007.

LATOUCHE, Serge. **Pequeno tratado do decrescimento sereno**. Tradução de Cláudia Berliner. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

MARCHIORI, Raphael. **Nascido em Curitiba, BRT chega a sua 203ª cidade.** Gazeta do Povo. Matéria publicada dia 27/04/2016. Curitiba, 2016

MARCUSE, Herbert. **A ideologia da sociedade industrial.** 1964

MAX-NEEF, Manfred; ELIZALDE, Antonio e HOPENHAYN, Martin.

Desenvolvimento à escala humana: concepção, aplicação e reflexos posteriores. Blumenau: Edifurb, 2012

MMA. **Transportes e o Meio Ambiente.** Ministério do Meio Ambiente, Governo Federal. Brasília, s/d.

MORAES, Sévora Suzana Maciel de; SANTOS, Enilson Medeiros. **Avaliação de Impactos Ambientais (AIA): instrumento importante na sustentabilidade dos projetos rodoviários.** Natal: Revista da FARN, 2004.

MORAES, Natália Gonçalves. **Avaliação das tendências da demanda de energia no setor de transportes no Brasil, Rio de Janeiro, 2005.** Disponível em: <<http://ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/ngmoraes.pdf>>

MOTA, Suetônio. **Urbanização e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro, Ed. ABES, 1999.

MOURA, Rosa. Curitiba: Construção e Desconstrução de um Mito. Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://terradireitos.org.br/uploads/arquivos/Curitiba-construcao-e-desconstrucao-de-um-mito.pdf>>

NEWTON, Damien Density, Car Ownership, and What It Means for the Future of Los Angeles. ESTREETS BLOG LA, 2010.

ORTÚZAR, JUAN DE DIOS **Modelos de demanda de transporte.** 2º edição México DF, Ed. Alfaomega, 2000.

OWEN, Wilfred. **O Caos Motorizado.** Rio de Janeiro, 1º edição brasileira, Ed. Bloch, 1971.

PEREIRA, LiviaFernades; AQUINO, Willian; MAIA, Nara MotheAntonio. **Mobilidade e Qualidade de Vida** – Revista dos Transportes Públicos Públicos. ANTP. São Paulo, 2004.

PEREIRA, Brenda Medeiros. **Avaliação do desempenho de configurações físicas e operacionais de sistemas BRT.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

RECK, Garrone; VOI, Lucas. **Eficiência energética e divisão modal no transporte urbano.** Artigo apresentado no 20º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito da ANTP, 2015.

RECK NETO, Ivo; VANZIN, Kelen. **Balço Operação Projeto Ecolétrico Curitiba**. Prefeitura Municipal de Curitiba. 2016

RECK, Garrone. **Apostila Transporte Público. Departamento de Transportes da UFPR – DTT** - Centro Politécnico s/n, Bloco V - Jardim das Américas, Curitiba, 108 p. Disponível em:
<http://www.dtt.ufpr.br/Transporte%20Publico/Arquivos/TT057_Apostila.pdf>
Acesso em: 14 de fevereiro de 2018.

RIBEIRO, S. Kahn et al. **Transporte e Mudanças Climáticas**. Rio de Janeiro: Mauad Editora e Coppe/UFRJ, 2000.

RIBEIRO, Jeferson. **Má qualidade do transporte público aumenta preferência por carro**. Portal Mobilize, 2018. Disponível em:
<<http://www.mobilize.org.br/noticias/10739/ma-qualidade-do-transporte-publico-aumenta-preferencia-por-carro.html>>

RIFKIN, Jeremy. **Sociedade com Custo Marginal Zero**. São Paulo – 2016 – M. Books do Brasil Editora Ltda.

SACHS, Ignacy. **Sociedade, Cultura e Meio Ambiente**. Mundo & Vida vol. 2 (1) 2000.

SALOMON, Thierry. **DEMAIN** – documentário. Min. 44 ao 45. França, 2015.

SANTOS, Boaventura de Souza. (org). **Produzir para viver: os caminhos da produção não capitalista**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005

SEDU Secretaria Especial de desenvolvimento Urbano - **POLITICA NACIONAL PARA O TRANSPORTE URBANO** - SEDU/PR. Brasília, maio de 2002

SEMOB. **Planejamento da Mobilidade Urbana e Integração do Transporte Coletivo** Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana Mobilidade e desenvolvimento Urbano PLANMOB –. Brasília, Ministério das Cidades, 2006.

SCHÖRNER, Anderson Ricardo. **Especial Bicicleta Elétrica**. Revista da Bicicleta. Disponível em:
<http://www.revistabicicleta.com.br/bicicleta.php?especial_bicicleta_eletrica&id=235z>
> 2013.

SCHÖRNER, Anderson Ricardo. **Agora é oficial – Contran regulamenta bicicletas elétricas no Brasil** . Revista da Bicicleta. Disponível em:
http://revistabicicleta.com.br/bicicleta.php?agora_e_oficial__contran_regulamenta_bicicletas_eletricas_no_brasil&id=4513

STEENSBERG, J. **Future directions in policy and research: a public health perspective.** In Fletcher e McMichael (eds.) . Healthatthecrossroads. UK: Willey, 1997.

TRIGUEIRO, André. **Mundo Sustentável: Abrindo espaço na mídia para um planeta em transformação.** São Paulo: Globo, 2005.

TRIGUEIRO, André. **Cidades e Soluções: Como construir uma sociedade sustentável.** Rio de Janeiro: LeYa, 2017.

URBS. Frota de Taxi. URBS – Urbanização de Curitiba. 2017

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Transporte e Meio Ambiente: conceitos e informações para análise de impactos.** São Paulo, Ed. do Autor, 2006.

VUCHIC, Vukan. **UrbanTransit. Operations, Planning, and Economics.** John Wiley & Sons, Inc., 2005

ZORZAL, Fabio Marcio Bisi et all. **Estudos do ruído frente a legislação.** Artigo Técnico. Revista Engenharia e Construção. Curitiba, 2004 Ed. Luso brasileira. Pg. 32 – 38.

