



AVALIAÇÃO DE MEDIDAS DE RESTRIÇÃO VEICULAR PARA MELHORIA DA MOBILIDADE URBANA

Andrés Felipe Navas Salazar

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transporte, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Transporte.

Orientador: Walter Porto Junior

Rio de Janeiro
Dezembro de 2013

AVALIAÇÃO DE MEDIDAS DE RESTRIÇÃO VEICULAR PARA MELHORIA DA
MOBILIDADE URBANA

Andrés Felipe Navas Salazar

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE)
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE TRANSPORTE.

Examinada por:

Prof. Walter Porto Junior, Dr.-Ing.

Prof. Paulo Cezar Martins Ribeiro, Ph.D.

Prof. Elton Fernandes, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL.
DEZEMBRO DE 2013

Navas Salazar, Andrés Felipe

Avaliação de Medidas de Restrição Veicular para Melhoria da Mobilidade Urbana/ Andrés Felipe Navas Salazar. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2013.

XI, 113 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Walter Porto Junior

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transporte, 2013.

Referências Bibliográficas: p. 109-113.

1. Mobilidade Urbana Sustentável. 2. Gerenciamento da Demanda de Transporte. 3. Restrições Veiculares. I. Porto Junior, Walter. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transporte. III. Título.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

AVALIAÇÃO DE MEDIDAS DE RESTRIÇÃO VEICULAR PARA MELHORIA DA MOBILIDADE URBANA

Andrés Felipe Navas Salazar

Dezembro/2013

Orientador: Walter Porto Junior

Programa: Engenharia de Transporte

Esta dissertação estuda a eficácia das medidas de Restrição Veicular como estratégias de Gerenciamento da Demanda de Transporte e seu aporte para a Mobilidade Sustentável nos âmbitos: Econômico, Ambiental e Social. As medidas de restrição veicular pretendem limitar o uso abusivo de veículos motorizados, principalmente particulares, num certo horário e/ou local. São estudadas duas medidas: Restrição Veicular por Rodizio de Placas (Bogotá, São Paulo e México D.F.) e Pedágio Urbano (Londres e Singapura). Com dados e indicadores de motorização, demanda por transporte, poluição e acidentalidade; obtidos das agencias governamentais de Transporte das cidades onde as medidas de Restrição funcionam, se faz uma análise de como estas tem contribuído nos âmbitos Econômico, Ambiental e Social da Mobilidade Sustentável.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

EVALUATION OF VEHICLE RESTRICTION MEASURES FOR IMPROVEMENT OF
URBAN MOBILITY

Andrés Felipe Navas Salazar

December/2013

Advisor: Walter Porto Junior

Department: Transport Engineering

This dissertation studies the effectiveness of Vehicular Restriction strategies for Transportation Demand Management and its contribution to Sustainable Mobility in the Social, Economic, and Environmental aspects. Vehicle Restrictions include various regulatory strategies to limit automobile travel at a particular time and place. Two Vehicle Restrictions types are described. Vehicle License Plate Restrictions (Bogotá, Sao Paulo and Mexico City) and Road Pricing (London and Singapore). With data obtained from Transport Government Agencies of cities where the measures works, it makes an analysis of how these have contributed in Economic, Environmental and Social Sustainable Mobility scopes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa	3
1.2 Objetivos	4
1.3 Estrutura	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 Desenvolvimento Sustentável	6
2.1.1 <i>Equidade Social</i>	9
2.1.2 <i>Eficiência Econômica</i>	9
2.1.3 <i>Responsabilidade Ambiental</i>	9
2.2 Mobilidade Urbana Sustentável	9
2.3 Problemas do Transporte Urbano.	14
2.3.1 <i>Crescimento da População Urbana</i>	15
2.3.2 <i>Crescimento da Frota Veicular</i>	20
2.4 Principais Modos de Transporte Urbano	26
2.4.1 <i>Metrô</i>	26
2.4.2 <i>BRT</i>	27
2.4.3 <i>VLT</i>	28
2.4.4 <i>Trólebus</i>	29
2.4.5 <i>Ônibus</i>	30
2.5 Gerenciamento da Demanda de Transporte	30
3 RESTRIÇÃO DE CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS	
MOTORIZADOS POR RODIZIO DE PLACAS	34
3.1 Cidade de México	36
3.1.1 <i>Sistema de Transporte Público</i>	36
3.1.2 <i>Hoje Não Circula (HNC)</i>	39
3.2 Bogotá	42

3.2.1	<i>Sistema de Transporte Público</i>	42
3.2.2	<i>Pico e Placa</i>	45
3.3	São Paulo	48
3.3.1	<i>Sistema de Transporte Público</i>	49
3.3.2	<i>Rodizio Municipal</i>	52
4	PEDÁGIO URBANO	55
4.1	Tipos de Pedágio Urbano	55
4.2	Teoria do Pedágio Urbano.....	58
4.3	Londres	61
4.3.1	<i>Sistema de Transporte Público</i>	61
4.3.2	<i>Pedágio Urbano de Londres</i>	65
4.4	Singapura.....	69
4.4.1	<i>Sistema de Transporte Público</i>	69
4.4.2	<i>Electronic Road Pricing (ERP)</i>	72
5	AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS	77
5.1	Restrição por Rodizio de Placas.....	78
5.1.1	<i>Motorização (Econômicos)</i>	78
5.1.2	<i>Poluição (Ambientais)</i>	83
5.1.3	<i>Acidentalidade (Sociais)</i>	91
5.2	Pedágio Urbano.....	93
5.2.1	<i>Comportamento das viagens (Econômicos)</i>	93
5.2.2	<i>Poluição (Ambientais)</i>	96
5.2.3	<i>Acidentalidade (Sociais)</i>	99
6	CONCLUSÕES	103
6.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
6.2	RECOMENDAÇÕES E LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	107
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Temas de Sustentabilidade (LITMAN, T.; BURWELL, 2006).....	8
Figura 2.2 – Estimativas de evolução dos percentuais de População Urbana e Rural mundial no período de 100 anos (1950 a 2050). (ONU, 2007)	15
Figura 2.3 – Estimativas de evolução dos percentuais de População Urbana e Rural na América Latina no período de 100 anos (1950 a 2050). (ONU, 2007)	16
Figura 2.4 – Campanha publicitaria pró-veículo particular no México.....	21
Figura 3.1 – Área de aplicação da medida de restrição veicular “Pico y Placa” na cidade de Bogotá	47
Figura 3.2 – Mini Anél viário Rodizio de São Paulo	53
Figura 4.1 – Teoria Econômica dos congestionamentos	59
Figura 4.2 – Pedágio Urbano de Londres. Fonte: TfL (2013)	66
Figura 4.3 – Funcionamento do Pedágio Urbano de Singapura.	75
Figura 5.1 – Evolução da Frota Veicular da Cidade de Bogotá	79
Figura 5.2 – Composição da Frota Veicular de Bogotá	79
Figura 5.3 – Veículos Particulares a cada 1000 habitantes em Bogotá e Colômbia ...	80
Figura 5.4 – Variação percentual do PIB per Capita Bogotá e Colômbia.....	80
Figura 5.6 – Evolução da Frota Veicular da Cidade de São Paulo	82
Figura 5.7 – Veículos Particulares a cada 1000 habitantes em São Paulo e Brasil	82
Figura 5.8 – Crescimento Relativo da Frota Veicular de São Paulo comparado com o total Brasileiro. [2001=100]	83
Figura 5.9 – Média anual de Material Particulado na cidade de Bogotá	85
Figura 5.10 – Média Anual de Dióxido de Enxofre na cidade de Bogotá	86
Figura 5.11 – Média Anual de Dióxido de Nitrogénio na cidade de Bogotá.	86

Figura 5.12 – Aporte porcentual do sector Transporte Rodoviário à Poluição do Ar da ZMVM.	87
Figura 5.13 – Material Particulado na ZMVM.	88
Figura 5.14 – Óxido de Enxofre na ZMVM.	88
Figura 5.15 – Óxidos de Nitrogênio na ZMVM.....	89
Figura 5.16 – Monóxido de Carbono na ZMVM.....	89
Figura 5.17 – Variação dos poluentes	90
Figura 5.18 – Quantidade de acidentes na cidade de Bogotá 2003 – 2012.....	92
Figura 5.19 – Quantidade de acidentes na cidade de México D.F. 1997 – 2012.....	93
Figura 5.20 – Milhões de Viagens diárias feitas em Londres por modo principal.....	94
Figura 5.21 – Distribuição Modal de Viagens diárias em Londres no ano 2011.....	95
Figura 5.22 – Quantidade de pessoas que entram na Zona Central de Londres no Pico da manhã.....	95
Figura 5.23 – Demanda de Viagens por Modo 2001-2011.	96
Figura 5.24 – Concentração média anual de MP10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].	97
Figura 5.25 – Número de dias nos anteriores 12 meses onde a média de MP10 excede 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].	98
Figura 5.26 – Concentração média anual de Dióxido de Nitrogênio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].	99
Figura 5.27 – Índice de acidentes em Londres e Reino Unido [1999=100].....	100
Figura 5.28 – Índices de acidentalidade segundo a gravidade do acidente [1999=100]	100

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Impactos do Transporte e a Mobilidade Urbana sobre a Sustentabilidade	11
Tabela 2.2 – Número de Cidades de América Latina com mais de um milhão de Habitantes.....	17
Tabela 2.3 – Número de Cidades de América Latina com mais de 5 milhões de Habitantes.....	17
Tabela 2.4 – Evolução da Motorização na América Latina. Veículos Novos por 1000 habitantes.	25
Tabela 2.5 – Estratégias do Gerenciamento da Demanda de Transporte (TDM).....	32
Tabela 3.1 – Cronograma de Mudanças da Medida “ <i>Hoy no Circula</i> ” no México.....	40
Tabela 3.2 – Funcionamento da Medida “ <i>Hoy No Circula</i> ” da Cidade do México.	41
Tabela 3.3 – Cronograma Restrição Veicular da Cidade de Bogotá: “Pico y Placa” ...	46
Tabela 3.4 – Funcionamento do Rodizio Municipal	53
Tabela 4.1 – Sistemas de Pedágio Urbano de Regulação.....	57
Tabela 4.2 – Principais medidas para o melhoramento da mobilidade em Singapura	72
Tabela 5.1 – Fontes e características dos principais poluentes na atmosfera.....	84
Tabela 5.2 – Acidentes de Trânsito em Londres em 2011 e variação respeito a anos anteriores.....	101
Tabela 5.3 – Síntese de Impactos das medidas de Restrição Veicular.....	101
Tabela 6.1 – Comparação dos sistemas de Transporte Público nas cidades estudadas	103

ABREVIATURAS

ALS	<i>Area License Scheme</i> - Esquema de Licenciamento de Área
ANPR	<i>Automatic Number Plate Recognition</i> - Reconhecimento Automático de Número de Matrícula
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i> - Transporte Rápido de Ônibus
CBTU	Companhia Brasileira de Trens Urbanos
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
DSRC	<i>Dedicated Short Range Communications</i> - Comunicação Dedicada de Curto Alcance
EEA	<i>European Economic Area</i> - Área Econômica Europeia
EMTU	Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos
ERP	Electronic Road Pricing - Pedágio Urbano Eletrônico
Fepasa	Ferrovias Paulista S/A
HNC	<i>Hoy No Circula</i> - Hoje não Circula
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
IU	<i>In-Vehicles Units</i> - Unidades de Veículo
PCN	<i>Penalty Charge Notice</i> - Aviso de Penalização
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
RTE	<i>Red de Transporte de Pasajeros del D.F.</i> - Rede de Transporte de Passageiros do D.F.
RZ	<i>Restriction Zone</i> - Zona de Restrição
SITP	<i>Sistema Integrado de Transporte Público (Bogotá)</i>
SMA	<i>Secretaría del Medio Ambiente (México)</i> - Secretaria do Meio Ambiente
SMT	Secretaria Municipal de Transportes da cidade de São Paulo
SPTrans	São Paulo Transportes
STE	Servicio de Transportes Eléctricos del D.F. (México)
STM	Secretaria dos Transportes Metropolitanos do Estado de São Paulo
TfL	<i>Transport For London</i> - Transportes de Londres
TPH	<i>Taxi & Private Hire</i> (Londres) - Taxi e Aluguel Privado
VLT	Veículo Leve sobre Trilhos
ZMVZ	<i>Zona Metropolitana del Valle de México</i> - Zona Metropolitana do Vale do México

1 Introdução

Sendo conhecida a importância que tem a qualidade do Transporte Urbano para o desenvolvimento das cidades, o conceito de Desenvolvimento Sustentável não pode ser alheio ao que se refere ao Transporte e a Mobilidade Urbana. Baseando-se na definição dada pela WCED¹ no ano de 1987, Black (2000) define Transporte Sustentável como aquele que satisfaz as necessidades de transporte atuais, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades de transporte. No entanto, conseguir que o Transporte Urbano seja Sustentável nos três âmbitos da sustentabilidade: Econômico, Social e Ambiental, é uma tarefa muito complexa.

A habilidade de se transportar de um lugar a outro é fundamental para o desenvolvimento de uma cidade e seus habitantes. O crescimento da População mundial, em especial o crescimento da População Urbana em detrimento da População Rural nos últimos 50 anos, junto com a concentração da população em grandes cidades, gera cenários complexos na hora de atingir ao Transporte Sustentável.

Grande quantidade de pessoas nas cidades, em procura de satisfazer suas necessidades, gera também uma imensa quantidade de viagens diárias. O crescimento desordenado das cidades, aliado ao planejamento deficiente dos sistemas de transporte público, estimula o crescimento de uma mobilidade urbana orientada especialmente para o uso intensivo do automóvel particular. Além, a ampliação da oferta de infraestrutura viária, necessária para o uso de Automóvel Particular, requer grandes investimentos financeiros sem que haja necessariamente

¹ Sigla em inglês da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (World Commission on Environment and Development)

uma melhoria na qualidade de vida urbana, nem muito menos, garantia para atingir uma Mobilidade Sustentável.

A expansão da rede viária leva à ampliação de áreas urbanas das cidades e à dispersão de atividades, provocando um maior número de deslocamentos, assim como o aumento do tempo e distância das viagens. A flexibilidade na hora de satisfazer as necessidades de locomoção, dada pela autonomia de decisão na hora de escolher rotas e horários de viagem, faz do Automóvel Particular uma opção atraente para população. No entanto os custos reais do uso deste modo de transporte não são levados em conta pelos motoristas.

Externalidades como poluição, acidentes de trânsito e congestionamentos, são causadas pelo Transporte Urbano. No entanto, dos diferentes modos, o Carro Particular merece singular atenção devido ao fato de produzir maior quantidade de externalidades negativas por passageiro transportado.

Levando em conta que as causas do problema de Sustentabilidade nos Transportes não têm sido atendidas de forma adequada, precisa-se criar uma nova visão sobre desenvolvimento urbano, transporte e mobilidade, visando melhorar a qualidade de vida das cidades (GUILARTE, 2006). Medidas que desestimulem o uso excessivo do carro particular e reorganizem o espaço urbano, visando que os deslocamentos, se necessários, sejam realizados da forma mais adequada, devem ser implementadas em detrimento das intervenções onde apenas a expansão da infraestrutura é considerada.

O Gerenciamento da Demanda de Transportes, também chamado de Gerenciamento da Mobilidade ou TDM (de seu nome em inglês *Transportation*

Demand Management) se refere ao conjunto de estratégias que visam mudar o comportamento das viagens (modos, horários e trajetos das viagens) para assim incrementar a eficiência do sistema de transporte e, também, atingir alguns objetivos específicos de planejamento (VTPI, 2010).

Atualmente existem inúmeras estratégias de Gerenciamento da Demanda de Transporte que usando diferentes abordagens visam influenciar as decisões de viagem. Algumas visam melhorar as opções disponíveis de transporte; outras oferecer incentivos para mudar o modo, horário ou destino de viagem, como também, melhorar a acessibilidade ao uso da terra.

Entendendo que o uso excessivo de veículos particulares é o principal inimigo da sustentabilidade nos transportes, as medidas que vão ser objeto de estudo nesta Dissertação referem-se especialmente à restrição do uso do Carro Particular em determinadas áreas e horários do dia. Estas medidas visam mudar diretamente o comportamento dos usuários de Transporte Particular Motorizado, tentando ocasionar mudanças de modos, horário e trajeto das viagens feitas por estes.

1.1 Justificativa

Neste estudo são abordadas duas premissas, a primeira é a necessidade de estudar medidas eficientes que minimizem o uso do veículo particular, maior responsável pelas externalidades como poluição, acidentes de trânsito, congestionamentos que ocasionam diminuição da qualidade de vida da população. A segunda premissa é a importância que tem para os planejadores e tomadores de decisões o conhecimento das experiências internacionais de sucesso ou fracasso das

estratégias de Gerenciamento da Demanda e as condições em que estas foram postas em prática.

1.2 Objetivos

Analisar estratégias de restrição ao Carro Particular, usadas como medida de Gerenciamento da Demanda de Transporte, que diferentes cidades têm usado em procura de uma Mobilidade Urbana mais Sustentável. Os Objetivos específicos são:

1. Identificar e descrever o funcionamento das principais experiências de Restrição a Veículos Particulares Motorizados que obtiveram resultados relevantes na melhoria da mobilidade urbana em diversas cidades do mundo.
2. Analisar o aporte das medidas de Restrição Veicular para conseguir um Transporte mais Sustentável, analisando índices de motorização, acidentalidade e poluição, os quais fazem parte dos âmbitos Econômico, Social e Ambiental da Sustentabilidade.

1.3 Estrutura

Para que se possa desenvolver o estudo proposto, considera-se necessário a seguinte estrutura:

O primeiro capítulo está subdividido em três itens, respectivamente: Justificativa, Objetivos, e Estrutura do Trabalho. Apresenta de forma resumida o tema do trabalho, o conceito de Sustentabilidade nos Transportes, os Problemas enfrentados pelas cidades para melhorar o Transporte e a Mobilidade Urbana, a importância do planejamento orientado ao Gerenciamento da Demanda de Transporte. O segundo capítulo irá ser feita uma ampla revisão da literatura disponível em nível

nacional e internacional, com o objetivo de contextualizar o problema do transporte e a mobilidade urbana, apresentar o conceito de mobilidade urbana sustentável e o conceito de Gerenciamento da Demanda de Transporte principalmente nas suas estratégias de Restrição Veicular: medidas de Restrição de Circulação de Veículos Motorizados Particulares por Rodizio de Placas e medidas de Pedágio Urbano. O terceiro Capítulo apresenta a definição da Restrição Veicular por Rodizio de Placas e as experiências de: Cidade de México, Bogotá e São Paulo. Destas cidades se descreve o alcance e funcionamento da medida assim como se faz uma descrição do Sistema de Transporte Público de cada uma de elas. O quarto apresenta a teoria Econômica que justifica a implementação do Pedágio Urbano e se faz uma descrição do funcionamento, alcance e objetivos dos Pedágios Urbanos de Londres e Singapura. Também se faz uma descrição do Sistema de Transporte Público de estas cidades. O capítulo quinto apresenta a avaliação das medidas de Restrição Veicular baseada nos dados obtidos das Agencias Oficiais encarregadas do gerenciamento das medidas. Serão apresentadas as conclusões da dissertação com a verificação da hipótese, das premissas e se o objetivo foi atingido. Serão identificadas as limitações e se for pertinente algumas sugestões de aprofundamento. O sexto capítulo apresenta as conclusões.

2 Revisão Bibliográfica

Neste capítulo se apresenta uma revisão da teoria que fundamenta os principais conceitos que serão levados em conta no desenvolvimento de este trabalho. Apresenta-se o conceito de desenvolvimento sustentável e seus três âmbitos (social, ambiental e econômico) e a partir de este define-se como a Mobilidade Urbana pode afetar a sustentabilidade, apresentando assim, o conceito de Mobilidade Urbana Sustentável. Descrevem-se também os principais Problemas que enfrenta o Transporte Urbano, como são o acelerado crescimento da população e do parque automotor e as errôneas estratégias que vem sendo implementadas para tentar a melhoria do Transporte Urbano. Define-se o conceito de Gerenciamento da Demanda de Transporte e por último e levando em conta a importância que tem o fomento do uso do Transporte Público na melhoria do Transporte Urbano, descrevem-se as principais tecnologias de Transporte Público Coletivo de Passageiros que existem nas cidades que são objeto de estudo nesta dissertação.

2.1 Desenvolvimento Sustentável

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu no início dos anos 70 devido aos impactos ambientais degradantes provocados pelos procedimentos equivocados do modelo de desenvolvimento socioeconômico. Naquela época, a sociedade despertou para o fato de que o planeta é incapaz de manter o padrão de crescimento demográfico e de consumo de recursos naturais sem um possível colapso socioeconômico e/ou ambiental. Sob estas condições, o Desenvolvimento Sustentável converteu-se em uma prioridade para manter o equilíbrio nas questões de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental.

Entretanto, vale salientar que o Desenvolvimento Sustentável é um conceito complexo sujeito a diferentes interpretações. No ano de 1987 a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, World Commission on Environmental and Development) definiu como Desenvolvimento Sustentável aquele que atende as necessidades população atual sem comprometer a possibilidade das futuras gerações de satisfazerem as suas necessidades. Esta definição é a mais genérica e aceita, além de servir como ponto de partida para que diferentes áreas do conhecimento definam o conceito de sustentabilidade nos seus respectivos campos (BALASSIANO, 2007; JEON; AMEKUDZI, 2005).

Daly (1991) diz que o Desenvolvimento Sustentável deve contemplar três condições básicas, quais sejam:

1. A Taxa de Uso de Recursos Renováveis não pode superar a taxa de regeneração ou renovação destes recursos;
2. A Taxa de Uso de Recursos Não Renováveis não deve superar a taxa de produção dos recursos substitutos, sustentáveis e renováveis em desenvolvimento;
3. A Taxa de Emissão de Poluentes não pode supera a capacidade de assimilação do Meio Ambiente.

No entanto, segundo Greene e Wegener (1997) esta definição de Desenvolvimento Sustentável, focada exclusivamente no Meio Ambiente não é suficiente. Eles reconhecem que uma sociedade que não provê Níveis Mínimos de Subsistência, Bem-estar e Direitos Civis, não pode ser Sustentável.

O conceito de Desenvolvimento Sustentável deve seguir além do Meio Ambiente, ou seja, levar em conta que as atividades humanas provocam impactos ambientais significativos, com consequências negativas significantes nos âmbitos econômico, social e ambiental. Por tanto, a definição básica de Sustentabilidade tem sido ampliada para que contemple as questões Económicas, Sócios e Ambientais que representam os três pilares do Desenvolvimento Sustentável. Na figura 2.1 observa-se a existência de superposição das áreas dos pilares. Por exemplo, poluição é uma preocupação ambiental, a qual causa dano na saúde humana e pode afetar a indústria pesqueira e ou agrícola, levando a preocupações de índole social e econômico respectivamente.

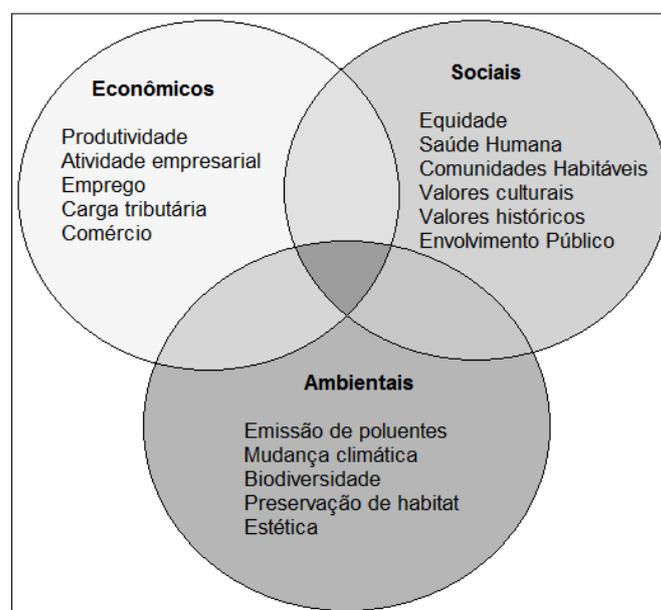


Figura 2.1 – Temas de Sustentabilidade (LITMAN, T.; BURWELL, 2006).

No mesmo sentido Rodrigue et al. (2012) diz que o Desenvolvimento Sustentável deve ter em conta três características imprescindíveis: Equidade Social, Eficiência Econômica e Responsabilidade Ambiental. Estes são explicados a continuação:

2.1.1 Equidade Social

A Equidade Social prioriza na satisfação das diferentes necessidades da população, como são Alimentação, Saúde e Educação entre as mais básicas, levando em conta as condições que favorecem uma Distribuição Equitativa dos Recursos entre a atual geração, pode ser chamada de Equidade Social. A autossuficiência é, também, uma meta amplamente desejável no Âmbito Social do Desenvolvimento Sustentável.

2.1.2 Eficiência Econômica

A ideia principal é a Produção, Distribuição e Utilização Equitativa das Riquezas produzidas pelo Homem. Promove as condições que permitem maiores níveis de desenvolvimento econômico em termos de recursos e de utilização de mão de obra, alcançando melhoras significativas no bem-estar das populações.

2.1.3 Responsabilidade Ambiental

Um modelo de desenvolvimento que respeite a Capacidade de Carregamento dos Sistemas Ambientais, para Conservar e Reciclar os Recursos, reduzindo o consumo de recursos e a geração de resíduos.

Para que exista um Desenvolvimento Sustentável integral, os três pilares da sustentabilidade devem estar presentes em todas as atividades da sociedade. Sendo o transporte um dos aspectos mais importantes no dia a dia das pessoas, este não pode ignorar os três pilares da sustentabilidade.

2.2 Mobilidade Urbana Sustentável

A Mobilidade Urbana Sustentável tem sido tratada por diferentes autores, sempre levando em conta os três pilares do Desenvolvimento Sustentável. Black

(2000) adapta a definição dada pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, 1987) ao campo dos transportes e diz que Transporte Sustentável é satisfazer as necessidades de transporte atuais, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades de transporte. Para tanto, Black afirma que nesta definição estão implícitas cinco dimensões:

1. Atualmente, 93 por cento do consumo mundial de energia, no setor de transportes, decorrem de derivados de petróleo (IEA, 2013) e este é um recurso finito. No Brasil o Transporte Rodoviário consome 90 por cento dos derivados de Petróleo e Gás natural, destinados ao setor Transporte (MME, 2013).
2. A Alta Produção de Gases de Efeito Estufa, gerados pelo transporte contribuem ao aquecimento global;
3. Os Congestionamentos são um problema que afeta aos sistemas de transporte ao redor do mundo. Os Congestionamentos Aumentam a Poluição e Agravam o problema de Escassez de Combustíveis;
4. Os Acidentes e Fatalidades geradas pelos Sistemas de Transporte;
5. O sistema de transporte deve ser criterioso no Uso da Terra, para não gerar altos custos de construção e valorização do uso do solo que provoquem Exclusão Social.

Nestas cinco dimensões enunciadas se observam alguns dos principais impactos gerados pelo transporte no que se refere às questões de sustentabilidade. Litman e Burwell (2006) classificam estas cinco dimensões dentro dos três pilares do Desenvolvimento Sustentável, respectivamente: Econômico, Social e Ambiental e

ampliam os impactos que o transporte e a mobilidade urbana geram sobre a Sustentabilidade. Estes são apresentados na tabela 2.1.

Deve-se ter em conta que os pilares do Desenvolvimento Sustentável se sobrepõem entre si. Por tanto, alguns dos impactos sobre a Sustentabilidade enunciados por Litman e Burwell, apresentados na tabela 2.1, podem ter efeitos não só no pilar em que foram classificados. Por exemplo, o Custo do Usuário não só tem efeitos no âmbito econômico, podendo ser também classificado como um impacto social.

Tabela 2.1 – Impactos do Transporte e a Mobilidade Urbana sobre a Sustentabilidade

Econômicos	Sociais	Ambientais
Congestionamento	Iniquidade dos Impactos	Poluição do Ar e da Água
Barreiras à Mobilidade	Mobilidade Diferenciada	Mudanças Climáticas
Custo de Acidentes	Impactos na Saúde Humana	Perda do Habitat
Custo de Equipamentos de Transporte	Desagregação de Comunidades	Impactos Hidrológicos
Custo do Usuário	Queda na Qualidade de Vida	Redução de Recursos Não Renováveis
Redução de Recursos Não Renováveis	Impactos na Estética do Ambiente	

Fonte: (Litman e Burwell 2006)

Balassiano (2007) assegura que estes impactos do transporte sobre a sustentabilidade são reconhecidamente graves. Independentemente do nível de desenvolvimento de um país estes impactos precisam ser considerados para almejar reduzir os efeitos danosos e melhorar as condições de mobilidade sustentável nos transportes. Balassiano reafirma também a complexidade do problema e admite que o principal desafio a ser enfrentado não é estabelecer quais são as soluções mais

adequadas para cada caso específico, e sim considerar e incorporar metas que visem atingir a sustentabilidade, principalmente em países que têm como foco principal atingir de forma rápida níveis de desenvolvimento satisfatórios.

No Sistema de Transporte Atual o custo do excesso de veículos privados nas ruas é o principal inimigo da sustentabilidade. O rápido crescimento do número destes veículos em circulação tem consequências graves e significativas para as cidades e as pessoas que habitam nelas. A Agência Alemã de Cooperação Técnica, (GTZ, 2009) apresenta uma lista dos impactos associados ao planejamento orientado aos veículos particulares e que afetam negativamente sobre a qualidade de vida urbana, são 11 aspectos distintos discriminados abaixo:

1. Qualidade do Ar: As emissões ameaçam constantemente a saúde humana e o meio ambiente natural com múltiplos efeitos que incluem aquecimento global, problemas de saúde e apodrecimento das edificações. Os veículos são os responsáveis do ao redor de 25 por cento das emissões de CO₂ baseadas em fósseis;
2. Ruído e vibração: O ruído afeta amplamente a produtividade e a saúde humana. O transporte urbano é uma das principais fontes de poluição sonora urbana;
3. Acidentes: Segundo a Organização Mundial da Saúde (2013) 1,24 milhões de vítimas fatais se apresentaram nas estradas ao redor do mundo;
4. Coleta de lixo: A coleta de veículos e/ou peças de veículos contribui aos problemas de aterros sanitários;
5. Congestionamentos: O tempo gasto no trânsito afeta a qualidade de vida da população e a produtividade em geral;
6. Seguridade energética: A dependência energética da mobilidade baseada em derivados do petróleo afeta a seguridade energética nacional;

7. Eficiência econômica: O congestionamento do trânsito, poluição e acidentes resultam em significativos custos diretos e indiretos. Estes custos reduzem o capital para outras inversões;
8. Divisão urbana: As vias dividem as comunidades e inibem as interações sociais, isto tem um alto custo social;
9. Intrusão visual: Os veículos, as vias e as áreas de estacionamento e outras infraestruturas para o transporte, afetam o entorno visual da cidade;
10. Perda de espaço vital urbano: As vias e infraestrutura para transporte motorizado consomem uma grande quantidade de espaço urbano, ameaçando espaços abertos existentes nas cidades que geralmente tem vocação para o lazer;
11. Competitividade: Centros tradicionais enfrentam a concorrência dos mercados menos congestionados de fora da cidade.

Embora as condições socioeconômicas dos países da União Europeia sejam melhores do que as apresentadas nos países em desenvolvimento e nos países emergentes, também são prejudicados por problemas associados ao incremento do tráfego urbano, principalmente ao uso excessivo do veículo particular. As cidades dos países em desenvolvimento precisam agir de modo a evitar a reprodução dos mesmos erros, que levaram as cidades de países desenvolvidos a experimentar os problemas mencionados anteriormente, os quais se devem ao planejamento favorável ao uso dos veículos particulares.

No caso do Brasil, os usuários de carro particular quando comparados com usuários de outros meios de transporte, são responsáveis pelo consumo de energia 9 vezes maior, de combustível 11 vezes maior, de despejar 14 vezes mais poluentes ao meio ambiente e de provocar 15 vezes mais acidentes de trânsito (AFFONSO, 2009).

Estes problemas de sustentabilidade causados pelos transportes continuam sem o emprego de medidas eficazes para sua superação. Então, Faz-se necessário criar e por em pratica uma nova visão sobre o desenvolvimento urbano, com o objetivo de transformar os sistemas de transporte em sistemas mais sustentáveis, visando melhorar a qualidade de vida da população (GUILARTE, 2006). O planejamento de transportes baseado na ampliação da oferta de infraestrutura, como obras viárias e novos espaços de estacionamento, requer grandes investimentos que não aumentam a qualidade de vida urbana nem muito menos a sustentabilidade dos transportes, uma vez que a ampliação de infraestrutura incentiva o uso de veículos particulares agravando o problema.

2.3 Problemas do Transporte Urbano.

Devido à alta densidade de ocupação das áreas urbanas, os problemas de poluição e degradação do meio ambiente são mais acentuados, prejudicando a qualidade de vida de seus habitantes. Grandes cidades precisam de vastas redes de infraestrutura para gerar e distribuir energia, água, esgoto, telecomunicações e transporte aos seus habitantes.

Por outro lado, o rápido crescimento demográfico da população urbana representa um agravante, principalmente, por acelerar o fenômeno de motorização, em especial o veículo particular. Este tem origem nas equivocadas políticas de planejamento urbano que favorecem o transporte particular individual sobre o transporte público coletivo.

2.3.1 Crescimento da População Urbana.

Segundo o Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA), nos últimos 60 anos a população mundial teve um crescimento de 172,4 por cento chegando a ser de 6,9 bilhões de pessoas. Além disso, no ano 2011, pela primeira vez, a população urbana superou a rural, atingindo o valor de 50,6 por cento do total da população mundial (UNFPA, 2011). As projeções indicam que para o ano 2050 a população urbana deverá atingir a cifra de 6,4 bilhões de pessoas o que representa 69,6 por cento do total da população mundial (ONU, 2007). Na figura 2.2 pode se observar a estimativa de inversão na distribuição da população Urbana e Rural no mundo desde o ano 1950 ate o ano 2050.

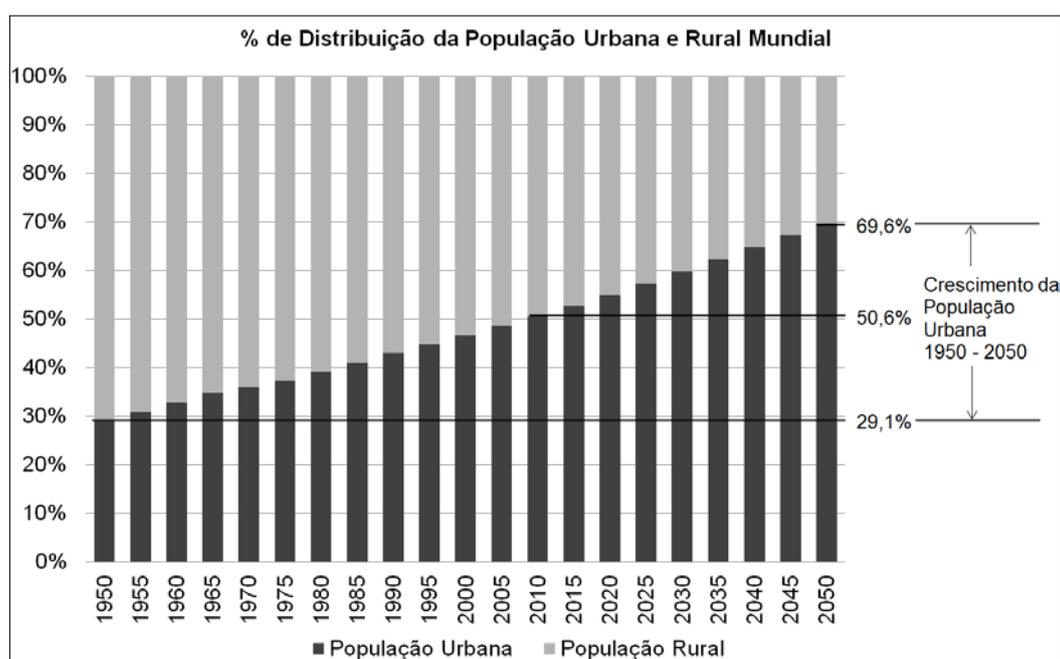


Figura 2.2 – Estimativas de evolução dos percentuais de População Urbana e Rural mundial no período de 100 anos (1950 a 2050). (ONU, 2007)

No caso da América Latina o panorama é ainda mais grave. Atualmente 471 milhões de pessoas habita nas áreas urbanas, estas representam 79,4 por cento da população total da região. A população urbana da América Latina supera em 28,8 por cento a média mundial (UNFPA, 2011). Para o ano 2050 espera-se que 683 milhões

de pessoas habitem nas cidades de América Latina, representando 88,7 por cento da população da região superando num 19,2 por cento à média mundial (ONU, 2007). A figura 2.3 se apresenta a estimativa da mudança na distribuição urbana e rural na América Latina do ano 1950 ao ano 2050.

O crescimento urbano na América Latina tem como característica a concentração da população em grandes centros os quais polarizam de sobremaneira o comércio, a cultura, o conhecimento e a indústria. Esta polarização de atividades continua com o círculo vicioso de atrair cada dia um maior número de pessoas das regiões rurais, geralmente mais pobres e com escassas oportunidades nos países da América Latina, com destino as grandes cidades.

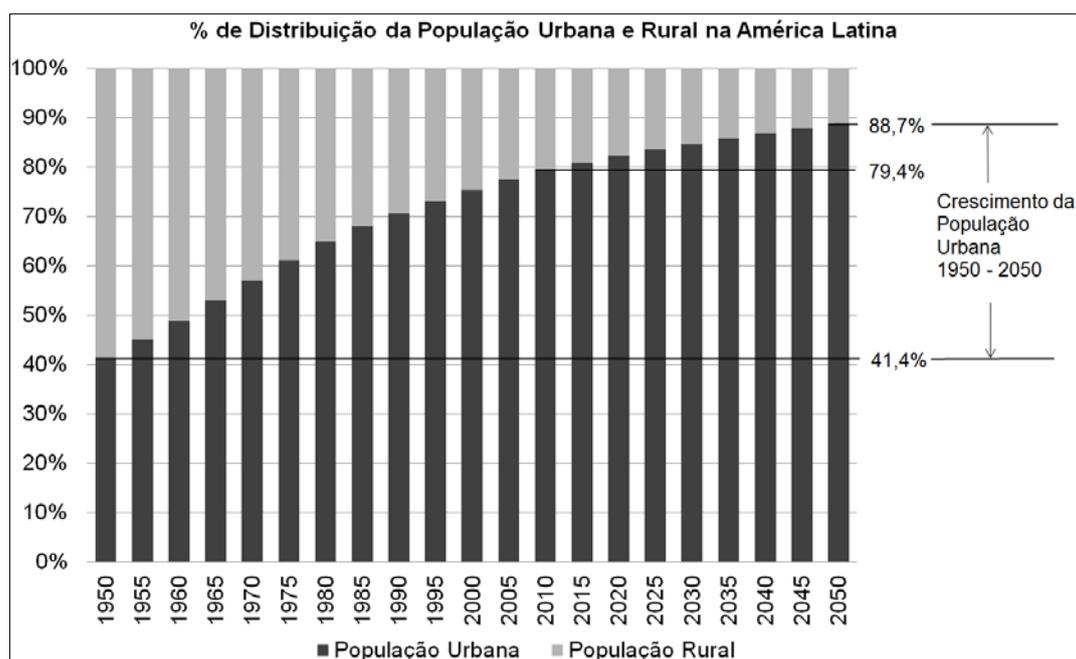


Figura 2.3 – Estimativas de evolução dos percentuais de População Urbana e Rural na América Latina no período de 100 anos (1950 a 2050). (ONU, 2007)

Segundo dados da UNFPA (2011), apresentados na tabela 2.2, no início da presente década existiam na América Latina 63 cidades com mais de um milhão de

habitantes, as quais concentravam 34 por cento da população total dos países da região e 43 por cento da população Urbana da região.

Tabela 2.2 – Número de Cidades de América Latina com mais de um milhão de Habitantes.

Ano	Número de cidades	População (mil)	Porcentagem da População de América Latina que habita cidades de mais de um Milhão de Habitantes	Porcentagem da População Urbana de América Latina que habita cidades de mais de um milhão de habitantes
1950	8	18.007	10.74%	25.98%
1960	11	30.067	13.66%	27.92%
1970	17	53.965	18.77%	32.92%
1980	27	87.231	23.94%	36.87%
1990	39	122.066	27.48%	38.89%
2000	50	160.482	30.68%	40.72%
2010	63	203.989	34.36%	43.29%
2020	76	255.508	38.74%	47.07%
2025	83	280.720	40.80%	48.86%

Fonte: Elaboração própria com dados da UNFPA, 2011

Observa-se a evolução da concentração da população da América Latina em cidades de Grande Porte. Para o ano 2010 aproximadamente a quinta parte da População Urbana de América Latina morava em cidades de mais de cinco milhões de habitantes. (Tabela 2.3)

Tabela 2.3 – Número de Cidades de América Latina com mais de 5 milhões de Habitantes.

Ano	Número de cidades	População (mil)	Porcentagem da População de América Latina que habita cidades de mais de 5 milhões de habitantes	Porcentagem da População Urbana de América Latina que habita cidades de mais de 5 milhões de habitantes
1950	1	5.098	3.04%	7.35%
1960	2	11.609	5.27%	10.78%
1970	4	31.130	10.83%	18.99%
1980	4	43.104	11.83%	18.22%
1990	5	56.033	12.61%	17.85%
2000	7	76.695	14.66%	19.46%
2010	8	93.847	15.81%	19.92%
2020	10	118.024	17.89%	21.74%
2025	11	129.805	18.87%	22.59%

Fonte: Elaboração própria com dados da UNFPA, 2011

Atualmente existem na região 8 grandes metrópoles de mais de cinco milhões de habitantes: Buenos Aires, Cidade do México, Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Lima, Bogotá e Santiago do Chile. Destas, Cidade do México (3ª) e São Paulo (6ª) estão no top 10 das cidades com maior população do mundo. A concentração tanto de população quanto de funções socioeconômicas e administrativas, em umas poucas cidades, tem sido característica da região desde a metade do século passado.

Contudo, da informação subministrada pela UNFPA, contida nas tabelas 2.2 e 2.3, pode-se inferir que na atualidade existe menor concentração da população nas cidades excessivamente grandes. Nos anos 70, das 53,97 milhões de pessoas que habitavam cidades de mais de um milhão de habitantes, 31,13 milhões habitavam cidades de mais de cinco milhões de habitantes, o que representa 58 por cento. Essa porcentagem caiu para 46 por cento no ano 2010, devido a que das 203,99 milhões de pessoas que habitavam cidades de mais de um milhão de habitantes, 93,85 milhões habitavam cidades de mais de cinco milhões de habitantes. Isto quer dizer que a relação entre cidades de cinco ou mais milhões (≥ 5 milhões) de habitantes e cidades entre um e cinco milhões (≥ 1 e < 5 milhões) de habitantes é menor na atualidade, se comparada com a mesma relação no ano de 1970. O valor de 46 por cento na relação tende a manter-se até o ano 2025 segundo as projeções de população da UNFPA.

O anterior nos diz que os grandes centros urbanos tem tido um crescimento menos acelerado que os centros de tamanho intermediário e menor que integram os sistemas urbanos nacionais. As grandes áreas metropolitanas (Cidade de México, São Paulo, Rio de Janeiro, Buenos Aires, Bogotá, entre outras) tem perdido importância

relativa dentro dos principais contextos urbanos nacionais, situação que não corresponde ao crescimento demográfico observado até os anos 70.

Embora a porcentagem de população urbana continue crescendo em todos os países, o peso das cidades maiores em relação às secundárias está decrescendo, o que significa que a cada dia tem mais cidades com um grande número de habitantes que precisam soluções para os problemas de transporte. A grande quantidade de pessoas nas cidades, em procura de satisfazer suas necessidades, gera também uma grande quantidade de viagens cada dia. O crescimento desordenado das cidades torna maior a rede de atividades, e junto com um planejamento deficiente dos sistemas de transporte origina uma mobilidade urbana orientada principalmente aos modos rodoviários motorizados. Neste cenário, o veículo particular é considerado, equivocadamente, o mais eficiente na hora de aperfeiçoar a rede de atividades, em função de sua flexibilidade (LOPES, 2005).

Dita visão de eficiência faz, de forma errada, que o automóvel particular se converta no meio de transporte mais desejado por uma grande parte dos moradores de uma cidade. Este crescimento da quantidade de carros particulares e do seu uso é preocupante por ser o meio de transporte que produz a maior quantidade de externalidades negativas ao meio ambiente por passageiro transportado. Externalidades como poluição, acidentes de trânsito e congestionamentos, tornam insustentável o uso excessivo do veículo particular como meio de transporte.

Os congestionamentos, por sua vez, estimulam o aumento do número de motos no trânsito. Estas, devido sua instabilidade, pouca visibilidade, possibilidade de desenvolver altas velocidades ultrapassando veículos motorizados de maior porte, os inúmeros acidentes de moto nas cidades Brasileiras se transformam em uma verdadeira calamidade de saúde pública.

2.3.2 Crescimento da Frota Veicular

A habilidade de se transportar de um lugar a outro é fundamental para o desenvolvimento de uma cidade e seus habitantes. A associação de mobilidade com o uso do automóvel foi durante muito tempo um distintivo de progresso. Hoje o uso indiscriminado e crescente do automóvel gera impactos negativos econômicos, sociais e ambientais cada vez maiores devido às elevadas taxas de crescimento e à baixa capacidade que tem as infraestruturas existentes nas cidades de absorver a demanda.

I. Causas da Motorização

Vasconcellos (2000), aborda diferentes visões para explicar o crescimento da motorização apresentando as razões do porque da escolha do transporte individual pelas pessoas, quais sejam:

1. **Antropológica:** Trata o carro como símbolo de status, poder e riqueza. Evidência a tendência humana de receber do seu grupo social reconhecimento pelo seu esforço individual, traduzido na aquisição do carro.
2. **Política:** Faz uma correspondência entre a privacidade, liberdade e possibilidade da escolha da hora do percurso e destino da viagem do indivíduo. Defende a aquisição do carro particular usando argumentos como a expectativa de circulação livre dentro de um espaço coletivo e as políticas liberais e de propriedade privada.
3. **Psicológica:** Relaciona-se com as ideias de privacidade com mais segurança, liberdade, confiança própria e prazer pessoal. O automóvel adquire o papel gerador de ditas emoções ligadas ao prazer estético de dirigir.
4. **Econômica:** Propõe que a utilidade real do automóvel é o principal fator explicativo da sua valorização. A decisão de adquirir um automóvel é a

consequência natural de comparar custos e benefícios entre varias oportunidades de consumo.

Estas visões são aproveitadas pelo setor de marketing da indústria automobilística para seu próprio benefício, eles inundam os meios com campanhas publicitarias que promovem a compra de automóveis em detrimento de outros meios de transporte, baseando-se principalmente nas visões políticas e psicológicas.

A figura 2.4 é um claro exemplo do tipo de publicidade usada. Com a frase: “Livre-se do velho e evolua ao novo” e as imagens de outros meios de transporte, tentam vender a ideia que usar o veículo particular deixando de lado outros meios de transporte, é evoluir, melhorar na qualidade de vida.

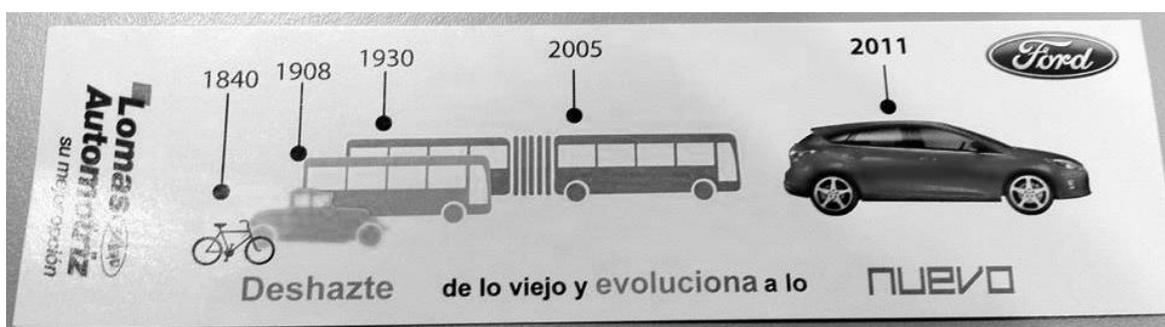


Figura 2.4 – Campanha publicitaria pró-veículo particular no México.

Embora as visões explicitadas por Vasconcellos (2000) oferecem uma aproximação às razões pelas quais os indivíduos tendem a favorecer a escolha do carro particular, estas não dão uma explicação completa das causas da motorização, dado que não é suficiente explicar o fenômeno desde o ponto de vista do marketing e as necessidades de consumo da população.

O incremento do uso do automóvel particular pode também se explicar como o resultado de políticas públicas inexistentes ou mal elaboradas, que criam o ambiente

propício para o uso do automóvel particular. Na América Latina existem vários exemplos que ilustram esta realidade, alguns são:

1. **Política de preços e subsidio a gasolina:** O controle dos governos ao preço da gasolina não faz que este reaja as variações do mercado internacional do petróleo (REYES, 2011). Esta política de estabilidade de preços reduz as despesas do uso do veículo particular por quilômetro percorrido, o qual estimula sua compra e excessiva utilização. A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) diz que manter o subsidio é uma política de gasto ineficiente com efeitos de desigualdade para a população. Segundo Acquatella e Altomonte (2010) os subsídios aos combustíveis são regressivos, dado que estes beneficiam a população de maior renda, que são a parcela da população que faz maior uso do veículo particular como meio de transporte e que representa apenas 1/5 do total nos países de América Latina.
2. **Falta de normas para o desestímulo do uso de automóveis:** O espaço público é um recurso escasso e a aplicação de políticas tributárias por usufruir este, desestimulariam o uso de veículos particulares. Por exemplo: Criar impostos para reduzir o número de vendas do automóvel particular. Neste caso, o imposto deveria ser progressivo, pois as maiores cargas tributárias recaem sobre aqueles que têm os veículos de maior valor, geralmente a camada de população de maior renda. Outros custos não levados em conta são a ocupação de espaços públicos utilizados para circulação e estacionamento dos automóveis. Para tanto, seria conveniente o uso de pedágios e parquímetros, respectivamente.

3. **Gastos públicos em infraestrutura para o transporte privado:** Durante muitos anos a visão tradicional consistia em resolver os problemas de congestionamento provendo as cidades de mais infraestrutura para o transporte particular, principalmente vias destinadas à circulação e estacionamentos. Estas intervenções não solucionam o problema ao invés disto, elas tendem a piorá-lo. Litman (2001) compara o tráfego urbano com um gás, devido a que este se expande até ocupar todos os espaços vazios. Novas infraestruturas para o transporte privado tendem a atrair tráfego de outras rotas, horários e modos ao tempo que animam a mais e cada vez mais longas viagens, este fenómeno é conhecido como demanda induzida.
4. **Políticas econômicas e comerciais:** Diferentes políticas comerciais aplicadas por governos da América Latina tem afetado o índice de motorização na região. Políticas de abertura comercial e tratados de livre comércio nos anos 90, em países como México e Colômbia tem incrementado a importação de veículos. No Brasil no início da década de 70, políticas que buscavam o crescimento da economia abriram as portas a grandes indústrias automobilísticas, as quais tinham como objetivo a fabricação de automóveis em larga escala, no país, estas políticas continuam até hoje (LOPES, 2005). Até hoje, esta política de estímulo instalações de montadoras estrangeiras de veículos continua em voga no País.
5. **Falta de regulação na urbanização:** A urbanização acelerada e desordenada das cidades da América Latina tem contribuído para a expansão urbana com reflexos no crescimento da motorização, ampliando o congestionamento. Por outro lado, a população de baixa renda é prejudicada devido seu deslocamento para áreas periféricas da cidade, aonde há dificuldade de acesso as atividades

básicas. As novas instalações habitacionais geralmente criadas na periferia da cidade não têm sido vinculadas à estrutura urbana existente, expandindo as urbes com padrões habitacionais dispersos e difusos. Escassa ou nula conexão da periferia com a infraestrutura de transporte público e deficiente acessibilidade a bens e serviços criam condições nas que a população que não tem capacidade de adquirir veículo particular é excluída ao não ter opções para se transportar. Falta de Políticas Públicas eficazes no controle do tipo de ocupação e densidade do uso do solo urbano, bem com prioridade para investimentos em Transporte Coletivo.

II. Cifras de Motorização

Embora o conhecimento dos diferentes e graves impactos ao meio ambiente provocados pelo uso abusivo do veículo particular, observa-se que o parque automotor vem crescendo com um grande ritmo na América Latina. A tabela 2.4 apresenta a quantidade de veículos novos por cada 1000 habitantes que foram vendidos em alguns países da América Latina. Este fato demonstra a tendência ao incremento do parque automotor.

No Brasil segundo Claudio Motta (2013), com dados do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre 2000 e 2010 a população aumentou 20,9 milhões (12,3%), enquanto a frota no país cresceu 41,8 milhões (122%), dois veículos novos a cada bebe nascido no Brasil.

Além do elevado acréscimo de veículos novos a cada ano, nos países da América Latina, observa-se também a entrada de veículos de segunda mão. No México no ano 2005 eliminaram-se todas as restrições para a importação de veículos usados no marco do tratado de livre comercio com os Estados Unidos o que

ocasionou a entrada de 2,5 milhões de veículos particulares usados, que representam uma pequena proporção do parque automotor dos EUA (232 milhões no ano 2005), mas uma grande proporção para o parque automotor existente no México (22 milhões no ano 2005). (DAVIS; KAHN, 2008)

Tabela 2.4 – Evolução da Motorização na América Latina. Veículos Novos por 1000 habitantes.

País	2009	2010	2011
Argentina	12,8	15,5	21,4
Chile	10,7	16,9	19,4
Brasil	15,7	18,4	17,7
Uruguai	7,8	12,7	16,9
Equador	6,7	9,3	9,7
México	7,2	7,6	7,9
Colômbia	4,1	5,6	7,0
Venezuela	4,8	4,3	4,2
Peru	2,7	4,0	4,9
Paraguai	1,9	2,9	4,6
Rep. Dominicana	1,4	2,1	1,9
Honduras	1,0	1,2	1,3
Panamá	9,3	10,8	NA
Bolívia	0,6	0,6	NA

Fonte: ALADDA

Uma frota de veículos velhos, acompanhada de práticas inadequadas de manutenção e provas limitadas de inspeção aos veículos, faz que os impactos da motorização em países da América Latina sejam piores que os impactos em países desenvolvidos com níveis de motorização bem superiores.

Veículos velhos consomem mais peças e mais combustíveis, além de poluírem mais o ambiente. Também se tornam mais perigosos e propícios a acidentes, já que seus componentes desgastados muitas vezes são mantidos em uso até a exaustão, por falta de obrigação de manutenção preventiva e/ou de fiscalização rigorosa por parte do Poder Público. Contribuindo assim para o agravamento da poluição e os

acidentes de trânsito. Os motivos citados acima são mais do que suficientes para estabelecer a proibição da importação de veículos usados de outros países.

Elevadas taxas de crescimento da população e motorização, implicam um forte desafio para as políticas convencionais de planejamento urbano, e especialmente para as referentes à mobilidade, que têm sido focadas na provisão de infraestrutura.

No Brasil prioriza-se uma política equivocada de Oferta de Infraestrutura para o Transporte Particular em detrimento de opções de Transporte Coletivo e não Motorizado, o que estimula o uso do carro particular.

2.4 Principais Modos de Transporte Urbano

Sabendo que o Transporte Público Coletivo é fundamental para conseguir Transporte Urbano Sustentável, a continuação descrevem-se os principais modos de Transporte que são usados no mundo. Estes modos são amplamente usados nas cidades objeto de esta dissertação.

2.4.1 Metrô

Sistemas de metrô existem em cerca de 100 cidades em todo o mundo. Em grandes cidades, como Nova York, Tóquio e Moscou, metro é o modo básico, prestando serviços em uma rede extensa de servir toda a cidade. Sem metrô, essas cidades não poderiam existir em sua forma atual, porque nenhum outro modo poderia transportar grandes volumes de passageiros de forma tão eficiente.

O metrô é um sistema de transporte ferroviário elétrico totalmente segregado, o que faz possível que sejam operados trens de até 10 carros com a máxima velocidade

possível entre estações. Com até 40 portas, plataformas ao nível de chão e cobrança de tarifa fora da área de embarque, trens de metrô podem embarcar grandes volumes de passageiros durante os curtos períodos de permanência nas estações (a taxas tão elevadas quanto 40 pass/seg). Esta característica contribui para a alta eficiência e velocidade de deslocamento do metrô.

A velocidade média de operação do metrô varia de 30 km/h nas redes urbanas do interior, a 60 km/h nos sistemas regionais e estendidos, como os sistemas de San Francisco e Washington. A capacidade pode chegar até 80.000 pass/hora/sentido em sistemas de alta capacidade, como Tóquio , Hong Kong e Nova York.

2.4.2 BRT

O BRT nasceu o início da década de 1970 quando o prefeito de Curitiba (Brasil) criou o sistema de corredores exclusivos para ônibus articulados com alta capacidade de transporte de passageiros. O nome de BRT foi adoptado ao chegar à experiência internacional. O impacto deste sistema na melhoria do trânsito urbano foi tão significativo a ponto se ser exportado para outros países. O BRT proporciona qualidade de serviço similar à de o transporte público ferroviário, com baixos custos e maior flexibilidade.

A capacidade do BRT depende das diferentes características do projeto operacional. Múltiplas posições de paradas nas estações, serviços expressos, veículos articulados ou biarticulados com múltiplas portas, portas largas, pagamento e controle fora do ônibus, plataformas de embarque em nível e estações espaçosas. Todos os anteriores são características que ajudam a descongestionar a área das estações, conduzir a rápidos embarques e desembarques de passageiros e trazem grandes ganhos em termos de velocidade e capacidade.

O sistema BRT de maior capacidade consegue atender até 42.000 pass/hora/sentido. Um BRT padrão, sem faixas de ultrapassagem para ônibus expressos, transporta aproximadamente 13.000 pass/hora/sentido. A maioria de sistemas BRT atingem velocidades comerciais médias de 23-29 km/h (ITDP; MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008)

2.4.3 VLT

O Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), em inglês *Light Rail Transit* (LRT) é um sistema sobre trilhos que usa trens de 1 a 4 vagões articulados, pode partilhar espaço com o tráfego restante, geralmente opera parcialmente segregado do tráfego. Esta separação torna o VLT em grande parte independente do congestionamento do tráfego, permite-lhe maior velocidade de operação e serviço de confiança, também lhe dá uma imagem atrativa e presença na cidade, que é a sua grande vantagem sobre os ônibus.

O VLT é um modo de transporte, que por seus custos de desempenho e de investimento, esta entre o ônibus e o sistema de metrô. Suas principais características são:

- Dependendo da configuração individual de vagões pode ter capacidade de 150-800 espaços;
- As faixas podem ser aéreas, ao nível do solo ou subterrâneas;
- Os passageiros podem embarcar em pontos de parada muito simples, similares aos usados pelos ônibus;
- Pode viajar com tráfego de rua em baixa velocidade por uma curta distância, com média de 12 quilômetros por a hora, ou, eles podem funcionar com até 100 km/h

nas seções suburbanas de comprimento, com velocidades médias de linha de 40-50 km/h.

- Capacidade de linha pode ser de 3.000 a 20.000 lugares por hora.

2.4.4 Trólebus

Os Trólebus são geralmente os mesmos veículos usados como ônibus, regulares e articulados, com a diferença que eles são alimentados por eletricidade transmitida por cabo aéreo suspenso sobre o seu trajeto. Os veículos requerem um investimento maior do que ônibus a diesel, mas eles também têm vida de 50-75% mais tempo.

Em comparação com os ônibus com motor de combustão interna (diesel) os Trólebus têm as seguintes vantagens e desvantagens:

- + Maior e mais suave aceleração, devido a motores elétricos;
- + Muito maior capacidade de subida;
- + Viagem muito silenciosa;
- + Veículos com zero emissões;
- Requerem um maior investimento em linhas, bem como em veículos;
- As linhas não podem ser redirecionadas, o sistema tem pouca flexibilidade.

Dadas as suas características os trólebus são eficientes em cidades montanhosas, em áreas turísticas (onde o baixo ruído e a poluição são muito importantes) e em áreas onde a eletricidade é mais barata do que o petróleo.

2.4.5 Ônibus

Os ônibus representam a tecnologia de transporte público mais utilizada no mundo. Linhas de ônibus operam em praticamente todas as cidades do mundo que têm serviço de transporte Público. Inclusive em grandes cidades com transporte ferroviário operam extensas redes de ônibus, geralmente em linhas com volume de passageiros menores ou como alimentadores para as linhas ferroviárias.

O serviço de ônibus é fácil de introduzir ou modificar: serviço básico requer apenas a compra de veículos, garagem e manutenção e organização dos serviços. Os pontos de Parada ao longo das linhas são muito simples. Portanto, os ônibus representam o modo de transporte mais econômico para as linhas levemente carregadas.

Geralmente operam em tráfego misto e têm uma capacidade de 8.000 a 10.000 pass/hora/sentido, sendo que um ônibus convencional tem uma capacidade de 80 passageiros por Veículo.

2.5 Gerenciamento da Demanda de Transporte

O Gerenciamento da Demanda de Transportes, TDM (de seu nome em inglês *Transportation Demand Management*) ou também chamado de Gerenciamento da Mobilidade, MM (de seu nome em inglês *Mobility Management*) se refere pontualmente ao conjunto de estratégias que visam melhorar o padrão das viagens (como, quando e por onde as pessoas viajam) com o objetivo de incrementar a eficiência dos sistemas de transportes, com prioridade para os Sistemas de Transporte Coletivos e limitar o uso abusivo do veículo particular, principalmente nos períodos de maior volume de tráfego (VTPI, 2010).

Desse modo, o TDM pretende incentivar o uso de alternativas que geram menor impacto sobre a rede viária; além de desestimular o uso excessivo do carro particular e reorganizar o espaço urbano. Medidas nesta direção devem ser amplamente usadas, em detrimento das intervenções exclusivas de expansão da infraestrutura (GUILARTE, 2006).

O conceito de Gerenciamento da Demanda de Transportes (TDM) foi desenvolvido ou adotado pelos Estados Unidos com o objetivo de evitar que o desperdício de combustível prejudicasse as necessidades de consumo da tropa militar em ação durante a segunda guerra mundial. (GUILARTE, 2006). Após o fim da guerra, nos mediados da década de 1940 o TDM foi interrompido e só voltou a ser aplicado no ano de 1973 com a crise do petróleo. A escassez de derivados resultou num aumento dos preços dos combustíveis que precisou de medidas que mitigaram os problemas. A promoção de serviços voluntários do tipo *carpools* (ou carona programada para diferentes deslocamentos) foi incentivada como estratégia viável de economizar combustível, na falta de formas alternativas de transporte. (BLACK, 2000; GUILARTE, 2006; ROCHA *et al.*, 2006).

Atualmente existem inúmeras estratégias de TDM que usam várias abordagens para influenciar as decisões de viagem. Algumas visam melhorar as opções disponíveis de transporte; outras oferecer incentivos para mudar o modo, tempo ou destino de viagem; outras melhorar a acessibilidade e o uso do solo. O Instituto de Políticas de Transporte de Victoria, Canadá, (VTPI, 2010) descreve uma série de estratégias de TDM, as quais estão resumidas na tabela 2.5.

Usar excessivamente o veículo particular em detrimento de opções de transporte público coletivo é uma das principais causas de congestionamentos nas

idades, isto devido à elevada ocupação da infraestrutura existente e à baixa capacidade de transporte de passageiros que tem o veículo particular. Também, o uso de combustíveis poluidores converte em grande medida ao veículo particular em responsável da poluição urbana. Os congestionamentos e a poluição provocados pelo uso excessivo de veículo particular afetam de sobremaneira a mobilidade sustentável.

Tabela 2.5 – Estratégias do Gerenciamento da Demanda de Transporte (TDM)

Melhorar e diversificar opções de Transporte	Medidas Econômicas	Uso do Solo	Outros Programas
<ul style="list-style-type: none"> • Melhorias de Transporte Público Coletivo • Incentivos ao Transporte não Motorizado • Programa de Carona Solidaria • Horários Flexíveis de Trabalho • Faixas com Prioridade para Veículos de Alta Ocupação • Teletrabalho ou trabalho a distância • Melhorias ao Serviço de Taxi • Integração Bicicleta/Transporte Coletivo • Carona Garantida de Ida e Volta a Casa 	<ul style="list-style-type: none"> • Tarifação Rodoviária • Tarifação Baseada na Distancia • Tarifação De Estacionamentos • Seguro Do Veículo Proporcional à Quilometragem Rodada • Impostos aos Combustíveis • Incentivos Tributários para Empresas que promovam Formas Eficientes de Viajar ao Trabalho 	<ul style="list-style-type: none"> • Crescimento Inteligente • Novo Urbanismo • Localização Eficiente de Urbanizações • Gestão de Estacionamentos • Prioridade ao Transporte Público • Planejamento sem Automóveis • Moderação no Tráfego 	<ul style="list-style-type: none"> • Propaganda ao TDM • Gerenciamento do Transporte Escolar • Gerenciamento do Transporte de Carga • Gerenciamento do Transporte Turístico

Fonte: VTPI 2010

Enquanto estas condições permaneçam é indispensável o uso de estratégias que visem por atingir uma Mobilidade Sustentável. Estratégias de TDM que pretendem limitar o uso excessivo de veículos motorizados, principalmente particulares, serão abordadas nos seguintes capítulos. Estas são chamadas de Medidas de Restrição

Veicular inclui varias estratégias regulatórias que pretendem limitar o uso excessivo do automóvel em determinados períodos e/ou locais.

Entendendo que o uso excessivo de veículos particulares é inimigo da sustentabilidade nos transportes, as medidas de restrição veicular visam mudar diretamente o comportamento dos usuários de transporte particular. As medidas que serão estudadas nos capítulos seguintes são:

1. Restrição de Circulação de Veículos Motorizados por Rodizio de Placas
2. Pedágio Urbano

O estudo de estas medidas vai ser feito usando informação secundária levantada das agencias que administram o transporte nas cidades objeto de este estudo, as quais são: Cidade do México (México); Bogotá (Colômbia) e São Paulo (Brasil) no caso da restrição por Rodizio de Placas; e London (Inglaterra) e Singapura no caso do Pedágio Urbano.

Primeiro será feita uma descrição das principais características socioeconômicas das cidades e uma caracterização dos modos de Transporte Público que existem em cada um das cidades. (Capítulos 3 e 4).

No capítulo 5 serão apresentados dados de motorização, poluição e acidentalidade, levantados das agencias do estado que administram a mobilidade e os sistemas de transporte nas cidades objeto do estudo. Estes dados serão a base para a analise de como as restrições veiculares adotadas tem impactado a sustentabilidade no Transporte das cidades que as adotaram.

3 Restrição de Circulação de Veículos Motorizados por Rodizio de Placas

A Restrição de Circulação de Veículos Motorizados por Rodizio de Placas, conhecida como Rodizio Veicular no Brasil, é uma medida regulamentar cujos objetivos principais são a melhoria da qualidade do ar e a redução dos congestionamentos, baseando-se na redução do número de veículos motorizados usados. Para alcançar estes objetivos, tenta-se induzir aos motoristas para que mudem seus padrões de viagem, restringindo a circulação de veículos particulares motorizados, em determinadas áreas e horas do dia; deslocando viagens para outros modos e formas, como o transporte público, caronas solidárias, bicicleta ou a inclusive deslocamento a pé. Também se induz a mudar a hora ou o dia da viagem, ou a não fazer a viagem.

Esta medida reduz o número de veículos nas estradas, o que proporciona o aumento da velocidade do tráfego e diminui a intensidade e frequência dos congestionamentos no tráfego, reduzindo o consumo de combustíveis e a poluição atmosférica. A restrição de circulação é feita pelo último dígito do número da placa de licenciamento do veículo. A cada dia, veículos com placa de determinado final estão proibidos de circular em uma área da malha viária. Por exemplo, veículos nos quais o último dígito da placa é zero ou um não podem circular por determinada zona da cidade as segundas-feiras; e outros veículos com números diferentes não circulam os outros dias da semana. Geralmente esta medida é implementada como medida temporal durante emergências ambientais ou para reduzir os congestionamentos de tráfego durante a realização de megaeventos.

Varias cidades ao redor do mundo tem adotado o Rodizio Veicular como medida para melhorar seu transporte urbano. As três mais duradoras e bem

documentadas experiências, embora cada uma de elas com objetivos diferentes são: Cidade do México (México); Bogotá (Colômbia) e São Paulo (Brasil). Em todos os casos, esta medida tem sido aplicada em combinação com outras que visam uma maior sustentabilidade nos sistemas de transporte.

Na cidade do México, o rodizio veicular, conhecido como Hoje Não Circula (*Hoy no Circula* em espanhol), foi parte de uma grande iniciativa para melhorar a qualidade do ar, a qual envolvia um programa de controle de emissões veiculares, o qual obriga aos motoristas a comprovar e certificar seu veículo mediante a aplicação de avaliações técnicas nas que se determina a quantidade e qualidade das emissões poluentes.

Em Bogotá o rodizio veicular chama-se “Pico e Placa” e junto com este foram feitos grandes investimentos num plano de melhoramento do sistema de transporte. Foi construído o sistema de BRT², denominado *Transmilenio*, e uma rede de ciclovias que hoje é de 380 [km] aproximadamente, além de infraestrutura adequada para pedestres nas principais vias da cidade, tudo com a intenção de promover uma mudança para modos de transporte mais sustentáveis. São Paulo introduz um estrito sistema de controle de emissões veiculares ao mesmo tempo em que introduz o Rodizio Veicular.

A seguir são descritos mais detalhadamente os Sistemas de Transporte e as Medidas de Restrição Veicular das cidades de México, Bogotá e São Paulo.

² BRT (Bus Rapid Transit) nasceu o início da década de 1970 quando o prefeito de Curitiba criou o sistema de corredores exclusivos para ônibus articulados com alta capacidade de transporte de passageiros. O nome de BRT foi adotado ao chegar à experiência internacional. O impacto deste sistema na melhoria do trânsito urbano foi tão significativo a ponto de ser exportado para outros países.

3.1 Cidade de México

A área metropolitana da cidade do México denominada Zona Metropolitana do Vale do México, ZMVM³, é a maior e mais densa área metropolitana no país e a terceira mais populosa do mundo. Para o ano 2010, a ZMVM tinha uma população de 20,12 milhões de habitantes, um área total de 7.866,1 [km²], sendo 2.168 [km²] de área urbana, e uma densidade média urbana de 160,1 [hab/há] (CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN, 2012). A cidade concentra a economia mais importante do país, produzindo 35 por cento do PIB nacional, destacando-se nos sectores de comércio e de serviços.

3.1.1 Sistema de Transporte Público

O sistema de transporte da cidade de México e da ZMVM é de responsabilidade do Governo Federal do México através de diferentes instituições e/ou empresas públicas as quais gerenciam os diversos modos de transporte, quais sejam: “*Sistema de Transporte Colectivo*” encarregada do metrô; “*Metrobus*” encarregada do BRT; “*Red de Transporte de Pasajeros del D.F. (RTE)*” administradora do sistema de ônibus; “*Servicio de Transportes Eléctricos del D.F.(STE)*” encarregada dos trólebus⁴ e do VLT⁵; “*Secretaría del Medio Ambiente*” encarregada das ciclovias, construção e manutenção, e dos programas em procura do um maior uso da bicicleta.

Com dados obtidos dos sites oficiais das diferentes empresas mencionadas acima e que gerenciam o sistema de transporte da ZMVM a continuação se descreve algumas características do sistema de transporte e dos modos que o compõem.

³ Zona Metropolitana del Valle de México

⁴ Trólebus é um ônibus movido com eletricidade que é transmitida por cabos que se encontram suspensos durante o percurso.

⁵ VLT (Veículo Leve sobre Trilhos) é um sistema de transporte urbano e suburbano sobre trilhos que usa equipamentos mais leves que os trens metropolitanos e o metrô.

I. Metrô

A ZMVZ é servida pelo *Sistema de Transporte Colectivo Metro*, a rede de sistemas metrô mais extensa de América Latina. O sistema possui 12 linhas, 195 estações e uma extensão de 225,9 [km]. Segundo o site do *Sistema de Transporte Colectivo Metro* para o período de janeiro a março do ano 2013 o sistema teve uma demanda de 4,4 milhões de passageiros/dia, só superado em demanda pelos metrôs de Moscou, Nova York e Tóquio.

II. Bus Rapid Transit (BRT)

O nome do BRT que opera na cidade de México é "*Metrobus*". Este sistema funciona desde o ano 2005 e atualmente conta com quatro linhas que servem ao distrito federal. O *Metrobus* tem uma extensão de 105 [km], conta com 5 linhas, 113 estações e atualmente possui uma demanda de 800 mil [pass/dia].

III. Trólebus e VLT

O trólebus e o VLT são administrados pela empresa chamada *Servicio de Transportes Eléctricos del D.F.(STE)*. O Trólebus tem ligações com os principais terminais de ônibus da cidade e tem integração com outros modos como o metrô, BRT e VLT. Conta com oito linhas de operação em serviço, uma extensão de 203,64 [km], inclui os corredores de zero emissões poluentes: "Eixo Central" que transporta ao redor de 120 mil [pass/dia]; "Eixo 2 - 2A Sul" com 20 mil [pass/dia] e o novo corredor zero emissões Bus - Bici "Eixo 7 - 7A Sul" que foi inaugurado o dia 1º de novembro de 2012. O VLT opera na zona sul da cidade do México, tem uma extensão de 13 [km], 16 estações intermedias, dois terminais e 20 trens dobros com dupla cabina de comando com capacidade de 374 passageiros por unidade e 60 mil [pass/dia].

IV. Ônibus

O Transporte Público Coletivo Tradicional refere-se ao sistema de ônibus da ZMVM. Este se encontra dividido para seu funcionamento em dois grupos:

O primeiro é administrado pela *Red de Transporte de Pasajeros (RTP)* com uma frota de 1400 veículos, das quais operam 1140 ao dia, são 100 rotas disponíveis que abarcam uma extensão de 3061 [km] e percorrem ao redor de 250 mil quilômetros ao dia, transportando 750 mil passageiros por dia útil.

O segundo grupo esta composto por nove empresas concessionarias que possuem uma frota de 1197 veículos, cobrem 97 rotas com uma extensão de 3.000 [km] e transportam 1,2 milhões de passageiros por dia útil.

V. Taxis

A frota está composta por 102.110 unidades, das quais 90 por cento são taxis livres circulando pela cidade e o 10 por cento restantes estão estacionados em pontos predeterminados. Os taxis na ZMVM diariamente atendem 1,1 milhões de viagens.

VI. Bicicletas

A ciclovia da cidade do México nasce no ano 2003 quando se decide sua construção como parte das obras de compensação ambiental pela construção do *Distribuidor de San Antonio*, um viaduto de grande impacto na cidade. Atualmente a ciclovia tem uma extensão de 64,88 [km] e esta sob a administração da Secretaria de Meio Ambiente da Cidade do México. Foram criados dois programas com o objetivo de persuadir à população a alterar o modo de deslocamento substituindo o veículo motorizado pela bicicleta em suas viagens cotidianas. Para tanto foram criados os dois seguintes programas:

1. **Muda de Carril e Movimento-se de Bicicleta** é o primeiros programas (em espanhol denominado *Cambia de Carril y Muévete en Bici*) foi implementado no ano de 2007 para difusão de atividades educativas nas comunidades, salientando a importância do uso da bicicleta como um meio de transporte mais sustentável.
2. **Ecobici** teve início no ano 2011 e foi o primeiro sistema automatizado de Bicicletas Públicas de aluguel na América Latina. Segundo cifras oficiais da SMA no ano 2012 o sistema contava com 1200 bicicletas e 90 estações.

3.1.2 Hoje Não Circula (HNC)

Devido aos altos níveis de poluição ambiental registrados no ano 1989, o Distrito Federal da Cidade do México junto com o Governo do Estado, decidiram, a partir de novembro 20 de 1989 aplicar na Zona Metropolitana do Vale de México a medida de Restrição Veicular, inicialmente temporal, conhecida como *Hoy No Circula* HNC. No dia 1º de março de 1990 estabeleceram-se os critérios para limitar a circulação de veículos automotores que usam gasolina ou diesel na ZMVM um dia à semana das 5 às 22 horas, com base no último dígito das placas do veículo. Ao longo dos anos ocorreram mudanças na Política de Restrição, estas são descritas na tabela 3.1. No primeiro semestre de 2013 a administração Pública do Estado de México instituiu a seguinte norma de funcionamento para a Restrição da Circulação de veículos motorizados:

1. Para os veículos de combustão interna matriculados no Distrito Federal e/ou o Estado do México foi proibida a circulação de segunda-feira a sábado das 5:00 às 22:00, com base no último dígito numérico da placa de matrícula, excetuando os veículos de transporte local público de passageiros cuja

restrição será das 10:00 às 22:00. A Tabela 3.2 apresenta os dias e os correspondentes dígitos das placas dos veículos com restrição à circulação.

Tabela 3.1 – Cronograma de Mudanças da Medida “Hoy no Circula” no México

Cronograma	
1984	Como resposta aos altos níveis de poluição no Valle de México inicia como iniciativa cidadã chamada Um dia sem auto (<i>Un día sin auto</i>), a qual propunha não usar o veículo particular um dia da semana. Foi impulsada pela agrupação ecologista " <i>Mejora tu ciudad</i> ".
1989	Devido aos altos níveis de poluição e como parte da estratégia para a temporada invernal, o dia 20 de novembro inicia oficialmente o programa " <i>Hoy No Circula (HNC)</i> ".
1990	Como resultado das extremas condições de poluição atmosférica, as autoridades estendem de forma permanente o programa HNC e não só para a temporada invernal. Estabelece-se o programa de verificação veicular.
1991	Inclui-se ao transporte público dentro do esquema HNC. Obrigava-se a estes veículos a descansar de forma alternada e de acordo ao último dígito de sua matrícula.
1992	Excetuam-se aos automotores que usam gás natural liquefeito ou gás natural comprimido, por ser menos poluentes.
1996	Introduzem-se os decalques 0, 1 e 2, com a finalidade de incentivar a renovação da frota veicular. Inclui-se a aplicação do dobro HNC para as decalques com o número 2 em situações de contingência ambiental. Os decalques representam os níveis de emissões poluentes dos veículos, sendo 0 para os menos poluentes e 2 para os mais poluentes.
1997	Iniciam-se exceções do HNC para veículos modelo 1993 ou posterior, por possuir conversor catalítico e emitir menos contaminantes. São classificados com decalque zero.
1998	Modifica-se o programa HNC para introduzir a decalque dobre zero a partir de 1999. Também se omitiu a verificação veicular para os dois primeiros anos de uso.
2008	O dia 5 de julho inicia-se a restrição veicular durante um dia sábado ao mês, aos veículos que possuam decalques com o número 2, dependendo do último dígito da matrícula.
2012	Modifica-se o programa HNC ao aplicar a restrição de circulação aos veículos com decalque com o número 2 em caso de manter-se uma pré-contingência até o terceiro dia. No caso de contingências aplicaria ao dia seguinte

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente, Estado de México.

2. Se o veículo não se encontra matriculado no Distrito Federal e/ou o Estado do México, além da proibição enunciada anteriormente, deve deixar de circular das 5:00 às 11:00 nos dias úteis restantes.

Tabela 3.2 – Funcionamento da Medida “Hoy No Circula” da Cidade do México.

Dia da semana	Dígitos restritos de circulação
Segunda-feira	5 e 6
Terça-feira	7 e 8
Quarta-feira	3 e 4
Quinta-feira	1 e 2
Sexta-feira	9 e 0, junto com matriculas que careçam de números ou automotores com permissões de circulação
Primeiro sábado do mês	5 e 6
Segundo sábado do mês	7 e 8
Terceiro sábado do mês	3 e 4
Quarto sábado do mês	1 e 2
Quinto sábado do mês (se houver)	9 e 0, junto com matriculas que careçam de números ou automotores com permissões de circulação

Fonte: (SMA, 2012)

3. O programa “Hoy No Circula” tem as seguintes exceções:
- a) Os veículos que obtenham holograma “00” ou “0” como resultado da prova de verificação veicular.
 - b) Motocicletas de qualquer tipo
 - c) Veículos com matricula de veículo clássico, emitida pela autoridade competente.
 - d) Veículos nos que se mobilizem pessoas com deficiência física, com documentos emitidos pela autoridade competente.

- e) Os veículos destinados a serviços médicos, seguridade pública, bombeiros, resgate e proteção civil, serviços urbanos, serviço público federal de transporte de passageiros, unidades de qualquer tipo que atendam emergências médicas, veículos que a Secretaria do Meio Ambiente do Governo Federal determine, mediante convênios de redução dos níveis de emissões e veículos cujo peso e dimensões não possam ser verificados (tratores agrícolas, maquinaria de construção e minera).
- f) Veículos que portem placas de demonstração.
- g) Veículos de transporte escolar e de transporte de trabalhadores.
- h) Veículos estrangeiros ou de outros estados que portem cartão turístico vigente.
- i) Veículos cuja tecnologia impeça a aplicação da norma.

3.2 Bogotá

A cidade de Bogotá é a capital política e econômica de Colômbia, além disso, é a cidade mais importante e populosa do país. Segundo as projeções de população da Secretaria Distrital de Planejamento e baseando-se no censo geral do ano 2005, para o ano 2013 a população de Bogotá foi estimada em 7,67 milhões de habitantes, ocupando uma área total de 1.635,75 [km²], sendo 381,09 [km²] de área urbana e 37,68 [km²] de área de expansão. Bogotá produz 25 por cento do PIB do País.

3.2.1 Sistema de Transporte Público

O Sistema de Transporte da cidade de Bogotá teve nos últimos anos uma grande mudança com a entrada em funcionamento do Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá (SITP). Na mesma linha do que significo *Transmilenio*,

hoje referente dos sistemas BRT no mundo, o SITP pretende dar um passo à frente na organização do transporte público de passageiros na cidade de Bogotá. O principal objetivo do SITP é a integração tarifária e de operação dos modos de transporte existentes na cidade, especialmente ônibus, micro-ônibus, Transmilenio e o futuro metrô que se encontra na etapa de projeto de engenharia básica.

Bogotá baseia seu sistema de transporte Público no Sistema BRT denominado *Transmilenio*, o sistema de transporte coletivo de ônibus e micro-ônibus e o transporte público individual. A rede de ciclovias que possui a cidade também é uma opção viável para a mobilidade dos Bogotanos. A continuação se apresentam algumas características de estes modos de Transporte que compõem o SITP.

VII. *Bus Rapid Transit (BRT)*

Transmilenio é um sistema BRT (de seu nome em inglês *Bus Rapid Transit*) que funciona desde o ano 2000 na cidade de Bogotá. Atualmente tem 11 linhas troncais com uma extensão de 108 [km], 137 estações em funcionamento e 13 em construção. O sistema também conta com 135 linhas alimentadoras que têm uma extensão de 663 [km]. A demanda diária do sistema segundo o site oficial do Transmilenio foi de 2,27 milhões de passageiros/dia para o ano 2012 e espera-se uma média de 2,41 milhões de passageiros/dia para o ano 2013.

VIII. *Ônibus*

O Transporte Público Coletivo da cidade de Bogotá esta sendo reorganizado com a entrada em funcionamento do SITP. Atualmente encontra-se em uma etapa de transição, ao finalizar a implementação do SITP serão tirados das ruas aproximadamente 7650 ônibus velhos e o sistema contara com uma frota de 9829 veículos, que cobriram 399 rotas, além das 251 que cobre o sistema Transmilenio

entre rotas troncais e alimentadoras. As rotas do transporte público por ônibus em Bogotá vão se dividir em três tipos de serviços:

1. **Serviço Urbano:** circula pelas principais vias da cidade e se caracterizam pela sua cor azul. Este serviço possui 343 rotas e é servido por 9715 veículos.
2. **Serviço Complementar:** se mobiliza partindo ou com destino aos pontos de acesso ao serviço troncal, portais ou estações de Transmilenio. Existem 39 rotas que fazem este serviço e uma frota de 84 veículos.
3. **Serviço Especial:** tem como destino zonas periféricas da cidade, as quais não tinham cobertura pelo sistema de transporte da cidade. Este serviço possui 17 rotas e uma frota de 30 veículos.

IX. Taxis

Segundo a SDM (2012) na cidade de Bogotá a frota de taxis é aproximadamente de 51000 veículos dos quais 49000 possuem cartão de operação vigente, os veículos restantes são operam irregularmente. Os taxis mobilizam 1,1 milhões de passageiros/dia e percorrem 12,5 milhões de [km] ao dia.

X. Bicicletas

Bogotá conta com o sistema *CicloRuta*, o qual consiste de uma rede de vias exclusivas para a circulação de bicicleta de mais de 380 [km] e os programas de promoção da bicicleta como modo alternativo de transporte como são: a ciclovia dominical, a ciclovia noturna que se faz no mês de dezembro e a jornada conhecida como "*Dia Sin Carro*".

Segundo a Secretaria Distrital de Mobilidade de Bogotá (2012), entre os anos 2005 e 2011 o numero de viagens diários feitos em bicicleta passou de 285 mil a 450

mil, sendo os setores de baixa e média renda os que mais usam a bicicleta como meio de transporte. Os principais motivos de viagem são as viagens pendulares para trabalhar e estudar com uma distância percorrida de 7 [km] aproximadamente. O tempo médio gasto é de 25 minutos e a velocidade média é de 17 [km/h].

Atualmente a cidade trabalha na implantação de um sistema público de bicicletas, o qual se encontra em fase de testes.

3.2.2 Pico e Placa

A medida de Restrição Veicular da cidade de Bogotá conhecida como “*Pico y Placa*” foi implantada no ano de 1998, ano desde o qual tem tido diferentes modificações, como se apresenta na Tabela 3.3.

A Restrição foi posta em marcha dentro de um pacote de medidas de Gerenciamento da Demanda que incluíam a restrição da circulação de veículos em via arteriais da cidade para dar passo ao BRT *Transmilenio*, recuperação do espaço público para atividades de lazer e utilização de pedestres, aumento das áreas destinadas às calçadas, redução das áreas de estacionamento veicular e a construção de ciclovias e áreas verdes (ROCHA *et al.*, 2006).

O Pico e Placa foi criado com o objetivo de restringir a circulação de veículos em determinados horários e dias da semana com base no último dígito da placa do veículo. Vale salientar que, o horário de proibição e a quantidade de dígitos proibidos tem tido modificações desde a implantação da medida. Atualmente a política tem o seguinte funcionamento:

Tabela 3.3 – Cronograma Restrição Veicular da Cidade de Bogotá: “Pico y Placa”

Ato Legislativo	Objeto	Origem da matrícula	Horário de Restrição
Decreto 626 de julho de 1998	Implementa a restrição veicular	Indistinto	7:00 - 9:00 17:30 - 19:30
Decreto 715 de agosto 14 de 1998	Adiciona ao Decreto 626 de julho de 1998		
Decreto 124 de fevereiro 21 de 2000	Dia do não carro 24 de fevereiro de 2000	Indistinto	6:30 - 19:30
Decreto 1098 de dezembro 26 de 2000	Dia do não carro primeira quinta-feira do mês do fevereiro de todos os anos	Indistinto	6:30 - 19:30
Decreto 1099 de dezembro 26 de 2000	Mudança do horário de restrição	Indistinto	7:00 - 9:00 17:30 - 19:30
Decreto 007 de janeiro 14 de 2002	Estabelece horários diferentes para veículos matriculados em Bogotá	Bogotá Fora de Bogotá	7:00 - 9:00 17:00 - 19:00 6:30 - 9:00 17:00 - 19:00
Decreto 212 de julho 7 de 2003	Rotação anual de placas, a partir de junho 1 de 2004	Bogotá Fora de Bogotá	7:00 - 9:00 17:00 - 19:00 6:30 - 9:00 17:00 - 19:00
Decreto 180 de junho 11 de 2004	Por obras de manutenção se amplia o horário de restrição	Bogotá Fora de Bogotá	6:00 - 9:00 16:00 - 19:00 5:30 - 9:00 16:00 - 19:00
Decreto 198 de junho 30 de 2004	Unificação de horários de Restrição para matrículas de dentro e fora de Bogotá	Indistinto	6:00 - 9:00 16:00 - 19:00
Decreto 033 de fevereiro 5 de 2009	Ampliação do horário de restrição por execução de Obras, aumento da frota veicular, níveis de accidentalidade e de poluição,	Indistinto	6:00 - 20:00
Decreto 271 de junho de 2012	Modificação do horário da restrição veicular e exclusão de uma zona de baixa demanda.	Indistinto	6:00 - 8:30 15:00 - 19:30

Fonte: Secretaria Distrital de Mobilidade

1. Restringe a circulação de veículos automotores particulares, de segunda-feira a sexta-feira nos dias úteis, entre as 6:00 e 8:30 horas e entre as 15:00 e 19:30 horas. A proibição se faz da seguinte forma: dias úteis pares não circulam veículos cujo último dígito na placa finalize em número par (0, 2, 4, 6 e 8); Os dias úteis ímpares não circulam os veículos cujo último dígito na placa finalize

- d) Veículos fúnebres e/ou veículos adequados tecnicamente para traslado de féretros.
- e) Veículos nos que se mobilizem pessoas com deficiência física, com documentos emitidos pela autoridade competente.
- f) Veículos de empresas de serviços públicos domiciliários, devidamente identificados.
- g) Veículos destinados ao controle de tráfego.
- h) Veículos de revisão, atenção, prevenção e controle de emissões e esgotos usados pelas entidades competentes.
- i) Motocicletas
- j) Veículos blindados e veículos de escoltas cadastrados e autorizados pela superintendência de vigilância e seguridade privada.
- k) Veículos de meios de comunicação. Devidamente identificados.
- l) Veículos de autoridades judiciais que possuam alto risco de seguridade, prévio estudo das autoridades competentes.

3.3 São Paulo

São Paulo é a capital do estado do mesmo nome, situado no Sudeste do Brasil, a maior cidade do País e uma das maiores do mundo. Nos 1.523 [km²] de área do município, segundo o IBGE (2012) espalham-se aproximadamente 11,38 milhões de habitantes. A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) está composta por 39 municípios tem uma área de 7.947,3 [km²] e uma população de aproximadamente 20,7 milhões de habitantes o que a faz a região mais populosa da América Latina.

3.3.1 Sistema de Transporte Público

O sistema de Transporte da cidade de São Paulo e sua Região Metropolitana é gerenciado pela Secretaria dos Transportes Metropolitanos (STM) do Estado de São Paulo e a Secretaria Municipal de Transportes (SMT) da Cidade de São Paulo, mediante empresas públicas que administram os diferentes modos de transporte. Os diversos modos de transporte público e não motorizado que existem na RMSP são os seguintes:

I. Metrô

A linha 1 – Azul do metrô de São Paulo foi a primeira a ser inaugurada no ano de 1974. Atualmente o Metrô possui 70,6 [km] de extensão em 5 linhas e 64 estações e 164 trens. Destas 5 linhas, a linha 4 – Amarela com 5,3 quilômetros de extensão e 4 estações foi inaugurada em 2010 e a primeira e única a ser operada em regime de concessão pelo Consórcio Via Quatro, as outras 4 linhas são operadas pela Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô, propriedade do estado de São Paulo. Segundo cifras do STM (2013) o Metrô de São Paulo é responsável por cerca de 23 por cento das viagens em transporte coletivo, o que corresponde a mais de 4,5 milhões de passageiros/dia.

A Companhia do Metropolitano de São Paulo é responsável pela operação e expansão do transporte metroviário. Devido à alta capacidade do sistema o metrô é o principal articulador do transporte público na Região Metropolitana de São Paulo. Este sistema está integrado ao sistema de Trens Metropolitanos em seis estações: Barra Funda, Brás, Luz, Santo Amaro, Tatuapé e Corinthians-Itaquera. Também se integra com outros modos de transporte na cidade de São Paulo.

II. Trens Metropolitanos

A CPTM foi criada no ano 1992 com o objetivo de administrar os sistemas de trens urbanos da Região Metropolitana de São Paulo, que até então eram operados pela Companhia Brasileira de Trens Urbanos (CBTU) e pela Ferrovia Paulista S/A (Fepasa). Atualmente operam seis linhas, 89 estações, e possui uma frota de 127 trens programada para atuar na hora pico, percorrer 260,8 [km] e servir 22 municípios, dos quais 19 encontram-se na RMSP. Este sistema transporta cerca de 2,7 milhões de passageiros/dia, o que corresponde a 14 por cento das viagens realizadas por transporte coletivo na RMSP (STM, 2013).

III. Ônibus

O sistema de ônibus é responsável pelo 63 por cento das viagens em transporte coletivo da RMSP (STM, 2013). O sistema é administrado por duas empresas, quais sejam:

1. **São Paulo Transportes (SPTrans):** Encarregada do Sistema Municipal de Transporte que é composto por uma rede integrada criada em 2003 pela Secretaria Municipal de Transportes. Para facilitar a organização das linhas, a cidade foi loteada em oito áreas, cada qual identificada com uma cor diferente e cuja operação é administrada conjuntamente por um consórcio e uma cooperativa. Cada área está composta por dois subsistemas:
 - a) Subsistema Estrutural, formado por linhas operadas por veículos de médio e grande porte (articulados, biarticulados e comuns), destinadas a atender altas demandas e integrar diversas regiões às áreas centrais da cidade. É a espinha dorsal do transporte coletivo.

- b) Subsistema Local, que alimenta a malha estrutural e atende aos deslocamentos internos nos sub-centros com linhas operadas por ônibus comuns e veículos de menor porte, como micro e mini ônibus.

Segundo cifras da SPTrans o Sistema de Ônibus do Município de São Paulo tem uma media de 9,7 milhões de [pass/dia], possui uma frota cadastrada de 15.000 ônibus que usam 4.454 [km] do sistema viário. O município tem sete corredores exclusivos de ônibus, 28 terminais municipais, um terminal intermunicipal, cerca de 19.000 paradas demarcadas por totens⁶ indicativos ou coberturas.

2. **Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU):** Gerencia os sistemas de baixa e média capacidade, planejando e fiscalizando o Transporte Intermunicipal nas Regiões Metropolitanas do Estado São Paulo. É operado por empresas privadas. Na Região Metropolitana de São Paulo, a EMTU/SP controla a operação do Corredor Metropolitano São Mateus–Jabaquara com 33 [km] de vias exclusivas, e Diadema–São Paulo com 12 [km]. Estas linhas atendem cinco municípios da RMSP, transportando diariamente cerca de 250 mil passageiros.

IV. Taxi

Segundo dados da STM (2013) circulam pela cidade de São Paulo 33.451 taxis, com idade média de dois anos e meio. São realizados 91000 viagens diárias de taxi na Região Metropolitana de São Paulo (STM, 2008).

⁶ Totens indicativos são estruturas verticais onde se encontram informações de rotas de ônibus e horários de funcionamento.

V. Bicicleta

Segundo cifras da STM (2008) na cidade de São Paulo são feitos 308 mil viagens de Bicicleta ao dia. Em maio de 2012 foi inaugurado o Sistema de Bicicletas Públicas chamado Bike–Sampa, atualmente conta com 100 estações e 1.000 bicicletas a disposição dos usuários. A ideia é aumentar a 3 mil bicicletas e 300 estações até o 2014. Segundo a Companhia de Engenharia de Tráfego (CET) no Município de São Paulo existem atualmente um total de 245,31 [km] de infraestrutura cicloviária de circulação, composta por ciclovias⁷, ciclorrotas⁸, ciclofaixas⁹ definitivas e ciclofaixas operacionais de lazer.

3.3.2 Rodizio Municipal

Em 1997 foi criada na cidade de São Paulo a Operação Horário de Pico, chamada de Rodizio Municipal, como medida de caráter preventivo com o objetivo de evitar a ocorrência de episódios críticos de poluição atmosférica, ou seja, diminuir o risco de serem ultrapassados os padrões de qualidade do ar legalmente estabelecidos. Atualmente o Rodizio Municipal funciona na área chamada de mini-anel viário, apresentada na figura 3.2, e as regras de funcionamento são as seguintes:

⁷ Ciclovias são vias exclusivas para a circulação de usuários de bicicleta, que se encontram segregadas mediante barreiras físicas, seja com muretas, meio fios, grades ou qualquer outra forma de isolamento físico.

⁸ Ciclorrotas são caminhos com ou sem sinalização, que representam um trajeto recomendado para os usuários de bicicleta.

⁹ Ciclofaixas são caminhos sinalizados sem segregação física para a circulação dos usuários de bicicleta.



Figura 3.2 – Mini Anel viário Rodízio de São Paulo

1. Proíbe a circulação de veículos nas ruas e avenidas internas ao chamado mini-anel viário das 7 às 10 horas e das 17 às 20 horas nos dias úteis de acordo com o final de placa e dia da semana como se apresenta na tabela 3.4.

Tabela 3.4 – Funcionamento do Rodízio Municipal

Dia	Dígitos restritos de circulação
Segunda-feira	1 e 2
Terça-feira	3 e 4
Quarta-feira	5 e 6
Quinta-feira	7 e 8
Sexta-feira	9 e 0

Fonte: (Companhia de Engenharia de Tráfego – CET)

2. A medida de restrição veicular possui as seguintes exceções:
 - a) Veículos elétricos;
 - b) Veículos movidos a gás natural, com equipamento original de fábrica;

- c) Veículos de transporte coletivo e de lotação;
- d) Táxis;
- e) Veículos dirigidos por pessoas portadoras de deficiência ou que as transportem;
- f) Veículos de transporte de escolares;
- g) Motocicletas e similares;
- h) Tratores, escavadeiras, guinchos de veículos e similares;
- i) Veículos de transporte de produtos perecíveis;
- j) Veículos de transporte de cargas utilizados por feirantes;
- k) Veículos de serviços essenciais e de emergência, a saber: ambulância; transporte de combustível e insumos diretamente relacionados às atividades hospitalares; transporte de sangue e derivados, de órgão para transplante e materiais para análises clínicas; transporte de material necessário a campanha de saúde pública; policiamento; combate ao fogo, defesa civil e militar; serviço funerário, de água, luz, telefone, gás, inclusive transporte de botijões, trânsito, coleta de lixo e correio; transporte de combustível aeronáutico e ferroviário; transporte e segurança de valores; órgãos de imprensa.

4 Pedágio Urbano

O Pedágio Urbano (*Road Pricing* em Inglês) é uma medida de gerenciamento da Demanda de Transporte de tipo fiscal. Segundo o GTZ (2009) as metas dos esquemas de pedágio urbano são:

1. Reduzir Volumes de Tráfego e Poluição,
2. Incrementar o Uso Eficiente da Capacidade Viária,
3. Gerar Receitas para o Transporte Público,
4. Mitigar os Impactos dos Congestionamentos de Tráfego.

Existem várias experiências do uso do Pedágio Urbano como política pública com objetivos específicos. Podem nomear-se: reduzir congestionamentos de tráfego em tempos ou áreas específicas; recuperar os custos de construção e/ou manutenção de infraestrutura viária; ou financiar infraestruturas de transporte público. As tarifas podem ser cobradas por hora do dia, tipo de veículo ou pela distância viajada.

4.1 Tipos de Pedágio Urbano

Devido aos diferentes objetivos e esquemas de implantação, existe uma grande variedade de tipos de Pedágio Urbano. Geffrin (1990) identifica diferentes características de pedágios urbanos, classificando-lhes em 5 itens a seguir:

1. **Objetivos:** Financiamento, Regulação ou Alocação Ótima de Recursos
2. **Aplicação Espacial** Linha, Zona ou Rede,
3. **Base de Cálculo aos Veículos:** Circulação, Entrada ou Estacionamento
4. **Operador** Público ou Privado

5. **Usos para os Recursos Arrecadados:** Construção/Manutenção de Pontes ou Túneis, Novas Rotas ou Novas Alternativas De Transporte.

Fazendo a combinação das características $(3*3*3*2*3)^{10}$, Geffrin identifica 162 tipos de Pedágio Urbano.

Embora exista uma grande quantidade de tipos de Pedágio Urbano, vamos nos focar no Pedágio Urbano como medida de Gerenciamento da Demanda de Transporte. O esquema batizado em inglês de *Congestion Pricing* é um tipo de Pedágio Urbano cujo propósito fundamental é a regulação do tráfego para Diminuir os Congestionamentos. Em sua essência o Pedágio de Regulação trata-se de um conjunto de estratégias e técnicas dirigidas no sentido de gerar taxas que desestimulem aos motoristas de circular por áreas congestionadas durante os períodos de maior tráfego veicular (HAU, 1992; RIVASPLATA, 2013; VICKREY, 1969). Experiências obtidas, em sua maioria, nas cidades Europeias, apresentam quatro tipos de Pedágio Urbano de Regulação, a seguir:

1. **Pedágio de Cordão:** O motorista paga a tarifa após a transposição de uma linha que estabelece o limite de acesso para uma zona de pedágio, geralmente a área central da cidade.
2. **Pedágio de Área ou Zona:** O motorista paga a tarifa por todos os deslocamentos realizados dentro de uma área determinada da cidade;
3. **Pedágio de Eixo:** Os veículos que usam uma via específica, túnel, ponte ou faixa pagam uma tarifa pelo seu uso.

¹⁰ A combinação das características apresentadas nos 5 itens: 3 Objetivos * 3 Tipos de Aplicação Espacial * 3 Tipos de Base de cálculo * 2 Tipos de Operadores* 3 Tipos de Uso para os recursos

4. **Pedágio de Rede:** Os veículos pagam uma tarifa por quilometro recorrido dentro de uma rede viária estabelecida.

A tabela 4.1 apresenta um resumo das características dos quatro esquemas de pedágio urbano de regulação de congestionamentos.

Tabela 4.1 – Sistemas de Pedágio Urbano de Regulação

	1. Cordão	2. Área	3. Eixo	4. Rede
Descrição	A todos os motoristas que transponham a linha/cordão, geralmente em horas de pico, que delimita a entrada ao centro da cidade definida, é cobrada uma tarifa.	A todos os veículos que operam dentro de uma área do centro da cidade durante certas horas é cobrada uma tarifa diária	Todos os veículos que usam uma via, ponte, ou túnel pagam uma tarifa plana. Em alguns casos a tarifa muda dinamicamente baseada nos horários de maior uso.	Os veículos pagam por quilômetro percorrido numa rede viária. As tarifas podem ser diferenciadas segundo o tipo de veículo, classe de emissões, vias utilizadas e /ou horas de maior uso.
Metas	Reduzir os congestionamentos de tráfego na área central	Reduzir os congestionamentos de tráfego na área central	Reduzir os congestionamentos de tráfego no corredor e financiar uma via ou uma ponte específicas.	Reduzir os congestionamentos, incrementar a eficiência e financiar infraestruturas de transporte.
Tecnologia	Comunicação dedicada de curto alcance (DSRC), praças de pedágio e/ou câmaras de reconhecimento de placas.	Câmaras de reconhecimento de placas.	Praças de pedágio e/ou sistema de etiqueta e guia com unidades a bordo	Unidades a bordo e GPS
Financiamento	Público	Público	Público e/ou privado	Público e/ou privado
Operador	Público	Público	Público ou concessionário	Concessionário
Receitas usadas para	Melhorias de vias e transporte público	Melhorias de Transporte Público	Melhorias de vias	Melhorias de vias, sistemas férreos e transporte público.
Experiências	Bergen, Durham, Florença, Oslo, Roma, Singapura, Estocolmo, Tromso, Trondheim, Valletta.	Londres	República Checa, Inglaterra, França, Grécia, Itália, Portugal, Espanha.	Áustria, Alemanha, Suíça, Países Baixos.

Fonte: Transport & Environment 2007

4.2 Teoria do Pedágio Urbano

A teoria econômica diz que as pessoas tomam decisões sociais eficientes se são considerados todos os custos e benefícios sociais (RIVASPLATA, 2013). No caso do transporte urbano, os motoristas tomam decisões ineficientes ao não considerar o real custo social que suas ações impõem as demais pessoas. Essas decisões ineficientes produzem o que os economistas chamam de “externalidades”. As externalidades surgem quando as pessoas não enfrentam o real custo social das suas ações.

A ideia de pedágio urbano deriva-se da proposta feita pelo economista Inglês Arthur Pigou que diz que os produtores de externalidades devem pagar por elas, esta apareceu pela primeira vez no livro *The Economics of Welfare* (TORRES, 2001). Como os motoristas não pagam pelas perdas de tempo que impõem aos outros motoristas, nem pela poluição que produzem, tomam decisões ineficientes sobre o quanto usar seu veículo, a que hora do dia fazer as viagens e por onde se deslocar.

Os congestionamentos ocorrem quando o volume de tráfego excede a capacidade de fluxo livre da via. Altos volumes veiculares levam a velocidades médias baixas, altos tempos de viagem e altos custos por quilômetro. Cada novo usuário que entra no fluxo de uma via, impõe aos outros usuários desta via, um custo marginal de tempo de viagem e de consumo de combustível, além de prejudicar outros setores da sociedade devido ao custo marginal provocado pela poluição que produz (SENNA; MICHLE, 2006).

O usuário das vias congestionadas só percebe os custos médios de seu deslocamento e esquece os custos marginais que impõe ao resto da sociedade (TORRES, 2001). Essa externalidade negativa cria o ambiente propício para a

aplicação de impostos corretivos, justificando a cobrança pelo uso da via. A figura 4.1 apresenta o diagrama padrão da economia do congestionamento numa via.

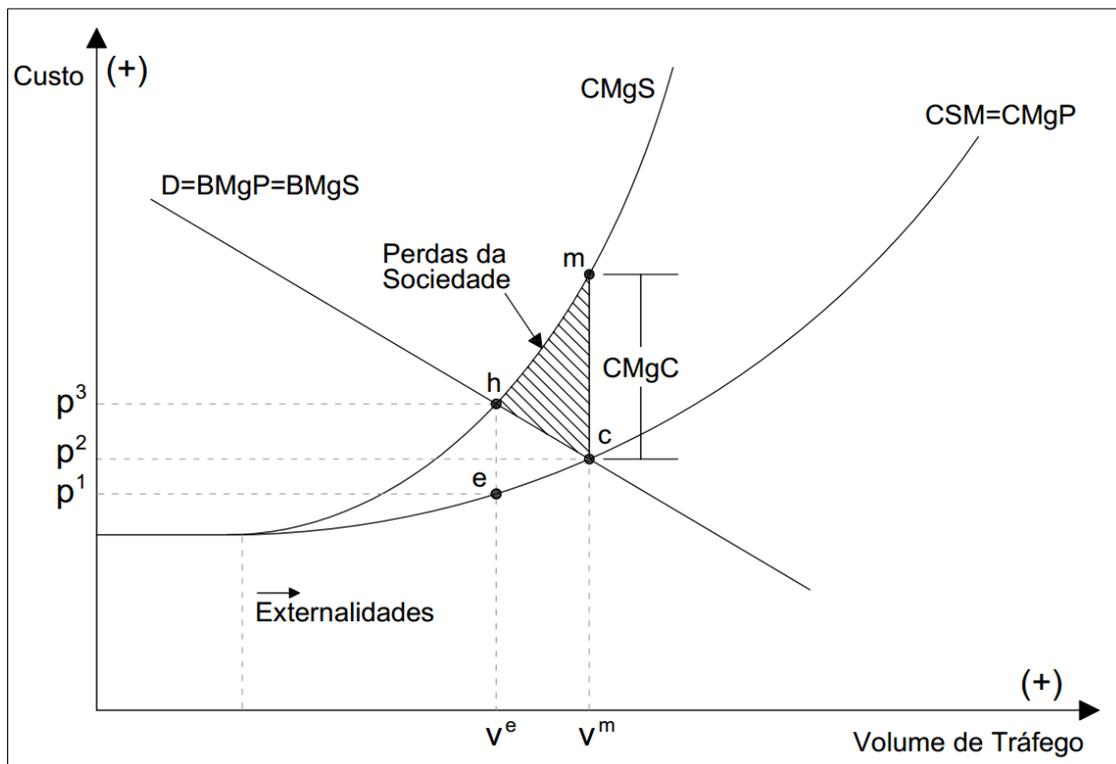


Figura 4.1 – Teoria Econômica dos congestionamentos

D	: Demanda Inversa	CMgC	: Custo Marginal de
BMgP	: Benefício Marginal Privado		Congestionamento
BMgS	: Benefício Marginal Social	v^e	: Volume de Equilíbrio
C	: Equilíbrio do Mercado	v^m	: Volume médio
H	: Equilíbrio Eficiente	p^1	: Custo médio da viagem com
CSM	: Custo Social Médio		volume eficiente
CMgS	: Custo Marginal Social	p^2	: Custo médio da Viagem
CMgP	: Custo Marginal Privado	p^3	: Custo Marginal da Viagem com
			Volume de tráfego eficiente

Na figura 4.1, usuários de uma via se assumem idênticos sem importar sua disposição a pagar pela viagem e estão representados pela curva de demanda inversa (D) a qual também representa o Benefício Marginal Privado (BMgP) e o Benefício Marginal Social (BMgS), os quais se assumem idênticos.

O equilíbrio do mercado está no ponto (c), onde o Custo Social Médio (CSM) é igual ao Benefício Marginal Social (BMgS). Esse equilíbrio não é ótimo. Neste ponto os usuários estão pagando seu CSM, mas não pagam o CMgS, deixando assim uma externalidade ou Custo Marginal de Congestionamento (CMgC), que pode ser medido pelo segmento (mc). A ineficiência da apreciação incorreta dos escassos recursos viários pode ser medida na área (hmc), que representa as perdas dessa situação para a sociedade (SANTOS *et al.*, 2010).

O equilíbrio eficiente está no ponto (h), onde o Custo Marginal Social (CMgS) é igual ao BMgS. Para chegar a este equilíbrio eficiente é necessário introduzir um pedágio igual a $p^3 - p^1$, que é igual ao CMgC no nível de tráfego v^e . Deve-se notar que o CMgC no nível de tráfego eficiente v^e é positivo e igual ao segmento (he), em outras palavras, congestionamento zero poderia não ser uma situação ótima, senão um desperdício de recursos. (SANTOS *et al.*, 2010).

As estimativas de custo de congestionamento estão baseadas principalmente sobre suposições de valor de tempo e confiabilidade; nestas suposições existe uma grande heterogeneidade devido a que estes dependem de diferentes fatores socioeconômicos da população. Os mais conhecidos incluem a renda e o propósito da viagem. Em geral espera-se que um alto nível de renda e um propósito de viagem mais importante levem a uma maior valoração do tempo.

Como podem observar-se na figura 4.1 os ganhos obtidos pela implantação de um pedágio dependem em grande medida da elasticidade (inclinação) da curva de demanda. Com uma demanda pouco elástica, os usuários poderiam ter perdas superiores aos benefícios da redução de congestionamentos. (CROZET *et al.*, 1994; TORRES, 2001).

As experiências mais relevantes de Pedágio urbano de Regulação encontram-se nas cidades de Londres y Singapura.

4.3 Londres

Londres é a capital de Inglaterra e do reino Unido. Além disso, é a região, zona urbana e região metropolitana mais populosa do Reino Unido, com uma população estimada de 8,17 milhões de habitantes e uma superfície de 1.572 [km²] (OFFICE FOR NATIONAL STATISTICS, 2012). A região metropolitana de Londres gera 30 por cento do PIB do Reino Unido, e é um dos mais proeminentes centros financeiros do mundo.

4.3.1 Sistema de Transporte Público

Transport for London, TfL de sua sigla em inglês é o órgão responsável pelo planejamento, execução e operação do dia-a-dia do sistema de transporte público da Capital e seu sistema integrado de transporte. Foi criada no ano 2000 e seu papel principal é por em prática a estratégia de transporte da prefeitura e administrar os serviços de transporte, nos que a prefeitura tem a responsabilidade final, a través da cidade. Os serviços que TfL administra são:

I. Sistema de ônibus de Londres

O sistema de ônibus de Londres é um dos maiores do mundo, com ao redor de 8500 veículos na sua frota. Também é responsável por 50 estações e 19500 pontos de ônibus nos quais em sua totalidade apresentam o nome de local, direção das viagens e horários e paradas das rotas. Os serviços são operados bajo contrato com *London Buses* por empresas privadas do sector. No ano 2011 os ônibus da cidade de percorreram 486 milhões de quilômetros e foram feitos mais de 2,2 bilhões de viagens.

II. Metrô de Londres (London Underground)

O metrô de Londres, o primeiro no mundo, foi inaugurado no ano de 1863. *London Underground Ltd*, foi formada como companhia no ano de 1895 e desde 2003 faz parte de TfL. Chamado de *Tube*, é responsável de mais de 3,5 milhões de viagens ao dia, possui 11 linhas, 270 estações, 525 trens em operação e cobre 402 quilômetros. No ano 2012 a demanda do metrô foi impulsionada pelos Jogos Olímpicos, enfrentando a maior da historia ao atingir 4,52 milhões de viagens diários.

III. Veículo Leve sobre Trilhos (Docklands Light Railway e London Tramlink)

O Trem Ligeiro de Dockland (DLR de sua siglaem Inglês) iniciou sua operação em 1987 possui uma rede automatizada sem motoristas, monitorada 24 horas ao dia pelo centro de controle, isto faz que o DLR seja um dos sistemas sobre trilhos tecnicamente mais complexos de toda Europa. Todas as estações tem passe livre a plataformas e trens e integração com mais de 100 rotas de ônibus, cinco ferrovias importantes, oito linhas do metrô, assim como os serviços fluviais e de taxi. DLR possui 7 linhas, 34 quilômetros de extensão, 45 estações e 145 veículos. Num dia útil tem uma demanda de 300 mil passageiros. No ano 2012 foram feitos 86 milhões de viagens no sistema e teve grande importância no transporte de turistas nos Jogos

Olímpicos e Paraolímpicos, transportado duas vezes a média de passageiros diários com mais de 500.000 passageiros nos dias úteis.

London Tramlink administra os tranvias da capital Londrinense. A rede foi aberta em maio do ano 2000. Possui 4 linhas, uma extensão de 28 quilômetros, 30 bondes e 39 estações. Com uma frequência de 12 bondes a cada hora, a demanda média é de 79.600 [pass/dia]. Mais de 29 milhões de passageiros se mobilizaram no ano 2012, ano dos jogos olímpicos. Está integrado fisicamente com sete estações da rede ferroviária nacional e mais de 50 linhas de ônibus.

IV. Trem Suburbano (London Overground)

London Overground é uma rede ferroviária suburbana que circunda a cidade. Foi criado no ano 2007 quando TfL assumiu a responsabilidade pela ferrovia *Silverlink*. A linha percorre 21 dos 33 bairros de Londres. Ao redor de 30 por cento de todos os Londrinos estão a menos de 15 minutos caminhando de uma estação do *Overground*. Possui 86 quilômetros de extensão, 83 estações, das quais 33 têm acesso sem degraus entre plataforma e a rua. No ano 2012 transportou 427.000 [pass/dia].

V. Transporte Fluvial (London River Service, LRS)

London River Service é uma subsidiária da TfL, é proprietária e opera oito cais de passageiros no Rio Tâmisa entre Millbank e Greenwich. LRS é a responsável pela integração do transporte fluvial da cidade de Londres com o resto da rede de transporte da cidade. Isto é conseguido usando sinais, mapas, diagramas e guias para informar os passageiros sobre como eles podem trocar seu modo de transporte. O funcionamento do serviço chamado de *free Woolwich Ferry*, um serviço de transporte fluvial tanto para veículos quanto pessoas, é supervisionado por LRS, em nome da TfL. LRS também fornece apoio financeiro para o serviço de barcas públicas chamado

de *River Bus Service*, que no período 2007/2008 foi usado por 700.000 passageiros. Outros serviços são operados por empresas privadas baixo licença da LRS.

VI. Taxis (London Taxi & Private Hire, TPH)

A *Transport for London* é a responsável pelo licenciamento dos taxis (*black cabs*) e dos serviços de aluguel de veículos privados os quais incluem os chamados *minicabs*, os serviços executivos e os serviços de aluguel de veículos privados com motorista.

Na cidade de Londres existem aproximadamente 25.000 taxistas e uma frota de 22.000 veículos (*black cabs*), todos com acessibilidade para pessoas de mobilidade reduzida. Estes podem ser tomados na rua, em qualquer dos 500 postos localizados em diferentes locais na cidade ou reservados por telefone. TfL faz anualmente inspeções para comprovar a saúde dos motoristas, além disso faz uma prova de conhecimentos sobre as estradas e locais de interesse da cidade.

No mercado de aluguel de veículos privados existem ao redor de 3.200 operadores licenciados, 60.000 motoristas e mais de 48.000 (*minicabs*) veículos na frota. Como com os Taxis, TfL é a responsável de licenciar motoristas e veículos. Para este tipo de serviço é ilegal pagar passageiros na rua, estes precisam ser reservados por telefone nas agências.

VII. Bicicletas

O sistema de bicicletas públicas de Londres, chamado de *Barclays Cycle Hire*, funciona as 24 horas do dia e cobre o centro e o este da cidade. No total são 8000 bicicletas disponíveis em 570 estações, separadas uma de outra ao redor de 400 m, encontram-se fora das principais estradas, perto dos pontos turísticos, parques e

estações do metrô. Também o sistema tem planejado a construção de 12 vias exclusivas para bicicletas que vão do exterior ao centro de Londres. Atualmente existem 4 construídas com uma extensão de 40 [km]. Desde o início do sistema em julho de 2010 houve 25 milhões de alugueis de bicicleta.

4.3.2 Pedágio Urbano de Londres

O Sistema de Pedágio Urbano, chamado *London Congestion Charging Scheme*, (LCCS de sua sigla em inglês), foi posto em funcionamento em fevereiro do ano 2003, tem os dois objetivos enunciados por Câmara e de Macedo (2004), os quais são: reduzir níveis de tráfego e gerar receitas que são destinadas ao aprimoramento do transporte público coletivo da cidade. O esquema faz parte de uma estratégia global de transportes da prefeitura que passou por um longo processo de consulta pública, foi desenhada para encorajar aos motoristas a utilizarem outros modos de transporte, principalmente transporte público e não motorizado, outros objetivos incluem:

1. Reduzir tráfego de veículos motorizados e congestionamentos;
2. Melhorar radicalmente os serviços de ônibus urbanos;
3. Melhorar a confiabilidade das viagens de automóvel; e
4. Fazer com que a distribuição de carga e serviços seja mais confiável, sustentável e eficiente.

Funcionamento

O Pedágio urbano foi posto em funcionamento desde fevereiro do ano 2003 na área formada a partir de uma serie de importantes estradas que circundam a parte mais central de Londres, frequentemente chamado de *London Inner Ring Road*, cobrindo aprox. 22 quilômetros quadrados. A figura 4.2 apresenta a zona de

funcionamento do Pedágio Urbano. Atualmente funciona de segunda-feira a sexta-feira das 7 às 18 horas. Não é cobrado nos fins de semana, feriados ou entre Natal e Dia de Ano Novo (inclusive).

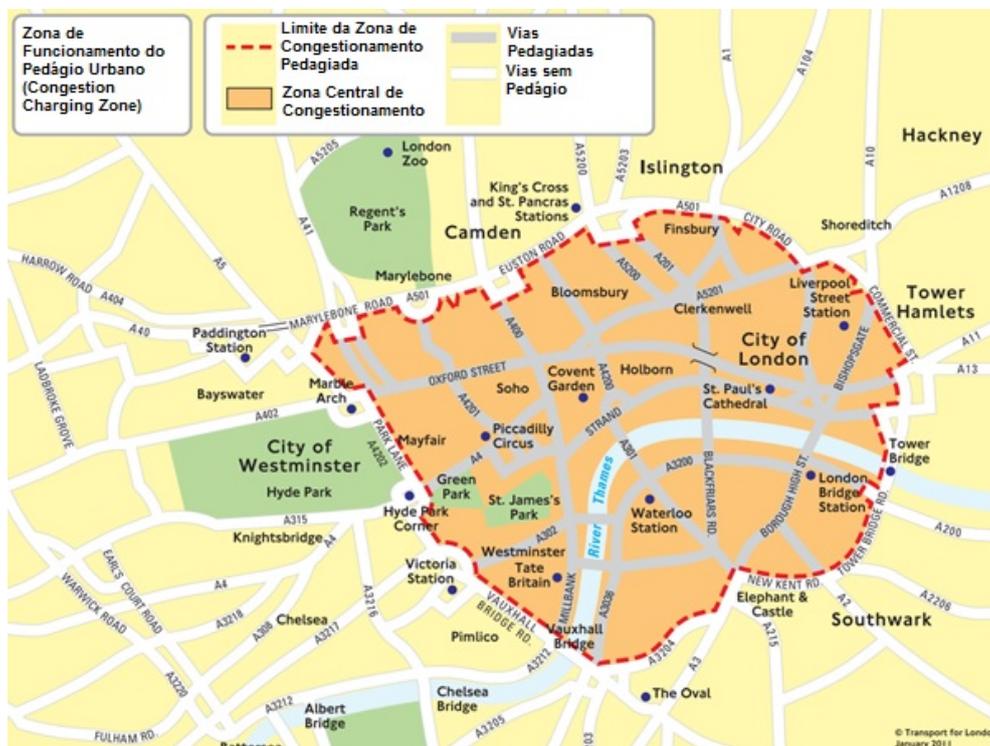


Figura 4.2 – Pedágio Urbano de Londres. Fonte: TfL (2013)

A tarifa de Pedágio é paga por todos os veículos que circulem na zona, seja entrando, saindo ou dentro da zona. A tarifa standard é de £10 por dia se o pago é feito até meia noite do dia da viagem, £12 se o pago é feito até fim do dia seguinte ou £9 se está cadastrado para fazer pagamento automático. Frotas de veículos comerciais com dez ou mais veículos podem cadastrar-se e pagar £9 por veículo por dia de circulação na zona. Se o pagamento não é feito é enviada uma notificação formal da multa *PCN* (*Penalty Charge Notice*). Ao receber o PCN pode-se rebatê-lo se demonstrar uma das seguintes condições:

1. Não é o dono do veículo no momento da contravenção;
2. O pago já foi feito;

3. O veículo está exceto;
4. O veículo foi usado sem consentimento;
5. O veículo está registrado para 100 por cento de desconto
6. O veículo estava alugado para outra pessoa

Se nenhuma das condições se cumpre deve ser paga a multa, a qual é de £130 e tem 28 dias para pagar, um desconto de 50 por cento se paga antes de 14 dias e um aumento de 50 por cento se a multa não foi paga no prazo de 28 dias. Além do aumento perde-se o direito a rebater o PCN e inicia um processo no centro de Controle de Tráfego do qual se recebe uma notificação por correio. Se passados 21 dias do recebimento da notificação de tráfego ainda não se tem efetuado o pago da multa o processo passa a um oficial de justiça que vai se encarregar de fazer a cobrança da multa com os incrementos que o oficial considere necessários.

Existem exceções para veículos de emergência e taxis licenciados pelo TPH. Além das exceções, estão contemplados descontos, para os quais devem se cadastrar no site de TfL, nos seguintes casos:

1. Residentes têm direito a desconto de 90 por cento;
2. Pessoas com mobilidade reduzida, que estejam devidamente identificadas pelos passes azuis (Blue Badge Holders) válidos em toda Área Económica Europeia (EEA), tem direito a 100 por cento de desconto;
3. Veículos acreditados como Gruas na EEA, têm direito a 100 por cento de desconto;
4. Carros ou vans com peso bruto não superior a 3,5 toneladas, que emitam 75 [g/km] de CO₂ ou menos e que cumpram a norma Euro 5 para a qualidade tem direito para um 100 por cento de desconto;

5. Veículos com uma capacidade de nove ou mais passageiros que não estejam licenciados como ônibus, tem direito a 100 por cento de desconto;
6. Triciclos a motor com um metro ou menos de largura e dois metros o menos de longo, são elegíveis para um desconto de 100 por cento.

Em média, são efetuados 110.000 pagamentos diários do pedágio, dos quais 80.000 são provenientes de motoristas não residentes na área de cobrança, 18.000 de residentes locais, e 12.000 adicionais oriundos de frotas de veículos comerciais (TFL, 2012).

TfL subcontrata a operação do Pedágio Urbano com empresas externas. *IBM* e *Siemens Traffic Solutions* são as encarregadas da operação diária do sistema. IBM faz o processamento da informação e Siemens provê e opera a infraestrutura física do sistema.

O controle dos veículos que entram, saem e circulam na zona do Pedágio Urbano são feitos com câmeras nas entradas, saídas e em torno da zona, não são necessários bilhetes ou passes para entrar na zona e não existem barreiras para entrar. As Câmeras especialmente desenhadas de Reconhecimento Automático de Números de Matrícula ANPR (*Automatic Number Plate Recognition*) usam o reconhecimento óptico de caracteres para fazer o registro das matrículas dos veículos que circulam na zona. A precisão de reconhecimento das matrículas é de 90 por cento. Os casos onde o número de matrícula não é reconhecido se faz comprovação manual.

O número de matrícula é verificado numa base de dados para descobrir a situação, já seja se o veículo está isento, possui desconto ou a situação de pago. A verificação na base de dados se faz até meia noite do dia seguinte após ser lido o

número de matrícula. Dependendo da situação se eliminam as imagens ou se envia a notificação formal da multa chamado PCN.

4.4 Singapura

Oficialmente chamada de República de Singapura é uma cidade-estado localizada no Sul Este Asiático na ponta Sul da península de Malásia. Segundo projeções feitas com base no censo feito no ano 2010 a população total é de 5,4 milhões de habitantes, possui uma área de 716,1 [km²] e tem uma densidade populacional de 7.540 [hab/km²] (SINGAPORE DEPARTMENT OF STATISTICS, 2013). O PIB Per capita Singapura é de US\$ 60.410, segundo o FMI (2013) é o terceiro maior do mundo, só atrás de Qatar e Luxemburgo. O principal setor económico é o de serviços que aportou 73,2 por cento do PIB no ano 2012.

4.4.1 Sistema de Transporte Público

Depois de ter um declínio no percentual de viagens feitas em Transporte Público, o qual passou de 67 por cento em 1997 a 59 por cento no ano 2008, a Autoridade de Transporte Terrestre de Singapura (LTA, *Land Transport Authority*), lançou o Plano Maestro de Transporte Terrestre (LTMP, *Land Transport Master Plan*). O plano destaca quatro retos aos quais se enfrentava a sistema de transporte da cidade-estado: Incremento na demanda de viagens, escassez de terra, o declínio no uso do transporte público e as mudanças demográficas junto com as expectativas de transporte que ditas mudanças geram. Três estratégias foram postas em marcha para fazer frente aos retos: Fazer do transporte público uma opção, administrar o uso das vias e atender as necessidades especiais da população (LTA, 2013).

Hoje são feitos em Singapura 12,5 milhões de viagens, dos quais 63 por cento são feitos em transporte público, melhorando em quatro pontos percentuais a quantidade de viagens feita em transporte público no ano 2008 (LTA, 2013). A continuação se faz uma descrição do Sistema de Transporte público de Singapura.

I. Metrô (Mass Rapid Transit, MRT)

O *Mass Rapid Transit* é a espinha dorsal do sistema de transporte público de Singapura, estende-se por 150 [km] a través da ilha. O sistema iniciou com cinco estações no ano 1987 e atualmente possui cinco linhas e 102 estações operadas por duas empresas, *SMRT Corporation Ltd* (SMRT) e *SBS Transit* (SBS), que estão reguladas pela LTA. O MRT fez mais de 2,5 milhões de viagens cada dia no ano 2012, em hora pico opera com uma frequência de dois a três minutos. Ao redor de 80 por cento das estações tem acesso sem barreiras para pessoas com mobilidade reduzida e o objetivo é ter 100 por cento de acessibilidade no ano 2020.

II. Veículo Leve sobre Trilhos (Light Rail Transit, LRT)

O LRT iniciou sua operação no ano de 1999, com 14 estações e uma extensão de 7,8 [km]. Hoje são três linhas, 44 estações, 28,8 [km] de extensão e foram feitos 124.000 viagens cada dia no ano 2012. As linhas foram construídas por LTA e assim como o MRT são operadas pelas empresas *SMRT* e *SBS*. O trem leve possui integração física, tarifaria e operacional com o metrô e o sistema de ônibus da cidade.

III. Sistema de Ônibus

Três são as partes involucradas no funcionamento do sistema de ônibus de Singapura. A LTA está encarregada do planejamento da rede e da elaboração das políticas públicas e privadas que garantem a qualidade do sistema. O *Public Transport*

Council tem a seu cargo a regulação do sistema monitorando qualidade e acessibilidade dos serviços de ônibus. Da mesma forma que o transporte sobre trilhos, os ônibus são operados pelas empresas SMRT e SBS. No ano 2012 a frota de ônibus em operação de Singapura era de 3.516 veículos que operavam 348 linhas diferentes. Ao redor de 4608 pontos de ônibus e 37 terminais de fazem parte da infraestrutura do sistema. Também existem 150 [km] de faixas para ônibus que funcionam dependendo da hora do dia e o lugar. No ano 2012 ao redor de 3,5 milhões de viagens foram realizados cada dia no sistema de ônibus.

IV. Taxis

A LTA regula a provisão do serviço de taxis em Singapura. Emite licenças para os operadores e motoristas, monitora a capacidade das operadoras, designa a localização dos pontos de taxi e realiza pesquisas e auditorias do serviço para garantir que operadores e motoristas prestem um serviço de qualidade de acordo com suas normas e políticas para o transporte público. No ano 2012 a frota de taxis era de 28.210 veículos, existiam 269 pontos de parada e foram feitos 967.000 viagens cada dia.

V. Bicicletas

Singapura esta trabalhando para se tornar uma cidade amigável para a bicicleta. Como parte do Plano de Ciclismo Nacional (*National Cycling Plan, NCP*) desde o ano 2010 está construindo ciclovias que facilitam o transporte ligando o ciclista de suas casas para instalações como centros de bairro, mercados e escolas, além de principais centros de transporte público, como estações do MRT e de ônibus, onde eles podem continuar suas viagens em transporte público. Atualmente existem 50 [km] de ciclovias construídos, o plano do NCP contempla a construção de 61,3 [km] de ciclovias as quais devem ficar prontas a mediados do ano 2014.

4.4.2 Electronic Road Pricing (ERP)

O ERP é o Pedágio Urbano que funciona na Singapura, este pode ser considerado o mais antigo esquema de pedágio de congestionamento no mundo. Desde os anos 70, diferentes medidas foram postas em prática para controlar o crescente número de veículos particulares e o uso dos mesmos, a tabela 4.2 apresenta as principais medidas e sua descrição.

Tabela 4.2 – Principais medidas para o melhoramento da mobilidade em Singapura

Ano	Medida	Descrição
1972	Taxa de Registro Adicional (Additional Registration Fee, ARF)	Taxa adicional, de 5% a 140% do valor de mercado do veículo, imposta sobre os novos veículos, dependendo da capacidade e da função do mesmo.
1975	Esquema de Licenciamento por Área (Area Licensing Scheme, ALS)	Limita o acesso ao centro da cidade em horas determinadas. Só podem entrar os veículos que têm comprado a respectiva licença.
1987	Sistema de Transporte de Massa, Metrô (Mass Rapid Transit, MRT)	Serve os corredores de trânsito passado de passageiros
1990	Sistema de Quotas Veiculares (Vehicle Quota System, VQS)	A população de veículos novos só pode crescer em conjunto com o crescimento de capacidade viária. Os motoristas precisam licitar para ter o direito de adquirir um veículo.
1994	Esquema de Fora de Pico (Off Peak Car Scheme, OPC)	Oferece aos motoristas a opção de poupar nos custos de registro e taxas do veículo como incentivo para diminuir o uso do mesmo.
1995	Esquemas de tarifação Rodoviária (Road Pricing Scheme, RPS)	Esquema de tarifação rodoviária manual para diminuir congestionamentos em vias expressas e/ou arteriais fora do centro da cidade.
1998	Tarifação Rodoviária Eletrônica (Electronic Road Pricing, ERP)	Tarifação rodoviária automatizada para reduzir o pessoal necessário do RPS e substituir o ALS, OPC e RPS.
1999	Trem Ligeiro (Light Rail Transit, LRT)	Trem Ligeiro para aprimorar o transporte público e complementar o MRT

Fonte: (GOH, 2002)

I. Esquema de Licencia de Área

Para estimular uma mudança dos usuários do veículo particular para o transporte público o governo de Singapura pôs em prática no ano de 1975 o ALS (Área License Scheme) o qual funcionava durante períodos do dia predeterminados numa área acordada chamada de Zona Restrita (RZ, de sua sigla em inglês). Os motoristas tinham que comprar uma Licença, diária ou mensal, para poder circular livremente nos horários predeterminados pela Zona Restrita. A licença era representada por um papel que segundo a cor representava se a licença era diária ou mensal, esta se exibia no para-brisa do veículo.

A fiscalização dos veículos que circulam na RZ era feita manualmente. Policiais localizados nos pontos de entrada à RZ registravam as matrículas dos veículos que não possuíam licença válida. Os horários de restrição de circulação na RZ tiveram três mudanças durante o funcionamento da ALS. No ano de 1975 a restrição funcionava nas horas da manhã (7:30 – 9:30) nos dias laboráveis e só para veículos particulares e taxis. No ano de 1989 a restrição estendeu-se as horas da tarde (16:30 – 19:00) e foram eliminadas todas as exceções, excluindo a de ônibus públicos e veículos de emergência. No ano de 1994 a restrição foi ampliada para o horário de 7:30 às 17:00 e se introduz tarifas diferenciados para os horários de pico de manhã e tarde.

A posta em marcha do ALS e as grandes melhoras no transporte público fizeram que a proporção modal de viagens feitas em transporte público mudara de 46 por cento em 1975 a 67 por cento em 1998. Este incremento gradual do uso do transporte público fez que os operadores conseguissem uma maior qualidade no serviço, o que também conseguiu que as pessoas mudaram a visão do uso que davam ao veículo particular (GTZ, 2009).

No entanto, o ALS apresentava dificuldades na operação na medida em que a combinação de diferentes características da viagem e os usuários (segundo tipos de veículos e tarifas de horas pico e fora de pico) fazia ao usuário eleger entre 14 diferentes tipos de licenças. Além disso, os usuários com licença de papel podiam fazer um número ilimitado de entradas à RZ o que ia contra o espírito de cobrar aos veículos somente pelo uso das vias nos locais e horários onde ocasionarem congestionamentos. A solução era que o usuário pagara a cada vez que entrara na RZ o que só se podia controlar eletronicamente.

II. Pedágio Urbano Eletrônico

O Pedágio Urbano Eletrônico, ERP (*Electronic Road Pricing*), foi introduzido no ano de 1998. ERP é um sistema de Comunicação Dedicada de Curto Alcance DSRC, (*Dedicated Short Range Communication*) que possui três componentes principais:

1. Unidade no veículo (*IU, In-Vehicle Units*) com cartão inteligente de pago (*CashCard*).
2. Pórticos ERP, os quais localizam-se nos mesmos pontos de controle do ALS.
3. Centro de controle onde se monitora o sistema com o pessoal de fiscalização.

O IU é um dispositivo do tamanho de um dicionário de bolso que se conecta à bateria do veículo. Cada número único de IU está cadastrado numa base de dados onde se liga com a matrícula do veículo. O cartão de pago *CashCard* se carrega nos pontos de pagamento e se insere no IU. O IU tem uma tela na qual se apresenta o saldo do *CashCard*. Quando um veículo vai entrar na RZ e se aproximar ao pórtico ERP, o IU envia informação sobre o tipo de veículo e recebe informação sobre como proceder para o cobro da tarifa, a qual é debitada do cartão de pagamento. A figura 4.3 apresenta um esquema do funcionamento do ERP



Figura 4.3 – Funcionamento do Pedágio Urbano de Singapura.

Trimestralmente é feita uma revisão das velocidades de tráfego na malha viária da RZ. Baseando-se nas faixas de velocidade ótima de 20 – 30 [km/h] para vias arteriais e 45 – 65 [km/h] para vias expressas e feito o ajuste das taxas do ERP. Além disso, a tarifa paga por entrar na RZ depende de dois fatores:

1. Unidade de Passageiro de Carro (*PCU, Passenger Car Unit*) equivalente: Carros, Taxis e veículos ligeiros de mercadoria têm 1 PCU; motocicletas têm 0,5 PCU; veículos pesados de mercadorias e pequenos ônibus têm 1,5 PCU; veículos muito pesados e grandes ônibus são 2 PCU.
2. A hora de entrada na Zona de Restrição, RZ: Durante os períodos de Pico as tarifas mudam cada meia hora para levar em conta os volumes de tráfego. Isso ajuda a espalhar o fluxo de tráfego ao longo do período.

Ao passar por um pórtico ERP sem uma *CashCard* corretamente inserida no IU ou sem o dinheiro suficiente carregado na *CashCard*, uma câmera tira fotos da matrícula do veículo que são enviadas ao centro do controle. As violações ao ERP são processadas e uns dias depois o infrator recebe um aviso legal da sua violação. Este

tem duas semanas para pagar a tarifa do ERP mais uma taxa administrativa de 8USD. Se o pagamento não for recebido no prazo de duas semanas inicia uma série de diferentes ações legais.

Atualmente Singapura faz testes para o que será a segunda geração do ERP. O sistema baseado em GPS não só vai conseguir superar a inflexibilidade de ter um sistema com pórticos físicos, também vai ser capaz de fazer possível o cobro de congestionamento baseado na distancia. Isto é muito mais justo já que as tarifas pagas pelos usuários vão se calcular usando os percursos reais feitos pelos veículos nas vias congestionadas, além de levar em conta o comprimento real das filas de congestionamentos e fazer um melhor gerenciamento da demanda pelas vias congestionadas.

5 Avaliação das medidas

Segundo a Comissão das Comunidades Europeias (1995) os custos por externalidades que o Transporte Urbano gera a sociedade representam 4,1% do PIB da União Europeia. Os três principais impactos que gera o Transporte Urbano e os custos externos em termos do PIB são:

1. O congestionamento do tráfego (cerca de 2 por cento do PIB da UE);
2. Os acidentes (cerca de 1,5 por cento do PIB da UE);
3. A poluição atmosférica e o ruído (cerca de 0,6 por cento do PIB da UE).

Atualmente, e de acordo com o PNUMA¹¹ (2011) os custos ambientais e sociais dos transportes em termos de poluição do ar, acidentes e congestionamento do tráfego podem ser cerca de 10% do PIB de um país ou região. Os relatórios da União Europeia e do PNUMA coincidem em que os maiores impactos do Transporte sobre a sustentabilidade são: Congestionamentos (Custos Econômicos), Acidentes (Custos Sociais) e Poluição (Custos Ambientais)

A continuação se apresenta como as medidas de Restrição Veicular explicadas nos capítulos anteriores, Rodizio de Pacas e Pedágio Urbano, tem contribuído no objetivo de atingir níveis maiores de Sustentabilidade na Mobilidade Urbana nos três pilares do desenvolvimento sustentável através do análise de índices de motorização, acidentes e poluição.

¹¹ Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

5.1 Restrição por Rodizio de Placas

Usando dados obtidos das agencias administradoras do Transporte das cidades de Bogotá, São Paulo e México D.F., a continuação se apresenta o comportamento dos principais impactos enunciadas pela União Europeia e o PNUMA.

5.1.1 Motorização (Econômicos)

As altas taxas de Motorização impactam a sustentabilidade do Transporte Urbano. O uso abusivo do automóvel Particular é uma das principais causas de congestionamentos do tráfego. Os congestionamentos são muito custosos para a sociedade. Segundo a Comissão das Comunidades Europeias o custo por congestionamentos do tráfego representa aproximadamente 2% do PIB. A continuação se faz uma análise da motorização nas cidades de Bogotá e São Paulo que possuem medidas de restrição veicular por rodizio de placas.

I. Bogotá

Durante os anos de funcionamento do “Pico e Placa”, a Frota Veicular da cidade de Bogotá tem crescido consideravelmente. Só nos últimos 10 anos, o crescimento foi 176 por cento, e como se apresenta na Figura 5.1, no ano 2012 foi de 1,74 milhões de veículos.

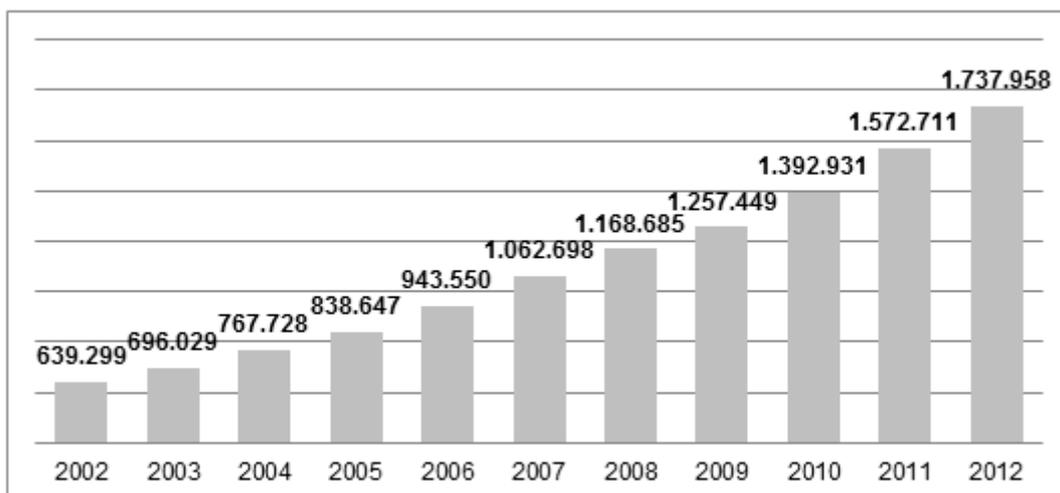


Figura 5.1 – Evolução da Frota Veicular da Cidade de Bogotá

No enquanto a medida de Restrição Veicular afeta só aos Veículos Particulares, e por isto deve-se ter especial atenção no crescimento deste tipo de Veículos. Para o ano 2012 a frota veicular da cidade de Bogotá (Fig. 5.2) esta composta por: 93,1 por cento de Veículos Particulares, 6,1 por cento de Veículos Públicos e 0,8 por cento de Veículos Oficiais.

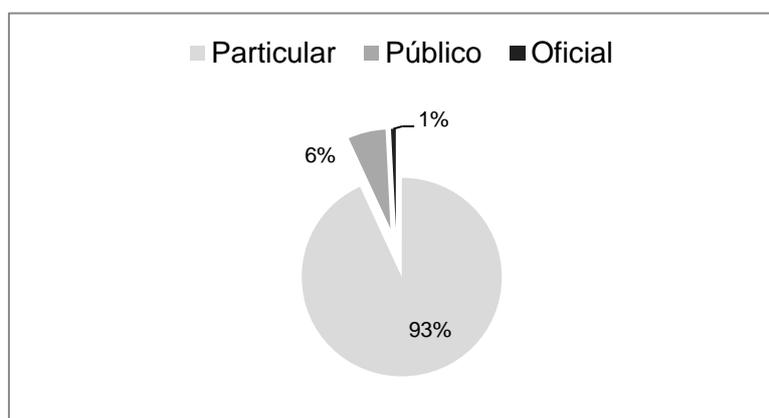


Figura 5.2 – Composição da Frota Veicular de Bogotá

O Crescimento da Frota de Veículos Particulares na cidade de Bogotá se comparada com a Frota de Veículos particulares no resto do país apresenta um crescimento maior. A Figura 5.3 apresenta um paralelo do crescimento de Veículos Particulares por cada 1000 habitantes.

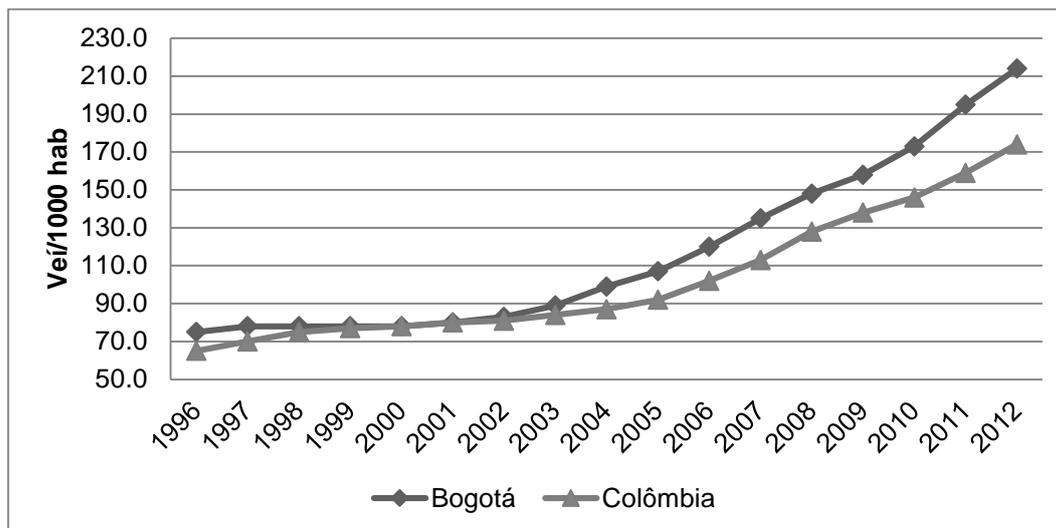


Figura 5.3 – Veículos Particulares a cada 1000 habitantes em Bogotá e Colômbia

Pode-se observar que a partir do ano 2002 a taxa de motorização (veículos por cada 1000 habitantes) teve um crescimento maior na cidade de Bogotá. Anote-se que a medida de Restrição Veicular iniciou em julho do ano 1998. Levando em conta a marcante associação da taxa de motorização com indicadores de desenvolvimento da região, como são, taxas de crescimento do Produto Interno Bruto e do PIB per Capita (LOPES, 2005), a continuação a Figura 5.4 apresenta uma comparação do crescimento do PIB de Bogotá com o crescimento do PIB do País, observa-se uma tendência similar, inclusive um comportamento mais favorável para Colômbia.

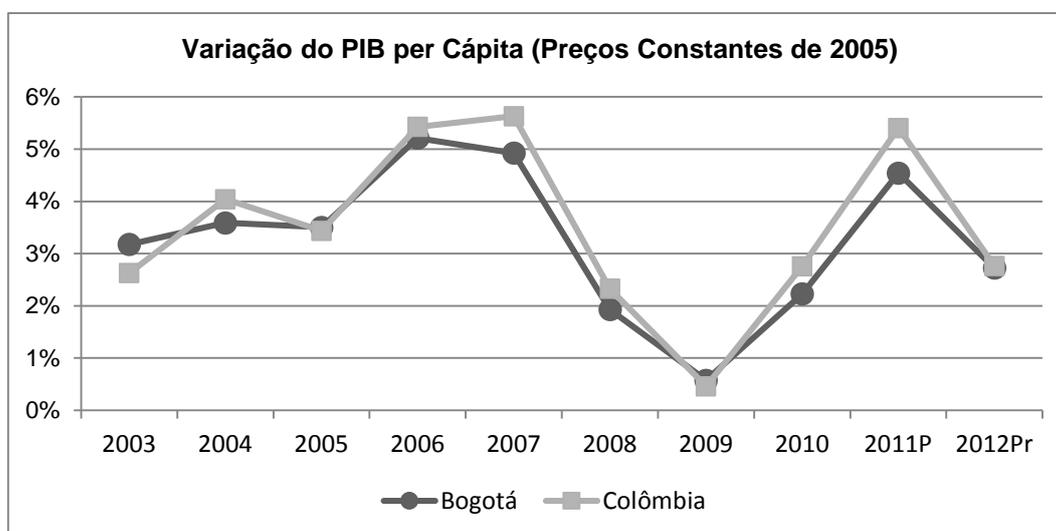


Figura 5.4 – Variação percentual do PIB per Capita Bogotá e Colômbia.

O anterior pode nos indicar que o incremento do Parque Automotor na cidade de Bogotá tem um incentivo adicional já que se observa um crescimento econômico similar em Bogotá e o resto do País, inclusive um pouco mais favorável para o resto da Colômbia.

Dentro da categoria de Veículos Particulares o maior incremento se apresenta nas motocicletas. Isto pode ter varias explicações como são o baixo custo de aquisição e manutenção, além do seu tamanho reduzido que as converte num modo de transporte ágil. Não entanto, não pode-se esquecer que estas não tem nenhuma restrição para a circulação o que as converte numa alternativa bastante atraente para a população de baixa e media renda. A figura 5.5 apresenta o crescimento relativo dos diferentes tipos de Veículos Particulares existentes na cidade de Bogotá.

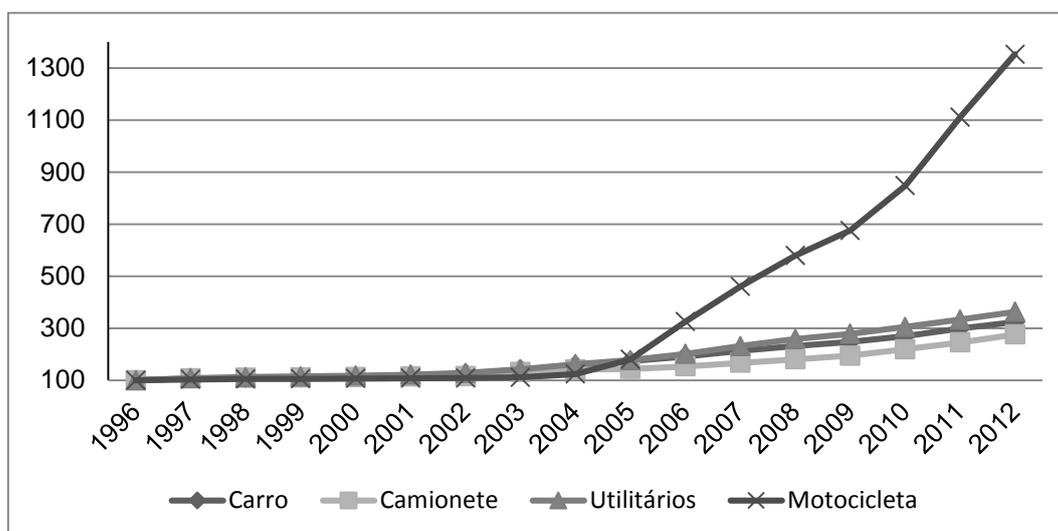


Figura 5.5 – Crescimento Relativo dos diferentes tipos de Veículos Particulares em Bogotá [1996=100]

II. São Paulo

O crescimento da Frota veicular na cidade de São Paulo foi de 69 por cento do ano 2001 ao ano 2012 como apresenta a figura 5.6.

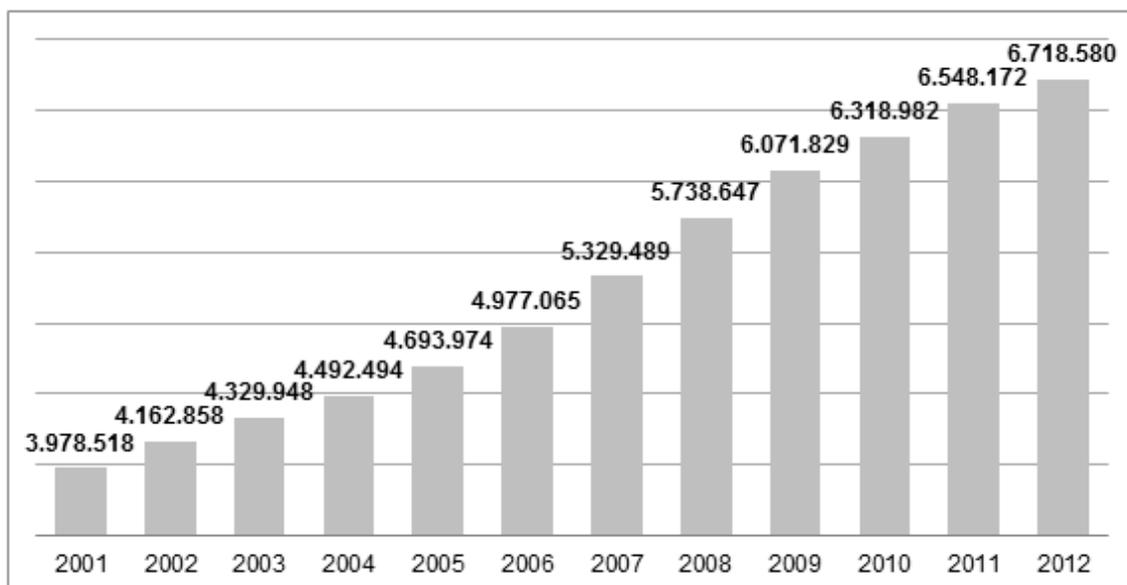


Figura 5.6 – Evolução da Frota Veicular da Cidade de São Paulo

Se comparadas as taxas de motorização da cidade São Paulo com o total do Brasil, observa-se que em São Paulo atualmente existem 584 Veículos Particulares por cada 1000 Habitantes, taxa muito superior ao total Brasileiro, o qual é de 368 Veículos por cada 1000 habitantes. A figura 5.7 apresenta o comportamento descrito.

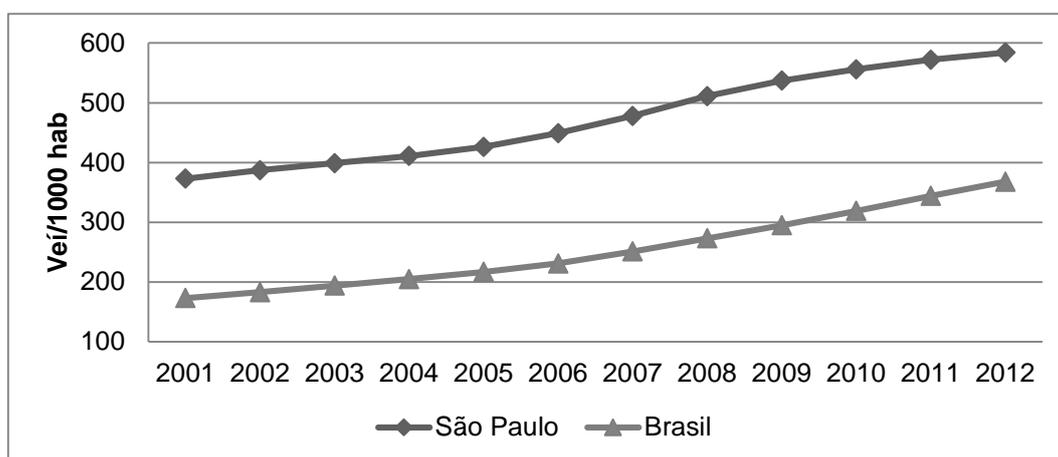


Figura 5.7 – Veículos Particulares a cada 1000 habitantes em São Paulo e Brasil

Uma comparação do crescimento relativo da frota veicular, Figura 5.8, mostra como nos últimos anos o crescimento do total da Frota Brasileiro é superior ao da cidade de São Paulo.

A especialista em políticas industriais para o setor automotivo, Nara Simone Roehe, diz que graças aos incentivos dados pelo governo a participação do setor automotivo no PIB da indústria saltou 45,6% em 11 anos, passando de 12,5%, em 2000, para 18,2%, em 2011. (ESTADÃO, 2013). Além dos incentivos dados pelo governo à Indústria, o IPI¹² reduzido estimula a compra de veículos.

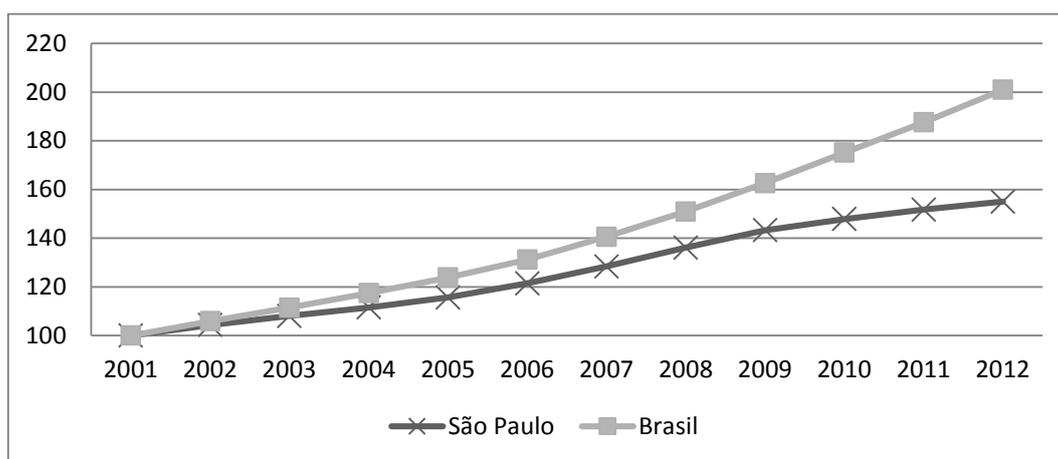


Figura 5.8 – Crescimento Relativo da Frota Veicular de São Paulo comparado com o total Brasileiro. [2001=100]

Observando o cenário favorável para o crescimento da Frota Veicular que apresenta o Brasil, não se pode afirmar em que medida de Rodizio Veicular cidade de São Paulo contribui o crescimento da Frota Veicular. No entanto pode-se afirmar que os incentivos dados pelo governo ao Veículo Particular, junto com um sistema de transporte público ineficiente, faz que mais pessoas saiam de casa todos os dias com seus automóveis, o que ocasiona constantes congestionamentos.

5.1.2 Poluição (Ambientais)

O Transporte Urbano aporta em grande medida a poluição do Ar das cidades. Esta poluição afeta de maneira negativa a saúde pública e geram um custo grande à

¹² Imposto sobre Produtos Industrializados

sociedade. A tabela 5.1 apresenta os principais poluentes que gera o setor transporte e suas características.

Levando em conta os impactos gerados pelo transporte ao meio ambiente é pertinente considerar os resultados que tem as medidas adotadas pelas cidades para o melhoramento do seu Transporte Urbano.

Tabela 5.1 – Fontes e características dos principais poluentes na atmosfera.

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
Partículas Inaláveis e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensos no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera).	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensos no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 100 micra.	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol, marinho e solo.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Dióxido de Enxofre (SO₂)	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO ₃ , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H ₂ SO ₄ . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa e papel, fertilizantes.	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de Nitrogênio (NO₂)	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita.
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em veículos automotores.	
Ozônio (O₃)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas; plantas ornamentais.

Fonte: Plano de Controle de Poluição Veicular do Estado de São Paulo (2013)

I. Bogotá

A continuação se apresentam dados obtidos da Secretaria Distrital do Meio Ambiente que medem a qualidade do Ar na cidade de Bogotá, desde o ano de 1998 até o ano 2012, anos de funcionamento do *Pico y Placa*. Deve-se levar em conta que na cidade de Bogotá o *Pico y Placa* foi implementado visando principalmente o melhoramento da mobilidade urbana. Os poluentes medidos são:

1. **Material Particulado:** A figura 5.9 apresenta medições de MP10¹³ para a zona de restrição veicular desde o ano de 1998 até o ano 2012. Estas medições apresentam um comportamento variável ao longo dos anos, embora desde 2005 se apresente uma redução significativa dos valores, não se pode falar de uma redução ao longo dos anos de implementação da medida de restrição veicular.

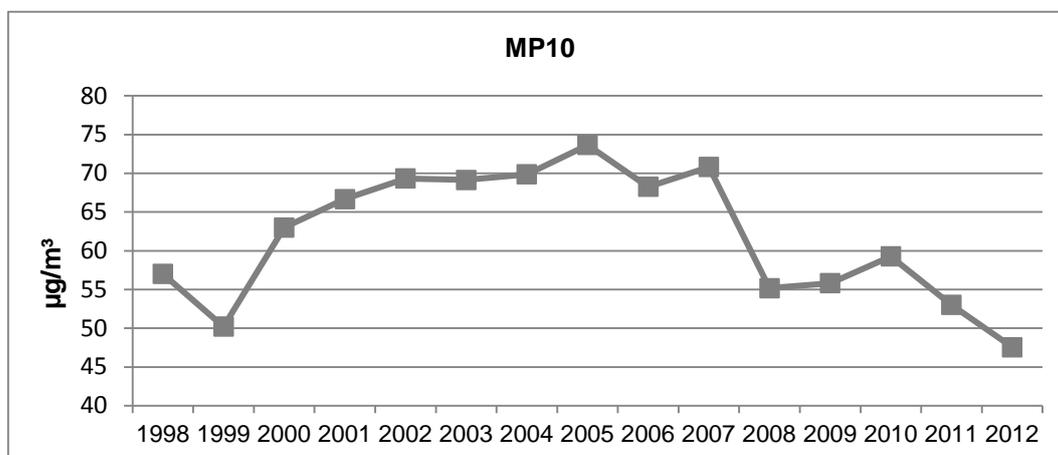


Figura 5.9 – Média anual de Material Particulado na cidade de Bogotá

2. **Dióxido de Enxofre:** A figura 5.10 apresenta as medições do Dióxido de Enxofre para o mesmo período 1998 – 2012. No caso se apresenta uma redução dos níveis de este poluente no Ar da cidade de Bogotá.

¹³ Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 micra.

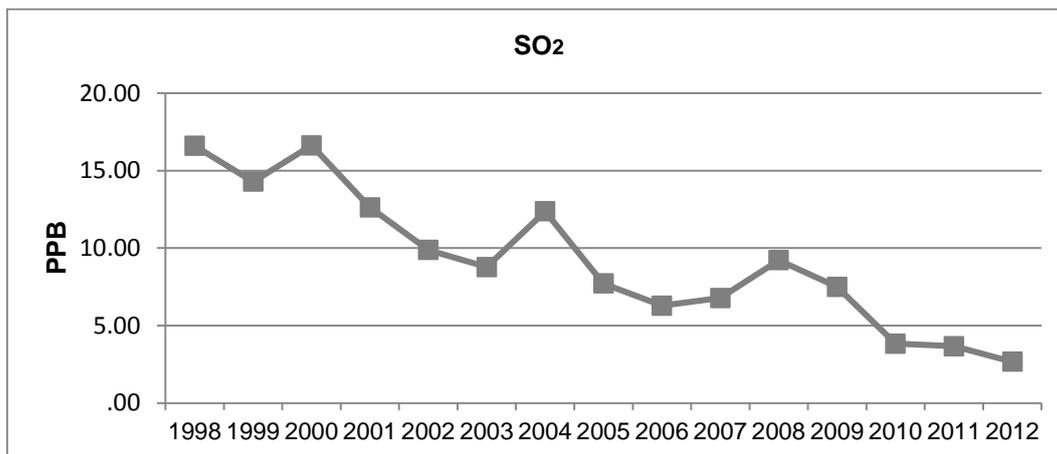


Figura 5.10 – Média Anual de Dióxido de Enxofre na cidade de Bogotá

3. **Dióxido de Nitrogênio:** A figura 5.11 apresenta o comportamento do Dióxido de Nitrogênio. Esta medição apresenta grande variabilidade no período de tempo apresentando-se um valor mínimo (7,7 PPB) no ano de 2003 e um máximo no ano 2009 (22,7 PPB). O valor apresenta atualmente valores similares aos apresentados no ano de 1998.

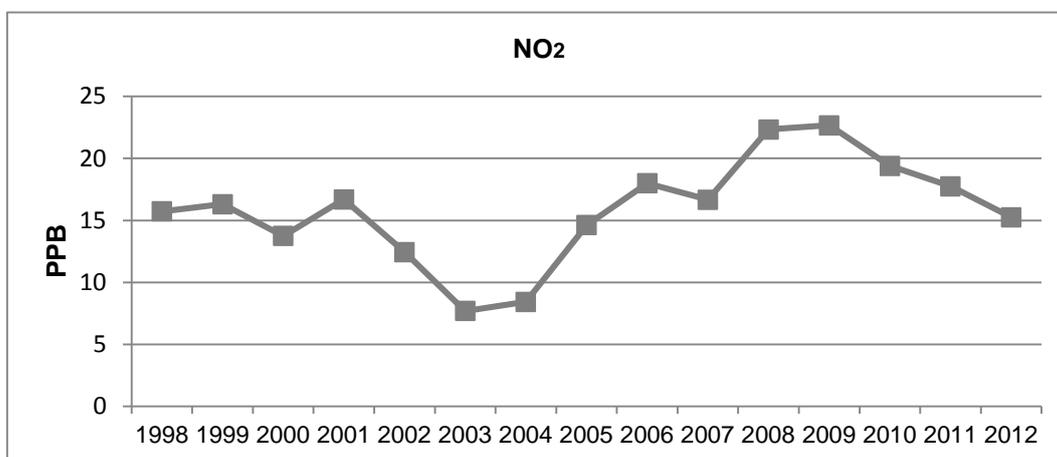


Figura 5.11 – Média Anual de Dióxido de Nitrogênio na cidade de Bogotá.

Tem que se salientar que na cidade de Bogotá a medida de Pico e Placa não tem como objetivo explícito melhorar as emissões de poluentes. No entanto, a lógica da medida de contribuir à mobilidade, restringido a circulação dos Veículos Particulares (menos veículos circulando, menos poluição) deveria se-refletir em uma

melhora na qualidade do Ar. Ainda assim, não se observa uma melhora significativa na qualidade do Ar.

II. México D.F.

As medidas de Restrição Veicular por Rodizio de Placas de São Paulo e Cidade do México foram postas em marcha com o objetivo de reduzir os níveis de Poluição Ambiental. Segundo a SMA¹⁴ o Transporte é o sector que mais polui o Ar da ZMVM¹⁵ e consome 61 por cento dos combustíveis fosseis usados no Estado de México. A figura 5.12 apresenta o peso que tem Transporte Rodoviário ao total da Poluição do Ar na ZMVM.

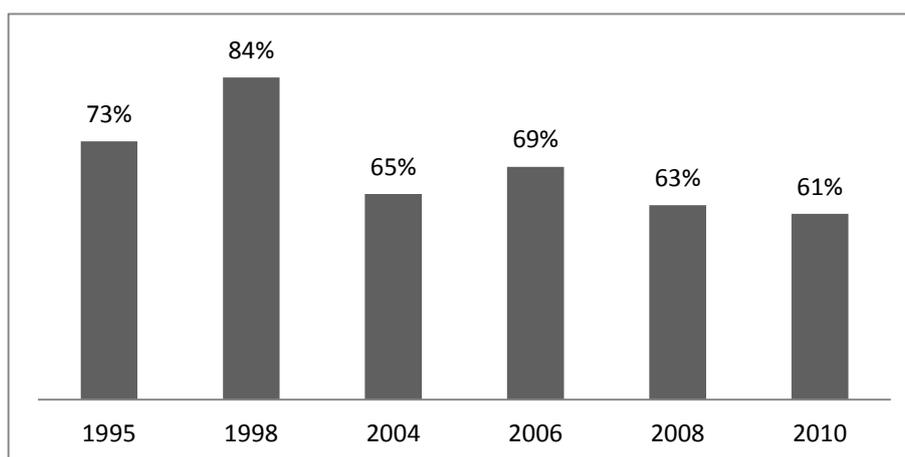


Figura 5.12 – Aporte percentual do sector Transporte Rodoviário à Poluição do Ar da ZMVM.

Com dados obtidos da SMA a continuação se apresenta o comportamento Histórico dos Poluentes que mais afetam a qualidade do Ar.

1. **Material Particulado:** A figura 5.13 apresenta o comportamento do Material Particulado MP10 e MP2,5¹⁶. O MP10 apresenta uma diminuição de 48 por

¹⁴ Secretaria do Meio Ambiente do Governo do Estado de México

¹⁵ Zona Metropolitana do Vale de México

¹⁶ Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 2,5 micra.

cento do ano 1998 ao ano 2010 e o MP2,5 uma diminuição de 26 por cento do ano 2004 ao 2010.

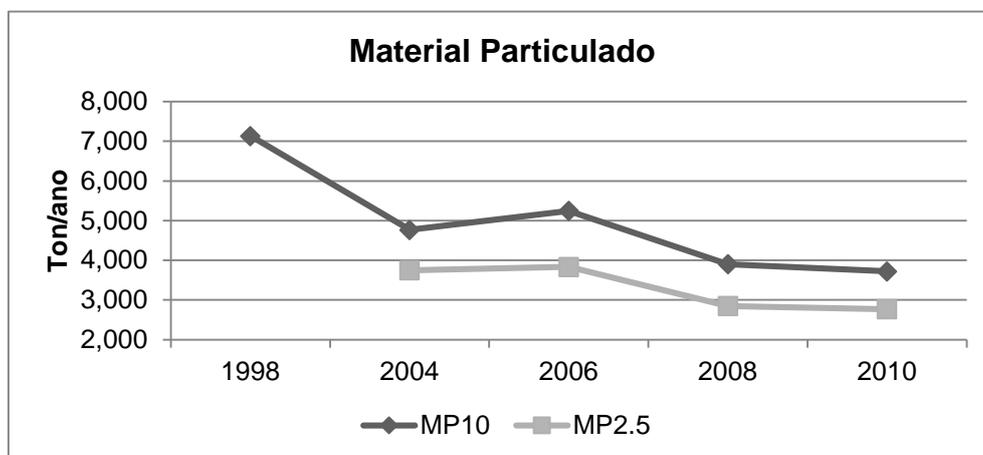


Figura 5.13 – Material Particulado na ZMVM.

2. **Dióxido de Enxofre:** Segundo as cifras da SDM este poluente apresenta uma diminuição de 83 por cento passando de 2.461 [Ton/ano] em 1995 a 411 [Ton/ano] em 2010, como se apresenta na figura 5.14. No entanto, o a variável não tem um comportamento lineal de diminuição e apresenta grande variabilidade no período informado com um máximo de 4.670 [Ton/ano] no ano 1998.

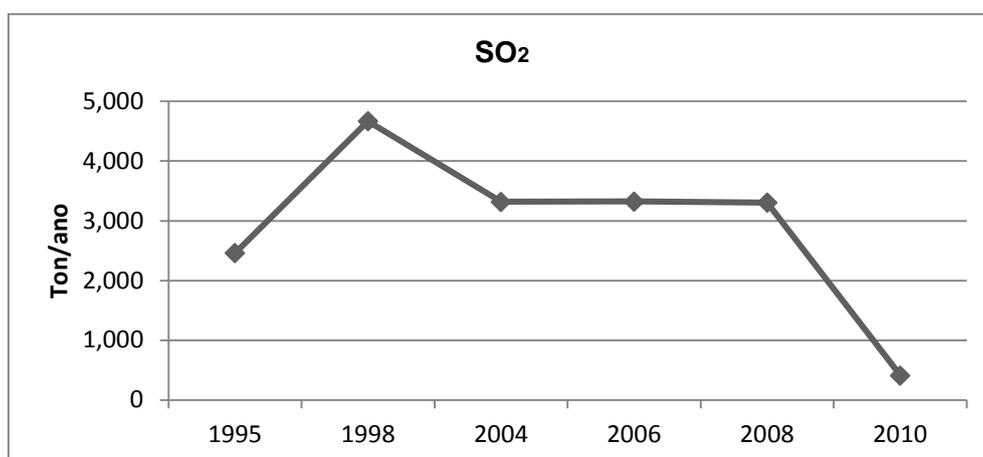


Figura 5.14 – Óxido de Enxofre na ZMVM.

3. **Óxidos de Nitrogênio:** Os NO_x ¹⁷ expõem um comportamento variável no período de 1998 a 2010, apresentando uma diminuição de 11 por cento no período de 1998 a 2004 e um posterior aumento de 14 por cento no período de 2004 a 2010, como se observa na figura 5.15.

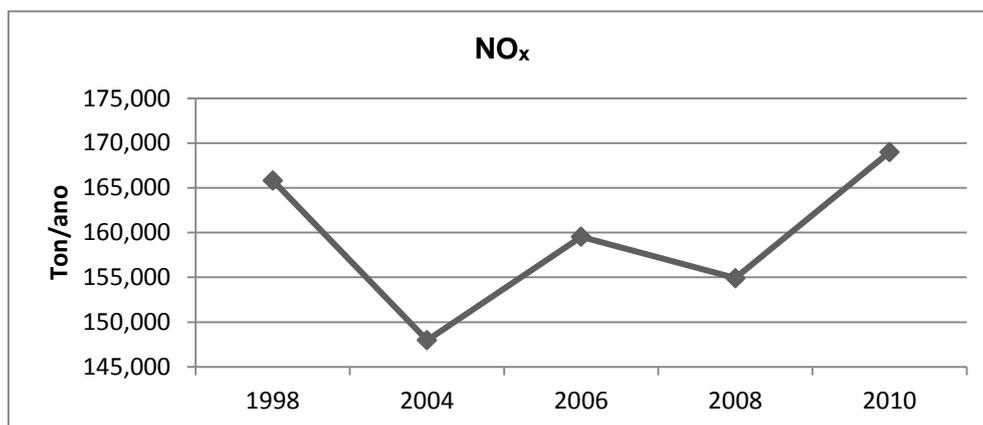


Figura 5.15 – Óxidos de Nitrogênio na ZMVM.

4. **Monóxido de Carbono:** Na figura 5.16 observa-se como no ano 2010 o CO apresento uma diminuição de 8 por cento se comparado com o valor do ano de 1998. Da mesma forma que os outros poluentes estudados o Monóxido de Carbono apresenta um comportamento variável ao longo dos anos sem uma tendência definida.

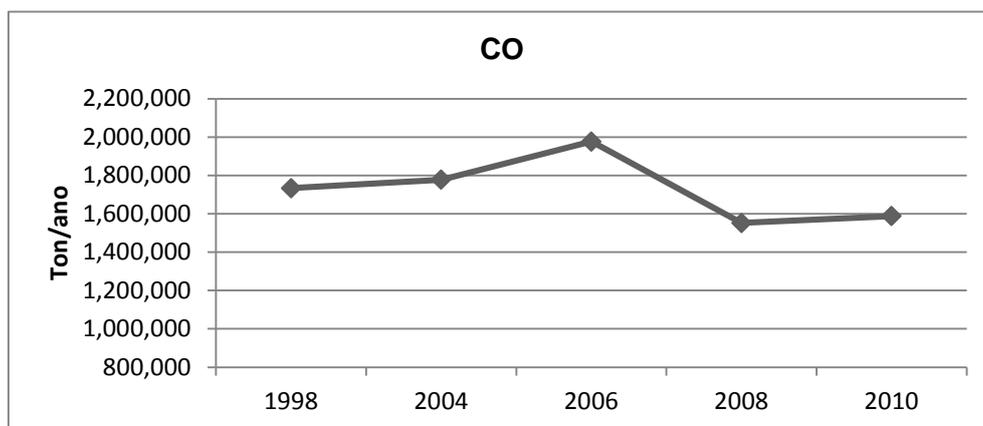


Figura 5.16 – Monóxido de Carbono na ZMVM.

¹⁷ Óxidos de Nitrogênio são: Óxido Nítrico (NO), Óxido Nitroso (N_2O) e Dióxido de Nitrogênio (N_2O)

Excetuando os Óxidos de Nitrogênio, os níveis dos restantes poluentes analisados apresentam uma pequena diminuição. Embora isto, o peso relativo que tem a poluição ocasionada pelo transporte sobre o total da poluição do Ar continua sendo elevado. Além, não se pode demonstrar que o HNC¹⁸ é responsável pela diminuição dos níveis de Poluição.

Pode se observar na figura 5.17 que a pesar de que no ano 2008 inicia a Restrição veicular para o dia sábado,¹⁹ todos os poluentes, excetuando Dióxido de Enxofre (SO₂) e Amônia (NH₃), aumentaram suas concentrações do ano 2008 ao ano 2010.

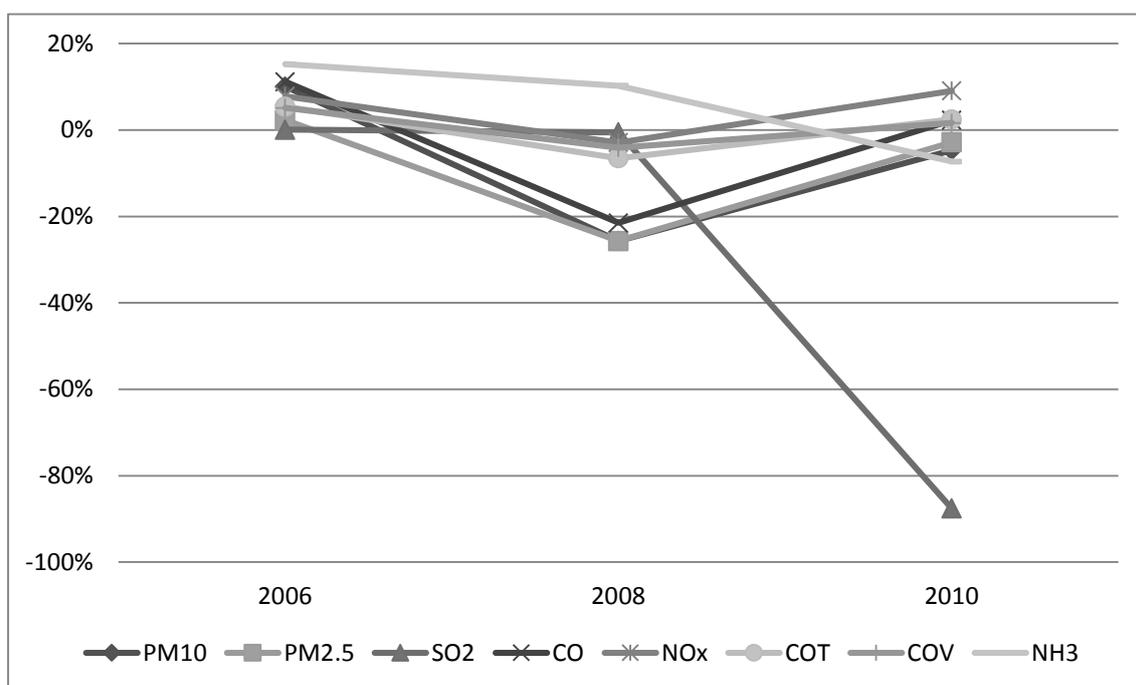


Figura 5.17 – Variação dos poluentes .

¹⁸ *Hoy no Circula* (Hoje não Circula). Programa de Restrição Veicular por Rodizio de Placas que funciona na Cidade do México.

¹⁹ O dia 5 de julho de 2008 inicia-se a restrição veicular durante um dia sábado ao mês, aos veículos que possuam decalques com o número 2 (Veículos mais poluentes), dependendo do último dígito da matrícula.

5.1.3 Acidentalidade (Sociais)

Segundo cifras da Organização Mundial da Saúde os traumatismos causados pelo transito são uma das principais causas de morte, todos os anos acabam com a vida de 1,3 milhões de pessoas, sendo a nona causa de morte no mundo. Se a tendência continuar no a 2030 os acidentes de transito serão a quinta causa de morte no mundo (OMS, 2009). América Latina é amplamente afetada por esta realidade. Cerca de 90 por cento das mortes ocorrem em países de renda baixa e media. A continuação se apresentam dados de acidentalidade das cidades estudadas.

I. Bogotá

No ano 2012 se reportaram na cidade de Bogotá 35.562 acidentes de transito, este valor é superior aos valores apresentados nos últimos quatro anos. Este incremento se apresenta apesar de que o horário da medida de Restrição Veicular foi ampliado de 6 a 14 horas nos dias úteis²⁰ de no mês de fevereiro de 2009 y ficou assim até junho de 2012. A figura 5.18 apresenta o número de acidentes ocorridos na cidade de Bogotá do ano 2003 ao ano 2012.

O número de acidentes com feridos tem um comportamento similar ao apresentado pelo número total de acidentes, tem-se incrementado nos últimos quatro anos. Pode-se salientar que a quantidade de acidentes com vítimas mortais nos anos 2011 e 2012 são as mais baixas dos últimos 10 anos. No ano 2012 o número de vítimas mortais foi de 315, se comparadas com o ano 2003, apresentam uma redução de 45,12 por cento.

²⁰ Ver Tabela 3.3 Cronograma da Política de Restrição Veicular da Cidade de Bogotá: “*Pico e Placa*”

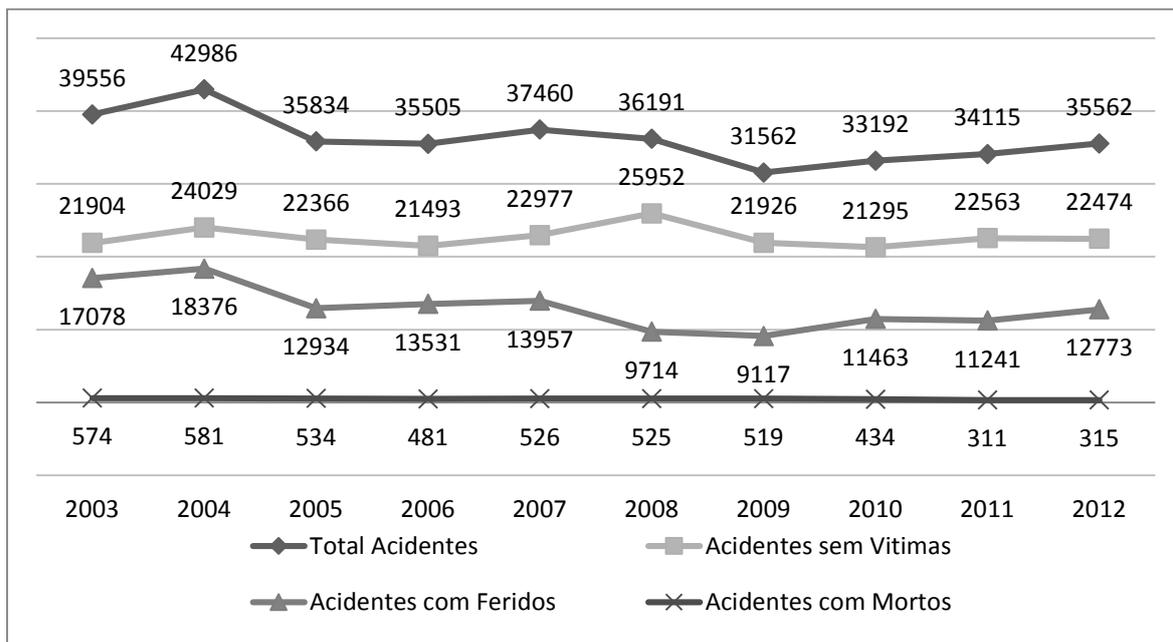


Figura 5.18 – Quantidade de acidentes na cidade de Bogotá 2003 – 2012.

A pesar de a melhora nas cifras de vítimas mortais, evidencia dos últimos anos demonstra que a medida de Restrição Veicular não tem o efeito de reduzir o número de acidentes. Ao invés de melhorar, o aumento da frota de motocicletas causada pela restrição, aumenta as cifras de accidentalidade.

II. México D.F.

Segundo o Observatório Nacional de Lesiones de México (2010), no ano 2009 os acidentes de transito provocavam no país: 24,000 mortes, 40,000 discapacitados e 750,000 feridos. Este impacto gerava gastos por mais de 22 bilhões de reais (126 mil milhões de pesos Mexicanos) e equivalia aproximadamente ao 1,3 por cento do PIB de 2009. A figura 5.19 apresenta o número de acidentes de transito ocorridos na cidade de México do ano 1997 ao ano 2012.

O número de acidentes na cidade de México no ano 2012 tem sido o mais elevado dos últimos 15 anos. Desde 2009, ano em que se apresentou o menor número

de acidentes na última década, a cifra vem-se incrementado. Similar ao caso da cidade de Bogotá tem que se salientar que a Restrição Veicular foi incrementada no ano 2008²¹ na cidade de México. O anterior nos demonstra que medidas mais fortes de Restrição não ajudam à diminuição do número de acidentes.

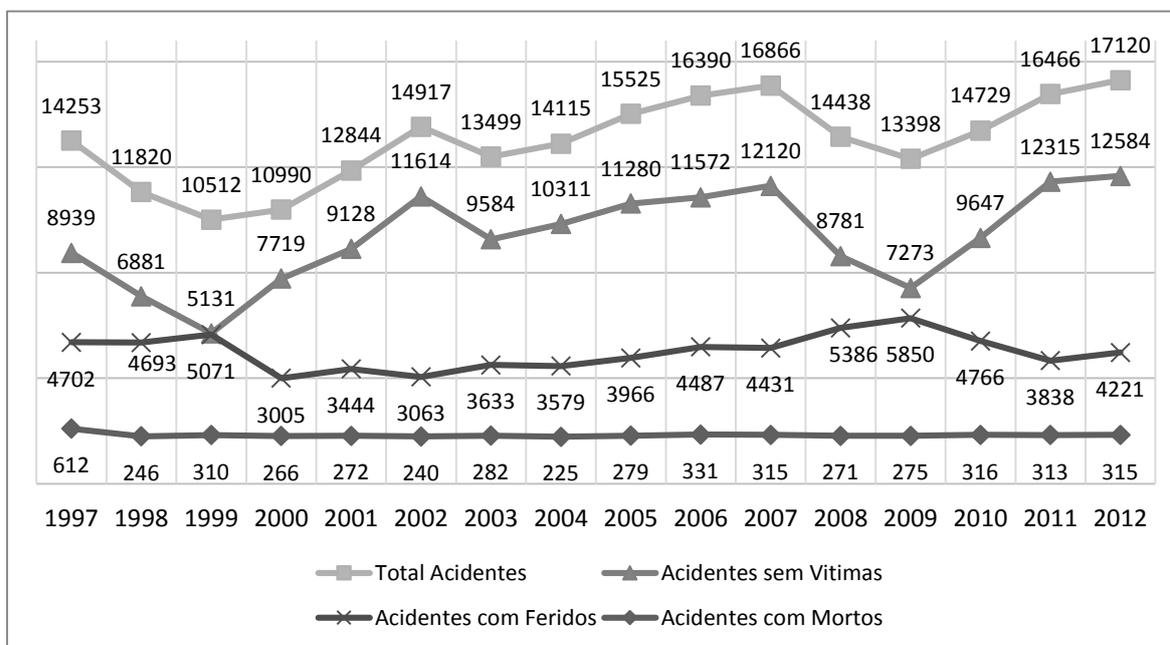


Figura 5.19 – Quantidade de acidentes na cidade de México D.F. 1997 – 2012

5.2 Pedágio Urbano

Os dados usados para a análise dos impactos a sustentabilidade do Transporte do Pedágio Urbano pertencem à cidade de Londres.

5.2.1 Comportamento das viagens (Econômicos)

Os objetivos do Pedágio Urbano de Londres são dois reduzir níveis de tráfego e gerar receitas que são destinadas ao aprimoramento do transporte público coletivo da cidade (CÂMARA; DE MACEDO, 2004). Qualquer um destes objetivos vai conseguir melhoras no âmbito econômico do Desenvolvimento Sustentável da mobilidade da

²¹ Ver Tabela 3.3 Cronograma de Mudanças da Medida de Restrição Veicular: Hoje não Circula.

cidade. Seja reduzindo os níveis de congestionamento ou gerando receitas que permitam financiar o Transporte Público.

A quantidade de viagens diárias feitas na cidade de Londres tem aumentado 22,4 por cento do ano 1993 ao ano 2011. A figura 5.20 apresenta o crescimento das viagens. Para o ano 2011 35,5 por cento das viagens diárias foram feitas em Transporte Público (Ônibus, Metrô, Trem, VLT e Taxis), 26,1 por cento em Transporte não Motorizado (Bicicleta e Caminhada) e 38,4 por cento em Transporte Particular (Carros e Motocicletas).

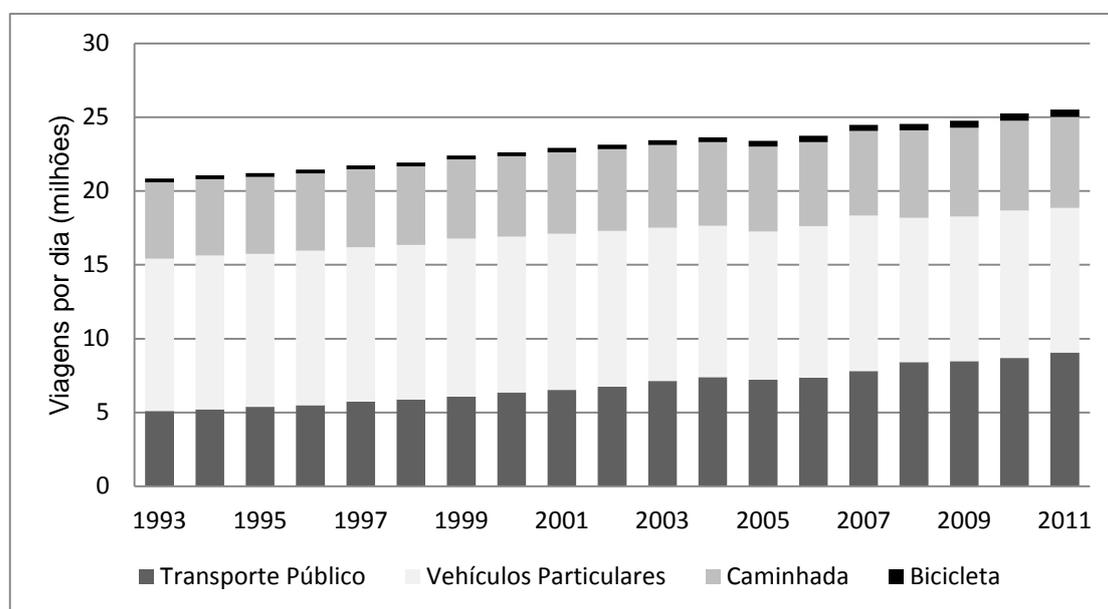


Figura 5.20 – Milhões de Viagens diárias feitas em Londres por modo principal.

Embora o número total de viagens tenha crescido na cidade, na figura 5.21 observa-se como o peso das viagens em Transporte Particular tem diminuído em relação às viagens feitas em Transporte Público e as feitos em modos não motorizados.

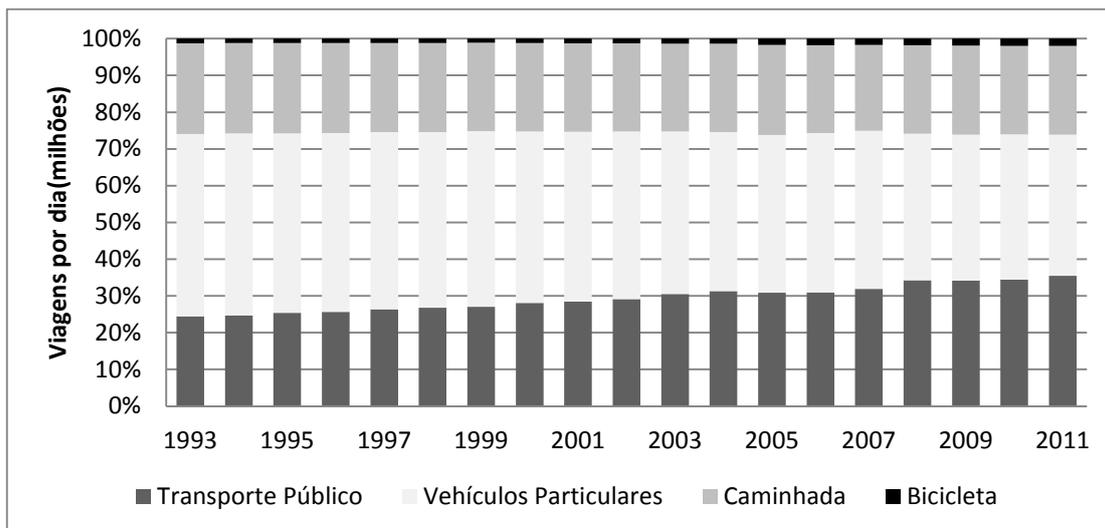


Figura 5.21 – Distribuição Modal de Viagens diárias em Londres no ano 2011.

No caso das viagens com destino à Zona de Restrição o comportamento também é favorável para o Transporte Público e os modos não motorizados. A Figura 5.22 apresenta a quantidade de pessoas que entram em diferentes modos de transporte na Zona Central do Londres no horário do Pico da manhã.

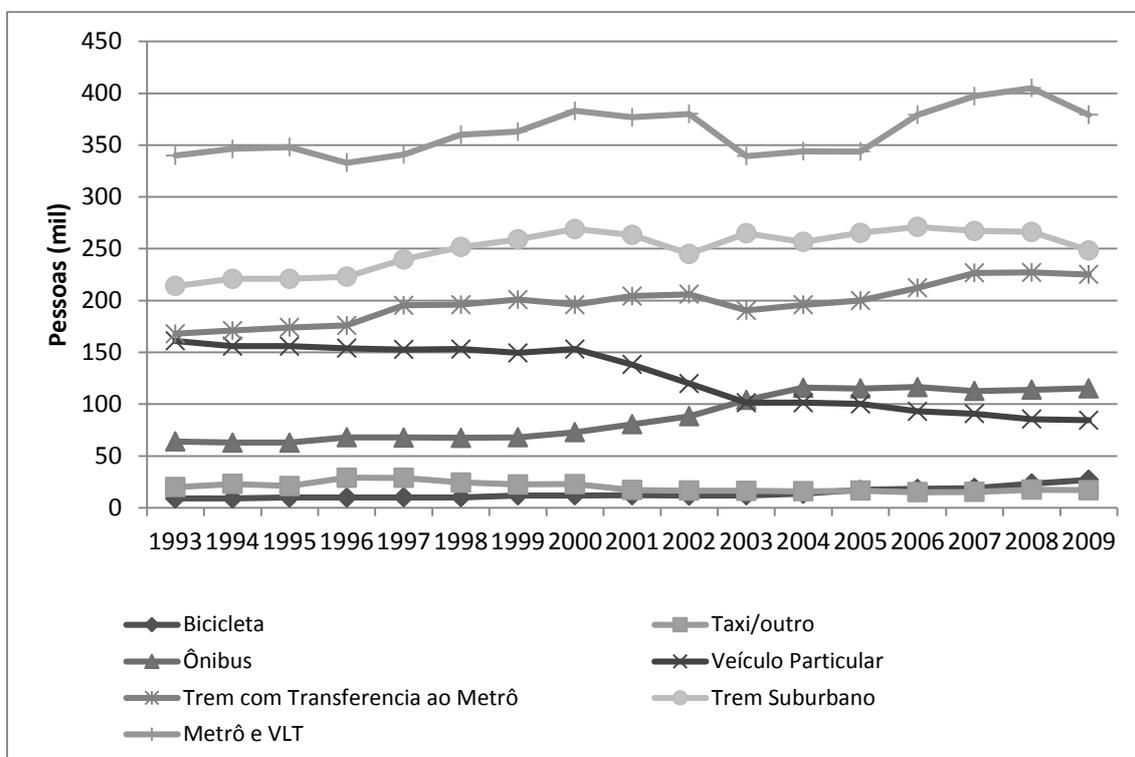


Figura 5.22 – Quantidade de pessoas que entram na Zona Central de Londres no Pico da manhã.

Observa-se como a tendência de diminuição do uso dos Veículos Particulares para se mobilizar ao centro da cidade se mantém. Modos como a bicicleta e o ônibus apresentam o maior crescimento, enquanto que, as viagens feitas em veículo particular e taxis apresentam diminuição, situação desejável na hora do crescimento das viagens. O crescimento relativo das demanda de viagens por modo se apresenta na figura 5.23.

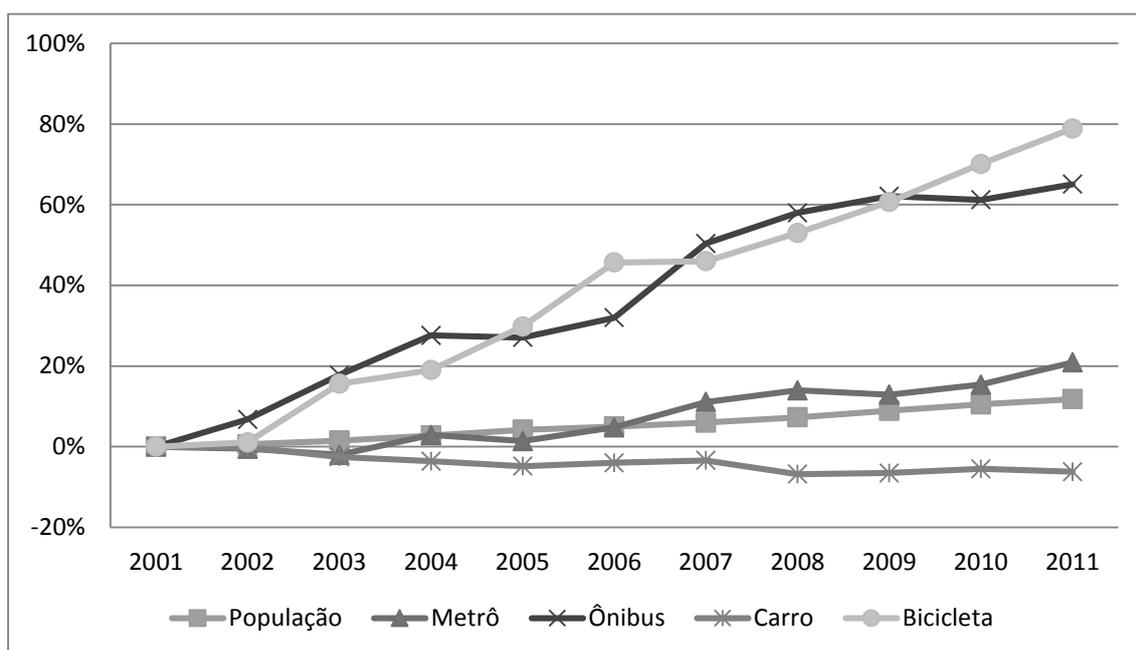


Figura 5.23 – Demanda de Viagens por Modo 2001-2011.

Segundo *Transport for London* (2012), a pesar do aumento das viagens em Transporte Público e Transporte não motorizado, atualmente as velocidades médias e os tempos de viagem estão voltando a ser iguais aos observados antes da implementação do Pedágio Urbano. No entanto, estes seriam bastante piores se este não existira.

5.2.2 Poluição (Ambientais)

Devido a mudanças na metodologia de estudos sobre emissões a informação de séries históricas encontra-se limitada. A continuação se apresentam os dados de Material Particulado y Dióxido de Nitrogênio, proporcionados pela *Transport for*

London para três diferentes zonas de Londres: Outer London²², Inner London²³ e Marylebone Road²⁴.

1. **Material Particulado:** A figura 5.24 apresenta a concentração média anual de MP10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

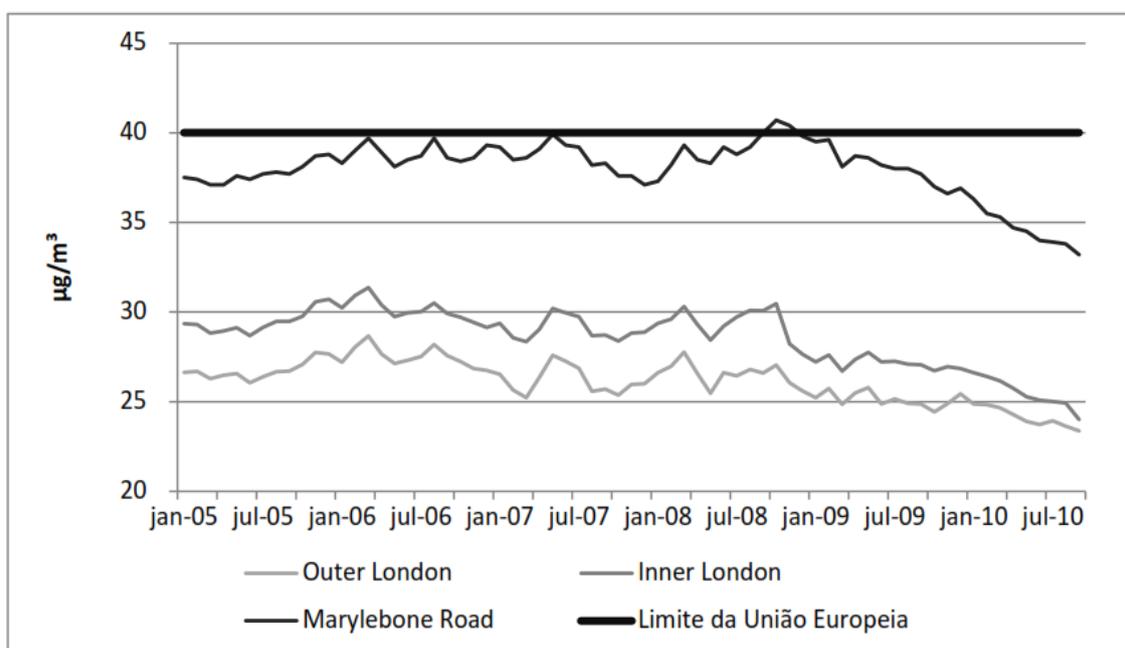


Figura 5.24 – Concentração média anual de MP10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Desde o ano 2006, existe na Grande Londres (*Outer London* e *Inner London*) uma tendência à redução de este poluente, enquanto que, as medições feitas na Rodovia Marylebone, apresentam um comportamento variável de aumento e diminuição. Atualmente o Londres cumpre com os Limites de concentração média anual de MP10²⁵ da União Europeia.

²²Zona conformada pelos Distritos que circundam o Centro da Grande Londres.

²³Zona conformada pelos Distritos Centrais da Grande Londres, onde funciona a medida de Restrição Veicular.

²⁴Importante Rodovia que faz parte do limite da Zona de Restrição.

²⁵ Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 micra

No caso do número de dias onde a média de MP10 supera os 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], o limite da União Europeia é de 35. A figura 5.25 apresenta como a Rodovia Marylebone excedeu o limite permitido até fevereiro de 2010. A grande Londres cumpre com a norma e, além disso, os níveis de poluição por MP10 apresentam uma tendência a diminuir, sendo melhor a tendência apresentada na Zona de Restrição.

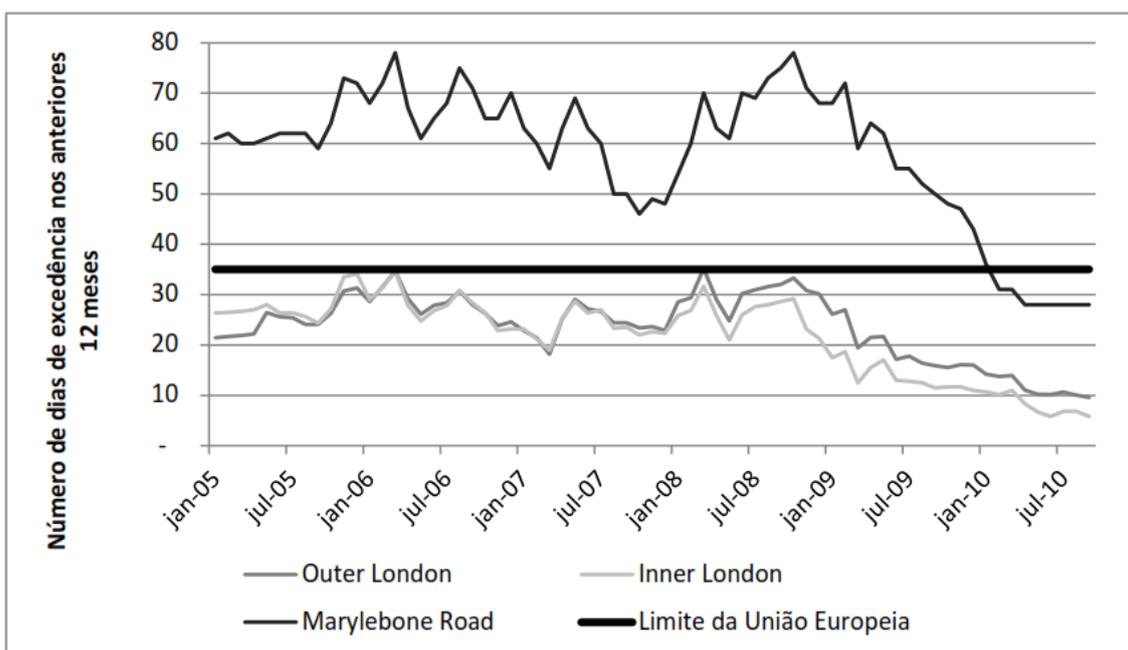


Figura 5.25 – Número de dias nos anteriores 12 meses onde a média de MP10 excede 50 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

No entanto tem que se salientar que os dados obtidos representam um curto período de tempo, no qual, não pode se observar uma tendência clara do comportamento das variáveis.

2. **Dióxido de Nitrogênio:** Os níveis de NO_2 em Londres encontram-se fora do limite de 40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] da União Europeia. Na figura 5.26, observa-se como a partir de ano 2003, em que iniciou a operação do Pedágio Urbano, os níveis de poluição na Rodovia Marylebone incrementaram-se dramaticamente até atingir valores médios de 110 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

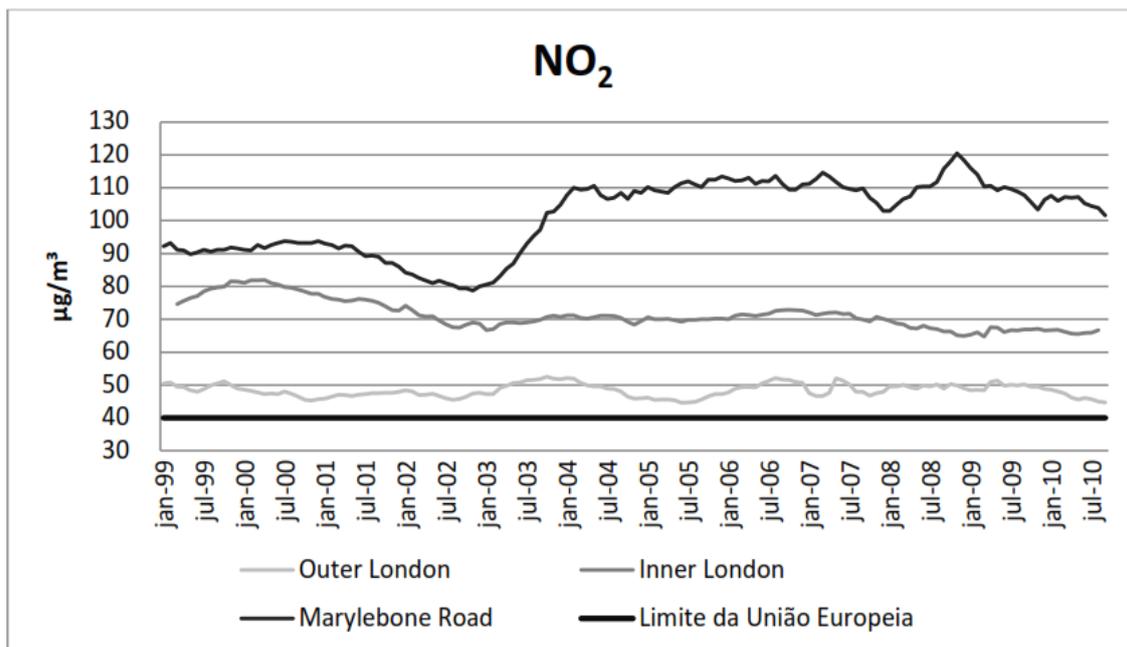


Figura 5.26 – Concentração média anual de Dióxido de Nitrogênio [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Este aumento nos níveis de poluição por NO_2 é ocasionado pelos automóveis que utilizam a Rodovia Marylebone para evitar a Zona de Restrição. Enquanto aos níveis de poluição na zona central de Londres (*Inner London*), observa-se que os valores antes e depois da entrada em funcionamento da Restrição, são similares. Isto pode nos indicar que respeito à poluição causada por Dióxido de Nitrogênio, a medida de Restrição Veicular tem sido prejudicial.

5.2.3 Acidentalidade (Sociais)

Nos últimos anos os acidentes de trânsito na cidade de Londres têm diminuído consideravelmente. Inclusive tendo índices menores aos de Reino Unido entre 2001 e 2010. Para o ano 2011 o índice era praticamente o mesmo como se observa na Figura 5.27.

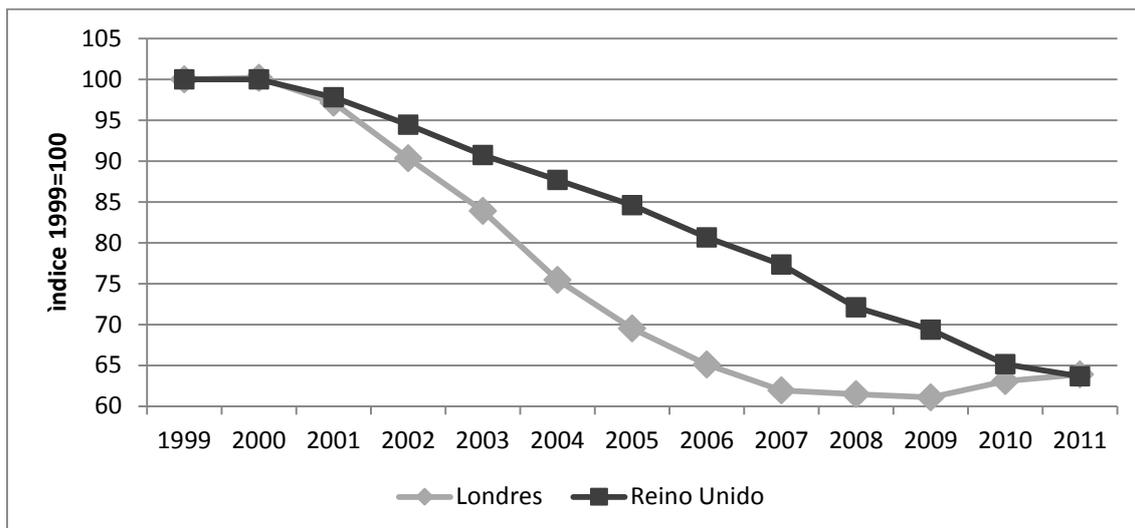


Figura 5.27 – Índice de acidentes em Londres e Reino Unido [1999=100]

A figura 5.28 apresenta os índices de acidentalidade segundo a gravidade do acidente. Observa-se que a cifra de mortos é a mais difícil de reduzir.

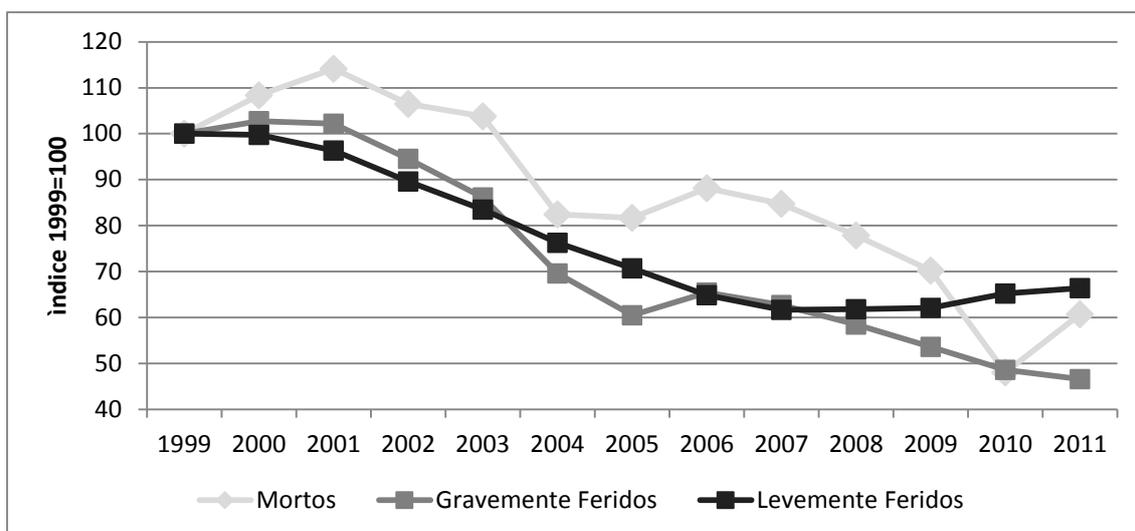


Figura 5.28 – Índices de acidentalidade segundo a gravidade do acidente [1999=100]

No primeiro ano de funcionamento do Pedágio Urbanos as cifras de acidentes com mortos e feridos graves apresentaram a maior queda desde 1999. Na tabela 5.2 apresenta a quantidade de acidentes em Londres no ano 2011 e em anos anteriores. Esta tabela mostra que o número de acidentes de ciclistas tem o maior incremento, no entanto, o número de acidentes de carros tem a maior diminuição. Estes resultados

são consistentes com o aumento e diminuição das viagens feitas nos respectivos modos.

Tabela 5.2 – Acidentes de Trânsito em Londres em 2011 e variação respeito a anos anteriores

Usuários	Média 2005/2009	2010	2011	Variação no ano 2011 respeito a	
				2005/2009	2010
Pedestres	5430,4	5391	5446	0,3%	1,0%
Ciclistas	3138,8	4007	4497	43,3%	12,2%
Motociclistas	4597,6	4337	4676	1,7%	7,8%
Passageiros de carros	13375,8	12573	11792	-11,8%	-6,2%
Passageiros ônibus e taxis	1569,4	1401	1470	-6,3%	4,9%
Passageiros outros veículos	1114,6	1180	1376	23,5%	16,6%
Total	29226,6	28889	29257	0,1%	1,3%

A continuação, na tabela 5.3 se apresenta uma análise comparativa dos impactos das medidas de restrição veicular nas cidades estudadas, segundo os indicadores levantados e analisados anteriormente.

Tabela 5.3 – Síntese de Impactos das medidas de Restrição Veicular

	Bogotá	São Paulo	México D.F.	Londres
Econômicos	Motorização —	Motorização =		Viagens T.P. +
Ambientais	Poluição =		Poluição =	Poluição =
Sociais	Acidentes —		Acidentes —	Acidentes +

— Impacto Negativo

+ Impacto Positivo

= Impacto Pouco Relevante ou indeterminado

A tabela apresenta de forma simples o resultado da análise dos dados levantados. Como limitação ao trabalho, não foi possível levantar dados completos das cidades de Singapura, São Paulo e México D.F. No entanto, foram levantados dados suficientes para cumprir com o objetivo proposto.

Na tabela 5.3 se observa como os impactos obtidos pela Restrição Veicular por Rodizio de Placas são inferiores aos obtidos pelo Pedágio Urbano. Pode se afirmar então que o Pedágio Urbano é uma opção mais eficiente na hora de atingir o transporte sustentável.

6 CONCLUSÕES

6.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foram apresentadas medidas de gerenciamento de Transporte, especificamente medidas de restrição veicular, (Restrição por Rodizio de Placas e Pedágio Urbano) e como estas funcionam em diferentes cidades (Bogotá, México D.F., São Paulo, Londres e Singapura). Destas cidades também foi apresentada uma caracterização do seu sistema de Transporte Público. A tabela 6.1 apresenta uma síntese da caracterização de Transporte Público feita nos capítulos 3 e 4.

Tabela 6.1 – Comparação dos sistemas de Transporte Público nas cidades estudadas

		Bogotá	São Paulo	México D.F.	Londres	Singapura
Metrô	Extensão [km]	0	70,6	226	402	150
	Linhas	0	5	12	11	5
	Demanda [pass/dia] (mil)	0	4500	4400	4520	2500
Trem Suburbano	Extensão [km]	0	260,8	0	86	0
	Linhas	0	6	0	6	0
	Demanda [pass/dia] (mil)	0	2700	0	427	0
BRT	Extensão [km]	108	0	95	0	0
	Linhas	11	0	5	0	0
	Demanda [pass/dia] (mil)	2410	0	800	0	0
VLT	Extensão [km]	0	0	13	62	28,8
	Linhas	0	0	1	11	3
	Demanda [pass/dia] (mil)	0	0	60	380	124
Trólebus	Extensão [km]	0	0	204	0	0
	Linhas	0	0	8	0	0
	Demanda [pass/dia] (mil)	0	0	140	0	0
Ônibus	Extensão [km]		4454	6061		
	Linhas	399		197	673	348
	Demanda [pass/dia] (mil)	3522	9950	1950	6027	3500
Ciclovia	Extensão [km]	380	245,31	65	40	61,3
	Frota Pública	0	1000	1200	8000	0
	Demanda [pass/dia] (mil)	450			68	
Taxis	Frota (mil)	51000	33000	102000	70000	28210
	Linhas					
	Demanda [pass/dia] (mil)	1100	910	1100		967

Elaboração própria com dados das diferentes administradoras do Transporte

Na tabela 6.1, pode-se observar com maior facilidade a oferta de Transporte Público que apresenta cada cidade estudada. Os valores se apresentam com diferentes intensidades do sombreado, dependendo da oferta de transporte, de cor clara (menor oferta) a cor escura (maior oferta).

É conhecido que a qualidade do Transporte Público é fundamental para desestimular o uso do veículo particular, principal objetivo das medidas de restrição veicular, e atingir maiores níveis de Sustentabilidade no Transporte. A intermodalidade é um aspecto fundamental na hora de avaliar a qualidade dos Sistemas de Transporte Público Urbano. Sendo assim, maior oferta de modos e meios de Transporte Público, reflete-se numa maior qualidade do Sistema de Transporte para os usuários.

Sabendo isto, da tabela pode-se concluir que, das cidades analisadas, Londres e México D.F. possuem a maior oferta de infraestrutura de Transporte Público, seu sistema está constituído por diferentes meios de Transporte e possuem as maiores redes de metrô. Por outro lado, a cidade de Bogotá apresenta a menor oferta de infraestrutura de Transporte Público, destacando-se só por sua rede de ciclovias, a qual é amplamente superior às de as restantes cidades estudadas.

Estas características de oferta de Transporte Público influenciam de forma direta os resultados que podem ser obtidos pelas medidas de restrição veicular, no sentido que as medidas pretendem desestimular o uso de Transporte Particular e estimular o uso de Modos mais sustentáveis como os não motorizados e o Transporte Público Coletivo.

No caso do levantamento de informação das medidas de restrição veicular, a descrição do seu funcionamento, objetivos principais e impactos, não foi encontrada literatura que apresentara estas informações de forma sistematizada, apenas foram encontrados estudos e pesquisas, geralmente feitos pelas administrações das cidades, que continham informação sobre as implementações das medidas. Os dados de impactos foram levantados de diferentes entidades: Secretarias de meio ambiente, Institutos de Estatística, Observatórios socioeconômicos e de acidentalidade, entre outros.

Avaliou-se se há tendência de melhora ou piora de algumas variáveis relacionadas com os âmbitos Econômico, Social e Ambiental como são taxas de motorização, demanda por transporte público, índices de acidentalidade e índices de poluição. O resultado desta avaliação pode observar-se resumido na tabela 5.3.

Desta avaliação conclui-se que o Pedágio Urbano apresenta melhores resultados na hora de atingir a mobilidade Sustentável. No entanto, a medida não é autossuficiente na hora de melhorar a sustentabilidade do Transporte. O resultado tem relação direta com a excelente oferta de Infraestrutura de Transporte Público que foi apresentada de forma resumida na tabela 6.1. Londres é a cidade com a melhor oferta de Transporte Público Coletivo das cidades analisadas. Isto faz que ao ser implementadas medidas de desestímulo aos veículos particulares, estas obtenham maior sucesso que as implementadas em cidades com pobre infraestrutura como Bogotá.

Das experiências de México D.F., Bogotá e São Paulo pode-se dizer que a Restrição Veicular por Rodizio de Placas não tem contribuído o suficiente para garantir uma melhoria significativa da Mobilidade Urbana Sustentável.

Em 1998, cidade de Bogotá (Colômbia) instituiu o Programa de restrição ao uso do veículo particular, "*Pico y Placa*", o qual impedia a circulação de 20% automóveis, com base no último dígito da placa (conforme descrito no cap.3). Em 2012, devido ao aumento da frota de veículos a restrição de circulação foi ampliada para 50% dos automóveis. Entretanto, o aumento na restrição não se reflete num aumento nos benefícios obtidos em 1998, em termos de Congestionamentos, Poluição e Acidentes.

Este fato se deve ao Aumento da Taxa de Motorização, em especial, devido ao acréscimo do número de Motos no Trânsito. Vale salientar, que nas três cidades aonde o Rodízio de Placas foi implementado observou-se os mesmos efeitos. Não obstante, isto não significa que a restrição ao automóvel particular seja um fracasso e sim que, por si só, ela não é suficiente. Observa-se que a oferta de infraestrutura de Transporte Público Coletivo deve acompanhar à implementação da restrição para que esta possa obter os resultados esperados.

No caso de Londres, Pedágio Urbano tem contribuído de maneira positiva na Mobilidade e no financiamento do Sistema de Transporte da cidade. Por lei, toda a receita do Pedágio tem que ser destinadas ao financiamento do Transporte de Londres. Em 2011 a receita líquida foi de £173.5 milhões (R\$ 663,5 milhões).

Além do ganho financeiro, a proporção de viagens feita em Veículos Particulares diminuiu, devido à transferência para viagens em Transporte Coletivo e viagens não motorizadas, atendendo os objetivos da medida. Além de contribuir em termos ambiental e social no que se refere a redução da poluição e dos acidentes.

Não existe uma única solução para melhorar a Mobilidade, é por isto que diferentes medidas, que se complementem entre si, devem ser levadas em conta. Medidas de Gerenciamento da Demanda, Planejamento Urbano, Investimentos em Transporte Coletivo e Infraestrutura para os modos não Motorizados devem ser prioridade. Precisa-se de mudanças nos paradigmas de planejamento que favorecem ao Veículo Particular, além de uma reflexão da sociedade sobre o tipo de cidade em que as pessoas querem e precisam viver, cidades para carros ou cidades para pessoas.

6.2 RECOMENDAÇÕES E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este trabalho é apenas o início dos estudos dos impactos causados pelas medidas de restrição. Como limitação se teve a dificuldade no levantamento da informação, devido a que as agencias administradoras carecem de informação sistematizada e a de rigorosidade no seguimento técnico aos impactos das medidas implementadas.

É necessário o desenvolvimento de estudos mais aprofundados sobre as vantagens e desvantagens da utilização destas medidas. Podem ser adotados outros indicadores ou variáveis não escolhidos neste trabalho. Outro aspecto que merece pesquisa complementar é a verificação dos impactos que poderiam causar estas medidas em cidades brasileiras de diversos tamanhos, uma vez que na revisão bibliográfica a maioria da informação refere-se a localidades fora do Brasil.

A avaliação pode ainda ser refinada, incluindo análises na alteração do uso do solo e na densidade de ocupação. Para esta análise, recomenda-se considerar para cada medida de restrição vários tipos de uso do solo e densidades de ocupação, tendo para controle uma região onde não houvesse implementação de medida de restrição. Assim

pode-se avaliar a alteração das variáveis considerando a diversidade de características, típica de cidades de porte médio e grande no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACQUATELLA, Jean; ALTOMONTE, Hugo. *Instrumentos Fiscales para la Mitigación de Problemas Ambientales Específicos*. . [S.l.]: ECLAC. Disponível em: <<http://www.eclac.org/>>. , 11 nov. 2010

AFFONSO, Nazareno Stanislau. Automóveis e sustentabilidade. *Desafios do Desenvolvimento*, n. 53, p. 27, 28 ago. 2009.

BALASSIANO, Ronaldo. Transporte Sustentável em Países Emergentes: Uma Análise Prospectiva. In: XXI CONGRESSO NACIONAL DA ANPET, 2007, [S.l.]: ANPET, 2007. Disponível em: <<http://www.anpet.org.br/>>.

BLACK, William R. Socio-economic barriers to sustainable transport. *Journal of Transport Geography*, v. 8, n. 2, p. 141 – 147, 2000.

CÂMARA, Paulo; DE MACEDO, Laura Valente. Restrição Veicular e Qualidade de Vida: O Pedágio Urbano em Londres e o Rodízio em São Paulo. 2004. Disponível em: <<http://www.nossaSaopaulo.org.br/>>.

CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN. *Delimitación de las zonas metropolitanas de México 2010*. . [S.l.]: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponível em: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Delimitacion_zonas_metropolitanas_2010_Capitulos_I_a_IV>. Acesso em: 22 maio 2013. , jun. 2012

CROZET, Yves *et al.* La mobilité en milieu urbain : de la préférence pour la congestion à la préférence pour l'environnement. jun. 1994. Disponível em: <<http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00850037>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

DALY, Herman E. *Steady-State Economics*. 2nd ed. ed. Washington, DC.: Island Press, 1991.

DAVIS, Lucas W.; KAHN, Matthew E. *International trade in used durable goods: the environmental consequences of NAFTA*. . [S.l.]: National Bureau of Economic Research, 2008. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w14565>>. Acesso em: 4 mar. 2013.

ESTADÃO. Fatia da indústria automobilística no PIB cresce 45,6% em 11 anos. São Paulo, 5 maio 2013. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/economia-geral,fatia-da-industria-automobilistica-no-pib-cresce-456-em-11-anos,152758,0.htm>>. Acesso em: 22 ago. 2013.

EUROPEAN COMMISSION. *Towards Fair and Efficient Pricing in Transport*. . [S.l.]: Commission of the European Communities. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/pt/index.htm>>. Acesso em: 25 jul. 2013. , 1995

GEFFRIN, Ives. Les 162 Péages Urbains. *Transport Public*, n. 886, p. 23 – 27, 1990.

GOH, Mark. Congestion management and electronic road pricing in Singapore. *Journal of Transport Geography*, v. 10, n. 1, p. 29–38, mar. 2002. Acesso em: 22 ago. 2013.

GREENE, David L.; WEGENER, Michael. Sustainable transport. *Journal of Transport Geography*, v. 5, n. 3, p. 177–190, set. 1997. Acesso em: 21 fev. 2012.

GTZ, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. *Sustainable Transport: A sourcebook for policy-makers in developing cities. Module 1d: Transportation Demand Management - Training Document*. . [S.l.]: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Disponível em: <www.gtz.de>. , abr. 2009

GUILARTE, María Alejandra. *GERENCIAMENTO DA MOBILIDADE: UMA CONTRIBUIÇÃO METODOLÓGICA PARA A DEFINIÇÃO DE UMA POLÍTICA INTEGRADA DOS TRANSPORTES NO BRASIL*. 2006. 391 f. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2006.

HAU, Timothy Doe-Kwong. *Economic Fundamentals of Road Pricing: A Diagrammatic Analysis*. Washington, DC.: [s.n.], 1992. v. 1070.

IBGE. *Estimativas populacionais para os municípios brasileiros em 1 de julho de 2012*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 1 mar. 2013.

IEA, International Energy Agency. *KEY WORLD ENERGY STATISTICS*. . [S.l.]: International Energy Agency. Disponível em: <[http://ar.newsmth.net/att/633efe465236a/Key_World_Energy_Statistics\(2007\).pdf](http://ar.newsmth.net/att/633efe465236a/Key_World_Energy_Statistics(2007).pdf)>. Acesso em: 25 jul. 2013. , 2013

IMF, International Monetary Fund. *World Economic Outlook database*. Disponível em: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2013/01/weodata/download.aspx>>. Acesso em: 4 abr. 2013.

ITDP; MINISTÉRIO DAS CIDADES. *Manual de BRT: Guia de Planejamento*. . [S.l.]: GTZ. , dez. 2008

JEON, Christy Mihyeon; AMEKUDZI, Adjo. Addressing Sustainability in Transportation Systems: Definitions, Indicators, and Metrics. *Journal of Infrastructure Systems*, v. 11, n. 1, p. 31–50, 2005.

LITMAN, T.; BURWELL, D. Issues in sustainable transportation. *International Journal of Global Environmental Issues*, v. 6, n. 4, p. 331–347, 2006.

LITMAN, Todd. Generated Traffic: Travel Implications for Transport Planning. *ITE Journal*, v. 71, n. 4, p. 38 – 47, abr. 2001.

LOPES, Sergio Pedro. *Elaboração de modelos matemáticos para análise, avaliação e previsão do comportamento da motorização no Brasil*. 2005. 230 f. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2005.

LTA, Land Transport Authority. *Land Transport Master Plan 2013*. . [S.l.]: Land Transport Authority. Disponível em: <<http://www.lta.gov.sg/content/dam/ltaweb/corp/PublicationsResearch/files/ReportNewsletter/LTMP2013Report.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2013. , 2013

MME, Ministério de Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional*. . [S.l.]: Ministério de Minas e Energia. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2013.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2013. , 2013

MOTTA, Claudio. Dois veículos são criados para cada bebê nascido no Brasil. *O Globo*, 29 jan. 2013. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/amanha/dois-veiculos-sao-criados-para-cada-bebe-nascido-no-brasil-7426417>>. Acesso em: 1 mar. 2013.

OBSERVATORIO NACIONAL DE LESIONES. *Metodología para desarrollar un observatorio de lesiones causadas por el transito*. . [S.l.]: secretaría de Salud del Gobierno Federal. Disponível em: <<http://www.cenapra.salud.gob.mx/>>. Acesso em: 2 dez. 2013. , 2010

OFFICE FOR NATIONAL STATISTICS. *Census for England and Wales, 2011*. Text. Disponível em: <<http://www.ons.gov.uk/ons/guide-method/census/2011/index.html>>. Acesso em: 24 set. 2013.

OMS, Organización Mundial de la Salud. *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial es hora de pasar a la acción*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, 2009.

ONU, Population Division. *World Urbanization Prospects: The 2007 Revision Population Database*. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://esa.un.org/unup/>>. Acesso em: 10 mar. 2012. , 2007

PNUMA. *Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza - Síntese para Tomadores de Decisão*. . [S.l.]: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.unep.org/greeneconomy/>>. Acesso em: 26 jul. 2013. , 2011

REYES, Tépach M. *Análisis de los precios y de los subsidios a las gasolinas y el Diesel en México, 2007-2010*. . [S.l.]: Cámara de diputados. Centro de documentación, información y Análisis. Subdirección de Economía. Disponible em: <<http://www.diputados.gob.mx/cedia/sia/se/SE-ISS-26-10.pdf>>. , 2011

RIVASPLATA, Charles R. Congestion pricing for Latin America: Prospects and constraints. *Research in Transportation Economics*, v. 40, n. 1, p. 56–65, abr. 2013. Acesso em: 29 maio 2013.

ROCHA, ACB *et al.* Gerenciamento da Mobilidade: Experiências em Bogotá, Londres e alternativas pós-modernas. *IV Pluris*, 2006.

RODRIGUE, J-P; COMTOIS, Claude; SLACK, Brian. *The Geography of Transport Systems*. Second Edition ed. New York: Routledge, 2012. Disponible em: <<http://people.hofstra.edu/geotrans>>.

SANTOS, Georgina *et al.* Part I: Externalities and economic policies in road transport. *Research in Transportation Economics*, v. 28, n. 1, p. 2–45, 2010. Acesso em: 22 maio 2012.

SDM, Secretaría Distrital de Movilidad. *Movilidad en Cifras 2011*. . [S.l.]: Secretaría Distrital de Movilidad. Disponible em: <<http://www.movilidadbogota.gov.co/>>. Acesso em: 25 jan. 2013. , 2012

SDP, Secretaría Distrital de Planeación. *Población de Bogotá D.C. y sus localidades*. Disponible em: <<http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/Informaci%F3nTomaDecisiones/Estadisticas/Proyecci%F3nPoblaci%F3n>>. Acesso em: 28 maio 2013.

SENNA, Luiz Afonso dos Santos; MICHLE, Fernando Dutra. *Rodovias Auto-Sustentadas: O desafio do século XXI*. 1. ed. São Paulo: Editora CLA, 2006. v. 1.

SINGAPORE DEPARTMENT OF STATISTICS. *Singapore Department of Statistics*. Disponible em: <http://www.singstat.gov.sg/statistics/browse_by_theme/population.html>. Acesso em: 8 jul. 2013.

SMA, Secretaría del Medio Ambiente Gobierno del Estado de México. *Programa de Restricción Vehicular “Hoy No Circula” y similares en el mundo. Sus alcances y limitaciones*. . [S.l.]: SMA. Disponible em: <<http://portal2.edomex.gob.mx/sma/inicio/index.htm>>. Acesso em: 23 ago. 2013. , jun. 2012

STM, Secretaria dos Transportes Metropolitanos do Estado de São Paulo. *Evolução dos passageiros transportados nas Regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas e Baixada Santista, por modo de transporte. 2009 - 2012.* . [S.l.]: STM. Disponível em: <http://www.stm.sp.gov.br/images/stories/publicacoes/demanda_2009_2012.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2013. , 2013

STM, Secretaria dos Transportes Metropolitanos do Estado de São Paulo. *Pesquisa Origem Destino Região Metropolitana de São Paulo 2007.* Disponível em: <http://www.metro.sp.gov.br/metro/arquivos/OD2007/sintese_od2007.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2013.

TFL, Transport for London. *Congestion Charging.* Disponível em: <www.tfl.gov.uk>. Acesso em: 20 mar. 2012.

TFL, Transport for London. *Congestion Charging.* Disponível em: <<http://www.tfl.gov.uk/roadusers/congestioncharging/default.aspx>>. Acesso em: 26 jul. 2013.

TORRES, Henrique Mendes. *EFICIÊNCIA, EQÜIDADE E ACEITABILIDADE DO PEDÁGIO URBANO.* 2001. Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

UNFPA. *Estado de la población mundial 2011: 7 mil millones de personas, su mundo, sus posibilidades.* New York: Fondo de Población de las Naciones Unidas, 2011. v. 1. Disponível em: <http://www.unfpa.org/webdav/site/global/shared/documents/SWP_2011/SP-SWOP2011.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2012.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. *Transporte Urbano nos Países em desenvolvimento: reflexões e propostas.* 3. ed. São Paulo: Annablume, 2000.

VICKREY, William S. Congestion Theory and Transport Investment. *American Economic Review*, v. 59, p. 251 – 260, maio 1969.

VTPI. *Online TDM Encyclopedia.* Victoria, Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2010. Disponível em: <<http://www.vtpi.org/tdm/index.php>>.

WCED, World Commission on Environment and Development. *Our common journey.* Oxford, England: Oxford University Press, 1987.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Global status report on road safety 2013: supporting a decade of action.* [S.l: s.n.], 2013.

(SDP, 2013) SDM Transmilenio 2013