

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Tiago da Rocha Trierweiler**

**O PEDÁGIO URBANO COMO FORMA DE DESESTÍMULO  
AO TRANSPORTE INDIVIDUAL MOTORIZADO**

Porto Alegre  
junho 2015

**TIAGO DA ROCHA TRIERVEILER**

**O PEDÁGIO URBANO COMO FORMA DE DESESTÍMULO  
AO TRANSPORTE INDIVIDUAL MOTORIZADO**

Trabalho de Diplomação a ser apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

**Orientador: Luiz Afonso dos Santos Senna**

Porto Alegre  
junho 2015

**TIAGO DA ROCHA TRIERVEILER**

**O PEDÁGIO URBANO COMO FORMA DE DESESTÍMULO  
AO TRANSPORTE INDIVIDUAL MOTORIZADO**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo Professor Orientador Luiz Afonso dos Santos Senna e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, junho de 2015

Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna  
PhD pela University of Leeds, Inglaterra  
Orientador

Profa. Carin Maria Schmitt  
Dra. pelo PPGA/UFRGS  
Coordenadora

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Felipe Medeiros**  
M. Sc. Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Prof. Letícia Dexheimer (UFPel)**  
Dr.<sup>a</sup>. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna (UFRGS)**  
PhD. pela University of Leeds, Inglaterra

Dedico este trabalho a meus pais, Paulo e Elaine, e ao meu irmão André, que sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado especialmente durante o período do meu Curso de Graduação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna, orientador deste trabalho, pela disposição e paciência em transmitir seu conhecimento para a realização desse trabalho, assim como nas disciplinas em que tive a oportunidade de ser seu aluno durante a graduação.

Agradeço à Prof. Carin Schmitt, pelo comprometimento e disposição com os alunos na realização do Trabalho de Conclusão do Curso.

Agradeço aos meus pais, Paulo e Elaine, e ao meu irmão André, pelo carinho, apoio e incentivo que me deram durante todos esses anos de graduação.

Agradeço aos meus amigos, que estiveram presentes nos e também nos difíceis momentos durante essa caminhada.

Por fim, agradeço a todos professores que fizeram parte da minha formação profissional e que contribuíram para a realização desse trabalho.

Sonhos determinam o que você quer.  
Ação determina o que você conquista.

*Aldo Novak*

## RESUMO

Com a aglomeração da população em grandes centros urbanos e o aumento significativo da frota de veículos, os congestionamentos vêm se tornando uma rotina, trazendo uma piora na qualidade de vida da população. A solução desse problema é complexa, e envolve fatores como a demanda e oferta pelo transporte, planejamento urbano, etc. Este trabalho apresenta uma medida que pode contribuir na solução dos problemas de congestionamento em grandes cidades, o pedágio urbano. Que é a cobrança pelo uso das vias dentro de um certo perímetro da cidade, afim de controlar o tráfego existente, forçando os motoristas a arcarem com os problemas que o uso excessivo transporte individual tem na sociedade. Na primeira parte do trabalho são apresentadas as externalidades causadas pelo automóvel e as possíveis soluções de oferta e demanda de transporte. Então foi feita a caracterização do pedágio urbano, suas características, tecnologias aplicadas, o porquê do seu uso, sua justificativa, etc. Com o pedágio urbano caracterizado, foram feitos estudos de casos de algumas das experiências internacionais mais relevantes: Londres, Sinpagura, Estocolmo, Milão e Santiago, apresentando seu funcionamento, forma de cobrança, histórico, além dos resultados obtidos ao longo dos anos, no gerenciamento do tráfego, sua influência no transporte público, no meio ambiente, comércio das cidades, etc. A última parte do trabalho teve como objetivo calcular a probabilidade de redução do uso do carro em função de um pedágio urbano, com uma pesquisa realizada através de questionários de preferencia declarada e revelada entre moradores de Porto Alegre, foi possível calcular a porcentagem de usuários que deixariam de usar o carro em função de diferentes tarifas impostas, e de diferentes tempos de viagem de transporte público e de carro. Foi possível comparar o resultado com os níveis de redução das experiências internacionais, calculando um valor de pedágio que traria resultados parecidos com os obtidos nessas cidades. A pesquisa mostrou resultados coerentes, quanto maior a diferença de tempo das viagens, menos os motoristas são sensíveis a mudanças de preço.

Palavras-chave: Pedágio urbano. Tarifação de congestionamento. *London congestion charge*. Estocolmo. Tráfego.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama do delineamento da pesquisa.....	19
Figura 2 – Cronograma das etapas do trabalho.....	20
Figura 3 – Espaço da via ocupado por carros e por um ônibus para o transporte de mesmo número de pessoas.....	26
Figura 4 – Percentual de consumo de energia.....	37
Figura 5 – Sistema DRSC.....	38
Figura 6 – Sistema ANPR.....	39
Figura 7 - Logotipo do London Congestion Charge.....	40
Figura 8 - Área atual do London Congestion Charge.....	42
Figura 9 – Área expandida do London Congestion Charge, de 2007 a 2011.....	42
Figura 10 – Entrada na área do LCC.....	43
Figura 11 – Mudança no tráfego, de 2000 a 2013.....	47
Figura 12 – Mudança no tráfego na área central de Londres, de 2000 a 2010.....	48
Figura 13 – Índice de congestionamento.....	49
Figura 14 – Índice de congestionamento na área entorno do LCC.....	51
Figura 15 – Percepção do público quanto ao congestionamento.....	52
Figura 16 – Aumento no tráfego de bicicletas.....	53
Figura 17 – Número de passageiros de ônibus no outono londrino, de 2002 a 2003.....	54
Figura 18 – Índice de tempo excessivo de espera.....	54
Figura 19 – Velocidade média dos ônibus.....	55
Figura 20 – Média do índice de pessoas no varejo.....	56
Figura 21 – Crescimento médio anual do comércio das diferentes regiões de Londres...	56
Figura 22 – Crescimento no número de estabelecimentos comerciais nas diferentes áreas de Londres.....	57
Figura 23 – Crescimento médio anual de empregos na cidade de Londres.....	58
Figura 24 – Percepção dos comerciantes quanto o número de visitantes.....	58
Figura 25 - Percepção dos moradores quanto à qualidade de vida.....	63
Figura 26 – Pórtico de entrada do ERP.....	64
Figura 27 – Evolução do tráfego de veículos.....	66
Figura 28 – Pórtico de entrada do pedágio urbano em Estocolmo.....	67
Figura 29 – Municípios que votaram contra e a favor do pedágio.....	68
Figura 30 – Área do pedágio urbano de Estocolmo.....	69
Figura 31 – Tráfego que cruza o cordão.....	71

Figura 32 - % de tráfego que cruza o cordão, comparado aos índices de 2005.....	71
Figura 33 – Índice de congestionamento na hora do pico em Estocolmo.....	72
Figura 34 – Aceitação da população de Estocolmo ao pedágio urbano.....	73
Figura 35 – Aceitação da população conforme o uso do carro.....	74
Figura 36 – Logotipo da Área C.....	76
Figura 37 – Área do pedágio urbano de Milão.....	77
Figura 38 – Redução no tráfego da área pedagiada.....	78
Figura 39 – Velocidade média do transporte público, comparação entre 2011 e 2012....	78
Figura 40 – Vias pedagiadas em Santiago.....	79
Figura 41 – Distribuição da frequência que os entrevistados enfrentam congestionamento semanalmente.....	90
Figura 42 – Tempo médio gasto pelos entrevistados por viagem rotineira.....	90
Figura 43 – Renda mensal dos entrevistados.....	91
Figura 44 - % de redução do tráfego de veículos.....	92

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pedágio de eixo e pedágio de zona.....	33
Quadro 2 – Mudança no tráfego de entrada e saída da área do LCC, de 2002 a 2003.....	46
Quadro 3 – Mudança no tráfego em veículos.kilômetros.....	46
Quadro 4 – Mudança no tráfego na área do LCC, de 2002 a 2007.....	47
Quadro 5 – Mudança no tráfego da área entorno do LCC, de 2002 a 2007.....	48
Quadro 6 – Índice de congestionamento, de 2002 a 2007.....	50
Quadro 7 – Aumento do índice de congestionamento.....	51
Quadro 8 – Comportamento dos motoristas a partir da tarifação.....	52
Quadro 9 – Custos e receitas do LCC em 2012 e 2013, em milhões de libras.....	60
Quadro 10 – Opinião dos moradores quanto ao LCC.....	63
Quadro 11 – Custo benefício social para o ano de 2009, em milhões de coroas suecas...	75
Quadro 12 – Variáveis e seus níveis.....	85
Quadro 13 - % de redução do tráfego de veículos.....	91
Quadro 14 – Valor da tarifa para redução de 30% no tráfego local.....	93

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Divisão modal.....	23
Tabela 2 – Emissão de poluentes na atmosfera (milhões de tonelada/ano).....	27
Tabela 3 – Custos e receitas do LCC em 2008, em milhões de libras.....	50
Tabela 4 – Destino da receita líquida do LCC em 2008, em milhões de libras.....	60
Quadro 5 – Índices de poluição.....	62

## LISTA DE SIGLAS

ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos

ASL – *Singapore Area Licensing Scheme*

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego

CNT – Confederação Nacional do Transporte

ERP – *Electronic Road Pricing*

IPAM – Instituto de Pesquisa da Amazônia

LCC – *London Congestion Charging*

RPS – *Road Pricing Scheme*

RZ – *Restricted Zone*

SIM – Sistema de Informações da Mobilidade Urbana

TFL – *Transport for London*

## LISTA DE SÍMBOLOS

$P_i$  = probabilidade da alternativa  $i$  ser escolhida

$e$  = base do logaritmo neperiano, ou número de Euler

$i$  = alternativa considerada na pesquisa

$j$  = alternativa considerada na pesquisa

$U$  = função utilidade

$\alpha$  = coeficientes do modelo

$X$  = variáveis ou atributos

$p$  = valor probabilístico

$\Delta S$  = variação de custo

$\Delta t$  = variação de tempo

$S_t$  = valor do tempo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....</b>	<b>17</b>
2.1 QUESTÃO DA PESQUISA .....	17
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	17
<b>2.2.1 Objetivo Principal.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.2 Objetivo Secundário.....</b>	<b>17</b>
2.3 PREMISA.....	17
2.4 DELIMITAÇÕES.....	18
2.5 LIMITAÇÕES .....	18
2.6 DELINEAMENTO.....	18
<b>3 MOBILIDADE URBANA.....</b>	<b>21</b>
3.1 BREVE HISTÓRICO E SITUAÇÃO ATUAL.....	21
3.2 OS CUSTOS DO TRANSPORTE INDIVIDUAL.....	24
3.3 DEMANDA E OFERTA DE TRANSPORTE.....	28
<b>4 PEDÁGIO URBANO.....</b>	<b>32</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO, OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA.....	27
4.2 TECNOLOGIAS APLICADAS.....	37
<b>4.1.1 Manual em cabines de pedágio.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.2. <i>Dedicated Short Range Communications (DSRC)</i> – Comunicações Dedicadas de Curto alcance.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.3 GPS.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1.4 ANPR – Reconhecimento Automático de Placas.....</b>	<b>38</b>
4.3 Experiências de Pedágio urbano no mundo.....	39
<b>4.3.1 Londres.....</b>	<b>39</b>
4.3.3.3 Resultados.....	45
4.3.3.3.1 <i>Tráfego Local</i> .....	45
4.3.3.3.2 <i>Transporte público</i> .....	53
4.3.3.3.3 <i>Comércio e negócios</i> .....	55
4.3.3.3.4 <i>Receitas</i> .....	59
4.3.3.3.5 <i>Meio Ambiente</i> .....	61
4.3.3.3.6 <i>Impacto Social e Aceitação</i> .....	62
<b>4.3.2 Singapura.....</b>	<b>63</b>
<b>4.3.3 Estocolmo.....</b>	<b>66</b>

4.3.5 Milão.....	75
4.3.6 Santiago.....	78
<b>5 PESQUISA SOBRE A REDUÇÃO DO VOLUME DE CARROS EM FUNÇÃO DO PEDÁGIO URBANO.....</b>	<b>81</b>
5.1 TÉCNICAS DE PESQUISA E MODELAGEM DA DEMANDA.....	81
5.1.1 Preferência Revelada e Declarada.....	81
5.1.2 Modelagem da Demanda – Modelo Logit Multinomial.....	82
5.1.3 Função Utilidade.....	84
5.2 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.....	84
5.2.1 Questionário de Preferência Revelada.....	84
5.2.2 Questionário de Preferência Declarada.....	85
5.3 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS.....	86
5.3.1 Regressão Linear.....	87
5.3.2 Funções de Utilidade.....	88
5.3.3 Valor do Tempo.....	89
5.3.4 Estatística dos Dados Preliminares.....	89
5.3.5 Análise da Redução do Volume de Automóveis em Função do Pedágio Urbano.....	91
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>94</b>
REFERÊNCIAS.....	97
APÊNDICE A.....	101
APÊNDICE B.....	103
APÊNDICE C.....	113



## 1 INTRODUÇÃO

Os congestionamentos nos grandes centros urbanos estão aumentando ano a ano, eles aumentam a poluição, tanto do ar quanto sonora, o índice de violência no trânsito, o desperdício excessivo de tempo do usuário, enfim, piorando a qualidade de vida da população. É evidente que para a diminuição desses congestionamentos é necessário que seja oferecida ao usuário uma opção de transporte público confiável, mas talvez somente isso não seja suficiente. Mesmo em cidades de primeiro mundo e altamente desenvolvidas foi preciso adotar novas medidas para deixar o trânsito menos caótico e penoso para os usuários: medidas de restrição ao uso do transporte individual motorizado, principalmente o automóvel. Metrôpoles como Londres, São Paulo, Estocolmo, Edimburgo, entre outras, já tentaram, com maior ou menor sucesso resolver esse problema.

No Rio Grande do Sul, por exemplo, segundo dados do Departamento Nacional de Trânsito (2014), de 1999 a 2014, a frota de carros aumentou em cerca de 120%, enquanto a população cresceu apenas 5% de 2000 a 2010, conforme dados do IBGE, isso se deve a uma política pública de incentivo a compra do automóvel. Nos últimos anos houve, por parte do governo federal, através da redução de impostos, um estímulo a compra de carros, que pode ser bom para a economia e a geração de empregos, mas é muito ruim do ponto de vista do gerenciamento de tráfego.

Está formado um ciclo vicioso no transporte das cidades: à medida que mais pessoas passam a usar seu carro diariamente, a tarifa do transporte coletivo tende a crescer e sua eficiência diminuir, com isso cada vez mais usuários do transporte público passam a usar seu próprio veículo. Uma maneira de tentar acabar com esse ciclo é a aplicação de medidas de restrição ao carro, que, entre as mais conhecidas e usadas até hoje, estão: o pedágio urbano, o rodízio de veículos e as restrições ao estacionamento.

Segundo Morato (2012), o usuário que opta pelo transporte individual gera custos na forma de congestionamentos, poluição, acidentes, etc. que são divididos por todos aqueles que optam por outro meio de transporte mais sustentável. Então o mais razoável é que de alguma forma ele pague por isso. Gomide e Morato (2011, p. 9) ainda afirmam que:

Iniciativas de desestímulo ao uso do transporte individual motorizado em áreas específicas das grandes cidades, combinadas com investimentos em transporte público e não motorizado, configuram importante instrumento de gestão da mobilidade urbana, com potencial de contribuições significativas para a melhoria da qualidade do ar e mitigação dos gases de efeito estufa. No entanto, medidas de desestímulo ao uso do transporte individual motorizado costumam dividir as opiniões sempre que abordadas, exercendo influência direta nas tomadas de decisão da administração pública.

Este trabalho se propõe a fazer uma análise de uma medida de restrição, o pedágio urbano, ou taxa de congestionamento, que é considerado por muitos a forma mais eficiente de gerenciamento de tráfego, além de realizar uma pesquisa sobre a sensibilidade dos moradores de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, a essa medida.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos próximos itens.

### **2.1 QUESTÃO DE PESQUISA**

A questão de pesquisa do trabalho é: conhecidas as medidas de restrição ao uso do automóvel e seus resultados em várias cidades, como, comparativamente são os níveis de aceitação por motoristas de Porto Alegre, supondo-se a eles a futura instalação dessas medidas?

### **2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Os objetivos da pesquisa estão classificados em principal e secundários e são descritos a seguir.

#### **2.2.1 Objetivo principal**

O objetivo principal do trabalho é mostrar os níveis de adesão ao pedágio urbano pelos motoristas de Porto Alegre, e comparar os dados com os já existentes de outras cidades onde essas medidas já funcionam.

#### **2.2.2 Objetivo secundário**

O objetivo secundário do trabalho é a apresentação de exemplos do uso do pedágio urbano, a avaliação de seu impacto sobre a mobilidade urbana e qualidade de vida da população, através de estudos existentes de lugares onde elas já foram implantadas.

### **2.3 PREMISSA**

O trabalho tem por premissa que o aumento do congestionamento é ocasionado pela falta de intervenções por parte do setor público para atrair usuários para o transporte coletivo, e uma vez que os usuários já possuem seu veículo particular, a maioria deles não migrará para o

transporte coletivo apenas com o aumento da oferta e da qualidade do serviço público, o que gera prejuízos para toda a sociedade.

## 2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a descrição e avaliação de uma solução de restrição ao uso do carro, o pedágio urbano (ou taxa de congestionamento). A pesquisa deste trabalho delimita-se aos usuários do transporte individual da cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, quanto à aceitação dessas propostas.

## 2.5 LIMITAÇÕES

São limitações do trabalho:

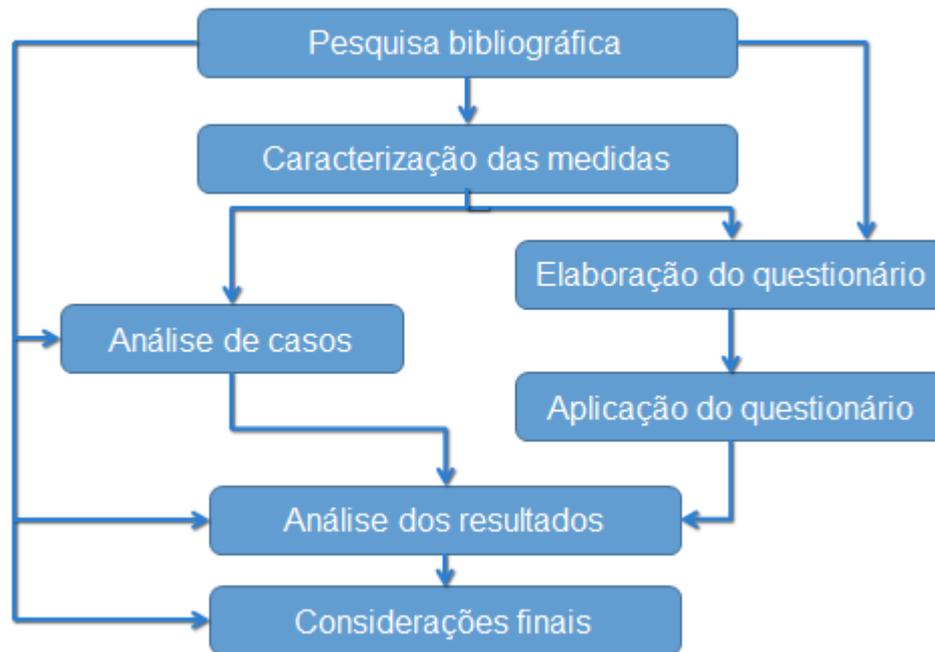
- a) análise de pesquisas já existentes sobre as medidas implantadas em diferentes cidades;
- b) quantidade limitada de questionários aplicados aos condutores, mas em amostragem suficiente para o desenvolvimento da pesquisa;
- c) incluir apenas os atributos de tempo, custo, no desenvolvimento da pesquisa.

## 2.6 DELINEAMENTO

O trabalho será realizado através das etapas apresentadas a seguir, que estão representadas na figura 1, e são descritas nos próximos parágrafos:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) caracterização das medidas de restrição ao carro;
- c) análise de casos;
- d) elaboração do questionário;
- e) aplicação do questionário;
- f) análise dos resultados;
- g) considerações finais.

Figura 1 – Diagrama do delineamento da pesquisa



(fonte: elaborada pelo autor)

Na primeira etapa do trabalho, será realizada a **pesquisa bibliográfica**. Essa etapa estará presente no decorrer de todo trabalho, com ela é possível obter o conhecimento necessário para realizar as etapas posteriores, consiste na consulta às publicações relacionadas com o assunto deste trabalho.

Posteriormente será feita a **caracterização das medidas de restrição ao carro**, que está diretamente ligada à primeira etapa, nela será apresentada o pedágio urbano. Considerando seu histórico, objetivos, como foi implementado em diferentes cidades, suas tecnologias, etc.

Será **elaborado e aplicado um questionário** aos usuários do transporte individual, a fim de saber qual a aceitação das medidas de restrição ao uso do automóvel.

Na etapa final, será feita a **análise dos resultados** obtidos na pesquisa, juntamente com o resultado obtido nas diferentes cidades em que as medidas estão em funcionamento há bastante tempo. Por fim as **considerações finais** do trabalho de conclusão de curso.

A figura 2 representa o cronograma do trabalho ao longo do semestre em escala mensal.

Figura 2 – Cronograma das etapas de trabalho

Etapas	janeiro	fevereiro	março	abril	maio
Pesquisa bibliográfica					
Caracterização das medidas de restrição ao carro					
Análise de casos					
Elaboração do questionário					
Aplicação do questionário					
Análise dos resultados					
Considerações finais					

(fonte: elaborada pelo autor)

### 3 MOBILIDADE URBANA

Mobilidade urbana é definida pela Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável, elaborada pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2004, p. 13), como: “[...] um atributo associado às pessoas e bens; corresponde às diferentes respostas dadas por indivíduos e agentes econômicos às suas necessidades de deslocamento [...]”. O Ministério das Cidades (BRASIL, 2004, p. 14) ainda diz que:

A Mobilidade Urbana Sustentável pode ser definida como o resultado de um conjunto de políticas de transporte e circulação que visa proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, através da priorização dos modos não motorizados e coletivos de transportes, de forma efetiva, que não gere segregações espaciais, socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável. Ou seja: baseado nas pessoas e não nos veículos.

Este capítulo irá começar apresentando um pequeno histórico da mobilidade urbana no Brasil, e sua situação atual, evidenciando a falta de políticas públicas para a melhoria do transporte urbano, com o privilégio dado aos automóveis. Em seguida serão mostrados os custos que o transporte individual implica à sociedade, e por fim serão apresentadas as possíveis soluções para os problemas do trânsito, envolvendo a demanda e a oferta.

#### 3.1 BREVE HISTÓRICO E SITUAÇÃO ATUAL

Segundo o Ministério das Cidades (BRASIL, 2004), o Brasil viveu um processo de urbanização muito forte a partir da década de 40, a transferência da população da área rural para a urbana aconteceu de forma muito concentrada, hoje cerca de 82% da população brasileira vive em cidades, e 55% em apenas 455 municípios, o que representa 8% do total.

Esse processo contribuiu para o aumento das desigualdades socioeconômicas quanto à ocupação do espaço urbano, nas regiões metropolitanas foi adotada uma política de expansão do perímetro urbano, os mais pobres passaram a ocupar as áreas mais distantes do centro da cidade. Ainda segundo o Ministério das Cidades (BRASIL, 2004), um importante motivo para a piora do transporte urbano está vinculado a esse contínuo processo de crescimento periférico nas cidades, que o poder público não conseguiu acompanhar essa população nas questões

básicas, como saúde, educação, saneamento, etc. e também o transporte coletivo, já que sobrecarrega o sistema de transporte com o aumento constante das distâncias percorridas.

Com a expansão dos centros urbanos, a falta de investimentos e a má qualidade do transporte coletivo, junto com o aumento gradativo da renda do brasileiro, a frota de veículos particulares vem aumentando muito nos últimos anos, também incentivada pelo governo federal, que em 2009 reduziu o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), para fortalecer a venda de automóveis em meio à crise internacional de 2008, e tentar garantir a estabilidade do emprego de mais de 131,7 mil trabalhadores diretos da indústria automotiva. Segundo a Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) o setor teria vendido 1,48 milhões de carros a menos no período de 2009 a 2013 se não houvesse o incentivo, neste período o governo abriu mão de R\$ 6,1 bilhões em tributos. Com isso a venda de carros e motos no Brasil nos últimos anos foi a maior da história (GOMES, 2014).

O relatório SIM (Sistema de Informações da Mobilidade) da Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP) divulgado em 2014, feito em municípios com mais de 60 mil moradores, o que representa 119 milhões de brasileiros em 438 municípios, comparou dados de 2003 a 2012, neste período a quantidade de automóveis no Brasil cresceu em 70%, enquanto a população aumentou somente 16%. Nos mesmos dez anos, o número de viagens por habitante por dia cresceu em 10%, além disso, a participação do transporte individual aumentou sobre o total de viagens, enquanto o indicador geral foi de um aumento de 10%, as rotas de carro ou motocicleta cresceram 18%, contra 6% do transporte coletivo e 6% do não motorizado (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, 2014).

Nesse mesmo período, a pesquisa mostrou que houve uma inversão entre o transporte coletivo que antes ocupava o segundo lugar quanto ao número de viagens realizadas, agora foi ultrapassado pelo transporte individual, ainda que a variação tenha sido pequena, como mostra a tabela 1. Mas o transporte público ainda tem o maior número de passageiros. Dados da Confederação Nacional dos Transportes mostram que em 2002 os automóveis privados ocupavam 60% das vias públicas, transportando apenas 20% dos passageiros nos deslocamentos motorizados, já os ônibus transportavam 70% dos passageiros, ocupando apenas 25% do espaço viário.

Tabela 1 – Divisão Modal

Sistema	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ônibus Municipal	22,2	21,8	21,7	21,5	21,5	21,2	21,1	20,6	20,5	20,2
Ônibus Metropolitano	4,8	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9	4,9
Trilho	2,9	2,9	2,9	3,1	3,3	3,5	3,6	3,7	3,9	3,9
<b>TC - total</b>	<b>29,8</b>	<b>29,3</b>	<b>29,2</b>	<b>29,1</b>	<b>29,3</b>	<b>29,4</b>	<b>29,4</b>	<b>29,1</b>	<b>29,1</b>	<b>29,0</b>
Auto	26,9	27,1	27,2	27,3	27,2	27,0	26,9	27,1	27,3	27,3
Moto	1,9%	2,0	2,2	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,5	3,6
<b>TI – total</b>	<b>28,8</b>	<b>29,1</b>	<b>29,3</b>	<b>29,6</b>	<b>29,7</b>	<b>29,8</b>	<b>30,0</b>	<b>30,4</b>	<b>30,8</b>	<b>31,0</b>
Bicicleta	2,4	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6
A pé	38,9	39,0	38,9	38,6	38,1	37,9	37,5	37,3	36,8	36,4
<b>TNM - total</b>	<b>41,4</b>	<b>41,6</b>	<b>41,5</b>	<b>41,3</b>	<b>40,9</b>	<b>40,8</b>	<b>40,6</b>	<b>40,5</b>	<b>40,2</b>	<b>40,0</b>
<b>Total</b>	<b>100,0</b>									

(fonte: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, 2014)

Esse acréscimo da frota vem refletindo no aumento dos congestionamentos. Como resultado, os períodos de pico nas duas regiões metropolitanas já atingem 11 horas. Na região metropolitana do Rio de Janeiro ocorrem das 5h30 às 11h e das 14h30 às 19h30. Na região metropolitana de São Paulo ocorrem três períodos de pico, das 5h30 às 8h30, das 10h30 às 14h30 e das 17h30 às 19h50, e a taxa média de engarrafamentos chega a 300 km por dia (em dias úteis) (OS CUSTOS..., 2014).

Em janeiro de 2012 a Política Nacional de Mobilidade Urbana foi sancionada pela Lei 12.587/12 e estabelece princípios para orientar os municípios a planejar o sistema de transporte e infraestrutura viária para a circulação de cargas e pessoas, e cargas, dando prioridade ao transporte coletivo. A Lei prevê mecanismos para garantir o preço acessível ao transporte coletivo (por exemplo, os preços fixados pelo poder público), vias exclusivas para ônibus e bicicletas, restrição da circulação de veículos em certos horários e cobrança de tarifas sobre a utilização de estacionamentos. Cidades com mais de 20.000 habitantes passaram a ser obrigadas a apresentar um plano de mobilidade até 2015, caso queiram ser contempladas com recursos federais aplicados em mobilidade urbana, conforme diz a Lei: “Em Municípios acima de 20.000 (vinte mil) habitantes e em todos os demais obrigados, na forma da lei, à elaboração do plano diretor, deverá ser elaborado o Plano de Mobilidade Urbana, integrado e compatível com os respectivos planos diretores ou neles inserido.”. Mas segundo dados do *Greenpeace*, das 27 capitais brasileiras, apenas quatro têm um plano de mobilidade pronto (GOVERNO..., 2012).

O governo federal através do PAC 2 (Programa de Aceleração do Crescimento), disponibilizou R\$ 143 bilhões em recursos para melhorar e criar sistemas de transporte público, priorizando BRT's (*Bus Rapid Transit*) corredores exclusivos para ônibus e transporte sobre trilhos. A primeira fase do projeto beneficiou capitais e regiões metropolitanas, em abril de 2014 passaram a ser contempladas cidades de médio porte, entre 400 mil e 700 mil habitantes. Mas segundo reportagem de Dutra e Betat (2014), dos 253 empreendimentos previstos para os anos de 2011 a 2014, apenas 26% deles saíram do papel. Mesmo com tamanho investimento, ele não é suficiente para superar o déficit de falta de recursos durante os anos, o Plano CNT de Transporte e Logística 2014 da Confederação Nacional do Transporte (CNT) indica que para melhorar a mobilidade de apenas 18 das 63 regiões metropolitanas do Brasil, seriam necessários R\$ 240 bilhões de investimento em ações imediatas (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE, 2014).

### 3.2 CUSTOS DO TRANSPORTE INDIVIDUAL

O glossário do site do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, IPAM, define externalidade como (INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA, [2014]):

[...] fenômeno econômico pode ser classificado em positivo ou negativo, quando no preço do bem colocado no mercado não estão incluídos os ganhos e as perdas sociais resultantes de sua produção ou consumo, respectivamente. A externalidade designa uma falha de mercado, no sentido de que o produto posto no mercado não possui um preço que contenha em si todos os ganhos ou perdas resultantes da sua produção.

Em outras palavras, as externalidades referem-se ao impacto de uma decisão sobre aqueles que não participaram dessa decisão. Lacerda (2006, p. 89) diz sobre as externalidades no transporte:

As externalidades do transporte urbano dependem do tipo de veículo e de sua taxa de ocupação. Para o transporte de uma pessoa, a externalidade causada por um carro é maior do que a causada por uma moto. O transporte coletivo produz menor externalidade em geral que o individual. Porém um ônibus com um passageiro gera maior externalidade que um veículo de passeio com uma pessoa. Cada usuário de transporte gera custos sobre os demais.

O uso do transporte individual trás uma serie de benefícios ao seu usuário, Ferraz e Torres (2004, p. 83) citam alguns deles:

a) escolha de horários e percurso;

- b) viagem de porta a porta;
- c) possibilidade de transportar carga;
- d) em geral, menor percurso e menor distância caminhada;
- e) maior privacidade durante a viagem;
- f) maior conforto;
- g) sensação de importância ao motorista, já que o carro é considerado um símbolo de status social.

Mas o uso do transporte motorizado, tanto coletivo quanto individual, e o consequente aumento dos congestionamentos, gera uma série de externalidades negativas, piorando a qualidade de vida da população:

- a) o aumento da poluição;
- b) atmosférica e sonora;
- c) perda excessiva de tempo do usuário no trânsito;
- d) acréscimo no número de acidentes,
- e) aumento do consumo de energia;
- f) problemas de saúde como o *stress*;
- g) os custos de implantação e manutenção das vias;
- h) degradação da paisagem.

A diferença entre os modos de deslocamento é que a opção pelo transporte individual, especialmente o carro, por parte da população gera essas externalidades em uma escala muito maior, já que tem menor capacidade de transporte e ocupa mais espaço, mesmo sendo o transporte coletivo seja responsável pelo maior número de passageiros no Brasil. O que pode ser bom para um usuário, irá gerar uma série de problemas para a sociedade como um todo, sem que esse único usuário tenha consciência clara disto, já que ele não paga diretamente por todas essas externalidades.

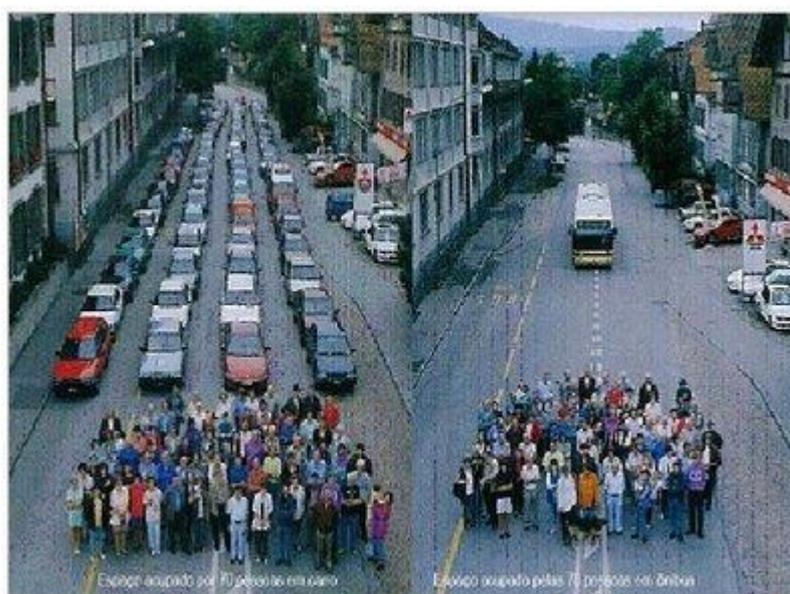
Torres (2007, p. 21) afirma:

Os usuários dos transportes coletivos em vias compartilhadas contribuem para os congestionamentos em grau mínimo se comparado aos automobilistas, mas são penalizados com a mesma quantidade de tempo perdido. A perda de velocidade comercial, a baixa de confiabilidade dos serviços e o aumento dos custos de operação são fatores que influenciam a escolha modal, geram uma perda de frequência desses modos e alimentam ainda o círculo vicioso dos congestionamentos e da perda de qualidade dos transportes públicos. Tomemos o

exemplo de um usuário esperando um ônibus a jusante de um congestionamento. Ele não contribui para a produção deste, mas sofre suas consequências por um aumento do tempo de espera.

O espaço *per capita*, da via ocupada pelo passageiro do automóvel chega a ser oito vezes maior que o espaço ocupado pelo usuário de ônibus, levando em conta a taxa de ocupação média dos veículos, que é de apenas 1,5 passageiro por carro e de 30 passageiros por ônibus. O espaço das vias que o carro necessita é muito maior que o do transporte coletivo, o que altera a arquitetura da cidade, com o crescimento dos espaços das vias e estacionamentos, a cidade tende a crescer perifericamente, além de fazer com que o poder público gaste com a manutenção dessa infraestrutura. A figura 3 registra essa ideia.

Figura 3 – Espaço da via ocupado por carros e por um ônibus para o transporte de mesmo número de pessoas



(fonte: DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DE MUNIQUE, 2001)

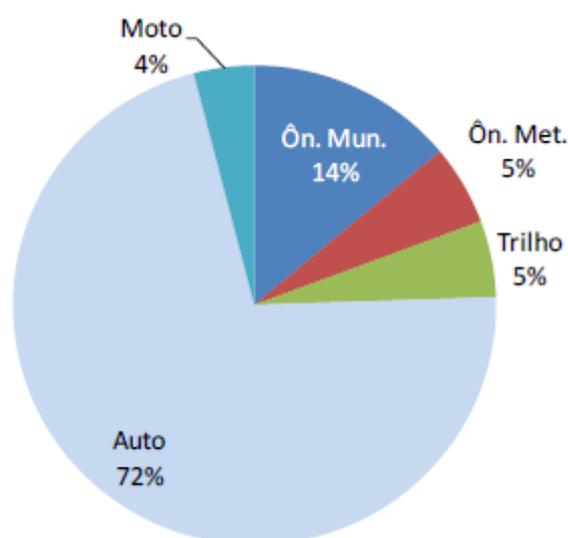
Outro grande problema do detrimento do transporte público pelo automóvel é a questão ambiental. O relatório SIM (2014) da ANTP, mostra que o carro é responsável pela emissão de 65% dos poluentes do efeito estufa na atmosfera, mesmo representando apenas 27% do total de viagens. Conforme a tabela 2, os poluentes estão divididos em dois grupos, poluentes locais (monóxido de carbono, hidrocarbonetos, etc.) e poluentes do efeito estufa (dióxido de carbono). A poluição está ligada ao consumo de energia excessivo do carro, que no relatório SIM é medida pela em toneladas equivalentes de petróleo, conforme figura 4.

Tabela 2 – Emissão de poluentes na atmosfera (milhões de tonelada/ano)

Sistema	Locais	Part. (%)	Efeito Estufa	Part. (%)
Ônibus municipal	0,08	16	7,49	26
Ônibus metropolitano	0,03	6	2,88	10
<i>Transporte Coletivo - Total</i>	<i>0,11</i>	<i>22</i>	<i>10,38</i>	<i>35</i>
Auto	0,31	60	17,51	60
Moto	0,09	18	1,45	5
<i>Transporte Individual - Total</i>	<i>0,40</i>	<i>78</i>	<i>18,96</i>	<i>65</i>
<b>Total</b>	<b>0,52</b>	<b>100</b>	<b>29,34</b>	<b>100</b>

(fonte: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, 2014)

Figura 4 – Percentual de consumo de energia



(fonte: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, 2014)

O aumento do número de acidentes de trânsito também gera muitos prejuízos sócios econômicos, que são decorrentes das: despesas hospitalares, perda da produção do acidentado, danos causados aos veículos, do impacto causado pelo acidentado, etc. Mas talvez o problema mais impactante dos congestionamentos sejam as perdas econômicas. Em um estudo divulgado neste ano pela Federação das Indústrias do Estado Rio de Janeiro calcula o custo dos congestionamentos na região metropolitana do Rio de Janeiro atingiu R\$ 29 bilhões em 2013, esse cálculo considera fatores como as perdas de produção, gasto extra com combustíveis e extensão das vias congestionadas. Na região metropolitana de São Paulo, o mesmo estudo revelou que em 2013 os custos gerados pelos engarrafamentos foram de R\$ 69,4 bilhões. Os números somados chegam a R\$ 98 bilhões, que representa um valor maior

que o PIB de 17 estados brasileiros, por exemplo, Espírito Santo, Ceará e Pará, ou o equivalente a 2% do PIB nacional (OS CUSTOS..., 2014).

### 3.5 DEMANDA E OFERTA DE TRANSPORTE

Existem basicamente três tipos de intervenções utilizadas pelos planejadores de transporte para minimizar os problemas gerados pelo excesso de veículos nas ruas (CRACKNELL<sup>1</sup>, 2000 apud CRUZ, 2006, p. 4; LANDMANN<sup>2</sup>, 1994 apud CRUZ 2006, p. 4, TOPP<sup>3</sup> 1995 apud CRUZ, 2006, p. 4):

- a) medidas com o objetivo de aumentar a oferta viária, que contemplam a construção de novas vias ou a ampliação da capacidade existente, por exemplo, com o alargamento das vias;
- b) gestão do tráfego, que inclui técnicas de engenharia de tráfego para eliminar os efeitos dos fatores de redução da capacidade viária e medidas para melhoria do movimento de bens e pessoas (não apenas veículos), melhoria da qualidade e segurança dos sistemas de transporte (incluindo o transporte coletivo, os automóveis, o transporte de carga urbana, os veículos não motorizados e pedestres) e sua relação com o meio ambiente. A gestão de tráfego deve englobar organização, operação, tarifação e administração, objetivando a eficiência e a compatibilidade ambiental de um sistema integrado de transportes envolvendo diversos modos;
- c) gestão da demanda, que engloba medidas com o objetivo de promover mudança significativa no modo, horário, rota ou destino final, resultando na redução do número total das viagens. Medidas de gestão da demanda devem ter sua implantação considerada quando o volume de veículos nas vias é demasiadamente elevado e supera a capacidade viária disponível, e as duas medidas anteriores não obtiveram resposta satisfatória aos problemas de trânsito.

A ideia de que construir novas vias ou aumentar as existentes é a solução para os problemas de congestionamento já não é tão aceita entre os especialistas de tráfego. Segundo Duany et al. (2000, p. 88):

A simples verdade é que a construção de mais ruas e ampliação das ruas existentes, quase sempre motivadas pela preocupação com o tráfego, não faz nada para reduzir o tráfego. No longo prazo, na verdade, aumenta o tráfego. Esta revelação é tão contra intuitiva que vale a pena repetir: a adição de faixas torna o trânsito pior. Este

<sup>1</sup> CRACKNELL, J. A. Experience in Urban Traffic Management and Demand Management in Developing Countries . Final Report. **World Bank Urban Transport Strategy Review**, Oct. 2000.

<sup>2</sup> LANDMANN, M. C. **Restrição de Tráfego**: conceitos e procedimentos para estudo em áreas centrais. – Rio de Janeiro, R.J. – Brasil, 1994. 161 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1994.

<sup>3</sup> TOPP, H. H. A critical review of current illusions in traffic management and control. **Transport Policy** , v. 2, n. 1, p. 33-42, 1995.

paradoxo foi imaginado, já em 1942 por Robert Moses, que percebeu que as vias que ele construiu em Nova York, em 1939, estavam de alguma forma gerando maiores problemas de trânsito do que os que existiam anteriormente. Desde então, o fenômeno tem sido bem documentado, principalmente em 1989, quando a Associação dos Governos do Sul da Califórnia concluiu que medidas para ajudar o trânsito, sejam elas o acréscimo de pistas, ou mesmo a criação de vias de dois andares, não teria mais do que um efeito cosmético nos problemas do trânsito de Los Angeles. O melhor que se poderia oferecer era dizer às pessoas para trabalhar mais perto de casa, o que é precisamente o que a construção de vias expressas tenta evitar.

Do outro lado do Atlântico, o governo britânico chegou a uma conclusão similar. Seus estudos mostraram que a capacidade de aumento de tráfego leva as pessoas a dirigir mais – muito mais – de tal forma que metade de todas as economias de tempo geradas por novas ruas são perdidas no curto prazo. No longo prazo, potencialmente todas as economias devem ser perdidas. Nas palavras do ministro dos Transportes, ‘O fato é que não podemos resolver os nossos problemas de tráfego através da construção de mais vias’. Enquanto os britânicos responderam a esta descoberta cortando drasticamente os orçamentos para construção de novas vias, tal coisa não pode ser dita sobre os americanos.

Poyares<sup>4</sup> (2000 apud CRUZ, 2006, p. 5) também afirma que a gestão da oferta pode não ser suficiente para redução dos congestionamentos:

Mesmo com a aplicação de medidas de aumento da oferta viária e melhoria da capacidade do sistema existente, a demanda pode exceder a capacidade das via e causar congestionamentos. Sob estas condições, os congestionamentos só podem ser reduzidos com a gestão da demanda, alterando a distribuição modal, aumentando o número de viagens realizadas pelo transporte público e reduzindo o número total de viagens por automóveis.

As medidas de gestão da demanda incluem o incentivo ao transporte público e técnicas de restrição ao trânsito. Violato e Sanchez<sup>5</sup> (2001 apud CRUZ, 2006, p. 10) citam oito medidas de gestão da demanda:

- a) viagem compartilhada ou carona programada – agrupar em um único veículo diversas pessoas que viajam sozinhas;
- b) horários alternativos de trabalho – estratégia de alterar os horários de deslocamentos, entre a casa e o trabalho das pessoas, visando o espalhamento dos picos;
- c) incentivo às viagens por modos não motorizados – incentiva o uso de bicicleta e a caminhada para locomoção;

<sup>4</sup> POYARES, C. N. **Critérios para análise dos efeitos de políticas de restrição ao uso de automóveis em áreas centrais**. 2000. 239 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

<sup>5</sup> VIOLATO, R. R; SANCHEZ, S. da P. Aceitabilidade de medidas de gestão da demanda. In: Circulação a Serviço da cidadania na cidade do século XXI, 1, 2001, Rio Grande Do Sul. **Anais...**São Paulo: ANTP, 2001.

- d) subsídio pela não utilização de automóvel particular – refere-se ao oferecimento de auxílio financeiro ou fornecimento de passes para o transporte coletivo ou a disponibilização de vagas de estacionamento gratuitas para pessoas que participem da viagem compartilhada;
- e) controle da oferta e cobrança de estacionamentos – a aplicação desta medida nas áreas centrais das cidades busca dificultar o estacionamento para desestimular o uso do automóvel e incentivar o uso de outros meios de transporte;
- f) tratamento preferencial para veículos multi usuários – oferecer vantagens pela utilização de pistas exclusivas para o deslocamento de veículos com muitos ocupantes, proporcionando assim uma economia no tempo de viagem;
- g) restrição à circulação de automóveis – pode ser dividida em dois tipos: restrição por área - que proíbe o acesso de veículos a uma determinada área de atividade intensa - e restrição por tempo, que pode restringir o uso do automóvel durante alguns períodos do dia ou em alguns dias da semana;
- h) moderação de trânsito – implantação de dispositivos redutores de velocidade e/ou volume de tráfego e dispositivos para a segurança dos pedestres.

Segundo Ferreira (2001) em países com altos índices de motorização em que os sistemas viários estão saturados, a eficiência no trânsito só pode ser alcançada com medidas que reduzam o fluxo de veículos particulares. É importante lembrar que a melhoria do transporte público ainda é extremamente importante para a gestão do tráfego, toda ação de restrição ao uso do carro deve necessariamente estar vinculada com a melhoria do sistema público de transporte, se não se quer que a população use o automóvel, é preciso oferecer uma alternativa de qualidade. May<sup>6</sup> (1986, apud FERREIRA, 2001, p. 2) ainda cita cinco objetivos principais para a adoção de medidas de restrição:

- a) eficiência: em condições de congestionamento, cada veículo adicional na corrente de tráfego pode aumentar significativamente o tempo gasto no percurso bem como os custos incorridos para aqueles que viajam. As medidas de restrição podem garantir uma redução do volume de tráfego, garantindo maior fluidez e consequentemente uma melhoria da eficiência da rede viária;
- b) proteção ambiental: o tráfego impõe uma série de impactos negativos no ambiente e a restrição pode ser definida de modo a reduzir estes problemas: adoção da restrição como meio de reduzir a poluição atmosférica. O objetivo ambiental resultará em mais motoristas sendo restringidos do que os necessários para garantir a eficiência;
- c) planejamento do uso do solo: a restrição pode ser um meio de revitalizar o centro da cidade. Existe um considerável risco de que a restrição possa fazer parecer que o centro é menos acessível, tendo, portanto o efeito inverso;
- d) financeiro: algumas medidas que têm efeito de restrição no uso do automóvel, tais como a taxa sobre o combustível, são implementadas principalmente para

---

<sup>6</sup> MAY, A. D. Traffic restraint: a review of the alternatives. **Transportation Research Part A**, v. 20 n. 2, p 109-121, 1986.

aumentar as rendas. É improvável que muitos administradores públicos explicitamente identifiquem aumento das rendas como o objetivo da restrição, mas é digno de nota que muitas medidas fiscais produzem rendas substanciais;

- e) equidade: distribuição dos custos e dos benefícios pela sociedade. A crítica mais frequente dos controles fiscais refere-se aos os efeitos negativos nos usuários de automóvel de baixa renda. É importante notar que as iniquidades podem resultar em uma realocação dos problemas de tráfego, em controles regulatórios naqueles que não tem outra alternativa e penalidades de tempo naqueles com alto valor de tempo. É de suma importância identificar separadamente os efeitos da restrição por tipo de usuário, por localização, por nível de renda, por propósito ou necessidade de viagem e em usuários e não usuários.

Essas ações de restrição são justificadas por Lacerda (2006,p. 88):

As externalidades negativas relacionadas ao trânsito são congestionamento, poluição e acidentes. Cada usuário de transporte gera custos sobre os demais: o seu transporte provoca poluição do ar das cidades, retarda o deslocamento de outras pessoas e coloca em risco pedestres e outros usuários de veículos que utilizam as vias. O congestionamento é a externalidade negativa associada ao uso gratuito das vias. À medida que a capacidade da infraestrutura viária é ocupada, os veículos que entram no trânsito aumentam o tempo de viagem dos demais usuários. Porém, cada usuário não internaliza o custo que ele causa sobre os demais, isto é, ele não tem que compensar os demais usuários pelo tempo a mais que eles levam para alcançar seus destinos. Com acesso gratuito às vias congestionadas, os motoristas não levam em conta os custos sociais (ou custos externos) de suas decisões de transporte, mas apenas os seus custos privados.

[...] aqueles com renda suficiente para adquirir veículos privados ganham o direito de ocupar um espaço relativamente grande das vias, sem pagar por ele.

É necessário estudar medidas de restrição ao carro para gerenciar e adequar o crescimento do tráfego a capacidade viária disponível, visto que, mesmo que o transporte coletivo atinja um nível de excelência, sempre haverá quem prefira o transporte individual (JOAQUIM, 2011).

## 4 PEDÁGIO URBANO

Neste capítulo será mostrado o que é o pedágio urbano, o porquê do seu uso, suas justificativas, objetivos, as tecnologias que podem ser usadas, além de apresentadas as experiências existentes em diferentes cidades, com suas características, funcionamento e resultados.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO, OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

Segundo Torres (2007), existem dois tipos principais de pedágio:

- a) Pedágio de financiamento: é o pedágio tradicional, em que um determinado trecho de uma rodovia é tarifado com o objetivo de gerar receitas capazes de cobrir os custos de construção da infraestrutura e de sua operação, e em casos de trechos concedidos a iniciativa privada, de gerar lucros. O objetivo não é restringir ou regular o tráfego, pelo contrário, quanto maior o volume de veículos maior será a receita. Assim, os pedágios de financiamento contribuem pouco, ou nada, para a redução de congestionamentos.
- b) Pedágio urbano, ou de regulação ou tarifação de congestionamentos: é um sistema de pedágio em que determinadas áreas da cidade é delimitada, aquelas que apresentam maiores índices de congestionamento, e todo veículo que circular nesta área será cobrado. Diferente do pedágio tradicional, o principal objetivo do pedágio urbano é fazer a regulação do tráfego na região em que foi instalado, diminuindo o número de veículos e os índices de congestionamento, o que é exatamente a ideia contrária ao pedágio convencional (GOMIDE; MORATO, 2011).

O quadro 1 apresenta essas diferenças.

Quadro 1 – Pedágio de eixo e pedágio de zona

	Pedágio de eixo	Pedágio de zona
<b>Principal finalidade</b>	Financiamento de infraestruturas	Controle do tráfego em uma área delimitada
<b>Abrangência</b>	Uma única via expressa, ponte ou túnel	Todas as vias no interior da zona delimitada
<b>Fato gerador da cobrança</b>	Passar pelo posto de coleta da via (praça de pedágio)	Entrar, circular ou estacionar no interior da zona restrita
<b>Formas de fiscalização e cobrança</b>	Manual ou automática na praça de pedágio	Fiscalização eletrônica e cobrança automática
<b>Período de cobrança</b>	Todos os dias (24h)	Dias úteis, manhã e tarde
<b>Flexibilidade da tarifa</b>	Tarifa fixa	Pode ser fixa ou variável
<b>Eficácia na arrecadação</b>	Alta	Baixa
<b>Eficácia na eliminação de congestionamentos</b>	Baixa	Alta
<b>Exemplos</b>	Ponte Rio-Niterói	Londres

(fonte: adaptado de GOMIDE; MORATO, 2011, p. 22)

Existem casos em que pode haver a utilização de pedágios de financiamento como pedágios de regulação, um exemplo é a ponte Rio-Niterói, em que o objetivo principal é a geração de receitas, mas funciona também com pedágio de regulação por meio da cobrança de tarifas diferenciadas conforme o volume de tráfego.

O pedágio urbano ainda pode ser diferenciado em dois principais grupos (GOMIDE; MORATO, 2011):

- a) Pedágio de corda ou cordão: ao se ultrapassar uma linha ou perímetro é feita a cobrança do pedágio. Em inglês é conhecido como *Area Licensing Scheme*. É utilizado em Singapura e cidades da Noruega.
- b) Pedágio de zona: são cobrados pelo deslocamento no interior de uma zona delimitada. A diferença para o ALS é que a cobrança pode ser feita mesmo que o veículo não cruze seu perímetro. É o caso do pedágio urbano de Londres.

Conforme Brinco (2014, p.17):

“O pedágio urbano é uma forma de arrecadação de tributos que fixa o direito de circular em determinadas partes do território. Na verdade é uma medida de política pública tipicamente aplicada nas grandes aglomerações e, muito em especial, em suas áreas mais centrais. Intenta fazer valer o poder de mercado, de modo a reduzir os impactos nocivos associados aos engarrafamentos. Tem uma função essencialmente regulatória, consistindo em um esquema de tarifação vinculado ao uso da rede viária, através da qual se busca tornar manifesto aos motoristas o fato de

sua escolha modal ter custos, forçando-os a responder pelos mesmo, ou pelo menos, por uma parte significativa dos mesmos.”

Os motoristas não consideram as externalidades negativas geradas aos demais usuários, sejam do transporte público ou individual, pela sua escolha modal, eles percebem apenas os custos de seu deslocamento, como o combustível e seu tempo. No entanto, cada novo usuário que utiliza o espaço viário urbano, que é um recurso limitado e escasso, ele cria novos custos as pessoas que utilizam as vias. O pedágio cria uma forma de efetivação de um princípio básico da economia, de que cada um deve responder pelos custos que gera, se trata de uma cobrança que busca estabelecer uma compensação financeira do motorista com a sociedade pelos congestionamentos, impactos ambientais e sonoros, acidentes etc. (BRINCO, 2014).

De acordo com Okubaro<sup>7</sup> (2000 apud DOMINGUES, 2010, p. 61):

[...] para aqueles que abrir mão do carro representa um custo muito alto, terão que ser cobrados por isso, e ganharão com isso ruas menos congestionadas. Para os que não tem grandes dificuldades em abrir mão do carro, o pedágio urbano os incentiva a usar o transporte público.

No curto prazo o pedágio afeta decisões referentes à escolha do modal, o horário da viagem, o trajeto, etc. No longo prazo evolui decisões mais importantes para a cidade, como a posse ou não do automóvel, ou a localização da residência e do emprego (TORRES, 2006).

Mesmo não sendo a arrecadação de fundos o principal objetivo, as receitas obtidas podem ser destinadas a melhorar o transporte coletivo, ou para a construção de novas vias e melhoria das existentes. O que é uma maneira de reverter parte das externalidades causadas pelos congestionamentos em compensação financeira para a população. Isso faz com que o ciclo vicioso do transporte se quebre, se tornando um ciclo virtuoso, a aplicação dos recursos no transporte coletivo junto com a diminuição do número de carros, aumenta a demanda pelo transporte público, junto com sua eficiência e possível redução das tarifas, reduz os congestionamentos, aumentando a atratividade do transporte coletivo.

Gomide e Morato (2011) apresentam os critérios para a elaboração de um bom sistema de precificação de congestionamentos. Ele os divide do ponto de vista do usuário, do gerenciamento do sistema, da sociedade e do ponto de vista do usuário:

---

<sup>7</sup> OKUBARO, J.J. **O automóvel, um condenado?**. São Paulo: Senac, 2000.

- a) Simplicidade: o funcionamento do pedágio deve facilitar a compreensão dos motoristas.
- b) Transparência: o usuário deve saber com antecedência o valor da cobrança, para que possa decidir pagar ou não.
- c) Privacidade: as imagens e informações sobre o deslocamento devem ser usadas somente para fins de fiscalização do sistema.
- d) Opções de pagamento: devem ser oferecidas diversas opções e facilidades de pagamentos, pré ou pós-pagas, através da internet, débito automático, boleto bancário, etc.

Do ponto de vista do gerenciamento do sistema (MORATO, 2012):

- a) Dimensionamento e flexibilidade tarifaria: o valor cobrado deve variar conforme o tipo de veículo, dias da semana, horário, volume de tráfego, período do ano, etc. As tarifas devem otimizar o gerenciamento de tráfego.
- b) Confiabilidade: o sistema deve funcionar sob quaisquer condições, cobranças erradas podem desgastar a relação com o público. Não cobrar em excesso de certo usuário deixando outro isento. Também deve ser eficiente contra fraudes.
- c) Previsão de visitantes: o sistema deve permitir que usuários de outros lugares possam se adequar ao sistema.
- d) Sinalizador de mercado para novos investimentos: a criação de filas e gargalos, mesmo com a precificação, funcionam como uma guia no planejamento de novos investimentos e melhorias na rede viária.
- e) Teste de custo benefício: as receitas geradas pelo sistema devem cobrir seus custos de instalação e operação, sendo o excedente utilizado um benefício da sociedade

Do ponto de vista da sociedade (MORATO, 2012):

- a) Custo benefício social: os benefícios sociais como a redução do tempo de congestionamento, aumento da mobilidade, redução da poluição, etc. devem ser maiores que os problemas gerados pelo pedágio.
- b) Previsão para diferentes tipos de tráfego: o pedágio deve cobrar conforme o impacto que o veículo causa, levando em conta o tipo de automóvel, tamanho, peso, combustível utilizado, etc. Deve ser previsto descontos para veículos que poluam menos, de motoristas da região, ou adaptados para deficientes, por exemplo.
- c) Fase de Transição: deve ser permitido que os moradores se adaptem aos poucos ao novo sistema, para que tenham tempo de avaliar rotas alternativas, ou outros modos de deslocamento.
- d) Tarifas justas e oferta de outras alternativas: a aceitação da população depende da sensação de que o preço cobrado é justo. Por isso é importante que o valor arrecadado seja investido em benefícios à cidade.

- e) Alternativas de transporte: é extremamente importante que ao se criar a tarifação, haja a opção de transporte um transporte público de qualidade.

Jones e Hervik<sup>8</sup> (1992 apud FERREIRA, 1999) consideram o pedágio urbano com a ferramenta mais flexível de controle da oferta e demanda por transporte, mas é a menos popular entre os motoristas, e cita argumentos contra a cobrança:

- a) invasão da privacidade: toda vez que o veículo entra ou circula na área delimitada existe um controle do governo sobre seu destino e origem;
- b) o usuário sempre pensa que está pagando muito, já que é mais uma forma de taxa que o governo implica em sua vida;
- c) a ideia de que vias são bens públicos, e deveriam ser livres para trafegar;
- d) motoristas mais pobres são obrigados a pagar a taxa ou são expulsos para fora das vias pedagiada.

Para melhorar a aceitação da população Odeck e Brathen<sup>9</sup> (1997 apud FERREIRA, 1999) ainda afirmam que é necessária uma grande propaganda antes de sua instalação, e mostra questões que podem ajudar o poder público a influenciar no pensamento dos motoristas:

- a) esclarecer que o sistema apresenta vantagens em relação às outras opções possíveis;
- b) mostrar todo custo social que o transporte individual e os congestionamentos causam para a sociedade;
- c) deixar claro que o pedagiamento faz parte de uma série de ações que visam o planejamento de transporte de forma integrada. Informar à população que a cobrança não tem fins arrecadatórios, mas sim para melhorar o fluxo de veículos como um todo;
- d) utilizar os recursos provenientes para a melhoria do transporte coletivo, evidenciando suas vantagens para a cidade em relação ao transporte individual.

Apesar de bastante polêmico, o número de cidades que adotaram alguma forma de pedágio urbano nos últimos anos cresceu, principalmente na Europa alguns exemplos são: Oslo, Milão, Londres, Estocolmo e Seul.

---

<sup>8</sup> JONES, P; HERVIK, A. Restraining car traffic in European cities: an emerging role of road pricing. **Transportation Research A**, v. 26, n. 2, p. 133-145, 1992.

<sup>9</sup> ODECK J; BRATHEN, S. On public attitudes toward implementation of toll roads: the case of Oslo toll ring. **Transport Policy**, v. 4, n. 2, p. 77-83. 1997.

## 4.1 Tecnologias aplicadas

A seguir serão apresentadas as tecnologias que podem ser usadas para a identificação e cobrança dos veículos.

### 4.1.1 Manual em cabines de pedágio

É o sistema usualmente conhecido da população nos pedágios rodoviários, consiste na instalação de praças de cobrança em pontos estratégicos da via. Apesar de ser de fácil e barata implantação apresenta muitas desvantagens, como o espaço utilizado na cabine em um ambiente urbano cada vez mais denso, os possíveis congestionamentos causados pela cobrança e o consequente atraso na viagem, além de terem um custo operacional não tão baixo devido à mão-de-obra necessária, por esses motivos, na prática é inviável para a aplicação de pedágio urbano (BRINCO, 2014).

Em Singapura foi utilizado um sistema em que o motorista comprava um adesivo e esse lhe permitia passar pela cancela de pedágio por um determinado período (um dia, ou um mês), esse sistema já é mais rápido e eficiente que a cobrança manual, mas ainda depende de fiscalizadores.

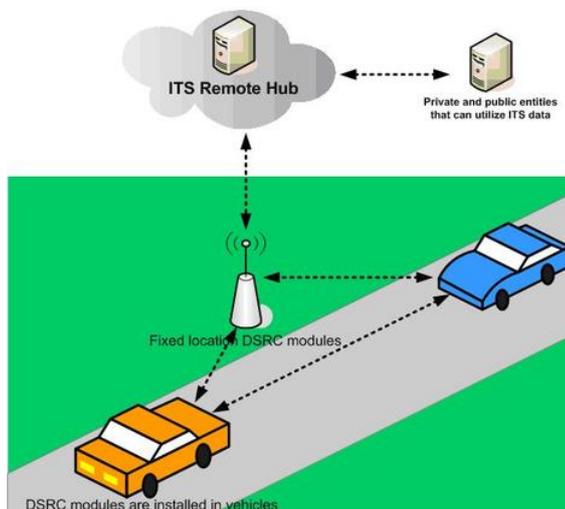
### 4.1.2. *Dedicated Short Range Communications* (DSRC) – Comunicações Dedicadas de Curto alcance

Um equipamento eletrônico, chamado de *transponder*, ou *tag*, contendo um código identificador único é instalado no veículo para estabelecer a comunicação com equipamentos de controle instalados em pórticos acima da via ou ao longo desta, enquanto um sistema computacional armazena, gerencia e consolida as informações. A transmissão e recebimento das informações podem ser feitas por leitura ótica direta com luz infravermelha, transmissão de ondas de baixa frequência, por radiofrequência ou micro-ondas. Também pode ser feito o uso de cartões inteligentes, incorporados ao *transponder*. (GOMIDE; MORATO, 2011)

Esse sistema impõe uma padronização dos equipamentos e o cadastro prévio dos veículos. É frequentemente associado ao sistema ANPR (BRINCO, 2014).

Esse sistema também é bastante usado em pedágios convencionais.

Figura 5 – Sistema DSRC



(fonte: BRINCO, 2014)

### 4.1.3 GPS

Pode ser usado um sensor embarcado no veículo que assinala de modo permanente a sua localização através da tecnologia GPS. Tem o custo de instalação e operação bastante elevado, mas é o que melhor permite o acompanhamento preciso de cada usuário.

### 4.1.4 ANPR – Reconhecimento Automático de Placas

Esse sistema faz o reconhecimento automático da placa do veículo através de um sistema de câmeras de vídeo instaladas na área pedagiada. Um banco de dados armazena as placas registradas durante o dia, enquanto outro acumula as placas dos veículos que efetuaram o pagamento, e um terceiro banco de dados que consta as matrículas de todos veículos, que resulta na identificação dos fraudadores. As câmeras tem uma precisão da ordem de 90%, sendo realizada a checagem manual em caso de falha (BRINCO, 2014).

Pode ser considerado um sistema mais barato que o DSRC, já que o usuário não necessita instalar nenhum equipamento no veículo.

Pode estar associado ao sistema de *tags*, com uma dupla identificação a possibilidade de fraudes é praticamente nula.

Figura 6 – Sistema ANPR



(fonte: TRANSPORT FOR LONDON, 2004)

### 4.3 Experiências de Pedágio urbano no mundo

A seguir serão apresentadas as experiências de pedágio urbano em diferentes cidades, com seu histórico de implantação, funcionamento e os resultados obtidos.

#### 4.3.1 LONDRES

O pedágio urbano de Londres entrou em operação em 17 de fevereiro 2003, batizado de *London Congestion Charging* (LCC), depois de quase 30 anos desde que as primeiras ideias de implementá-lo surgiram. Foi a maior intervenção deste tipo deste Singapura, e pode ser considerado um exemplo de sucesso de implantação do pedágio urbano, ainda mais pelo tamanho, demografia e importância da cidade para o mundo, o que faz sua análise importante, tanto para verificar seus benefícios como para apontar seus prejuízos (LUCAS JUNIOR, 2008).

Figura 7 – Logotipo do London Congestion Charge



(fonte: TRANSPORT FOR LONDON, 2004)

Com a eleição do prefeito Ken Livingstone no ano 2000, o pedágio urbano de Londres começou a tomar forma, ele fazia parte de um plano de transportes da prefeitura de Londres, que incluía a realização de grandes investimentos nos modais públicos, medidas de controle dos estacionamentos, outras visando melhores condições para ciclistas e pedestres além de mudanças na legislação de trânsito da cidade. Vale lembrar que essa medida era uma promessa de campanha do prefeito, a população sabia que com sua eleição, fatalmente o pedágio iria entrar em vigor. A partir da tomada de poder do prefeito Livingstone, começou um processo de consulta e tomada de sugestões da população, durante 20 meses foram levantadas as demandas de residentes, comerciantes, e dos diferentes grupos de interesse envolvidos, até que em fevereiro de 2002, um ano antes do seu funcionamento, foi anunciado o projeto definitivo. Durante esse período foi realizado uma forte campanha de comunicação com a população, que detalhava todos os aspectos de funcionamento do sistema, as razões da cobrança, formas de pagamento, as alternativas existentes de transporte público, etc.

Então foi criado pelo TFL, *Transport for London*, o pedágio urbano de Londres, o LCC, *London Congestion Charge*, com os seguintes objetivos principais (TRANSPORT FOR LONDON, 2008):

- a) a redução do tráfego entrando na zona regulamentada;
- b) diminuição dos congestionamentos na área pedagiada e nas regiões próximas;
- c) melhoria no sistema de transporte público, com ganhos e velocidade e confiabilidade;

Além disso, eram citados objetivos secundários (TRANSPORT FOR LONDON, 2008):

- a) Redução na poluição atmosférica;
- b) Redução da poluição sonora;
- c) Menor número de acidentes de trânsito;
- d) O restabelecimento, na área econômica, de um contexto mais eficiente de circulação de bens.

Quando a taxação viária começou a ser discutida, já havia a percepção de que os problemas de congestionamento no centro da cidade representavam uma grande ameaça à qualidade de vida da população e ao desempenho da economia.

As soluções convencionais, de aumento das obras de infraestrutura, já haviam perdido espaço, por conta dos impactos no ambiente urbano em uma cidade histórica, dos custos extremamente altos, e somente o investimento no transporte público também não se mostrava suficiente. Segundo Brinco (2014, p. 34):

Esses fatores contribuíram para uma gradual evolução da opinião pública londrina e para a formação de um clima que acabou sendo bastante propício a aceitação de uma medida reconhecidamente impopular. Talvez esse seja um dos principais legados da experiência londrina: a sua efetivação deu-se dentro de um esquema de amplas discussões e de muita democracia, mesmo em se tratando de uma alternativa bastante radical frente os desafios da mobilidade urbana.

Litman (2011) lembra que Londres, sua região central em particular, é perfeitamente adequada ao pedágio urbano, tendo em vista a limitada capacidade do seu sistema viário (em que algumas ruas são as mesmas da Idade Média), e a presença de uma alta demanda de tráfego, gerada pela grande concentração de empregos da região. E ainda existem alternativas de transporte razoáveis, como ônibus e metro.

O LCC não é considerado perfeito, possui algumas falhas (LITMAN, 2004):

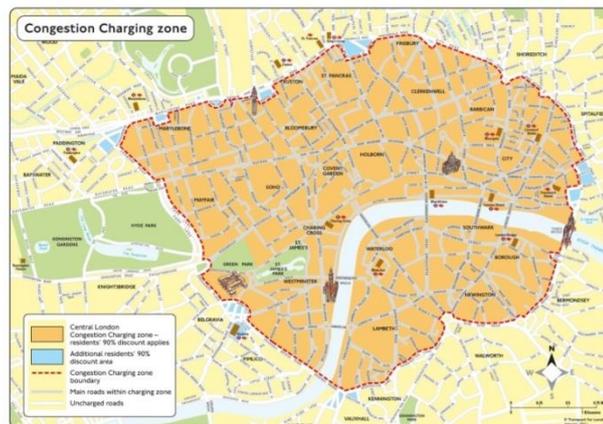
- a) O valor cobrado é independente do deslocamento;
- b) O valor não varia conforme o horário;
- c) Não é aplicado nas vias mais congestionadas, e sim em uma área estabelecida;
- d) O custo de instalação e operação é alto.

O prefeito chama a atenção para a necessidade de adaptação do esquema ao longo do tempo. “Em certo sentido, num esquema como esse, nunca se terá informação completa à disposição porque os efeitos imediatos podem diferir dos efeitos de longo prazo, pois os padrões de

deslocamentos estão em constante adaptação, e nada é inteiramente previsível” (BRINCO, 2014).

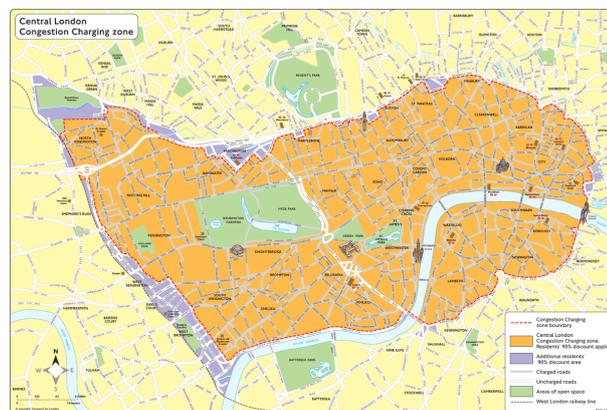
A tarifa é cobrada uma vez ao dia, não importando quantas vezes o veículo saiu ou entrou na zona de taxaço, o período de cobrança atual é das 7h às 18h, de segunda a sexta feira, excluindo feriados, em uma área central da cidade de 21 km<sup>2</sup>, o que representa uma zona bastante central da cidade, cerca 1,5 % da área total, 5,3 % da população e 26% dos empregos locais. Em 2004, o prefeito Levingstone foi reeleito com um programa que incluía a extensão do LCC, então em 2007 a zona pedagiada foi ampliada para 38 km<sup>2</sup>, passando a englobar uma parte dos subúrbios, a expansão ficou conhecida como *Western Extension*, a medida não foi bem aceita pelos moradores da nova região, e em 2011, atendendo a promessa de campanha eleitoral, o prefeito Boris Johnson extinguiu a nova área.

Figura 8 – Área atual do *London Congestion Charge*



(fonte: TRANSPORT FOR LONDON, 2004)

Figura 9 – Área expandida do London Congestion Charge, de 2007 a 2011



(fonte: TRANSPORT FOR LONDON, 2004)

Estão isentos da taxa ônibus, micro-ônibus, táxis, veículos de emergência (bombeiros, polícia, etc.), carros movidos à energia alternativa, motocicletas, e motoristas registrados como portadores de alguma deficiência física, veículos comerciais também são taxados, o que sempre criou atrito por parte das associações profissionais, mas a justificativa de que os ganhos obtidos com a mobilidade pelas empresas compensam o custo extra imposto pelo pedágio, para os moradores da região, ou muito próximos dela, há um desconto bastante expressivo, de 90 % (LUCAS JUNIOR, 2008).

A delimitação da área é feita por painéis de sinalização e pela logomarca do LCC pintada no chão, um grande “C”, como pode ser visto na figura 10. O controle pela tecnologia ANRP, por cerca de 900 câmeras, em 197 pontos, no entorno das vias que fazem parte da região pedagiada, as câmeras leem as placas de cada veículo (com uma precisão de 90%), todos os dias a meia noite, o sistema compara o número das placas que entraram na zona do LCC com um banco de dados que consta os veículos que efetuaram o pagamento, então são identificados os fraudadores, para tentar preservar a privacidade da população, assim que estiver registrado o pagamento da tarifa as imagens são deletadas do banco de dados do sistema, vale lembrar que o pedágio está associado ao veículo, não a pessoa (BRINCO, 2014). Não existem cabines ou barreiras físicas que demarcam a entrada na área do LCC, não interferindo no fluxo.

Figura 10 – Entrada na área do LCC



(fonte: TRANSPORT FOR LONDON, 2004)

O valor atual da tarifa já passou por diversos ajustes, das iniciais £ 5,00, para £ 8,00 em 2008, £ 10,00 em 2011, até chegar as atuais £ 11,50. A maioria dos usuários paga a taxa de forma antecipada através do *Congestion Charge Auto Pay*, nela o motorista abre uma “conta” e faz

um registro prévio de até cinco placas de veículo, por um valor anual de £ 10,00 cada, a partir daí é debitado mensalmente direto do cartão de crédito ou débito do usuário o valor correspondente ao número de dias que esses veículos transitaram na área, isso apresenta uma série de facilidades para o motorista, além de terem um desconto de £1,00 por dia, ele não precisa lembrar-se de pagar a taxa rotineiramente, o que o protege de eventuais multas por falta de pagamento, todo mês ele recebe um extrato com as datas em que seus veículos foram observados circulando na área taxada por meio eletrônico ou correio, além de poder verificar pela internet seu histórico das vezes que utilizou o serviço. Para quem não frequenta a zona pedagiada regularmente ou não vê vantagens no débito automático, existem várias outras formas para efetuar o pagamento, internet, mensagem de texto, telefone ou correios, o usuário deve pagar a taxa antecipadamente (é possível o pagamento de até cinco dias consecutivos ou vários dias intercalados, mas é necessário saber quais serão esses dias) ou até a meia noite do dia em que circulou pelo LCC, caso contrário o valor irá subir progressivamente, e as multas são elevadas. Caso o pagamento seja feito até a meia noite do dia seguinte o valor passa para £14,00, até 14 dias depois, £65,00, até 28 dias, £ 130,00, além desse período a multa é de £ 195,00, caso esse último valor não for pago, é feito o registro da dívida em tribunal, e poderá ser emitido um mandato para a recuperação desse valor.

Todas as operações do sistema são subcontratadas pelo TFL, até o ano de 2009 quem fazia o serviço era a empresa *Capital Group*, que teve a função de implantação e operação diária, inclusive recebendo as tarifas. Com o fim do contrato com essa empresa no ano de 2009, o LCC passou a ser operado pela *IBM Corporation* (BRINCO, 2014).

O caso de Londres mostra que é imperioso o planejamento com antecedência das melhorias no transporte público antes mesmo da implantação do pedágio. Os primeiros investimentos, já visando à implantação do LCC, feitos principalmente no sistema de ônibus da cidade, já que é o modo de obter melhores respostas no curto prazo, ocorreram um ano antes da entrada em vigor da taxa de congestionamento, assegurando o aumento da oferta de transporte público para o aumento da demanda esperada pela migração dos motoristas a outra forma de transporte. A frota foi aumentada, foram comprados novos veículos, a frequência foi aumentada em 53 rotas, 7 novas linhas criadas, os níveis de tarifa simplificados, o sistema de informações aperfeiçoado, todos esses fatores contribuíram para que os padrões de viagem ao centro da cidade mudassem antes mesmo do LCC passar a funcionar, entre os anos de 2003 e 2002 houve um aumento de 7 % na clientela de ônibus, e o tráfego na área pedagiada caiu em

4% entre os anos de 2000 e 2002, o que mostra que já havia uma tendência de crescimento do transporte público. (BRINCO, 2014).

Londres ainda conta com o *London Low Emission Zone*, que funciona praticamente em toda a cidade e visa a melhora da qualidade do ar, sendo a tarifa aplicável somente para veículos pesados que não cumprem com padrões de qualidade europeus relacionados a emissão de gases poluentes, o funcionamento é parecido com o LCC.

#### 4.3.3.3 Resultados

A seguir serão apresentados os resultados obtidos com o *London Congestion Charge*.

Um ano antes de o programa ter início, foram instalados contadores de tráfego em posições estratégicas, a fim de criar uma base de dados para comparação posterior. Foi estabelecido um prazo de cinco anos para que esse monitoramento sobre o LCC fosse feito de maneira mais precisa, com extensos relatórios anuais.

##### 4.3.3.3.1 TRÁFEGO LOCAL

A redução esperada no tráfego local pelo TFL era em torno de 15% a 20% menos veículos de quatro ou mais rodas entrando na zona central da cidade. Os primeiros resultados apresentados no segundo relatório anual, de abril de 2004, pouco mais de um ano da implantação do LCC mostraram que esses números foram alcançados. Como mostra o quadro 2, o número de veículos entrando a zona pedagiada caiu um 14% e saindo dela chegou a uma queda de 18%. O número de carros caiu em 33%, um número bastante significativo, os veículos potencialmente taxados caíram em 27%. Já os veículos que tem livre circulação tiveram um grande crescimento, ônibus cresceram em 23%. De 65.000 a 70.000 veículos deixaram de entrar na região diariamente. Os taxis também aumentaram sua circulação, já que além de estarem isentos da cobrança, são beneficiados pelo menor tráfego e consequente aumento de sua produtividade (TRANSPORT FOR LONDON, 2004).

Quadro 2 – Mudança no tráfego de entrada e saída da área do LCC, de 2002 a 2003

Tipo de veículo	Mudança no tráfego de entrada entre 2003 e 2002	Mudança no tráfego de saída entre 2003 e 2002
Todos	-14%	-18%
Quatro ou Mais Rodas	-18%	-21%
Potencialmente Tarifáveis	-27%	-29%
Carros	-33%	-35%
Vans	-11%	-15%
Caminhões	-11%	-12%
Táxis	+17%	+8%
Ônibus	+23%	+21%
Veículos de Duas Rodas	+15%	+5%

(fonte: Adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2004)

A melhor medida para se verificar efetivamente a redução de tráfego circulando na região é veículos quilômetro. No ano de 2002 foi estimado que esse número girava em torno de 1.5 milhões de veículos.kilômetro. Como mostra o Quadro 3, esses números também caíram na mesma proporção em que caíram os níveis de veículos entrando no local.

Quadro 3 – Mudança no tráfego em veículos.kilômetros

Tipo de veículo	2002 veículo.km (milhões)	2003 veículo.km (milhões)	Mudança
Todos	1,64 (100%)	1,45 (100%)	-12%
Quatro ou Mais Rodas	1,44 (88%)	1,23 (85%)	-15%
Potencialmente Tarifáveis	1,13 (69%)	0,85 (58%)	-25%
Carros	0,77 (47%)	0,51 (35%)	-34%
Vans	0,29 (18%)	0,27 (19%)	-5%
Caminhões	0,07 (4%)	0,07 (5%)	-7%
Táxis	0,26 (16%)	0,31 (21%)	+22%
Ônibus	0,05 (3%)	0,07 (5%)	+21%
Veículos de Duas Rodas	0,2 (12%)	0,23 (16%)	+14%

(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2004)

Os resultados obtidos no primeiro ano focaram praticamente estáveis nos anos seguintes, como mostra o Quadro 4. Na cidade em geral, o tráfego de veículos também caiu, mas a

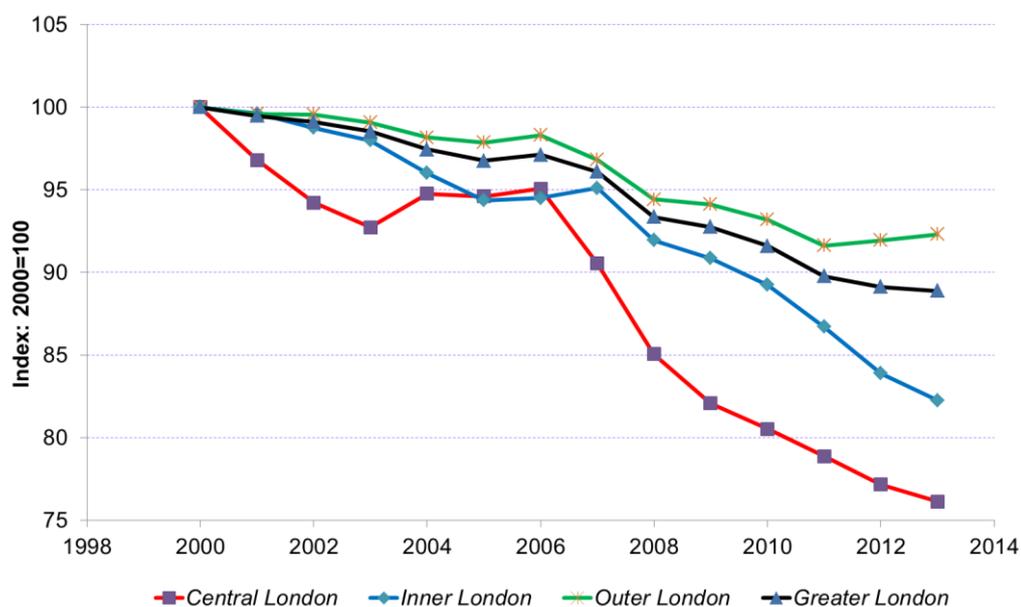
figura 11 mostra que esse índice no centro foi muito maior, a figura 12 representa o tráfego na área central de Londres, não somente na área do LCC.

Quadro 4 – Mudança no tráfego na área do LCC, de 2002 a 2007

Tipo de veículo	2003 x 2002	2004 x 2003	2005 x 2004	2006 x 2005	2007 x 2006	2007 x 2002
Todos	-14%	+0%	-2%	+0%	+0%	-16%
Quatro ou Mais Rodas	-18%	-1%	-2%	-1%	+0%	-21%
Potencialmente Tarifáveis	-27%	-1%	-3%	+0%	+1%	-29%
Carros	-33%	-1%	-3%	-1%	+0%	-36%
Vans	-11%	-1%	-4%	+2%	+1%	-13%
Caminhões	-10%	-5%	-4%	+6%	+9%	-5%
Táxis	+17%	-1%	+1%	-3%	-5%	+7%
Ônibus	+23%	+8%	-4%	-3%	+5%	+31%
Veículos de Duas Rodas	+13%	-2%	-9%	+0%	-3%	-3%
Bicicletas	+20%	+8%	+7%	+7%	+12%	+66%

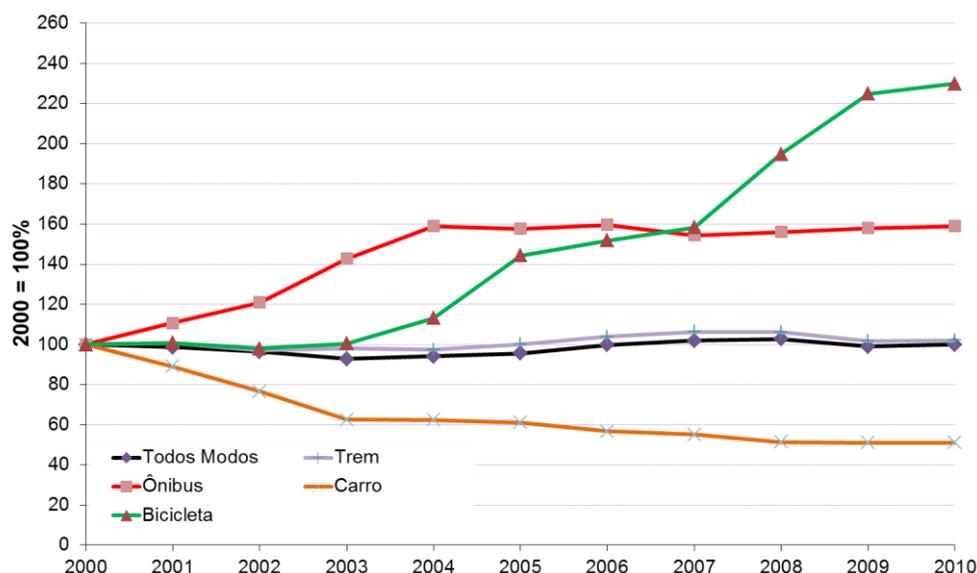
(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2008)

Figura 11 – Mudança no tráfego, de 2000 a 2013



(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2014)

Figura 12 – Mudança no tráfego na área central de Londres, de 2000 a 2010



(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2011)

Já o volume de veículos no chamado *Inner Ring Road*, que é um conjunto de vias principais que circundam a área pedagiada e que está livre da tarifa não aumentou, diferente do que era esperado pelo TFL, já que é a alternativa mais óbvia daqueles que querem chegar ao centro sem ter que pagar a tarifa. O quadro 5 mostra que o volume de tráfego permaneceu praticamente constante, inclusive tendo uma pequena redução no número de carros. Não foi observado aumento nos congestionamentos e nos tempos de viagem, o TFL atribui isso ao melhor gerenciamento do tráfego, como a otimização do tempo de sinalização e a finalização de algumas obras viárias. O quadro 5 mostra que o tráfego no entorno da área de cobrança também permaneceu estável (TRANSPORT FOR LONDON, 2008).

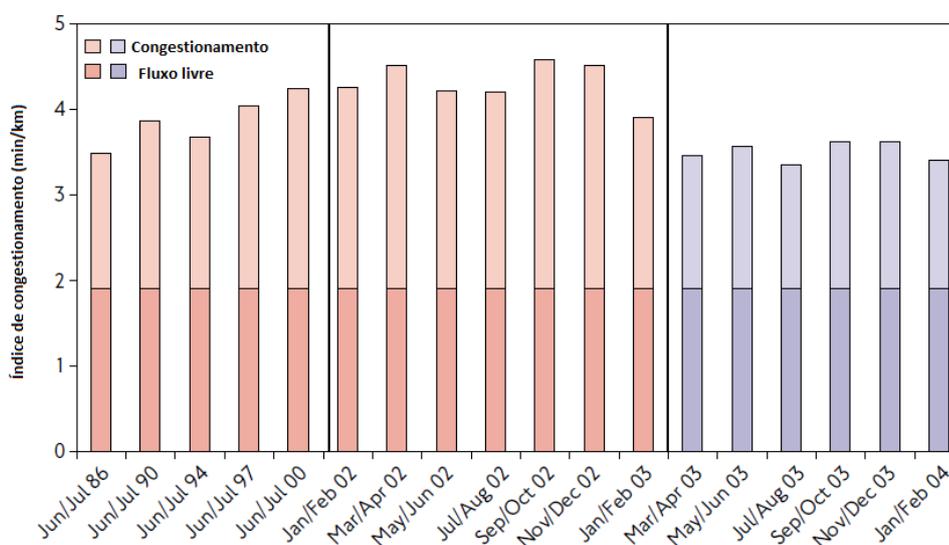
Quadro 5 – Mudança no tráfego da área entorno do LCC, de 2002 a 2007

Tipo de veículo	2002 veículos.km (milhões)	2003 veículos.km (milhões)	2007 veículos.km (milhões)	Mudança 2007 x 2002	Mudança 2007 x 2002
Todos	0,65	0,68	0,63	+4%	-3%
Quatro ou Mais Rodas	0,61	0,62	0,58	+1%	-5%
Potencialmente Tarifáveis	0,51	0,5	0,47	-2%	-8%
Carros	0,37	0,35	0,32	-7%	-14%
Vans	0,1	0,12	0,11	+12%	+10%
Caminhões	0,04	0,04	0,04	+0%	+0%
Táxis	0,08	0,09	0,08	+16%	+0%
Ônibus	0,02	0,03	0,03	+24%	+50%
Veículos de Duas Rodas	0,04	0,06	0,04	+43%	+0%

(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2008)

Os índices de redução de congestionamento também foram bastante representativos no primeiro ano da medida, na linha do esperado, de 20% a 30% de redução. O nível de congestionamento é medido em função de um tempo extra de viagem, em minutos por quilômetro (o inverso da velocidade), pode ser considerado o tempo de atraso do veículo. A condição descongestionada da cidade de Londres, considerada pelo TFL nas suas medições é aquela que acontece nas primeiras horas do dia, ou madrugada, quando o tráfego de veículos é bastante baixo e se pode circular praticamente com velocidade livre. A diferença do tempo de viagem para certo trajeto nessa condição, comparada com o tempo para o mesmo trajeto em outra hora do dia é considerada a taxa de congestionamento. O relatório de abril de 2004 mostrou uma redução no topo das expectativas, enquanto em 2002 o atraso médio era de 2,3 min/km, em 2003 reduziu para 1,6 min/km, uma redução de 30%, como mostra a figura 13. As velocidades médias aumentaram de 14 km/h para 17 km/h (TRANSPORT FOR LONDON, 2004).

Figura 13 – Índice de congestionamento



(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2004)

O índice de congestionamento, ao contrário do volume de tráfego, não se estabilizou com os anos, ele passou a crescer, o que é um resultado inesperado, já ele deveria ser diretamente proporcional à queda no volume de veículos em circulação. Depois de uma queda acentuada nos dois primeiros anos, em 2005 a melhora caiu para 22%, chegando a somente 8% em 2006 até atingir o nível de congestionamento observado em 2002, ou seja, sem melhora alguma.

Nos anos seguintes voltou a acontecer uma leve queda no tempo de excesso de viagem, como mostra o quadro 6 (TRANSPORT FOR LONDON, 2013).

Quadro 6 – Índice de congestionamento, de 2002 a 2012

Período	Tempo de congestionamento (min/km)	Diferença para 2002
2002	2,3	Base
2003	1,6	-30%
2004	1,6	-30%
2005	1,8	-22%
2006	2,1	-8%
2007	2,3	0%
2008	2,2	-4%
2009	2,1	-8%
2010	2	-13%
2011	1,9	-18%
2012	2	-13%

(fonte: adaptado de TRAVEL FOR LONDON, 2013)

Segundo o TFL (2013), o aumento do congestionamento mesmo com a diminuição dos volumes de tráfego sugere que esse acréscimo se deve a mudanças na capacidade viárias das ruas do centro de Londres. O TFL analisou que no período de aumento do congestionamento houve mais de 20 intervenções significativas no centro da cidade, além da mudança na política de transporte que continuou com a priorização para ônibus, ciclistas e pedestres. Por exemplo, foram instaladas mais de 550 novas sinaleiras na área central, e muitas delas ficam por no mínimo 30 segundos fechadas, para facilitar a travessia dos pedestres, mesmo quando não há um grande fluxo. Para o TFL esses fatores explicam em parte o aumento dos congestionamentos, e se o LCC não existisse, esses números seriam ainda piores. A partir da verificação que os congestionamentos estavam aumentando, o TFL, procurou refazer os tempos considerados descongestionados, e observou que eles aumentaram como mostra o quadro 7, dos antes considerados 1,9 min/km como sendo o padrão para esse índice no centro de Londres, em 2007 o levantamento de dados realizado, indicou que esse número subiu para 2,3 min/km, segundo o TFL em função das razões apresentadas no parágrafo anterior. Isso é mais uma causa para que os índices de congestionamento tenham aumentado tanto depois da grande queda inicial (TRANSPORT FOR LONDON, 2008).

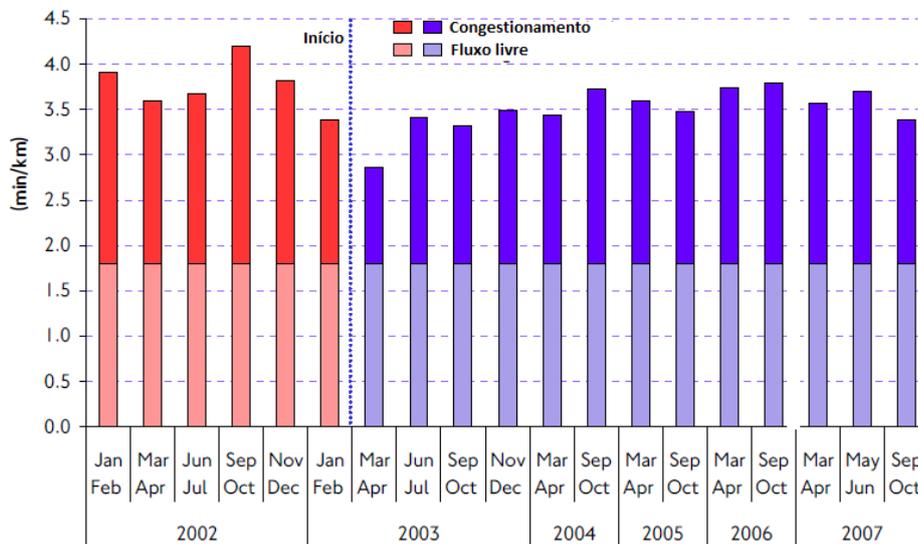
Quadro 7 – Aumento do índice de congestionamento

Área da pesquisa	2004 (min/km)	2007 (min/km)	Mudança
Área pedagiada	1,9	2,3	21%
Centro de Londres	1,8	2,2	22%

(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2008)

O congestionamento no *Inner Ring Road* não aumentou, ao contrário do esperado, houve uma pequena queda de 1,9 min/km para 1,6 min/km, como mostra figura 14. Assim como na área pedagiada, esse índice voltou a crescer, e ficar no mesmo patamar que estava antes do LCC.

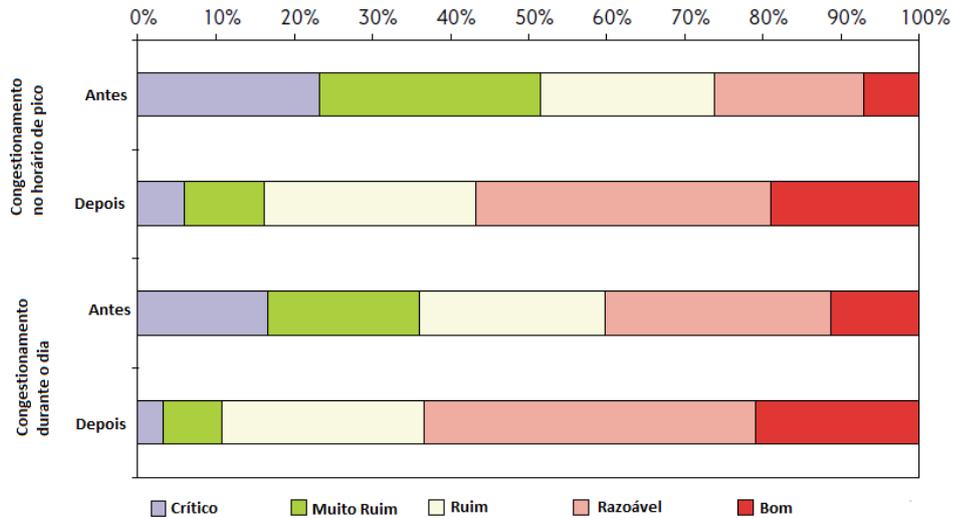
Figura 14 – Índice de congestionamento na área entorno do LCC



(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2008)

Além dos dados obtidos, é importante ressaltar que a percepção das pessoas quanto ao nível de congestionamento também melhorou. Durante o pico, cerca de 23% das pessoas diziam que o congestionamento estava em um nível crítico no período pré cobrança, já depois do LCC esse número caiu para cerca de 6%, como mostra a figura 15 (TRANSPORT FOR LONDON, 2008).

Figura 15 – Percepção do público quanto ao congestionamento



(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2008)

Outro dado relevante é de que até 2002, cerca de 20% a 25% dos movimentos de carro não tinham destino ou origem na área pedagiada, um total de 40.000 veículos, apenas a usavam como rota. Por pesquisas realizadas em 2002 com os motoristas, se esperava que de 40 a 60 % deles mudasse sua rota, o que representa cerca de 15.000 a 30.000 veículos. Já a pesquisa realizada depois do pedágio indicou que cerca de 20.000 motoristas passaram a usar outras rotas para acessar seu destino (TRANSPORT FOR LONDON, 2004).

Dos motoristas que deixaram de usar o carro para entrar na zona pedagiada, a maioria passou a usar o transporte público, que é o grande objetivo do pedágio urbano. O quadro 8 mostra as estimativas das decisões tomadas pelos motoristas que passaram a não entrar mais com seu veículo na área do *Congestion Charge*.

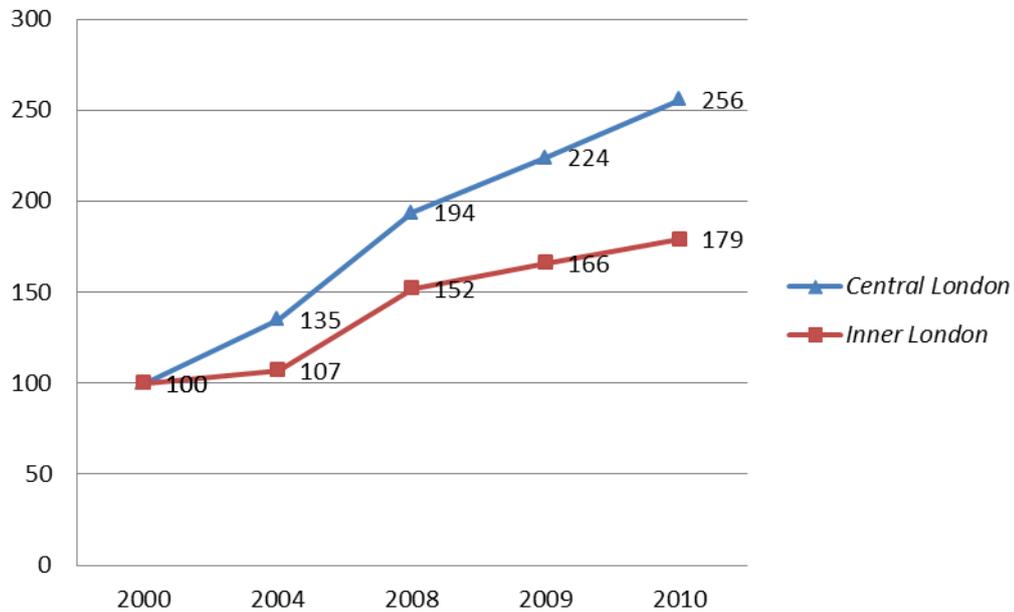
Quadro 8 – Comportamento dos motoristas a partir da tarifação

<b>Redução total no número de carros</b>	65.000 a 70.000	100%
<b>Viajar por outras rotas</b>	15.000 a 20.000	23 - 29%
<b>Transporte público</b>	35.000 a 40.000	54 - 57%
<b>Bicicleta, táxi, carona, caminhada</b>	5.000 a 10.000	8 - 14%
<b>Viagem fora do horário de cobrança</b>	menor que 5.000	8%
<b>Desistiu da viagem, reduziu a frequência</b>	menor que 5.000	8%

(fonte: elaborado pelo autor)

Houve um grande aumento no número de usuários de bicicleta, como mostra a figura 16.

Figura 16 – Aumento no tráfego de bicicletas



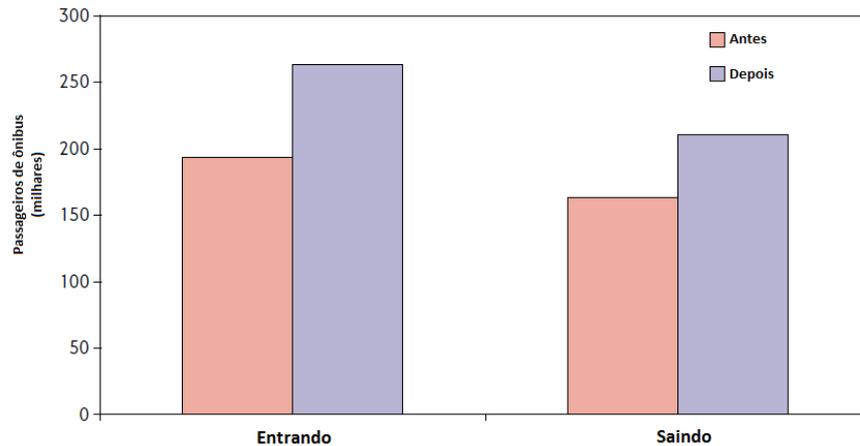
(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2011)

#### 4.3.3.3.2 Transporte público

Londres já vinha de uma melhora na qualidade do serviço de ônibus, devido a um investimento na melhor programação dos horários, a um reforço na supervisão das rotas e principalmente e a introdução de contratos de incentivo a qualidade com as prestadoras do serviço, o LCC veio de encontro a essas mudanças. No dia em que foi inaugurada a taxa de congestionamento, havia disponíveis 10.000 lugares a mais nos coletivos em relação ano anterior. Um quinto das rotas de ônibus operam na área pedagiada ou próxima dela, o que torna a melhora do serviço na área central importante (BRINCO, 2014).

O número de passageiros do transporte público, em especial do ônibus cresceu, no outono londrino de 2003 foi observado cerca de 264.000 usuários entrando na área, um acréscimo de 71.000 passageiros comparado ao mesmo período de 2002, o que representa 37% a mais, como pode ser visto na figura 17. No mesmo período, o número de ônibus cresceu em 23%, totalizando cerca de 3.000 veículos. Mesmo com o aumento da ocupação média dos ônibus, os passageiros ainda ficaram bem acomodados (TRANSPORT FOR LONDON, 2004).

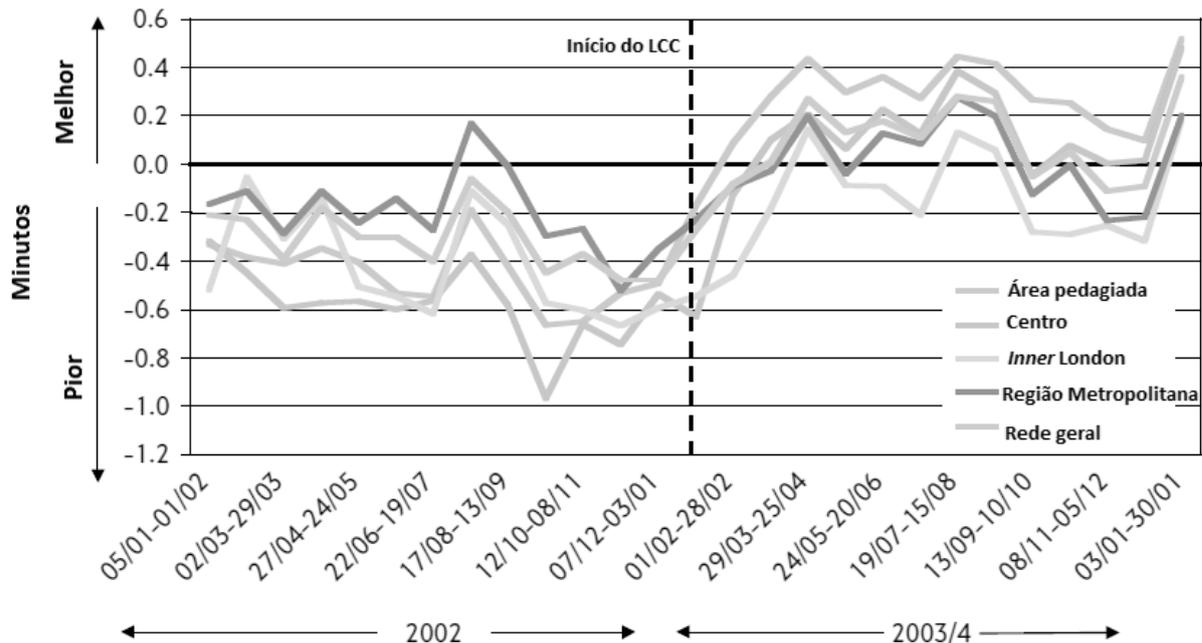
Figura 17 – Número de passageiros de ônibus no outono londrino, de 2002 a 2003



(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2004)

Um dos indicadores da qualidade do serviço de ônibus usado pelo TFL é o tempo excessivo de espera, chamado EWT, sigla para *Excess Waiting Time*, é o tempo que o passageiro perde nas paradas devido à ineficiência do sistema. A figura 18 mostra uma melhora de 30% no EWT, indica também que a área do LCC teve uma melhora significativa que as outras regiões da cidade. O nível 0 é considerado o EWT esperado, baseado em cada rota de ônibus, e então feita a média da região (TRANSPORT FOR LONDON, 2004).

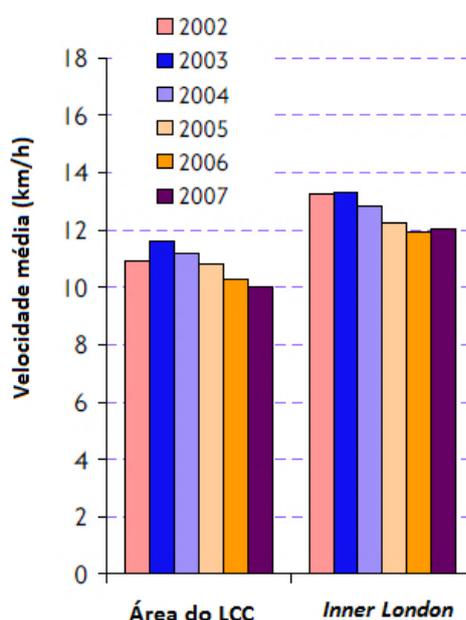
Figura 18 – Índice de tempo excessivo de espera



(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2004)

A velocidade média dos veículos também cresceu, em 6%, um índice maior se comparado a outras regiões de Londres, que cresceram de 2 a 3%. A figura 19 mostra que com o tempo o EWT teve uma leve deterioração em sua melhora, acompanhando a piora nos índices de congestionamento, somente de 2006 para 2007 houve um aumento de 7% no tempo de espera. Uma explicação para essa regressão é a mesma dada para o aumento nos índices de congestionamento dos carros, com a adoção de medidas que facilitam os pedestres e dificultam o fluxo de veículos de um modo geral (TRANSPORT FOR LONDON, 2008).

Figura 19 – Velocidade média dos ônibus



(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2008)

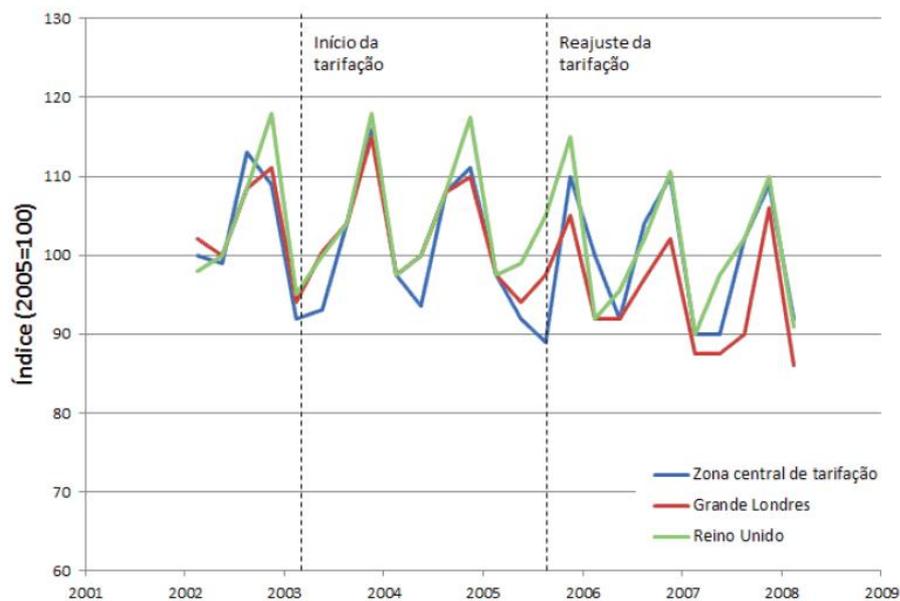
#### 4.3.3.3 Comércio e negócios

Existia uma grande preocupação principalmente por parte dos varejistas do comércio quanto às consequências negativas da tarifação em suas atividades, pela diminuição do fluxo de clientes. Com isso o comerciante diminuiria suas vendas, além de ver aqueles comércios fora da área do LCC aumentarem suas vendas, visto que muitas pessoas passariam a comprar nessas lojas para fugir da cobrança. Mas segundo Gomide e Morato (2011, p.29):

Pesquisa realizada entre os membros de um grupo de negócios denominado *London First*, responsável por 22% do PIB da cidade, revelou que 69% dos entrevistados não viam diferenças em seus negócios com a implantação do LCC, enquanto 22% viam vantagens e apenas 9% relataram desvantagens. Diversas indústrias e empresas de logística passaram a apoiar o LCC devido à redução nos prazos e custos de circulação e de entrega de mercadorias

A figura 20 mostra o número de pessoas entrando em uma amostra representativa de lojas. Logo após o início da tarifação não houve nenhuma diferença significativa no índice da área central de Londres, mesmo acontecendo um aumento na cidade como um todo, o que pode indicar que o LCC freou o crescimento do varejo na região. Mas depois dessa mudança inicial, os índices da região central e da cidade se comportaram de forma igual.

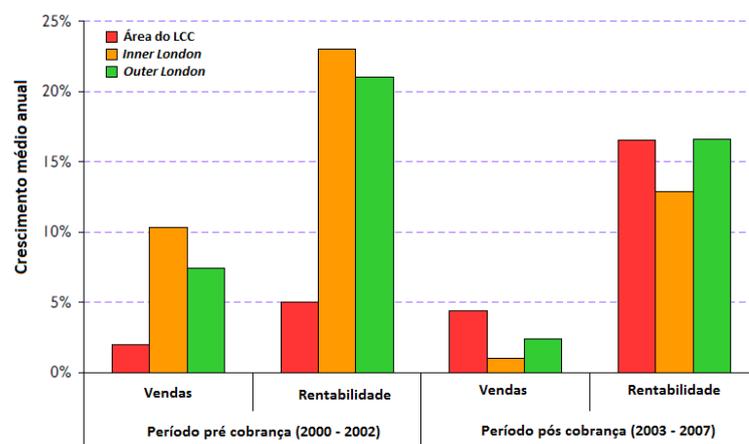
Figura 20 – Média do índice de pessoas no varejo



(fonte: ALMEIDA; OLIVERIA, 2013)

A figura 21 mostra que a área pedagiada foi a única que apresentou um forte aumento depois de 2003 nas vendas do varejo.

Figura 21 – Crescimento médio anual do comércio das diferentes regiões de Londres



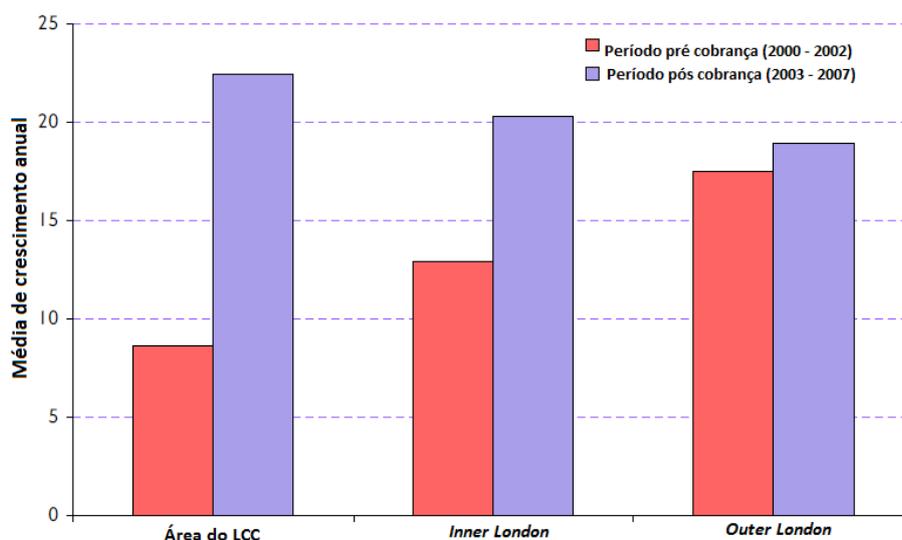
(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2008)

Seria natural uma diminuição da demanda quando há uma tarifa adicional, no entanto, quando há uma contrapartida em investimentos na infraestrutura e alternativas substitutas, o cliente consegue se adaptar a situação.

Os grandes efeitos negativos esperados pelos comerciantes, de afastar os clientes, não se verificaram, segundo Litman (2011). Houve também uma mudança no tipo das atividades, aquelas com baixo valor econômico foram substituídas por aquelas com alto valor, como era esperado.

A figura 22 mostra a taxa de crescimento no número de negócios formais na região, observa-se que não há nenhuma diferença significativa entre elas. Foram analisados 11.000 negócios no centro, 3.900 no *Inner London* e 4.900 no *Outer London*. No centro da cidade, a média de crescimento anual foi mais forte que as outras regiões após a introdução da cobrança.

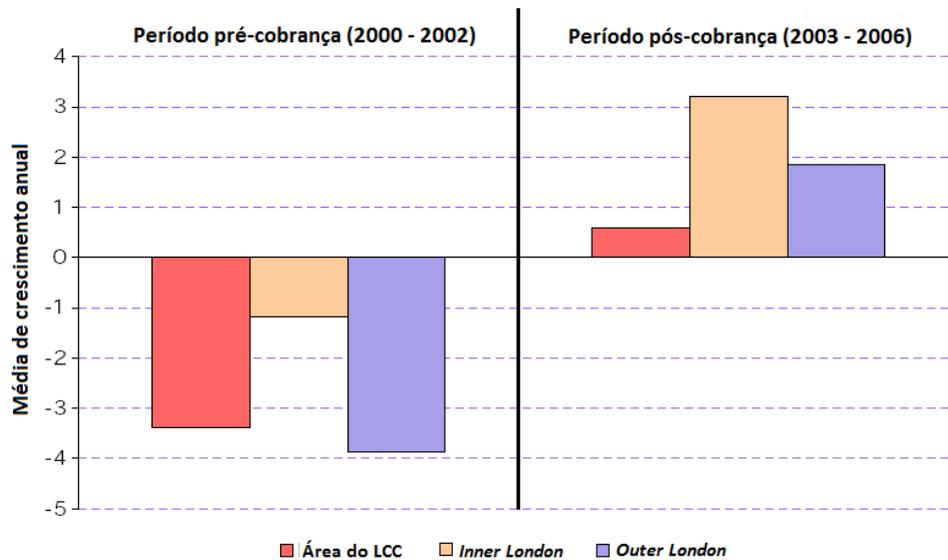
Figura 22 – Crescimento no número de estabelecimentos comerciais nas diferentes áreas de Londres



(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2008)

A figura 23 mostra o crescimento médio anual de empregos na cidade.

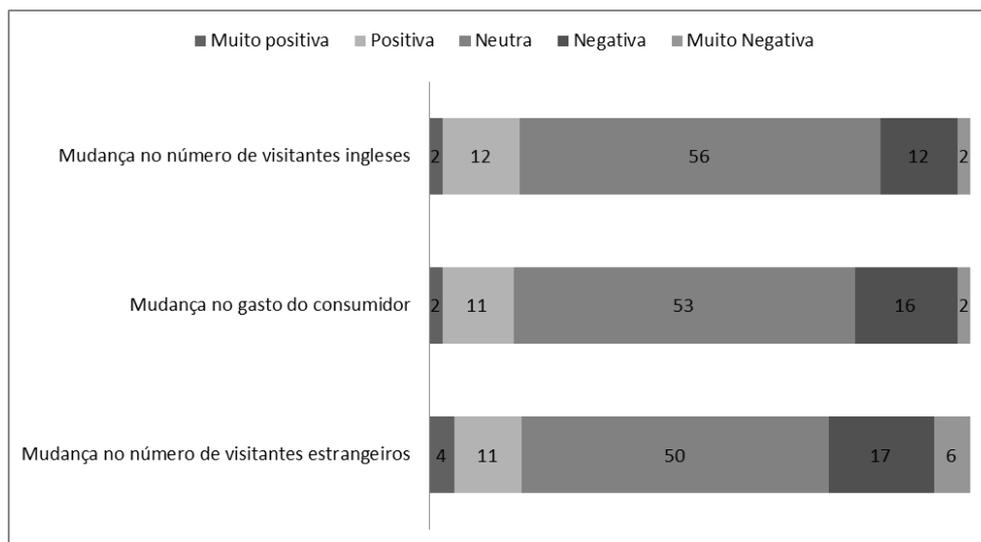
Figura 23 – Crescimento médio anual de empregos na cidade de Londres



(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2007)

A Figura 24 mostra a visão dos comerciantes em relação ao número de consumidores que passavam por suas lojas depois de 2003. O número daqueles que perceberam uma redução é maior que dos que perceberam uma melhora, 23% contra 15%, mas essa diferença não pode ser considerada significativa.

Figura 24 – Percepção dos comerciantes quanto o número de visitantes



(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2004)

Segundo Almeida e Oliveira(2013, p. 14):

É possível observar que o fenômeno de queda ou alta no movimento das lojas é observado similarmente em toda Londres e até no Reino Unido, não apenas na região central onde é cobrada a taxa de congestionamento. Essas oscilações são resultados de diversos fatores como: o PIB, a taxa de câmbio estrangeiro, o número de turistas, os preços, as tendências, a sazonalidade e os acontecimentos internacionais, por exemplo, a guerra no Iraque.

A expansão das atividades econômicas no centro de Londres não seria uma decorrência necessariamente do pedágio, mas sim de outros fatores garantidores do bom ritmo dos negócios e do maior dinamismo observado na região central da cidade em comparação com as outras. Ou seja, não é possível afirmar que o LCC teve grande influência nos negócios da região, nem para melhor, nem para pior.

#### 4.3.3.3.4 *Receitas*

Uma questão fundamental para a implantação do pedágio urbano é se ele será economicamente sustentável.

Segundo Brinco (2014) o custo inicial do *London Congestion Charge* foi de £162 milhões de libras, incluindo as câmeras, a central de processamento e informes publicitários. As estimativas iniciais eram de que nos cinco primeiros anos do programa, 62% das receitas seriam destinadas a cobrir os custos do programa, e nos anos seguintes este valor passasse para 40% da receita total. Devido a menor receita dos primeiros anos, 80% do valor bruto foi destinado a cobrir os custos. Toda a receita líquida é destinada por lei a melhoria do transporte da cidade, infraestrutura viária, operação de ônibus, acessibilidade, segurança viária, etc.

A tabela 1 mostra os custos e receitas do LCC no ano de 2008, em milhões de libras, os custos do sistema representam quase 50% de toda arrecadação. E a tabela 2 mostra os gastos da receita líquida gerada por ele. O valor bruto arrecadado com o LCC representa cerca de 8,5% do orçamento anual do TFL (ALMEIDA; OLIVEIRA, 2013).

Tabela 1 – Custos e receitas do LCC em 2008, em milhões de libras

	Descrição	Valor
Custos	Operacional, publicidade e execução	91
	Pessoal, gerenciamento de tráfego e custos centrais	40
	Total	131
Receitas	Tarifa diária de veículo padrão (8 libras)	146
	Tarifa diária de veículo de frota (7 libras)	37
	Veículos de residentes (4 libras/semana)	12
	Multas	73
	Total	268
Receita líquida	Total	137

(fonte: ALMEIDA; OLIVEIRA, 2013)

Tabela 2 – Destino da receita líquida do LCC em 2008, em milhões de libras

Descrição	Valor
Melhoria na rede de ônibus	112
Planejamento da região	2
Estradas e pontes	13
Segurança das estradas	4
Meio ambiente	2
Melhorias para pedestres e ciclistas	4
Total	137

(fonte: ALMEIDA; OLIVEIRA, 2013)

O quadro mostra os custos e receitas dos anos de 2012 e 2013.

Quadro 9 – Custos e receitas do LCC em 2012 e 2013, em milhões de libras

	2013 - milhões de libras	2012 - milhões de libras
Receita (tarifas e multas)	222	226,7
Custo operacionais e depreciação	89,9	89,9
Lucro líquido do LCC	132,1	136,8

(fonte: adaptado de TRAVEL FOR LONDON, 2014)

Nos primeiros dez anos de funcionamento o LCC arrecadou £2,6 bilhões dos motoristas da cidade, e £1,2 bilhões foram investidos na mobilidade da cidade, sendo que a grande maioria

foi usada para a melhora da rede de ônibus, £ 960 milhões, £102 milhões na construção de ruas e pontes, £70 milhões na segurança viária, £51 milhões em planos de transporte de bairros e £ 36 milhões em transporte sustentável (como o financiamento de pesquisas para ônibus movidos a energia alternativa).

Segundo Servant (2008, p. 2, tradução nossa):

É preciso saber que as divergências são grandes envolvendo as avaliações financeiras do LCC. É corrente a crítica de que seus custos de transação excedem as receitas do sistema. Estima-se, assim, que os resultados positivos apresentados pelo TFL seriam bem menores, caso fossem deduzidas as perdas sofridas pelo Estado devido a impostos e taxas não recolhidas. Isso abrange, por exemplo, a menos arrecadação tributária na conta dos combustíveis e as receitas de estacionamento não recebidas pelas coletividades locais. Além disso, critica-se a excessiva valorização das externalidades, em especial no tocante as estimativas do valor do tempo de viagem dos usuários, que estariam influenciando decisivamente os resultados positivos observados. Esta seria, segundo alguns, a principal explicação para a elevada rentabilidade do pedágio urbano de Londres nas contas das estimativas oficiais.

#### 4.3.3.3.5 Meio Ambiente

Com o início do esquema de cobrança se esperava uma redução na emissão de poluentes no ar, mesmo que pequena, com a redução da quantidade de automóveis e o aumento de sua velocidade média (quanto maior velocidade, menos a emissão) (ALMEIDA; OLIVEIRA, 2013)

No entanto, as avaliações acerca dos efeitos do LCC na poluição atmosférica são controversas. Segundo um estudo divulgado no ano de 2011 pelo *Health Effect Institut* (HEI) sobre os efeitos do LCC na qualidade do ar da região central de Londres não é possível afirmar que houve nenhum benefício mensurável. Em consequência dessa falta de mudanças substanciais, não foi possível verificar nenhum benefício na saúde da população. O ponto de vista de que o LCC não causou nenhuma melhora significativa é apresentado em outras pesquisas (KELLY *et al.*, 2011).

Os relatórios oficiais divulgados pelo *Transport for London*, indicam pequenas melhoras nos índices de poluição, em óxidos de nitrogênio (NOx), partículas finas (PM10), e dióxido de carbono, associadas ao pedágio, como mostra o quadro 10. No entanto, a melhora da qualidade do ar se deve principalmente aos avanços tecnológicos que melhoraram a eficiência e consumo dos motores dos veículos (ALMEIDA; OLIVEIRA, 2013).

Tabela 5 – Índices de poluição

Tipo de mudança	2003 x 2006			2006 x 2007		
	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	CO <sub>2</sub>
Volume de tráfego geral	-1,4	-0,8	-8,4	-2,5	-4,2	-6,5
Velocidade	-6,5	-5,5	-7,3	-2,7	-1,4	-2,8
Volume + velocidade	-7,9	-6,3	-15,7	-5,2	-5,7	-9,2
Melhoras tecnológicas	-17,3	-23,8	-3,4	-	-	-

(fonte: ALMEIDA; OLIVEIRA, 2013)

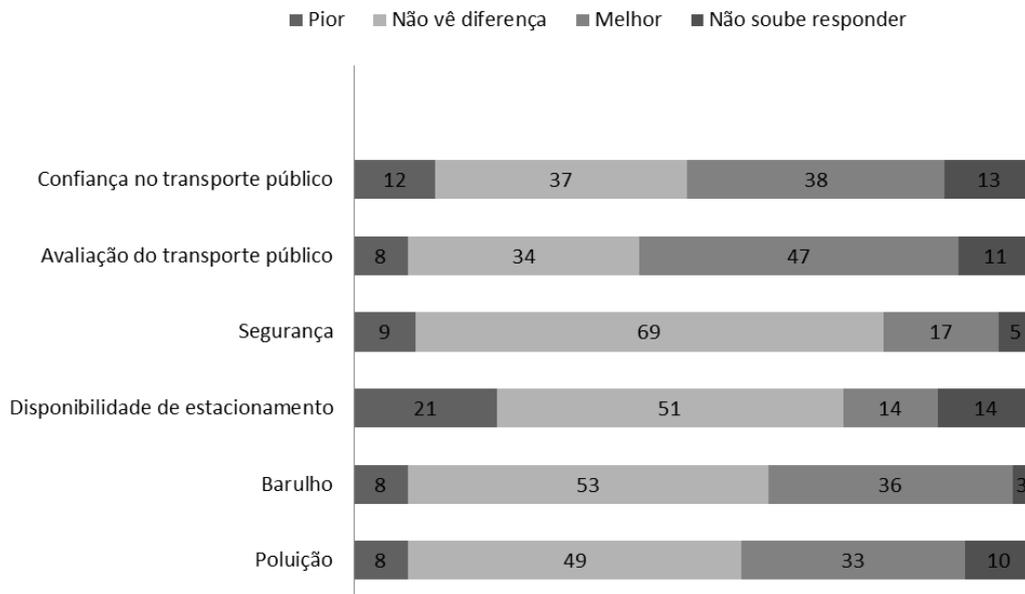
No caso de comprovada uma grande mudança nas emissões devido à tarifação, seria correto falar da poluição como uma externalidade negativa que seria compensada pela tarifa, mas pela falta de dados concretos e de um consenso entre as pesquisas esta afirmação não pode ser feita. Além disso, é difícil quantificar efeitos da poluição em uma região restrita inserida em um grande território totalmente urbanizado, a área do pedágio é uma parte muito pequena da cidade de Londres, então é problemático isolar as interferências dos poluentes que se originam nas regiões externas (ALMEIDA, OLIVEIRA, 2013).

Brinco (2014) ainda lembra que coma mudança do comportamento dos usuários, que utilizaram mais táxis e ônibus movidos a óleo diesel pode ter um efeito contrário aos benefícios associados à redução do número de deslocamento em veículos particulares na questão da poluição.

#### 4.3.3.3.1 Impacto Social e Aceitação

A figura 25 mostra a percepção dos moradores da área pedagiada sobre a qualidade de vida na região. A pesquisa foi feita em 2005 e contou com 369 moradores (TRANSPORT FOR LONDON, 2004).

Figura 25 - Percepção dos moradores quanto à qualidade de vida



(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2004)

O quadro 11 mostra a percepção dos londrinos a uma série de perguntas em relação ao LCC. A pesquisa foi realizada por cerca de mil entrevistas por telefone, selecionadas para representar toda população da cidade.

Quadro 10 – Opinião dos moradores quanto ao LCC, em %

		Pré-cobrança (2002)			Pós-cobrança (2003)			
		02 de dezembro	03 de janeiro	03 de fevereiro	03 de março	03 de abril	03 de junho	03 de dezembro
Importância de se reduzir os congestionamentos no centro de Londres	Importante	85	81	78	81	48	57	50
	Indiferente	7	7	6	6	13	13	11
	Não importante	8	10	14	11	35	27	36
	Não soube responder	0	2	2	2	4	3	3
Apoia o esquema de pedágio urbano	Apoia	40	39	39	57	50	59	48
	Indiferente	19	16	18	16	19	17	21
	Não Apoia	40	43	41	27	31	24	28
	Não soube responder	1	2	2	0	0	0	3
O pedágio urbano afetou diretamente sua vida	Sim	69	71	62	59	58	60	53
	Não	30	28	35	40	42	39	46
	Não soube responder	1	1	3	1	0	1	1
O pedágio urbano vem sendo efetivo	Sim	75	73	72	76	79	83	81
	Não	18	17	18	5	5	4	6
	Não soube responder	7	10	10	19	16	13	13
O pedágio urbano irá/está reduzindo o tráfego	Sim	54	54	50	75	73	77	71
	Indiferente	7	9	8	6	6	7	8
	Não	36	34	36	16	15	11	17
	Não soube responder	3	3	6	3	6	5	4

(fonte: adaptado de TRANSPORT FOR LONDON, 2004)

### 4.3.1 SINGAPURA

O pedágio urbano como forma de desestímulo ao transporte individual motorizado

A cidade-estado de Singapura em 1975 foi a primeira no mundo a implantar um tipo de pedágio urbano (o sistema só começou a ser implementado em um maior número de cidades a partir dos anos 2000), o ASL, *Singapore Area Licensing Scheme*, ou Esquema de Licenciamento de Área de Singapura, em uma área central da cidade, conhecida como RZ, *Restricted Zone*. Gomide e Morato (2011) observam que Singapura possui condições políticas favoráveis a instalação de ações impopulares como o pedágio urbano, apesar de ser considerada uma democracia parlamentar, ela vem sendo governada pelo mesmo partido desde sua autonomia em 1959, então muitos analistas políticos a consideram um Estado de partido único, então a falta de uma oposição política forte faz com que seus governantes tenham maior autonomia para praticar ações que possam gerar uma insatisfação maior da população.

Figura 26 – Pórtico de entrada do ERP



(fonte: GOH, 2014)

O pedágio de Singapura fazia parte de uma série de medidas, que incluíam o aumento de 40% no número de ônibus, a construção de 70 km de faixas, e um novo sistema de transporte de massas. Foi instalado o chamado pedágio de cordão, em que é preciso pagar ao atravessar uma linha que delimita a área pedagiada. Nos limites da área restrita, foram instaladas cabines de pedágio, mas não era necessário que o motorista parasse para efetuar o pagamento, a fiscalização se dava por meio de adesivos colados nos carros, guardas posicionados nas cancelas verificavam a entrada dos veículos, os adesivos eram comprados em diferentes locais, de fácil acesso a população, como postos de combustível, supermercados, agências dos

correios, etc., era possível comprar os adesivos com validade diária ou mensal (LUCAS JUNIOR, 2008).

Inicialmente o horário da cobrança era das 07:30 as 09:30 da manhã, o que logo foi estendido até as 10:15, devido a formação de congestionamentos logo após o fim do período inicial de cobrança. Eram isentos da tarifa veículos do transporte coletivo, de carga, motocicletas, e aqueles veículos individuais que possuíam mais de três passageiros, ou veículos de emergência.

Desde a sua inauguração, a taxa de congestionamento de Singapura vem sofrendo alterações. Em 1989, passaram a ser cobrados os veículos de carga e aqueles que possuíam mais de três passageiros, além de ser introduzido um período de cobrança no pico da tarde, inicialmente das 16:30 até as 19:00, mas com a oposição da população, o horário foi reduzido até as 18:30, sendo que o valor da taxa cresceu pouco em relação a inflação, já que as autoridades consideraram satisfatório na época os resultados e os valores arrecadados.

Em 1995, surgiu o *Road Pricing Scheme* (RPS), que regulava o tráfego nas vias expressas e principais vias de acesso à área central, o RPS funciona como um pedágio de eixo. Com o sucesso alcançado pelos dois sistemas, em 1998, foi instalado o *Electronic Road Pricing* (ERP), usado até hoje, que junta à cobrança da zona central com a cobrança para o uso das vias expressa, foi um aperfeiçoamento do que já existia, a cobrança e fiscalização ficaram mais fáceis, cada veículo possui um sistema de cartões instalado no para-brisa, ao passar pelos postos de fiscalização é feita a cobrança eletronicamente, conforme o horário, tipo de veículo, e dia da semana. Os cartões são abastecidos com créditos pelos motoristas, pela internet, caixas automáticos ou lojas do comércio local. O horário de taxaço foi fixado por um período mais longo das 07:30 as 19:00, e a cobrança passou a ser feita por cada passagem do veículo por um posto do ERP, não mais por dia. No caso de não haver o cartão no veículo, ou em que o limite de créditos do cartão foi excedido, o usuário é multado (LUCAS JUNIOR, 2008). A partir de 1998, a cobrança passou a ser feita cada vez que o motorista ingressava na área, e não mais por dia como era feita anteriormente.

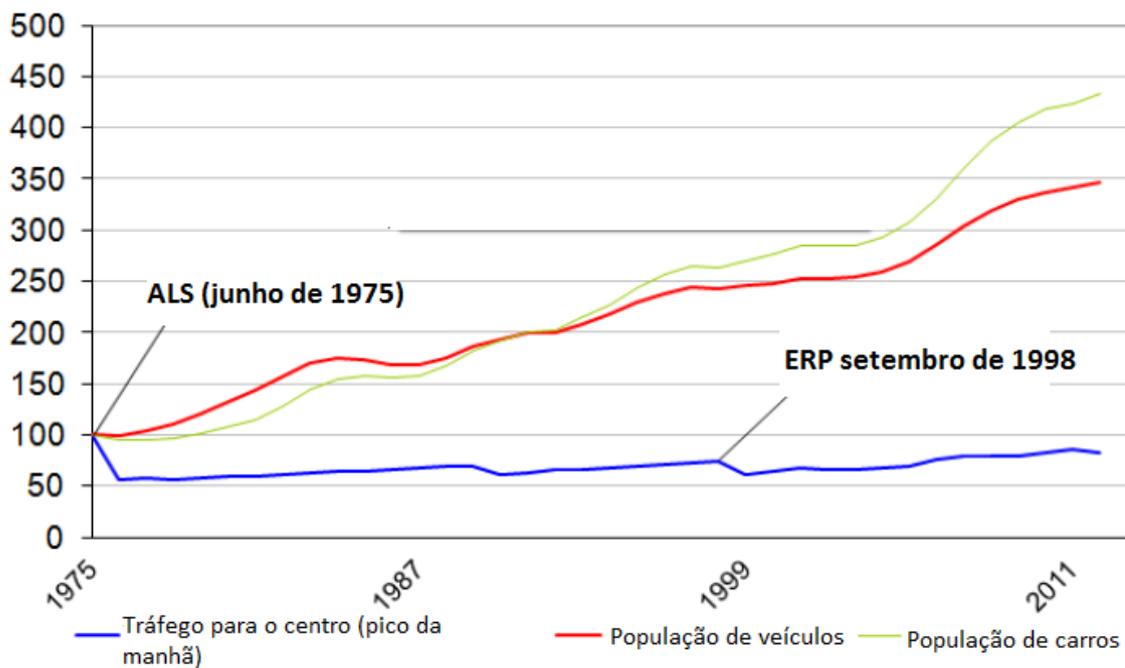
O funcionamento do primeiro esquema de pedágio urbano em Singapura obteve bons resultados, verificando-se imediata redução de 45% no tráfego veicular e uma queda de 25% nos acidentes de trânsito. Mas pela baixa tecnologia, era um sistema pouco rentável pelo excesso de mão de obra necessário e também dava origem a filas quando da passagem pelos

postos de checagem. Com a atualização do sistema, em 1998, os resultados anteriores se confirmaram, com uma retração de 15% dos veículos que ingressavam na zona controlada, além de um aumento nos mesmos 15% no uso do transporte público, que passou a representar 65% do total de acessos à zona pedagiada (BRINCO, 2014).

O pedágio de Singapura não tem o objetivo de arrecadar receitas para o transporte público, mesmo assim obtém receitas anuais de US\$ 40 milhões. O valor das tarifas é revista a cada três meses, sendo calculado para controlar o fluxo de veículos mantendo a velocidade média adotada como ótima para as vias da região, neste caso sendo adotados de 20 a 30 km/h para ruas comuns e de 45 a 65 km/h para as vias expressas. Se nesses três meses a velocidade média ficar abaixo da meta, a tarifa é aumentada, se ficar acima da meta, ela é reduzida. Então se trata de um exemplo prático de como o comportamento dos usuários acaba sendo determinante na formação do valor pago pelo uso das vias urbanas (BRINCO, 2014).

Na figura 27 é possível observar que em um período de 14 anos, de 1998 a 2012, a população de veículos em Singapura cresceu em média 3% ano, enquanto o tráfego acessando a área central cresceu apenas 0,8% em média (GOH, 2014).

Figura 27 – Evolução do tráfego de veículos



(fonte: GOH, 2014)

### 4.3.1 Estocolmo

Estocolmo é a capital e maior cidade da Suécia, com uma população de 807.301 habitantes, sua região metropolitana conta com 1.954.206 habitantes, segundo o Censo de 2010. Foi a terceira experiência em grande escala da tarifação de congestionamento, após Singapura e Londres.

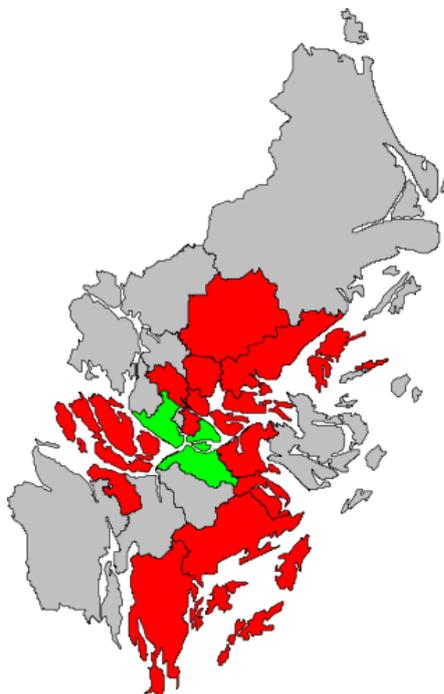
Figura 28 – Pórtico de entrada do pedágio urbano em Estocolmo



(fonte: ELIASSON, 2014)

O sistema de pedágio urbano de Estocolmo entrou em vigor no dia 1 de agosto de 2007, depois de um período experimental de sete meses da cobrança iniciado em janeiro de 2006, permitindo a população sentir os efeitos da medida. Após esse período de testes foi realizado um referendo com a população da cidade de Estocolmo e das cidades periféricas. O resultado foi bastante controverso, enquanto 51% da população de Estocolmo votou a favor da cobrança, 45% foram contrários a ela. Mas se fossem computados os votos das cidades periféricas, o resultado seria outro, com 53% de votos contrários e 47,5% de votos a favor. Mas se levarmos em conta o número de municípios e não a população, somente Estocolmo teve a maioria dos seus habitantes a favor da medida, nas outras 14 cidades, ela não foi aceita, como mostra a figura 29. O governo que estava no poder então decidiu que só levaria em conta os votos da população da cidade de Estocolmo, aprovando a medida (GOMIDE; MORATO, 2011).

Figura 29 – Municípios que votaram contra e a favor do pedágio



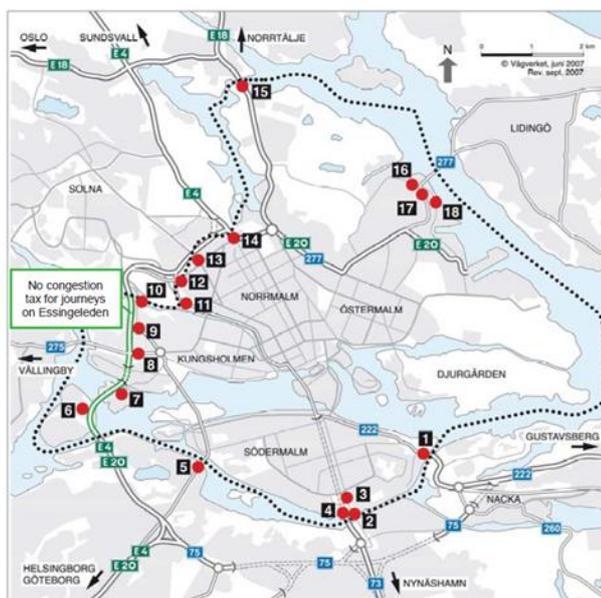
(fonte: ELIASSON, 2014)

Procurando uma forma de amenizar o descontentamento dos moradores das cidades no entorno, e a fim de dar-lhes uma compensação, foi tomada a decisão de realocar os recursos arrecadados, que ao invés de serem empregados exclusivamente no transporte coletivo, abriu-se a possibilidade de serem aplicados no sistema viário dos municípios periféricos (BRINCO 2014).

O sistema funciona como dois pedágios de corda, em que os motoristas são taxados a cada entrada na zona restrita, de 34,5 km<sup>2</sup> no centro da cidade, onde vivem 36% da população. A cobrança funciona entre 6h30min da manhã e 18h30min, de segunda a sexta, além de não ser cobrada no mês de julho, que é o mês de férias escolares (LUCAS JUNIOR, 2006).

A tecnologia instalada é do tipo ANPR, funciona com base no reconhecimento automático das placas dos veículos realizadas por apenas 18 pontos de controle que formam um cordão no entrono do centro de Estocolmo, esse baixo número se deve a geografia da cidade, que é formada por algumas ilhas, como pode ser visto na figura 30. O índice de confiabilidade do sistema é bastante alto, com menos de 1% de erro na leitura das placas (BRINCO, 2014).

Figura 30 – Área do pedágio urbano de Estocolmo



(fonte: ELIASSON, 2014)

O valor cobrado varia conforme o horário, de US\$ 1,21 a US\$ 2,43, sendo que o maior valor corresponde aos picos da manhã e da tarde, 07h30min às 8h30min, e das 16h00min às 17h30min. Estão isentos veículos de emergência, táxis, motocicletas, veículos do transporte coletivo, aqueles movidos a energia alternativa eram isentos até o ano de 2012. Esse incentivo cumpriu seu papel para transformar a frota do país mais “verde”, enquanto em 2006 o percentual de carros com energia alternativa era de 3%, em 2009 essa porcentagem cresceu para 15%. Estimasse que 15% do tráfego que passa pelo cordão sejam de veículos isentos.

A quitação da dívida pode ser paga por cartão de crédito, transferência bancária, ou em lojas credenciadas em até 14 dias após o registro da passagem pelo local, caso contrário estará sujeito a multa de três vezes o valor original, caso o período de débito ultrapasse quatro semanas a multa passa 25 vezes o valor original. O órgão gestor do sistema mantém um registro de cada usuário disponível na internet (LUCAS JUNIOR, 2008). Depois do início da operação não houve nenhum aumento na tarifa.

A quitação também pode ser feita com débito automático, neste caso o veículo precisa estar equipado com um *transponder*, uma vez feita a identificação pelo sistema, a cobrança é feita automaticamente em uma conta que o cliente registrou.

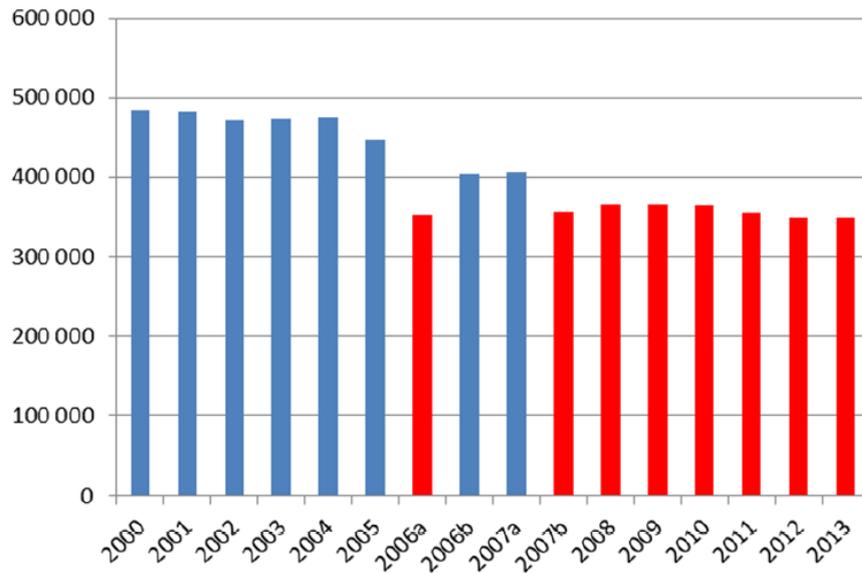
Gomide e Morato (2011, p. 33) dizem que:

Antes da implantação experimental do sistema de cobrança, o órgão responsável pelo transporte de Estocolmo promoveu o aumento da oferta e a melhoria dos serviços de transporte público, de modo a atender ao aumento da demanda esperada com a redução no uso de automóveis. Um fato relevante a ser considerado nessa experiência é o de que não houve redução significativa no volume de tráfego de veículos particulares no período anterior ao início da cobrança, mesmo com o investimento no aumento da oferta e melhoria na qualidade do transporte público, corroborando a afirmação de que apenas a melhoria da oferta dos meios coletivos de transporte não basta para reduzir os congestionamentos.

O tráfego que passava pelo cordão permaneceu constante por cerca de 15 anos, mesmo com o aumento da população, e da taxa de motorização, enquanto o tráfego na região aumentava ano a ano, então a explicação mais simples é que o não crescimento se deve a falta de capacidade das vias que levavam ao centro da cidade. Houve apenas uma redução mais visível no ano de 2005 devido a inauguração de uma rodovia que contornava a cidade (BÖRJESSON *et. al*, 2012).

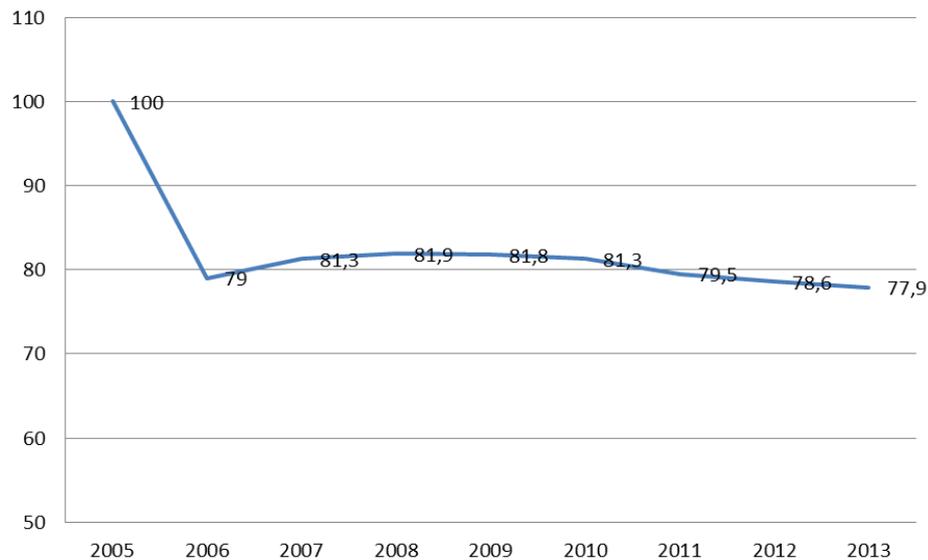
Quando a tarifa iniciou em janeiro de 2006 houve uma diminuição notável no volume de carros logo no primeiro dia, 22% a menos. Quando o período de testes acabou em julho do mesmo ano, imediatamente os volumes aumentaram, no entanto, não chegando ao mesmo patamar anterior, ele permaneceu cerca de 5% menor que em 2005. A hipótese mais clara é de que os motoristas adquiriram novos hábitos durante o período de testes e os mantiveram depois de sua extinção. Depois da reintrodução da tarifa os níveis de tráfego voltaram a reduzir para os mesmos índices do período teste. Esses resultados podem ser visto nas figuras 30 e 31, na primeira, as colunas em azul representam o tráfego sem a cobrança do pedágio e as em vermelho o tráfego com pedágio. Mesmo com a tarifa diferenciada em função do horário, não se observou uma redução mais significativa no tráfego nos horários mais baratos. (ELIASSON, 2014).

Figura 31 – Tráfego que cruza o cordão



(fonte: ELIASSON, 2014)

Figura 32 - % de tráfego que cruza o cordão, comparado aos índices de 2005

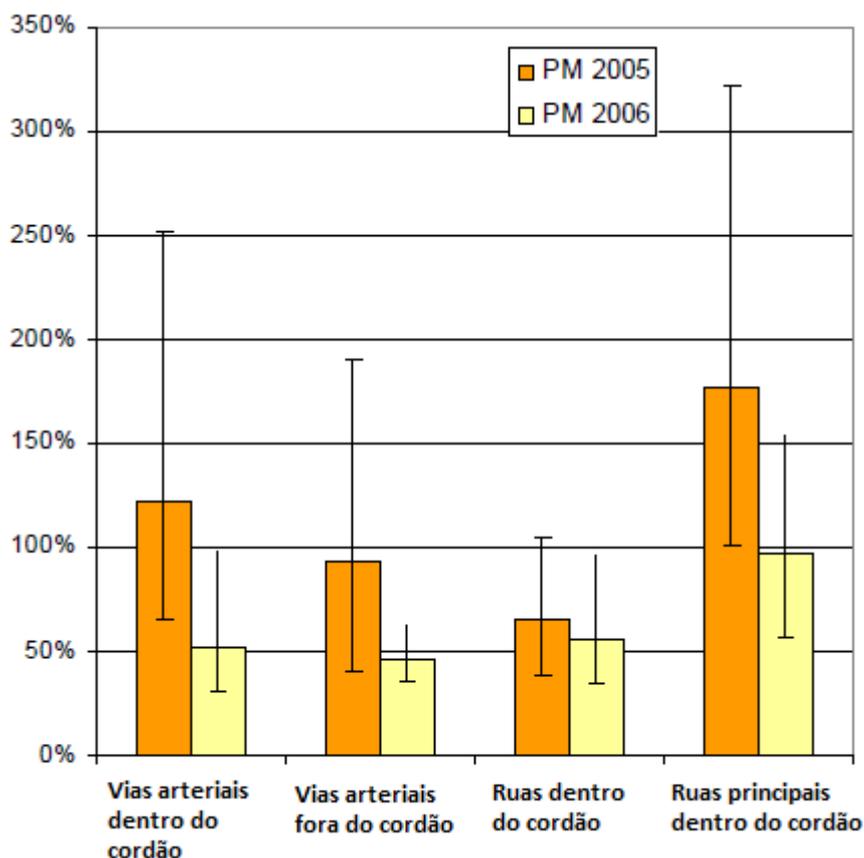


(fonte: ELIASSON, 2014)

O tempo de viagem caiu dramaticamente. A figura 33 mostra o índice médio de congestionamento no período de 2005 e 2006 (período com cobrança) no período do pico da tarde. O congestionamento é medido com o nível 0% como sendo o tempo de viagem que corresponde à velocidade livre, com a via sem nenhum tráfego significativo, enquanto 100% representa o dobro do tempo dessa velocidade. Já as retas verticais do gráfico indicam o decil de pior e o decil de melhor tempo de viagem medidos. Observa-se uma redução de mais de

50% no congestionamento nas vias arteriais, além de uma maior confiabilidade do tempo de viagem (ELIASSON, 2014).

Figura 33 – Índice de congestionamento na hora do pico em Estocolmo



(fonte: ELIASSON, 2014)

Outro efeito observado foi a redução nos índices de emissões de poluentes em função do tráfego. A redução foi considerável na área central da cidade, e como ela representa boa parcela da população, esse é um importante efeito em relação à saúde humana. No geral a redução foi de 15% em poluentes como o NO<sub>x</sub>, PM10 e CO<sub>2</sub>, (BÖRJESSON *et. al*, 2012).

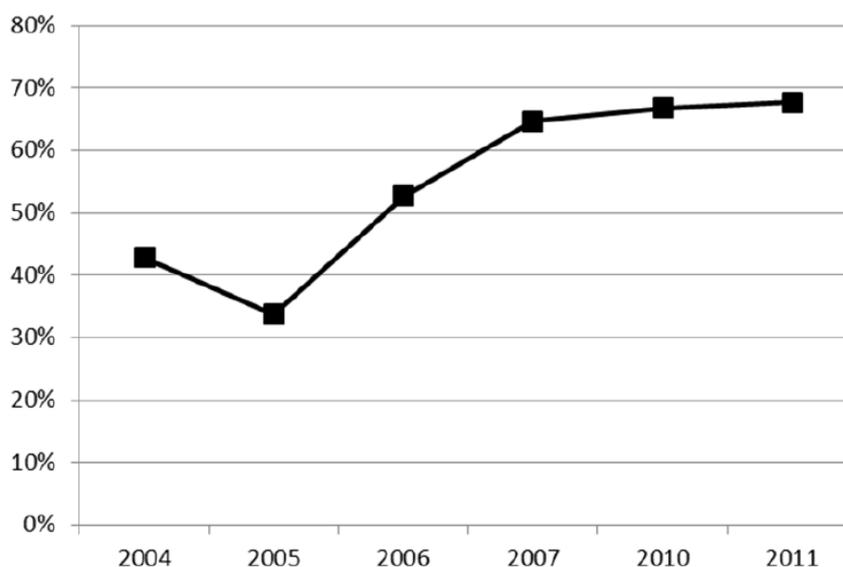
Segundo Eliasson (2014) eram temidos efeitos negativos no varejo, assim como em Londres, mas nenhum estudo provou que a taxaçoão teve efeitos sobre o comércio. Segundo ele em uma pesquisa divulgada em 2011 em shopping centers do país, mostra que o crescimento destes estabelecimentos no centro do Estocolmo é similar ao resto da Suécia.

Ainda segundo Eliasson (2014) o número de passageiros no transporte público cresceu apenas 5%. A lotação, medida pelo número de pessoas em pé, cresceu no metro, mas diminuiu nos

ônibus e trens de subúrbio, pelo aumento de sua capacidade. A redução dos congestionamentos aumentou a velocidade e a confiabilidade do sistema de ônibus.

A figura 34 mostra como a opinião sobre a tarifação do congestionamento mudou na população de Estocolmo. Na primavera de 2004 43% dos cidadãos alegaram que possivelmente votariam sim para a implantação do pedágio, em 2005, com o período de testes mais próximo de começar, esse número caiu para 34%. Em 2006 no referendo oficial, 53% da população votou no “sim”. E logo no ano de 2007 foi possível observar uma grande aprovação, com 65%, sendo que esse resultado ainda aumentou nos anos seguintes (BÖRJESSON *et. al*, 2012).

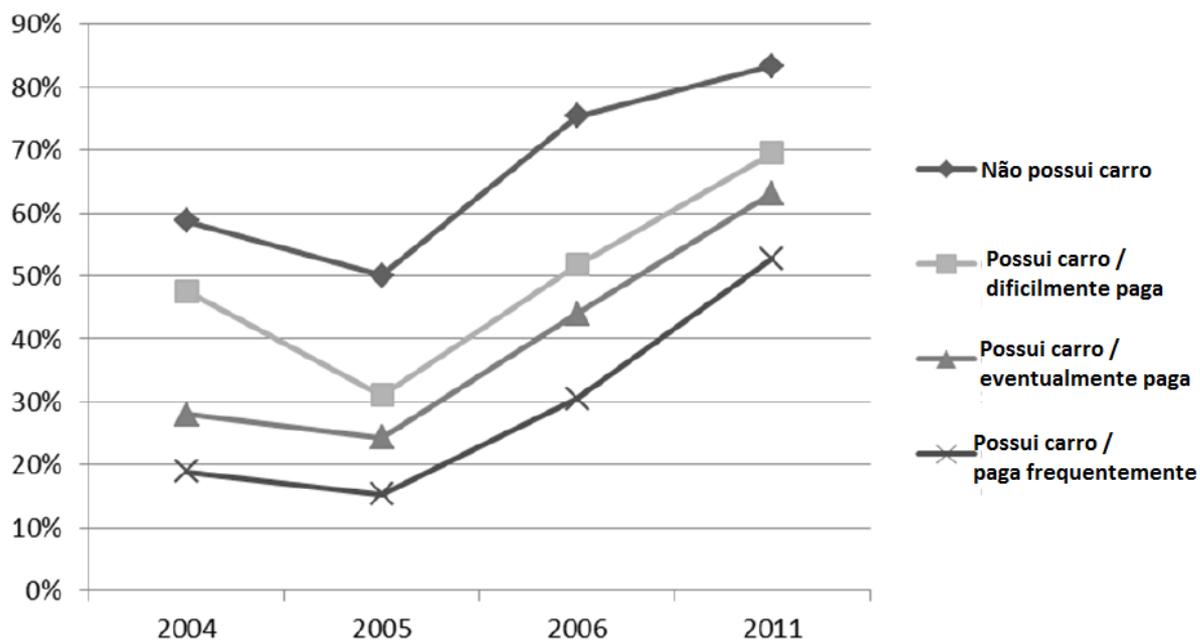
Figura 34 – Aceitação da população de Estocolmo ao pedágio urbano



(fonte: ELIASSON, 2014)

A figura 36 mostra outro dado sobre a aprovação interessante, ele mostra a aceitação dividindo entre os grupos de interesse, aqueles que usam carro e os que não usam. É possível observar que o comportamento da aceitação foi como na figura anterior, e obviamente, o grupo onde se encontra a maior rejeição são aqueles que usam o carro frequentemente, mas mesmo assim o nível é superior a 50% (ELIASSON, 2014).

Figura 35 – Aceitação da população conforme o uso do carro



(fonte: ELIASSON, 2014)

O custo de implantação do sistema foi de 1,9 bilhão de coroas suecas, que corrigido aos valores atuais são US\$ 230 milhões ou R\$ 693 milhões, incluindo os custos de operação do primeiro ano. Anualmente o sistema custa cerca de R\$ 80 milhões, ou US\$ 26 milhões, com uma receita na casa dos US\$100 milhões ou R\$ 306 milhões. O quadro 12 mostra a relação de custo benefício do pedágio para a sociedade como um todo no ano de 2009 (ELIASSON, 2014).

Quadro 11 – Custo benefício social para o ano de 2009, em milhões de coroas suecas

	<b>Perda / Ganho</b>
<b>Consumidor</b>	
Tempos de viagem mais curtos	536
Tempo de viagem mais confiável	78
Perda para os já usuários de carro	-74
Taxa de congestionamento paga	-804
Aumento no tráfego no entorno	-15
<b>Total consumidor</b>	<b>-279</b>
<b>Externalidades</b>	
Redução da poluição	64
Ganhos na saúde e meio ambiente	22
Aumento da segurança viária	125
<b>Total externalidades</b>	<b>211</b>
<b>Governo</b>	
Taxa de congestionamento paga	804
Aumento no lucro do transporte público	138
Baixa no imposto sobre o combustível	-53
Melhorias no transporte público	-64
Custos operacionais do sistema	-220
<b>Total governo</b>	<b>606</b>
<b>Custo Benefício Anual</b>	<b>538</b>

(fonte: adaptado de ELIASSON, 2014)

Devido ao sucesso do pedágio urbano de Estocolmo a segunda maior cidade da Suécia, Gotemburgo, adotou a mesma medida em 2013.

#### 4.3.4 Milão

O pedágio urbano de Milão, cidade no norte da Itália com população metropolitana de 3.176.180 habitantes, começou como um pedágio de taxaço da poluição, aplicável somente aos veículos considerados nocivos ao meio ambiente, chamado *EcoPass*, em uma área de 8,2 km<sup>2</sup> no centro histórico da cidade, chamada de ZTL (*Zona a Traffico Limitado*), com 77.000 habitantes e uma superfície que representa 4,5% da área de Milão.

Figura 36 – Logotipo da Área C



(fonte: MORONI, 2014)

Em janeiro de 2008 a prefeita da cidade, Letizia Moratti iniciou o *EcoPass*, com tarifas que variavam de dois a cinco euros, com o objetivo de reduzir em 30% a poluição gerada por automóveis e reduzir em 10% o tráfego. Os primeiros resultados foram animadores, o fluxo de automóveis caiu em 14%, superando a meta inicial, a presença de partículas finas no ar, as chamadas PM10 reduziu-se em 19%, a velocidade média dos ônibus também aumentou. Mas como o programa impunha taxas maiores para os veículos com maior índice de poluição, então em alguns anos, com o incentivo da compra de carros mais “verdes”, o número de carros com acesso livre a área já era a maioria, o que não ajudou com os problemas de congestionamento (MORINI, 2014).

Em junho de 2011 foi realizado um referendo com a população da cidade para a aprovação ou não de um pedágio urbano nos moldes de Londres, com preocupações maiores que somente as ambientais, como a real redução dos congestionamentos e a melhoria do transporte público, sem a isenção da cobrança para veículos ecológicos, o resultado foi que 79% dos votantes manifestaram sua aprovação. Então foi iniciado em janeiro de 2012 o pedágio urbano chamado “Área C”, em uma fase experimental de um ano. Durante os meses de agosto e setembro de 2012 a cobrança foi suspensa devido a recursos judiciais movidos por empresas de estacionamento do centro da cidade, que se sentiram lesadas e pediram a suspensão do programa. Mas após dois meses de suspensão, a cobrança voltou a ser feita, com isso o período de testes foi prorrogado (BRINCO, 2014).

Então, em março de 2013, a “Área C” foi aprovada permanentemente, ela funciona na mesma área do *EcoPass*, de segunda a sexta-feira, das 07h30min às 19h30min. É cobrado um valor

único de €5 por dia que o usuário entrar na zona tarifada. Estão isentos veículos do transporte público, de emergência, táxis entre outros, além de um desconto elevado para moradores. Veículos muito poluentes, especialmente os movidos a diesel são proibidos de rodar na área.

Figura 37 – Área do pedágio urbano de Milão



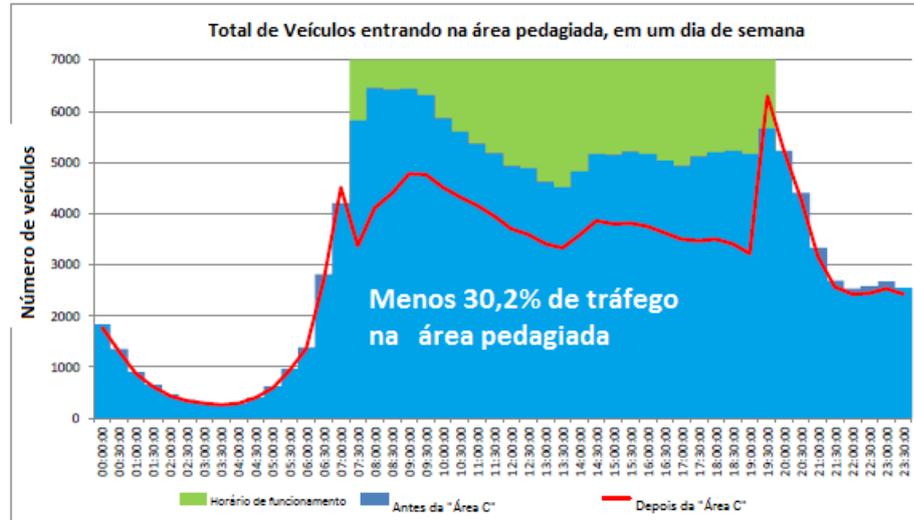
(fonte: MORONI, 2014)

O sistema conta com 43 portais de cobrança, dotados de câmeras que fazem o reconhecimento dos veículos através da leitura automática de placas, o ANPR, que enviam as informações para um sistema central que as armazena. O pagamento deve ser feito no dia ou até a meia noite do dia seguintes, de diversas maneiras, em caixas eletrônicos, telefone, internet, ou o pagamento antecipado através da criação de uma conta com o número da placa do automóvel (BRINCO, 2014).

Os dados obtidos no primeiro ano de funcionamento foram bastante positivos (MORINI, 2014):

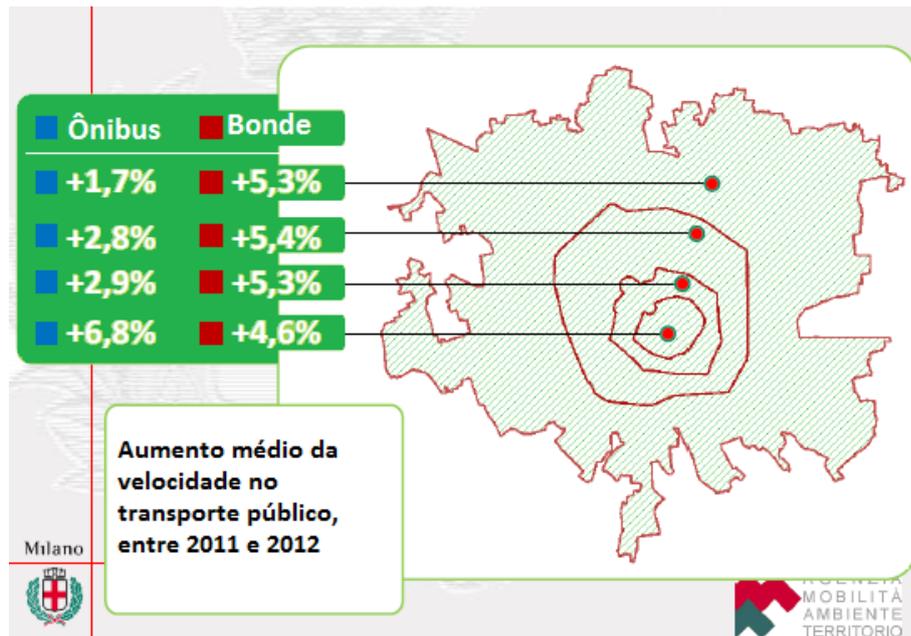
- a) decréscimo de cerca de 40.000 veículos entrando na área diariamente, o que representa cerca de 30,2% veículos a menos, como pode ser visto na figura 38;
- b) melhora na velocidade média de ônibus e bondes, figura 39;
- c) redução de 23,8% no número de acidentes, e em 26,3% os acidentes com pessoas feridas;
- d) aumento das vagas de estacionamento nas vias públicas, sua taxa de ocupação caiu um 10%;
- e) os níveis de poluição caíram, o total de partículas finas caiu em 18%, enquanto os níveis de dióxido de carbono caíram em 35%.

Figura 38 – Redução no tráfego da área pedagiada



(fonte: adaptado de MORINI, 2014)

Figura 39 – Velocidade média do transporte público, comparação entre 2011 e 2012



(fonte: adaptado de MORINI, 2014)

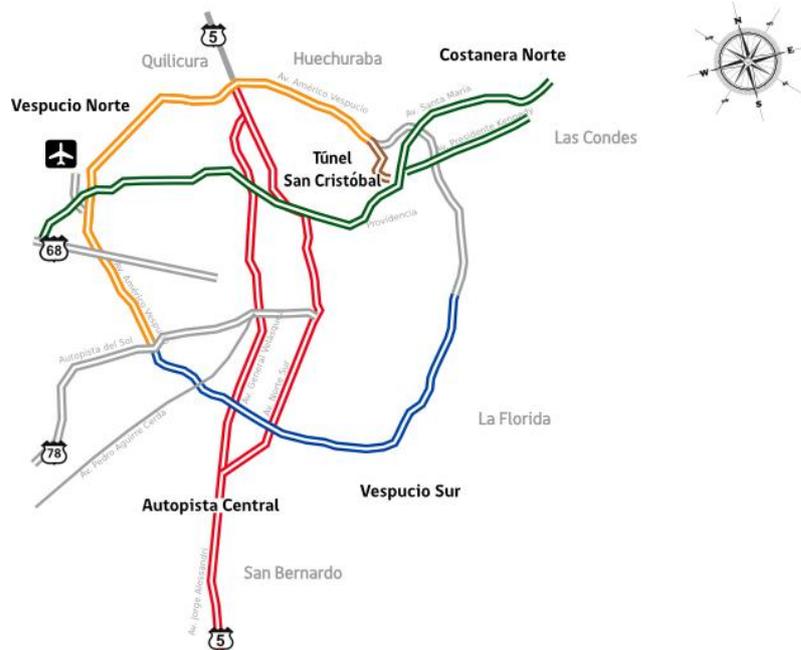
Segundo Morini (2014), todos os lucros líquidos do sistema são investidos na melhoria da mobilidade urbana e na redução da poluição do ar. Em 2012 o programa obteve uma receita de €20,3 milhões, com lucro líquido de €13 milhões.

#### 4.3.5 Santiago

Santiago, capital do Chile, com uma população metropolitana de 6.676.745 habitantes é a única metrópole da América Latina a contar com um sistema de vias pedagiada em área urbana. Não se trata de um pedágio em uma região específica, como nos outros exemplos internacionais vistos, se trata de um pedágio de eixo, mas aplicado dentro da cidade.

A cobrança começou entre os anos de 2004 e 2005, dentro do chamado *Programa de Cenciones de Viales Urbanas*, com a inauguração de sete vias expressas de alta velocidade, com uma extensão total de 158 km dentro da área urbana de Santiago, concedidas a empresas privadas que gerenciam e exploraram os seus serviços. Existem ainda muitas outras dessas vias projetadas (BRINCO, 2014).

Figura 40 – Vias pedagiadas em Santiago



(fonte: CÁCERES, 2010)

O sistema de cobrança é realizado por um dispositivo eletrônico do tipo *tag*, em que o motorista compra o equipamento e realiza um cadastro que identifica o veículo automaticamente. Sempre que o carro passar por um ponto de pedágio os dados são armazenados em um banco de dados com todos os usuários registrados, o pagamento é feito mensalmente pelo motorista, que recebe a fatura por correspondência. Apenas os veículos que possuem esse *tag* podem circular, aqueles que não o possuem são considerados infratores.

A cobrança é feita em função da distância percorrida, levando em conta as diferentes horas do dia, os dias da semana, e o nível de congestionamento na hora que o usuário usou a via. São três níveis de tarifa existentes. O valor de 55 pesos chilenos por quilômetro rodado, R\$ 0,28, é aplicado nos horários em que a via apresenta baixo fluxo. Nos horários de pico, que pode variar dependendo da via expressa, mas que normalmente é considerado das 07h30min às 09h30min, e das 17h30min às 19h30min em dias de semana, é cobrado o valor de 110 pesos chilenos, ou R\$ 0,56 o quilômetro rodado. Já o valor mais alto de cobrança, de 168 pesos chilenos por quilômetro rodado, R\$ 0,86, só é usado quando a velocidade média nas vias fica abaixo de 50 km/h. Para visitantes ou pessoas que raramente usam essas vias, é possível comprar um passe diário.

As empresas que detêm os contratos de exploração da via tem a garantia de receber um valor mínimo como receita operacional, que tem relação com o número de pedágios pagos. As receitas excedentes são divididas de forma igual entre Estado e concessionária. Diferente dos outros pedágios urbanos no mundo, os recursos não são necessariamente investidos em transporte público, podendo ser alocados em diferentes áreas, deste a expansão da malha viária, a construção de aeroportos e hospitais (BRINCO, 2014).

Segundo Cáceres (2010), os tempos de viagem em percursos mais longos, como do centro da cidade ao aeroporto, um trecho de 30 km foram reduzidos de 50% a 70% com a inauguração das vias pedagiadas.

## 5 PESQUISA SOBRE A REDUÇÃO DO VOLUME DE CARROS EM FUNÇÃO DO PEDÁGIO URBANO

Foi realizada uma pesquisa por meio de questionário *online* com o objetivo de verificar o comportamento e a sensibilidade da população de Porto Alegre quanto ao pedágio urbano. Este capítulo trata da escolha do método de coleta de dados, a elaboração do questionário e os resultados obtidos.

Uma pesquisa real sobre a aceitação do pedágio urbano seria muito mais complexa, o tempo de viagem de carro e ônibus deveria ser baseado em estudos que apontam suas diferenças reais, e deveria ser tratado como dependente da porcentagem de redução de veículos, gerando um processo iterativo, com a redução dos automóveis, os tempos de viagem diminuem, o processo deveria ser feito até que um equilíbrio fosse encontrado, também seria preciso delimitar a área pedagiada e sua importância para os motoristas, além de verificar outras possibilidades que os motoristas têm para fugir da cobrança, como mudar seus horários rotineiros, mudar suas rotas, etc. Por isso a pesquisa fornece apenas uma ideia da sensibilidade da população de Porto Alegre quanto à precificação do uso das vias.

### 5.1 TÉCNICAS DE PESQUISA E MODELAGEM DA DEMANDA

Nesta parte são apresentados os modelos de demanda e as técnicas de pesquisa utilizadas no experimento.

#### 5.1.1 Preferência Revelada e Declarada

A técnica de preferência revelada (PR) se baseia em obter respostas de situações passadas reais vividas pelo entrevistado, esta é sua maior vantagem. Nessa abordagem nada é informado sobre o provável comportamento frente a uma nova situação (SPINDLER, 2011).

As técnicas de preferência declarada (PD) referem-se a uma família de técnicas utilizam o relato de indivíduos acerca de suas preferências em relação a um conjunto de opções definidas para estimar as funções utilidade, PD pode ser considerado qualquer técnica que trate do

comportamento esperado ao invés do comportamento real do entrevistado (SENNA & MICHEL, 2000).

A PD lida com a expectativa de comportamento dos usuários, não com seu comportamento real, isso porque a aplicação da PD se dá através da exposição aos entrevistados de alternativas a serem escolhidas pré-definidas pelo pesquisador, que podem ser reais ou fictícias, dentre elas o entrevistado responde qual a sua preferência. As técnicas de PD resultam na resposta com maior probabilidade de ocorrer frente a uma situação que tem uma combinação de atributos conforme definido no projeto do experimento (SENNA & MICHEL, 2000).

As técnicas de PR em geral são entrevistas mais caras e dependem de um número maior de questionários, já que é obtida apenas uma observação por entrevistado.

### **5.1.2 Modelagem da Demanda – Modelo Logit Multinomial**

Segundo Joaquim (2011, p.55):

Na área de transportes, os modelos desenvolvidos devem ter a capacidade de estimar que mudanças que ocorreriam no padrão de utilização de um sistema ou infraestrutura (rodovias, hidrovias, sistema de transporte público, etc.) em função da alteração de certos atributos. Esses modelos são construídos a partir de informações dadas por indivíduos com base em suas preferências e são chamados de modelos comportamentais de escolha.

Senna e Michel (2000) dizem que especificamente os modelos de demanda, devem prever como os usuários mudariam suas escolhas em função das mudanças do mercado, mas o valor dos modelos é normalmente limitado a determinados tipos de problemas sob condições específicas. Os modelos comportamentais desagregados, ou de escolha discreta, possibilitam que sejam analisadas as escolhas de cada indivíduo frente a situações alternativas, diferente dos modelos agregados, que utilizam as respostas médias de grupos separados por zonas. A análise destas escolhas é feita com base na teoria da Utilidade em que os indivíduos buscam maximizar sua função de utilidade frente às restrições de recursos existentes. A função de utilidade quantifica o valor da satisfação de um indivíduo, associando essa satisfação a um resultado.

Neste trabalho foi utilizado o modelo Logit Multinomial (MNL), que é o modelo desagregado mais simples e utilizado em pesquisas de transporte, além de possibilitar fácil coleta dos

dados necessários para sua realização. Nele o comportamento de escolha dos usuários é modelado através da identificação das suas funções utilidades (SENN & MICHEL, 2000). A equação 1 apresenta a forma genérica para o MNL:

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{\sum_{j=1}^n e^{U_j}} \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

$P_i$  = probabilidade da alternativa  $i$  ser escolhida;

$e$  = número de Euler, ou base do logaritmo neperiano;

$i, j$  = alternativas consideradas na pesquisa;

$U_{i,j}$  = utilidade das alternativas  $i$  e  $j$ .

No caso desta pesquisa, o modelo será binomial, com apenas duas alternativas de escolha, então a equação 1 pode ser simplificada para a equação 2:

$$P = \frac{e^{U_i}}{e^{U_i} + e^{U_j}} \quad (\text{equação 2})$$

Onde:

$P_i$  = probabilidade da alternativa  $i$  ser escolhida;

$e$  = número de Euler, ou base do logaritmo neperiano;

$i, j$  = alternativas consideradas na pesquisa;

$U_{i,j}$  = utilidade das alternativas  $i$  e  $j$ .

### 5.1.3 Função Utilidade

O conceito de utilidade é de extrema importância nas modelagens da demanda. Em transporte, os indivíduos buscam minimizar a função utilidade, já que o transporte é visto como um mal, algo desagradável, assim o usuário busca reduzir o desprazer provocado pela necessidade de consumo de transporte (SPINDLER, 2011).

Os atributos são as variáveis das funções utilidades, a escolha correta dos atributos a serem estudados é que vai tornar válida a pesquisa. Nas pesquisas previsão da demanda de transporte duas variáveis se mostraram as mais importantes: tempo e custo, a inclusão desses dois atributos é imprescindível para qualquer pesquisa nessa área. A equação 3 é a forma generalizada da função utilidade:

$$U = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot X_1 + \dots + \alpha_n \cdot X_n \quad (\text{equação 3})$$

Onde:

$U$  = utilidade da alternativa  $i$ ;

$X_n$  = variáveis ou atributos;

$\alpha_n$  ( $n=1,2,\dots$ ) coeficientes do modelo;

$\alpha_0$  = constante específica do modelo.

## 5.2 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Os questionários de PR (apêndice A) e PD (apêndice B) foram elaborados pelo autor com a ajuda do professor orientador.

### 5.2.1 Questionário de Preferência Revelada

O questionário de preferência revelada, presente no apêndice A foi utilizado para a obtenção de dados preliminares sobre os usuários que possam influenciar na resposta do questionário de PD. Foram elaboradas três perguntas sobre:

- a) frequência semanal que o usuário enfrenta congestionamentos;

- b) o tempo médio perdido no trânsito;
- c) renda mensal.

### 5.2.2 Questionário de Preferência Declarada

O questionário de PD, presente no apêndice B é o de maior importância na pesquisa, é dele que serão obtidos os dados de entrada.

As opções de transporte apresentadas aos entrevistados são duas, carro e ônibus, que são os meios de transporte mais utilizados na cidade de Porto Alegre. Com o ônibus representando a opção “A” e o carro a opção “B”.

Foram definidas apenas duas variáveis no experimento, aquelas que são comprovadamente as mais importantes em pesquisas de transporte: o tempo, nesta pesquisa usado como a diferença de tempo de viagem entre o transporte público e o privado, e o custo. Outros atributos poderiam ser considerados, como segurança, ou conforto, mas em relação ao tempo e custo eles não seriam tão relevantes, além da simplicidade da pesquisa ser maior quanto menor o número de atributos.

Foram definidos três níveis, um baixo, médio e alto para cada um dos dois atributos. Como pode ser visto no Quadro 13.

Quadro 12 – variáveis e seus níveis

Variável	Níveis
Tempo	Baixo - 5 min
	Médio - 10 min
	Alto - 15 min
Custo	Baixo - R\$ 3,00
	Médio - R\$ 6,00
	Alto - R\$ 9,00

(fonte: elaborado pelo autor)

Para cada tempo de viagem de automóvel, foi definido um tempo adicional na viagem de ônibus, já que dificilmente o ônibus realizada a viagem em um tempo igual, esse valor adicional foi proporcional ao tempo da viagem, na viagem de 15 min com o carro, o tempo

adicional na viagem de ônibus foi de 5 min, na de 25 min o tempo adicional de 10 min, e por fim na de 40 min o tempo de viagem do ônibus ficou em 55 min, uma diferença de 15 min. Gerando uma diferença de tempos de viagem de 5, 10 e 15 min. Essa diferença no tempo de viagem entre os modais pode parecer pequena quando pensamos em um tráfego que flui, de velocidade livre, mas a medida que os congestionamentos aumentam, o no caso de Porto Alegre especificamente, onde existem corredores exclusivos de ônibus, a diferença entre os modais cai, com o ônibus se tornando proporcionalmente mais competitivo que o carro.

Na variável custo foi definido como sendo baixo o valor de R\$ 3,00 para o pedágio urbano, R\$ 6,00 como valor médio e R\$ 9,00 como valor alto. Essa escolha nos níveis de valores foi um ponto difícil de ser arbitrado pela falta de parâmetros existentes para um valor real de pedágio urbano no Brasil, sem uma experiência é difícil determinar qual valor seria baixo e qual valor seria alto. O valor do ônibus foi mantido fixo, com o valor atual da tarifa em Porto Alegre de R\$ 3,25. O entrevistado foi lembrado que ao escolher o carro também estão inclusos os custos de estacionamento e gasolina.

Com a combinação de três níveis para cada variável a pesquisa resultou em um total de nove situações diferentes, ou nove cartões de resposta. Em cada cartão eram dadas cinco escolhas para o entrevistado, baseadas em uma escala semântica, que se transforma em uma escala probabilística. Para cada escolha foi atribuído um valor probabilístico conforme experiências descritas na literatura, que depois possibilitará seu emprego nas funções utilidades. As escolhas dadas aos entrevistados junto com seu valor probabilístico são:

- a) Certamente A, valor probabilístico de 90%;
- b) Provavelmente A, valor probabilístico de 75%;
- c) Indiferente, valor probabilístico de 50%;
- d) Provavelmente B, valor probabilístico de 25%;
- e) Certamente B, valor probabilístico de 10%;

### 5.3 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Este capítulo mostra os dados obtidos com o experimento.

Foram obtidas um total de 74 entrevistas, porém foi necessário descartar 23 delas devido ao fato de não terem sido preenchidas corretamente, ou os entrevistados foram inflexíveis quanto

a mudança das opções, respondendo sempre a mesma alternativa, ou ainda questionários em que não havia uma coerência nas respostas, por exemplo, o entrevistado passar a optar pelo carro quando seu custo aumenta, quando antes optou pelo ônibus na mesma situação de tempo de viagem. O resultado final foram 51 respostas totalizando 459 observações.

### 5.3.1 Regressão Linear

Como nesta pesquisa foi estudada a escolha entre dois modais foi possível realizar uma regressão linear para obter os coeficientes das funções Utilidade. O *software* Microsoft Excel foi utilizado para obter esses coeficientes.

Foi criada uma tabela, presente no apêndice C, com os seguintes dados:

- a) Entrevistado;
- b) Número do cartão de resposta;
- c) Tempo de viagem do ônibus;
- d) Tempo de viagem do carro;
- e) Custo do ônibus;
- f) Custo do carro;
- g) Resposta do entrevistado, em valor probabilístico;
- h) Diferença de tempo entre ônibus e carro;
- i) Diferença de custo entre ônibus e carro;
- j)  $Y = (\ln(p/1-p))$ .

Os coeficientes  $\alpha$  do modelo poderão ser calculados utilizando a regressão linear, através da equação 4:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot (t_i - t_j) + \alpha_2 \cdot (\$i - \$j) \quad (\text{equação 4})$$

Onde:

p: valor probabilístico:

$t_{i,j}$  = variável tempo da alternativas i e j;

$S_{i,j}$  = variável custo das alternativas i e j;

$\alpha_n$  = coeficientes do modelo.

Aplicando a regressão linear com o Excel para esses dados da tabela, foram obtidos os seguintes resultados, onde  $\alpha_0$  representa a constante de modo,  $\alpha_1$  o coeficiente do tempo e  $\alpha_2$  o coeficiente do custo:

a) coeficiente de determinação:  $R^2 = 0,2823$

b) constante de modo:  $\alpha_0 = 0,1121$

c) coeficiente do tempo:  $\alpha_1 = -0,0545$

d) coeficiente do custo:  $\alpha_2 = -0,3237$

### 5.3.2 Funções de Utilidade

Com a constante e os coeficientes apresentados no item anterior, foi possível montar as funções de utilidade do modal ônibus e do modal carro:

$$U_o = 0,1121 - 0,0545.\Delta t - 0,3237.\Delta \$ \quad (\text{equação 5})$$

Onde:

$U_o$  = função utilidade do modal ônibus;

$\Delta t$  = variação de tempo;

$\Delta \$$  = variação de custo.

$$U_c = - 0,0545.\Delta t - 0,3237.\Delta \$ \quad (\text{equação 6})$$

Onde:

$U_c$  = função utilidade do modal carro;

$\Delta t$  = variação de tempo;

$\Delta\$$  = variação de custo.

### 5.3.3 Valor do Tempo

Com os coeficientes da função de utilidade conhecidos é possível calcular o valor monetário do tempo pela relação entre os coeficientes do modelo encontrado, através da equação 7:

$$\$_t = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \quad (\text{equação 7})$$

Onde:

$\$_t$  = valor do tempo;

$\alpha_1$  = coeficiente de tempo do modelo;

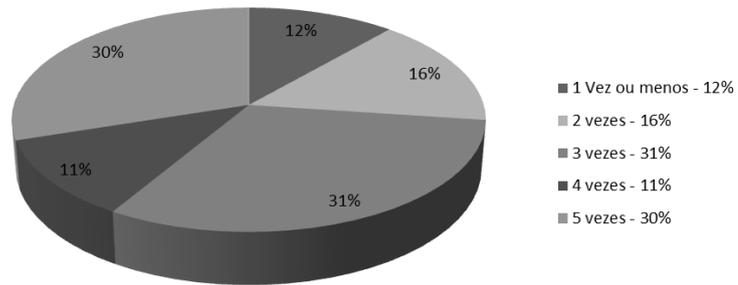
$\alpha_2$  = coeficiente de custo do modelo.

O valor do tempo encontrado foi de R\$ 0,168/min, ou R\$ 10,10/h. Esse pode ser considerado um valor muito alto, porém levando em conta que o experimento não conseguiu atingir todas as classes sociais, principalmente as mais baixas devido à divulgação da pesquisa, que se deu principalmente no meio acadêmico e no meio profissional da área de engenharia, e que esses meio apresentam uma condição econômica de média para alta, o valor encontrado pode ser considerado razoável.

### 5.3.4 Estatística dos Dados Preliminares

A figura 41 mostra a frequência com que os entrevistados enfrentam situações de congestionamento semanalmente. É possível observar que a grande maioria (72%) respondeu que enfrenta no mínimo em três dias da semana essas situações.

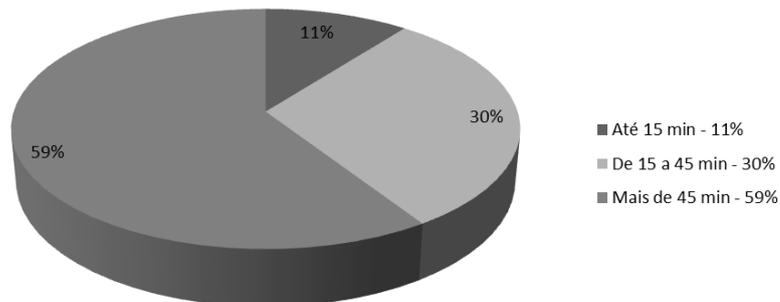
Figura 41 – Distribuição da frequência que os entrevistados enfrentam congestionamento semanalmente



(fonte: elaborado pelo autor)

A figura 42 mostra o tempo médio gasto no trânsito pelos entrevistados em suas viagens rotineiras, que pode ser a viagem casa-trabalho, ou casa-estudos, por exemplo. A maioria respondeu que perde mais de 45 min nessa viagem.

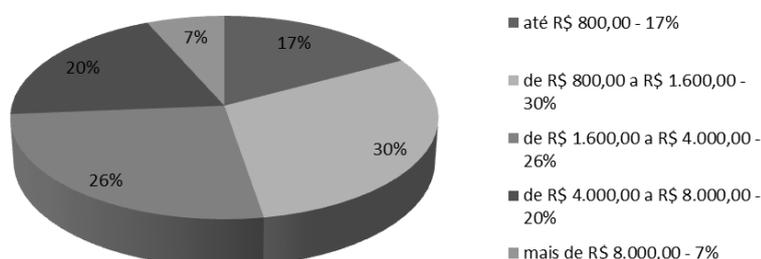
Figura 42 – Tempo médio gasto pelos entrevistados por viagem rotineira



(fonte: elaborado pelo autor)

A figura 43 mostra renda mensal da amostra dos entrevistados.

Figura 43 – Renda mensal dos entrevistados



(fonte: elaborado pelo autor)

### 5.3.5 Análise da Redução do Volume de Automóveis em Função do Pedágio Urbano

Conhecidas as funções de Utilidade dos modais ônibus e carro, é possível calcular a probabilidade de adesão ao pedágio urbano pelos motoristas de Porto Alegre pela equação 1, ou seja, qual a parcela de motoristas que deixaria de usar o carro caso fosse imposto um custo extra para o uso do carro.

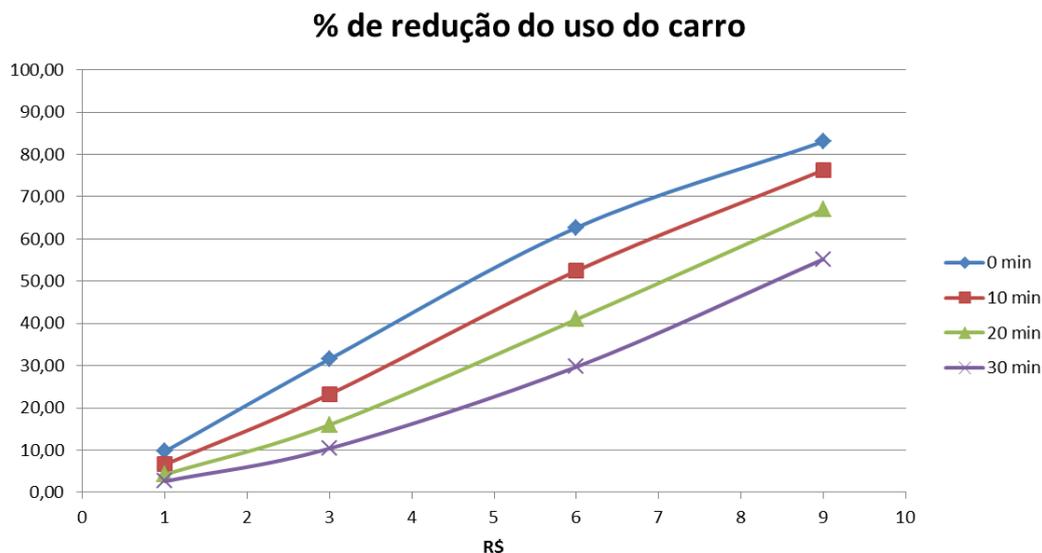
É possível verificar a porcentagem de motoristas que deixariam seu carro em casa diariamente e passariam a usar o transporte público em função de cenários hipotéticos com as variáveis da diferença de tempo entre esses dois modais e do custo da tarifa de congestionamento. O Quadro 14 e a figura 44 apresentam as probabilidades de migração em diversas combinações de tempos de viagem e custos.

Quadro 13 - % de redução do tráfego de veículos

% DE REDUÇÃO DE CARROS EM FUNÇÃO DA DIFERENÇA DE TEMPO E DO CUSTO DO PEDÁGIO				
$\Delta$ Tempo	Pedágio de R\$ 1,00	Pedágio de R\$ 3,00	Pedágio de R\$ 6,00	Pedágio de R\$ 9,00
0	9,70	31,55	62,66	83,03
10	6,59	23,25	52,45	76,28
20	4,25	16,00	40,95	66,90
30	2,63	10,40	29,71	55,20

(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 44 - % de redução do tráfego de veículos



(fonte: elaborado pelo autor)

Como era esperado, quanto maior a diferença de tempo entre os modais, menor a tendência de mudança do carro para o ônibus. Observa-se que quando a diferença de tempo é zero, o que é difícil de acontecer, com R\$ 3,00 o número de motoristas nas ruas já cairia em 30 %, que é em torno da redução que ocorreu nas experiências internacionais, quando a diferença de tempo sobe para 10 minutos o percentual cai para 23 %, que não é um nível baixo de redução. Talvez isso indique que o valor de R\$ 3,00 adotado no início da pesquisa como nível baixo, pode ser um valor considerável, que efetivamente reduziria os níveis de carros nas ruas. Além disso, os valores adotados como médio e alto mostram reduções muito grandes no tráfego, muito além daquelas observadas em outras cidades. Para uma defasagem de tempo de 20 min com os mesmo R\$ 3,00, o índice de troca de modal cai para 16 %, que é um valor baixo perto dos relatos existentes.

Tomando como base 30% de redução no volume de automóveis, que como dito anteriormente é um valor próximo do obtido nas experiências internacionais, foi elaborada o quadro 15, que indica o valor da tarifa para essa redução acontecer em função da variação de tempo entre os modais.

Quadro 14 – Valor da tarifa para redução de 30% no tráfego local

<b>Δ Tempo</b>	<b>Valor para a redução de 30 % no tráfego de veículos (R\$)</b>
<b>0</b>	2,86
<b>5</b>	3,25
<b>10</b>	3,71
<b>15</b>	4,22
<b>20</b>	4,78
<b>30</b>	6,04

(fonte: elaborado pelo autor)

Em uma situação de viagem mais longa, que é caso da maioria dos entrevistados nessa pesquisa, maior será a defasagem do tempo do ônibus em relação ao carro, tempos adicionais de 20 min ou 30 min estão dentro do esperado, para essa diferença o valor do pedágio cobrado para se atingir os mesmo 30% de redução seria alto, de R\$ 4,78 e R\$ 6,04 respectivamente.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto neste trabalho, o aumento constante da frota de veículos vem fazendo o espaço dedicado aos automóveis um recurso cada vez mais escasso, causando o aumento dos congestionamentos, que causam uma série de externalidades para a sociedade como um todo, o tempo excessivo perdido no trânsito, consumo excessivo de combustíveis, acidentes, poluição, sonora e do ar, etc. A solução de ampliação da infraestrutura viária se revelou ao longo do tempo uma medida insuficiente, já que com o tempo as vias acabam saturadas, a melhoria no transporte público é a melhor solução para a redução do congestionamento, mas em alguns casos não é suficiente, é preciso medidas que desestimulem as pessoas do uso constante do carro. Entre essas medidas está o pedágio urbano, ou taxaço de congestionamento, que é a cobrança para o uso de uma via pública, fazendo com que o motorista pague pelas externalidades causadas por sua escolha modal, sendo uma forma eficiente para o gerenciamento do tráfego em determinada área da cidade.

O pedágio urbano pode trazer problemas de desigualdade, já que os motoristas que dependem do carro com menor renda seriam prejudicados com a cobrança, por isso é preciso avaliar os efeitos causados pela cobrança. A alocação das receitas do pedágio para o transporte coletivo é uma forma de redistribuir os efeitos negativos da taxaço, já que os motoristas com maior renda acabam subsidiando os cidadãos de menor renda, que usam o transporte público. Outro problema que a taxa pode causar é o enfraquecimento do comércio na região pedagiada.

O objetivo principal do pedágio urbano, de reduzir o tráfego nas vias e os congestionamentos, melhorar o transporte público e a mobilidade urbana foi alcançado em todas as cidades em que foi implantado. Em Londres houve uma redução de 16% no tráfego na zona pedagiada, sendo que o número de carros caiu em 36%, as velocidades do transporte público melhoraram, o sistema se mostrou economicamente sustentável, gerando uma receita significativa investida no transporte coletivo, além de não apresentar os efeitos negativos no comércio da região, como era temido. Os índices de poluição não tiveram uma melhora tão considerável, e essa melhora pode ser mais associada à tecnologia do que ao LCC, já que a área da zona pedagiada comparada com a área de Londres não é significativa, então seus efeitos no meio ambiente são limitados.

Em Singapura, o primeiro lugar onde houve um pedágio urbano, muitos anos antes de Londres, os resultados também são positivos, com o tráfego na região bem controlado ao longo dos anos. Já em Estocolmo e Milão além de reduções significativas no tráfego local e nos níveis de poluição, fica evidente a aprovação da população quanto ao pedágio urbano, com a realização de plebiscitos que possibilitaram sua implantação definitiva depois de um período de teste, em Estocolmo mesmo depois de um resultado apertado a favor do pedágio, com o tempo a população passou a incentiva-lo ainda mais.

A cidade de Santiago do Chile apresenta uma ideia diferente de pedágio urbano, em que vias expressas do entorno e que cortam a cidade são taxadas, ao invés de uma área específica, o que também se mostrou uma solução eficiente.

É importante lembrar que o pedágio urbano é uma solução extrema de gerenciamento, e muito impopular, visto que ninguém gostaria de começar a pagar por um espaço que sempre foi gratuito, e também já que trás consigo varias questões legais contra sua implantação, como o direito de ir e vir. Portanto é imprescindível que com junto com a taxaçoão sejam oferecidas opções de transporte coletivo eficientes e confiáveis para a população, sendo seu sucesso totalmente dependente dessa oferta de alternativas.

A pesquisa mostrou como era esperado, quanto maior essa diferença de tempo, menor a probabilidade das pessoas deixarem de usar seu carro, e quanto o tempo se tonava mais igual, elas passavam a responder mais ao custo do carro. Foi possível observar que para valores baixos, menores que R\$2,00 ou R\$1,00, a parcela da população que mudaria seus hábitos seria pequena, independente da diferença do tempo.

Se compararmos com as experiências internacionais, com a de Londres, ou Milão, em que a redução do volume de carros atingiu valores um pouco maiores que 30%, e tomando esse valor como referência, foi possível observar a importância do tempo de viagem para a amostra, enquanto na defasagem de tempo zero o valor para se alcançar essa redução foi de R\$ 2,86, para uma defasagem de 30 min, o valor subiu para R\$6,04.

A pesquisa não teve a pretensão de solucionar os problemas de congestionamento de Porto Alegre atribuindo uma taxaçoão ao uso das vias públicas, apenas se limitou a verificar a sensibilidade dos moradores de Porto Alegre quanto à precificação do uso das vias públicas, em função também da defasagem de tempo entre o transporte público e o carro. Um estudo

real sobre a eficiência do pedágio urbano na cidade seria muito mais complexo e envolveria muitos fatores, como a área da cidade delimitada para o pedágio e sua influência nos motoristas, o tempo de viagem deveria ser tratado como dependente do número de usuários que deixariam de usar o carro, outras alternativas deveriam ser analisadas, como a mudança de horário dos motoristas para fugir da cobrança, a mudança de rotas, etc. Além de outros aspectos, como questões políticas ou de transporte público, etc. Porém foi constatado que a população da cidade é sim sensível a cobrança, e que efetivamente reduziria o volume de veículos caso fosse implantada, então o pedágio urbano pode ser visto como uma alternativa para o incentivo do transporte coletivo em detrimento do individual.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. de A; OLIVEIRA, A. V. M. Sistemas de tarifação de congestionamento: estudo de caso de Londres **Revista dos Transportes Públicos**. São Paulo, v. 133, p. 83-100, jan. 2013.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. **Sistema de informações da mobilidade urbana**: relatório geral 2012. São Paulo, 2014.
- BÖRJESSON, M; ELIASSON, J; HUGOSSON, M. BRUNDELL-FREIJ, K. **The Stockholm congestion charges – five years on**: effects acceptability and lessons learnt. Centre for transport studies. Estocolmo, 2012.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável**. Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.seplan.gov.br/Uploads/Arquivos/PDF/Conf.%20Cidades/ministerio/6Politica NacionalMobilidadeUrbanaSustentavel.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2014.
- \_\_\_\_\_. Presidência da República. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei n. 12.587**, de 3 de janeiro de 2012. Dispõe sobre a Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12587.htm)>. Acesso em: 5 nov. 2014.
- BRINCO, R. **Pedágio urbano e gerenciamento do tráfego urbano**: elementos para a análise. 1 ed. Porto Alegre: FEE, 2014.
- CÁCERES, L. **Peajes urbanos**: el ejemplo de Santiago. 2010.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Plano CNT de Transporte e Logística**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Plano%20CNT%20de%20Log%20C3%20ADstica/Plano%20CNT%20de%20Transporte%20e%20Logistica%202014.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2014.
- CRUZ, M. M. L. **Avaliação dos impactos de restrições ao trânsito de veículos**. 2006. 146 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2006.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Frota de veículos**. Brasília, 2014. Disponível em: <[http://www.denatran.gov.br/download/frota/Frota\\_Por\\_UF\\_e\\_Tipo-OUT\\_%202014.rar](http://www.denatran.gov.br/download/frota/Frota_Por_UF_e_Tipo-OUT_%202014.rar)>. Acesso em: 04 set. 2014.
- DOMINGUES, D. da S. **Viabilidade da implantação do pedágio urbano como forma de financiamento ao transporte metropolitano**: um estudo na cidade de São Paulo. 2010. 91 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Logística e Transporte) – Faculdade de Tecnologia da Zona Leste. Centro Paula Souza, São Paulo. 2010.
- DUANY, A; ZYBERK, E. P.; JEFF, S. **Suburban nation**: the rise of sprawl and the decline of the american dream. 10 ed. New York. North Point Press, 2000.

DUTRA, M; BETAT, T. PAC 2: apenas 26% das obras saíram do papel. **Contas abertas**. São Paulo, abr. 2014. Não paginado. Disponível em: <<http://www.contasabertas.com.br/website/arquivos/8301>> Acesso em 17 nov. 2014.

ELIASSON, J. **The Stockholm congestion charges: an overview**. Centre for transport studies. Estocolmo, 2014.

FERRAZ, A.C. C. P; TORRES, I.G.E. **Transporte público urbano**. 2 ed revisada e aumentada. São Carlos: RiMa: 2004.

FERREIRA, A. de C. M. Pedágio urbano: da restrição ao acesso de veículos às áreas centrais ao financiamento de transporte público urbano. In: CONGRESSO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO, 12, 1999, Olinda. **Anais...** São Paulo: ANTP, 1999. Disponível em: <[http://www.antp.org.br/\\_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/21/F6315F95-22C7-4FCA-AB3F-1221F5540CE3.pdf](http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/21/F6315F95-22C7-4FCA-AB3F-1221F5540CE3.pdf)>. Acesso em: 25 de nov. 2014.

\_\_\_\_\_. Alternativas de restrição ao uso do automóvel. In: CONGRESSO DE TRANSPORTE E TRÂNSITO, 13, 2001, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: ANTP, 2001. Disponível em: <[http://www.antp.org.br/\\_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/21/9E3E577D-C9B7-40F6-879A-F0E420C77FDF.pdf](http://www.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/21/9E3E577D-C9B7-40F6-879A-F0E420C77FDF.pdf)>. Acesso em: 25 de nov. 2014.

GOH, S. X. **Singapore's experience in road pricing**. Land Transport Authority. Sinpapura, 2014.

GOMES, R. Mobilidade urbana tem recursos, mas faltam projetos, planejamento e continuidade. **Rede Brasil Atual**. São Paulo, set. 2014. Disponível em: <<http://www.redebrasilatual.com.br/eleicoes-2014/para-qualificar-investimentos-em-mobilidade-planejamento-deve-ser-a-tonica-do-proximo-governo-6969.html>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

GOMIDE, A. de A.; MORATO, R. **Instrumentos de desestímulo ao uso do transporte individual motorizado: lições e recomendações**. São Paulo: Estação das Artes, 2011; Série Temas em Debates.

GOVERNO quer estimular transporte coletivo e educação no trânsito. **Em discussão!**, Brasília, n. 13, p. 50-53, nov. 2012. Disponível em: <[http://www.senado.gov.br/NOTICIAS/JORNAL/EMDISCUSSAO/upload/201204%20-%20novembro/pdf/em%20discuss%C3%A3o!\\_novembro\\_2012\\_internet.pdf](http://www.senado.gov.br/NOTICIAS/JORNAL/EMDISCUSSAO/upload/201204%20-%20novembro/pdf/em%20discuss%C3%A3o!_novembro_2012_internet.pdf)>. Acesso em: 20 nov. 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. **Glossário**: externalidade. Belém, [2014]. Não paginado. Disponível em: <<http://www.ipam.org.br/saiba-mais/glossariotermino/Externalidade/35>> Acesso em 20 nov. 2014.

JOAQUIM, J. P. C. **Comportamento dos usuários de automóveis diante da tarifação de congestionamentos na rodovia federal BR-116**. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

KELLY, F; ANDERSON, H. R; ARMSTRONG, B.; ATKINSON, R. BARRAT, B; BEEVERS, S; MUDWAY, I. WILKINSON, P. **The impact of the congestion charge scheme on air quality in London**. Health Effects Institute, 2011.

LACERDA, S. M. Precificação de congestionamento e transporte coletivo urbano. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 23, p 85-100, mar. 2006. Disponível em: <[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2303.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set2303.pdf)>. Acesso em: 18 nov. 2014.

LUCAS JUNIOR, R. **Metodologia para implantação de pedágio urbano**. 2008. 193 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Transportes) – Curso de Mestrado em Engenharia de Transporte, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2008.

MORATO, A. M. **Discussão econômica sobre a tarifação de congestionamentos como instrumento de regulação do tráfego urbano**. 2012. 52 f. Brasília.

MORINI, S. **Eco-Zone in Milan**: policy design, enforcement and impacts on traffic and the environment. Agency for mobility environment and land use Milão, mar. 2014.

OS CUSTOS da (i)mobilidade nas regiões metropolitanas do Rio de Janeiro e São Paulo. **Federação das Indústrias do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro. 2014, p. 5, jul. 2014.

SENNA, L. A. S; MICHEL, F. D. A aceitação do pedágio por parte dos usuários gaúchos. **Revista Transportes**, v.8, n. 2, p. 10-31, 2000. Disponível em: <http://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/186/168> Acesso em 20 abr. 2014.

SILVA, C. Emprego cresce no setor automotivo. **Estadão**. São Paulo, 30 mar. 2013. Não paginado. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,emprego-cresce-no-setor-automotivo,148963e>>. Acesso em: 12 nov. 2014.

SPINDLER, R. B. C. **Migração de usuários do transporte coletivo individual para o coletivo**: estudo do caso entre rodovia BR-116 e TRENSURB. 2012. 81 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

SERVANT, L. **Le péage urbain de Londres**: uma analyse coûtsavantages. Institut d'Urbanisme île-de-Frandede, 2008.

TORRES, H. M. **Eficiência, equidade e aceitabilidade do pedágio urbano**. 2007. 325 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Transportes) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

TRANSPORT FOR LONDON. **Impacts Monitoring**: second annual report. Londres, abr. 2004

\_\_\_\_\_ **Impacts Monitoring**: fifth annual report. Londres, jul. 2007

\_\_\_\_\_ **Impacts Monitoring**: sixth annual report. Londres, jul. 2008.

\_\_\_\_\_ **Travel in London**: report 3. Londres, 2010.

\_\_\_\_\_ **Travel in London:** report 4. Londres, 2011.

\_\_\_\_\_ **Travel in London:** report 5. Londres, 2012.

\_\_\_\_\_ **Travel in London:** report 7. Londres, 2014.

## **APÊNDICE A – Questionário de preferência revelada**

1 Com que frequência semanal você enfrenta congestionamentos?

- Menos de 1 vez
- 1 vez
- 2 vezes
- 3 vezes
- 4 vezes
- 5 vezes

2 Em média, quanto tempo você perde no trânsito diariamente?

- Até 15 min
- De 15 a 45 min
- Mais de 45 min

3 Qual a sua renda mensal?

- até R\$ 800,00
- de R\$ 800,00 a R\$ 1.600,00
- de R\$ 1.600,00 a R\$ 4.000,00
- de R\$ 4.000,00 a R\$ 8.000,00
- mais de R\$ 8.000,00

## **APÊNDICE B – Questionário de preferência declarada**

4 Qual seria sua opção diante das seguintes alternativas de deslocamento?

A) Ônibus

Custo: R\$ 3,25

Tempo de viagem: 20 min



B) Carro

Custo: Pedágio de R\$ 3,00 + Estacionamento + Gasolina

Tempo de viagem: 15 min



- Certamente A
- Provavelmente A
- Indiferente
- Provavelmente B
- Certamente B

5 Qual seria sua opção diante das seguintes alternativas de deslocamento?

A) Ônibus

Custo: R\$ 3,25

Tempo de viagem: 35 min



B) Carro

Custo: Pedágio de R\$ 3,00 + Estacionamento + Gasolina

Tempo de viagem: 25 min



- Certamente A
  - Provavelmente A
  - Indiferente
  - Provavelmente B
  - Certamente B
-

6 Qual seria sua opção diante das seguintes alternativas de deslocamento:

**A) Ônibus**

**Custo:** R\$ 3,25

**Tempo de viagem:** 55 min



**B) Carro**

**Custo:** Pedágio de R\$ 3,00 + Estacionamento + Gasolina

**Tempo de viagem:** 40 min



- Certamente A
- Provavelmente A
- Indiferente
- Provavelmente B
- Certamente B

7 Qual seria sua opção diante das seguintes alternativas de deslocamento?

A) Ônibus

Custo: R\$ 3,25

Tempo de viagem: até 20 min



B) Carro

Custo: Pedágio de R\$ 6,00 + Estacionamento + Gasolina

Tempo de viagem: 15 min



- Certamente A
- Provavelmente A
- Indiferente
- Provavelmente B
- Certamente B

8 Qual seria sua opção diante das seguintes alternativas de deslocamento?

A) Ônibus

Custo: R\$ 3,25

Tempo de viagem: 35 min



B) Carro

Custo: Pedágio de R\$ 6,00 + Estacionamento + Gasolina

Tempo de viagem: 25 min



- Certamente A
- Provavelmente A
- Indiferente
- Provavelmente B
- Certamente B

9 Qual seria sua opção diante das seguintes alternativas de deslocamento?

A) Ônibus

Custo: R\$ 3,25

Tempo de viagem: 55 min



B) Carro

Custo: Pedágio de R\$ 6,00 + Estacionamento + Gasolina

Tempo de viagem: 40 min



- Certamente A
- Provavelmente A
- Indiferente
- Provavelmente B
- Certamente B

10 Qual seria sua opção diante das seguintes alternativas de deslocamento?

A) Ônibus

Custo: R\$ 3,25

Tempo de viagem: 20 min



B) Carro

Custo: Pedágio de R\$ 9,00 + Estacionamento + Gasolina

Tempo de viagem: 15 min



- Certamente A
- Provavelmente A
- Indiferente
- Provavelmente B
- Certamente B

11 Qual seria sua opção diante das seguintes alternativas de deslocamento?

A) Ônibus

Custo: R\$ 3,25

Tempo de viagem: 35 min



B) Carro

Custo: Pedágio de R\$ 9,00 + Estacionamento + Gasolina

Tempo de viagem: 25 min



- Certamente A
- Provavelmente A
- Indiferente
- Provavelmente B
- Certamente B

12 Qual seria sua opção diante das seguintes alternativas de deslocamento?

A) Ônibus

Custo: R\$ 3,25

Tempo de viagem: 55 min



B) Carro

Custo: Pedágio de R\$ 9,00 + Estacionamento + Gasolina

Tempo de viagem: 40 min



- Certamente A
- Provavelmente A
- Indiferente
- Provavelmente B
- Certamente B

**APÊNDICE C – Tabela com os dados obtidos na pesquisa**

Entrevista	Cartão	Tempo Ônibus	Tempo Carro	\$ Ônibus	\$ Carro	Resposta	$\Delta$ Tempo	$\Delta$ \$	$Y (\ln(p/1-p))$
1	4	20	15	3,25	3	0,75	5	0,25	1,099
1	5	35	25	3,25	3	0,5	10	0,25	0,000
1	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
1	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
1	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
1	9	55	40	3,25	6	0,5	15	-2,75	0,000
1	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
1	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
1	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
2	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
2	5	35	25	3,25	3	0,25	10	0,25	-1,099
2	6	55	40	3,25	3	0,75	15	0,25	1,099
2	7	20	15	3,25	6	0,25	5	-2,75	-1,099
2	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
2	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
2	10	20	15	3,25	9	0,25	5	-5,75	-1,099
2	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
2	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
3	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
3	5	35	25	3,25	3	0,5	10	0,25	0,000
3	6	55	40	3,25	3	0,9	15	0,25	2,197
3	7	20	15	3,25	6	0,25	5	-2,75	-1,099
3	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
3	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
3	10	20	15	3,25	9	0,75	5	-5,75	1,099
3	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
3	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
4	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
4	5	35	25	3,25	3	0,25	10	0,25	-1,099
4	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
4	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
4	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
4	9	55	40	3,25	6	0,25	15	-2,75	-1,099
4	10	20	15	3,25	9	0,75	5	-5,75	1,099
4	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
4	12	55	40	3,25	9	0,25	15	-5,75	-1,099
5	4	20	15	3,25	3	0,9	5	0,25	2,197
5	5	35	25	3,25	3	0,75	10	0,25	1,099
5	6	55	40	3,25	3	0,9	15	0,25	2,197
5	7	20	15	3,25	6	0,9	5	-2,75	2,197
5	8	35	25	3,25	6	0,9	10	-2,75	2,197
5	9	55	40	3,25	6	0,9	15	-2,75	2,197
5	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
5	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
5	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
6	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
6	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
6	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
6	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
6	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
6	9	55	40	3,25	6	0,5	15	-2,75	0,000
6	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
6	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
6	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
7	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
7	5	35	25	3,25	3	0,25	10	0,25	-1,099
7	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
7	7	20	15	3,25	6	0,5	5	-2,75	0,000
7	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
7	9	55	40	3,25	6	0,25	15	-2,75	-1,099
7	10	20	15	3,25	9	0,75	5	-5,75	1,099
7	11	35	25	3,25	9	0,5	10	-5,75	0,000
7	12	55	40	3,25	9	0,5	15	-5,75	0,000
8	4	20	15	3,25	3	0,5	5	0,25	0,000
8	5	35	25	3,25	3	0,5	10	0,25	0,000
8	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
8	7	20	15	3,25	6	0,5	5	-2,75	0,000
8	8	35	25	3,25	6	0,5	10	-2,75	0,000
8	9	55	40	3,25	6	0,1	15	-2,75	-2,197
8	10	20	15	3,25	9	0,75	5	-5,75	1,099
8	11	35	25	3,25	9	0,5	10	-5,75	0,000
8	12	55	40	3,25	9	0,1	15	-5,75	-2,197

9	4	20	15	3,25	3	0,75	5	0,25	1,099
9	5	35	25	3,25	3	0,75	10	0,25	1,099
9	6	55	40	3,25	3	0,5	15	0,25	0,000
9	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
9	8	35	25	3,25	6	0,9	10	-2,75	2,197
9	9	55	40	3,25	6	0,5	15	-2,75	0,000
9	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
9	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
9	12	55	40	3,25	9	0,5	15	-5,75	0,000
10	4	20	15	3,25	3	0,75	5	0,25	1,099
10	5	35	25	3,25	3	0,75	10	0,25	1,099
10	6	55	40	3,25	3	0,9	15	0,25	2,197
10	7	20	15	3,25	6	0,9	5	-2,75	2,197
10	8	35	25	3,25	6	0,9	10	-2,75	2,197
10	9	55	40	3,25	6	0,9	15	-2,75	2,197
10	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
10	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
10	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
11	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
11	5	35	25	3,25	3	0,5	10	0,25	0,000
11	6	55	40	3,25	3	0,9	15	0,25	2,197
11	7	20	15	3,25	6	0,25	5	-2,75	-1,099
11	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
11	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
11	10	20	15	3,25	9	0,75	5	-5,75	1,099
11	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
11	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
12	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
12	5	35	25	3,25	3	0,25	10	0,25	-1,099
12	6	55	40	3,25	3	0,75	15	0,25	1,099
12	7	20	15	3,25	6	0,25	5	-2,75	-1,099
12	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
12	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
12	10	20	15	3,25	9	0,25	5	-5,75	-1,099
12	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
12	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
13	4	20	15	3,25	3	0,5	5	0,25	0,000
13	5	35	25	3,25	3	0,5	10	0,25	0,000
13	6	55	40	3,25	3	0,5	15	0,25	0,000
13	7	20	15	3,25	6	0,5	5	-2,75	0,000
13	8	35	25	3,25	6	0,5	10	-2,75	0,000
13	9	55	40	3,25	6	0,5	15	-2,75	0,000
13	10	20	15	3,25	9	0,75	5	-5,75	1,099
13	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
13	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
14	4	20	15	3,25	3	0,1	5	0,25	-2,197
14	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
14	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
14	7	20	15	3,25	6	0,25	5	-2,75	-1,099
14	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
14	9	55	40	3,25	6	0,1	15	-2,75	-2,197
14	10	20	15	3,25	9	0,1	5	-5,75	-2,197
14	11	35	25	3,25	9	0,1	10	-5,75	-2,197
14	12	55	40	3,25	9	0,1	15	-5,75	-2,197
15	4	20	15	3,25	3	0,75	5	0,25	1,099
15	5	35	25	3,25	3	0,75	10	0,25	1,099
15	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
15	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
15	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
15	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
15	10	20	15	3,25	9	0,75	5	-5,75	1,099
15	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
15	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
16	4	20	15	3,25	3	0,75	5	0,25	1,099
16	5	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
16	6	55	40	3,25	9	0,25	15	-5,75	-1,099
16	7	20	15	3,25	3	0,9	5	0,25	2,197
16	8	35	25	3,25	6	0,9	10	-2,75	2,197
16	9	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
16	10	20	15	3,25	3	0,9	5	0,25	2,197
16	11	35	25	3,25	6	0,9	10	-2,75	2,197
16	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197

O pedágio urbano como forma de desestímulo ao transporte individual motorizado

17	4	20	15	3,25	3	0,9	5	0,25	2,197
17	5	35	25	3,25	3	0,75	10	0,25	1,099
17	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
17	7	20	15	3,25	6	0,9	5	-2,75	2,197
17	8	35	25	3,25	6	0,9	10	-2,75	2,197
17	9	55	40	3,25	6	0,9	15	-2,75	2,197
17	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
17	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
17	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
18	4	20	15	3,25	3	0,75	5	0,25	1,099
18	5	35	25	3,25	3	0,75	10	0,25	1,099
18	6	55	40	3,25	3	0,5	15	0,25	0,000
18	7	20	15	3,25	6	0,9	5	-2,75	2,197
18	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
18	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
18	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
18	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
18	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
19	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
19	5	35	25	3,25	3	0,25	10	0,25	-1,099
19	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
19	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
19	8	35	25	3,25	6	0,5	10	-2,75	0,000
19	9	55	40	3,25	6	0,25	15	-2,75	-1,099
19	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
19	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
19	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
20	4	20	15	3,25	3	0,75	5	0,25	1,099
20	5	35	25	3,25	3	0,9	10	0,25	2,197
20	6	55	40	3,25	3	0,9	15	0,25	2,197
20	7	20	15	3,25	6	0,9	5	-2,75	2,197
20	8	35	25	3,25	6	0,9	10	-2,75	2,197
20	9	55	40	3,25	6	0,25	15	-2,75	-1,099
20	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
20	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
20	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
21	4	20	15	3,25	3	0,1	5	0,25	-2,197
21	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
21	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
21	7	20	15	3,25	6	0,25	5	-2,75	-1,099
21	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
21	9	55	40	3,25	6	0,1	15	-2,75	-2,197
21	10	20	15	3,25	9	0,25	5	-5,75	-1,099
21	11	35	25	3,25	9	0,25	10	-5,75	-1,099
21	12	55	40	3,25	9	0,25	15	-5,75	-1,099
22	4	20	15	3,25	3	0,9	5	0,25	2,197
22	5	35	25	3,25	3	0,9	10	0,25	2,197
22	6	55	40	3,25	3	0,75	15	0,25	1,099
22	7	20	15	3,25	6	0,9	5	-2,75	2,197
22	8	35	25	3,25	6	0,9	10	-2,75	2,197
22	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
22	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
22	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
22	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
23	4	20	15	3,25	3	0,9	5	0,25	2,197
23	5	35	25	3,25	3	0,9	10	0,25	2,197
23	6	55	40	3,25	3	0,75	15	0,25	1,099
23	7	20	15	3,25	6	0,9	5	-2,75	2,197
23	8	35	25	3,25	6	0,9	10	-2,75	2,197
23	9	55	40	3,25	6	0,9	15	-2,75	2,197
23	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
23	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
23	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
24	4	20	15	3,25	3	0,9	5	0,25	2,197
24	5	35	25	3,25	3	0,75	10	0,25	1,099
24	6	55	40	3,25	3	0,75	15	0,25	1,099
24	7	20	15	3,25	6	0,9	5	-2,75	2,197
24	8	35	25	3,25	6	0,9	10	-2,75	2,197
24	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
24	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
24	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
24	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197

25	4	20	15	3,25	3	0,75	5	0,25	1,099
25	5	35	25	3,25	3	0,5	10	0,25	0,000
25	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
25	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
25	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
25	9	55	40	3,25	6	0,25	15	-2,75	-1,099
25	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
25	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
25	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
26	4	20	15	3,25	3	0,9	5	0,25	2,197
26	5	35	25	3,25	3	0,9	10	0,25	2,197
26	6	55	40	3,25	3	0,75	15	0,25	1,099
26	7	20	15	3,25	6	0,9	5	-2,75	2,197
26	8	35	25	3,25	6	0,9	10	-2,75	2,197
26	9	55	40	3,25	6	0,9	15	-2,75	2,197
26	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
26	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
26	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
27	4	20	15	3,25	3	0,9	5	0,25	2,197
27	5	35	25	3,25	3	0,25	10	0,25	-1,099
27	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
27	7	20	15	3,25	6	0,9	5	-2,75	2,197
27	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
27	9	55	40	3,25	6	0,25	15	-2,75	-1,099
27	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
27	11	35	25	3,25	9	0,25	10	-5,75	-1,099
27	12	55	40	3,25	9	0,25	15	-5,75	-1,099
28	4	20	15	3,25	3	0,9	5	0,25	2,197
28	5	35	25	3,25	3	0,75	10	0,25	1,099
28	6	55	40	3,25	3	0,75	15	0,25	1,099
28	7	20	15	3,25	6	0,9	5	-2,75	2,197
28	8	35	25	3,25	6	0,9	10	-2,75	2,197
28	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
28	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
28	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
28	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
29	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
29	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
29	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
29	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
29	8	35	25	3,25	6	0,5	10	-2,75	0,000
29	9	55	40	3,25	6	0,5	15	-2,75	0,000
29	10	20	15	3,25	9	0,75	5	-5,75	1,099
29	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
29	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
30	4	20	15	3,25	3	0,5	5	0,25	0,000
30	5	35	25	3,25	3	0,5	10	0,25	0,000
30	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
30	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
30	8	35	25	3,25	6	0,5	10	-2,75	0,000
30	9	55	40	3,25	6	0,5	15	-2,75	0,000
30	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
30	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
30	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
31	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
31	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
31	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
31	7	20	15	3,25	6	0,5	5	-2,75	0,000
31	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
31	9	55	40	3,25	6	0,25	15	-2,75	-1,099
31	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
31	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
31	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
32	4	20	15	3,25	3	0,1	5	0,25	-2,197
32	5	35	25	3,25	6	0,1	10	-2,75	-2,197
32	6	55	40	3,25	9	0,1	15	-5,75	-2,197
32	7	20	15	3,25	3	0,5	5	0,25	0,000
32	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
32	9	55	40	3,25	9	0,25	15	-5,75	-1,099
32	10	20	15	3,25	3	0,5	5	0,25	0,000
32	11	35	25	3,25	6	0,5	10	-2,75	0,000
32	12	55	40	3,25	9	0,5	15	-5,75	0,000

33	4	20	15	3,25	3	0,1	5	0,25	-2,197
33	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
33	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
33	7	20	15	3,25	6	0,5	5	-2,75	0,000
33	8	35	25	3,25	6	0,5	10	-2,75	0,000
33	9	55	40	3,25	6	0,5	15	-2,75	0,000
33	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
33	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
33	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
34	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
34	5	35	25	3,25	3	0,25	10	0,25	-1,099
34	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
34	7	20	15	3,25	6	0,25	5	-2,75	-1,099
34	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
34	9	55	40	3,25	6	0,25	15	-2,75	-1,099
34	10	20	15	3,25	9	0,75	5	-5,75	1,099
34	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
34	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
35	4	20	15	3,25	3	0,1	5	0,25	-2,197
35	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
35	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
35	7	20	15	3,25	6	0,5	5	-2,75	0,000
35	8	35	25	3,25	6	0,5	10	-2,75	0,000
35	9	55	40	3,25	6	0,5	15	-2,75	0,000
35	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
35	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
35	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
36	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
36	5	35	25	3,25	3	0,25	10	0,25	-1,099
36	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
36	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
36	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
36	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
36	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
36	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
36	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
37	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
37	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
37	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
37	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
37	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
37	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
37	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
37	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
37	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
38	4	20	15	3,25	3	0,1	5	0,25	-2,197
38	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
38	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
38	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
38	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
38	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
38	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
38	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
38	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
39	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
39	5	35	25	3,25	3	0,25	10	0,25	-1,099
39	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
39	7	20	15	3,25	6	0,25	5	-2,75	-1,099
39	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
39	9	55	40	3,25	6	0,25	15	-2,75	-1,099
39	10	20	15	3,25	9	0,75	5	-5,75	1,099
39	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
39	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
40	4	20	15	3,25	3	0,1	5	0,25	-2,197
40	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
40	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
40	7	20	15	3,25	6	0,5	5	-2,75	0,000
40	8	35	25	3,25	6	0,5	10	-2,75	0,000
40	9	55	40	3,25	6	0,5	15	-2,75	0,000
40	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
40	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
40	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197

41	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
41	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
41	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
41	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
41	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
41	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
41	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
41	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
41	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
42	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
42	5	35	25	3,25	3	0,25	10	0,25	-1,099
42	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
42	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
42	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
42	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
42	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
42	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
42	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
43	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
43	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
43	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
43	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
43	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
43	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
43	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
43	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
43	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
44	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
44	5	35	25	3,25	3	0,25	10	0,25	-1,099
44	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
44	7	20	15	3,25	6	0,25	5	-2,75	-1,099
44	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
44	9	55	40	3,25	6	0,25	15	-2,75	-1,099
44	10	20	15	3,25	9	0,75	5	-5,75	1,099
44	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
44	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
45	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
45	5	35	25	3,25	3	0,25	10	0,25	-1,099
45	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
45	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
45	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
45	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
45	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
45	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
45	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
46	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
46	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
46	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
46	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
46	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
46	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
46	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
46	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
46	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
47	4	20	15	3,25	3	0,1	5	0,25	-2,197
47	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
47	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
47	7	20	15	3,25	6	0,5	5	-2,75	0,000
47	8	35	25	3,25	6	0,5	10	-2,75	0,000
47	9	55	40	3,25	6	0,5	15	-2,75	0,000
47	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
47	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
47	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197
48	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
48	5	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
48	6	55	40	3,25	9	0,25	15	-5,75	-1,099
48	7	20	15	3,25	3	0,75	5	0,25	1,099
48	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
48	9	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
48	10	20	15	3,25	3	0,9	5	0,25	2,197
48	11	35	25	3,25	6	0,9	10	-2,75	2,197
48	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197

49	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
49	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
49	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
49	7	20	15	3,25	6	0,5	5	-2,75	0,000
49	8	35	25	3,25	6	0,25	10	-2,75	-1,099
49	9	55	40	3,25	6	0,25	15	-2,75	-1,099
49	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
49	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
49	12	55	40	3,25	9	0,75	15	-5,75	1,099
50	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
50	5	35	25	3,25	3	0,25	10	0,25	-1,099
50	6	55	40	3,25	3	0,25	15	0,25	-1,099
50	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
50	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
50	9	55	40	3,25	6	0,25	15	-2,75	-1,099
50	10	20	15	3,25	9	0,75	5	-5,75	1,099
50	11	35	25	3,25	9	0,75	10	-5,75	1,099
50	12	55	40	3,25	9	0,25	15	-5,75	-1,099
51	4	20	15	3,25	3	0,25	5	0,25	-1,099
51	5	35	25	3,25	3	0,1	10	0,25	-2,197
51	6	55	40	3,25	3	0,1	15	0,25	-2,197
51	7	20	15	3,25	6	0,75	5	-2,75	1,099
51	8	35	25	3,25	6	0,75	10	-2,75	1,099
51	9	55	40	3,25	6	0,75	15	-2,75	1,099
51	10	20	15	3,25	9	0,9	5	-5,75	2,197
51	11	35	25	3,25	9	0,9	10	-5,75	2,197
51	12	55	40	3,25	9	0,9	15	-5,75	2,197