

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

**Daniel Pagano Pereira**

**PEDÁGIO URBANO: ESTUDO PARA O CASO DA REGIÃO  
CENTRAL DE PORTO ALEGRE**

Porto Alegre  
novembro 2015

**DANIEL PAGANO PEREIRA**

**PEDÁGIO URBANO: ESTUDO PARA O CASO DA REGIÃO  
CENTRAL DE PORTO ALEGRE**

Trabalho de Diplomação 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  
Novembro 2015

**DANIEL PAGANO PEREIRA**

**PEDÁGIO URBANO: ESTUDO PARA O CASO DA REGIÃO  
CENTRAL DE PORTO ALEGRE**

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 e pela Coordenadora da disciplina Trabalho de Diplomação Engenharia Civil II (ENG01040) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 27 de novembro de 2015

Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna  
Dr. pela University of Leeds  
Orientador

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

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Luiz Afonso dos Santos Senna (UFRGS)**  
Dr. pela University of Leeds

**Prof. Fernando Dutra Michel (UFRGS)**  
Msc. pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

**Prof. Leticia Dexheimer (UFPEL)**  
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em primeiro lugar, a minha família pela imensa dedicação e esforços para que eu pudesse concluir minha graduação. Sem eles ao meu lado a jornada com certeza teria sido muito mais turbulenta e menos satisfatória.

Agradeço também aos amigos que, ao longo desses 6 anos, fizeram parte do meu dia a dia e de diversos outros momentos da minha passagem pela universidade. Aos amigos da faculdade um agradecimento especial, pois esses puderam compartilhar comigo horas de estudo, trabalho e, principalmente, momentos de confraternização que marcaram nossa passagem por esta etapa.

Não posso deixar de agradecer ao meu orientador, Prof. Senna, pelas imensas colaborações para que este trabalho pudesse ser concluído, dando conselhos e compartilhando conhecimento e experiência.

Por fim, gostaria de agradecer a minha namorada, Fran, por ter participado de todos os momentos que se sucederam desde o início da faculdade, dando força nos momentos ruins e celebrando os bons. Sua participação foi fundamental em todos os 6 anos de curso, sendo essencial para todos os meus sucessos.

## RESUMO

Atualmente a crescente necessidade de infraestrutura gerada pela grande demanda de veículos automotores vem motivando discussões a respeito de como gerir o transporte nas cidades. No Brasil e em Porto Alegre as estatísticas não são diferentes, e mostram um crescimento assustador ao longo dos últimos anos. Na capital gaúcha, por exemplo, já se superou a marca de um veículo a cada dois habitantes. Alternativas vêm sendo pensadas e discutidas em âmbito mundial e nacional, com algumas práticas bastante tradicionais e outras um tanto inovadoras sendo colocadas em funcionamento. Há algumas práticas que causam mais impacto quando se trata de um espaço geográfico mais reduzido, como os centros das grandes cidades ou regiões de grande concentração de veículos. Em Londres, por exemplo, há um sistema de pedágio urbano desde 2003, que cobra o usuário por transitar pelo centro da cidade. Na primeira parte do trabalho são apresentadas as externalidades causadas pelos automóveis e possíveis soluções de oferta. Posteriormente, caracteriza o sistema de pedágio urbano, destacando suas utilidades e principais funções. Com o sistema caracterizado, estudou-se os casos de experiências internacionais já em funcionamento, como o caso de Londres, Singapura, Estocolmo e Milão, apresentando seu funcionamento, formas de cobrança, histórico de implantação e resultados alcançados ao longo dos anos quanto ao gerenciamento do tráfego, sua influência no transporte público e na disseminação de outros modais, resultados relativos ao meio ambiente e também uma análise econômica. A última parte do trabalho consistiu na aplicação de pesquisa de aceitação ao pedágio na região central de Porto Alegre. Utilizou-se do método de preferência declarada para avaliar a sensibilidade dos usuários de carro da região quanto a inserção de um sistema de cobrança para o acesso ao centro. Assim, foi possível criar cenários de redução de tráfego e geração de receita frente as tarifas e benefícios dados como opção aos entrevistados. A pesquisa mostrou resultados coerentes, tendo suas maiores reduções de tráfego relacionados as maiores tarifas de pedágio.

Palavras-chave: Pedágio urbano. Taxa de congestionamento. Centro de Porto Alegre.  
Redução de tráfego. Transporte Urbano

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento da pesquisa .....	12
Figura 2 – Cronograma de pesquisa .....	13
Figura 3 – Mapa da região de pedágio em Londres .....	18
Figura 4 – Pórtico de cobrança em Singapura .....	24
Figura 5 – Cordão de pedágio em Estocolmo .....	27
Figura 6 – Cordão do pedágio urbano em Milão .....	31
Figura 7 – Distribuição da frota veicular de Porto Alegre .....	35
Figura 8 – Anel delimitador do pedágio na região .....	36
Figura 9 – Mapa da região afetada pelo pedágio .....	37
Figura 10 – Distribuição do tráfego durante o dia .....	39
Figura 11 – Distribuição do tráfego discriminado por via no período da manhã .....	40
Figura 12 – Distribuição do tráfego discriminado por via no período da tarde .....	41
Figura 13 – Representatividade de cada via sobre o volume total .....	42
Figura 14 – Cenários de escolha da pesquisa .....	44
Figura 15 – Distribuição da faixa etária .....	51
Figura 16 – Distribuição dos motivos de viagem .....	52
Figura 17 – Distribuição da cidade origem da viagem .....	52
Figura 18 – Distribuição da zona de origem da viagem .....	52
Figura 19 – Tempo de permanência no centro .....	53
Figura 20 – Distribuição da zona de origem da viagem .....	53
Figura 21 – Propriedade do carro .....	53
Figura 22 – Pagamento médio em estacionamento .....	54
Figura 23 – Disposição ao pagamento do pedágio .....	55
Figura 24 – Modal escolhido para vir ao centro em caso de não aceitar pagar o pedágio .....	55
Figura 25 – Parâmetros regressão sem variável <i>dummy</i> .....	56
Figura 26 – Probabilidade de aceitação do pedágio sem variável <i>dummy</i> .....	57
Figura 27 – Receitas sem variável <i>dummy</i> .....	58
Figura 28 – Reduções e receitas sem variável <i>dummy</i> .....	58
Figura 29 – Parâmetros da regressão linear com variável <i>dummy</i> .....	59
Figura 30 – Probabilidade de aceitação do pedágio com a variável <i>dummy</i> .....	59
Figura 31 – Receitas com variável <i>dummy</i> .....	60
Figura 32 – Reduções e receitas com a variável <i>dummy</i> .....	61
Figura 33 – Reduções para o Grupo 1.....	63

Figura 34 – Reduções para o Grupo 2 .....	64
Figura 35 – Receitas para o Grupo 1 .....	65
Figura 36 – Receitas para o Grupo 2 .....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Redução do tráfego em Estocolmo na região do pedágio comparado ao período do ano de 2005.....	28
--	----

## **LISTA DE SIGLAS**

EPTC – Empresa Pública de Transporte e Circulação

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PD – Preferência Declarada

PR – Preferência Revelada

SLZ – Sistema de Licenças por Zona

SPE – Sistema de Pedágio Eletrônico

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	08
<b>2 DIRETRIZES DA PESQUISA</b> .....	10
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA .....	10
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA .....	10
<b>2.2.1 Objetivo principal</b> .....	10
<b>2.2.2 Objetivos secundários</b> .....	10
2.3 PREMISSA .....	10
2.4 DELIMITAÇÕES .....	11
2.5 LIMITAÇÕES .....	11
2.6 DELINEAMENTO .....	11
<b>3 O SISTEMA DE PEDÁGIO URBANO</b> .....	14
3.1 FUNÇÕES DE UM SISTEMA DE PEDÁGIO URBANO .....	14
<b>3.1.1 Função de financiamento de novos projetos</b> .....	15
<b>3.1.2 Função de redução de impactos a sociedade</b> .....	15
<b>3.1.3 Função de distribuição do tráfego</b> .....	16
3.2 SISTEMAS DE PEDÁGIO URBANO VIGENTES .....	16
<b>3.2.1 O caso de Londres</b> .....	17
3.2.1.1 Histórico .....	17
3.2.1.2 Modo de operação do sistema .....	18
3.2.1.3 Resultados .....	19
<b>3.2.2 O caso de Singapura</b> .....	22
3.2.2.1 Histórico .....	22
3.2.2.2 Modo de operação do sistema .....	22
3.2.2.3 Resultados .....	24
<b>3.2.3 O caso de Estocolmo</b> .....	25
3.2.3.1 Histórico .....	26
3.2.3.2 Modo de operação do sistema .....	26
3.2.3.3 Resultados .....	28
<b>3.2.4 O caso de Milão</b> .....	30
3.2.4.1 Histórico .....	31
3.2.4.2 Modo de operação do sistema .....	32
3.2.4.3 Resultados .....	32
3.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	33

<b>4 ANÁLISE DO CASO DE PORTO ALEGRE.....</b>	<b>34</b>
4.1 TRANSPORTE EM PORTO ALEGRE .....	34
4.2 CARACTERÍSTICAS DA FROTA .....	34
4.3 ANÁLISE DO TRÁFEGO NA REGIÃO DO CENTRO .....	36
<b>5 CENÁRIO DE ESTUDO E OBTENÇÃO DE DADOS .....</b>	<b>43</b>
5.1 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS .....	43
5.2 ESTIMAÇÃO DE MODELOS DE ESCOLHA DISCRETA .....	45
5.3 MODELO LOGIT BINOMIAL .....	49
5.4 INSERÇÃO DE VARIÁVEIS <i>DUMMY</i> .....	50
<b>6 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO E RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
6.1 ANÁLISE DA CARACTERÍSTICA DOS ENTREVISTADOS .....	51
6.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	55
<b>6.2.1 Hipótese da não inserção de variável dummy .....</b>	<b>56</b>
<b>6.2.2 Hipótese da inserção de variável dummy .....</b>	<b>58</b>
<b>7 CONCLUSÕES .....</b>	<b>60</b>
7.1 REDUÇÃO DE TRÁFEGO .....	60
7.2 GERAÇÃO DE RECEITA .....	62
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>65</b>
REFERÊNCIAS .....	67
APÊNDICE A .....	70

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente a crescente necessidade de infraestrutura gerada pela grande demanda de veículos automotores vem motivando discussões a respeito de como gerir o transporte nas cidades. No mundo, já se ultrapassou a marca de 1,1 bilhão de veículos motorizados (ORGANISATION INTERNATIONALE DES CONSTRUCTEURS D'AUTOMOBILES, 2013) e esse número vem apresentando forte crescimento nos últimos anos, especialmente nos países emergentes. No Brasil e em Porto Alegre as estatísticas não são diferentes, e mostram um crescimento assustador ao longo dos últimos anos. Na capital gaúcha, por exemplo, já se superou a marca de um veículo a cada dois habitantes (DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO, 2013).

Alternativas vêm sendo pensadas e discutidas em âmbito mundial e nacional, com algumas práticas bastante tradicionais e outras um tanto inovadoras sendo colocadas em funcionamento. Há algumas práticas que causam mais impacto quando se trata de um espaço geográfico mais reduzido, como os centros das grandes cidades ou regiões de grande concentração de veículos. Em Londres, por exemplo, há um sistema de pedágio urbano desde 2003, que cobra o usuário por transitar pelo centro da cidade. Esse foi um grande laboratório do sistema de pedágios urbanos para o mundo, pois está localizado em uma das cidades mais populosas do planeta e também em um país de alto grau de desenvolvimento. Outras cidades também já adotaram esse sistema e muitas estão em etapa de estudo de implantação.

De acordo com Eliasson (2008, p.395), há décadas os pedágios são vistos pelos economistas de transporte como meios de solucionar problemas de congestionamento em grandes cidades. Esses problemas geram custos enormes à sociedade através de inúmeras maneiras como, por exemplo, aumento dos custos de transporte como um todo, emissão de poluentes, grande tempo perdido em filas, etc. Os benefícios sociais da solução desse tipo de questão podem, portanto, ser enormes e atingir diversos setores da sociedade. Todavia, a discussão pública acerca desse assunto ainda é muito escassa e a falta de coragem das autoridades para abordar e discutir um tema tão impopular com a sociedade faz com que ele fique engavetado perante as outras questões consideradas prioridades de governo.

Um dos maiores obstáculos para a introdução de ferramentas racionais nas políticas de transporte é, portanto, justamente a falta de conhecimento. Isso resulta na falta de compreensão de fatos e prejudica a discussão pública a respeito desse tipo de sistema. Não é coincidência apenas algumas poucas cidades terem adotado tal tipo de programa, tendo a maioria delas sofrido muitas críticas quando da implantação do programa para, posteriormente, aceitar e perceber os benefícios que o mesmo pode trazer.

Neste trabalho, portanto, será apresentado um estudo que analisa os resultados que um sistema de pedágio urbano poderia trazer a cidade de Porto Alegre, tendo em vista as experiências de outras cidades que adotaram tal medida. Para isso, nos capítulos posteriores serão descritos e analisados sistemas de pedágio urbano atualmente vigentes em outras cidades do mundo. Além disso, serão apresentados resultados de uma possível implantação na cidade de Porto Alegre.

## **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: a cidade de Porto Alegre, com suas características, apresentaria quais mudanças com a implantação de um sistema de pedágio urbano em sua região central?

### **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 a realização de uma pesquisa a respeito da implantação de um sistema de pedágio urbano na cidade de Porto Alegre.

#### **2.2.2 Objetivos secundários**

Os objetivos secundários do trabalho são:

- a) criação de cenários de receita para os modelos criados, a partir de pesquisa realizada;
- b) criação de cenários de redução de tráfego para os modelos criados, a partir de pesquisa realizada.

### **2.3 PREMISSA**

O trabalho tem a premissa de que, com vários sistemas de pedágio urbano vigentes atualmente, há diferenças significativas em seus usos e nas características das cidades em que são adotados, sendo necessário analisar as singularidades da cidade de Porto Alegre para o estudo em questão.

## 2.4 DELIMITAÇÕES

O trabalho delimita-se a região da cidade de Porto Alegre, localizada no estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

## 2.5 LIMITAÇÕES

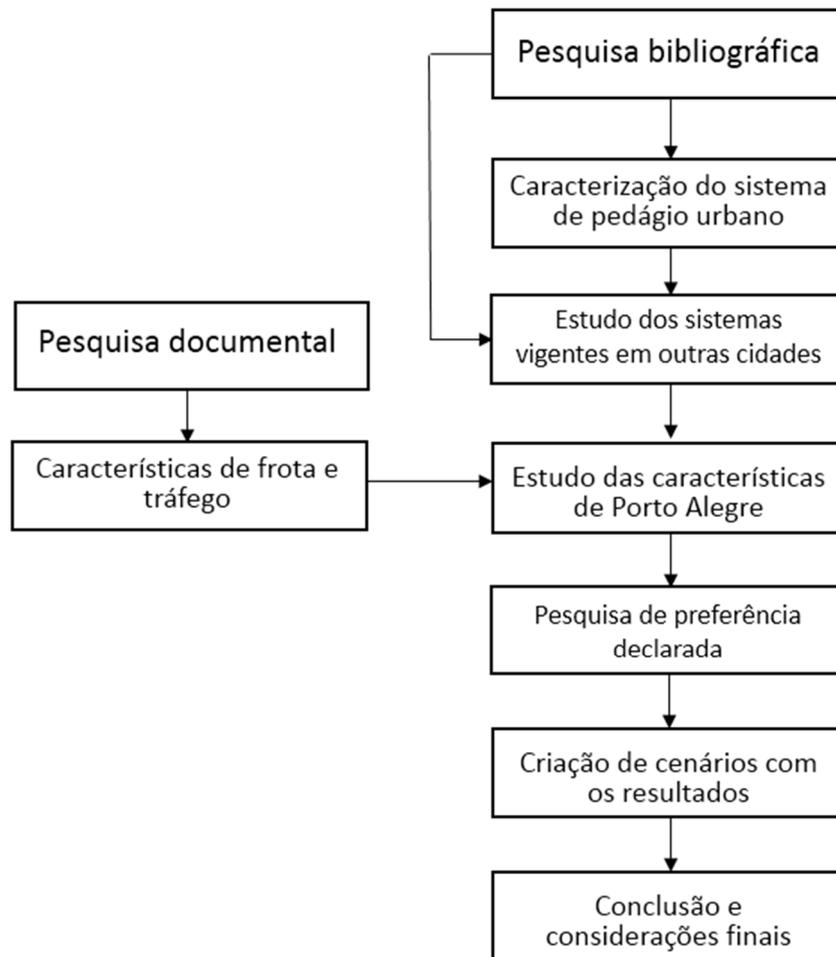
É uma limitação do trabalho a abordagem focada principalmente no âmbito dos transportes, deixando de lado uma reflexão mais ampla que envolva todos os setores da sociedade, como seria necessário caso houvesse um estudo de viabilidade. Além disso, será restringida uma região da cidade para o estudo em questão, não se realizando um estudo dos impactos causados às regiões não afetadas pelo sistema. A análise de custos de implantação do sistema no cenário da cidade de Porto Alegre também não será realizada neste trabalho, visto que é de uma complexidade muito grande estabelecer tais valores frente a um estudo restrito a apenas uma região da cidade.

## 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 do sistema de pedágio urbano;
- c) estudo dos sistemas vigentes em outras cidades;
- d) criação de modelo de análise;
- e) estudo das características de Porto Alegre;
- f) pesquisa documental;
- g) aplicação de pesquisa de preferência declarada;
- h) criação de cenários com os resultados;
- i) conclusão e considerações finais.

Figura 1 — Delineamento da pesquisa



(fonte: elaborado pelo autor)

A pesquisa bibliográfica se deu durante o início do trabalho, principalmente no estudo dos sistemas vigentes adotados e suas principais características. Através disso, foi possível um maior embasamento teórico relevante ao trabalho.

A caracterização do sistema de pedágio urbano levantou informações importantes ao entendimento do seu funcionamento e das características a ele associadas. Organizou-se a caracterização por finalidade, detalhando cada tipo de sistema e apontando suas principais aplicações e utilidades.

O estudo dos sistemas vigentes foi feito através da caracterização dos sistemas de pedágio urbano adotados atualmente em outras cidades do mundo. Fez-se então um detalhamento do seu histórico de implantação e características de operação, destacando também seus resultados.

Posteriormente foi feita a análise das características de Porto Alegre. Isso se deu pelo estudo documental de dados relativos ao tráfego da cidade, considerando-se seus principais dados para o estudo em questão.

Após a obtenção das características, realizou-se a pesquisa de preferência declarada com usuários de carro no centro da cidade. Essa pesquisa teve como objetivo mensurar a possível aceitação da implantação de um sistema de pedágio urbano.

Com os resultados em mãos, partiu-se para a elaboração de cenários. Esses cenários ajudam a descrever possíveis situações de geração de receita e redução de tráfego na região de estudo.

Para finalizar, foram feitas as considerações finais. Foram feitas conclusões a respeito dos diferentes cenários criados a partir dos modelos gerados a partir da pesquisa de preferência declarada.

### 3 O SISTEMA DE PEDÁGIO URBANO

Atualmente, é necessário pensar o sistema de transporte de uma cidade como algo integrado a todas as esferas da sociedade, englobando setores como a educação e a segurança. Diversas são as maneiras de se procurar alternativas ou soluções aos problemas que sistemas mal planejados possam gerar à comunidade em que são inseridas. A adoção e melhoria de sistemas já conhecidos, como os de transporte coletivo, vêm cada vez mais tornando-se pauta das agendas políticas, sendo seus resultados e ações muitas vezes considerados determinantes para avaliar o grau de satisfação da população quanto às tomadas de decisão por parte dos governantes.

Uma das alternativas à solução da má gestão do transporte é a de sistemas de pedágio urbano. Esse tipo de medida vem se tornando atrativo e vem ganhando espaço para discussão a nível mundial, principalmente após a adoção de tal sistema em cidades com grande importância global. Para defini-los, é necessário analisar as características de retorno desse tipo de programa, isto é, quais são seus principais enfoques e funções. Segundo Eliasson e Lundberg (2003, p.8, tradução nossa):

Os sistemas de pedágio urbano podem ter, basicamente, duas funções: financiamento de novos projetos ou gestão do tráfego. Pedágios com propósito de gestão de tráfego podem, ao mesmo tempo, melhorar o ambiente em que se inserem ou até mesmo a acessibilidade. Esses objetivos não estão em conflito, e a maioria dos sistemas são projetados para abranger todas as funções em sua extensão. De fato, não importa como o sistema será planejado ou abordado, ele terá ambas as funções de financiamento - visto que haverá receita - e de controle e gestão - visto que afetará o tráfego. Contudo, normalmente um dos propósitos se sobrepõe ao outro, e isso determinará qual dos sistemas será implantado.

De posse de tal definição, é preciso caracterizar os tipos de sistema de pedágio urbano, destacando suas principais finalidades e em que meios podem ser aplicados.

#### 3.1 FUNÇÕES DE UM SISTEMA DE PEDÁGIO URBANO

A possibilidade de implantação de um sistema de pedágio urbano deve ser analisada em uma esfera regional, abrangendo não somente a cidade em que será inserido como também as cidades adjacentes que possam ter seu tráfego afetado pela sua implantação. Os tipos de pedágios urbanos e suas principais características podem afetar o comportamento de uma cidade

de diversas formas, sendo necessária uma cuidadosa análise das principais finalidades e de como gerir o processo de implantação para que esses resultados possam ser efetivos à sociedade.

### **3.1.1 Função de financiamento de novos projetos**

De acordo com Brinco (2014), sistemas de pedágio podem ser implantados com o objetivo principal de levantar fundos ou arrecadar verba para diferentes investimentos. Essa verba pode então ser utilizada para investimentos em melhorias de infraestrutura ou até no financiamento de projetos que abrangem outras áreas da sociedade. Essa é a prerrogativa utilizada normalmente quando se inicia um projeto de viabilidade de tais sistemas, como poderá ser observado nas análises de caso mais adiante.

Quando a função de financiamento é estabelecida como principal, é necessário projetar um programa que forneça receitas que gerem confiabilidade e estabilidade. É visto também como justo explicitar ao usuário o que estará sendo financiado pelo pagamento da tarifa, como por exemplo a abertura de novas vias ou melhorias diretas no transporte público. Como será discutido adiante, esse tipo de sistema é o mais comum a ser adotado por apresentar resultados mais imediatos e de fácil acesso a população, dando claramente a ideia de retorno da tarifa cobrada em investimentos para a própria sociedade (BRINCO, 2014).

### **3.1.2 Função de redução de impactos à sociedade**

Brinco (2014) também afirma que pedágios urbanos também podem ser implantados com o intuito de reduzir impactos que possam ser causados ao ambiente e a sociedade em geral, como por exemplo a redução da emissão de gases pela consequente redução de tráfego ou até mesmo a proteção de certa região da cidade. Ainda não há caso conhecido onde esse seja o principal propósito da implantação de um sistema de pedágio urbano, mas a maioria é projetada já levando em conta essas características.

Caso esse seja mesmo o principal propósito do sistema, algumas outras medidas como elevar as taxas de combustível mais nocivos ao ambiente ou diferenciar as tarifas dependendo de um selo ambiental acoplado aos veículos (envolvendo tipo de combustão, consumo de gasolina, etc.) também podem ser efetivas na redução dos impactos causados ao meio ambiente.

### 3.1.3 Função de distribuição do tráfego

Um sistema de pedágio urbano que tem como principal finalidade a redução de tráfego está indiretamente associado a qualquer outro tipo de pedágio urbano existente. Muitas vezes, a redução se dá pela melhor distribuição dos horários das viagens (se a tarifa for maior em horários de pico, por exemplo), tornando a viagem mais acessível aos usuários das vias em diferentes horários durante o dia. Esse também não é um tipo de pedágio que é frequentemente usado como base para concepção do projeto, mas que sempre acaba por estar presente nos objetivos secundários do mesmo por apresentar uma das características mais fundamentais ao desenvolvimento desse tipo de ferramenta (BRINCO, 2014).

Como será visto adiante, é possível notar que há modelos vigentes atualmente que utilizam esse sistema como base de funcionamento, adotando diferentes tarifas para diferentes horários do dia, afim de se atingir uma redistribuição do tráfego.

## 3.2 SISTEMAS DE PEDÁGIO URBANO VIGENTES

Atualmente, os sistemas de pedágio urbano já vêm sendo adotados em algumas cidades do mundo, principalmente na Europa. A maturidade desses países em relação aos assuntos referentes a sociedade contribui para que esses sistemas possam ser integrados em uma atmosfera com intenso convívio de comunidade, de forma a fomentar a prática de medidas inovadoras com o objetivo da melhoria da qualidade de vida da população. Não à toa, esses países já desfrutam também de intenso desenvolvimento e experimentação com outros sistemas relacionados ao transporte, como é o caso dos sistemas *Bus Rapid Transit*, da expansão e manutenção da já extensa malha metroviária, da propagação da malha cicloviária e da forte integração entre modais. Isso permite uma análise mais aprofundada dos resultados obtidos, sendo visível a replicação de tais sistemas ao redor do mundo, contribuindo para a construção de uma sociedade mais habitável.

Abaixo, estarão descritos alguns dos sistemas de pedágio urbano que se encontram atualmente em operação, contando com um breve histórico de implantação e passando por características de operação. Esses sistemas, que já contam com aceitação internacional, serão base do estudo preliminar em questão que será aplicado a cidade de Porto Alegre.

### 3.2.1 O caso de Londres

O sistema de pedágio urbano aplicado a cidade de Londres foi a primeira grande experiência de sucesso utilizada para redução do congestionamento em grandes cidades europeias. Desde fevereiro de 2003, é necessário pagar uma taxa para poder circular na zona central da Capital inglesa durante os dias de semana, entre as 7h e 18h. Há modais que são isentos do pagamento, como motocicletas, veículos de transporte público e alguns veículos particulares autorizados (veículos para deficientes ou veículos de emergência). Uma vez paga a taxa, pode-se realizar viagens em toda região delimitada sem qualquer custo adicional ao usuário, podendo inclusive sair e retornar ao anel delimitador do sistema. A população que reside na área afetada pelo sistema é praticamente isenta ao pagamento dessa tarifa, visto que recebem descontos de cerca de 90% do valor cobrado. De acordo com órgão responsável pela gestão do programa – a *Transport for London* – esse valor sofreu aumento desde sua concepção: inicialmente eram cobrados £5 (5 libras esterlinas) e hoje esse valor é de £11,50.

#### 3.2.1.1 Histórico

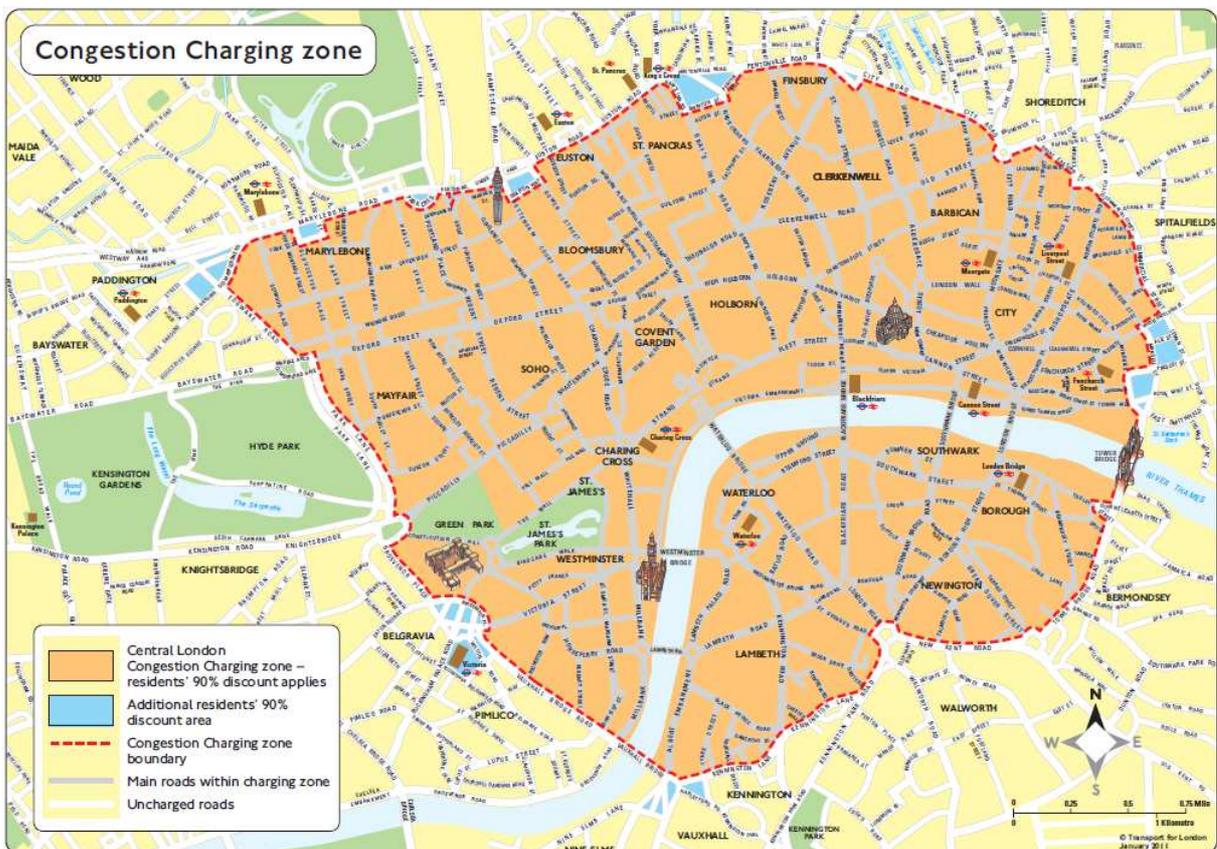
A medida teve origem com a reestruturação política da área de Londres nos anos 2000, quando o então candidato *Ken Livingstone* (partido trabalhista) venceu as eleições e se tornou prefeito da Capital inglesa com uma plataforma que incluía a implantação de um sistema de pedágio urbano. De acordo com Litman (2005, p.17), o governo nacional (também do partido trabalhista) foi a favor do projeto de *Livingstone* e pesquisas de opinião demonstraram que uma parcela considerável da população também se mostrou favorável a implantação do sistema, principalmente devido ao fato do grande grau de insatisfação com os congestionamentos da região central londrina. O partido conservador, por sua vez, foi contrário ao estabelecimento do projeto e prometeu dar fim ao programa, sendo apoiado por algumas organizações trabalhistas e obviamente por alguns grupos de motoristas particulares. O maior empecilho, porém, enfrentado por *Livingstone* para implantar tal sistema estava na autoridade local da região onde seria implantado o programa: a *City of Westminster*. Segundo Banister (2003, p.252-259), os responsáveis pela região central de Londres (formada essencialmente por conservadores) acusaram o programa de possivelmente ser um gerador de mais poluição, o que foi sumariamente rejeitado pela Suprema Corte Britânica, pois a proposta do sistema sustentava justamente o contrário. O sistema pode ser, por fim, ser adotado e concebido de forma total e na sua plenitude a partir de fevereiro de 2003.

### 3.2.1.2 Modo de operação do sistema

A experiência desenvolvida em Londres demonstra como a introdução de ferramentas de precificação do tráfego requerem não somente cuidados na modelagem e análise de situações de tráfego e comportamento da sociedade, como também um minucioso relatório das situações enfrentadas pelo meio em que são inseridas, apresentando um desafio que abrange áreas políticas, econômicas e tecnológicas.

Como já descrito anteriormente, a partir de fevereiro de 2003 a cidade de Londres praticava o sistema de pedágio urbano nas ruas públicas do centro da cidade nos horários comerciais, somente em dias úteis (TfL, 2013). A delimitação da região, ilustrada na Figura 3, cobre a zona central de Londres, que inclui o centro financeiro (*City of London*) assim como o Parlamento e os principais prédios do governo, maiores atrações turísticas e os maiores centros de negócios e entretenimento. Apesar de abranger uma área que equivale a não mais do que 1% da área da região metropolitana londrina, abrange as áreas com maiores congestionamentos e volumes de tráfego.

Figura 2 — Mapa da região de pedágio em Londres



(fonte: TRANSPORT FOR LONDON, 2011)

A linha destacada em vermelho na, Figura 3, delimita a área de atuação do pedágio urbano, mas também é importante ressaltar que ela é parte de uma malha de vias importantes na região. Como somente os usuários que estão dentro desse anel são cobrados, a via em vermelho tornou-se importante aos motoristas que buscavam alternativas ao pagamento da tarifa, podendo contornar o anel sem que haja cobrança.

De acordo com a *Transport for London* (2015), há vários métodos de pagamento da, podendo essa ser paga previamente, com planos diários, semanais e anuais. Há também a possibilidade de pagamento somente no dia de acesso à região, tendo-se até a meia-noite do mesmo dia para efetuar o pagamento. Hoje em dia são diversos os meios de pagamento, sendo estes:

- a) pagamento automático (*Congestion Charge Auto Pay*): serviço automático que monitora o número de dias que se transitou dentro da região de cobrança a cada mês, cobrando na fatura do cartão de crédito registrado ao fim desse período. Esse sistema é recomendado para aqueles que transitam diariamente na região, facilitando e dando comodidade, além de oferecer um desconto de £1 no valor da tarifa. Além disso, pode-se registrar até cinco veículos na mesma conta, o que também beneficia empresas;
- b) pagamento adiantado ou até meia-noite do dia da viagem: pode-se efetuar o pagamento com até 90 dias de antecedência, sendo esse para o dia em questão, um mês ou até um ano. Pode-se também pagar até a meia-noite do dia em que se realizou a viagem;
- c) até meia-noite do dia seguinte ao dia da viagem: com um acréscimo de £2,50 no valor da tarifa pode-se pagar com atraso de até um dia sem que ocorra multa.

Esses métodos de pagamento podem ser pagos pela internet, mensagem de texto, telefone ou até mesmo correio. Antigamente havia postos de pagamento em algumas lojas localizadas na região, mas com o avanço das tecnologias e da difusão do uso da internet esse meio tornou-se obsoleto.

### 3.2.1.3 Resultados

Após alguns anos de sua implementação, o sistema goza hoje de apoio popular e seus opositores já não questionam mais sua eficiência. Nesse sentido, Litman (2005, p.19) afirma que alguns grupos de empresários também passaram a apoiar o programa visto que os custos gerados a eles pelo sistema são pagos pelos benefícios trazidos a esse grupo (menor tempo de entrega de produtos, empregados chegando no horário, etc.). Além disso, é importante ressaltar que a área central inglesa é de grande interesse comercial e empresarial, sendo os trabalhadores dessa região remunerados com altos salários, não sofrendo, portanto, grandes desfalques pela

necessidade do pagamento da tarifa. Porém, ainda segundo Litman (2005, p.19), pequenos grupos de varejistas ainda culpam o programa pela redução de vendas proporcionada pela implantação do sistema de pedágio. Quddus et al. (2007, p.442-443) também defendem essa afirmação, mas demonstram que grande maioria dos lojistas não sofreu com diminuição de lucros. De fato, uma pesquisa realizada por uma empresa privada de pesquisas com 500 companhias revela que 72% reconhecem a efetividade do sistema de pedágio. *Transport for London* (2006, 2007, 2008) corrobora com esse argumento em seus relatórios anuais, mostrando que o programa se mostrou de neutro a positivo para os negócios.

A *Transport for London* (2003, 2004) também traz estatísticas relevantes sobre os resultados em termos de congestionamento e tráfego ano a ano desde a concepção do sistema. Um dado interessante é de que o número de veículos particulares caiu entre 15% e 20% nas primeiras semanas de implantação do sistema e houve um aumento significativo no uso do transporte público no mesmo período. Além disso, cerca de 50% dos que antes usavam veículos particulares passaram a fazer uso de transporte público. Ainda, 25% deixaram passar a utilizar rotas alternativas, afim de evitar o pedágio; 10% mudaram o tipo de transporte privado para táxis, motocicletas ou bicicletas e o restante optou por restringir o número de viagens ou viajar nos períodos em que o serviço não era cobrado. A velocidade de tráfego também sofreu alterações bastante positivas, tendo aumentado em 37% na região delimitada pelo sistema. Além disso, os congestionamentos durante os horários de pico sofreram redução de cerca de 30% para os veículos particulares e de 50% para os ônibus. Para poder suprir o aumento de demanda pelo transporte público, *Transport for London* aumentou em 300 a frota de ônibus da cidade, provando ser eficiente na gestão do recurso público. O sistema também apresentou vantagens no quesito ambiental, tendo reduzido a emissão de gases poluentes como o gás carbônico em cerca de 16% na zona de cobrança.

De acordo com Leape (2006, p.165-166), o pedágio urbano também influenciou a maneira com que os usuários pensavam e programavam suas viagens, tendo em vista o modal escolhido e o horário da viagem, ajudando a produzir o efeito de um círculo virtuoso a respeito do transporte público. Este círculo, segundo Small (2005, p.12-15), é baseado na ideia de que com um menor congestionamento ocorrerá um aumento da velocidade média dos ônibus e veículos em geral, sendo que os ônibus gozarão um número maior de passageiros, aumentando sua receita. Com o aumento da receita, há mais verba para o melhoramento contínuo do sistema.

Corroborando com o argumento do círculo virtuoso e fazendo-se uma análise financeira, Leape (2006, p.169-170) afirma que o sucesso do sistema em reduzir o tráfego na região teve efeitos negativos nas receitas dos primeiros anos, ao mesmo tempo que os custos iniciais do programa eram elevados principalmente devido à instalação dos aparelhos de controle. Como resultado disso, as receitas nos primeiros períodos de análise ficaram abaixo do esperado. No entanto, a longo prazo pode-se observar um aumento da receita (com aumento também da tarifa) e consequente redução dos custos de manutenção e implantação do sistema. Além disso, cabe salientar que, segundo relatórios da *Transport for London* (2003,2004,2006,2007), consideráveis economias foram registradas pela redução de acidentes na região estudada, visto que uma parcela das receitas fora então usada para promover a segurança das vias.

Visto que os resultados do sistema adotado em Londres mostraram-se satisfatórios, Santos e Fraser (2006, p.299-300) definiram algumas razões para tal sucesso em um ambiente político e econômico tão dinâmico como a Capital inglesa:

- a) considerou-se a opinião pública em um primeiro momento, explicando os benefícios e objetivos a longo prazo do sistema;
- b) não se fez uso de um referendo para a tomada de decisão, o que se mostrou bastante arrojado à época. Mesmo com aceitação do prefeito e sabendo-se que uma de suas pastas seria a implantação de tal sistema, não era absoluta a aceitação do programa na época. Em Edimburgo, por exemplo, também se estudava a implantação de tal sistema, mas em 2001, após referendo, a população decidiu pela não adoção do projeto, fazendo com que este fosse abandonado;
- c) fez-se uma cuidadosa análise de custo benefício, principalmente pela pluralidade de alternativas possíveis em uma cidade da dimensão de Londres. A criação de cenários tornou-se especialmente fundamental para essas análises, visto que antes da implantação do sistema não há como definir como será a resposta dos motoristas ao mesmo;
- d) analisou-se o efeito de quem ganha e quem perde com a implantação do sistema. Isso depende muito das características do local e de como o sistema vai ser projetado. Depende também das alternativas que serão criadas afim de tornar o sistema viável;
- e) finalizando, o sistema foi especificamente modelado para as características da região central de Londres.

Londres apresentou, portanto, excelentes resultados frente a adoção do programa de pedágio urbano, trazendo informação suficiente para estudos de viabilidade em outras cidades.

### 3.2.2 O caso de Singapura

Singapura possui o mais antigo sistema de pedágio urbano em funcionamento no mundo. Segundo Olszewski e Xie (2005, p.756), a primeira vez que foi implantado data-se de 1975 sob a forma de um Sistema de Licenças por Zona (SLZ) e, posteriormente, fora atualizado para um Sistema de Pedágio Eletrônico (SPE) em 1998. Desde o período de sua concepção até hoje, o sistema já sofreu diversas alterações em suas tarifas, resultando em diversas variações nos fluxos de tráfego. Por isso o caso de Singapura trata-se de uma fonte rica de dados dos resultados da introdução de pedágios urbanos e principalmente na mudança do comportamento dos usuários das vias com a implantação de tal esquema.

#### 3.2.2.1 Histórico

De acordo com Phang e Tho (1997, p.97-98), o problema de congestionamento em Singapura atingiu seu pico no começo de 1975, quando a velocidade média dos veículos que passavam nas vias era de aproximadamente 19 quilômetros por hora. Em um primeiro momento, o governo desestimulou a compra de veículos particulares com aumento das taxas sobre os mesmos, o que não se mostrou eficiente (TOH, 1994, p.70-74).

Singapura teve mais sucesso no controle do fluxo de veículos com a inserção do SLZ em 1975, designando uma área restrita cobrindo basicamente todo centro comercial e empresarial da cidade. Após a obtenção de resultados positivos com o programa e depois de realizada, por parte do governo, uma grande observação dos testes realizados pelas autoridades de Hong Kong com um sistema automatizado de cobrança, o SLZ (que funcionava com base em cupons - ver item 3.2.2.2) foi substituído pelo SPE, que era automatizado. Desde então, esse sistema está em vigência e vem sofrendo alterações periódicas das tarifas cobradas.

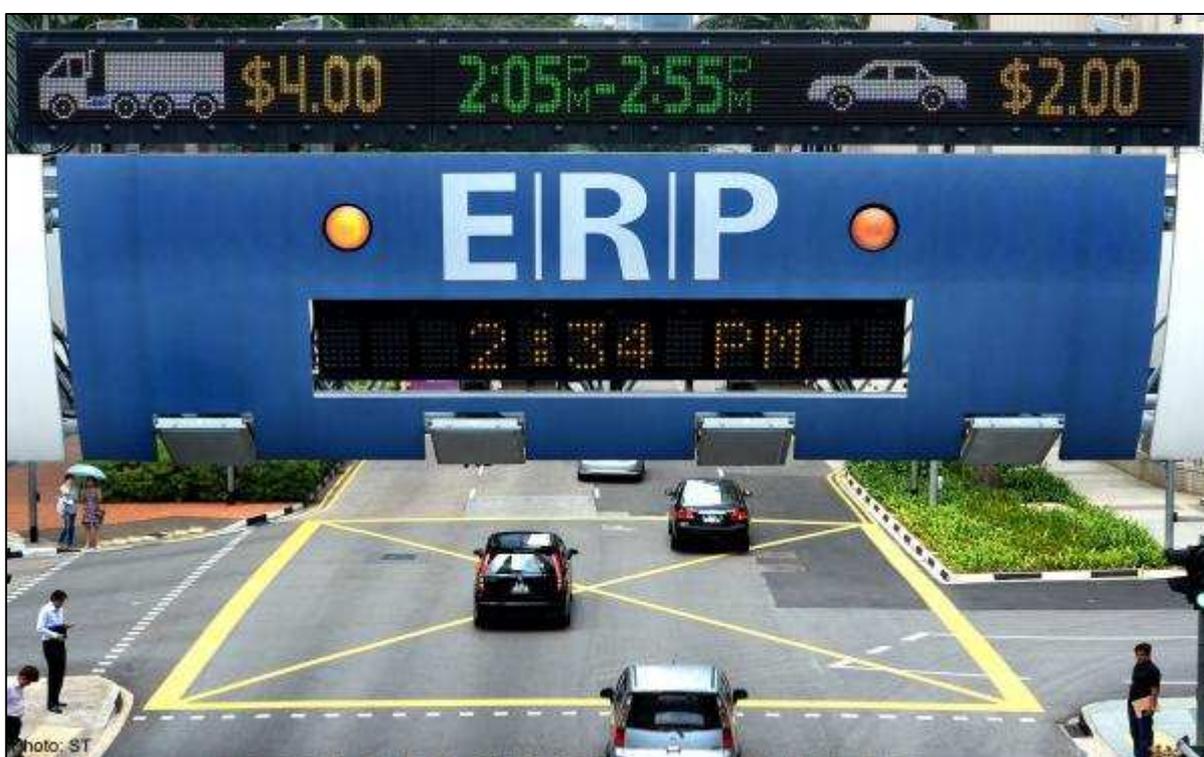
#### 3.2.2.2 Modo de operação do sistema

A mudança do método de pagamento por cupons (SLZ) para o eletrônico (SPE) alterou pouco o método de operação do sistema. Diferente de outros programas de pedágio vigentes, o de Singapura adota diferentes tarifas para diferentes horários do dia, visando reduzir o fluxo de veículos em determinados períodos. O método antigo consistia na aquisição de uma licença que era colocada em todos os veículos que circulavam pela zona do pedágio, podendo ser pagas diariamente ou mensalmente. Com a crescente popularização dos veículos particulares, houve também um aumento da demanda das vias e com isso o sistema por cupons tornou-se de difícil

manutenção e operação, sendo então substituído pelo SPE, que é utilizado até hoje e é visto como uma fonte de dados rica para estudos do sistema de pedágio urbano como um todo, colaborando para a comunidade internacional.

O sistema eletrônico de cobrança é feito automaticamente através de cartões pré-pagos que são acoplados aos veículos, bastante similares aos já conhecidos cartões pré-pagos utilizados para evitar filas em *shopping centers* e até mesmo pedágios no Brasil. Uma vez passado algum pórtico de cobrança, como o da Figura 4, o valor é então descontado.

Figura 3 — Pórtico de cobrança em Singapura



(fonte: LAND TRANSPORT AUTHORITY, 2015)

De acordo com a *Land Transport Authority* (2015), órgão que coordena o sistema eletrônico de cobrança, atualmente já se tem mais de 50 pórticos de cobrança, com funcionamento das 7 da manhã podendo ir até as 9 horas da noite. Segundo Oszewski e Xie (2005, p.757), uma das vantagens do SPE é sua flexibilidade em ajustar quais horários será efetuada cobrança e também em quais pórticos serão cobradas as tarifas. O sistema permite ainda diferenciar os tipos de veículos, caracterizando-os de acordo com o nível de congestionamento que esses causam (um veículo menor paga menos do que um de maiores proporções).

Após a percepção das autoridades de que o tráfego na região era extremamente sensível ao SPE – mesmo com a cobrança de taxas relativamente baixas – houve então um monitoramento da velocidade média atingida na zona de cobrança. A *Land Transport Authority* faz uma revisão dessas velocidades a cada três meses, afim de manter faixas desejáveis desses valores. O objetivo inicial era de manter a velocidade média em torno de 45-65 km/h em vias expressas (as quais também contam com alguns pórticos distribuídos pela cidade) e de 20-30 km/h para as vias localizadas no centro da cidade (MENON, 2000, p.45). Caso a velocidade medida fosse abaixo da estabelecida como limite, as taxas seriam aumentadas. Caso contrário, elas seriam reduzidas.

As penalidades para o não pagamento ou recarga do cartão eletrônico variam dependendo do tempo em que demoram a serem pagas. Porém, segundo Menon (2004, p.65), a maioria das violações foram em razão da falta de conhecimento do sistema e não pela má fé do motorista. Ainda não há registro de fraudes ao sistema, e grande parte das multas se dá pelo desconhecimento da falta de crédito do cartão eletrônico.

### 3.2.2.3 Resultados

Os resultados da implantação do sistema de cobrança eletrônica foram percebidos imediatamente após sua instalação. Segundo Olszewski (2007, p.327), o tráfego na área de cobrança foi reduzido em mais de 40% durante o período do SLZ e, graças a implantação do SPE, houve uma redução adicional de cerca de 15% dos congestionamentos em horários de pico. Porém, como era de se esperar, houve um aumento no movimento de veículos nos outros horários do dia, devido principalmente a alteração dos horários de viagens dos motoristas afim de evitar o pagamento das maiores taxas. Também foi notado um grande ganho nas velocidades médias dentro do cordão de pedágio, tanto na concepção do SLZ quanto em sua posterior evolução ao SPE. Segundo Christainsen (2006, p.80), também foi possível perceber um aumento no uso de rotas alternativas por parte dos motoristas, evitando assim os pórticos de cobrança. No geral, Seik (2000, p.39) afirma que os usuários se beneficiaram de menos congestionamento. Porém, por vezes, o baixo volume de tráfego mostrou certo grau de subutilização das vias, com essas apresentando capacidade muito abaixo da projetada.

Fazendo uma análise de outros aspectos relevantes, houve também uma redução no número de táxis entrando na região afetada pelo sistema. De acordo com Seik (2000, p.40), passageiros esperavam em longas filas a espera de um taxi pois os taxistas evitavam retornar ao centro da

cidade sem um passageiro. Como resultado disso, em 1998 a *Land Transport Authority* revisou os valores cobrados a essa categoria, sendo então cobrado somente 2/3 do valor para os taxistas que ingressassem no cordão de cobrança.

Quando se fala do sucesso do sistema, há de se analisar os objetivos do mesmo. Ao contrário do caso de Londres – que tinha por objetivo, além da redução de tráfego, o investimento direto da arrecadação no transporte público – Singapura mirou somente no objetivo da redução de tráfego, mostrando-se eficiente em atingir com competência essa finalidade. Fato disso é a falta de preocupação das autoridades de que o faturamento nos primeiros meses de operação do SPE foi bem abaixo do normal recolhido com o SLZ (SEIK, 2000, p.39). Todavia, vale ressaltar que o SPE tem custos de operação muito menores se comparados aos do antigo SLZ, tendo, portanto, uma previsão de recolhimento maior nos anos subsequentes.

É de importância destacar ainda que durante os primeiros cinco anos de introdução do sistema eletrônico de cobrança houve um aumento de 5% no desenvolvimento geral da cidade (MENON, 2004, p.65), sendo isso atrelado ao melhoramento do fluxo de veículos e aos benefícios que isso tenha trazido para a comunidade em geral. O pedágio urbano mostrou-se nesse caso como de grande sucesso no esforço global e principalmente regional de manter os problemas de tráfego em níveis controláveis e solucionáveis aos órgãos responsáveis por sua gestão.

### **3.2.3 O caso de Estocolmo**

O sistema de pedágio urbano adotado em Estocolmo no ano de 2006 foi, primeiramente, concebido como um teste que, segundo Börjesson et al. (2012, p.1), tinha como objetivo a redução do congestionamento, aumento da acessibilidade e melhoria das condições do meio ambiente. Esse teste serviu como uma demonstração aos cidadãos de como um esquema de pedágio urbano funcionava antes dos mesmos terem a oportunidade de participarem de um plebiscito em ordem de votar a manutenção do programa. Com surpresa, o esquema alcançou aceitação suficiente sendo então permanentemente estabelecido em 2007, como será descrito no item 3.2.3.1. Assim como em Singapura, o sistema adotado em Estocolmo utilizava preços variáveis em diferentes horários do dia, com a intenção de diminuir o tráfego de veículos em certo períodos.

### 3.2.3.1 Histórico

Como mencionado anteriormente, houve inicialmente um período de testes de implantação do sistema de janeiro a julho de 2006. De acordo com Börjesson et al. (2012, p.2), esse período de testes foi seguido por um referendo na cidade de Estocolmo e, pressionado politicamente pelos que se opunham ao sistema, também em metade das cidades em torno da Capital sueca. Foi justamente na Capital que o referendo se mostrou positivo a manutenção do sistema de pedágio, mas contando os votos de todos os outros municípios participantes o plebiscito mostrava-se contrário a adoção do esquema. Porém, a contagem desses votos nos municípios adjacentes a Estocolmo era tendenciosa, visto que nem todos os municípios adjacentes organizaram plebiscitos afim de votar pela manutenção do programa. No fim das contas, tomou-se por central a decisão votada na cidade de Estocolmo, sendo então mantida a política de pedágio urbano na cidade.

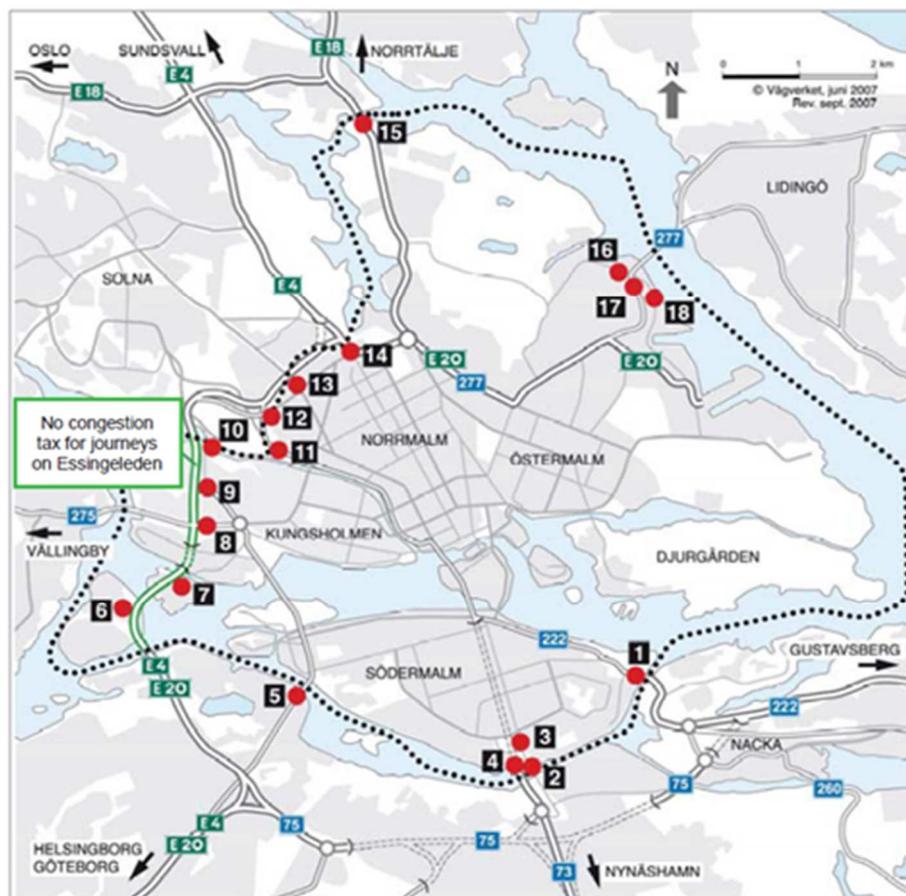
### 3.2.3.2 Modo de operação do sistema

Assim como em Londres, a operação do sistema baseava-se na taxaço de veículos que passarem por delimitada região da cidade, consistida de diversos pórticos de cobrança espalhados pelo cordão pertencente a região do pedágio. Esse cordão, representado na Figura 5, abrange o centro da cidade de Estocolmo, região de aproximadamente 30 km<sup>2</sup>. Devido a pressões políticas de cidades vizinhas, foi estabelecida uma rota que cruzava esse cordão sem que houvesse pagamento da tarifa. A linha em verde representa esse trecho.

Segundo a *Transport Styrelsen* (2015) – órgão responsável pelo sistema – os veículos são fotografados e recebem cobrança posteriormente no endereço registrado pelo dono do veículo. Há exceção na cobrança para veículos de emergência, ônibus, motocicletas e guas móveis que não excedam 14 toneladas.

Bem como praticado em Singapura, as taxas têm variação ao longo do dia e durante a semana. Apesar de as tarifas não variarem dependendo se há fluxo ou não de veículos, elas têm maior valor nos horários em que há comprovadamente maior tráfego de veículos. É possível saber o valor a ser pago pois esses são identificados em todos os pórticos eletrônicos localizados ao redor do cordão que abrange a área do sistema. Não há cobrança nos finais de semana, feriados, no dia que antecede ao feriado e em todo mês de julho. Caso haja atraso no pagamento, será cobrada uma multa. Caso o atraso persista, o veículo cadastrado pode ser detido.

Figura 4 — Cordão de pedágio de Estocolmo



(fonte: CITY OF STOCKHOLM, 2009)

Há também em funcionamento a chamada regra de Lidingö, que diz qualquer veículo que passar por dois pórticos de cobrança dentro de um intervalo de 30 minutos não será cobrado duas vezes.

A *Transport Styrelsen* (2015) faz questão de esclarecer a todos os usuários o principal propósito desse pedágio:

Na Suécia, impostos de infraestruturas apenas podem ser cobradas para a construção de novas pontes e túneis, por exemplo, afim de cobrir os custos de construção. Se essa ponte ou túnel já foi construída usando dinheiro público, segundo a Lei da Suécia nenhuma outra tarifa pode ser cobrada após sua construção. Impostos de infraestrutura são justificadas pelo fato de que as pessoas que usarão esses benefícios estão pagando pelos mesmo.

Se o objetivo é a redução do congestionamento, uma taxa de congestionamento é usada. Essas taxas são justificadas pelo fato de as pessoas questão contribuindo a favor dos congestionamentos e problemas ambientais estão pagando pelos custos que esses problemas causam a sociedade.

### 3.2.3.3 Resultados

É importante ressaltar que, paralelamente a implantação do sistema de pedágio urbano, Eliasson et al. (2009, p.241-242) afirmam que o serviço de transporte público recebeu um suplemento de 16 novas linhas. Isso promoveu uma efetiva e rápida alternativa para os usuários que viajavam das cidades vizinhas para o centro da cidade sueca. Também, quando possível, os modais já existentes foram reforçados. No total, o transporte público como um todo cresceu cerca de 7%. Além disso, o conceito de *park-and-ride* – onde os motoristas estacionam próximos a estações de ônibus – cresceu na região, ganhando ainda mais opções de independência dos veículos particulares.

Com relação aos volumes de tráfego, Börjesson et al. (2012, p.2-3) mostram que o número de veículos que ultrapassavam os pórticos da região do sistema reduziu em torno de 20%. A Tabela 2 mostra esses números desde a implantação do período de testes, passando pelo seu período de transição até a adoção permanente, para posteriormente mostrar os dados até o ano de 2011. Como pode ser percebido, o período de agosto de 2006 até julho de 2007 apresentou redução menor do que dos outros períodos, o que se explica por essa ser a etapa de transição onde o pedágio não era cobrado. Porém, mostra-se que os usuários já migravam ou repensavam suas viagens no cordão de isolamento. Vale ressaltar que as reduções drásticas<sup>1</sup> em junho e julho de 2007 foram causadas por obras nas vias localizadas no centro.

Tabela 1 — Redução do tráfego em Estocolmo na região do pedágio comparado ao período do ano de 2005

Comparado com 2005	jan. (%)	fev. (%)	mar. (%)	abr. (%)	maio (%)	jun. (%)	jul. (%)	ago. (%)	set. (%)	out. (%)	nov. (%)	dez. (%)	média (%)
2006	-28	-23	-22	-21	-20	-21	-24	-11	-9	-6	-9	-7	-21 (mar-jun)
2007	-9	-8	-8	-11	-8	-18 <sup>l</sup>	-26 <sup>l</sup>	-21	-20	-17	-18	-17	-19 (ago-dez)
2008	-19	-17	-17	-16	-19	-22	-	-17	-19	-16	-19	-17	-18 (excl. julho)
2009	-19	-18	-16	-16	-19	-24	-	-17	-18	-15	-17	-20	-19 (excl. julho)
2010	-22	-1	-18	-21	-19	-22		-14	-15	-15	-19	-22	-20 (excl. julho)
2011	-22	-20	-18	-17	-19	-23							

(fonte: adaptado de BÖRJESSON, 2012)

É possível perceber, portanto, uma mudança no comportamento do tráfego durante o período de testes (2006) e após sua permanente adoção (agosto 2007). Houve um pequeno aumento do fluxo veículos a longo prazo se comparado com o do período inicial de testes, o que pode ser explicado por diversos fatores. Um deles é o de que o aumento da população também aumenta o volume de tráfego e, além disso, deve-se considerar fatores econômicos da sociedade, como inflação e outros tipos de regulamentação que possam afetar indiretamente esses números. Segundo Börjesson et al. (2012, p.4), há várias outras razões para que os efeitos de longo prazo do sistema sejam atenuados. Um deles é o possível efeito de acomodação: depois de certo tempo, as pessoas tendem a se acostumar com as tarifas e as consideram não tão importantes ao fazerem decisões quanto as suas viagens. Esse efeito pode ser considerado especialmente importante se, em um primeiro momento, há certa dificuldade em se pagar a tarifa, e o custo extra desse pagamento pode acabar diluindo-se depois de algum tempo de uso. Outro efeito é o de que, com a redução dos tempos de congestionamento, as vias estarão mais livres, podendo induzir os usuários que tem em seu tempo seu maior valor a usar as mesmas.

Börjesson et al. (2012, p.5) ainda afirmam que os volumes de tráfego dentro do cordão (não daqueles que o cruzam) reduziram em cerca de 10% nos períodos iniciais de implantação, mantendo-se constantes depois da permanente adoção. Os tempos de viagem também sofreram reduções consideráveis, especialmente nas estradas que chegavam a cidade, mas também no centro de Estocolmo. Eliasson (2008, p. 399-400) afirma que os ganhos em tempos oferecem maior confiabilidade aos usuários quanto ao uso das vias, fazendo com o que o programa ganhasse maior aceitação a longo prazo.

Um dos resultados mais positivos da adoção do programa de pedágios foi a redução na emissão de gases. Segundo Eliasson (2008, p.401), essas reduções foram de aproximadamente 15%. Paralelo a isso, o governo sueco adotou medidas que incentivavam a compra de “veículos limpos”. Além de o valor do combustível ser baixo (não há impostos sobre combustíveis renováveis), esses foram considerados isentos ao pagamento do pedágio (até o ano de 2009, após isso somente veículos registrados até 2009 teriam isenção até 2012) e também eram isentos no pagamento de estacionamento. Obviamente, isso incentivou a compra de veículos desse tipo, alavancando as vendas e mostrando a necessidade de incentivos por parte dos órgãos públicos afim de organizar uma comunidade mais sustentável.

Como resultado paralelo, Börjesson et al. (2012, p.11) afirmam que atualmente outras cidades suecas estudam implantar um sistema de pedágio urbano. Isso se dá principalmente pelo fato de o Governo sueco ter declarado em seu plano novo plano de investimentos (2010-2021) que os investimentos que receberem cofinanciamento regional receberiam prioridade. Esses financiamentos por parte das cidades poderiam vir de qualquer fonte de arrecadação, mas o sistema de pedágio urbano se mostrou atrativo para tal, principalmente depois do sucesso do caso de Estocolmo. No caso desses municípios, o principal incentivo a tal decisão seria o de que a adoção de um sistema de pedágio urbano pudesse resultar em melhorias de transporte público por parte do governo, ao contrário do que acontece em Estocolmo, onde as verbas são voltadas a qualquer área da sociedade, assim como impostos.

Pode-se afirmar, portanto, que o sistema adotado na Capital sueca é um sucesso. De acordo com Eliasson (2008, p.403), quatro representantes envolvidos na adoção, manutenção e operação do esquema citam os motivos pelo qual o mesmo é positivo:

- a) O sistema funcionou em termos técnicos: o sistema ter funcionado desde o começado sem falhas foi um fator chave. O número de erros em cobranças foi mínimo e, da perspectiva do usuário, as coisas funcionaram sem problemas. Além disso, a administração do programa fez grandes esforços para desenvolver um esquema amigável ao usuário.
- b) A disseminação de informações funcionou: aparentemente, as pessoas sabiam o que fazer. Problemas previstos como usuários que não sabiam que tinham que pagar ou não sabiam como pagar não aconteceram.
- c) Visível redução de tráfego: as melhoras nos tempos de viagem e melhorias no ambiente em geral foram sentidas desde o começo. A surpresa ao ver ruas vazias durante os horários de pico, particularmente nos primeiros meses, não pode ser descrita. Depois disso, o potencial do sistema pode ser comprovado, e argumentos foram sendo moldados para defender o mesmo.
- d) Objetivos claros: o sistema tinha claros e mensuráveis objetivos – redução do congestionamento e melhorias no ambiente no centro da cidade – e o sistema foi projetado especificamente com esses objetivos em mente. Ainda melhor, essas metas puderam ser atingidas.

### **3.2.4 O caso de Milão**

O sistema de pedágio urbano adotado na cidade italiana de Milão é o primeiro caso desse tipo de programa que apresenta como finalidade principal a redução dos impactos ambientais causados pelos veículos. O sistema efetua a cobrança dependendo do padrão de emissão de cada tipo de veículo. Mesmo sendo implantando recentemente (janeiro de 2008), de acordo com



Com grande aceitação por parte da população, houve então um plebiscito para a introdução de um pedágio urbano na mesma região, mas agora com outros fins além da redução da poluição. Em junho de 2011, foi aceita pela população a manutenção do *Ecopass*, que passou a se chamar *Area C*. Programa esse que tinha como finalidade a redução do tráfego, a promoção da sustentabilidade como um todo nos transportes públicos e, mantendo o objetivo inicial, a redução dos impactos ambientais (COMUNE DI MILANO, 2015).

#### 3.2.4.2 Modo de operação do sistema

Desde sua concepção, o *Ecopass* cobrava os usuários que passassem pelos pórticos de cobrança do cordão de pedágio. O valor era dependente do tipo de automóvel conduzido, sendo os valores mais altos cobrados aos veículos mais poluentes. A cobrança era feita somente em dias de semana, nos horários das 7:30 as 19:30. Residentes da região de cobrança estavam isentos de pagamento, contanto que possuíssem veículos de baixa emissão de poluentes. Caso contrário, teriam descontos nos passes anuais. Além desses, motocicletas e veículos que usavam combustíveis alternativos eram isentos de pagamento da tarifa.

Já com a modificação do sistema para a *Area C*, Percoco (2014, p.57) afirma que agora todos os veículos, à exceção dos com combustíveis renováveis, eram cobrados para acessar a região. Ainda por cima, certa categoria de veículo extremamente poluente teve seu acesso proibido. Segundo a *Comune di Milano* (2015), o pagamento da tarifa pode ser feito de diversas maneiras, incluindo celular, mensagem de texto, em máquinas espalhadas pela região e pela internet.

#### 3.2.4.3 Resultados

Durante o período de operação do *Ecopass* houve uma redução no número de veículos que entravam no cordão de pedágio de cerca de 13% (PERCOCO, 2014, p.57). Além disso, pode-se notar um crescimento no uso do transporte coletivo terrestre (já que Milão também conta com metrô) em cerca de 8%, o que explicita a mudança de modal por parte de alguns usuários. Relativamente aos congestionamentos, também houve significativa melhora, com aumentos nas velocidades médias e diminuição das distâncias de engarrafamento. Os resultados mais impressionantes se deram no âmbito de emissão de gases, onde houve uma redução de aproximadamente 30% dos gases nocivos circulantes liberados anteriormente pela circulação de automóveis.

Como a adoção do sistema *Area C* é muito recente, poucos são os dados referentes a esse programa. Porém, Percoco (2014, p.57) afirma que, com a taxação da maioria dos veículos poluentes, houve um incentivo aos motoristas para procurarem formas alternativas de acessarem a área delimitada, seja com motocicletas ou pela aquisição de veículos mais sustentáveis.

### 3.3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os sistemas de pedágio urbano citados mostraram interessantes resultados e provaram serem um sucesso na redução de congestionamentos em grandes centros urbanos. Além disso, mostraram-se uma ferramenta eficaz na coordenação e gestão da demanda de veículos nessas regiões, diminuindo inclusive os impactos ambientais. Foi possível observar um aumento também na velocidade média de todos os exemplos citados, aumentando também a velocidade com que o transporte público transitava nas vias, antes compartilhadas com tantos veículos.

As receitas do sistema também ajudaram a custear novos projetos, quer sejam eles voltados diretamente a investimentos em transporte ou outras áreas da sociedade, como foi o caso de Singapura. O aumento do uso do transporte coletivo também ajudou a custear o sistema, pois novas receitas eram geradas a partir dali.

Assim como no caso de Milão, a redução da emissão de gases poluentes foi notada também em todas as outras cidades citadas, melhorando o ambiente em que se inserem. Por outro lado, há de se considerar o efeito da troca de rotas por parte dos motoristas, visto que muitos deixaram de poluir a região tarifada para usar rotas alternativas, provavelmente aumentando os níveis de poluição daquela região.

É necessário notar que em todas as situações foram tomadas medidas tidas como impopulares em um primeiro momento, e talvez por isso algumas cidades adotaram um período de testes antes da concepção definitiva do programa. Mas como pode ser notado, referendos realizados em diversas cidades mostraram-se positivos a manutenção do esquema, mostrando a necessidade da informação dos benefícios de tal tipo de sistema aos cidadãos.

## **4 ANÁLISE DO CASO DE PORTO ALEGRE**

Porto Alegre, assim como as demais grandes capitais brasileiras, apresenta elevados índices de congestionamento. Pode-se observar que até mesmo a dificuldade de gestão dos transportes públicos da região metropolitana possui pontos em comum com a problemática observada nas grandes cidades. O estudo desse fenômeno na região central de Porto Alegre e das soluções que são aqui analisadas exige uma investigação, mesmo que breve, do contexto em que a cidade e, principalmente a região, se inserem. Portanto, a fim de estudar a possibilidade de implantação de um sistema de pedágio urbano, a caracterização de certos aspectos torna-se imprescindível.

### **4.1 TRANSPORTE EM PORTO ALEGRE**

Porto Alegre vem sofrendo diversas alterações no seu cenário urbano frente às dificuldades apresentadas pelo desenfreado aumento de demanda de espaço. No entanto, parte dessas alterações vem apenas como forma de mitigar o já saturado trânsito local.

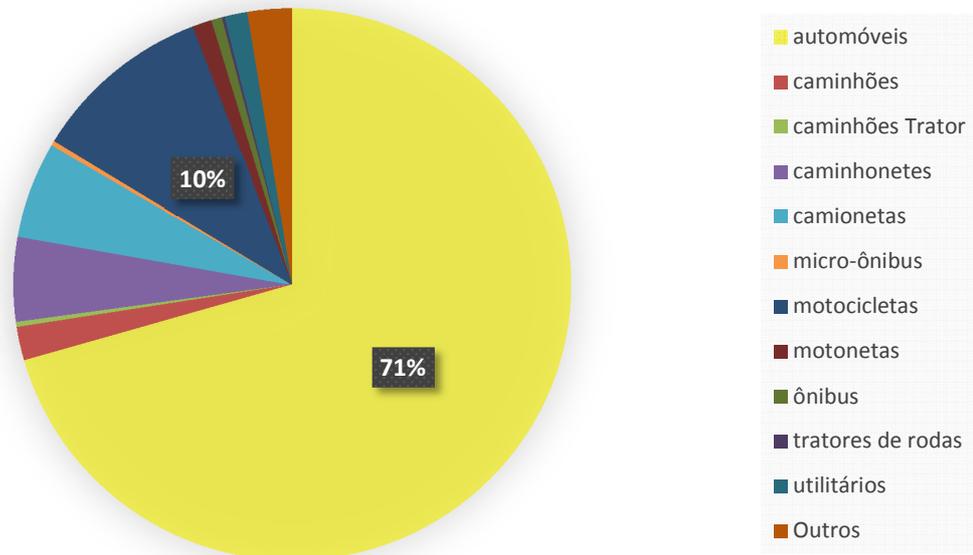
No Brasil e no mundo, o aumento da oferta viária não tem sido visto como a estratégia mais efetiva para combater os congestionamentos, principalmente pela impossibilidade de expansão indeterminada do espaço viário – por questões sociais, econômicas, urbanísticas e ambientais –, de modo a acompanhar o aumento da frota de automóveis em circulação. Em contrapartida, na cidade de Porto Alegre houve uma inversão dessa lógica, na qual os investimentos realizados nas últimas décadas visaram a redução dos congestionamentos com a abertura e expansão de vias, com um enfoque concentrado principalmente no benefício dos veículos particulares. Esse panorama, no entanto, vem se alterando em ritmo lento. Hoje em dia, questões de mobilidade urbana vêm sendo levantadas com mais frequência na cidade, com algumas medidas sendo tomadas em favor de um espaço mais igualmente dividido entre todos os usuários das vias.

### **4.2 CARACTERÍSTICAS DA FROTA**

Dentro de um conjunto de fatores, é preciso detalhar a demanda por espaço na cidade. Porto Alegre apresentou no censo do ano de 2010 uma população de 1,4 milhão de habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010). Além disso,

segundo dados do Departamento Nacional de Trânsito (2014), a frota veicular da capital gaúcha apresentou cerca de 830 mil veículos, sendo esses distribuídos conforme a Figura 7.

Figura 7 — Distribuição da frota veicular de Porto Alegre



(Fonte: adaptado de Ministério das Cidades, Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN - 2014.)

A notável quantidade de automóveis e motocicletas (responsáveis por mais de 80% da frota) traz o número de aproximadamente 1 veículo para cada 3 habitantes. Esse dado fica ainda mais preocupante quando se considera que, segundo o IBGE (2010), há cerca de 500 mil domicílios na cidade, obtendo-se mais de 1 veículo por domicílio na capital.

Comparativamente, pode-se dizer que Porto Alegre tem uma taxa de veículos por habitante semelhante à de países de primeiro mundo. Apesar disso, apresenta os problemas típicos de congestionamento de países de terceiro mundo. Um dos principais fatores para tais problemas foi o modelo econômico adotado no Brasil, que sempre buscou incentivar a produção da indústria automobilística fazendo com que o número de carros nas cidades crescesse em todo o país. Esse número aumentou de forma exponencial, não sendo acompanhado pelo crescimento da malha viária, das ruas e avenidas.

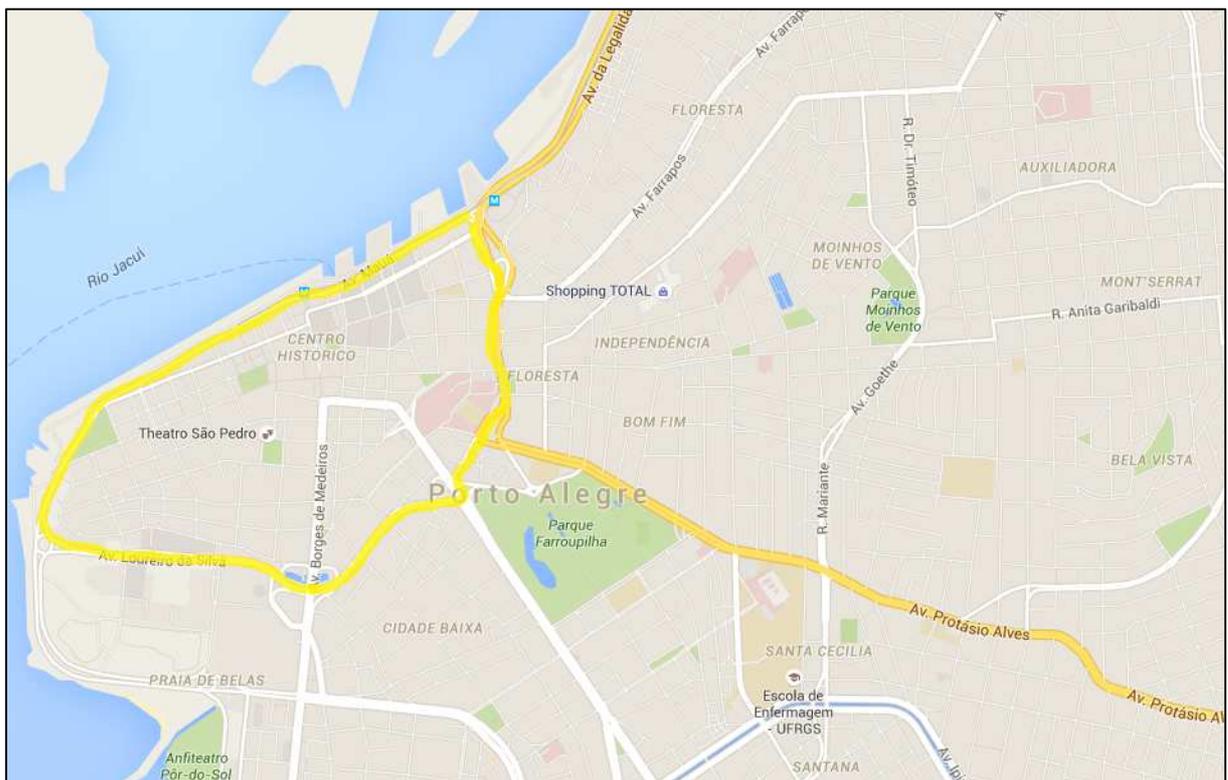
Comparando-se com o ano de 2003, houve um aumento de cerca de 80% do número de veículos registrados em Porto Alegre. Um dos fatores que pode explicar tamanho aumento é o desempenho da economia brasileira. A melhora na renda per capita, a redução nas taxas de juros

e a facilidade para parcelar a compra motivaram a ascensão das classes C e D durante o período analisado (2000-2010). Esse conjunto de fatores concretizou a possibilidade da aquisição do carro próprio e ajudou a inflar ainda mais o já saturado trânsito das grandes cidades brasileiras.

### 4.3 ANÁLISE DO TRÁFEGO NA REGIÃO DO CENTRO

O estudo para a cidade de Porto Alegre definiu-se na região central da cidade, com as ruas e as avenidas que compõem a chamada “Primeira Perimetral”: Avenida Loureiro da Silva, Avenida Presidente João Goulart, Avenida Mauá, Rua da Conceição e Avenida Paulo da Gama. A delimitação do mapa contendo essa região e o anel delimitador estão ilustrados abaixo nas Figura 8 e 9.

Figura 8 – Anel delimitador do pedágio na região



(fonte: adaptado de maps.google.com.br)



- j) Rua Siqueira Campos (2008)
- k) Rua General Vasco Alves (2012)
- l) Avenida Augusto de Carvalho (2012)
- m) Avenida Borges de Medeiros (2008)
- n) Rua General Lima e Silva (2012)
- o) Avenida João Pessoa (2014)
- p) Avenida Osvaldo Aranha (2008)
- q) Avenida Alberto Bins (2010)

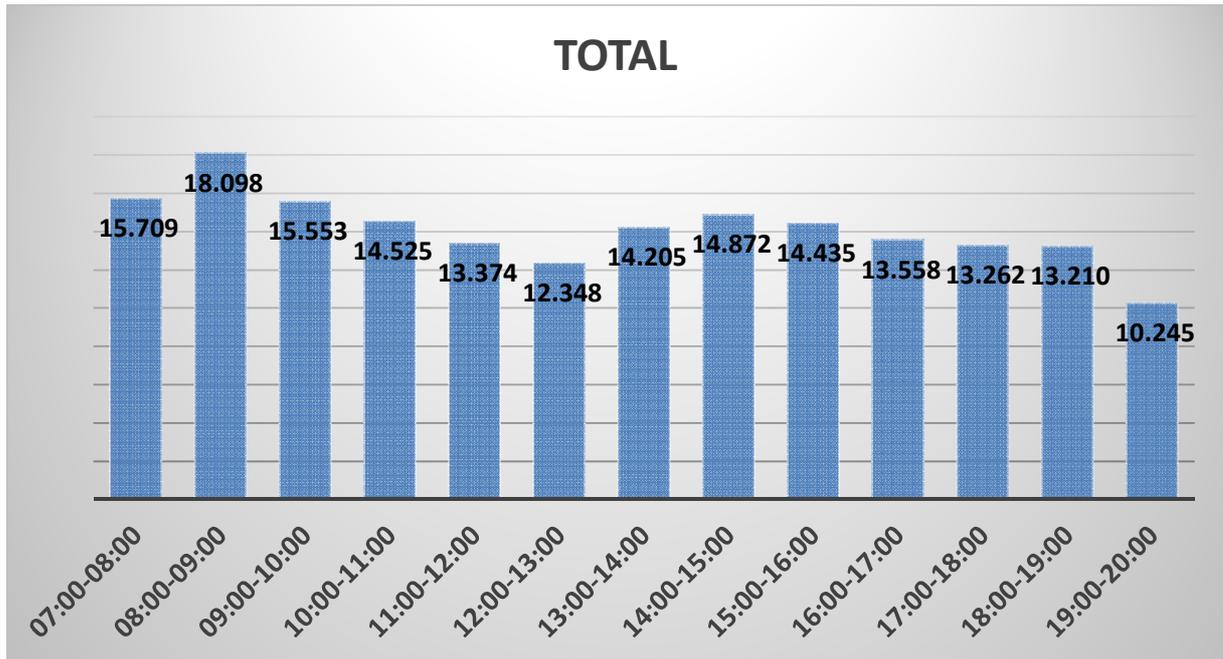
Como pode ser percebido, as contagens foram realizadas em anos distintos e precisaram ser atualizadas para uma data base. Para que houvesse uma comparação integrada, foi usado um fator de correção a fim de padronizar todas as contagens para o ano de 2014. Esse fator de correção foi de 3% ao ano, usado de forma intuitiva e baseado nas taxas de crescimento normalmente utilizadas para previsão de tráfego. Esse valor também é comumente usado para prever aumentos relacionados à área de mobilidade e transportes.

Analisando os dados fornecidos pela EPTC, pode-se perceber que as contagens seguiam padrões que normalmente são utilizados em contagens de tráfego. A contagem padronizada se dava no período das 7 às 20 horas. Quando algumas contagens não apresentavam as mesmas características da contagem padrão, alguns pressupostos foram assumidos:

- a) por vezes, as contagens eram realizadas somente em determinado período do dia, não abrangendo o intervalo padrão das 7 às 20 horas. Quando não era realizada durante todo esse período, estimava-se os valores usando como referência ruas adjacentes. Esse foi o caso de ruas de baixo volume de tráfego como a Praça Revolução Farroupilha e Praça Padre Thomé;
- b) onde não foi realizada nenhuma contagem, essa era estimada também pelo volume de ruas próximas ou de outras contagens que levavam ao destino da rua em questão. Esse foi o caso das ruas Vasco Alves, General João Manoel e Travessa José Carlos Dias de Oliveira.

A Figura 10 apresenta os valores totais de tráfego para cada faixa de horário do dia, considerando-se todas as ruas que dão acesso ao centro da cidade, conforme pressupostos declarados acima.

Figura 10 – Distribuição do tráfego durante o dia

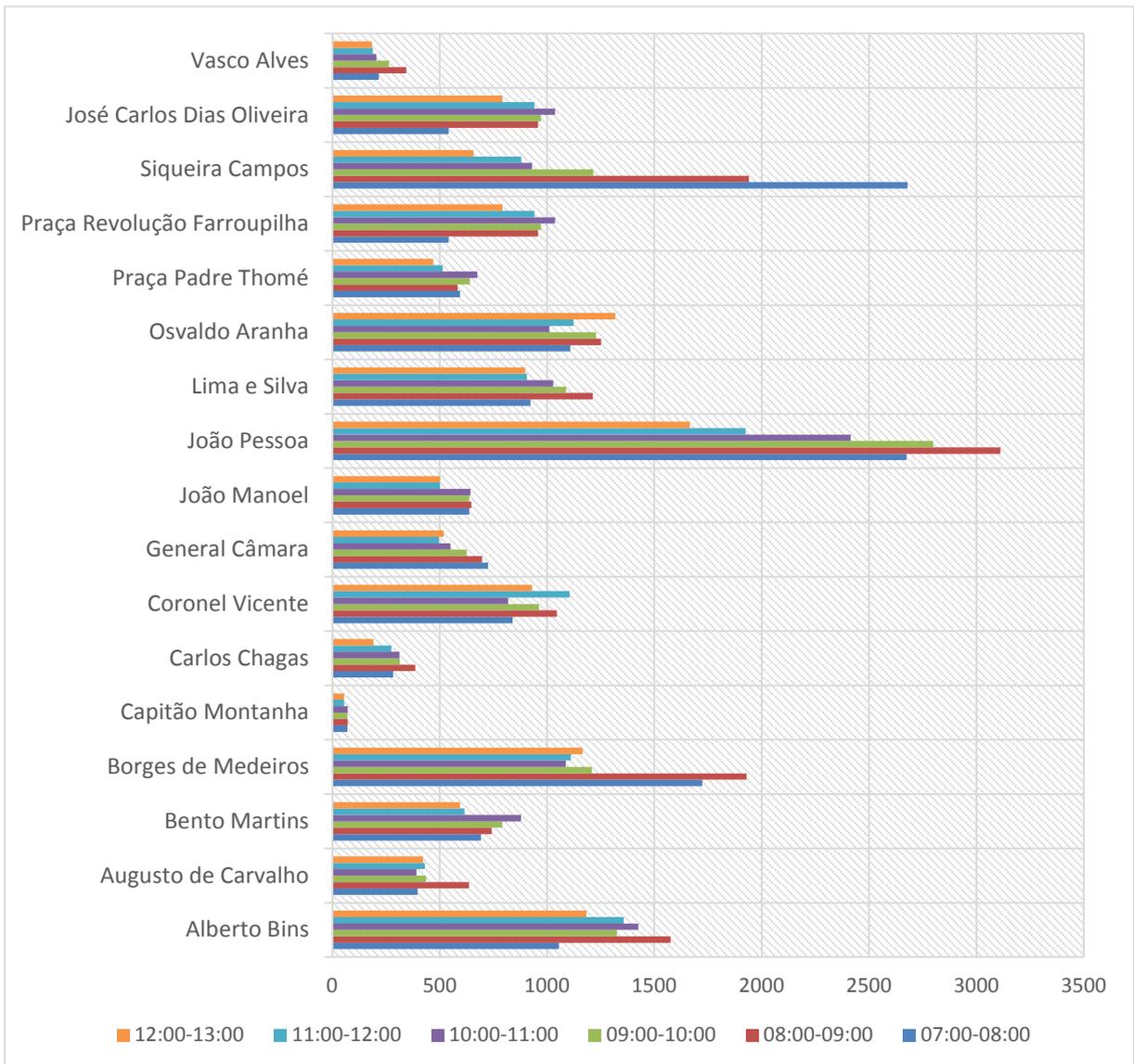


(fonte: elaborado pelo autor)

É possível perceber, a partir de observação dos dados, uma certa constância no volume de veículos que acessavam o centro no período analisado. Apesar disso, era de se esperar que os primeiros horários da manhã apresentassem valores acima da média, por representarem o início das atividades comerciais e educacionais na região. É possível também observar que o período das 19 às 20 horas apresenta os menores valores de entrada de veículos. Isso se deve principalmente ao fato de as atividades geradoras de tráfego já estarem encerradas nesse período do dia.

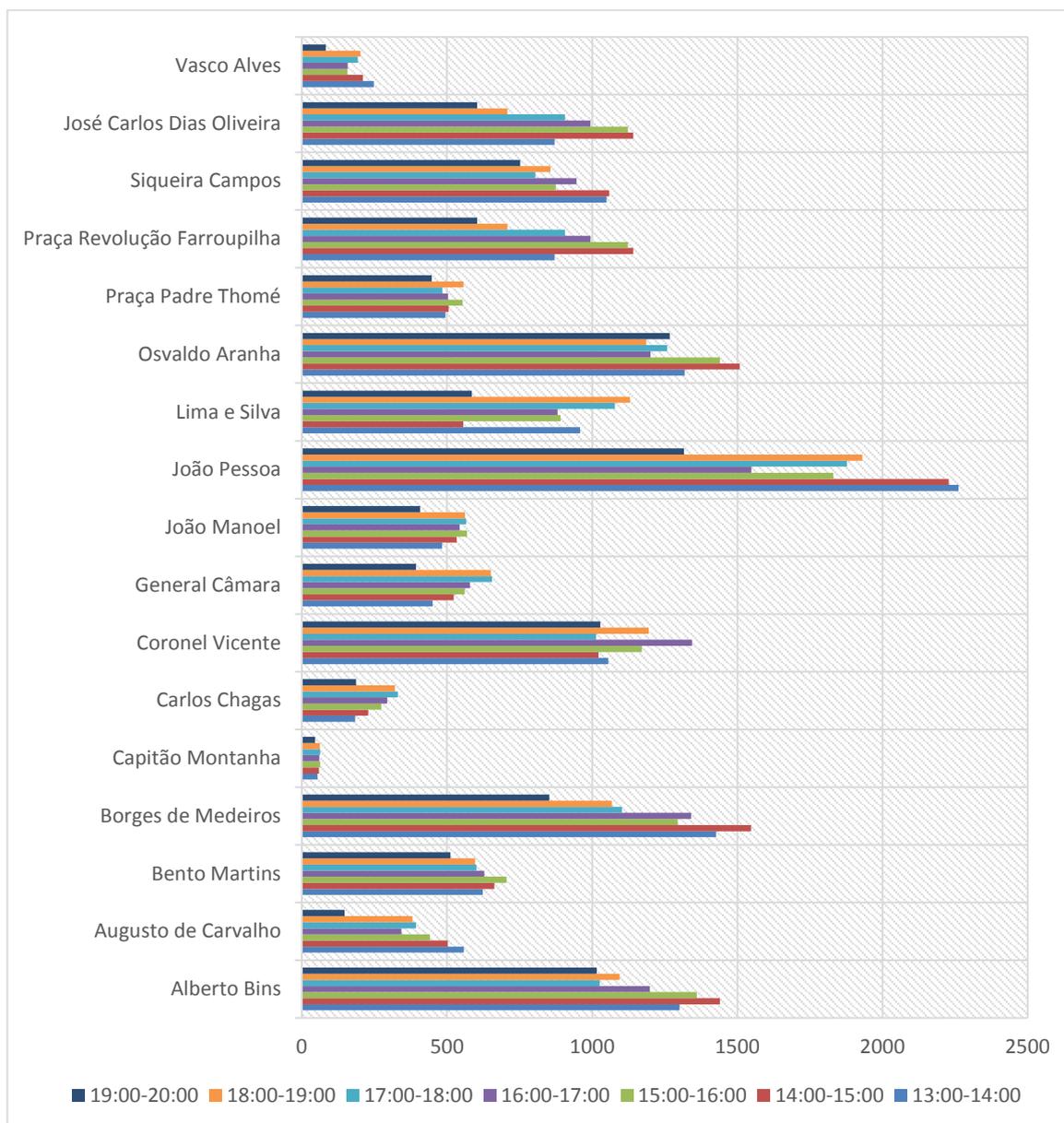
As Figuras 11 e 12 mostram, respectivamente, o tráfego que acessa a região do centro, discriminado por via de acesso, no período da manhã (7 as 13 horas) e no período da tarde (13 as 20 horas).

Figura 11 – Distribuição do tráfego discriminado por via no período da manhã



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 12 – Distribuição do tráfego discriminado por via no período da tarde



(fonte: elaborado pelo autor)

É possível perceber que algumas vias são responsáveis por grande parte do tráfego circulante no centro. É o caso das Avenidas João Pessoa, Alberto Bins, Borges de Medeiros e Oswaldo Aranha. Além dessas, a Rua Siqueira Campos apresenta um alto volume de tráfego no horário da manhã, tendo assim bastante representatividade. Juntas, as vias mencionadas representam 50% do tráfego que acessa o centro. A Figura 13 apresenta a representatividade de cada uma das vias em relação ao número total de veículos que acessam a região no período determinado.

Figura 13 – Representatividade de cada via sobre o volume total

<b>ACESSO</b>	<b>Total</b>	<b>Representatividade</b>
<b>Alberto Bins</b>	16.360	<b>8,9%</b>
<b>Augusto de Carvalho</b>	5.484	<b>3,0%</b>
<b>Bento Martins</b>	8.646	<b>4,7%</b>
<b>Borges de Medeiros</b>	16.862	<b>9,2%</b>
<b>Capitão Montanha</b>	804	<b>0,4%</b>
<b>Carlos Chagas</b>	3.581	<b>2,0%</b>
<b>Coronel Vicente</b>	13.534	<b>7,4%</b>
<b>General Câmara</b>	7.428	<b>4,1%</b>
<b>João Manoel</b>	7.233	<b>3,9%</b>
<b>João Pessoa</b>	27.585	<b>15,0%</b>
<b>Lima e Silva</b>	12.141	<b>6,6%</b>
<b>Osvaldo Aranha</b>	16.224	<b>8,8%</b>
<b>Praça Padre Thomé</b>	7.027	<b>3,8%</b>
<b>Praça Revolução Farroupilha</b>	11.593	<b>6,3%</b>
<b>Siqueira Campos</b>	14.646	<b>8,0%</b>
<b>José Carlos Dias Oliveira</b>	11.593	<b>6,3%</b>
<b>Vasco Alves</b>	2.654	<b>1,4%</b>

(fonte: elaborado pelo autor)

Tendo observado as características de tráfego da região, partiu-se para a obtenção dos dados referentes aos usuários.

## 5 CENÁRIO DE ESTUDO E OBTENÇÃO DE DADOS

Este estudo foi desenvolvido tomando por base a opinião de usuários de carro que frequentavam o centro da cidade de Porto Alegre. Para isso, os dados pesquisados foram coletados através de entrevistas face-a-face na Garagem Ladeira, localizada na Rua General Câmara, nos dias 4 e 15 de setembro de 2015. Foi utilizada uma amostragem não probabilística. Por julgamento do pesquisador, foram selecionados membros da população entre aqueles que aguardavam para retirar seus automóveis das garagens. Uma amostra de 71 motoristas foi selecionada.

### 5.1 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada através de técnicas de preferências declaradas (PD). Técnicas PD vêm sendo utilizadas intensamente em diversos campos do conhecimento que buscam representar o comportamento humano, em especial, para evidenciar o comportamento da demanda (HENSHER, 1994). As técnicas PD utilizam projetos experimentais para construir alternativas hipotéticas propostas aos entrevistados e isso as diferencia das técnicas de preferências reveladas (PR), que utilizam dados sobre situações observadas (ORTÚZAR e WILLUNSEN, 2011).

Enquanto modelos estimados com dados PR apresentam melhor aderência às escolhas realizadas pelos indivíduos, os modelos estimados com dados PD apresentam maior estabilidade no tempo e no espaço e caracterizam os *trade-offs* enfrentados pelo indivíduo. Uma particular vantagem das técnicas PD é a possibilidade de determinar a importância de fatores de difícil mensuração ou quantificação, como é o caso de quanto os entrevistados estão dispostos a pagar pelo seu tempo. Elas ainda permitem estimar modelos que incorporam todas as variáveis de interesse, mesmo aquelas que em situações reais apresentam variabilidade insuficiente para a adequada estimação. Outras vantagens das técnicas PD sobre as PR são em relação ao custo e tempo necessário para as análises. Enquanto as PR requerem informação adicional às pesquisas realizadas (por exemplo, métodos indiretos para obter os valores de algumas variáveis como tempo e custo de viagem), as PD são totalmente autônomas. Os cenários de escolha definem completamente as variáveis necessárias para a modelagem, eliminando erros de medição dos dados. Amostras em pesquisas PD tendem a ser menores que

em pesquisas PR, já que cada indivíduo provê múltiplas respostas para cada cenário de escolha (ORTÚZAR e WILLUNSEN, 2011).

A pesquisa foi baseada considerando-se o tempo de congestionamento como o atributo na escolha da tarifa do pedágio, apresentado em 3 níveis. Os cenários de escolha foram definidos de forma a evitar vieses nas respostas, criando situações hipotéticas, mas realistas, e elaborando um conjunto de cenários para diferentes valores de tarifa.

A pesquisa foi composta por um total de 9 cenários de escolha. Cada cenário apresenta ao respondente diferentes valores de tarifa associados a diferentes tempos de congestionamento na região central. Em cada cartão, um valor de tarifa era associado a três diferentes tempos de congestionamento. Buscando analisar a sensibilidade à variação do preço, foram confeccionados três conjuntos de cartões com essas possibilidades, como demonstrado na Figura 14 abaixo.

Figura 14 – Cenários de escolha da pesquisa

	Cartão 1	Cartão 2	Cartão 3	Cartão 4	Cartão 5	Cartão 6	Cartão 7	Cartão 8	Cartão 9
<b>Preço tarifa</b>	R\$ 3,00	R\$ 3,00	R\$ 3,00	R\$ 8,00	R\$ 8,00	R\$ 8,00	R\$ 15,00	R\$ 15,00	R\$ 15,00
<b>Tempo de congestionamento</b>	0 min	8 min	15 min	0 min	8 min	15 min	0 min	8 min	15 min

(fonte: elaborado pelo autor)

Os valores bases foram definidos através de pesquisas nas tarifas praticadas em outros países que adotam o sistema e de valores médios de congestionamento nas grandes cidades brasileiras. O questionado era informado que o valor padrão de congestionamento era, hipoteticamente, de 20 minutos. Adicionalmente, foi aplicado um questionário complementar para recolhimento de informações sobre estes indivíduos, tais como: idade, motivo da visita ao centro, cidade de origem da visita (caso a resposta fosse Porto Alegre, foi perguntada, também a zona de origem do entrevistado), tempo de permanência no centro, frequência de visita, quanto à propriedade do veículo (particular ou comercial), gasto médio com estacionamentos, disposição em pagar o pedágio urbano e, em caso de resposta negativa, qual seria o modal escolhido para acessar a região. Antes de iniciar a pesquisa, foi realizado um estudo piloto com 10 entrevistados, a fim de verificar a clareza e objetivos das perguntas contidas nos questionários e as variações dos valores das tarifas apresentadas nos cenários de escolha. Este estudo permitiu correções durante

a aplicação e explicação do instrumento utilizado. Não foram identificadas alternativas dominantes e as variações de tarifa consideradas foram validadas.

Dentre os 71 indivíduos pesquisados, 46 responderam à pesquisa de preferência declarada, sendo o restante contrário à hipótese de implantação de pedágio. Essas 46 entrevistas produziram um total de 414 respostas, considerando os 9 cenários apresentados. Esta característica das pesquisas de preferência declarada, nas quais poucas entrevistas resultam em um farto conjunto de observações individuais, garante a representatividade da amostra.

## 5.2 ESTIMAÇÃO DE MODELOS DE ESCOLHA DISCRETA

Modelos de escolha discreta foram estimados para determinar o efeito da aceitação do pedágio urbano na região central de Porto Alegre. Os modelos de escolha discreta utilizados na modelagem da demanda de transportes estão construídos conforme a teoria da utilidade aleatória (MCFADDEN, 1974). Baseiam-se no princípio da maximização da utilidade, no qual o tomador de decisão é modelado selecionando a alternativa de maior utilidade dentre aquelas disponíveis no momento da escolha. O analista não possui informação completa sobre os elementos que cada indivíduo considera ao realizar sua escolha. Portanto, as utilidades são tratadas pelo analista como variáveis aleatórias. Assim, a utilidade aleatória de uma alternativa é expressa como a soma dos componentes observáveis ou sistemáticos (denotado como  $V_{iq}$ ) e componentes não observáveis (denotado como  $\xi_{iq}$ ) conforme equação 1 (DOMENCICH; MCFADDEN, 1972).

$$U_{iq} = V_{iq} + \xi_{iq} \quad (\text{fórmula 1})$$

O componente aleatório é necessário para capturar deficiências na especificação de atributos não observados, erros de medição, diferenças entre indivíduos, percepções incorretas de atributos e aleatoriedade inerente à natureza humana (MANSKI, 1977). Especificar o modelo requer a especificação do  $V_{iq}$  e suposições sobre a distribuição conjunta da componente aleatória  $\xi_{iq}$ .

O logit multinomial (multinomial logit - MNL), de acordo com McFadden (1974), é um dos modelos mais simples de escolha discreta e também o mais utilizado. Ele se baseia na hipótese

que o termo aleatório  $\xi_{iq}$  da função utilidade é identicamente e independentemente distribuído conforme uma distribuição de Gumbel (Valor Extremo tipo II).

De acordo com Senna (2014), o modelo Logit faz parte dos chamados modelos comportamentais. Trata-se de modelos de escolha discreta cujo princípio básico enuncia que a probabilidade de um indivíduo fazer uma determinada opção é função de suas características socioeconômicas e da atratividade da alternativa em questão em comparação a outras. A atratividade das alternativas baseia-se no conceito de utilidade.

Dentro dos modelos comportamentais o processo de decisão sobre a escolha de uma alternativa é influenciado por fatores racionais e subjetivos. Os fatores racionais são aqueles explicados a partir de características socioeconômicas dos indivíduos. Os fatores subjetivos são aqueles que não são expressos diretamente a partir de conceitos econômicos (por exemplo, segurança do transporte) ou que são advindos de fatores aleatórios (SENNA, 2014).

Senna (2014) diz ainda que a utilidade é dada pelo valor alocado por um indivíduo ao serviço. Assume-se que os indivíduos escolhem uma combinação de produtos que maximize a sua utilidade. A configuração mais simples e mais comumente utilizada em transportes é:

$$U_i = \alpha_0 + \alpha_1 T + \alpha_2 C \quad (\text{fórmula 2})$$

Sendo:

$U_i$  é a utilidade da opção  $i$ ;

$T$  é o atributo tempo do serviço de transporte;

$C$  é o atributo custo do serviço de transporte;

$\alpha_0$ ,  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  são os parâmetros do modelo.

Os parâmetros do modelo representam os valores relativos dos atributos em relação à utilidade total do serviço e a constante  $\alpha_0$  pode ser interpretada como uma tendência a favor ou contra o serviço. O modelo é compensatório, à medida que pode se manter o mesmo nível de utilidade alterando-se dois atributos (SENNA, 2014).

As variáveis T e C representam os atributos ou características relacionadas à alternativa em questão e a sua influência relativa pode ser percebida pelo parâmetro respectivo. Os parâmetros podem ser usados ainda para determinar valores monetários e especificar funções utilidades em modelos de previsão (SENNA, 2014).

Existem duas formas de usar a utilidade num processo de escolha. Na primeira, quando a utilidade da alternativa i ( $U_i$ ) é maior que a utilidade da alternativa j ( $U_j$ ), escolhe-se a alternativa i. Pela segunda forma, calcula-se as probabilidades de escolha das alternativas i e j a partir de  $U_i$  e  $U_j$  de onde se conclui que o usuário escolheria a alternativa i com probabilidade  $P_i$  e alternativa j com probabilidade  $P_j$  (SENNA, 2014).

A segunda forma evita interpretações bruscas quando, por exemplo,  $U_i > U_j$ , além de se considerar implicitamente as incertezas associadas aos modelos comportamentais. No entanto, esse enfoque é simplificado para a modelagem da utilidade, devido ao fato dos indivíduos aparentemente exibirem inconsistência em sua conduta ou levarem em consideração fatores que não são percebidos pelo analista. Surge então o conceito de utilidade aleatória, que supera estas limitações, mediante a inclusão de um termo associado ao erro na função. Esses são relativos a elementos que não foram observados (SENNA, 2014). Assim:

$$V_i = U_i + \varepsilon_i \quad (\text{fórmula 3})$$

Sendo:

$V_i$  é a utilidade aleatória do produto i;

$U_i$  é a utilidade indireta do produto i;

$\varepsilon_i$  é o termo do erro associado ao produto i.

O modelo Logit assume que  $\varepsilon_i$  reflete as idiossincrasias e gostos particulares de cada indivíduo, juntamente com quaisquer medidas ou erros de medidas feitos pelo analista. O termo aleatório  $\varepsilon_i$  é identicamente distribuído entre as alternativas e entre todos os entrevistados com uma distribuição Weibull com variância fixa (BEN-AKIVA; LERMAN, 1985).

Senna (2014) afirma que na Teoria da Utilidade Randômica os consumidores buscam escolher alternativas relevantes. Entretanto, sabe-se que os consumidores nem sempre consomem o que

mais lhe agradam. É possível explicar tais variações no comportamento por meio de um componente randômico na função utilidade do consumidor. Daí:  $U = V + e$ , onde  $U$  é o não observável, mas a verdadeira utilidade da alternativa  $i$ ,  $V$  é o componente observável ou componente sistemático da utilidade e  $e$  é o componente randômico. Em outras palavras,  $V$  é o componente explicável e  $e$  é o não explicável. Devido a este componente não explicável o analista estaria interessado em descobrir a probabilidade do consumidor escolher determinado tipo de serviço, o que levaria à equação Logit:

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{\sum_{i=1}^n e^{U_i}} \quad (\text{fórmula 4})$$

em que todos os termos são previamente definidos, exceção feita a  $P_i$ , qual seja, a probabilidade de escolha do serviço considerado de um conjunto  $C$  de serviços ofertados.

É importante destacar que é necessário identificar as variáveis relevantes e outras possíveis influências na hora da escolha. Uma vez identificadas todas as variáveis, deve-se proceder especificando como essas variáveis explanatórias combinam-se para influenciar na decisão. Isto é, o pesquisador deve especificar uma decisão heurística ou regra de combinação (mais genericamente a Função Utilidade) que é formalmente a expressão de relacionamento entre as variáveis explanatórias e o comportamento de escolha. Pode-se, assim, expressar o relacionamento entre o componente sistemático e o explanatório como linear (SENNA, 2014).

Uma propriedade relevante dos modelos de escolha estocásticos, que é o caso do Logit Multinomial, é a Independência das Alternativas Irrelevantes (IIA). Na prática, em uma amostra de 100 consumidores, onde 80 escolhem a marca A e 20 escolhem a marca B, espera-se a mesma desigualdade de escolha (isto é,  $80/20=4$ ) se os mesmos escolhessem entre as marcas A, B e C (ou seja, 60%, 15% e 25%).

Algumas formas podem ser utilizadas de forma a ajustar o modelo proposto, tais como: Mínimos Quadrados mais Busca Direta; Linearização Aproximada; e Máxima Verossimilhança. Este último é o mais comumente utilizado.

De acordo com Senna (20140), o ajuste por máxima verossimilhança tem por objetivo obter, a partir de uma amostra, estimativas de parâmetros estatísticos, assegurando :

- a) **Consistência**, ou seja, à medida que o tamanho da amostra aumenta, o ajuste converge estocasticamente para os valores finais do parâmetro;
- b) **Assintoticamente eficiente**, ou seja, à medida que aumenta o tamanho da amostra, a variância dos parâmetros estimados tende aos seus valores mínimos;
- c) **Aproximação pela Normal**, isto é, à medida que o tamanho da amostra cresce a distribuição dos valores de cada parâmetro ajustado tende a uma Normal.

### 5.3 MODELO LOGIT BINOMIAL

Para o caso particular onde existem duas alternativas a serem escolhidas o Modelo Logit Multinomial pode ser transformado em um Modelo Logit Binário. A transformação linear que viabiliza esse modelo é apresentada em Bem-Akiva e Lerman (1985). Neste caso, a probabilidade de um indivíduo escolher a alternativa i pode ser expressa como:

$$P_i = \frac{1}{1 + (U_j - U_i)} \quad (\text{fórmula 5})$$

Se for assumido que os atributos relacionados a  $U_i$  e  $U_j$  são conhecidos, bem como as proporções de escolha de cada alternativa, pode-se estimar os parâmetros da função utilidade através de regressão linear:

$$\frac{1}{P_i} = 1 + e^{(U_j - U_i)} \quad (\text{fórmula 6})$$

Onde

$$U_j - U_i = \ln \left( \frac{1}{P_i} - 1 \right) \quad (\text{fórmula 7})$$

Na prática, a parte esquerda da equação acima age na regressão como uma variável independente e a parte direita como uma variável dependente. O  $P_i$  pode também ser interpretado como a porção de mercado (ou Market share) do serviço  $i$ .

Este modelo foi utilizado para o estudo em questão e seus resultados serão apresentados nos próximos capítulos. A descrição das variações do método também está descrita a seguir.

#### 5.4 INSERÇÃO DE VARIÁVEIS *DUMMY*

Na análise de regressão, a variável dependente pode ser influenciada por variáveis quantitativas e qualitativas. As variáveis quantitativas são facilmente mensuradas em alguma escala, o que não ocorre com as variáveis qualitativas, uma vez que essas indicam a presença ou ausência de uma qualidade ou atributo (HARDY, 1993).

Dessa forma, um método para quantificar esses atributos é construir variáveis artificiais que assumam valores de 0 ou 1 (indicando ausência ou presença do atributo) que são conhecidas na literatura como “variáveis *dummy*”. Observa-se que a atribuição de valores é puramente arbitrária, exigindo cuidado quando da interpretação dos resultados. A introdução dessas variáveis torna o modelo de regressão uma ferramenta mais flexível, capaz de lidar com muitos problemas encontrados. Do ponto de vista econômico, as variáveis dicotômicas *dummy* são introduzidas no modelo para representar os efeitos diferenciais produzidos pelo comportamento dos agentes devido, principalmente, a diferentes causas, dentre as quais se destacam as de tipo temporal (estacionários, etc.), de caráter espacial (estado, país, etc.) ou de caráter puramente qualitativo (sexo, características pessoais, etc.) (HARDY, 1993).

Como será visto posteriormente, esse tipo de variável foi utilizada no presente trabalho. Os resultados obtidos da utilização serão analisados nos próximos capítulos.

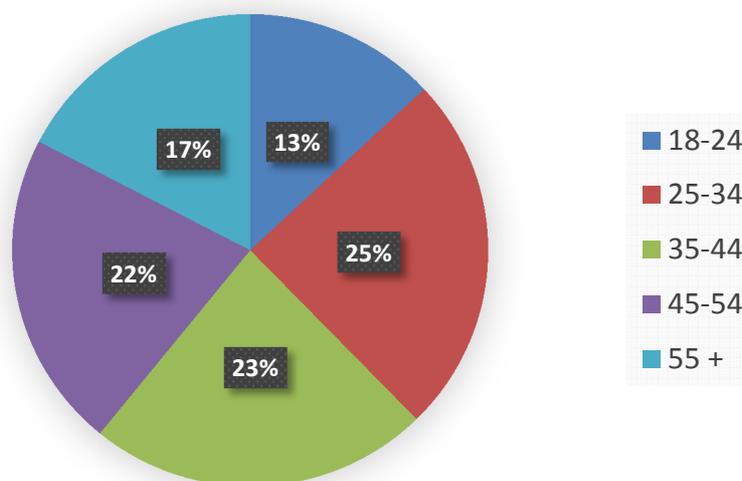
## 6 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO E RESULTADOS

A aplicação do questionário, como mencionado anteriormente, foi realizada através de entrevistas face-a-face na Garagem Ladeira, localizada na Rua General Câmara, nos dias 4 e 15 de setembro de 2015. O Anexo A mostra o questionário em questão.

### 6.1 ANÁLISE DA CARACTERÍSTICA DOS ENTREVISTADOS

Quanto a idade, pode-se perceber uma amostra bem distribuída. A maior parte dos entrevistados, no entanto, encontra-se na faixa etária intermediária, dos 25 aos 55 anos. A figura 15 ilustra essa distribuição.

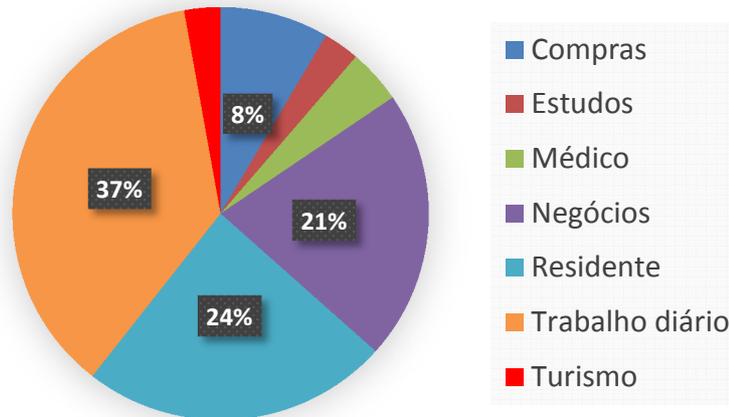
Figura 15 – Distribuição da faixa etária



(fonte: elaborado pelo autor)

O motivo da viagem ao centro se concentrou basicamente em três atividades, sendo uma delas a presença de moradores e as outras duas relacionadas a negócios e trabalhos diários. A escolha do local onde a pesquisa foi realizada pode mascarar a realidade desses números, variando de acordo com as dependências localizadas nas proximidades da garagem ou do ponto de abordagem dos participantes. A Figura 16 demonstra essa distribuição.

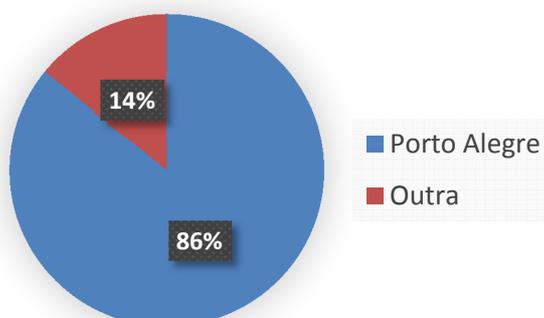
Figura 16 – Distribuição dos motivos de viagem



(fonte: elaborado pelo autor)

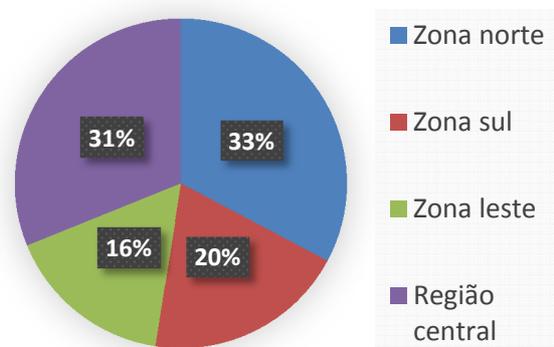
Relativamente à origem das viagens, pode-se perceber um predomínio dos entrevistados vindos de Porto Alegre, com baixa predominância de outras cidades. Dos questionados, ainda procurou-se identificar de qual região era originada a viagem. Como consequência do grande número de residentes na amostra, também foi observado um grande número de pessoas que saíam e voltavam ao centro. Junto à região central, a que apresentou maior número de viagens foi a zona norte da capital, com cerca de 33% de representatividade. As Figuras 17 e 18 apresentam essas distribuições.

Figura 17 – Distribuição da cidade origem da viagem



(fonte: elaborado pelo autor)

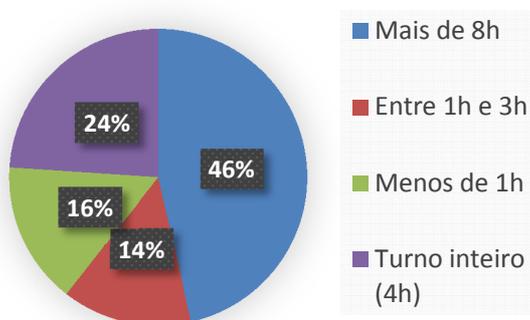
Figura 18 – Distribuição da zona de origem da viagem



(fonte: elaborado pelo autor)

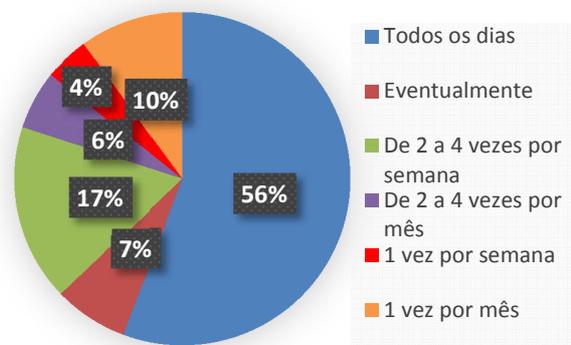
Analisando os dados referentes ao tempo de permanência dos entrevistados e à frequência da visita ao centro, é possível perceber uma correlação com o motivo das viagens. Como ilustrado anteriormente na Figura 16, a maior parte dos entrevistados ia ao centro por motivos de trabalho diário. As Figuras 19 e 20 corroboram com essa afirmação, mostrando que a maior parte dos entrevistados permanecia no centro durante todo o turno e frequentava diariamente a região.

Figura 19 – Tempo de permanência no centro



(fonte: elaborado pelo autor)

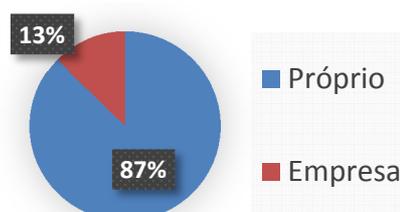
Figura 20 – Distribuição da zona de origem da viagem



(fonte: elaborado pelo autor)

Um dos dados mais relevantes e que, como demonstrado no item 6.2.2, trouxe algumas variações ao modelo de preferência declarada adotado foi em relação à propriedade do veículo. Por algumas vezes os respondentes não eram donos dos veículos e suas respostas sobre a possibilidade do pagamento do pedágio diferiam muito dos que eram proprietários. A Figura 21 mostra, portanto, a distribuição desse dado.

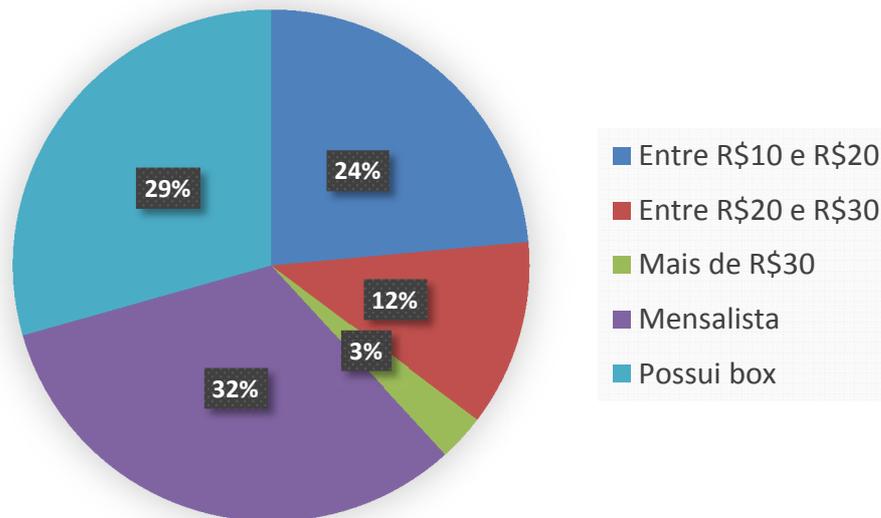
Figura 21 – Propriedade do carro



(fonte: elaborado pelo autor)

Outro dado que é reflexo do alto número de residentes entrevistados é o quanto os usuários pagavam em média no estacionamento escolhido para as entrevistas. Apesar de mais de 50% da amostra ser mensalista ou possuir box, a outra parcela desprende altos investimentos para o pouco tempo de permanência no centro. A Figura 22 representa essa distribuição.

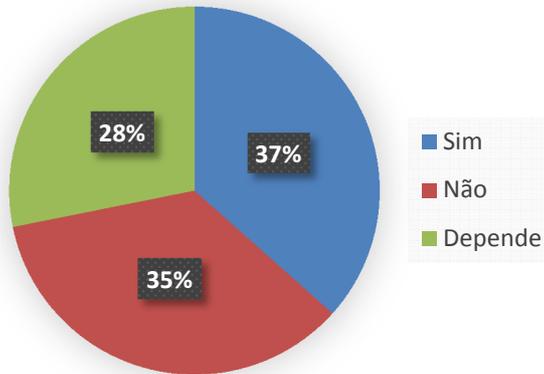
Figura 22 – Pagamento médio em estacionamento



(fonte: elaborado pelo autor)

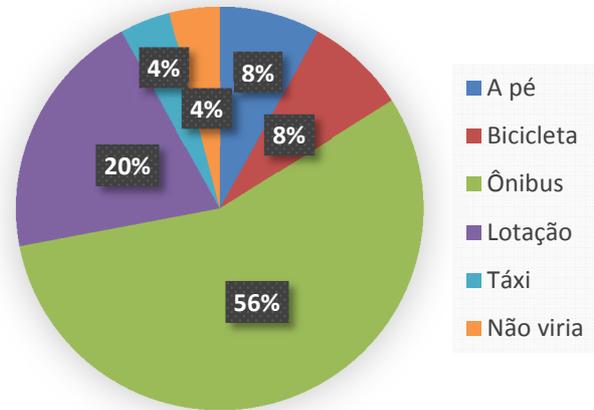
Finalizando, a amostra foi caracterizada pela disposição dos entrevistados em arcar com os custos de um pedágio urbano na região do centro. Como pode ser percebido na Figura 23, a distribuição de respostas mostrou-se equilibrada, com uma leve predominância de pessoas dispostas a pagar o pedágio independente dos benefícios. Ainda eram oferecidas as opções de “não pagamento” e “depende do valor”. Caso o respondente negasse o pagamento, seria direcionado a pergunta de como ele iria, então, acessar o centro da cidade. As respostas estão discriminadas na Figura 24.

Figura 23 – Disposição ao pagamento do pedágio



(fonte: elaborado pelo autor)

Figura 24 – Modal escolhido para vir ao centro em caso de não aceitar pagar o pedágio



(fonte: elaborado pelo autor)

Dado isso, foi aplicada a pesquisa de preferência declarada aos respondentes que optariam pelo pagamento do pedágio (dependendo ou não do valor).

## 6.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a utilização da regressão linear para caracterizar a utilidade destacada nos capítulos anteriores, foram feitas duas análises distintas com a inserção de variáveis diferentes. A escala utilizada para resposta representa a probabilidade de escolha para serem usadas em um modelo de regressão linear. A resposta para cada cartão apresentava cinco alternativas:

- a) nota 1 = valor probabilístico de 10%;
- b) nota 2 = valor probabilístico de 25%;
- c) nota 3 = valor probabilístico de 50%;
- d) nota 4 = valor probabilístico de 75%;
- e) nota 5 = valor probabilístico de 90%.

### 6.2.1 Hipótese da não inserção de variável *dummy*

No primeiro caso, foi considerada apenas a resposta dos cartões pelos indivíduos, independente de outra característica que a amostra pudesse apresentar. A Figura 25 abaixo representa os parâmetros encontrados.

Figura 25 – Parâmetros regressão sem variável *dummy*

<i>Estadística de regressão</i>	
R múltiplo	0,512156089
R-Quadrado	26%
R-quadrado ajustad	26%
Erro padrão	1,616826224
Observações	414

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	2	3,82E+02	1,91E+02	7,31E+01	7,06E-28
Resíduo	411	1,07E+03	2,61E+00		
Total	413	1,46E+03			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Interseção	-0,53	0,23	-2,34	0,02	-0,98	-0,08	-0,98	-0,08
delta \$\$	-0,14	0,02	-8,87	0,00	-0,17	-0,11	-0,17	-0,11
delta t	-0,11	0,01	-8,21	0,00	-0,13	-0,08	-0,13	-0,08

(fonte: elaborado pelo autor)

Como pode ser percebido, essa situação apresentou coeficientes para função utilidade negativos. Além disso, o F de significação apresentou valor menor que 0,05, comprovando que há pelo menos uma variável do modelo que está associada à aceitação do pedágio. Os valores-P, responsáveis por demonstrar evidência estatística da relação entre o preço e o tempo, também apresentaram valores menores que 0,05, mostrando a relação dessas duas variáveis para explicar aceitação do modelo. Um dos parâmetros que mais se diferenciou nas duas situações propostas foi o de R-Quadrado ajustado, responsável por explicar o quanto da variabilidade de aceitação do pedágio pode ser explicada pelas variáveis escolhidas (no caso, preço e tempo). Para a situação presente, esse valor foi de 26%. Dado isso, os valores das probabilidades de aceitação da implantação do pedágio foram calculados para as alternativas de preço e tempo de congestionamento propostas no questionário, e estão destacados na Figura 26 a seguir.

Figura 26 – Probabilidade de aceitação do pedágio sem variável *dummy*

Tarifa	Tempo	Aceitação
R\$ 3,00	0 min	76,3%
R\$ 8,00	0 min	61,1%
R\$ 15,00	0 min	36,6%
R\$ 3,00	8 min	57,9%
R\$ 8,00	8 min	40,2%
R\$ 15,00	8 min	19,8%
R\$ 3,00	15 min	39,5%
R\$ 8,00	15 min	24,2%
R\$ 15,00	15 min	10,5%

(fonte: elaborado pelo autor)

Dado isso, elaborou-se um cenário de geração de receita tomando-se como base a aceitação do pedágio e o fluxo atual de entrada de veículos na região, que foi destacado no item 4.3. Alguns pressupostos foram adotados para a criação desses cenários:

- a) o número de ônibus que acessam a região do centro diariamente é de 30.000 veículos, sendo esses desconsiderados;
- b) o tráfego total de veículos que acessam o centro, segundo os dados fornecidos pela EPTC, é de 183.393 veículos. Desses, foram desconsiderados os 30.000 ônibus destacados acima;
- c) residentes da região afetada pelo pedágio teriam um desconto de 90% sobre o valor cobrado;
- d) considerou-se o mesmo percentual de aceitação tanto para residentes como para outros usuários;
- e) o número de veículos de residentes da região foi estimado usando-se o número de veículos por pessoa da capital, totalizando 23.303 veículos. Para tal, usou-se informações do IBGE e do DENATRAN a respeito de tais números;
- f) considera-se como atuante o pedágio no horário das 7h às 20h, somente durante os dias da semana.

A Figura 27 representa os valores de receita mensal e anual, bem como a redução do tráfego, das diferentes possibilidades de valores de pedágio e tempos de congestionamento apresentadas.

Figura 27 – Receitas sem variável dummy

Valor pedágio	Tempo	Aceitação do pedágio	Tráfego atual de veículos	Tráfego reduzido	Receita Mensal	Receita anual
R\$ 3,00	0 min	76,30%	153.393	117.032	R\$ 6.668.004,37	<b>R\$ 80.016.052,45</b>
R\$ 3,00	8 min	57,87%	153.393	88.761	R\$ 5.057.280,60	<b>R\$ 60.687.367,24</b>
R\$ 3,00	15 min	39,46%	153.393	60.530	R\$ 3.448.789,06	<b>R\$ 41.385.468,67</b>
R\$ 8,00	0 min	61,13%	153.393	93.764	R\$ 14.246.089,38	<b>R\$ 170.953.072,52</b>
R\$ 8,00	8 min	40,15%	153.393	61.593	R\$ 9.358.253,49	<b>R\$ 112.299.041,94</b>
R\$ 8,00	15 min	24,15%	153.393	37.050	R\$ 5.629.220,78	<b>R\$ 67.550.649,41</b>
R\$ 15,00	0 min	36,58%	153.393	56.114	R\$ 15.985.756,20	<b>R\$ 191.829.074,43</b>
R\$ 15,00	8 min	19,75%	153.393	30.298	R\$ 8.631.253,03	<b>R\$ 103.575.036,37</b>
R\$ 15,00	15 min	10,46%	153.393	16.045	R\$ 4.570.974,07	<b>R\$ 54.851.688,89</b>

(fonte: elaborado pelo autor)

O cálculo da primeira linha da tabela será explicitado abaixo:

- Com os valores de aceitação calculados a partir das técnicas estatísticas descritas nesse trabalho foram calculadas as reduções de tráfego a partir da relação  $\% \text{ Redução} = 1 - \% \text{ Aceitação}$ ;
- A partir do valor de redução multiplicou-se o tráfego atual de veículos pelo  $\% \text{ Redução}$ , resultando no possível tráfego após a adoção do sistema;
- Com os valores de tráfego reduzido, multiplicou-se esses números pelo valor da tarifa cobrada para obter-se a receita mensal (considerando 22 dias úteis por mês);
- Multiplicou-se a receita mensal pelos 12 meses do ano para estimar a receita anual.

A Figura 28 abaixo traz um quadro resumo das reduções de tráfego e geração de receita.

Figura 28 – Reduções e receitas sem variável dummy

Valor pedágio	Tempo	Receita anual	Redução do tráfego
R\$ 3,00	0 min	<b>R\$ 80.016.052,45</b>	23,70%
R\$ 3,00	8 min	<b>R\$ 60.687.367,24</b>	42,13%
R\$ 3,00	15 min	<b>R\$ 41.385.468,67</b>	60,54%
R\$ 8,00	0 min	<b>R\$ 170.953.072,52</b>	38,87%
R\$ 8,00	8 min	<b>R\$ 112.299.041,94</b>	59,85%
R\$ 8,00	15 min	<b>R\$ 67.550.649,41</b>	75,85%
R\$ 15,00	0 min	<b>R\$ 191.829.074,43</b>	63,42%
R\$ 15,00	8 min	<b>R\$ 103.575.036,37</b>	80,25%
R\$ 15,00	15 min	<b>R\$ 54.851.688,89</b>	89,54%

(fonte: elaborado pelo autor)

## 6.2.2 Hipótese da inserção de variável *dummy*

Para a segunda hipótese adotada, uma das variáveis de pesquisa foi adicionada à técnica de regressão linear utilizada. Essa variável era responsável por identificar se o automóvel era de propriedade particular ou se era um veículo da empresa. Para tal, transformou-se essa resposta em uma variável *dummy* adicionada ao método, identificando binariamente a possibilidade de cada respondente. A Figura 29 abaixo representa os parâmetros encontrados para tal situação.

Figura 29 – Parâmetros da regressão linear com variável *dummy*

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,64052341
R-Quadrado	41%
R-quadrado ajustado	41%
Erro padrão	1,447371758
Observações	414

ANOVA					
	gl	SQ	MQ	F	F de significação
Regressão	3	597,53	199,18	95,08	1,0024E-46
Resíduo	410	858,90	2,09		
Total	413	1456,43			

	Coefficientes	Erro padrão	Stat t	valor-P	95% inferiores	95% superiores	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Interseção	1,332	0,274	4,866	0,000	0,794	1,871	0,794	1,871
delta \$\$	-0,143	0,014	-9,912	0,000	-0,172	-0,115	-0,172	-0,115
delta t	-0,106	0,012	-9,172	0,000	-0,129	-0,084	-0,129	-0,084
dummy	-2,142	0,211	-10,143	0,000	-2,558	-1,727	-2,558	-1,727

(fonte: elaborado pelo autor)

Diferente da primeira hipótese, a atual apresenta coeficientes negativos para as variáveis dependentes e positivo para o ponto de interseção, o que já modifica bastante a equação de utilidade. O valor F de significação também apresentou valor menor que 0,05, comprovando que há pelo menos uma variável do modelo que está associada à aceitação do pedágio. Os valores-P também mostraram a relação dessas duas variáveis para explicar aceitação do modelo. O valor do R-quadrado ajustado foi o que sofreu maior alteração, mostrando que a variabilidade de aceitação do pedágio aumentou com a inserção da variável *dummy*. O valor desse parâmetro passou de 26% para 41%.

Dado isso, os valores das probabilidades de aceitação da implantação do pedágio foram calculados para as alternativas de preço e tempo de congestionamento propostas no questionário, desta vez com a variável *dummy* que incorporava a propriedade do veículo, e estão destacados na Figura 30 a seguir.

Figura 30 – Probabilidade de aceitação do pedágio com a variável *dummy*

Valor	Tempo	Aceitação
R\$ 3,00	0 min	95,4%
R\$ 3,00	8 min	89,8%
R\$ 3,00	15 min	80,8%
R\$ 8,00	0 min	91,0%
R\$ 8,00	8 min	81,2%
R\$ 8,00	15 min	67,2%
R\$ 15,00	0 min	78,8%
R\$ 15,00	8 min	61,3%
R\$ 15,00	15 min	42,9%

(fonte: elaborado pelo autor)

Com isso, foi elaborado outro cenário de geração de receitas. A Figura 31 representa os valores de receita mensal e anual, bem como a redução do tráfego, das diferentes possibilidades de valores de pedágio e tempos de congestionamento apresentadas, desta vez considerando a inclusão da variável *dummy*.

Figura 31 – Receitas com variável *dummy*

Valor pedágio	Tempo	Aceitação do pedágio	Tráfego atual de veículos	Tráfego reduzido	Receita Mensal	Receita anual
R\$ 3,00	0 min	95,40%	153.393	146.336	R\$ 8.337.642,69	<b>R\$ 100.051.712,24</b>
R\$ 3,00	8 min	89,84%	153.393	137.816	R\$ 7.852.228,30	<b>R\$ 94.226.739,59</b>
R\$ 3,00	15 min	80,77%	153.393	123.890	R\$ 7.058.767,95	<b>R\$ 84.705.215,37</b>
R\$ 8,00	0 min	91,02%	153.393	139.611	R\$ 21.212.015,23	<b>R\$ 254.544.182,81</b>
R\$ 8,00	8 min	81,21%	153.393	124.573	R\$ 18.927.145,22	<b>R\$ 227.125.742,69</b>
R\$ 8,00	15 min	67,23%	153.393	103.126	R\$ 15.668.519,45	<b>R\$ 188.022.233,42</b>
R\$ 15,00	0 min	78,80%	153.393	120.868	R\$ 34.432.814,60	<b>R\$ 413.193.775,22</b>
R\$ 15,00	8 min	61,32%	153.393	94.068	R\$ 26.798.122,80	<b>R\$ 321.577.473,58</b>
R\$ 15,00	15 min	42,94%	153.393	65.869	R\$ 18.764.869,07	<b>R\$ 225.178.428,81</b>

(fonte: elaborado pelo autor)

O cálculo da primeira linha da tabela será explicitado abaixo:

- Com os valores de aceitação calculados a partir das técnicas estatísticas descritas nesse trabalho foram calculadas as reduções de tráfego a partir da relação  $\% \text{ Redução} = 1 - \% \text{ Aceitação}$ ;
- A partir do valor de redução multiplicou-se o tráfego atual de veículos pelo  $\% \text{ Redução}$ , resultando no possível tráfego após a adoção do sistema;
- Com os valores de tráfego reduzido, multiplicou-se esses números pelo valor da tarifa cobrada para obter-se a receita mensal (considerando 22 dias úteis por mês);

- d) Multiplicou-se a receita mensal pelos 12 meses do ano para estimar a receita anual.

A Figura 32 abaixo traz um quadro resumo das reduções de tráfego e geração de receita.

Figura 32 – Reduções e receitas com a variável *dummy*

Valor pedágio	Tempo	Receita anual	Redução do tráfego
R\$ 3,00	0 min	R\$ 100.051.712,24	4,60%
R\$ 3,00	8 min	R\$ 94.226.739,59	10,16%
R\$ 3,00	15 min	R\$ 84.705.215,37	19,23%
R\$ 8,00	0 min	R\$ 254.544.182,81	8,98%
R\$ 8,00	8 min	R\$ 227.125.742,69	18,79%
R\$ 8,00	15 min	R\$ 188.022.233,42	32,77%
R\$ 15,00	0 min	R\$ 413.193.775,22	21,20%
R\$ 15,00	8 min	R\$ 321.577.473,58	38,68%
R\$ 15,00	15 min	R\$ 225.178.428,81	57,06%

(fonte: elaborado pelo autor)

## 7 CONCLUSÕES

Após a coleta de dados e elaboração das planilhas, foi possível desenhar conclusões referentes aos cenários propostos. Essas percepções serão divididas entre conclusões referentes à redução de tráfego e de geração de receita.

### 7.1 REDUÇÃO DE TRÁFEGO

Um dos maiores e principais motivos da inserção de políticas de pedágio urbano é o de redução de tráfego. Como descrito nos capítulos iniciais, cidades europeias adotaram com algum sucesso essa medida em busca de tal objetivo, não deixando de lado objetivos paralelos como geração de receita ou redução da emissão de gases.

No presente estudo foram apresentados, no total, 18 cenários de redução de tráfego. Todos variavam dependendo da aceitação dos questionados frente à hipotética situação de adoção do sistema no centro da cidade, sendo essa aceitação utilizada para a criação dos cenários de redução. Como demonstrado anteriormente, as opções de tarifa e tempo de congestionamento na cidade variaram e formaram 9 combinações diferentes. Essas 9 combinações estavam presentes em dois diferentes grupos:

- a) **Grupo 1:** cenários que não contavam com a variável referente à propriedade do veículo;
- b) **Grupo 2:** cenários que contavam com a variável referente à propriedade do veículo.

A respeito do Grupo 1, como era de se esperar, a possível redução mais impactante se deu frente ao cenário em que a tarifa custava R\$15,00 e havia uma redução de apenas 5 minutos no tempo padrão de congestionamento (estabelecido em hipotéticos 20 minutos). Tal medida resultaria em uma redução de 89,5% dos veículos ingressando na região, passando de 153 mil veículos diários para cerca de 16 mil. Por outro lado, quando se analisou o Grupo 2, a maior redução ficaria próxima dos 57%, obtendo-se um volume diário de cerca de 66 mil veículos. Isso comprova que a aceitação ao pedágio é muito maior, para as mesmas tarifas e tempos de congestionamento, quando se leva em consideração a propriedade do veículo.

As menores reduções se deram, em ambos os grupos, nos casos em que a tarifa custaria R\$3,00 e não haveria congestionamento na região. Para o Grupo 1, essa redução ficou em torno de 23,7%, resultando em um tráfego diário de 117 mil veículos. Já o Grupo 2 apresenta redução mínima muito menor: 4,6%. Com isso, o número de veículos que acessariam a região diariamente seria de aproximadamente 146 mil. Também é possível notar a grande diferença de reduções perante às propriedades adotadas para identificar cada grupo.

Com isso, é possível estimar os valores das tarifas a partir da determinação de um tráfego desejado na região. A Figura 33 apresenta, em ordem decrescente, as reduções para as diferentes combinações de tarifa/tempo do Grupo 1.

Figura 33 – Reduções para o Grupo 1

Valor pedágio	Tempo de congestionamento na região	Redução	Tráfego na região	GRUPO
R\$ 15,00	15 min	89,5%	16.045	1
R\$ 15,00	8 min	80,2%	30.298	1
R\$ 8,00	15 min	75,8%	37.050	1
R\$ 15,00	0 min	63,4%	56.114	1
R\$ 3,00	15 min	60,5%	60.530	1
R\$ 8,00	8 min	59,8%	61.593	1
R\$ 3,00	8 min	42,1%	88.761	1
R\$ 8,00	0 min	38,9%	93.764	1
R\$ 3,00	0 min	23,7%	117.032	1

(fonte: elaborado pelo autor)

Tendo isso, é possível aplicar um exemplo. Caso seja desejado um tráfego diário de cerca de 60 mil veículos seria possível adotar duas opções dentre as propostas: tarifa de R\$3,00, com 15 minutos de congestionamento ou tarifa de R\$8,00, com 8 minutos de congestionamento. Ambas opções teriam aceitação semelhante frente ao sistema.

As reduções para diferentes combinações também foram feitas para o Grupo 2. A Figura 34 apresenta esses valores.

Figura 34 – Reduções para o Grupo 2

Valor pedágio	Tempo de congestionamento na região	Redução	Tráfego na região	GRUPO
R\$ 15,00	15 min	57,1%	65.869	2
R\$ 15,00	8 min	38,7%	94.068	2
R\$ 8,00	15 min	32,8%	103.126	2
R\$ 15,00	0 min	21,2%	120.868	2
R\$ 3,00	15 min	19,2%	123.890	2
R\$ 8,00	8 min	18,8%	124.573	2
R\$ 3,00	8 min	10,2%	137.816	2
R\$ 8,00	0 min	9,0%	139.611	2
R\$ 3,00	0 min	4,6%	146.336	2

(fonte: elaborado pelo autor)

É perceptível uma maior aceitação ao sistema e, portanto, menores reduções de tráfego para o caso do Grupo 2. Para exemplificar, duas alternativas seriam aceitáveis, estimando-se um tráfego próximo de 100 mil veículos diários: tarifa de R\$15,00 com 8 minutos de congestionamento ou tarifa de R\$8,00 com 15 minutos de congestionamento. Essa aceitação, e consequente menor redução do tráfego, está diretamente relacionada com o fato de que a maior parte dos entrevistados que não eram proprietários do veículo (carro da empresa) aceitava pagar qualquer valor de pedágio independentemente do valor cobrado.

## 7.2 GERAÇÃO DE RECEITA

Assim como redução de tráfego, a geração de receitas é uma característica muito forte nos casos de estudo para inserção de pedágios urbanos. Cidades como Londres adotaram o sistema com ambos objetivos, sendo definido claramente onde seria investida a arrecadação gerada pelo sistema.

Para o estudo em questão, separou-se novamente nos mesmos Grupos 1 e 2 descritos no item 7.1. Desta vez, levou-se em consideração apenas a receita gerada pelo sistema.

A respeito do Grupo 1, é possível perceber que as duas maiores receitas seriam geradas para o caso de não haver congestionamento na região central e com as tarifas de R\$15,00 e R\$8,00, respectivamente. Esses valores gerariam em torno de R\$180 milhões ao ano. Já as menores receitas seriam geradas para o caso dos maiores tempos de congestionamento sugeridos (15 minutos) e com as tarifas de R\$3,00 e R\$15,00. Esse valor geraria uma receita em torno de R\$50 milhões ao ano. A Figura 35 ilustra essa geração de receitas.

Figura 35 – Receitas para o Grupo 1

<b>Valor pedágio</b>	<b>Tempo de congestionamento</b>	<b>Receita anual</b>
R\$ 15,00	0 min	<b>R\$ 191.829.074,43</b>
R\$ 8,00	0 min	<b>R\$ 170.953.072,52</b>
R\$ 8,00	8 min	<b>R\$ 112.299.041,94</b>
R\$ 15,00	8 min	<b>R\$ 103.575.036,37</b>
R\$ 3,00	0 min	<b>R\$ 80.016.052,45</b>
R\$ 8,00	15 min	<b>R\$ 67.550.649,41</b>
R\$ 3,00	8 min	<b>R\$ 60.687.367,24</b>
R\$ 15,00	15 min	<b>R\$ 54.851.688,89</b>
R\$ 3,00	15 min	<b>R\$ 41.385.468,67</b>

(fonte: elaborado pelo autor)

É possível perceber que as maiores receitas nem sempre estão atreladas aos maiores valores. Isso deve-se ao fato de a aceitação ao pedágio variar com as variações de preço/tempo. O item 7.2 já havia mencionado essa variação.

O caso do Grupo 2 é um pouco diferente. Por se tratar do grupo que apresentou maior aceitação ao pedágio, as receitas foram muito maiores do que as do Grupo 1. Além disso, as duas maiores receitas estão atreladas aos maiores valores de tarifa. Para uma tarifa de R\$15,00 e nenhum congestionamento, as receitas ultrapassariam os R\$400 milhões anuais. Para o mesmo valor e assumindo 8 minutos de congestionamento, a receita chegaria a R\$320 milhões. Já as menores receitas estão ambas ligadas ao menor valor de tarifa proposta, gerando em torno de R\$90 milhões ao ano. A Figura 36 ilustra as receitas para o Grupo 2.

Figura 36 – Receitas para o Grupo 2

<b>Valor pedágio</b>	<b>Tempo de congestionamento</b>	<b>Receita anual</b>
R\$ 15,00	0 min	<b>R\$ 413.193.775,22</b>
R\$ 15,00	8 min	<b>R\$ 321.577.473,58</b>
R\$ 8,00	0 min	<b>R\$ 254.544.182,81</b>
R\$ 8,00	8 min	<b>R\$ 227.125.742,69</b>
R\$ 15,00	15 min	<b>R\$ 225.178.428,81</b>
R\$ 8,00	15 min	<b>R\$ 188.022.233,42</b>
R\$ 3,00	0 min	<b>R\$ 100.051.712,24</b>
R\$ 3,00	8 min	<b>R\$ 94.226.739,59</b>
R\$ 3,00	15 min	<b>R\$ 84.705.215,37</b>

(fonte: elaborado pelo autor)

Nesse caso, as menores receitas estavam todas atreladas aos menores valores. Isso é reflexo de tamanha aceitação desse grupo frente à possibilidade de implantação do pedágio. A variável relativa à propriedade do veículo trouxe significativas mudanças aos resultados alcançados se comparados aos valores obtidos quando essa variável não era considerada.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto neste trabalho, o aumento constante da frota veicular nas cidades vem fazendo o espaço viário tornar-se cada vez mais escasso, causando aumento nos tempos de congestionamento e refletindo em diversas esferas da sociedade e ambiente. As medidas tomadas para gerir tamanha demanda por espaço têm se revelado muitas vezes ineficientes, visto que a saturação das vias e consequente ampliação dessas só encorajam ainda mais o uso do veículo particular. A melhoria do transporte público é vista como solução para esse tipo de problema, porém sozinha não se mostra suficiente, já que ainda há estímulos para o uso de carros particulares. É nesse sentido que políticas de desestímulo, como a implantação de pedágios urbanos, podem se tornar eficientes para a gestão do tráfego em determinadas regiões da cidade.

O pedágio urbano, ou taxa de congestionamento, é uma medida que deve ser analisada e implantada com cuidado. Como visto anteriormente, muitas cidades adotaram o sistema com sucesso nos objetivos propostos. Porém, esse tipo de política ainda pode ser visto como medida que traz desigualdade perante às diferentes classes da sociedade. É preciso alocar as receitas provenientes do sistema de forma a equilibrar a possível substituição do tráfego de veículos pelo de transportes que não dependam de carro. Melhorias no transporte coletivo, investimento em ciclovias e melhorias no espaço público em geral mostraram-se poderosas ferramentas para aumentar a aceitação do sistema perante à sociedade.

É importante ressaltar que o pedágio urbano é uma solução extremamente impopular à primeira vista. A população não vê vantagens em pagar por um espaço que anteriormente sempre foi gratuito. Portanto, é imprescindível que os responsáveis por tal sistema apresentem os benefícios que poderiam ser alcançados, oferecendo opções de transporte coletivo eficientes e confiáveis. O sucesso desse tipo de sistema está altamente relacionado ao benefício percebido pelo usuário.

A pesquisa realizada com os motoristas na região central apresentou resultados plausíveis. Quanto mais caro o pedágio e menor o benefício de ganho de tempo, maior seria a rejeição ao sistema. Esse resultado manteve-se para os dois grupos de análise (ver item 7.1), mas teve sua aceitação aumentada significativamente no Grupo 2. Isso deve-se ao fato de que a maioria das

pessoas que circulavam com veículos da empresa não se importavam em pagar as tarifas referentes ao pedágio.

A redução de tráfego mostrou-se possível mediante à adoção do sistema na região. Comparando com o modelo adotado em Londres, onde a redução de veículos atingiu picos de 30%, a região apresentaria tal redução para tarifas entre R\$3,00 e R\$8,00.

Quanto à geração de receita, foi possível perceber que o sistema pode se tornar rentável a longo prazo. Visto que o presente trabalho não estudou os custos de implantação do pedágio, fica difícil concluir qual seria a viabilidade de tal medida, sobretudo pelo fato da análise do efeito da implantação ser muito limitada, não abrangendo todos os benefícios/males que esse tipo de sistema pode causar.

A pesquisa não teve pretensão de solucionar os problemas de congestionamento da região do centro de Porto Alegre, limitando-se a avaliar a sensibilidade dos motoristas da região quanto à precificação do uso das vias públicas. Uma limitação do trabalho se deu justamente pela dimensão do centro de Porto Alegre frente à cidade, visto que é sabido que a região não apresenta os piores tempos de congestionamento do município. Além disso, a peculiaridade do centro de Porto Alegre não estar localizado geograficamente no centro também deve ser levada em consideração, visto que há regiões muito mais críticas para se fazer esse tipo de avaliação, porém com necessidade de um estudo mais abrangente.

Este trabalho, portanto, teve como objetivo identificar e sugerir como um estudo de implantação de um sistema de pedágio urbano poderia ser realizado. Uma avaliação mais profunda acerca dos impactos sociais e uma análise econômica mais ampla seriam de extrema relevância para complementação deste estudo. Apesar disso, foi possível perceber que a sensibilidade da população frente a um cenário de implantação de pedágio urbano é alta, podendo reduzir de forma drástica índices de congestionamento e aumentar a demanda por um transporte público eficiente.

## REFERÊNCIAS

- BANISTER, D. Critical pragmatism and congestion charging in London. **International Social Science Journal**, [S.l.], v. 55, n. 2, p.174-174, june 2003.
- BEN-AKIVA, M.; LERMAN, S. R. **Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand**. 1. ed. Massachusetts: The MIT Press, 1985.
- BÖRJESSON, M., et al. The Stockholm congestion charges — 5 years on. Effects, acceptability and lessons learnt. **Transport Policy**, [S.l.], v. 20, p.1-12, mar. 2012.
- BRINCO, R. **Pedágio urbano e gerenciamento do tráfego urbano: elementos para análise**. 1 ed. Porto Alegre: FEE, 2014.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Frota por tipo de veículo**. Brasil, 2013. Disponível em: <[http://www.denatran.gov.br/download/frota/FrotaRegUFAnodefabr2013\\_dezembro.zip](http://www.denatran.gov.br/download/frota/FrotaRegUFAnodefabr2013_dezembro.zip)>. Acesso em 09 abr. 2015.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Frota por tipo de veículo**. Brasil, 2014. Disponível em: <[http://www.denatran.gov.br/download/frota/Frota\\_Por\\_UF\\_e\\_Tipo\\_DEZ\\_2014.rar](http://www.denatran.gov.br/download/frota/Frota_Por_UF_e_Tipo_DEZ_2014.rar)>. Acesso em 09 abr. 2015.
- CHRISTAINSEN, G.B. Road Pricing in Singapore after 30 Years. **Cato Journal**, [S.l.], v.26, n. 1, p. 71-88, winter 2006.
- COMUNE DI MILANO. **Area C**. Milão, 2015. Disponível em: <[https://www.comune.milano.it/wps/portal/ist/en/area\\_c](https://www.comune.milano.it/wps/portal/ist/en/area_c)>. Acesso em: 11 jun. 2015.
- ELIASSON, J. Lessons from the Stockholm congestion charging trial. **Transport Policy**, [S.l.], v.15, n. 6, p. 395–404, nov. 2008.
- ELIASSON, J., et al. The Stockholm congestion – charging trial 2006: Overview of effects. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [S.l.], v. 43, n. 3, p. 240-250, mar. 2009.
- ELIASSON, J.; LUNDBERG, M. Road pricing in urban áreas. **VAGVERKET Publikation**, Borlange, 2002:136, p. 1-67, jan. 2003.
- HARDY, M. A. **Regression with Dummy Variables**. Newbury Park: Sage Publications, 1993.
- HENSHER, D. A. Stated preference analysis of travel choices: the state of practice. **Transportation** v.21, n.2, p. 107–133, May 1994.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico**. Porto Alegre, 2010.

- LAND TRANSPORT AUTHORITY. **Electronic Road Pricing (ERP)**. Singapura, 2015. Disponível em: < <http://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en/roads-and-motoring/managing-traffic-and-congestion/electronic-road-pricing-erp.html>>. Acesso em 5 jun. 2015.
- LEAPE, J. The London Congestion Charge. **Journal of Economic Perspectives** v. 20, n. 4, p. 157–176, oct. 2006.
- LITMAN, T. London Congestion Pricing – Implications for other cities. **CESifo DICE Report**, Munique, v.3, n.3, p. 17-21, mar. 2005.
- MANSKI, Charles F. The structure of random utility models. **Theory and Decision**, [s.l.], v. 8, n. 3, p.229-254, jul. 1977.
- MCFADDEN, D. **Conditional logit analysis of qualitative choice behavior**. New York: Frontiers in Econometrics. Academic Press, 1974
- MCFADDEN, D., T. DOMENIC. **A disaggregated Behavioral Model of Urban Travel Demand**. Cambridge, Massachusetts: Charles River Associates Inc. 1972.
- MENON, A.P.G. ERP in Singapore – a perspective one year on. **TEC Magazine**, [S.l.], p. 40-45 fev. 2000.
- \_\_\_\_\_. ERP in Singapore – what’s been learnt from five years of operation? **TEC Magazine**, [S.l.], p. 62-65, fev. 2004.
- OLSZEWSKI, P. Singapore motorisation restraint and its implications on travel behaviour and urban sustainability. **Transportation**, [S.l.], v. 34, n. 3, p. 319-335, mar. 2007.
- OLSZEWSKI, P., XIE, L. Modelling the effects of road pricing on traffic in Singapore. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [S.l.], v. 39, n. 7-9, p. 755-772, ago. 2005.
- ORTÚZAR, J. D., L. G. WILLUNSEN. **Modelling Transport**. 4 ed. England: John Wiley & Sons, 2011.
- ORGANISATION INTERNATIONALE DES CONSTRUCTEURS D’AUTOMOBILES. **Vehicles in use**. Disponível em: <<http://www.oica.net/category/vehicles-in-use/>>. Acesso em: 09 abr. 2015.
- ORME, B. Getting Started with Conjoint Analysis: **Strategies for Product: Design and Pricing Research**. 2. ed. Madison, Wisconsin: Research Publishers LLC, 2010.
- PERCOCO, M. The effect of road pricing on traffic composition: Evidence from a natural experiment in Milan, Italy. **Transport Policy**, [S.l.], v. 31, p. 55-60, jan. 2014.
- PHANG, S., TOH, R.S. From Manual To Electronic Road Congestion Pricing: The Singapore Experience And Experiment. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, [S.l.], v. 33, n 2, p. 97-106, 1997.
- QUDDUS, M.A., et al. The impact of the congestion charge on the retail business in London: An econometric analysis. **Transport Policy**, [S.l.], v. 14, n. 5, p. 433-444, sept. 2007.

ROTARIS, L., et al. The urban road pricing scheme to curb pollution in Milan, Italy: Description, impacts and preliminary cost-benefit analysis assessment. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [S.l], v. 44, n. 5, p. 359-375, jun. 2010.

SANTOS, G., FRASER, G. Road pricing: lessons from London. **Economic Policy**, [S.l], v. 21, n. 46, p.264-310, apr. 2006.

SEIK, F.T. An advanced demand management instrument in urban transport: Electronic road pricing in Singapore. **Cities**, [S.l], v. 17, n. 1, p. 33-45, 2000.

SENNA, L.A.S., **Economia e Planejamento dos Transportes**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Acadêmico, 2014.

SMALL, K.A. Unnoticed Lessons from London: Road Pricing and Public Transit. **Access Magazine**, Califórnia, n.26, p. 10-16. Spring 2005.

TRANSPORT FOR LONDON. **Paying the Congestion Charge**. Londres, 2015. Disponível em: <<https://www.tfl.gov.uk/modes/driving/congestion-charge/paying-the-congestion-charge>>. Acesso em: 15 maio 2015.

\_\_\_\_\_. **Impacts Monitoring - First Annual Report**. Londres, 2003. Disponível em: <<https://tfl.gov.uk/assets/downloads/impacts-monitoring-report1.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

\_\_\_\_\_. **Impacts monitoring - Second Annual Report**. Londres, 2004. Disponível em: <<https://tfl.gov.uk/cdn/static/cms/documents/impacts-monitoring-report-2.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

\_\_\_\_\_. **Impacts monitoring – Fourth Annual Report**. Londres, 2006. Disponível em: <<https://tfl.gov.uk/assets/downloads/fourthannualreportfinal.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

\_\_\_\_\_. **Impacts monitoring – Fifth Annual Report**. Londres, 2007. Disponível em: <<https://tfl.gov.uk/cdn/static/cms/documents/fifth-annual-impacts-monitoring-report-2007-07-07.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

\_\_\_\_\_. **Impacts monitoring – Sixth Annual Report**. Londres, 2008. Disponível em: <<https://www.tfl.gov.uk/cdn/static/cms/documents/central-london-congestion-charging-impacts-monitoring-sixth-annual-report.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2015.

TRANSPORT STYRELSEN. **Congestion taxes in Stockholm and Gothenburg**. Estocolmo, 2015. Disponível em: < <https://www.transportstyrelsen.se/en/road/Congestion-taxes-in-Stockholm-and-Goteborg/frequently-asked-questions-about-congestion-tax/>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

TOH, R.S. The High Cost of Monitoring Singapore. **Business Horizons**, Indiana, Estados Unidos, v. 37, n. 2, p. 68-74, mar. 1994.

## **APÊNDICE A – Questionário de pesquisa**

# Pedágio urbano

Estudo do caso de Porto Alegre para a possibilidade de pedágio urbano.

\*Required

Qual sua idade? \*

Qual o motivo da sua ida ao centro? \*

- Trabalho diário
- Turismo
- Compras
- Médico
- Resido na região
- Estudo
- Negócio
- Other:

De qual cidade está vindo (quando acessa o centro)? \*

- Porto Alegre
- Outra

Qual bairro? (Caso seja de POA)

Quanto tempo permanece no centro? \*

- Menos de 1 hora
- Entre 1 e 3 horas
- Turno inteiro
- Diária

Com que frequência vem ao centro para o motivo citado? \*

- 1 vez por semana
- Entre 2 e 4 vezes por semana
- Todos os dias
- 1 vez por mês
- Entre 2 e 4 vezes por mês
- Eventualmente (~1x por ano) / primeira visita

**O carro é próprio ou da empresa? \***

- Próprio
- Empresa
- Alugado

**Quanto você paga, em média, no estacionamento?**

- Menos de R\$5
- Entre R\$5 e R\$10
- Entre R\$10 e R\$20
- Entre R\$20 e R\$30
- Mais de R\$30
- Mensalista
- Tenho box
- Residente

**Se houvesse um pedágio urbano na região do centro, ainda assim viria de carro? \***

Tarifa cobrada aos usuários que acessarem o centro

- Sim (Se responder sim, pule a próxima questão)
- Não
- Depende (Se responder depende, pule a próxima questão)

**Caso NÃO, como você viria ao centro?**

- Ônibus
- Lotação
- Táxi
- Bicicleta
- A pé
- Não viria
- Other:

**Você concordaria em pagar um pedágio de R\$3,00 para acessar o centro caso você não ficasse nenhum minuto preso em engarrafamento?**

Numa escala de 1 a 5, quanto você concordaria?

1 2 3 4 5

Discordaria totalmente      Concordaria totalmente

**Você concordaria em pagar um pedágio de R\$3,00 para acessar o centro caso você ficasse apenas 8 minutos preso em engarrafamento?**

1 2 3 4 5

Discordaria totalmente      Concordaria totalmente

**Você concordaria em pagar um pedágio de R\$3,00 para acessar o centro caso você ficasse 15 minutos preso em engarrafamento?**

1 2 3 4 5

Discordaria totalmente      Concordaria totalmente

**Você concordaria em pagar um pedágio de R\$8,00 para acessar o centro caso você não ficasse nenhum minuto preso em engarrafamento?**

1 2 3 4 5

Discordaria totalmente      Concordaria totalmente

**Você concordaria em pagar um pedágio de R\$8,00 para acessar o centro caso você ficasse apenas 8 minutos preso em engarrafamento?**

1 2 3 4 5

Discordaria totalmente      Concordaria totalmente

**Você concordaria em pagar um pedágio de R\$8,00 para acessar o centro caso você ficasse 15 minutos preso em engarrafamento?**

1 2 3 4 5

Discordaria totalmente      Concordaria totalmente

**Você concordaria em pagar um pedágio de R\$15,00 para acessar o centro caso você não ficasse nenhum minuto preso em engarrafamento?**

1 2 3 4 5

Discordaria totalmente      Concordaria totalmente

**Você concordaria em pagar um pedágio de R\$15,00 para acessar o centro caso você ficasse apenas 8 minutos preso em engarrafamento?**

1 2 3 4 5

Discordaria totalmente      Concordaria totalmente

**Você concordaria em pagar um pedágio de R\$15,00 para acessar o centro caso você ficasse 15 minutos preso em engarrafamento?**

1 2 3 4 5

Discordaria totalmente      Concordaria totalmente

Submit

*Never submit passwords through Google Forms.*

100%: You made it.

Powered by

This content is neither created nor endorsed by Google.

[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

