

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
CURSO DE MESTRADO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

**PEDÁGIO URBANO COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICA
PÚBLICA, GESTÃO E CONTROLE DE TRÁFEGO: DESAFIOS
PARA SUA IMPLANTAÇÃO NA ÁREA CENTRAL DE BELO
HORIZONTE**

SAYONARA LOPES DE SOUZA

Belo Horizonte

2017

SAYONARA LOPES DE SOUZA

**PEDÁGIO URBANO COMO INSTRUMENTO DE POLÍTICA
PÚBLICA, GESTÃO E CONTROLE DE TRÁFEGO: DESAFIOS
PARA SUA IMPLANTAÇÃO NA ÁREA CENTRAL DE BELO
HORIZONTE**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Geotecnia e Transportes da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geotecnia e Transportes.

Área de concentração: Transportes

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Leise Kelli de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Leandro Cardoso

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2017



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

UFMG

FOLHA DE APROVAÇÃO


Pedágio urbano como instrumento de política pública, gestão e controle de tráfego: desafios para sua implantação na Área Central de Belo Horizonte

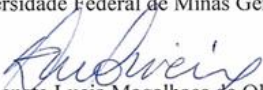
SAYONARA LOPES DE SOUZA

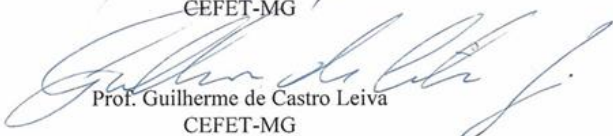
Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em GEOTECNIA E TRANSPORTES, como requisito para obtenção do grau de Mestre em GEOTECNIA E TRANSPORTES, área de concentração TRANSPORTES.

Aprovada em 10 de março de 2017, pela banca constituída pelos membros:


Prof. Leise Kelli de Oliveira - Orientador
UFMG


Prof. Leandro Cardoso - Coorientador
Universidade Federal de Minas Gerais


Prof. Renata Lucia Magalhaes de Oliveira
CEFET-MG


Prof. Guilherme de Castro Leiva
CEFET-MG

Belo Horizonte, 10 de março de 2017.

S728p

Souza, Sayonara Lopes de.

Pedágio urbano como instrumento de política pública, gestão e controle de tráfego [manuscrito]: desafios para sua implantação na área central de Belo Horizonte / Sayonara Lopes de Souza. – 2017.
xii, 179 f., enc.: il.

Orientadora: Leise Kelli de Oliveira.

Coorientador: Leandro Cardoso.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Anexos e apêndices: f. 157-179.

Bibliografia: f. 136-154.

1. Transportes - Teses. 2. Pedágio - Teses. 3. Trânsito Congestionamento - Teses. 4. Trânsito - Fluxo - Teses. 5. Políticas públicas - Teses. Viagem - Teses. I. Oliveira, Leise Kelli de. II. Cardoso, Leandro. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 656(043)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, meu imenso agradecimento a Deus pela oportunidade e perseverança concedidas para que eu pudesse culminar esta etapa, tão importante.

Aos meus pais, Silvano e Branca, pela educação e valores éticos repassados ao longo de todos os anos de minha vida. Em especial, ao meu querido e amado Pai do plano físico, que até os meus sete anos eu achava que ele era o DEUS. De qualquer forma, conviver com ele durante 43 anos foi uma graça divina. Ele é, onde quer que esteja, a melhor exemplificação de DEUS.

Aos meus irmãos parceiros de vida, César, Mayra e Junior e aos meus estimados sobrinhos, Priscilla, Ramiro, Vitória, Sofia e Samuel, que sempre me alegam.

Aos pesquisadores, pela persistência e paciência com os entrevistados. À Rosangela Battistella, Vera Lúcia, Osias Baptista, Vania Pianca que muito contribuíram para a divulgação da minha pesquisa. Àqueles que colaboraram para a melhoria dos questionários e a todos que responderam as pesquisas, sejam como especialistas da área de transportes do Brasil ou como representantes da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

À Universidade Federal de Minas Gerais, que me proporcionou essa oportunidade de crescimento pessoal, profissional e acadêmica. Aos professores, funcionários e colegas do Programa de Pós-Graduação em Geotecnia e Transportes, pelo intercâmbio de conhecimento e pela companhia durante o curso.

À minha orientadora, Prof^ª. Dr^ª. Leise Kelli de Oliveira, pelo amparo, determinação, confiança, incentivo, disponibilidade e principalmente pelos momentos de cobrança.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Leandro Cardoso, pela paciência, gentileza, conforto em meus momentos de ansiedade e particularmente pelo seu português intuitivo, como definido por ele.

À Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S.A. – BHTRANS, ao Tácio, Célio, Charliston, Odirley, Caio e aos meus colegas da GEDIV, especialmente as amigas Anassilvia e Maristela, pelo apoio e compreensão durante o desenvolvimento do trabalho.

Ao amigo virtual, Ricardo Brinco, que muito me ajudou com seus livros e a disponibilização de documentos imprescindíveis sobre o pedágio urbano.

É com muito carinho, que digo: Obrigada!

"O mais importante é não parar de questionar".

(ALBERT EINSTEIN)

“Tudo o que é bom dura o tempo necessário para ser inesquecível”

(FERNANDO PESSOA)

RESUMO

Os mecanismos de controle da demanda por viagens de transporte motorizado individual são essenciais para a sobrevivência das grandes cidades do mundo, haja vista a indisponibilidade de sistema viário para a demanda excessiva de automóveis, a falta de recursos para investimentos em transporte público e a necessidade premente de melhoria da qualidade do ar e mitigação dos gases de efeito estufa. Um dos principais instrumentos para a gestão da demanda é a taxa de congestionamento, conhecido como pedágio urbano de regulação. Dessa forma, a presente dissertação aborda o pedágio urbano como instrumento de política pública, gestão e controle de tráfego, em primeiro lugar, considera a percepção dos especialistas de transporte do Brasil diante da possibilidade de adoção de pedágio urbano nas grandes cidades do país. Posteriormente, explora a percepção dos moradores da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) diante da implementação de um sistema de pedágio urbano na Área Central da cidade de Belo Horizonte. Para isso, foram inicialmente entrevistados 348 especialistas de transportes brasileiros, e, em seguida, aplicou-se um questionário em 676 moradores da RMBH, que realizam viagens, esporádicas ou frequentes, de passagem ou destino na Área Central. As questões abordadas foram construídas com base na revisão da literatura constante neste documento e compatíveis com os termos da Lei nº 12.587/2012. Apesar das polêmicas diante da efetividade e principalmente da aceitabilidade pública do pedágio urbano, a sua adoção com a participação popular na definição de aplicação das receitas mostrou-se uma opção, razoavelmente aceitável, tanto para os especialistas (17,5% consideraram a opção mais efetiva para desestimular a circulação de automóveis nos grandes centros urbanos), como para a população da RMBH (23,8% declararam que a solução é a mais efetiva para a Área Central de Belo Horizonte). Todavia, os investimentos em vias ou faixas exclusivas para o transporte público apresentaram valores mais expressivos como ‘a medida mais efetiva’, na opinião de 48,6% dos especialistas e de 54,2% da população da RMBH. Foram elaborados cenários de pedágio urbano com predefinição da aplicação das receitas arrecadadas (transporte coletivo, transporte não motorizado e subsídio da tarifa de ônibus) e resultados indicaram que 78,7% dos entrevistados da população consideraram uma boa opção para a cidade. Dentre os automobilistas, 51,4% declararam que caso se implante um pedágio urbano na Área Central, eles procurariam outros modos de transporte e 50,6% do total dos entrevistados julgaram que a proposta de tarifação seria vantajosa para eles.

Palavras-chave: pedágio urbano, gestão da demanda por viagens, taxa de congestionamento, precificação do congestionamento, mobilidade urbana.

ABSTRACT

Mechanisms to control the demand for individual motorized travel are essential for the survival of the world's major cities, considering road system unavailability due to excessive demand by automobiles, lack of resources to investment in public transport, and the urgent need to improve air quality and reduce greenhouse gases. One of the main tools for transportation demand management is congestion charging. As such, this dissertation considers the congestion charging as an instrument of public policy, traffic management and control, first considers, the perception of Brazilian transport specialists, on issues related to the possibility of adopting congestion charging in the country's large cities. Subsequently, it explores the perception of the inhabitants of the Belo Horizonte Metropolitan Region (BHMR), faced with the implementation of congestion charging in the Central Area of the city. For this, a total of 348 transport specialists, from several Brazilian cities, were initially interviewed, and then 676 residents of the BHMR who travel either on a sporadic or frequent basis, passing or heading for the Central Area. The issues addressed were elaborated based on the literature review contained in this document and consistent with the Brazilian Federal Mobility Law 12,587 of 2012. Despite the controversy over the effectiveness and, above all, the public acceptability of the urban toll, its adoption with popular participation in the definition of how the revenue should be used, proved to be a reasonably and acceptable option, both for the specialists (17.5% considered the most effective option to discourage the circulation of cars in large urban centers), as well as for the population of RMBH (23.8% stated that the solution is the most effective for the Central Area of Belo Horizonte). However, investments in roads or exclusive lanes to public transport presented numbers that were more expressive as 'the most effective measure', according to 48.6% of the specialists and 54.2% of the BHMR residents. Congestion charging scenarios were developed that specified how the collected revenue would be spent (on public transport, non-motorized transport and bus fare subsidies), as well the expected results, 78.7% of the inhabitants considered this a good option for the city. Among motorists, 51.4% stated that, if an urban toll was adopted in the Central Area, they would seek other modes of transport and 50.6% considered that the charging proposal would be advantageous to them.

Key words: road toll, demand management for travel, urban toll, congestion charging, congestion charge, congestion pricing, urban mobility.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS.....	IX
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XI
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS	8
1.2 JUSTIFICATIVA	9
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	11
2 A BASE TEÓRICA DO PEDÁGIO URBANO.....	12
2.1 A ORIGEM DO PEDÁGIO URBANO	14
2.2 PRINCÍPIOS ECONÔMICOS DO PEDÁGIO URBANO.....	15
2.2.1 <i>O pagamento das externalidades.....</i>	<i>17</i>
2.3 O CONGESTIONAMENTO COMO FONTE DE DESECONOMIAS	18
2.4 PRINCIPAIS PROPÓSITOS DO PEDÁGIO URBANO.....	19
2.5 PEDÁGIO URBANO DE REGULAÇÃO	20
2.6 PRINCIPAIS TIPOLOGIAS DO PEDÁGIO URBANO	21
2.7 EXPERIÊNCIA DE PEDÁGIO URBANO NO MUNDO	29
2.7.1 <i>Singapura</i>	<i>29</i>
2.7.2 <i>Londres.....</i>	<i>32</i>
2.7.3 <i>Estocolmo</i>	<i>38</i>
2.7.4 <i>Brasil</i>	<i>44</i>
3 REVISÃO DA ACEITABILIDADE DO PEDÁGIO URBANO.....	45
4 METODOLOGIA.....	51
4.1 ETAPA I – PESQUISA COM OS ESPECIALISTAS	54
4.1.1 <i>Elaboração do formulário da pesquisa</i>	<i>54</i>
4.1.2 <i>Teste piloto e Validação da pesquisa</i>	<i>58</i>
4.1.3 <i>Definição da Amostra.....</i>	<i>59</i>
4.1.4 <i>Aplicação da pesquisa com os especialistas.....</i>	<i>62</i>
4.1.5 <i>Tabulação e Análise de Dados</i>	<i>63</i>
4.1.6 <i>Escolha da Técnica Estatística.....</i>	<i>63</i>
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	71
4.3 ETAPA II – PESQUISA COM A POPULAÇÃO	81
4.3.1 <i>Elaboração do formulário da pesquisa com a população.....</i>	<i>81</i>
4.3.2 <i>Teste piloto e Validação da pesquisa</i>	<i>85</i>
4.3.3 <i>Definição e cálculo da amostra.....</i>	<i>85</i>
4.3.4 <i>Aplicação da pesquisa com a população.....</i>	<i>86</i>
4.3.5 <i>Tabulação e Análise Estatística dos Dados.....</i>	<i>87</i>

5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	88
5.1	ETAPA I – PESQUISA COM ESPECIALISTAS	88
5.1.1	<i>Características específicas do perfil dos participantes</i>	<i>89</i>
5.1.2	<i>Resultados das variáveis relacionadas à gestão da demanda por viagens</i>	<i>92</i>
5.1.3	<i>Resultados da Análise Fatorial Exploratória para as variáveis relacionadas à gestão da demanda por viagens.....</i>	<i>98</i>
5.1.4	<i>Classificação de cinco instrumentos de gestão da demanda por viagens</i>	<i>101</i>
5.2	ETAPA II – PESQUISA COM A POPULAÇÃO	103
5.2.1	<i>Características dos entrevistados: Perfil e atributos das viagens em geral.....</i>	<i>104</i>
5.2.2	<i>Questões relacionadas à Área Central.....</i>	<i>115</i>
5.2.3	<i>Afirmativas relacionadas à Mobilidade Urbana</i>	<i>119</i>
5.2.4	<i>Possibilidade de Cobrança de Pedágio Urbano</i>	<i>122</i>
5.2.5	<i>Variáveis selecionadas em relação á gestão da demanda por viagens</i>	<i>126</i>
5.2.6	<i>Classificação de cinco instrumentos de gestão da demanda por viagens</i>	<i>128</i>
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	130
6.1	OPORTUNIDADES DE ESTUDOS COMPLEMENTARES	135
	REFERÊNCIAS	136
	ANEXO I – TABELA DE CÁLCULO DO CERTIFICADO DE TITULARIDADE VEICULAR – SINGAPURA	155
	APÊNDICE A – FORMULÁRIO PESQUISA – ESPECIALISTAS	157
	APÊNDICE B – FORMULÁRIO PESQUISA – POPULAÇÃO.....	160
	APÊNDICE C – MEMÓRIA ANÁLISE FATORIAL – SOFTWARE R.....	164

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Exemplo de sinalização de HOV lane por horário e número de passageiros	22
Figura 2.2 – HOV e HOT lanes, Via Expressa I-680 em São Francisco (Estados Unidos).....	22
Figura 2.3 – Localização dos pontos de controle dos toll rings em Oslo (Noruega)	23
Figura 2.4 – Delimitação da ‘Cerchia dei Bastioni’(Area C) em Milão (Itália)	24
Figura 2.5 – Localização dos pontos de controle ‘betalstationer’ em Estocolmo (Suécia)	25
Figura 2.6 – Ponto de cobrança ‘betalstation’ em Estocolmo (Suécia)	25
Figura 2.7 – Electronic Road Pricing em Singapura (Sudeste Asiático): Mapa Iterativo	26
Figura 2.8 – Zona de Congestion charging em Londres (Inglaterra).....	28
Figura 2.9 – Pórtico do sistema ERP (Singapura).....	31
Figura 2.10 – Cartão inteligente (Singapura)	31
Figura 2.11 – Detalhe da sinalização horizontal em Londres (Inglaterra)	34
Figura 2.12 – Detalhe das placas de sinalização em Londres (Inglaterra)	35
Figura 2.13 – Área original e expansão oeste do congestion charging em Londres (Inglaterra) Fonte: BBC News (2007)	35
Figura 2.14 – A mudança de opinião da mídia, Estocolmo (Suécia)	40
Figura 2.15 – Níveis de Tráfego: Antes e depois da cobrança de congestionamento em Estocolmo (Suécia) Fonte: HUGOSSON (2009)	41
Figura 2.16 – Pontos de cobrança da Essingeleden, Estocolmo (Suécia)	42
Figura 3.1 –Teoria do Comportamento Planejado	47
Figura 4.1 – Etapas da Proposta Metodológica	53
Figura 4.2 – Distribuição de Gauss	61
Figura 4.3 – Indicador de Concordância	65
Figura 4.4 – Homepage do software R.....	70
Figura 4.5 – Servidores disponíveis no Brasil.....	70
Figura 4.6 – Região Metropolitana de Belo Horizonte	71
Figura 4.7 – Mapa do Município de Belo Horizonte.....	72
Figura 4.8 – Representação gráfica da hierarquização do sistema viário.....	73
Figura 4.9 – Viagens da RMBH com destino em Belo Horizonte	76
Figura 4.10 – Participação dos Modos Agrupados (RMBH e Belo Horizonte).....	77
Figura 4.11 – Percentuais de viagens na Área Central (Modos Agrupados).....	78
Figura 4.12 – Divisão Territorial da Área Central (Pesquisa de Origem e Destino).....	78
Figura 4.13 – Viagens com destino na Área Central com destaque dos modos individuais	79
Figura 4.14 – Linhas de desejo das viagens de automóvel com destino à Área Central.....	80
Figura 4.15 – Linhas de desejo das viagens de passagem pela Área Central.....	81
Figura 4.16 – Estratégia A (medida mais restritiva).....	83

Figura 4.17 – Estratégia B (medida menos restritiva).....	83
Figura 4.18 – Estratégia C (permanência da situação existente).....	84
Figura 5.1 – Faixa etária (Especialistas).....	89
Figura 5.2 – Nível de Escolaridade (Especialistas).....	90
Figura 5.3 – Área de atuação (Especialistas).....	90
Figura 5.4 – Tempo de experiência profissional (Especialistas).....	91
Figura 5.5 – Cidades de Residência (Especialistas).....	91
Figura 5.6 – Modo de Transporte (Especialistas).....	92
Figura 5.7 – Critério da Raiz Latente.....	99
Figura 5.8 – Faixa Etária e Frequência de Utilização de Automóveis e Motocicletas (População).....	105
Figura 5.9 – Escolaridade e Frequência de Utilização de Automóveis e Motocicletas (População).....	106
Figura 5.10 – Renda Mensal e Frequência de Utilização de Automóveis e Motocicletas (População).....	107
Figura 5.11 – Respondentes da Região Metropolitana de Belo Horizonte.....	108
Figura 5.12 – Respondentes do Município de Belo Horizonte.....	108
Figura 5.13 – Bairros da Área Central de Belo Horizonte.....	109
Figura 5.14 – Linhas de desejo das viagens internas ao Município Belo Horizonte.....	111
Figura 5.15 – Comparação entre os modos de transporte (Principal viagem diária e viagem para a Área Central).....	116
Figura 5.16 – Série Histórica de Avaliação do Trânsito (Fonte: Dados extraídos da Pesquisa de Avaliação de Governo, BHTRANS, 2015).....	117
Figura 5.17 – Modo de Transporte e a Avaliação do Trânsito na Área Central.....	118
Figura 5.18 – Modo de Transporte e a Opinião sobre a limitação de automóveis e motocicletas	119
Figura 5.19 – Série Histórica de Avaliação do Transporte Coletivo (Fonte: Dados extraídos da Pesquisa de Avaliação de Governo, BHTRANS, 2015).....	121
Figura 5.20 – Série Histórica da divisão modal (Fonte: Dados extraídos da Pesquisa de Avaliação de Governo, BHTRANS, 2015).....	121
Figura 5.21 – Atitudes dos usuários de modo a pé.....	124
Figura 5.22 – Atitudes dos usuários de automóvel.....	124
Figura 5.23 – Atitudes dos usuários de motocicletas.....	124
Figura 5.24 – Atitudes dos usuários de transporte público.....	124
Figura 5.25 – Atitudes dos usuários de bicicletas.....	125
Figura 5.26 – Atitudes dos usuários de transporte público.....	125
Figura 5.27 – Modo de transporte utilizado nas viagens à Área Central e a atitude afetiva diante da implantação de pedágio urbano.....	126

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1– Principais tipos, características e exemplos de pedágio urbano	29
Tabela 2.2 – Faixas horárias e valores da taxa de congestionamento em Estocolmo (Suécia)	43
Tabela 3.1 – Estratégia de Cobrança do PROJETO AFFORD	48
Tabela 4.1 – Apresentação das variáveis da pesquisa (Especialistas).....	56
Tabela 4.2 – Valores críticos	61
Tabela 4.3 – Valores de KAISER-MEYER-OLKIN (KMO).....	66
Tabela 4.4 – Quantidade de viagens RMBH (Modos Principais)	75
Tabela 4.5 – Quantidade de viagens RMBH (Modos Agrupados).....	75
Tabela 4.6 – Quantidade de viagens na Área Central (Modos Agrupados)	77
Tabela 4.7 – Viagens com destino na Área Central (Territórios e Modos Agrupados)	79
Tabela 5.1 – Nível de confiança e tamanho da amostra (Especialistas).....	88
Tabela 5.2 – Avaliação das respostas das variáveis em percentual e respectivos Indicadores de Concordância	94
Tabela 5.3 – Variância acumulada dos fatores selecionados.....	99
Tabela 5.4 – Matriz VARIMAX de cargas fatoriais rotacionadas	100
Tabela 5.5 – Variáveis explicativas da pesquisa (Especialistas)	101
Tabela 5.6 – Classificação dos instrumentos de gestão de demanda por viagens (Especialistas)	102
Tabela 5.7 – Nível de confiança e tamanho da amostra (População).....	103
Tabela 5.8 – Faixa Etária (População).....	104
Tabela 5.9 – Sexo (População)	105
Tabela 5.10 – Grau de Escolaridade (População).....	106
Tabela 5.11 – Renda Mensal Individual (População).....	107
Tabela 5.12 – Regionais de Residência de Belo Horizonte (População)	110
Tabela 5.13 – Cidades de Residência da RMBH (População)	110
Tabela 5.14 – Motivo da principal viagem diária (População)	112
Tabela 5.15 – Regional de Destino (População)	112
Tabela 5.16 – Cidades de Destino (População).....	113
Tabela 5.17 – Horário da principal viagem diária (População).....	113
Tabela 5.18 – Tempo gasto na principal viagem (População)	114
Tabela 5.19 – Modo de transporte utilizado na principal viagem diária (População).....	115
Tabela 5.20 – Frequência de viagens com destino ou passagem pela Área Central	115
Tabela 5.21 – Modo de transporte nas viagens com destino ou passagem à Área Central	116
Tabela 5.22 – Avaliação do Trânsito na Área Central: 2016 em relação a 2011	117

Tabela 5.23 – Limitação de automóveis e motocicletas na Área Central.....	119
Tabela 5.24 – Afirmativas sobre Mobilidade Urbana (População).....	120
Tabela 5.25 – Estratégia mais efetiva para a Área Central.....	122
Tabela 5.26 – Atitudes dos respondentes em relação ao pagamento de pedágio urbano	123
Tabela 5.27 – Sentimento (atitude afetiva) diante da possibilidade de adoção de pedágio urbano na Área Central.....	125
Tabela 5.28 – Avaliação das respostas das variáveis em % e respectivos indicadores	127
Tabela 5.29 – Classificação dos instrumentos de gestão de demanda por viagens (População)	129

LISTA DE ABREVIATURAS

AFFORD: *Acceptability of Fiscal and Financial Measures and Organisational Requirements for Demand Management*

ALS: *Area Licensing Scheme*

ANFAVEA: Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores

ANPET: Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes

ANTP: Associação Nacional de Transportes Públicos

AVI: *Automatic Vehicle Identification*

BHTRANS: Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte

BRT: Bus Rapid Transit

BTF: *Bartlett's Test of Sphericity*

CAN: *Commons Abundance Network*

CBD: *Central Business District*

COE: *Certificate of Entitlement*

CURACAO: *Coordination of Urban Road-user Charging Organisational issues*

ECMT: *European Conference of Ministers of Transport*

ECO: *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento*

ERP: *Electronic Road Pricing*

FHWA: *Federal Highway Administration*

FIRJAN: Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

GNSS: *Global Navigation Satellite System*

HCM: *Highway Capacity Manual*

HOT lanes: *High Occupancy Toll*

HOV lanes: *High Occupancy Vehicle*

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC: Indicador de concordância

IEF: Indicador de efetividade

KMO: *Kaiser-Meyer-Olkin*

LCC: *London Congestion Charging*

LTA (Singapore): *Land Transport Authority*

MIRO: *Mobility Impacts Reactions and Opinions*

MTC: *Metropolitan Transportation Commission*

OBU: *On-Board Unit*

OECD: *Organisation for Economic Co-operation and Development*

OICA: *Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles*

ONU: Organização das Nações Unidas

PIB: Produto Interno Bruto

PITU: Plano Integrado de Transportes Urbanos de São Paulo

PLANMOB-BH: Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte

PNAD: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios

RMBH: Região Metropolitana de Belo Horizonte

RMSP: Região Metropolitana de São Paulo

SEMOB: Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana

STM: Secretaria de Transporte Metropolitano de São Paulo

TDM: *Travel Demand Management*

TfL: *Transport for London*

TRANSPRICE: *Trans Price Integrated Urban Transport Pricing for Optimum Modal Split*

VATT: *Valtion taloudellinen tutkimuskeskus*

VLT: Veículo leve sobre trilhos

VTPI: *Victoria Transport Policy Institute*

ZLT: *Zona Traffico Limitato*

1 INTRODUÇÃO

A qualidade de vida das pessoas e o destino da situação econômica das metrópoles nacionais estão cada vez mais ameaçados pela (i)mobilidade urbana, resultante de uma política pública histórica de valorização do desenvolvimento da indústria automobilística e de incentivo à aquisição e uso constante de modalidades de transporte motorizado individual (VASCONCELLOS, 2000). Trata-se de uma política que contribui para um modelo de desenvolvimento urbano que reforça a insustentabilidade das cidades, favorece a dispersão espacial e a segregação das classes sociais. Nadalin e Iglioni (2015) definem o processo de espraiamento das cidades como o crescimento urbano desconcentrado, não denso, que propicia vazios em regiões internas da mancha urbana e fomenta a periferação da população. A segregação espacial, segundo Villaça (1998), acontece involuntariamente nas classes sociais menos favorecidas e, voluntariamente, em busca de segurança, nas classes sociais de maior rentabilidade.

Existe uma forte tendência de as camadas menos abastadas ocuparem áreas mais periféricas, em que os terrenos são mais desvalorizados e normalmente, localizadas em regiões deficitárias em relação à infraestrutura viária e ao transporte (GOMIDE, 2003). A segregação de classes sociais compromete as condições de acessibilidade das pessoas, tornando-as cada vez mais dependentes de um modo de transporte motorizado, posto que a oferta de empregos, de serviços em geral e de lazer concentram-se mais em zonas centrais (VASCONCELLOS, 1996). Até os países mais desenvolvidos, como a Inglaterra, Escócia, Austrália, enfrentam problemas relativos às vulnerabilidades do transporte urbano, procedentes das desigualdades dos padrões de viagens e de acessibilidade entre as camadas das populações mais pobres em comparação com as mais privilegiadas (LUCAS, 2012), embora em escala diferenciada se comparados com os países em desenvolvimento.

Segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), entre 1992 e 2009, o tempo de deslocamento nas viagens pendulares (moradia - trabalho) em várias regiões metropolitanas do Brasil, representa, em média, 20% a mais para a população das classes sociais menos favorecidas do que para os demais cidadãos. Além do mais, 19% dessa população consome acima de uma hora para a realização do trajeto da residência ao trabalho (PEREIRA; SCHWANEN, 2013). A análise dos autores aponta que, em virtude das longas distâncias percorridas diariamente, da ineficiência do transporte coletivo e dos atrasos de percursos provenientes dos congestionamentos de trânsito, as viagens dos moradores das

áreas periféricas tornam-se, a cada dia, mais penosas e consomem uma significativa parcela horária de seus dias.

Globalmente, mais pessoas vivem em áreas urbanas do que nas áreas rurais, ou seja, a população mundial torna-se cada mais urbana. Em 1950, 746 milhões de pessoas viviam nas cidades – o que representava 30% da população mundial. Em 2014, a população mundial urbana passou para 3,9 bilhões de pessoas – o que equivale a 54% do total. Em 2050, estima-se a adição de mais 2,5 bilhões de pessoas nas áreas urbanas mundiais – o que representaria 66% da população mundial (UNITED NATIONS, 2015).

Com o passar dos anos, o Brasil também apresentou uma aceleração relevante no quantitativo da população urbana, passando de 36% de taxa de urbanização em 1950 (CARDOSO, 2007), para 84% em 2010, conforme o Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Seguindo a mesma linha de tendência de crescimento, a Organização das Nações Unidas (ONU) estima que, em 2050, a população urbana brasileira atinja 91% (UNITED NATIONS, 2015). A taxa de urbanização brasileira é superior à de países da União Europeia, tais como Alemanha, Espanha, França e Itália. Ademais, segundo a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN, 2015), 45% da população é concentrada nos 601 municípios das 37 principais áreas metropolitanas existentes, isto é, quase metade da população das mais de 5 mil cidades do País, reside em 11% dos municípios.

Após 1950, o crescimento da população urbana no Brasil, o processo de espraiamento das cidades e a necessidade de locomoção das pessoas foram fatores favoráveis ao incremento do capitalismo e aos ideais desenvolvimentistas do Presidente Juscelino Kubitschek. A gestão de seu governo (1956-1960) priorizou os investimentos nos setores de transportes, evidenciando-se a construção de 20 mil quilômetros de estradas e a pavimentação de outras existentes. As ações governamentais eram voltadas para a criação de condições para a aceleração do crescimento industrial, destacando-se, dentre elas, a intervenção maior do Estado na economia, apoiando-se, para tanto, a entrada de capitais estrangeiros. Nesse momento, literalmente, registrou-se a abertura dos caminhos para a nascente indústria automobilística nacional (CORREIA, 2008; BRINCO, 2014).

“O automóvel já foi de tudo na história do Brasil. Nos anos 50, quando Juscelino Kubitschek, embalado pelos sonhos de Vargas, anunciava mais uma revolução em nossa indústria, era o motor do progresso nacional. E a sua produção em terras brasileiras, uma espécie de passaporte para a modernidade. Se os carros transpiravam força, poder e riqueza, o que dizer

então dos complexos engenhos dedicados à sua produção?” (ARBIX; ZILBOVICIUS,1997, p. 07).

Surgiu-se a partir de então, em 1956, o início da fabricação de automóveis no Brasil com geração de empregos diretos e indiretos e com uma participação significativa no Produto Interno Bruto (PIB¹) industrial. Algumas empresas montadoras estrangeiras já haviam se instalado no País antes de 1956. A era Juscelino Kubitschek “promoveu a emergência de novas classes médias, e, por conseguinte, um crescimento sem precedentes da produção e do consumo do transporte motorizado individual” (CARDOSO, 2007, p. 04).

O automóvel é o exemplo paradoxal de um objeto de ostentação e luxo, que se desvaloriza pela sua própria disseminação. A crença de prazer e dos seus benefícios persistem entre as pessoas, mesmo sabendo-se que, se os transportes coletivos fossem mais generalizados, sua superioridade seria incontestável (GORZ, 1973). “Na sociedade moderna, poucas coisas são tão contraditórias como o carro. Meio de transporte, objeto de desejo, símbolo de autonomia e *status*, é também considerado uma ameaça à degradação dos sistemas urbanos e ecológicos” (ARBIX e ZILBOVICIUS,1997, p. 07). A persistência dessa crença pode ser justificada pela própria propagação do automóvel, que foi, aos poucos, vencendo o transporte coletivo (BRINCO, 2014), modificando o urbanismo e a habitação, deslocando o transporte de massa e assumindo as funções necessárias a subsistência do próprio transporte coletivo (GORZ, 1973).

Conforme dados da *Organisation Internationale des Constructeurs d’Automobiles* (OICA, 2015), no período de 2007 a 2013, o Brasil manteve-se no sétimo lugar do *ranking* da produção mundial de automotores (automóveis, veículos comerciais, ônibus e caminhões). Em 2015, assumiu o nono lugar, ficando atrás do México e da Espanha, e a produção apresentou uma retração de 22,8% em relação ao ano anterior. Essa queda pode ser justificada em função da crise econômica e política então vivenciada pelo País. Em contrapartida, as exportações aumentaram em 24,8% em 2015, de acordo com a publicação do anuário da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA, 2016).

Além da expansão da produção automobilística, com o passar dos anos, a população brasileira tornou-se cada vez mais dependente do transporte individual motorizado. Conforme dados publicados pelo Observatório das Metrópoles (RODRIGUES, 2015), a taxa de motorização do País passou de 14,4 autos/100hab em 2001 (frota nacional de 24,5 milhões) para 28,1

¹ PIB – Produto Interno Bruto é um indicador que mede a produção de um país e permite examinar o desempenho da economia considerando três grupos principais: a agropecuária, a indústria e os serviços (IBGE, 2010).

autos/100hab em 2014 (frota nacional de 56,9 milhões). Considerando-se somente as 17 principais regiões metropolitanas, nas quais concentram-se 37,7% da população e em torno de 47% do PIB brasileiro, a taxa de motorização atingiu 35,4 autos/100hab em 2014. Dentre elas, destaca-se o crescimento do número de automóveis na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) de 148,9% (2001 a 2014), com a taxa de motorização variando de 19,1 autos/100hab, em 2001 para 40,4 autos/100hab, em 2014.

Por sua vez, Pires *et al.* (1997) citam que a ascendente dependência e utilização do automóvel estimula a médio prazo a expansão urbana e a dispersão das atividades e, por conseguinte, os aumentos das distâncias de deslocamentos, de poluição e de consumo de combustível, resultando no declínio do transporte coletivo e em diferenças nas condições de acessibilidade entre as classes sociais.

Segundo Vasconcellos (1996, 2000), as grandes cidades brasileiras, como as dos demais países em fase de desenvolvimento, são notoriamente caracterizadas por ineficiências na gestão e operação do transporte coletivo, condições inapropriadas de deslocamento de pessoas e de mercadorias, transtornos decorrentes dos congestionamentos de trânsito e de degradação ambiental. Se tratam de fatores decorrentes de decisões passadas de políticas públicas referentes ao desenvolvimento das cidades e aos sistemas de transporte urbano e que impactam diariamente a vida das pessoas.

De acordo com Pires *et al.* (1997), as vias públicas das maiores cidades brasileiras foram projetadas para a adaptação ao crescimento, melhor desempenho e eficiência do transporte motorizado individual, utilizando-se de técnicas de engenharia de tráfego que favorecem a fluidez de trânsito. Em oposição, os sistemas de transporte público, em geral, apesar de alguns investimentos específicos, não conseguem atrair novos usuários e permanecem inadequados para atender a parcela da população cativa ou aquela que não dispõe de um automóvel. Além disso, vivenciam adversidades constantes de incompatibilidade entre custos, tarifas e receitas (PIRES *et al.*, 1997). Ainda segundo os autores, “enquanto uma parcela reduzida desfruta de melhores condições de transporte, a maioria continua limitada nos seus direitos de deslocamentos e acessibilidade” (PIRES *et al.*, 1997, p. 19).

Brinco (2006, p. 15) cita que “o paradigma de um desenvolvimento centrado no automóvel traz incorporado um viés que atua em detrimento do transporte público”, uma política que infere na divisão modal, gerando crescente aumento da utilização do transporte individual. Como pode ser constatado no documento do Sistema de Informações da Mobilidade Urbana –

Relatório Geral 2014 (ANTP, 2016), em que a divisão modal das viagens realizadas, considerando os 438 maiores municípios brasileiros, apresenta a seguinte composição: 31% de transporte individual motorizado, 40,6% de transporte não motorizado e 28,4% de transporte coletivo. Vale salientar que, em 2014, o número de viagens por modalidades individuais ultrapassou aquelas realizadas por transporte coletivo (sobre rodas e sobre trilhos).

A diferença entre a apropriação do espaço no sistema viário destinado à circulação de automóveis e de ônibus é um expressivo indicador das iniquidades sociais impostas pelo poder público (BRINCO, 2006). Gomide e Morato (2011) citam que a parte da via pública ocupada por passageiro transportado por automóvel chega a quase oito vezes mais do que a destinada ao passageiro transportado por ônibus. Os autores ainda acrescentam que a área ocupada por passageiro transportado e a contribuição de cada modo de transporte para os congestionamentos não são os únicos impactos mensuráveis. A utilização dos modos de transportes, em geral, acarretam custos internos e externos. Em relação aos automóveis, os custos internos são aqueles assumidos pelos proprietários, tais como: seguro, manutenção, pneus, combustível. Os custos externos ou sociais, por sua vez, como o próprio conceito designa, não afetam diretamente o proprietário, sendo distribuídos com toda a sociedade.

Lacerda (2006, p. 88) define externalidades como “os custos ou os benefícios que as ações de algum agente econômico causam sobre outros, sem que exista alguma forma de compensação entre eles”. O excesso de automóveis nas vias públicas constitui uma fonte de externalidades negativas; uma vez que contribui para os congestionamentos, os acidentes de trânsito, a poluição atmosférica e sonora, todas com relevância nos impactos sociais, econômicos, ambientais e na qualidade de vida das cidades (GOMIDE, 2003). “Cada usuário de transporte gera custos sobre os demais: o seu transporte provoca poluição do ar das cidades, retarda o deslocamento de outras pessoas e coloca em risco pedestres e outros usuários de veículos que utilizam as vias” (LACERDA, 2006, p. 88).

Castro (2006) menciona que a necessidade de uma distribuição equilibrada do sistema de transporte no espaço urbano tem se mostrado um aspecto essencial e um dos temas presentes e inquietantes na linha de pesquisa de planejamento integrado de transporte e usos do solo. A importância desse tema persiste há mais de 50 anos nas sociedades modernas, sendo identificado e formalizado por Colin Buchanan, em 1963. Desde então, a questão não foi resolvida com a implantação de medidas que visam a coexistência pacífica e equitativa entre os diferentes modos de transportes nos grandes centros urbanos, permanecendo a sua solução somente no plano imaginário.

Com a primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, promovida pela ONU, em 1972, na cidade de Estocolmo (Suécia), iniciou-se, de forma introdutória, o delineamento do conceito de ‘desenvolvimento sustentável’, partindo da premissa básica de que o desenvolvimento social, econômico e o meio ambiente devem ser geridos de forma benéfica e mútua. Com o Relatório *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum), conhecido como Relatório de *Brundtland*, o princípio do desenvolvimento sustentável foi formalizado com a seguinte definição: ‘uma forma de desenvolvimento que vai de encontro às necessidades da geração atual sem comprometer a possibilidade (ou capacidade) das gerações futuras em satisfazer as suas próprias necessidades’ (BRUNDTLAND *et al.*, 1987).

O conceito apresentado no Relatório de *Brundtland* foi o cerne da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92), realizada no Rio de Janeiro, dentre vários assuntos abordados, enfatizou-se as questões de transportes e a busca de tecnologias limpas com o objetivo de reverter o processo de degradação do ar e da água (TORRES, 2007). Desde a ECO-92, o conceito de sustentabilidade tem progredido e despertado o interesse mundial à medida que as pessoas se conscientizam da necessidade de preservação do meio ambiente, da equidade social, da vitalidade econômica e da ameaça de mudança climática. Com isso, despertou-se um interesse crescente sobre o desenvolvimento sustentável das cidades principalmente entre os planejadores urbanos e os formuladores de políticas públicas (OZER, 2012).

Segundo Boareto (2003), Brasil (2006) e Costa (2008), as iniciativas para a difusão do conceito de mobilidade sustentável no Brasil têm sido coordenadas pelo Ministério das Cidades (desde a sua criação em 2003), mediante atividades da Secretaria Nacional de Transportes e da Mobilidade Urbana (SEMOB). Entretanto, o importante marco regulatório da gestão de políticas públicas ocorreu com a publicação da Lei Federal nº 12.587/2012, que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012). A partir de então, o poder público tem se revelado mais sensível em relação às questões associadas à mobilidade urbana.

Na visão de Ozer (2012), as cidades não podem ser vistas somente como consumidoras de recursos naturais e fontes de poluição e de emissões de gases de efeito estufa no planeta, mas também como pontos de referência impulsores do desenvolvimento social e econômico em todos os países. Conforme a autora, a solução para as adversidades derivadas dos congestionamentos de trânsito nos centros urbanos pode ser alcançada por meio de controle do uso de transporte individual motorizado. Uma forma de gerenciar o uso do automóvel é a adoção de pedágio urbano de regulação, associados a incentivos à utilização de transportes

mais sustentáveis e que respeitem o meio ambiente, tais como: os sistemas coletivos, a caminhada e o ciclismo.

Gomide e Morato (2011) afirmam que para minimizar as externalidades negativas provenientes do excesso de automóveis nas vias públicas são necessárias intervenções de desestímulo ao uso do transporte individual a serem adotadas pelo poder público. Para os autores, dois instrumentos de desincentivo são considerados mais importantes que os demais: a gestão da circulação e do estacionamento. Dentre os mecanismos de controle de circulação, os mais citados por sua eficácia ou utilização são: a taxa de congestionamento ou pedágio urbano de regulação e a restrição regulamentar da circulação por placas de licenciamento ou rodízio de veículos. Dentre as medidas de controle de estacionamento, as iniciativas mais mencionadas são: de caráter físico (a exemplo da restrição da oferta de vagas), regulamentar (tal como a limitação de horário ou de estacionamento por determinados tipos de veículos ou usuários) e fiscal (como a cobrança pelo estacionamento).

O pedágio urbano é uma antiga proposta, cujos fundamentos teóricos foram, inicialmente, apontados em 1920, pelo economista inglês Arthur Cecil Pigou. No início dos anos 1960, a ideia foi aprofundada por William Spencer Vickrey, que é considerado o criador da taxa de congestionamento ou pedágio urbano, vista como uma forma de política pública regulatória. Para Vickrey, que foi vencedor do Prêmio Nobel de Economia em 1996 com suas teorias sobre tributação (ARNOTT, 1998), os valores das taxas de congestionamento devem suprir, tanto quanto possível, o custo marginal social de cada viagem em termos dos impactos que o transporte individual motorizado causa no transporte coletivo (VICKREY, 1992).

Segundo Goh (2002), a oferta de capacidade viária em áreas densas e com saturação do tráfego não pode ser considerada uma solução viável e sustentável para as grandes cidades, a tarifação do congestionamento torna-se necessária para conter o excesso de demanda imposta pelas necessidades de deslocamentos das pessoas e de mercadorias. Ainda segundo o autor, esse instrumento constitui a melhor forma de combater as externalidades do tráfego, embora o funcionamento adequado dependa de alguns fatores, como: aceitabilidade da população, vontade política e comprometimento do poder público, análise dos custos e benefícios de implementação, além de melhoria contínua dos sistemas de transporte coletivo.

1.1 Objetivos

O objetivo geral desta dissertação é identificar, em primeiro plano, a percepção dos especialistas na área de transporte de várias regiões do Brasil (incluindo profissionais dos setores privados e públicos e aqueles ligados à área acadêmica), no que tange a implantação de pedágio urbano como instrumento de política pública, gestão e controle de tráfego em áreas centrais congestionadas das cidades brasileiras. Em segundo plano, avaliar a percepção, aceitação e o comportamento da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Minas Gerais, Brasil), diante da implantação de pedágio urbano nos limites da Área Central da Capital.

Para atender o objetivo geral, delimitam-se os seguintes objetivos específicos:

- Realizar revisão da literatura dos princípios econômicos do pedágio;
- Realizar revisão da literatura das experiências de pedágio urbano de regulação, tanto em relação aos estudos existentes, como também dos principais sistemas de adoção do pedágio urbano com forma de política pública;
- Identificar os fatores determinantes que contribuem para a aplicabilidade e aceitabilidade pública nas cidades precursoras na adoção do pedágio urbano e que podem ser significativos para a realidade brasileira;
- Investigar a percepção dos especialistas do Brasil em relação aos impactos causados pelos congestionamentos nas grandes cidades do País, a efetividade das medidas de gerenciamento da demanda de viagens e ao pedágio urbano como medida de política pública, assim como as possíveis formas de aplicação de suas receitas;
- Definir as variáveis mais relevantes no contexto da pesquisa, a partir da percepção dos especialistas;
- Investigar a percepção da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte em relação aos congestionamentos, às melhorias realizadas no trânsito e no transporte público por ônibus, às principais soluções para a cidade, o modo de pensar das pessoas em relação à mobilidade urbana, à efetividade das medidas de gerenciamento da demanda de viagens e às questões relacionadas a possibilidade de implantação de pedágio urbano na Área Central de Belo Horizonte;
- Investigar a classificação de cinco instrumentos de gestão da demanda por viagens, em relação a sua efetividade para desestimular a circulação de automóveis nos grandes

centros urbanos, para os especialistas e, na Área Central da Capital mineira, para a população da RMBH;

- Definir cenários de cobrança de pedágio, com as devidas aplicações das receitas e resultados esperados, para a escolha da população;
- Identificar a disposição dos usuários que frequentam a Área Central em relação ao pagamento do pedágio urbano, por faixas de valores;
- Analisar a possibilidade de migração para os outros modos de transporte caso se implante o pedágio na Área Central de Belo Horizonte.

1.2 Justificativa

Em função da importância da mobilidade urbana no contexto mundial, os instrumentos de gestão de demanda por viagens, em especial, o pedágio urbano como medida de política pública para a regulação dos congestionamentos, tem sido muito divulgado na literatura internacional. O presente trabalho justifica-se como contribuição científica pela carência de estudos sobre pedágio urbano de regulação no Brasil, conforme afirmado por Torres (2007), Oliveira e Almeida (2013).

Apesar da existência de poucas documentações técnicas no Brasil, a Secretaria de Transporte Metropolitano de São Paulo (STM) e a Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte (BHTRANS) já despertaram interesse sobre o pedágio urbano de regulação, com as publicações do Plano Integrado de Transportes Urbanos de São Paulo (PITU) e do Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte (PLANMOB BH), respectivamente.

O PITU aborda, para o cenário de 2025, dentre as diversas análises, a simulação de tráfego da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) após a implantação de um sistema de pedágio urbano no Centro Expandido da cidade (SÃO PAULO, 2006). O PLANMOB BH apresenta várias conjunturas de restrição veicular, dentre elas, a simulação do cenário para o ano 2020, com a implantação de pedágio urbano na Área Central da cidade (BELO HORIZONTE, 2009).

Em função do crescimento da taxa de urbanização e de motorização e das consequências ambientais e econômicas causadas pelos congestionamentos, a tendência é que, nos próximos anos, o pedágio urbano seja amplamente discutido na sociedade brasileira, como medida de política pública de melhoria da mobilidade nas cidades.

A Lei nº 12.587/2012 estabelece respaldo jurídico sobre a possibilidade legal de cobrança de tributos pela utilização da infraestrutura viária, abrindo a possibilidade para adoção de medidas de pedágio urbano nos municípios brasileiros, como “instrumentos de gestão do sistema de transporte e da mobilidade urbana” (BRASIL, 2012, art. 23). Além disso, a Lei os vincula à aplicação das receitas arrecadadas em infraestrutura urbana para o transporte público coletivo e não motorizado e também para o financiamento do subsídio da tarifa de transporte público (BRASIL, 2012).

Em cumprimento à Lei nº 12.587/2012, a prefeitura da Capital mineira publicou o Decreto nº 15.317, de 02 de setembro de 2013, que institui o Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte, no qual em seu artigo 5º cita as seguintes diretrizes para a cidade: “I – priorização dos pedestres e dos modos de transporte não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado; II – criação de medidas de desestímulo à utilização do transporte individual motorizado” (BELO HORIZONTE, 2013, p. 05).

As justificativas para a exploração deste tema se pautam na escassez cada vez maior de espaço viário devido ao crescente acúmulo de automóveis nas vias das cidades, na falta de recursos para investimentos em transporte público e na necessidade eminente de melhoria da qualidade do ar e mitigação dos gases de efeito estufa, fatos que assolam as maiores cidades do mundo (LUCAS JUNIOR, 2008). Ademais, vale ressaltar a real importância de conscientização e aceitação da população, com vistas ao questionamento social da abordagem tradicional de planejamento de transportes.

Os modelos tradicionais de planejamento de transporte que predeterminam a demanda e fornecem a oferta têm se mostrado totalmente ineficazes e são amplamente questionados por Vasconcellos (1996), Goodwin (1996) e Castro (2006). Tais modelos baseiam-se em premissas de promover intervenções de obras viárias vultuosas, visando ampliar a oferta de infraestrutura (capacidade viária), o que requer recursos financeiros intensivos e incessantes, com resultados temporários e facilmente absorvidos pela demanda latente² ou induzida (CASTRO, 2006).

Diante do exposto, a percepção dos especialistas da área de transportes e da população perante a possibilidade de implementação de taxa de congestionamento pode ser incorporada, de

² Small (1992) considera demanda latente aquela que é reprimida pelas condições de saturação das vias, as pessoas mudam a hora da viagem, a rota, o modo de transporte, o local de moradia, dentre outros, em função dos congestionamentos.

forma agregadora, às políticas públicas das maiores capitais brasileiras, por meio dos seus Planos de Transportes e de Mobilidade Urbana.

Com a análise dos resultados pretende-se, como contribuição técnica, subsidiar o poder público na tomada de decisão, na definição das medidas de gerenciamento da mobilidade, nas estratégias e políticas de transporte mais sustentáveis e que viabilizem a integração de ações de planejamento urbano. Além destas, o trabalho visa a colaboração com a investigação das possíveis medidas de compensação que podem ser tomadas pela gestão pública, no sentido de favorecer a anuência da população, diante da adoção do pedágio urbano de regulação na Área Central de Belo Horizonte.

1.3 Estrutura da Dissertação

Este trabalho é composto por seis capítulos, iniciando pelo presente, intitulado introdução, em que se contextualiza o tema abrangente, apresenta os objetivos e a justificativa.

O segundo e o terceiro capítulos referem-se à revisão da literatura, que trata do estado da arte sobre o pedágio urbano desde a sua origem, os princípios econômicos, algumas experiências existentes pelo mundo e um breve contexto sobre as questões de aceitabilidade pública.

O quarto capítulo descreve as etapas e métodos adotados para o desenvolvimento das pesquisas com os especialistas em transporte e com os representantes da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte, bem como os passos da análise estatística adotada.

O quinto capítulo corresponde à apresentação e discussão dos resultados provenientes das pesquisas realizadas, assim como à associação com a literatura existente e com outras pesquisas.

O sexto capítulo aborda as considerações finais sobre o trabalho, descreve os desafios, as potencialidades do estudo e aponta as recomendações para trabalhos futuros.

Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas que serviram de base para a elaboração da dissertação e, em seguida, o Anexo e os Apêndices:

- ANEXO I – Tabela de Cálculo do Certificado de Titularidade Veicular em Singapura
- APÊNDICE A – Formulário da Pesquisa com os especialistas de transportes
- APÊNDICE B – Formulário da Pesquisa com a população
- APÊNDICE C – Memória Análise Fatorial no *Software R*

2 A BASE TEÓRICA DO PEDÁGIO URBANO

A dependência do automóvel é definida por elevados níveis de viagens realizadas em transporte individual motorizado, por padrões de uso do solo priorizados para o desempenho do automóvel e por reduzidas alternativas de transporte público coletivo (LITMAN, 2002). Ainda segundo o autor, essa dependência é responsável pelas consideráveis despesas com a manutenção das vias públicas, além de propiciar os congestionamentos, acidentes e uma variedade de impactos, sejam eles, no meio ambiente, na produtividade econômica e no desenvolvimento das cidades.

Nessas circunstâncias é salutar pensar em estratégias de gestão dos congestionamentos que possibilitam mudanças nos padrões de escolha de transporte para a melhoria da mobilidade, visando produzir resultados que se traduzam em maior igualdade de oportunidades para a sociedade (BRINCO, 2006).

A engenharia de tráfego versa pelo ‘conceito de congestionamento’ associado a parâmetros técnicos mensuráveis como a capacidade da via e o nível de serviço. O estudo de capacidade e nível de serviço em vias urbanas, normalmente, é realizado de acordo com os métodos propostos pelo manual americano de capacidade viária, o *Highway Capacity Manual – HCM* (TRB, 2010).

De forma sumária, o HCM define capacidade como a máxima taxa de fluxo de veículos que pode atravessar um ponto ou uma seção uniforme de uma faixa de trânsito ou da própria via, durante um determinado tempo, sob as condições existentes. O conceito de nível de serviço relaciona-se com medidas qualitativas que visam caracterizar as situações operacionais de uma corrente de tráfego e a sua percepção por parte dos passageiros ou motoristas. Os principais itens mensuráveis do nível de serviço são a frequência de paradas ou interrupções no tráfego, velocidade de operação, tempo de percurso, densidade do tráfego, liberdade de manobras. Para cada tipo de facilidades podem ser atribuídos seis níveis de serviço, de A a F, sendo que o nível de serviço ‘A’ representa as melhores condições de trafegabilidade e o nível ‘F’ representa as piores ou o ‘sistema de alerta’ para a adoção de medidas de contenção dos congestionamentos (TRB, 2010).

A *European Conference of Ministers of Transport* (ECMT) é uma organização intergovernamental que conta com a participação dos ministros de transportes de 44 países e pertence à *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD). Em uma

publicação, em conjunto OECD e ECMT, sobre gestão de congestionamentos urbanos, os participantes afirmam que não existe uma definição única e amplamente aceita sobre o conceito de ‘congestionamento de tráfego’. Uma das principais razões para tal falta de consenso é que ele é tanto um ‘fenômeno físico’ como um ‘fenômeno relativo’. Um fenômeno físico pois se relaciona com a forma como os veículos impedem a progressão uns dos outros, à medida que a procura por um espaço viário limitado se aproxima da capacidade ofertada por ele. Um fenômeno relativo, uma vez que se relaciona com as expectativas dos usuários em relação ao desempenho do sistema viário, que pode ser variável dependendo da cidade, da via ou da própria pessoa (OCDE/ECMT, 2007). Os membros da ECMT sugerem que as políticas públicas de transporte devam buscar o gerenciamento do congestionamento, com uma visão básica de equidade em relação aos custos e benefícios e com o foco na redução do ônus que os excessos de automóveis impõem àqueles que utilizam a malha viária urbana. Ainda, no mesmo documento, afirmam que muito pode ser alcançado para a sua perfeita gestão do tráfego mas que, de maneira nenhuma, regiões urbanas dinâmicas, acessíveis, habitáveis e atraentes serão livres de congestionamentos.

Os engenheiros de tráfego, na maioria das vezes, abordam os transtornos causados pelos congestionamentos com uma visão lateral do lado da oferta, cuja solução seria o aumento da capacidade da rede viária. Ao passo que os economistas enxergam os congestionamentos pelo lado da demanda (TORRES, 2007).

As vias públicas com baixa densidade de fluxo veicular possuem características de consumo ‘não rival’ e são exemplos tradicionais de ‘bens públicos’ com acesso livre aos indivíduos, produzem serviços que são simultaneamente desfrutados por várias pessoas, sem prejuízo substancial à satisfação de outras (HAU, 1992a; NASH, 2007). A literatura clássica define como ‘bens públicos típicos’ aqueles que possuem consumo ‘não rival’ e caráter ‘não excludente’ (MUSGRAVE; MUSGRAVE, 1980). O consumo/uso ‘não rival’ ou indivisível implica na disponibilidade do bem para um indivíduo ou grupo social não interferir na disponibilidade do mesmo bem pelos demais integrantes da sociedade (GIAMBIAGI; ALÉM, 2008). Um exemplo clássico é de uma ponte operando com baixa densidade. O fato de um veículo utilizá-la não afeta a disponibilidade ‘da ponte’ para a utilização por outro veículo, e o custo marginal de sua utilização é zero. O caráter ‘não excludente’ implica na inviabilidade prática de privação do consumo por aqueles que não pagaram pela provisão do bem. Um bom exemplo é a instalação de um farol marítimo: uma vez que o bem foi provido, ele pode ser

usufruído por todos, sendo impossível ou muito custoso excluir os não pagantes do consumo do bem (PINDYCK; RUBINFELD, 2009).

Dessa forma, as características da literatura clássica a respeito da definição de um ‘bem público’ não se aplicam às vias públicas congestionadas ou com densidade crítica, na qual o seu consumo passa a ser ‘rival’, pois a entrada de cada novo veículo reduz a disponibilidade da via para os demais veículos, causando a redução da velocidade de tráfego, a geração de mais congestionamentos, poluição, dentre outros fatores (NASH, 2007; HAU, 1992a).

Tanto o consumo não rival, característico dos bens públicos, como o caráter ‘não excludente’ dos bens públicos congestionados, são consideradas, por Hau (1992), causas de ‘falha de mercado’, exigindo intervenção governamental. Assim, as vias que possuem o atributo de bens públicos congestionados e, portanto, têm uma característica de consumo ‘rival’ ou ‘parcialmente rival’ devem ser tratadas pelas autoridades governamentais relevantes como bens públicos mistos ou impuros ou bens privados ou de ‘clube’ (BUCHANAN, 1965 *apud* HAU, 1992a).

Por sua vez, Hau (1992a) afirma que, para a economia de transportes, a definição de congestionamento é atribuída a um fenômeno de ‘excesso de demanda’, dada a uma capacidade limitada de sistema viário. Como não existe nenhuma forma de controle dessa demanda de tráfego, à medida que mais e mais veículos se juntam a um fluxo existente, os tempos de viagem de todos os usuários das vias são acrescidos, resultando em atrasos generalizados. O autor assegura que a razão fundamental pela qual os congestionamentos ocorrem de forma tão ubíqua é porque os direitos de propriedade (uso de via pública) não estão claramente delineados pelo poder público. Com a permanência do acesso gratuito às vias públicas congestionadas, as pessoas não estão impedidas de usar uma rede viária ‘escassa’, tornando cada vez mais o seu uso excessivo. Por conseguinte, a ‘falha do mercado’ devido ao caráter ‘não excludente’ exige uma intervenção governamental sob a forma de taxas de congestionamento ou pedágio urbano, procurando a otimização da utilização das vias públicas pelo máximo de pessoas possíveis, com incentivos aos modos de transportes coletivos e não motorizados.

2.1 A origem do pedágio urbano

Os primeiros estudos de pedágio urbano no mundo apontaram a possibilidade de sua implementação, como uma forma de financiamento de obras públicas, razão justificada pelo

fato que, nos primórdios não eram evidentes as questões de congestionamentos e as preocupações com o meio ambiente, como nos dias atuais. Segundo Hau (1992a), a primeira argumentação teórica e econômica a respeito da gratuidade pelo uso de uma via surgiu dos estudos do engenheiro economista Jules Dupuit, em 1844, juntamente com a ideia de pedágio para fins de financiamento de infraestrutura. Jevons (1879) cita que Dupuit é merecedor dos créditos provenientes da primeira e da mais perfeita compreensão da teoria da utilidade.

Dupuit trabalhava na gestão de estradas, canais e pontes da França e tinha um interesse marcante pelas obras públicas, muito pela engenharia, mas a sua atração maior era a economia política. Dupuit (1844) escreveu um artigo intitulado *De la mesure de l'utilité des Travaux Publics* (A Medida de Utilidade das Obras Públicas), que aborda, dentre outros assuntos, o pedágio à luz da teoria econômica da utilidade. Nesse documento, o autor analisa os custos e benefícios sobre a possibilidade de cobrança de taxas para a passagem em uma ponte pedonal e seu imaginário futurista vai mais longe, descrevendo possíveis expectativas para cobranças de taxas para veículos e transporte de carga, compatíveis com a época.

Jevons (1879) menciona que Dupuit (1849) na tentativa de estruturar uma medida precisa para aplicação da teoria de utilidade nas obras públicas, em *De l'influence des péages sur l'utilité des voies de communication* (A influência do pedágio sobre a utilidade dos canais de comunicação), observou que a utilidade de um produto varia imensamente, não só de um indivíduo para outro, mas é também amplamente diferente para a mesma pessoa de acordo com as circunstâncias em que ela esteja no momento. O autor ainda acrescenta, que pelas reflexões de Dupuit sobre a comparação entre os desembolsos e os proveitos das obras públicas, a ele deve ser atribuído o conceito de análise custo e benefício.

2.2 Princípios econômicos do pedágio urbano

De acordo com Guimarães (2008), o conceito de externalidades ou economias externas foi originalmente introduzido por Alfred Marshall em 1890, com a publicação da primeira edição de *Principles of Economics* (Princípios de Economia). Ele foi um renomado economista e matemático, professor de economia política na Universidade de Cambridge, no período de 1885 a 1908. A obra literária de Marshall somente foi traduzida para o português em 1946. Marshall (1985) defende a corrente da economia neoclássica (ou marginalista), que contribui para o conhecimento da utilidade de um bem e da sua escassez, dentro de uma visão humanista e sempre dirigida para o bem-estar coletivo e social. Dentre as diversas colaborações da sua doutrina para a economia política, destacam-se o desenvolvimento do

princípio da utilidade marginal e do conceito de elasticidade da demanda, a introdução da análise da variável ‘tempo’ nos estudos econômicos, as relações entre procura, oferta e valor e a formulação da lei dos preços de mercado.

Guimarães (2008) resume que a teoria de Marshall é sustentada na ideia fundamental de que, em uma sociedade, cada um tem a capacidade de discernir o que é bom para si próprio. As escolhas ou preferências das pessoas são definidas a partir de suas relações com o bem, ou melhor, numa visão econômica, da relação que um consumidor mantém com uma cesta de consumo. Ainda segundo o autor, as contribuições da teoria Marshalliana de 1890 condizem com as leituras atuais dos cursos de Microeconomia, confirmadas pelas palavras do livro tão referenciado de Hal Ronald Varian, “o modelo econômico do comportamento do consumidor é muito simples: as pessoas escolhem as melhores coisas pelas quais podem pagar” (VARIAN, 2000, p. 35).

O caminho de Marshall foi seguido e suas teorias aperfeiçoadas por seu aluno (e também sucessor) Arthur Cecil Pigou, que igualmente, foi professor da Universidade de Cambridge no período de 1909 a 1947. De acordo com Guimarães (2008, p. 109) “Pigou desponta como um dos mais influentes economistas da tradição neoclássica e aquele que deu uma das mais valiosas contribuições para a análise moderna das externalidades”. Em seu livro publicado em 1920, intitulado *The economics of welfare* (A economia do bem-estar), Pigou preocupou-se com os aspectos econômicos do bem-estar da coletividade, ao propor que os causadores de externalidades negativas paguem por elas. Essa afirmativa é a primeira ideia de um pedágio de regulação (TORRES, 2007).

De forma bem concisa, Guimarães (2008) cita que existe externalidade toda vez que o consumo de um bem por alguém interfere na satisfação de outra pessoa. A externalidade pode se associar a algum benefício para as partes e ser considerada desejável ou positiva ou causar prejuízos e danos aos outros e ser considerada indesejável ou negativa, como é o caso dos congestionamentos (ALMEIDA; OLIVEIRA, 2013).

A intervenção do governo para a correção das ‘falhas de mercado’ era defendida por Pigou, tanto para as externalidades positivas (por ele definidas como economias externas), com a criação de subvenções, subsídios ou incentivos, como também por meio de cobrança de uma prestação financeira ao agente econômico que se beneficiava das externalidades negativas (por ele definidas como deseconomias externas) (PIGOU, 1932; SILVA FILHO, 2012).

Pigou inspirou os direitos ambientais com o princípio do poluidor-pagador, ao recomendar às autoridades públicas que elas tomassem para si a responsabilidade sobre o meio ambiente, impondo aos seus usuários uma taxa pelos danos causados a sociedade (HARDIN, 1968; OZER, 2012).

Uma experiência de taxação proporcional aos custos ambientais foi adotada na área central de Milão (Itália), de 2008 a 2011, por meio de um sistema de pedágio urbano, chamado ECOPASS, com objetivo principal a redução dos níveis de poluição. O valor cobrado dependia do nível de poluição causada pelo veículo. Destaca-se que o acesso era gratuito para os veículos com combustíveis alternativos e para os menos poluentes, classificados conforme as normas europeias (OZER, 2012).

Segundo Lee (2011), a melhor e mais tradicional teoria de tarifação viária está bem estabelecida e amplamente defendida pelos economistas Pigou, em 1920, e por Frank Hyneman Knight, em 1924, e tem sido proposta como um meio prático de reduzir as deseconomias decorrentes dos congestionamentos, até nos dias atuais. Vale salientar que Knight (1924) apresentou críticas à compreensão de economias externas dada por Pigou, pois ele sustentava que as próprias forças de mercado podiam se apropriar dos efeitos econômicos decorrentes de variações dos custos de produção, fato este confirmado por Guimarães (2008).

Ronald Coase publicou o artigo denominado *The problem of social cost* (O problema do custo social), em 1960, com críticas à visão de ‘intervenção estatal’ defendida por Pigou, procurando demonstrar, com o Teorema de Coase, a possibilidade de uma solução privada ótima às externalidades negativas (COASE, 1960).

De acordo com Silva Filho (2012, p. 118), Coase “sustentava a tese da atribuição de direitos de propriedade aos bens coletivos, para que os respectivos titulares, mediante negociação direta, sem qualquer interferência estatal, buscassem mediante acordo a internalização eficiente dos efeitos externos de suas atividades”.

2.2.1 O pagamento das externalidades

Enquanto os engenheiros de tráfego se preocupavam com as construções de grandes obras de infraestrutura, como as vias expressas, os viadutos, os túneis e outras formas de oferecer mais capacidade viária para os veículos, o economista canadense William Spencer Vickrey, que residia em Nova Iorque (Estados Unidos), apresentava soluções para a gestão de distribuição da demanda de viagens (VICKREY, 1992).

Em função da superlotação do sistema de metrô de Nova Iorque, Vickrey, em 1952, propôs valores diferenciados para o preço do bilhete, recomendando ao poder público que as tarifas fossem aumentadas nos horários de maior demanda e reduzidas nos outros. A sugestão partiu do princípio de otimização do sistema de metrô, que, segundo o autor, tornaria mais atrativo nos períodos em que a tarifa fosse menor e, por conseguinte, as pessoas que considerassem viável mudariam o horário da viagem. Além da dificuldade tecnológica de implementação na época, as propostas foram consideradas arriscadas por aqueles que definiam as políticas públicas da cidade (VICKREY, 1955).

Embora Vickrey tenha apresentado a proposta ao poder público em 1952, somente em 1955, publicou o artigo *A Proposal for Revising New York's Subway Fare Structure* (Uma proposta de revisão da estrutura tarifária do metrô de Nova Iorque). De acordo com Arnott (1998), o estudo de controle da demanda de passageiros por meio da variação da tarifa do metrô Nova Iorque, realizado por Vickrey em 1952, é pioneiro e de grande valia para a teoria econômica associada às questões do transporte público urbano.

Vickrey (1992) considera a tarifação do congestionamento como uma aplicação clássica das forças de mercado, com objetivo de equilibrar a oferta e a demanda; sua ideia básica não é fundamentada na redução do tráfego, mas sim, em mecanismo de distribuição mais linear do fluxo de tráfego ao longo do dia.

2.3 O congestionamento como fonte de deseconomias

A partir da publicação dos estudos sobre a tarifa do metrô de Nova Iorque, elaborado por Vickrey (1955), surgiram outras publicações sobre os congestionamentos como fontes de deseconomias. Nesse contexto, Walters (1961), Vickrey (1960; 1963), Smeed *et al.* (1964); Vickrey (1967); Vickrey e Sharp (1968); Vickrey (1969), Arnott *et al.* (1990; 1993) e Arnott (1998) propõem modelos econômicos para compreender melhor sua natureza.

Vickrey (1969) foi o primeiro economista a analisar às questões relacionadas à formação gradativa de filas de veículos ou retenções do tráfego até atingir o momento de saturação viária, considerando para isso, a decisão das pessoas de quando viajar em um raciocínio de modelagem dinâmica dos congestionamentos. Guimarães (2008) cita que Vickrey criou uma teoria econômica capaz de descrever como ocorrem os atrasos ou perdas de tempo em uma situação de restrição viária. O modelo segue conceitos bem simples, presumindo que a formação das filas de veículos cresce de forma linear de um momento inicial até um

determinado horário, quando atinge seu máximo (estado de congestão) e depois começa a diminuir. Ainda conforme o autor, o modelo dinâmico mais abrangente e integral para os congestionamentos é o publicado nos artigos de Arnott *et al.* (1990; 1993), que preenche as lacunas não abordadas por Vickrey.

Por sua vez, Vickrey (1969) se posiciona extremamente favorável às cobranças de taxas para utilização das vias (pedágio urbano) para resolver as questões das formações de filas de veículos, dos atrasos nas viagens e, por conseguinte, da melhoria da efetividade do sistema viário. O autor ressalta que a tarifação viária não é só essencial para a otimização de sistema estrutural existente, mas também para o planejamento e desenvolvimento urbano.

William Vickrey, vencedor do Prêmio Nobel de Economia em 1996, é considerado o precursor da taxa de congestionamento, conforme afirma Richard Arnott no artigo intitulado '*William Vickrey: Contributions to Public Policy*'. Nesse artigo ele presta homenagem a Vickrey pela premiação e por toda a sua dedicação e contribuição nas áreas da política pública (ARNOTT, 1998).

2.4 Principais propósitos do pedágio urbano

No contexto desta dissertação é importante destacar que o pedágio urbano pode ser classificado em três propósitos principais, que se relacionam com os objetivos norteadores da decisão pela implementação, a saber: para financiamento ou concessão de infraestrutura, para regulação em que se busca a gestão da demanda de viagens ou o controle ambiental dos níveis de poluição das cidades (BRINCO, 2014).

O pedágio com a intenção de financiamento tem por objetivo principal auferir recursos para a construção, manutenção, expansão de vias ou o reembolso dos fundos empregados em obras de uma infraestrutura ao concessionário ou investidor (TORRES, 2007; GOMIDE; MORATO, 2011). A sua finalidade não é restringir ou regular a demanda de viagens, ao contrário, busca a maximização das receitas. Morato (2012) cita que a tarifação viária para fins de concessão é inversa à regulação, pois quanto mais tráfego, maior a arrecadação.

Segundo Gomide e Morato (2011), o pedágio de regulação tem por objetivo a gestão da demanda de viagens, visa a equidade de uso do sistema viário e minimiza os impactos decorrentes dos congestionamentos. Pode ser implementado com valores diferenciados por vias ou local, horário ou conforme varia a demanda por tráfego ao longo do dia, sem preocupação com a variação nas receitas, ao contrário do que normalmente ocorre no pedágio

de financiamento. Singapura, (Sudeste Asiático), Londres (Inglaterra) e Estocolmo (Suécia) são os principais exemplos de pedágio de regulação em operação.

Brinco (2014) se posiciona mais flexível diante de tais propósitos e cita as possibilidades de adoção de pedágio urbano de forma isolada ou combinada. O pressuposto principal pode ser a regulação do tráfego ou a melhoria ambiental, no entanto, a aplicação das receitas pode financiar melhorias nas redes de transporte público coletivo e de transporte não motorizado, ou até mesmo, subsidiar a tarifa de transporte público. Essas são possibilidades de vinculação de receitas, descritas na Lei Federal nº 12.587/2012, que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012).

2.5 Pedágio urbano de regulação

Conforme citado por Torres (2007), a utilização de pedágio urbano para subsidiar infraestrutura pode até interferir, embora pouco, na questão da regulação do tráfego, visto que a sua principal finalidade é a maximização da receita e não o controle da demanda. Crozet *et al.* (1994) reforçam que os efeitos de um pedágio para fins de financiamento de novas infraestruturas ou ampliação das capacidades viárias existentes podem, até mesmo, agravar os congestionamentos. Na teoria econômica, o pedágio de financiamento não conduz a uma alocação ótima de recursos; somente presume a existência de um preço de equilíbrio, encontrado pela interseção da oferta de infraestrutura com a demanda (TORRES, 2007).

Segundo Almeida e Oliveira (2013), a fundamentação teórica dentro da ciência econômica é imprescindível para a compreensão plena da tarifação de congestionamento como ferramenta de regulação de tráfego. A principal finalidade da regulação econômica é corrigir as ‘falhas de mercado’, favorecendo a alocação mais efetiva possível dos recursos disponíveis. A correção presume uma intervenção ativa e economicamente legitimada pelo poder público (MORATO, 2012). Assim, “define-se regulação como qualquer ação do governo no sentido de limitar a liberdade de escolha dos agentes econômicos” (PINTO JUNIOR; FIANI, 2003, p. 515).

A regulação pode ser praticada de duas formas ‘por comando e controle’ ou ‘por incentivos’. Ambas são consideradas instrumentos do poder público para coibir as condutas indesejáveis e promover os comportamentos desejáveis do agente regulado. Em relação às questões de congestionamentos, um exemplo de regulação do tipo ‘comando e controle’ seria a proibição de circulação de veículos particulares em determinados dias ou horários, como nos rodízios de veículos. Em contrapartida, o pedágio urbano constitui um exemplo de regulação ‘por

incentivos', uma vez que não representa uma proibição *stricto sensu*, mas uma forma de estímulo a uma atitude comportamental desejável. A cobrança acrescenta custos para os usuários do transporte individual motorizado e constitui incentivo à migração para o transporte público ou para outro modo mais sustentável e ao mesmo tempo, preserva o direito de escolha do usuário (MORATO, 2012).

2.6 Principais tipologias do pedágio urbano

Segundo Torres (2007), pode-se identificar três principais tipos de pedágio urbano quanto à forma de aplicação na rede viária. O mais conhecido e tradicional é o pedágio de eixo ou de vias específicas ou independentes, pois se assemelha aos padrões adotados nas rodovias concessionadas. Em áreas urbanas ou regiões metropolitanas são utilizados em eixos de transportes ou articulações viárias representativas para a cidade (tais como, túneis, pontes, vias expressas), normalmente, com o intuito preponderante de arrecadação de recursos financeiros para construção e/ou manutenção de infraestrutura para circulação de veículos (PALMA; LINDSEY, 2011). Nessa tipologia se enquadram a Linha Amarela (Rio de Janeiro), a Ponte Rio-Niterói, o túnel Prado-Carénage em Marselha (França), as concessões de vias expressas em Santiago (Chile) implantadas pelo Programa de *Concesiones Viales Urbanas*, dentre outros.

Com o passar dos anos foram criadas outras formas de implementação de pedágio em vias independentes, podendo até associá-las à gestão da demanda de tráfego, conforme preceitos defendidos pela *Federal Highway Administration* (FHWA, 2008) para o sistema americano, intitulado *Managed Lanes* (gerenciamento de faixas de tráfego). Nesse método, a tarifação pode ser aplicada somente em parte da pista, ou seja, em uma ou mais faixas de trânsito e é conhecido como *High Occupancy Toll* (*HOT lanes*) (SANTOS; FRASER, 2006). É um sistema mais comumente empregado em vias expressas americanas e canadenses.

Inicialmente foram criadas as *High Occupancy Vehicle* (*HOV lanes*) (Figura 2.1), que são faixas de trânsito destinadas aos veículos com maiores índices de ocupação. Posteriormente, foram implantadas as *HOT lanes* (Figura 2.2), que são consideradas uma evolução das *HOV lanes*, pois além de serem faixas de trânsito destinadas aos veículos com maiores índices de ocupação, permitem a circulação dos demais. Contudo, os veículos não enquadrados nos limites de taxa de ocupação, determinados pela legislação de trânsito, ficam condicionados ao pagamento de tarifa de pedágio (FHWA, 2008; PALMA; LINDSEY, 2011).



Figura 2.1 – Exemplo de sinalização de HOV lane por horário e número de passageiros
 Fonte: *Federal Highway Administration (FHWA, 2008)*



Figura 2.2 – HOV e HOT lanes, Via Expressa I-680 em São Francisco (Estados Unidos)
 Fonte: *Metropolitan Transportation Commission (MTC, 2016)*

A segunda tipologia refere-se ao *cordon pricing* ou *cordon charging* (pedágio de corda ou cordão), que é considerado um esquema em que os veículos pagam uma tarifa no momento de transposição da área delimitada por uma *cordon line* ou ‘cordão de isolamento’. A passagem pelo cordão incorre uma cobrança de taxa, que pode ser realizada na entrada e/ou na saída dos limites predeterminados pela regulamentação do pedágio. Os *checkpoints* (postos de controle) são instalados nos principais acessos à área pedagiada e, normalmente, os veículos são taxados somente quando adentram os limites. No entanto, quando saem da área, opcionalmente, podem ser verificados (novamente nos *checkpoints*) se foram tarifados no momento de entrada. Caso o veículo não tenha sido tarifado ainda, significa que estava dentro

da *cordon line* antes do horário de vigência do pedágio, então a cobrança pode ser realizada ou não, a critério das regras específicas de funcionamento (LEE, 2011).

Segundo Palma e Lindsey (2011), em função dos objetivos a serem alcançados, a tarifação pode até ocorrer nos dois sentidos, ou seja, no momento de entrada e de saída da área designada. Em função das possibilidades de modernização tecnológica, o pedágio, em geral, pode ser implementado com várias diferenciações e elementos integrados, visando atender às necessidades particulares de cada localidade. Nessa tipologia se enquadram os *toll rings* (anéis de pedágio) existentes em algumas cidades da Noruega como Oslo, Bergen, Durham, e Trondheim. A capital Oslo se destaca com um sistema de cordão formando um cinturão, delimitado por 19 portais de controle (Figura 2.3), que abrange a região onde vive cerca da metade da população da cidade (PALMA; LINDSEY, 2011; BRINCO, 2014).



Figura 2.3 – Localização dos pontos de controle dos *toll rings* em Oslo (Noruega)
Fonte: CURACAO³ (2006-2007)

De acordo com Brinco (2014), é uma tradição nas cidades norueguesas a contribuição da população para a construção de pontes e túneis, ao mesmo tempo, é assegurado o compromisso do governo na alocação exclusiva dos recursos nas destinações acertadas antecipadamente com os moradores. O autor ainda esclarece que embora a cobrança de tarifação viária na Noruega seja, principalmente, para geração de receitas para financiamento de infraestruturas viárias (em Oslo, 30% dos recursos são revertidos para a melhoria dos

³ *Coordination of Urban Road-user Charging Organisational issues* (CURACAO) – Projeto financiado pela Comissão Europeia com objetivo de coordenação de pesquisas e monitoração de resultados de tarifação viária com instrumento de gestão da demanda por viagens.

sistemas de transporte público). A gestão do pedágio é bem diferenciada das demais, pois todas as obras custeadas com as receitas arrecadadas pertencem as mesmas ações de um planejamento urbano integrado e são complementares ao pedágio. Túneis que desviam os fluxos de tráfego das áreas mais congestionadas são exemplos dessas obras patrocinadas.

O ECOPASS em Milão (Itália), segundo Palma e Lindsey (2011), é outro exemplo importante de adoção de sistema de pedágio de cordão. O esquema foi implementado com a finalidade primária de melhoria da qualidade ambiental urbana com o controle da poluição na *Zona Traffico Limitato* (ZTL), alcançando bons resultados na diminuição dos congestionamentos – seu objetivo secundário (ROTARIS *et al.*, 2010). O ECOPASS permaneceu de 2008 a 2011, posteriormente foi substituído pelo sistema chamado ‘*Area C*’, definido por referendo em 2011, inicialmente implantado em ‘sistema de teste’ e oficialmente consolidado em 2013. O sistema de cordão da ‘*Area C*’ abrange os mesmos limites da parte central da cidade (conhecida por *Cerchia dei Bastioni*), definida pela ZTL do ECOPASS, sua operação é realizada com 43 portais de controle (Figura 2.4). Segundo Ozer (2012), o principal objetivo da ‘*Area C*’ é a redução dos congestionamentos, associado à promoção da mobilidade sustentável e captação de recursos para transporte público, sempre partindo do pressuposto que a poluição atmosférica em Milão é considerada caótica pela saúde pública local.

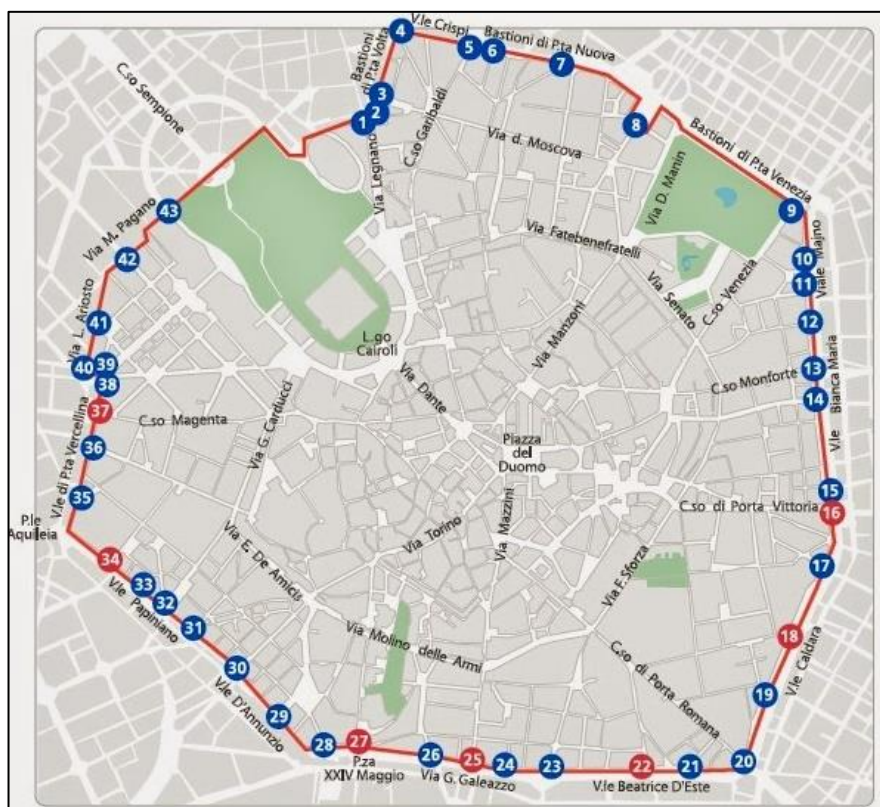


Figura 2.4 – Delimitação da ‘*Cerchia dei Bastioni*’ (Area C) em Milão (Itália)
Fonte: *Comune di Milano* (2016)

Estocolmo (Suécia) também adota o pedágio urbano em um sistema de cordão (Figura 2.5) com valores de tarifa diferenciadas ao longo do dia, conforme condições operacionais de tráfego. Abrange os limites da área central da cidade e conta com 20 portais eletrônicos de controle. As estações de cobrança são chamadas de ‘*betalstation*’ (Figura 2.6). O sistema é conhecido por *congestion tax* (taxa de congestionamento), haja vista, que o principal objetivo é a redução dos congestionamentos e os objetivos secundários são a melhoria das condições ambientais e da acessibilidade (PALMA e LINDSEY, 2011; OZER, 2012).

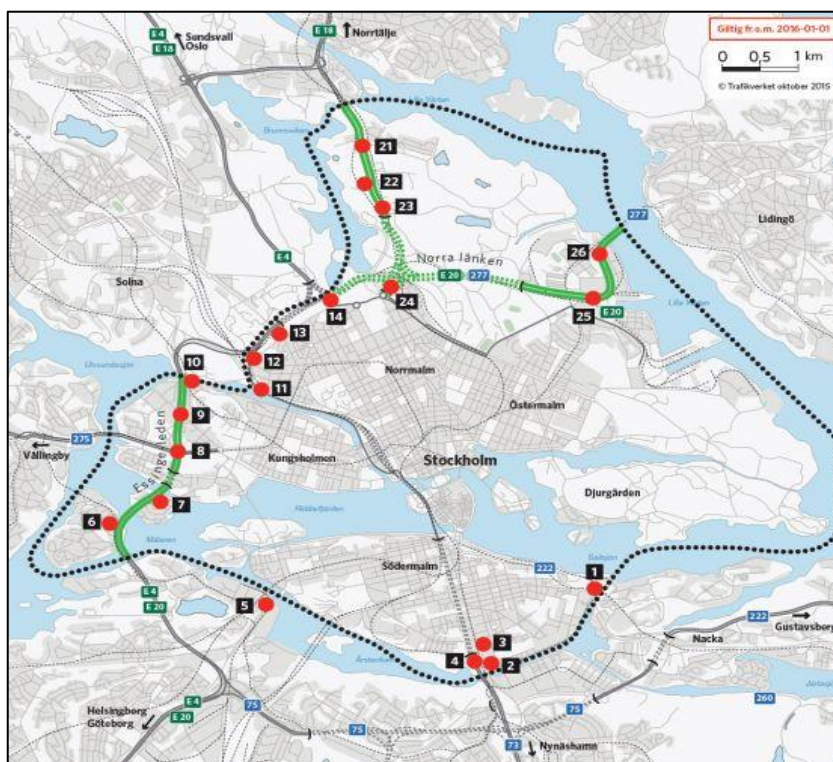


Figura 2.5 – Localização dos pontos de controle ‘*betalstationer*’ em Estocolmo (Suécia)
Fonte: *Transport Styrelsen* (2016a)



Figura 2.6 – Ponto de cobrança ‘*betalstation*’ em Estocolmo (Suécia)
Fonte: *Transport Styrelsen* (2016b)

O sistema de pedágio urbano em operação na cidade Estado-insular de Singapura passou por várias transformações e modernização desde o início de sua implantação em 1975 (LEE, 2011). Em 1998 foi implantada a cobrança eletrônica de pedágio, conhecida como *Electronic Road Pricing* (ERP), que emprega a tecnologia de identificação automática de veículos, conhecida como *Automatic Vehicle Identification* (AVI). Neste ano possuía 42 portais de fiscalização, somente para controle de entrada na zona restrita do centro comercial de Singapura, assim, as saídas dos limites controlados não são tarifadas (GOMIDE e MORATO, 2011).

Palma e Lindsey (2011) definem a estrutura sistêmica do pedágio urbano, em operação em Singapura, como uma forma híbrida em relação à tipologia, pois envolve uma gestão unificada de três zonas restritas no *Central Business District* (CBD), um sistema chamando *Orchard cordon*; além de vias expressas e artérias principais. A localização dos pontos de controle do sistema ERP estão representados na Figura 2.7 (ONE MONITORING, 2016).



Figura 2.7 – *Electronic Road Pricing* em Singapura (Sudeste Asiático): Mapa Iterativo
Fonte: ONE MONITORING (2016)

Segundo Mun *et al.* (2005), o sistema de *cordon line* funciona melhor quando os destinos das viagens se concentram em torno de um centro. Na concepção dos autores, quanto mais monocêntrica é a estrutura urbana de uma cidade, mais eficiente torna a implementação desta forma de pedágio. A cidade monocêntrica, conceituada por Mun *et al.* (2005), é aquela em que os destinos de viagens se concentram no CBD. Porém, essa definição difere dos conceitos da Geografia e aproxima-se mais da visão da literatura econômica urbana, defendida por Solow e Vickrey (1971), Beckmann (1976), e Ogawa e Fujita (1980). Mas ainda, conforme os autores, com um diferencial, pois enquanto a economia trata o conceito destacando a estrutura de uso da terra, a engenharia centra-se na variação espacial do congestionamento do tráfego.

Ison e Rye (2008) afirmam que a simplicidade e a facilidade de entendimento do sistema de cordão são fatores importantes para aumentar a probabilidade da aceitação popular mas a concepção do projeto é crucial para o sucesso da medida. Vale destacar algumas pesquisas realizadas por May *et al.* (2002), Verhoef (2002), Santos e Rojey (2004), Santos (2004) e Mun *et al.* (2005), as quais foram centradas nas questões referentes à localização e aos benefícios na delimitação da área pedagiada em sistema de cordão.

Santos (2004) baseia-se em pesquisa realizada em oito cidades inglesas e argumenta que, em determinadas condições e dependendo da relação entre custos e benefícios, a melhor solução pode ser a criação de *double cordon* (cordões duplos), um interno delimitando a área central e o outro considerando um raio de abrangência em limites viários mais externos. A autora defende que essa concepção pode aumentar o benefício social em comparação com um único cordão, principalmente em relação às questões de transporte.

A terceira tipologia refere-se à *Area License System (ALS)* ou *zonal scheme* ou *area charge* (pedágio de zona), caracterizada pela cobrança em todas as viagens dentro de uma área delimitada, ou seja, o veículo não é somente tarifado nas fronteiras da região pedagiada, como acontece nos sistemas de cordões, mas sim em todos os deslocamentos (LEE, 2011). O sistema de licenciamento de área ALS foi adotado em Singapura (1975-1995).

O exemplo mais singular do regime de pedágio urbano de zona é o *congestion charging* de Londres (Inglaterra), vigente desde 2003, em que a tarifação se aplica aos veículos que entram, circulam e estacionam na área predeterminada (Figura 2.8) pela legislação (GOMIDE e MORATO, 2011). O sistema de monitoração e de fiscalização londrino é realizado por uma rede integrada de câmeras que capturam as imagens dos veículos nos acessos de entradas e saídas e em pontos estratégicos dentro da zona tarifada (TfL, 2008).

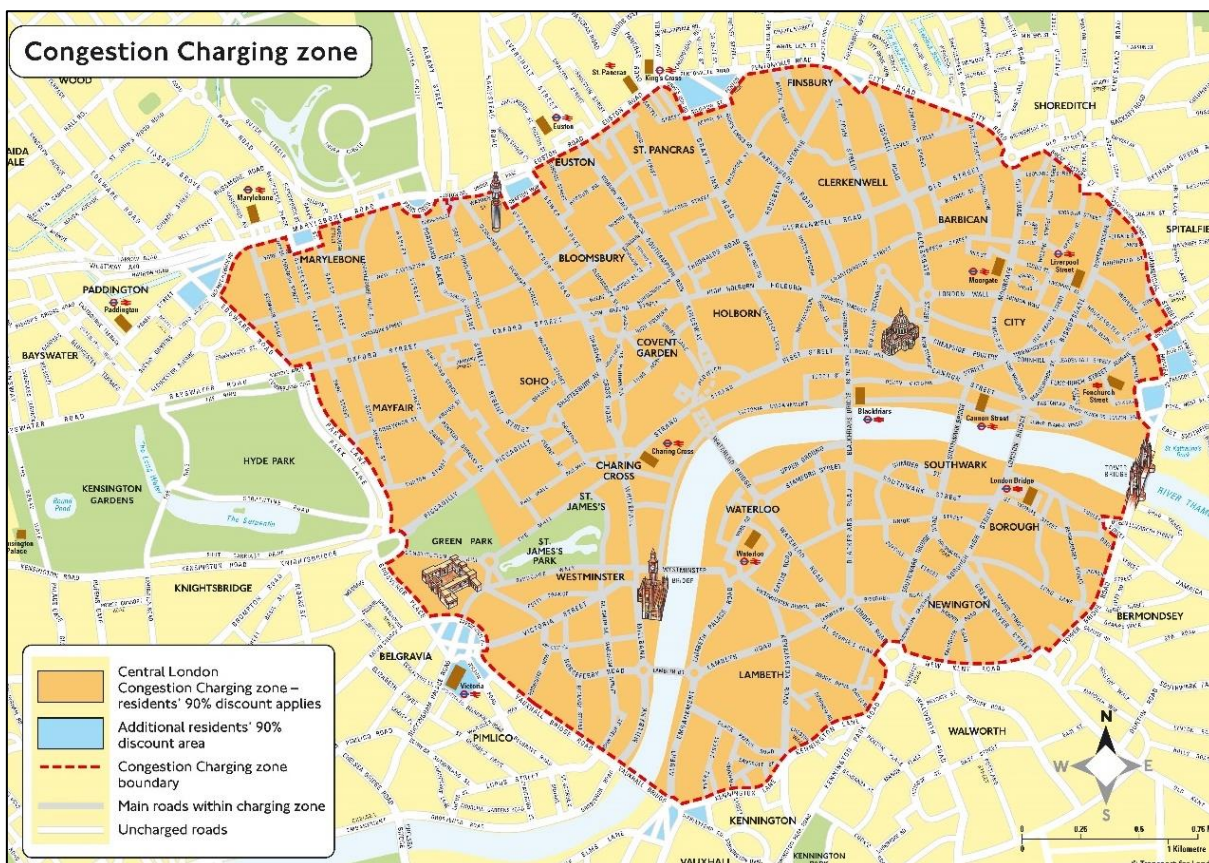


Figura 2.8 – Zona de *Congestion charging* em Londres (Inglaterra)
 Fonte: *Transport for London* (TfL, 2016)

May *et al.* (2002) citam que com um sistema de pedágio de zona, com controles instalados nos limites externos e em alguns pontos internos à área, é possível associar a cobrança à distância percorrida na viagem ou ao tempo despendido dentro de uma zona especificada e alcançar relevantes benefícios econômicos. Mas, Ison e Rye (2008) ressaltam que, devido à complexidade do entendimento de uma tarifa variável ao longo do horário de vigência do pedágio e para melhor aceitabilidade pública e conveniência para o usuário, adotou-se uma tarifa única diária (homogênea) e com significativo valor monetário para a Área Central de Londres. Assim, o pagamento é realizado uma vez ao dia, independentemente de quantas entradas foram realizadas, da movimentação do veículo dentro da zona e dos níveis de congestionamentos (BRINCO, 2014).

No Brasil, em documento do Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), Gomide e Morato (2011) classificam as tipologias mais comuns de pedágio urbano, considerando suas principais diferenças básicas, a eficácia na eliminação de congestionamentos e exemplos de aplicação prática, conforme Tabela 2.1.

Tabela 2.1– Principais tipos, características e exemplos de pedágio urbano

	PEDÁGIO DE EIXO	PEDÁGIO DE CORDA	PEDÁGIO DE ZONA
PRINCIPAL FINALIDADE	Financiamento de infraestruturas	Controle de tráfego em uma área delimitada	Controle de tráfego em uma área delimitada
ABRANGÊNCIA	Uma única via expressa, túnel ou ponte	Todas as vias no interior do cordão	Todas as vias no interior da zona delimitada
FATO GERADOR DA COBRANÇA	Passar pelo posto de coleta da via (praça de pedágio)	Cruzar o perímetro do cordão de acesso à área restrita	Entrar, circular, estacionar no interior da zona
FORMAS DE FISCALIZAÇÃO E COBRANÇA	Manual ou automática na praça de pedágio	Fiscalização eletrônica e cobrança automática	Fiscalização eletrônica e cobrança automática
PERÍODO DE COBRANÇA	Todos os dias (24h)	Dias úteis, manhã e tarde	Dias úteis, manhã e tarde
FLEXIBILIDADE DA TARIFA	Tarifa fixa	Variável: maior nos horários de pico	Pode ser fixa ou variável
EFICÁCIA NA ARRECADAÇÃO	Alta	Baixa	Baixa
EFICÁCIA NA ELIMINAÇÃO DOS CONGESTIONAMENTOS	Baixa	Alta	Alta
EXEMPLOS	Ponte Rio-Niterói	Singapura	Londres

Fonte: IEMA (GOMIDE; MORATO, 2011)

2.7 Experiência de pedágio urbano no Mundo

Esta subseção apresenta algumas práticas de regimes de pedágio urbano devidamente consolidados pelo mundo, como: Singapura, Londres e Estocolmo. Ademais, aborda também, as experiências do Brasil.

2.7.1 Singapura

Singapura é uma cidade-estado do Sudeste Asiático, cuja ocupação não passa de uma ilha principal e algumas ilhotas secundárias ao largo do extremo sul da Península Malaia. Ao norte, apenas um canal estreito separa Singapura da Malásia e ao sul o Estreito de Malaca separa o país da Indonésia (LUCAS JUNIOR, 2008).

Em 2015, Singapura contabilizava uma população de 5,5 milhões de habitantes (WORLD BANK, 2015), vivendo em uma área de aproximadamente 647 km². Segundo o balanço anual, em 31/12/2016 a cidade-estado possuía 898.239 veículos em geral, publicado pela *Land Transport Authority* (LTA), que é a empresa responsável pelo planejamento, operação e

manutenção da infraestrutura e dos sistemas de transporte terrestre (LTA, 2017). A frota circulante é controlada pelo Governo. O número de automóveis particulares nas ruas é muito restrito, com vistas a diminuir a poluição e o congestionamento, sendo que o país possui uma alta densidade populacional e, em contrapartida, uma baixa taxa de motorização, representando 14,9 autos/100hab em 2010 (WORLD BANK, 2010). Esses valores são muito próximos da taxa de motorização que o Brasil mantinha em 2001, 14,4 autos/100hab (RODRIGUES, 2015).

Brinco (2014) comenta que, na esfera de transportes, o país conteve a expansão desenfreada da indústria automobilística, com imposições de elevados impostos veiculares e investimentos incessantes no transporte coletivo. Por meio de um controle rigoroso, o governo de Singapura desestimula o uso de automóveis, tornando muito dispendioso a aquisição e manutenção de um veículo na ilha. Todas as pessoas que compram carros precisam pagar, também, o *Certificate of Entitlement* (COE⁴), que depende do modelo do veículo. A emissão do COE fica a cargo da LTA, que, por sua vez, avalia o custo de obtenção do COE e a possibilidade de liberação do documento, haja vista que são calculadas quotas de COE por categoria de veículo (LTA, 2017). A quantidade de cotas possíveis são publicadas por períodos de três meses. A validade do COE é de 10 anos. A exemplo, para os meses de fevereiro, março e abril de 2017, poderão ser emitidas 26.391 quotas (LTA, 2017a), divididas nas cinco categorias veiculares, como pode ser visto no Anexo I.

Singapura foi a primeira localidade em âmbito mundial a gerenciar o congestionamento de veículos com a utilização de pedágio urbano. Em 1975, o governo tomou uma decisão ousada ao implantar o sistema *Area Licensing Scheme* (ALS) para reduzir o agravamento do congestionamento do tráfego no centro de negócios da ilha.

Albalate e Bel (2009) observam que as condições políticas peculiares de Singapura foram favoráveis a implementação de um sistema de pedágio urbano, pois embora possua uma democracia parlamentar, com parlamento unicameral, o país vem sendo governado por um único partido desde 1959. Logo, a falta de uma oposição política forte favorece as ações de um sistema político de natureza autoritária.

O sistema de pedágio de Singapura sofreu várias transformações ao longo do tempo, mas a mais significativa ocorreu em 1998 com a implementação da cobrança eletrônica, o *Electronic Road Pricing* (ERP) com tecnologia de identificação do veículo (LTA, 2017b).

⁴ Certificado de titularidade Veicular

O ERP usa um sistema de comunicação de rádio de curto alcance para deduzir os encargos do uso nos *smart-cards* (cartões inteligentes) inseridos nos veículos. A base conceitual do pedágio de Singapura é *pay-when-you-use* (pagar quando usar), logo não existem taxas diárias ou mensais. O sistema torna o automobilista mais consciente do verdadeiro custo de sua condução e da necessidade de otimização da utilização das vias (LTA, 2017b). As taxas são cobradas a cada vez que o veículo passa pelos *gantries* (pórticos), como ilustra a Figura 2.9.



Figura 2.9 – Pórtico do sistema ERP (Singapura)
Fonte: *Land Transport Authority* (LTA, 2017b)

O valor calculado pelo sistema aparece no visor do aparelho instalado dentro do veículo, sendo automaticamente debitados nos créditos pré-pagos armazenados no cartão inteligente, assim que o veículo passa pelo pórtico (Figura 2.10) (LTA, 2017b).

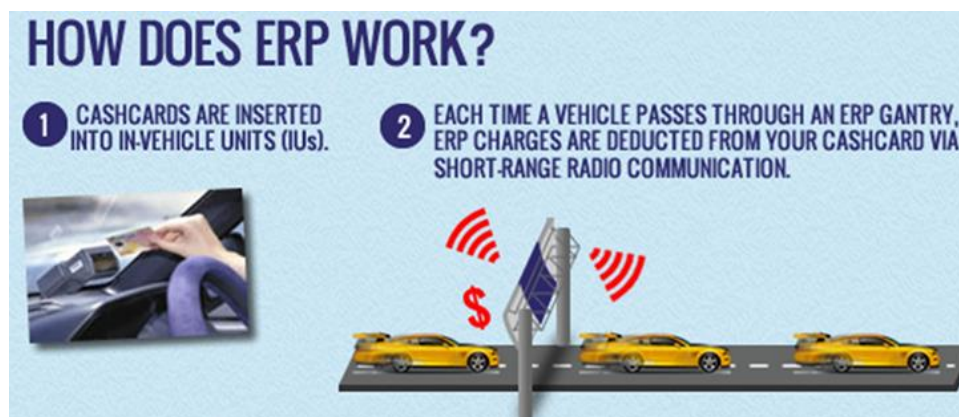


Figura 2.10 – Cartão inteligente (Singapura)
Fonte: *Land Transport Authority* (LTA, 2017b)

Existem vários postos para a recarga dos cartões como agências dos correios, postos de combustíveis, lojas de varejo e máquinas automáticas. Em caso de falta de créditos ou outras irregularidades, câmeras montadas nos portais registram a placa do veículo e o proprietário é multado por cada entrada irregular (ONE MONITORING, 2017).

A monitoração do sistema é impecável e os dados e informações que abrangem todos os serviços para os motoristas e proprietários de veículos são disponibilizados com muita transparência, pelo portal ‘*One Monitoring*’, dirigido pela LTA. Os valores cobrados são variáveis (por local, dia, horário, tipo de veículo) e devidamente calculados e publicados por períodos curtos, próximos a três meses⁵. Para calcular os valores do pedágio são definidas metas de velocidades médias variáveis para cada tipo de via, por exemplo, para as vias expressas vão de 45 km/h a 65 km/h e para as demais de 20 km/h a 30 km/h. As velocidades são supervisionadas pela LTA e, após o período, os valores das taxas são revistos e adequados, conforme a necessidade. Basicamente, se as velocidades estipuladas atingirem, patamares inferiores ao desejável, o valor de cobrança aumenta, se as velocidades permanecerem nos valores previstos mantem-se o valor de cobrança, se as velocidades alcançarem valores superiores ao desejável, o valor da cobrança é reduzido (ONE MONITORING, 2017).

O Governo de Singapura considera que o sistema de pedágio urbano atual, em funcionamento há quase duas décadas já se encontra obsoleto tecnologicamente. Segundo a LTA, em 2020 o sistema ERP será revisto, para uma próxima geração baseado na Tecnologia do *Global Navigation Satellite System* (GNSS). Os aparelhos que ficam dentro dos veículos serão substituídos por *On-Board Unit* (OBU), que visa fornecer informações de tráfego relevantes e em tempo real adaptadas à sua localização para os motoristas ou passageiros (LTA, 2017b).

2.7.2 Londres

Com a iniciativa de contratação de um estudo preliminar de viabilidade técnica da cobrança de taxas de congestionamento, por parte do Ministério dos Transportes do Reino Unido, iniciou-se a ideia de implantação de pedágio urbano em Londres. Os trabalhos começaram em 1962, sob a coordenação de Reuben Jacob Smeed, estatístico e pesquisador da área de transportes e com a participação de representantes de várias universidades (GOODWIN,

⁵ Os valores cobrados para o período de 20 de fevereiro a 30 de abril de 2017, encontram-se disponíveis: https://www.onemotoring.com.sg/content/onemotoring/en/on_the_roads/ERP_Rates/_jcr_content/main_par/expandcollapse_935498777/par/expandcollapse_645074707/par/download/file.res/Cars%20-%202020%20Feb%202017.pdf

1997). O documento foi lançado em 1964 e intitulado: *ROAD PRICING: The Economic and Technical Possibilities* (SMEED *et al.*,1964), mas ficou mundialmente conhecido como ‘Relatório de Smeed’. Esse documento constituiu a primeira proposta de implantação do pedágio urbano para solução dos problemas de congestionamento em Londres (HAU, 1992b).

A proposta de pedágio urbano, como forma de regulação do tráfego em Londres, voltou ao debate por diversas vezes após 1964. Mas, efetivamente em 2000, com a eleição do prefeito Ken Livingstone, a ideia foi tomando forma, uma vez que a adoção de taxa de congestionamento fazia parte da plataforma política do seu programa eleitoral. A implantação do sistema já contava com garantias legais de reversão dos recursos arrecadados para melhoria do trânsito e do transporte público (LITMAN, 2006). Destaca-se que, desde a longa fase de estudos preparatórios (segunda metade dos anos 1990), existia uma condição prévia estabelecida e firmada por um compromisso de utilizar as receitas líquidas arrecadadas na melhoria dos sistemas de transporte público (BRINCO, 2014).

Dois fatores foram relevantes para a aceitação do pedágio urbano. O primeiro, a realização de obras de infraestrutura viária na cidade já havia perdido a credibilidade política e pública em função dos impactos no ambiente urbano e dos custos exorbitantes. O segundo, a compreensão das pessoas, diante do fato que investir no transporte coletivo não era mais suficiente para reverter a situação de trânsito em Londres. Esses fatores colaboraram para a gradual evolução da aceitação pública de uma medida reconhecidamente impopular, como é a taxa de congestionamento (BRINCO, 2014).

Em fevereiro de 2002, o prefeito anunciou o esquema definitivo de implantação da taxa de congestionamento, em um ambiente de muita democracia e após exaustivas discussões e consultas à população. Desde que possível, foram atendidas as principais demandas de residentes, comerciantes e diferentes grupos de interesses (TfL, 2004).

Em 17 de fevereiro de 2003 instaurou-se o *London Congestion Charging* (LCC) na zona central da cidade, cobrindo uma área de aproximadamente 21 km², que representa aproximadamente 1,3% do total de 1579 km² da Grande Londres. A sua gestão e operação ficou a cargo do *Transport for London* (TfL), órgão da prefeitura de Londres (SANTOS; FRASER, 2006).

Além de contribuir como fonte de recursos para outras políticas de transportes, a implementação do LCC buscou materializar quatro prioridades básicas: (i) a redução dos

congestionamentos; (ii) a promoção de melhorias radicais nos serviços de transporte coletivo por ônibus; (iii) a elevação da confiabilidade no tempo de viagem para os utilizadores de automóveis; (iv) e a ampliação da efetividade na distribuição de bens e serviços (TfL, 2004).

Vale destacar que, com a redução dos congestionamentos haveria reflexos positivos nas condições atmosféricas e nos níveis de ruídos, assim como ocorreriam menos acidentes de trânsito, favorecendo de forma ampla a melhoria da segurança e da qualidade de vida das pessoas. As perspectivas econômicas pressupunham o restabelecimento de um contexto mais efetivo para a circulação de bens e de serviços no centro histórico da metrópole (TfL, 2008).

Outro fator de extrema relevância foi a efetividade da campanha de comunicação em todos os meios disponíveis, envolvendo uma minuciosa explicação das razões da cobrança, formas de pagamento, isenções, as consequências de fraude contra o esquema, as alternativas existentes de transportes públicos, dentre outras.

Um eficiente esquema de *marketing* foi elaborado para dar visibilidade ao pedágio, que incluiu o símbolo “C” em vermelho, característico da área de cobrança. O símbolo é usado como sinalização horizontal demarcado sobre a pista como pode ver visto na Figura 2.11.



Figura 2.11 – Detalhe da sinalização horizontal em Londres (Inglaterra)
Fonte: Folha de São Paulo (2015)

Além da sinalização horizontal, a área de *congestion charging* é delimitada por placas de sinalização, conforme mostrado na Figura 2.12 (TfL, 2007).



Figura 2.12 – Detalhe das placas de sinalização em Londres (Inglaterra)
 Fonte: Commons Abundance Network (CAN, 2016)

Em 2007, a área original do pedágio foi ampliada na direção oeste, acrescentando-se 17 km² (Figura 2.13) a mais na zona de cobrança (TfL, 2008). Em outubro de 2010, após avaliação dos resultados de consultas públicas, foi decidido remover inteiramente a expansão oeste do LCC implantado em 2007, permanecendo desde então, os 21 km² iniciais.

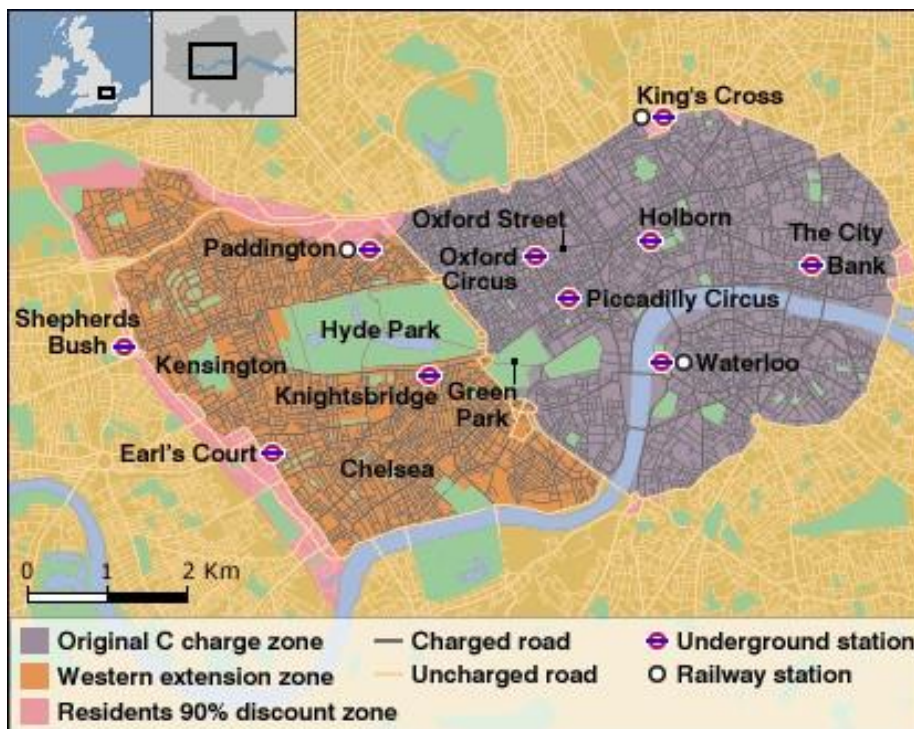


Figura 2.13 – Área original e expansão oeste do *congestion charging* em Londres (Inglaterra) Fonte: BBC News (2007)

A cobrança da taxa é diária e aplicada a todos os veículos que entram, saem, circulam ou estacionam numa via pública dentro da zona delimitada, nos dias úteis, das 7h às 18h30, excluindo os feriados. Estão isentos da cobrança os ônibus, os táxis, os veículos “verdes” (elétricos, híbridos ou movidos a combustíveis alternativos), veículos de emergência, veículos de serviços públicos e veículos adaptados para deficientes físicos e as motocicletas. Os veículos de residentes, desde que devidamente registrados no sistema, possuem 90% de desconto na taxa (SANTOS; FRASER, 2006). A taxa diária inicial, em 2003, era de £5, em 2005 foi alterada para £8 (TFL, 2007) e assim foi-se ajustando os valores. Em 2016, era de £11,50 (R\$ 44,68)⁶ para pagamentos antecipados ou até a meia noite do dia de realização da viagem. Após esse horário a pessoa tem mais 24 horas para efetuar o pagamento, só que o valor passa para £14 (R\$ 54,38) (TfL, 2016).

Além do pedágio, as pessoas também são taxadas para o estacionamento na zona central. Registrou-se em 2007, por meio de pesquisas, que 48% dos usuários de veículos particulares que se deslocam para área limitada pelo LCC gastam em média £11,80 em estacionamento por dia (TFL, 2007).

Litman (2004, 2011) cita que o *congestion charging* de Londres somente não pode ser considerado ‘ótimo’ pelas seguintes razões: (i) o valor cobrado é independente da extensão dos deslocamentos realizados; (ii) o valor cobrado não varia ao longo do período (por dia) de operação do pedágio, ou seja, os valores nas horas mais congestionadas não são mais maiores; (iii) a cobrança não é aplicada exatamente nas vias mais congestionadas, e sim numa área específica; (iv) os custos de implantação (*overhead*) são relativamente altos; (v) o sistema de metrô de Londres não é suficientemente adequado para receber a nova demanda de passageiros. Em 2011, o autor ressalta que o transporte coletivo por ônibus apresenta relevantes melhoras na qualidade da prestação dos serviços, resultado da aplicação de receitas arrecadadas com o pedágio (LITMAN, 2011).

Para a esperada migração de usuários do transporte individual para a rede de ônibus e visando assegurar as condições necessárias para a absorção do aumento de demanda, em 2001, antes do início da operação do LCC foram realizados investimentos maciços no sistema. Em 2002 a frota recebeu um reforço adicional de 300 novos ônibus (ABADIE, 2003).

⁶ Cotação em 10/02/2017 no site Banco Central do Brasil. £1 = R\$3,8841
<<http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>>

O número de passageiros de ônibus aumentou mais 7% entre 2001 e 2003 para a zona central de Londres, verifica-se que já existia uma tendência de mudanças nos padrões das viagens anterior à implementação do pedágio urbano.

Dentre as razões para a atração de novos usuários, vale salienta-se: a melhoria da qualidade e do atendimento dos serviços, adequações nos quadros de horários e itinerários e extensões de abrangência das linhas, modernização, simplificação dos níveis de tarifas, modernização nos sistemas de emissão de bilhetes, veículos novos e mais modernos e aperfeiçoamento dos sistemas de informações. Embora não exista um número determinado, é notório que algumas pessoas migraram do metrô para o sistema de ônibus (TfL, 2004).

Santos e Fraser (2006) consideram o sistema de pedágio urbano implantado em Londres um sucesso político e econômico, mas destacam-se algumas lições que devem ser extraídas como aprendizado da experiência e ponderadas para a utilização em outras cidades que tenham o interesse na aplicação de taxa de congestionamento. São elas:

- Informar e ouvir o público: Antes da sua aplicação, a proposta relativa ao sistema de tarifação dos congestionamentos foi enviada duas vezes para consulta pública. O valor de cobrança, a forma de aplicação das taxas, os limites físicos da área delimitada e período de cobrança foram fatores influenciados e alterados de acordo com os resultados das pesquisas. As informações sobre o esquema de LCC foram amplamente difundidas em folhetos e em todas as principais estações de rádio e canais de televisão e publicadas na maioria dos jornais.
- Vontade política: A decisão final não pode ser submetida a um referendo. O prefeito de Londres detinha conhecimentos sobre a taxa de congestionamento e acreditava nela como a melhor opção. No entanto, estava decidido a introduzir a medida restritiva e até fez dela parte central de seu manifesto para eleição em maio de 2000. Ele apoiava a realização de consultas públicas, mas não se manifestava a respeito de referendo.
- Análise da relação custo-benefício: Em Londres foram avaliadas várias alternativas para a precificação do tráfego, considerando sempre, uma análise criteriosa de comparação dos custos com os possíveis benefícios, sensibilidade e elasticidade de cada uma delas.
- Avaliação cuidadosa dos efeitos distributivos: É notório que em uma implantação de uma sistema de pedágio urbano vai existir aquelas pessoas que julgam-se perdedores e

outras que consideram-se ganhadores. No entanto, na concepção do projeto devem ser identificados os ‘perdedores’ e criados mecanismos de compensação.

- Consideração das características geográficas da zona central: Um regime de pedágio urbano nos moldes de Londres pode funcionar muito bem em outras cidades com características similares (maior concentração de congestionamento na área central). Mas é importante ressaltar que existem grandes cidades que apresentam outros comportamentos de tráfego, diferente configuração espacial e viária e que nesses casos não seriam indicadas a mesma solução londrina.
- O valor cobrado não vai expressar, necessariamente, o custo marginal: A tentativa de implantar uma política do tipo *first best*, quando existem imperfeições em outros mercados relacionados, não levará a um resultado eficiente. Importa evidenciar que nem sempre o ideal é o melhor ou mais aceito para as pessoas. Os sistemas mais simples, práticos, as vezes mais baratos e de fácil compreensão pela população podem trazer bons resultados e alcançar os objetivos com mais efetividade.

A alternativa encontrada para Londres para enfrentar os desafios da mobilidade urbana na área central, com certeza, não é de fácil transposição para outras realidades, haja vista as relações socioculturais inerentes a cada contexto, “mas o fato é que, hoje em dia, a ninguém mais é dado falar de pedágio urbano e não se referir a Londres” (BRINCO, 2014, p. 35).

2.7.3 Estocolmo

Estocolmo é a capital da Suécia, conta com cerca de 800 mil habitantes, enquanto que a Grande Estocolmo (*Storstockholm*) possui aproximadamente 1,3 milhão de moradores. O Condado de Estocolmo engloba outras cidades periféricas ou próximas e atinge cerca de 2 milhões de pessoas. Um terço da Área Central da cidade é composto de água e a paisagem urbana é emoldurada por pontes que ligam as ilhas da cidade com o continente. A cidade possui uma rede de infraestrutura viária radial que atrai em torno de 500 mil veículos por dia e tem aumentado em função do crescimento econômico e populacional da região (CURACAO 2006-2007).

Alguns autores argumentam que a resistência ao sistema de tarifação viária acontece, na maioria das vezes, em função da insciência das pessoas, ou melhor, a aceitabilidade de tarifação viária tende a aumentar com a familiaridade e entendimento dessa medida. A experiência em Estocolmo confirma essa hipótese, uma vez que, as pesquisas antes da fase

experimental apontavam 70% de rejeição. Mesmo assim, a precificação viária foi adotada de forma temporária de janeiro a julho de 2006, permitindo à população vivenciar os efeitos da cobrança (ELIASSON; JONSSON, 2011).

Antes da fase experimental o órgão responsável pelo transporte da cidade adotou medidas de melhorias dos serviços e da qualidade do transporte coletivo, com vistas a atender a demanda, possivelmente, atraída a partir da implantação da cobrança. No período após os investimentos na oferta de transporte coletivo e antes do início da fase experimental não houve redução significativa no volume de automóveis particulares. Circunstâncias que reforçam a afirmação de que apenas a melhoria da oferta de modos de transporte público não é suficiente para a redução dos congestionamentos (GOMIDE; MORATO, 2011).

Os objetivos na fase experimental foram definidos de forma concreta: (i) reduzir os volumes de tráfego nas vias mais congestionadas em 10% a 15%; (ii) reduzir as emissões de poluentes nocivos para a saúde humana e de dióxido de carbono; (iii) melhorar o ambiente urbano na percepção dos residentes de Estocolmo; (iv) e melhorar a segurança no sistema viário (ALBALATE; BEL, 2009).

As metas foram alcançadas com resultados além dos previstos mas a pressão dos opositores ainda era muito significativa. No entanto, em setembro de 2006, após dois meses da experiência, com a participação ativa da sociedade realizou-se um referendo para a decisão da permanência ou não do sistema. Considerando somente os moradores da cidade, 51,3% das pessoas votaram favoráveis ao pedágio, enquanto 45,5% dos votos foram contrários. Por decisões políticas locais, não foram computados, para a decisão final, os votos da Grande Estocolmo. Se estes fossem acrescidos aos votos do município, a rejeição seria vitoriosa, com 53% de votos contrários e 47,5% de votos favoráveis (ALBALATE; BEL, 2009).

É salutar sobressair que a proposta de implementação de pedágio urbano em Estocolmo sobreviveu a um processo político conturbado, e também a um referendo desgastante que foi inicialmente forçado por parte dos oponentes da cobrança na tentativa de consolidar a destruição da proposta (ELIASSON, 2008; BÖRJESSON *et al.*, 2012). De muitas maneiras, o mais interessante do ponto de vista de outras cidades é a história de como e por que a taxa de congestionamento de Estocolmo passou de algo hostilizado pela mídia inicialmente ‘a

maneira mais cara que já foi inventada para cometer suicídio político'⁷ para uma 'história de sucesso' com grande apoio público e político (Figura 2.14) (ELIASSON, 2008; ELIASSON; JONSSON, 2011; WALTERS, 2014).



Figura 2.14 – A mudança de opinião da mídia, Estocolmo (Suécia)
Fonte: HUGOSSON (2009)

Como forma de compensação aos municípios das imediações de Estocolmo, os decisores políticos optaram pela modificação da destinação dos recursos auferidos com a cobrança. No período experimental foi discutido que a arrecadação seria prioritariamente destinada ao desenvolvimento do transporte público e após o referendo, julgaram pertinente que uma parcela dos recursos fosse direcionada a investimentos em ampliação viária, beneficiando principalmente a Grande Estocolmo (ALBALATE; BEL, 2009).

Em Estocolmo constatou-se que as pessoas, na maioria das vezes, sensibilizam-se mais com os problemas ambientais (provenientes pelos congestionamentos) do que com os próprios congestionamentos despertando assim atitudes mais positivas a respeito da cobrança. Então, para a implementação permanente da medida, por decisão política, criou-se uma nova rotulagem colocando em evidência a importância dos seus efeitos positivos sobre a qualidade do ar, para isso, explorou-se de forma bem mais incisiva o termo 'taxa ambiental' do que 'taxa de congestionamento' (ELIASSON; JONSSON, 2011).

⁷Nota do Jornal *Dagens Nyheter*, 22 de junho de 2006 “the most expensive way ever devised to commit political suicide” to something termed by initially hostile media as a “success story” (ELIASSON, 2008; ELIASSON; JONSSON, 2011).

A Figura 2.15 mostra uma via de ligação do eixo norte-sul (chamada *klarastrandsleden*) em três dias no mesmo horário, a primeira imagem foi retirada no dia anterior a implantação da fase experimental; a segunda no primeiro dia do experimento e a terceira, no sétimo dia de operação da medida (HUGOSSON, 2009).



Figura 2.15 – Níveis de Tráfego: Antes e depois da cobrança de congestionamento em Estocolmo (Suécia) Fonte: HUGOSSON (2009)

Em agosto de 2007, as taxas de congestionamento foram reintroduzidas permanentemente na cidade. A área de pedágio urbano é de aproximadamente 30 km², conta com cerca de 300 mil moradores, 23 mil postos de trabalho que empregam em torno de 318 mil pessoas, das quais mais de dois terços moram na parte externa (ELIASSON, 2008).

O apoio de 51,3% da população de Estocolmo na fase experimental passou para 66% em dezembro de 2007. Uma nova pesquisa, em agosto de 2009, foi realizada para investigar se os usuários achavam que os valores das taxas de congestionamento deviam ser diminuídos, aumentados ou permanecerem da mesma forma que estavam. A resposta foi 56% queriam mantê-los, 18% queriam aumentá-los e 26% queriam diminuí-los. Embora a formulação da questão torna difícil compará-la com pesquisas anteriores, o resultado pode ser, razoavelmente, interpretado como um apoio de 74% para a solução implementada. Em maio de 2011 realizou-se outra pesquisa, envolvendo a maior parte do condado de Estocolmo, da qual registrou uma concordância de mais de 70% (BÖRJESSON *et al.*, 2012).

Até 2015, Estocolmo tinha 18 estações de pagamento (conhecido como: *Betalstation*). Em 01 de janeiro de 2016, o pedágio foi estendido para a *Essingeleden*, via que passa ao longo do lado oeste do centro da cidade de Estocolmo. *Essingeleden* é considerada a autoestrada mais movimentada da Suécia, localizada entre Solna e Vastberga e faz parte da ligação *European Route E4/E20*. Com isso a operação do sistema passou para 20 estações, cada uma controla todos os acessos de entrada e de saída. Na nona estação o tráfego é separado, nas pistas marginais ou laterais passam os veículos com destino a área central e as pistas centrais são reservadas para o tráfego da *Essingeleden* (Figura 2.16).



Figura 2.16 – Pontos de cobrança da *Essingeleden*, Estocolmo (Suécia)
 Fonte: *Transport Styrelsen* (2016a)

O sistema de pedágio de Estocolmo é de cordão e os veículos são taxados todas as vezes que atravessam o limite definido pela cobrança. O valor é variável ao longo do dia e definido conforme a demanda (Tabela 2.2). Assim, os preços variam ao longo do dia de SEK 11 (R\$ 3,91⁸) a SEK 35 (R\$12,46). O valor máximo pago por veículo/dia é SEK 105 (R\$ 37,37). Toda vez que os valores do imposto sobre o congestionamento são corrigidos, os valores diários também são. Os valores das taxas de congestionamento da área central de Estocolmo são levemente diferenciados da *Essingeleden* conforme Tabela 2.2.

Tabela 2.2 – Faixas horárias e valores da taxa de congestionamento em Estocolmo (Suécia)

HORÁRIO	ÁREA CENTRAL	ESSINGELEDEN
6:00 as 6:59	SEK 15	SEK 15
7:00 as 7:59	SEK 25	SEK 22
8:00 as 8:59	SEK 35	SEK 30
9:00 as 9:29	SEK 25	SEK 22
9:00 as 9:29	SEK 15	SEK 15
9:30 as 14:59	SEK 11	SEK 11
15:00 as 15:29	SEK 15	SEK 15
15:30 as 15:59	SEK 25	SEK 22
16:00 as 17:29	SEK 35	SEK 30
17:30 as 17:59	SEK 25	SEK 22
18:00 as 18:29	SEK 15	SEK 15

Fonte: *Transport Styrelsen* (2016c)

A resistência pública diante da adoção de cobrança do congestionamento é um fato real em todas as cidades e Estocolmo não foi exceção (BÖRJESSON *et al.*, 2013). Ter que pagar por algo que costumava ser ‘livre’ não é nem vai ser uma medida popular em nenhum lugar do mundo. Entender que algumas pessoas serão mais prejudicadas que outras, especialmente no curto prazo ou até que novos hábitos de viagem se tornem gradualmente adotados, também não é uma solução justa, a princípio. São sacrifícios que devem ser ponderados contra os efeitos positivos das taxas sobre a mobilidade urbana, o meio ambiente, a acessibilidade, a economia e a possibilidade de utilizar as receitas para outros investimentos necessários.

Entre os pesquisadores de transporte, provavelmente o pedágio urbano não é uma medida tão controversa, pode entre eles ser considerada uma maneira útil e provavelmente necessária

⁸ Cotação em 03/02/2017 no site Banco Central do Brasil. R\$1 = SEK 2,81
<<http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>>

para garantir que os sistemas de transporte de uma grande cidade continuem a funcionar de forma razoavelmente efetiva. O grande diferencial em Estocolmo é que essa visão parece ter raízes, também, fora deste círculo relativamente restrito dos planejadores de transporte (ELIASSON, 2008).

2.7.4 Brasil

No Brasil tem-se dois casos de pedágio urbano, ambos na Região Metropolitana Rio de Janeiro: a Avenida Governador Carlos Lacerda, que liga a Baixada de Jacarepaguá (zona oeste) à Ilha do Fundão (zona norte) (conhecida como ‘Linha Amarela’) e a Ponte Presidente Costa e Silva, sobre a Baía de Guanabara (conhecida como ‘Ponte Rio-Niterói’). Segundo Brinco (2014), os dois casos mencionados apresentam características essencialmente rodoviárias e referem-se à exploração de infraestrutura viária em áreas urbanas para fins de arrecadação para a manutenção e renumeração das empresas que administram a concessão.

Vale ressaltar que a gestão do pedágio de concessão da Ponte Rio-Niterói é executada pelo Governo Federal, por meio da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e a gestão da Linha Amarela, segundo Brinco (2014), constitui a única concessão municipal do País para tais fins, sendo realizada pela Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. O contrato de concessão é de 40 anos, de 1997 a 2037.

Torres (2007) e Oliveira e Almeida (2013) afirmam que, há pouco tempo atrás, no Brasil, não suscitaria outras referências em relação ao pedágio urbano, que não a da Linha Amarela ou da Ponte Rio-Niterói. Mas, na atualidade a expressão ‘pedágio urbano’ é bem mais conhecida em função de maiores divulgações das experiências internacionais e das próprias discussões e debates feitos pelos profissionais das áreas de economia, transportes e de meio ambiente.

3 REVISÃO DA ACEITABILIDADE DO PEDÁGIO URBANO

A aceitação pública e política são consideradas essenciais para garantir o sucesso de um esquema de pedágio urbano (GIULIANO, 1992, BARTLEY, 1995, SCHLAG; TEUBEL, 1997, SCHADE; SCHLAG, 2000, 2003, HÅRSMAN, 2001, SIKOW-MAGNY, 2003, CUPID, 2004, MAY *et al.*, 2010, RENTZIOU *et al.*, 2011, ELIASSON; JONSSON, 2011, GRISOLÍA *et al.*, 2015). Essa medida não é facilmente implementada quando falta apoio público. Grande oposição pública e resistência de grupos ativos foram evidentes em alguns casos, tais como em Nova Iorque (Estados Unidos) (SCHALLER, 2010), em Manchester (Inglaterra) e Edimburgo (Escócia) (RYLEY; GJERSOE, 2006). Em Estocolmo, a taxa de congestionamento foi aprovada em um referendo com 51% de aceitação e em Milão com 79%. Por outro lado, em Manchester e Edimburgo a população mostrou a sua oposição também em um referendo (OZER, 2012).

Schlag e Teubel (1997) afirmam que antes os estudos e projetos de investigação sobre a tarifação viária urbana concentravam-se no desenvolvimento e *know-how* técnico e operacional dos sistemas eletrônicos de cobrança e foram, ao longo do tempo, mudando os centros de interesses e surgindo a fundamental necessidade do apoio público para a adoção desse instrumento. Então, em 1997 os autores já questionavam: Como conceber um sistema de tarifação de modo a ser mais aceitável para a população e conseqüentemente, induzir a mudança desejada no padrão de viagem das pessoas?

Com base em referências bibliográficas e nas pesquisas realizadas com residentes e visitantes de oito cidades⁹, pelo projeto da União Europeia, EU-MIRO¹⁰ (1993-1995), Schlag e Teubel¹¹, (1997) apontaram cinco questões determinantes da aceitação pública de medidas de tarifação viária, (i) a informação e sensibilização de opções, (ii) a efetividade (eficácia e eficiência) percebida, (iii) os direitos e as reivindicações individuais, (iv) a alocação de receitas e (v) a equidade. Segundo os autores, a aceitação pode ser transformada em intenções comportamentais, mas para estas serem concretizadas depende muito da situação em particular, da possibilidade de agir em conformidade com as próprias intenções, dos custos correspondentes e benefícios desta realização. Isso acontece em primeiro lugar em um nível

⁹ Barcelona (Espanha); Bologna (Itália); Cambridge (Inglaterra); Dublin (Irlanda); Gothenburg (Suécia); Marseille (França); Thessaloniki (Grécia); Trondheim (Noruega).

¹⁰ O projeto MIRO (*Mobility Impacts, Reactions and Opinions*) investigou a aceitabilidade pública e o potencial de efetividade de regimes de gestão da demanda de tráfego, inclusive de tarifação viária (Bartley, 1995).

¹¹ O artigo “*Public Acceptability of Transport Pricing*” é parte integrante do projeto de pesquisa TRANSPRICE (*Trans Price Integrated Urban Transport Pricing for Optimum Modal Split*), patrocinado pela União Europeia.

individual e, em seguida, em um nível coletivo de comportamentos partilhados, que influenciam e reforçam as normas sociais. Do aprofundamento das cinco questões, Schlag e Teubel (1997) derivam os seguintes princípios básicos para a aceitação pública de medidas:

- Os objetivos do regime de tarifação devem satisfazer as principais preocupações do público e devem dar origem a benefícios ecológicos e de redução dos congestionamentos;
- A tarifação viária tem que ser vista como a solução mais efetiva, dentre as possíveis medidas de gestão da demanda de viagens, para as questões de trânsito vivenciadas na cidade, ou seja, as razões para a adoção desse instrumento de regulação devem ser de ordem técnica e convincentes;
- As receitas arrecadadas devem ser dadas em garantia hipotecária e as alternativas para a população devem ser asseguradas, uma solução viável pode ser a criação de pacotes combinando a tarifação viária com a aplicação dos recursos;
- A estrutura de implementação precisa ser de fácil utilização e de entendimento mais simples possível, desde o início da operação seu funcionamento deve ser completo e confiável, livre da possibilidade de fraude e evasão, tanto deliberada como intencional;
- O sistema necessita garantir a equidade, pelo menos, de três maneiras: a primeira relativa à relação custo-benefício pessoal; a segunda relacionada com comparações sociais entre os utilizadores das vias; e a terceira sobre eventuais desvantagens entre cidades vizinhas;
- O processo de implementação precisa ser transparente e com participação da população, para que as pessoas adquiram confiança na efetividade da medida, na utilização das receitas, na imparcialidade, no anonimato e na preservação da privacidade.

Entretanto, para atender aos requisitos listados acima, os autores consideram fundamental a criação de uma estratégia de *marketing* inteligente, para a divulgação do regime de tarifação, com meios de comunicação convincentes e credíveis diante da população. Uma publicidade que inclua transparência pública na gestão do sistema inclusive nas questões relacionadas a aplicação das receitas e que leva em conta todos os benefícios compensadores (SCHLAG e TEUBEL, 1997).

Os trabalhos realizados por Schade e Schlag (2000¹², 2003) podem ser vistos como uma continuidade, de certa forma evolutiva, dos argumentos levantados anteriormente por Schlag e Teubel (1997). Nesses estudos os autores integram oito questões essenciais de aceitabilidade de precificação viária em um modelo heurístico, são elas: (i) a percepção da causa; (ii) os objetivos importantes a serem alcançados; (iii) a mobilidade associada as normas sociais; (iv) o conhecimento sobre as opções; (v) a eficácia e eficiência percebidas da medida; (vi) equidade, como resultado das expectativas individuais; (vii) a atribuição de responsabilidade; (viii) os fatores socioeconômicos.

Por sua vez, Schade e Schlag (2000) comentam a inexistência de uma teoria específica para analisar a questão de aceitabilidade, mas consideram indiscutível que as ‘atitudes’ são de extrema relevância para concordar ou discordar de algo. No entanto, optaram por uma abordagem em um contexto de ‘atitude social psicológica’, com base na *teoria do comportamento planejado* (AJZEN, 1988, 1991), que descreve a relação entre as atitudes e os comportamentos (Figura 3.1), influenciados pelas características adicionais e específicas do sistema.

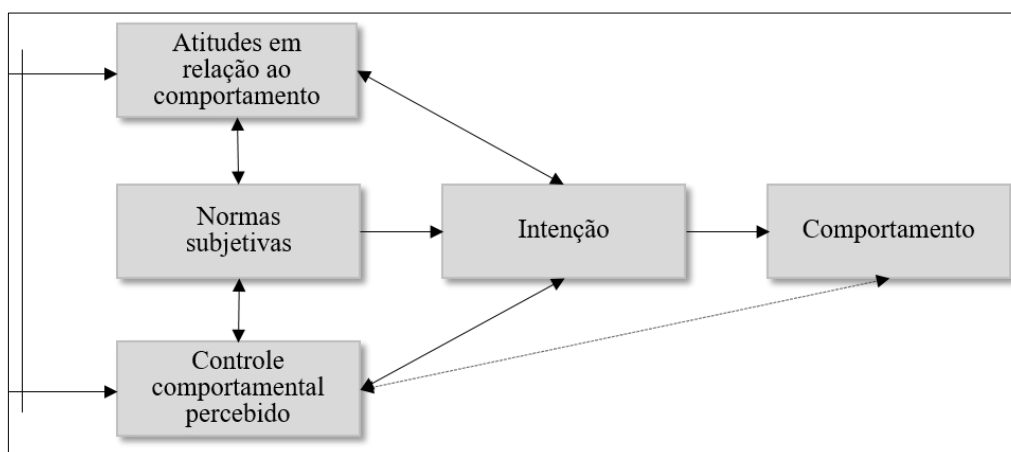


Figura 3.1 –Teoria do Comportamento Planejado
 Fonte: AJZEN (1991, p.182)

Schade e Schlag (2000, 2003) descrevem os fatores diversos que podem influenciar a aprovação de pedágio nas cidades de Atenas (Grécia), Como (Itália), Dresden (Alemanha) e Oslo (Noruega). As pesquisas foram realizadas com 952 motoristas. Para se enquadrar como ‘motoristas’ exigia-se, somente, a posse de carteira de habilitação vigente. Essa investigação

¹² This report is based on Schade J., Schlag B., Giannouli I. & Beier A. (2000): Acceptability of Marginal Cost Road Pricing. Deliverable 2C, Project AFFORD, funded by the European Commission, 4th Framework – Transport RTD. Technische Universität Dresden.

faz parte de um projeto maior, intitulado AFFORD¹³ (1998-2001), que foi desenvolvido com fundos da União Europeia e coordenado pelo *Valtion taloudellinen tutkimuskeskus* (VATT), Instituto Governamental para a Pesquisa Econômica da Finlândia.

Os entrevistados foram selecionados por quotas a partir de critérios demográficos com relação à idade, sexo, profissão e local de residência. Os questionários foram construídos com base nas oito questões citadas, nas experiências anteriores dos projetos MIRO (VIERTH; GÖTHLIN, 1995) e TRANSPRICE (SCHLAG; TEUBEL, 1997), na técnica desenvolvida pelo próprio projeto AFFORD (MILNE *et al.*, 2000), que discute a lógica econômica para a concepção de custo marginal com base em pacotes de políticas públicas que simulam situações reais. Schade e Schlag (2000, 2003) desenvolveram dois pacotes hipotéticos (Estratégias A e B), abrangendo possibilidades de cobranças para os motoristas e de aplicação de receitas para a devida escolha dos entrevistados (Tabela 3.1). A Estratégia A era mais restritiva do que a Estratégia B.

Tabela 3.1 – Estratégia de Cobrança do PROJETO AFFORD

ESTRATÉGIA	DESCRIÇÃO DO CONTEXTO
A	Tarifação para os motoristas: <ul style="list-style-type: none"> — Pedágio de cordão com tarifa de €¹⁴2 durante o pico da manhã, entre 07h e 09h, e de €0,5 nos outros horários; — Aumento €0,5/hora nas tarifas de estacionamento; — Aumento de €0,5/litro nos impostos sobre combustíveis.
	Utilização das as receitas: <ul style="list-style-type: none"> — Dois terços para a redução dos encargos trabalhistas; — Um terço para os investimentos na expansão da capacidade dos <i>bottlenecks</i> (estrangulamentos) existentes.
B	Tarifação para os motoristas: <ul style="list-style-type: none"> — Pedágio de cordão com tarifa de €1 e cobrança 24 horas; — Aumento €0,25/hora nas tarifas de estacionamento; — Aumento de €0,125/litro nos impostos sobre combustíveis.
	Utilização das as receitas: <ul style="list-style-type: none"> — Um terço para a redução dos impostos sobre os veículos; — Um terço para os investimentos na expansão da capacidade dos <i>bottlenecks</i> existentes e/ou para a melhoria das instalações de estacionamento. — Um terço para a melhoria da qualidade do transporte público.

Fonte: Adaptado de Schade e Schlag (2000, 2003)

¹³ AFFORD – *Acceptability of Fiscal and Financial Measures and Organisational Requirements for Demand Management*.

¹⁴ Cotação em 10/02/2017 no site Banco Central do Brasil. €1 = R\$3,31
<<http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>>

Em relação às variáveis que influenciam o grau de aceitabilidade, as análises realizadas pelos autores mostraram que, os fatores ‘normas sociais’, ‘expectativas de resultados pessoais’ e a ‘efetividade percebida’ relacionam positivamente a concordância de estratégias de tarifação viária. A Estratégia B, mais conservadora foi mais aceita do que a A, mas a maioria dos motoristas não concordaram com nenhuma das duas. Os motoristas da cidade de Oslo se mostraram mais acessíveis a ideia, razão justificada em função da existência dos *toll ring* (anéis de pedágio) na cidade.

Rentziou *et al.* (2011) analisaram os fatores diversos que podem influenciar a aceitabilidade do pedágio urbano na área central da cidade de Atenas (Grécia). As pesquisas foram dirigidas aos viajantes com origem ou destino na região. A estrutura metodológica envolveu 1.114 entrevistas, por meio das quais foram registradas as atitudes em relação ao congestionamento do tráfego, a escolha do modo de viagem, as possibilidades de alocação das receitas e também, examinaram a suposição da nova escolha modal após a implantação desse instrumento. A conjuntura hipotética foi descrita para os respondentes como um regime de pedágio de cordão, estabelecido na área central, entre 07h e 21h.

Para a avaliação do conteúdo dos dados pesquisados foram utilizados quatro tipos de modelagens estatísticas que relacionam a aceitabilidade pública: com as características sociodemográficas e específicas das viagens (modelo 1); a atribuição das receitas arrecadadas (modelo 2); com a nova escolha modal dos atuais usuários de automóveis, investigando assim, as possíveis alterações na sua escolha modal (modelo 3); de seis medidas de *Travel Demand Management* – TDM (Gerenciamento da Demanda de viagens), bem como a efetividade percebida e as inter-relações entre elas – pedágio urbano, melhorias no transporte público, construção de novas vias, gestão de estacionamento, *carpooling* ou *vanpooling* e, por último, ampliação das calçadas e ciclovias (modelo 4). As análises foram realizadas com técnicas estatísticas de regressão logística e modelo *probit* multivariado.

As características sociodemográficas e as específicas das viagens, percepção das consequências provenientes do congestionamento e a alocação das receitas arrecadadas foram os fatores influenciadores da aceitação. Os entrevistados que se deslocam para a área de táxi, aqueles com níveis educacionais mais elevados e os que possuem horários mais flexíveis foram mais propensos à aceitação do pedágio urbano em Atenas. Em contrapartida, os mais jovens do que 44 anos de idade, aqueles que os realizam suas viagens de carro e de moto e os que viajam diariamente para a área foram mais resistentes ao instrumento. Os resultados indicaram uma alta correlação entre a efetividade percebida de quatro das medidas

pesquisadas, a saber, tarifação do congestionamento, gestão de estacionamento, *carpooling* e *vanpooling*, ampliação de calçadas e ciclovias (RENTZIOU *et al.*, 2011).

Grisolía *et al.* (2015) investigaram os fatores possíveis para o aumento da aceitabilidade diante da implementação de pedágio na cidade de Las Palmas (Espanha), considerando motoristas e não motoristas. A abordagem metodológica abrangeu três fases distintas: a primeira, uma pesquisa qualitativa formada com 10 grupos focais; a segunda, um questionário com 19 variáveis indicadas pelos grupos focais, aplicado em escala de Likert para 81 entrevistados e com avaliação pelo método estatístico de análise fatorial exploratória; e a terceira, um experimento de preferência declarada para avaliar as predileções de 206 entrevistados.

A pesquisa de preferência declarada foi concebida para um cenário hipotético de implantação de um regime de pedágio de cordão na Área Central, entre 08h e 20h, com cobrança homogênea ao longo do dia, associado com a possibilidade de aplicação dos recursos arrecadados em três diferentes usos, a melhoria do sistema de transporte coletivo por ônibus, a criação de uma linha de metrô e a ampliação das áreas verdes de Las Palmas. A análise qualitativa mostrou a resistência dos entrevistados na aceitação de um sistema de tarifação, dada a falta de confiança nos políticos; a importância da vinculação prévia do uso das receitas; as preocupações ambientais; a visão diferenciada dos não condutores, que se posicionaram mais favoráveis ao pedágio urbano e mais sensíveis às questões de infraestrutura para pedestres. Embora a rejeição tenha dominado as respostas dos condutores, os resultados apontaram uma significativa consciência de responsabilidade deles diante dos congestionamentos.

Os autores concluíram que a aceitabilidade pública depende das características do regime de tarifação e os resultados da preferência declarada apontaram que mais de um terço da população estariam dispostos a pagar uma tarifa diária de €2,22¹⁵ (R\$7,35), desde que as receitas fossem investidas para aumentar as áreas verdes da cidade de Las Palmas (GRISOLÍA *et al.*, 2015).

¹⁵ Cotação em 10/02/2017 no site Banco Central do Brasil. €1 = R\$3,31
<<http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>>

4 METODOLOGIA

Neste capítulo encontram-se descritas as etapas e métodos adotados para o desenvolvimento desta dissertação. O propósito central é identificar a percepção sobre o pedágio urbano, como instrumento de política pública de gestão e controle de tráfego, sob a ótica de especialistas da área de transportes do Brasil e da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), que frequenta habitual ou esporadicamente a Área Central da Capital mineira.

Para Gil (2002), as pesquisas podem ser classificadas com base em seus objetivos gerais e nos procedimentos técnicos adotados para efetivamente conduzi-las. Em relação à sua finalidade elas podem ser enquadradas em três grandes grupos: exploratórias, descritivas e explicativas.

Um estudo pode ser considerado de ‘natureza exploratória’ quando abrange um levantamento de referencial teórico, entrevistas com pessoas que possuem experiência ou conhecimento nas áreas específicas e análise de modelos ou exemplificações que estimulem maior entendimento. Essencialmente, procura-se maior familiaridade com a questão abordada com vistas a torná-la mais compreensível para o desenvolvimento, esclarecimento, confirmação ou não de conceitos e ideias que possam contribuir para a formulação de abordagens posteriores, além de buscar descobrir novas possibilidades e dimensões da população de interesse (FREITAS *et al.*, 2000). A pesquisa descritiva busca identificar características, situações, eventos, atitudes ou opiniões de determinada população ou descrever fenômenos relativos a ela. Em contrapartida, a pesquisa explicativa tem como preocupação central apontar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos, estabelece a existência de relações causais e procura questionar o porquê das coisas (GIL, 2002). A investigação realizada para este estudo possui ‘natureza exploratória’.

Após a determinação do objetivo de uma pesquisa, definem-se as ferramentas metodológicas para o seu desenvolvimento com ênfase nos procedimentos técnicos de coleta e análise de dados, tornando-se possível classificá-las segundo o seu delineamento. O elemento essencial para a identificação de um delineamento é o processo escolhido para a coleta de dados. Para Gil (2002) existem dois grandes agrupamentos de delineamentos, uns que se valem de informações provenientes de livros, revistas, documentos impressos ou eletrônicos (pesquisa bibliográfica ou documental) e os outros que se baseiam em informações obtidas por meio de pessoas ou experimentos (pesquisa experimental e *ex post facto*, o levantamento e o estudo de caso). O autor comenta que, embora essa classificação não seja absolutamente rígida, a maioria das pesquisas enquadra-se nela.

Quanto ao delineamento, as pesquisas desenvolvidas neste documento podem ser classificadas como ‘experimentais’. De acordo com Gil (2002), a pesquisa experimental consiste na definição de uma proposta de estudo, na seleção de variáveis capazes de influenciá-la e na determinação de formas de controle e de observação dos possíveis efeitos que as variáveis podem causar no objetivo central da investigação. Ainda segundo o autor a pesquisa experimental constitui o delineamento mais referenciado nos meios científicos.

O método de pesquisa selecionado é tipo *survey*, um dentre as quatorze formas especificadas por Figueiredo (2004). Essa tipologia baseia-se na coleta de dados de um número determinado de unidades, normalmente na mesma conjuntura temporal. com vistas a recolher sistematicamente um conjunto de informações quantificáveis no que diz respeito a um número de variáveis que são então examinadas para discernir padrões de associação (BRYMAN, 1989). Figueiredo (2004) cita que a pesquisa *survey* serve para a extração de informações quanto à prevalência, distribuição e relação interna de variáveis no âmbito de uma população.

Prodanov e Freitas (2013) definem a investigação pelo método *survey* quando envolve interrogação direta das pessoas a fim de que se possam conhecer suas atitudes, comportamentos, ou a forma de pensamento a respeito de determinada temática. É sempre feita por meio de algum tipo de questionário. Então, para a metodologia desta dissertação adotou-se pesquisas tipo *survey*, da qual a coleta de informações foi sucedida por meio de questionários aplicados a dois grupos distintos em períodos diferenciados, um formado por especialistas em transportes e outro por cidadãos metropolitanos.

A abordagem das informações coletadas nessas pesquisas é classificada como qualitativa, entretanto as percepções dos participantes foram traduzidas em números com intuito de facilitar a análise quantitativa dos dados.

Para atingir os objetivos a metodologia foi dividida em duas etapas de pesquisas, conduzidas sequencialmente, descritas na Seção 4.1 ‘ETAPA I – Pesquisa com os especialistas’ e na Seção 4.3 ‘ETAPA II – Pesquisa com a população’, apresentadas a seguir na Figura 4.1.

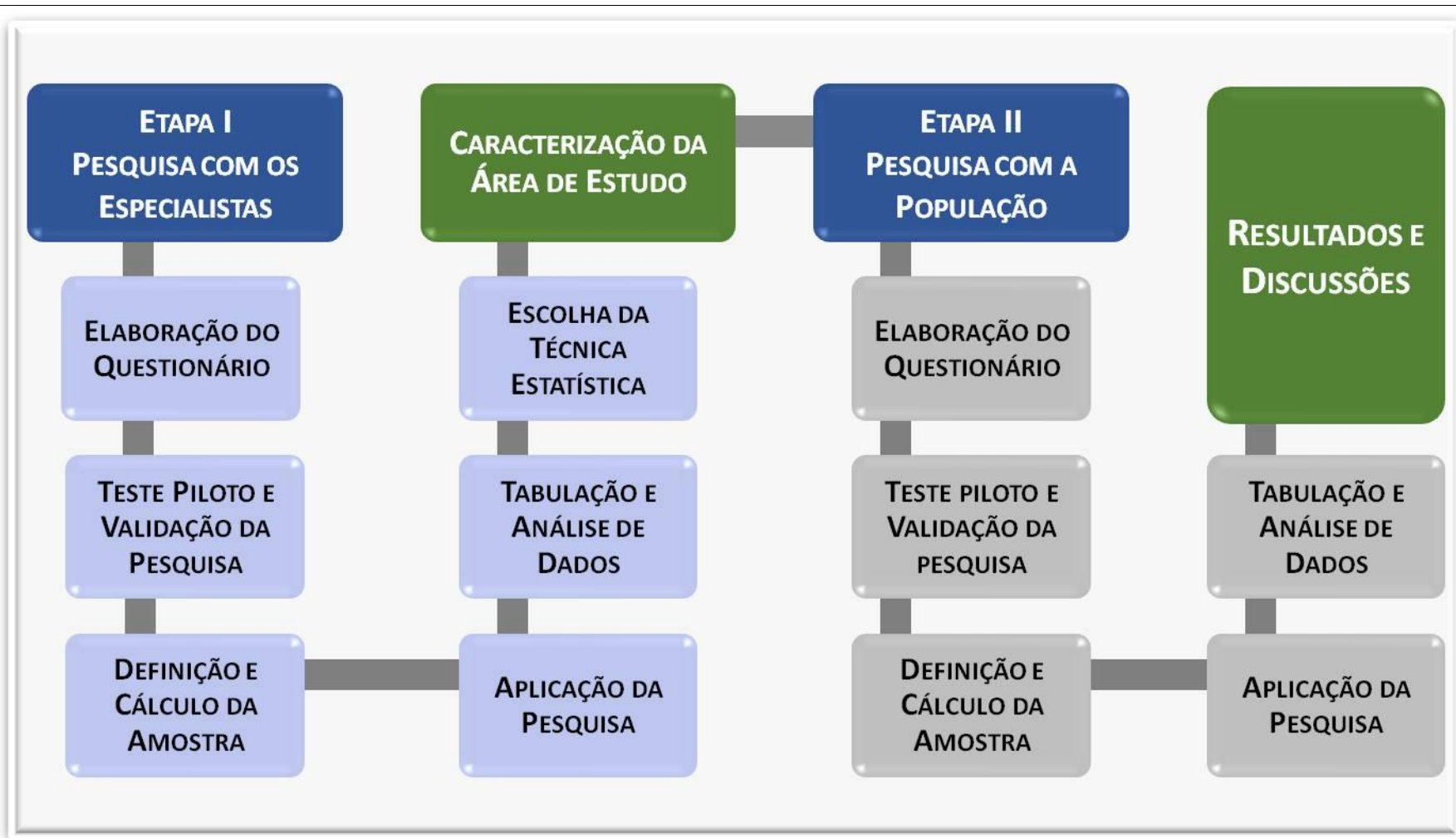


Figura 4.1 – Etapas da Proposta Metodológica

4.1 ETAPA I – Pesquisa com os especialistas

A sua aplicação foi direcionada àquelas pessoas que trabalham efetivamente na área de Transportes, sejam elas vinculadas à academia (faculdade, universidade e/ou órgão de pesquisa), a órgão público com a atribuição para o planejamento e a gestão do transporte e/ou trânsito ou a empresas da iniciativa privada que prestam serviços correlatos de consultoria.

4.1.1 Elaboração do formulário da pesquisa

Segundo Lakatos e Marconi (2003), o questionário como instrumento de pesquisa apresenta significativas vantagens, tais como: a economia de tempo e de pessoal; abrangência de maior número de pessoas de modo simultâneo; obtenção de respostas mais rápidas e precisas; maior liberdade e segurança nas respostas em razão do anonimato; menor risco de distorção (em caso de ausência do pesquisador). Contudo, o autor relata também algumas desvantagens, como: porcentagem pequena de retorno dos questionários; impossibilidade de aplicação para pessoas analfabetas e de ajuda ao entrevistado em questões mal compreendidas.

Neste estudo, as perguntas foram elaboradas com clareza e precisão para facilitar a interpretação e evitar ambiguidades, porém, adotando uma linguagem acadêmica adequada para o nível técnico qualificado dos entrevistados. Para a obtenção da percepção dos especialistas e identificação dos principais fatores que afetam a aceitabilidade do pedágio urbano desenvolveu-se um formulário, composto por três seções: (i) características específicas do perfil dos entrevistados, (ii) definição das variáveis relacionadas à gestão da demanda por viagens e, (iii) classificação de cinco instrumentos de gestão da demanda por viagens em ordem de efetividade.

4.1.1.1 Características específicas do perfil dos entrevistados

Nesta seção do questionário incluem-se questões relativas à faixa etária, nível de escolaridade, área de atuação, tempo que trabalha na área de transportes, cidade em que reside e por último, o modo de transporte utilizado nas viagens diárias de casa para o trabalho. Essas informações foram incorporadas com vistas à obtenção de um conhecimento mais aprofundado da caracterização do perfil dos especialistas e buscando, a partir disso, a possibilidade de explorar a existência de relações segmentadas entre tais particularidades e a visão técnica dos participantes.

4.1.1.2 Variáveis relacionadas à gestão da demanda por viagens

As variáveis foram definidas por meio da elaboração de 18 frases afirmativas, com o intuito de avaliar a percepção dos especialistas no tocante à mobilidade urbana nas Áreas Centrais das maiores cidades brasileiras, especificamente no que diz respeito aos congestionamentos de trânsito e aos possíveis instrumentos e investimentos para a realização da gestão de demanda de viagens. Ademais, procurou-se avaliar a percepção da construção de obras, viadutos para a melhoria da fluidez dos automóveis particulares e a importância e a forma de investimentos em infraestruturas de transporte coletivo em geral, bem como as principais consequências dos excessos de veículos, sejam elas, ambientais, econômicas e de bem estar social.

As seis últimas variáveis foram concebidas com o desígnio de entender o nível de aceitabilidade dos especialistas em transportes diante do pedágio urbano, como solução para a redução dos congestionamentos e da poluição causada pelos automóveis. Foram abordadas também as questões relativas ao pedágio urbano, como uma forma de “equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros” (BRASIL, 2012, art. 5, VIII), as factíveis formas de aplicação das receitas arrecadadas e a participação social no processo de decisão.

A visão técnica dos especialistas, diante da viabilidade de implementação de taxa de congestionamento como instrumento de desestímulo ao uso do transporte individual motorizado, é considerada no âmbito da pesquisa sem a preocupação da determinação específica da cidade em questão. Para que assim, as respostas fossem balizadas em critérios eminentemente técnicos, sem o risco de serem influenciadas pela experiência cotidiana dos entrevistados em suas cidades de residência ou de trabalho. Assim, as afirmativas foram elaboradas referenciando as opiniões no contexto das ‘áreas centrais congestionadas das maiores cidades brasileiras’.

Vale ressaltar que as variáveis foram redigidas embasadas no modelo heurístico de Schlag e Teubel (1997), acrescidos dos aperfeiçoamentos realizados posteriormente por Schade e Schlag (2000, 2003) e de inserções da Teoria do Comportamento Planejado de Ajzen (1991); além das contribuições dos autores presentes na revisão da literatura no Capítulo 3. Procurou-se também compatibilizar com os preceitos determinados na Lei nº 12.587/2012 (BRASIL, 2012) e com o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2015). As variáveis são relacionadas na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Apresentação das variáveis da pesquisa (Especialistas)

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO DO CONTEÚDO
VAR 01	A redução dos congestionamentos é um grande desafio para o poder público diante da mobilidade urbana.
VAR 02	A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir em obras estruturantes (tais como: túneis, viadutos, trincheiras) para aumento de capacidade viária.
VAR 03	A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir em política pública de desestímulo ao uso do automóvel (tais como: restrição ao estacionamento de veículos, implementação de rodízio de placas ou de pedágio urbano).
VAR 04	A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir em melhorias dos serviços e da infraestrutura viária do transporte público por ônibus (tais como: <i>Bus Rapid Transit</i> – BRT, corredores ou faixas exclusivas para ônibus e na construção de equipamentos de apoio à sua operação - terminais, estações de transferência, pontos de parada).
VAR 05	A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir na implantação de transporte por trilhos (tais como: veículo leve sobre trilhos –VLT, mon trilho ou metrô).
VAR 06	Os investimentos em mecanismos para a redução dos congestionamentos são importantes para a diminuição dos tempos de deslocamentos das pessoas, para a melhoria da qualidade ambiental e para a eficiência econômica das cidades.
VAR 07	A gestão da mobilidade urbana, centrada na melhoria da fluidez dos veículos, acarreta impactos socioambientais (tais como: o aumento nas emissões de gases de efeito estufa e da poluição atmosférica, sonora e visual).
VAR 08	Os automóveis, dentre os modos de transportes, são os principais responsáveis pelos elevados níveis de emissão de poluentes de efeito estufa e poluentes locais.
VAR 09	As altas concentrações de poluentes na atmosfera provenientes dos automóveis estão entre as principais causas de problemas respiratórios e cardiovasculares.
VAR 10	O pedágio urbano é uma boa solução para a redução dos congestionamentos.
VAR 11	O pedágio urbano é uma boa solução para a redução de emissão da poluição causada pelos automóveis.
VAR 12	O pedágio urbano é uma medida favorável aos usuários de transporte coletivo por ônibus, visto que pode propiciar a redução dos tempos de deslocamentos deste modo de transporte.
VAR 13	O pedágio urbano funciona como um sistema econômico de redistribuição positiva do espaço viário, em que os usuários dos automóveis pagam pela utilização das vias urbanas, com a possibilidade de reversão das receitas arrecadadas em benefícios para a mobilidade.
VAR 14	As receitas obtidas com o pedágio urbano devem ser investidas em melhorias dos serviços e infraestrutura do transporte coletivo por ônibus.
VAR 15	As receitas obtidas com o pedágio urbano devem ser investidas em melhorias do transporte não motorizado.
VAR 16	As receitas obtidas com o pedágio urbano devem ser investidas na implantação de transporte sobre trilhos (tais como: veículo leve sobre trilhos - VLT, mon trilho ou metrô).
VAR 17	A aceitabilidade pública de pedágio urbano depende do compromisso legal da aplicação das receitas arrecadadas.
VAR 18	A participação popular no processo decisório para a implementação de pedágio urbano é essencial para garantir o êxito deste instrumento.

Para obtenção do nível de concordância, adotou-se a ‘escala Likert’, que é um tipo de escala de resposta psicométrica (LIKERT, 1932). A psicometria procura esclarecer o sentido que têm as respostas dados pelos indivíduos a uma série de variáveis. Essencialmente, fundamenta-se na teoria da medida em ciências, fato que aproxima a psicologia da área de

exatas. Ela serve para explicar e mensurar, de forma adequada e comprovada empiricamente, um conjunto de comportamentos que se deseja conhecer melhor (PASQUALI, 2009 a, b).

A escala Likert é amplamente adotada em pesquisas de opinião e de atitudes. Segundo Cunha (2007), apresenta-se um conjunto de afirmativas ao entrevistado para que ele manifeste o seu grau de concordância diante do contexto descrito em cada uma delas. Ainda conforme a autora, Likert recomendava a adoção de escala de cinco pontos ou categorias para a representação qualitativa das opções, embora na literatura existente a sua construção vai de uma discordância total até uma concordância total em escala de 3, 5, 7 ou até 11 pontos.

Nessa seção do questionário, as 18 variáveis (constantes na Tabela 4.1) são apresentadas aos especialistas por meio da escala Likert de cinco categorias, com os seguintes níveis de opções: (i) concordo totalmente, (ii) concordo parcialmente, (iii) indiferente ou neutro, (iv) discordo parcialmente e (v) discordo totalmente. Dessa forma, permite-se a ordenação dos participantes através da ‘favorabilidade’ de sua visão técnica em referência a determinada afirmativa.

4.1.1.3 Classificação dos instrumentos de gestão de demanda por viagens

Nesta seção do questionário, definiu-se cinco instrumentos de gestão de demanda por viagens, julgados mais efetivos no intuito de interferir no padrão de mobilidade das pessoas e incentivar maior utilização de modos de transporte público coletivo. As opções selecionadas são compatíveis com a Lei nº 12.587/2012 (BRASIL, 2012), com o Caderno de Referência PlanMob (BRASIL, 2015) e com alternativas adotadas nas grandes cidades do mundo para a redução da atração de automóveis nas áreas centrais congestionadas.

Segundo Sandroni (1996) a efetividade incorpora a eficiência e a eficácia, além do bem-estar ou a satisfação das pessoas, em suma, o êxito prático da decisão tomada. A eficiência depende da condição (como fazer) e competência das pessoas para a realização de uma atividade enquanto a eficácia consiste em atingir os resultados almejados. Assim sendo, as cinco medidas são apresentadas para os especialistas para a devida classificação em ordem de efetividade de sua implantação com vistas a desestimular a circulação de automóveis nos grandes centros urbanos, a saber:

- vias ou faixas exclusivas para transporte público coletivo;
- restrição de controle da oferta de vagas para estacionamento;

- transformação das áreas de estacionamento de veículos nas vias públicas em infraestrutura para ciclistas, calçadas e/ou *parklets*¹⁶;
- rodízio de veículos (baseado no final da placa);
- pedágio urbano com participação popular na definição da aplicação das receitas.

As opções são ordenadas pelos especialistas, considerando da mais efetiva para a menos efetiva, sem permitir, no entanto, a marcação de duas opções no mesmo nível de importância.

4.1.2 Teste piloto e Validação da pesquisa

O estudo piloto é um teste da versão preliminar do projeto de pesquisa, aplicado a um seletivo grupo de pessoas, com objetivo de proporcionar a realização de ajustes, alteração ou melhoria dos instrumentos nessa fase que antecede a investigação em si (MACKEY; GASS, 2005).

A relevância da elaboração de um teste piloto concentra-se na possibilidade de aprimorar o conteúdo do projeto de pesquisa (até então definido) por meio de testes, avaliações e revisões, quando pode-se constatar pontos fracos, ambiguidades, falhas sutis e problemas em potencial, que se resolvam antes da aplicação da pesquisa propriamente dita. Mostra-se como uma ferramenta indispensável para avaliar a viabilidade e a usabilidade de um método de coleta de dados, uma vez que permite ao pesquisador a consolidação de uma versão de pesquisa com mais consistência e mais adequada a realidade, além de proporcionar uma apuração maior das decisões metodológicas (MACKEY; GASS, 2005).

O teste piloto do questionário foi aplicado, pessoal e individualmente, a 12 especialistas em transportes que desenvolvem atividades de planejamento e de gestão da mobilidade urbana e após a coleta e incorporação das sugestões e adequações, realizava-se outra fase de entrevistas.

Assim, antes da aplicação definitiva da pesquisa para os participantes, foram realizadas quatro etapas sucessivas de pré-testes ou de pesquisa piloto, com a finalidade de identificação de possíveis inserções, ajustes e correções ainda na fase de sua estruturação. Dessa forma,

¹⁶ Consiste na instalação de uma plataforma nivelada com o passeio, ocupando o espaço de duas ou três vagas de estacionamento, que incluem assentos, vegetação, estacionamento de bicicletas, mesas, bancos, dentre outros. Também conhecida como varanda urbana. Segundo Decreto Nº 15.895, de 12 de março de 2015, “Denominam-se *parklets* o mobiliário urbano de caráter temporário instalado, em geral, em paralelo à pista de rolamento de veículos, de forma a expandir o passeio público, com o objetivo de ampliar a oferta de espaços públicos de fruição, providos de estruturas que visem ao incremento do conforto e da conveniência dos cidadãos, tais como bancos, mesas e cadeiras, floreiras, guarda-sóis, paraciclos e outros elementos destinados à recreação, ao descanso, ao convívio, à permanência de pessoas e a manifestações culturais” (BELO HORIZONTE, 2015).

consolidou-se a versão definitiva da pesquisa. O modelo de questionário adotado para fins de elaboração deste estudo encontra-se disposto no Apêndice A.

4.1.3 Definição da Amostra

Quando se pretende realizar uma pesquisa tipo *survey*, para o conhecimento das características de uma população de interesse, existem duas formas: censo e amostragem. Esses dois tipos diferem no número de elementos que são pesquisados. No censo são investigados todos os elementos da população. Na amostragem são coletados alguns elementos da população, ou seja, é selecionada uma parcela ou subconjunto (amostra) da população, a partir da qual a característica de interesse da população será estimada (KISH, 1965). O pesquisador não pode obter uma parte qualquer da população em voga, mas uma amostra que represente a população objeto do estudo, caso contrário os resultados podem ser contestáveis (BRYMAN, 1989).

Segundo Babbie (2003), existem dois tipos básicos de amostragem, a ‘probabilística’ e a ‘não probabilística’. O princípio que fundamenta a amostragem probabilística é que “uma amostra será representativa da população da qual foi selecionada se todos os membros da população tiverem oportunidade igual de serem selecionados para a amostra” (BABBIE, 2003, p. 128).

A amostragem probabilística implica um sorteio com regras bem definidas, cuja realização somente é possível se a população for finita e totalmente acessível ao pesquisador. Caso contrário, adota-se a amostragem ‘não probabilística’ ou ‘determinística’, muito utilizada nas situações em que não é possível cumprir os requisitos necessários para se qualificar como ‘probabilística’. Para Mattar *et al.* (2014), a amostragem não probabilística é aquela que a seleção dos membros da população para a composição da amostra depende ao menos em parte do julgamento do pesquisador ou do entrevistador no campo.

Apesar das técnicas de inferência estatística partirem do pressuposto que as amostras utilizadas sejam probabilísticas, muitas vezes não se pode conseguir tal qualidade ou atributo, em função da impossibilidade real da identificação de todos os membros da população. Enquadra-se, nesse contexto, a amostragem da pesquisa com os especialistas em transportes uma vez que o universo dessa população não é de conhecimento público.

Para a definição da amostra de especialistas, utilizou-se como referência a lista de contatos estabelecidos em congressos nacionais na área de transportes (ANPET¹⁷ e ANTP¹⁸), seminários, *workshops*, universidades com programas relacionados à área de transportes, empresas de consultoria que prestam serviços na área, órgãos municipais gestores de transportes, instituições ligadas a programas de Mobilidade Urbana, Fórum Nacional de Secretários e Dirigentes Públicos de Mobilidade Urbana¹⁹. Os e-mails foram enviados, individualmente, convidando os entrevistados a participarem da pesquisa. Adicionalmente, foi utilizada a lista de e-mails do Grupo Rede de Pesquisa em Transportes. Ainda, a partir dos e-mails individuais enviados aos entrevistados, solicitou-se divulgação da pesquisa a outros especialistas com atuação na área de transporte, ampliando assim, o quadro de convidados a participar das investigações.

4.1.3.1 Cálculo da Amostra

Triola (2008) menciona que quando se deseja trabalhar com populações de tamanhos desconhecidos, com objetivo de se estimar médias populacionais, para calcular o tamanho mínimo da amostra necessária, com um determinado coeficiente de confiança, é imprescindível a definição os seguintes parâmetros:

- \hat{p} é a proporção populacional
- $\hat{p} = (x/n)$ é a proporção amostral de ‘x’ sucessos em uma amostra de tamanho ‘n’.
- $\hat{q} = (1 - \hat{p})$ é a proporção amostral de fracassos em uma amostra de tamanho ‘n’.
- $Z_{\alpha/2}$ é o valor crítico da distribuição de probabilidade de uma variável normal padronizada. Em função do nível de confiança desejado, calcula-se a área da cauda da curva de Gauss para chegar ao escore ‘z’ de uma Distribuição Normal Padrão,

¹⁷ Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET) é uma instituição sem fins lucrativos, criada com o propósito de atuar como um fórum especializado para discussão da pesquisa e ensino em transportes no Brasil. A ANPET, desde 1987, organiza Congressos Anuais, nos quais todos os pesquisadores, profissionais e especialistas em transportes têm oportunidade de participar da discussão de temas de grande interesse para a comunidade que trabalham no setor, contribuindo para a formação de recursos humanos no país, com a capacitação de técnicos em infraestrutura e serviços de transportes com qualidade para a sociedade e valorizando os aspectos ambientais. Em 2017 acontecerá o XXXI Congresso, ANPET (2017).

¹⁸ O Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito é um evento, que ocorre a cada 2 anos, organizado pela Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP). Conta com a participação de visitantes estrangeiros e o público nacional constituído por Prefeitos, Secretários de Estado, Autoridades federais e Parlamentares, Operadores públicos e privados, Industriais, Consultores, Dirigentes sindicais patronais e de trabalhadores, Acadêmicos, Lideranças comunitárias, técnicos do setor e profissionais da mídia. Em 2017 será a sua 21ª edição. (ANTP, 2017a).

¹⁹ “É um espaço não institucional, constituído por secretários e dirigentes de empresas públicas de transporte e/ou de trânsito, que se reúnem periodicamente para compartilharem dúvidas e experiências e proporem estudos e projetos, bem como recomendarem alterações na legislação pertinente a cada tema específico, com intuito da melhoria da qualidade da mobilidade urbana, dos transportes e do trânsito”(ANTP, 2017b).

normalmente tabelada. Os valores mais usuais para $Z_{\alpha/2}$ são condensados por Triola (2008) e apresentados na Tabela 4.2 e ilustrados de forma simplificada na Figura 4.2.

- E é a margem de erro ou o erro máximo da estimativa. É dado pela diferença máxima provável entre a média amostral observada e o verdadeiro valor da proporção populacional.
- Nível de confiança é a probabilidade que o erro amostral efetivo seja inferior ao erro máximo estimado para a pesquisa.
- n é o tamanho mínimo da amostra desejável.

Tabela 4.2 – Valores críticos

NÍVEL DE CONFIANÇA	VALOR DE α	VALOR CRÍTICO $Z_{\alpha/2}$ CURVA DE GAUSS
90%	$\alpha = 0,10$	1,645
95%	$\alpha = 0,05$	1,960
99%	$\alpha = 0,01$	2,576

Fonte: Triola (2008, p. 256)

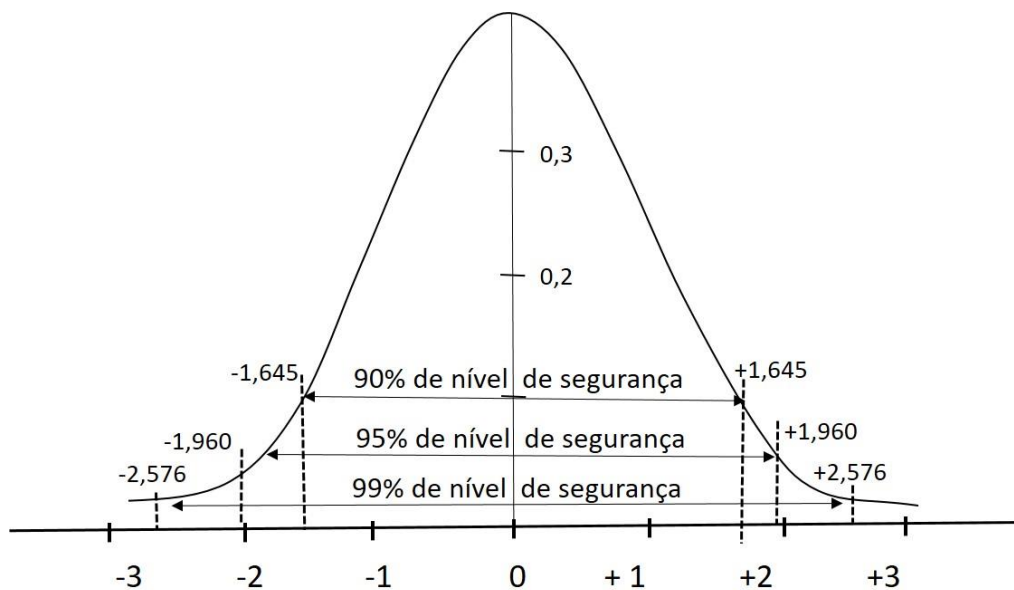


Figura 4.2 – Distribuição de Gauss

Segundo Triola (2008), o erro máximo da estimativa pode ser encontrado pela multiplicação do valor crítico pelo desvio padrão das proporções amostrais, explicitado na Equação 4-1.

$$E = Z_{\alpha/2} \sqrt{\hat{p} \hat{q} / n}$$

Equação 4-1

A partir da Equação 4-1 pode-se deduzir a fórmula para o cálculo do tamanho da amostra n , conforme Equação 4-2.

$$n = \frac{[Z_{\alpha/2}]^2 \hat{p} \hat{q}}{E^2} \quad \text{Equação 4-2}$$

A estimativa da proporção populacional não é de conhecimento para a situação específica deste estudo, portanto, Triola (2008) sugere a atribuição do valor de 0,50 para cada uma das variáveis (\hat{p} e \hat{q}), conforme Equação 4-3. A suposição desses valores é considerada favorável à segurança, pois retrata a circunstância mais desfavorável para o erro padrão, uma vez que significa o maior valor possível para o produto $\hat{p}\hat{q}$, assegurando então que o tamanho da amostra resultante seja, no mínimo, tão grande quanto devia ser.

$$n = \frac{[Z_{\alpha/2}]^2 0,25}{E^2} \quad \text{Equação 4-3}$$

Para o contexto, considerou-se um nível de confiança de 90%, $\alpha = 0,10$, (relação $Z_{\alpha/2} = 1,645$) com margem de erro amostral de -5% a +5%. Assim, o cálculo do tamanho mínimo da amostragem desejada a partir desses parâmetros consta na Equação 4-4.

$$n = \frac{[1,645]^2 0,25}{(0,05)^2} = 271 \quad \text{Equação 4-4}$$

Por conseguinte, a amostra para a pesquisa com os especialistas deve ter, no mínimo, 271 entrevistas para atender o coeficiente de confiança de 90% com erro estimado de 5%.

As equações relatadas são fundamentadas no conjunto de teoremas denominados ‘Lei dos Grandes Números’. Eles fornecem sustentação matemática à ideia de que a média de uma amostra de uma população tenderá a estar próxima da média da população como um todo. O teorema do limite central mostra que, em condições gerais, as médias amostrais aproximam-se bem de uma distribuição normal dada pela Curva de Gauss (TRIOLA, 2008).

4.1.4 Aplicação da pesquisa com os especialistas

A aplicação do formulário de pesquisa se deu por meio eletrônico, com envio de e-mail individualmente para cada participante considerado qualificado em relação ao conhecimento técnico e específico dos requisitos relativos à gestão de demanda por viagens. Nos e-mails

enviados encontrava-se disponível o *link* para acesso ao formulário eletrônico através do ‘*Google Forms*’. O período de consulta estendeu-se por três meses consecutivos, no intervalo de 17/09/2015 a 17/12/2015. A ferramenta da plataforma ‘*Google Forms*’ apresenta uma série de vantagens, das quais destacam-se: a possibilidade de acesso em qualquer local ou horário; a gratuidade e a facilidade de manuseio tanto para o entrevistado como para o pesquisador. Foram submetidos 710 e-mails contendo o *link* de acesso ao questionário.

4.1.5 *Tabulação e Análise de Dados*

A tabulação é a maneira ordenada de se dispor os resultados encontrados com vistas a facilitar a leitura e análise de dados por métodos estatísticos. Os dados obtidos na execução da pesquisa foram acumulados em uma planilha eletrônica para a padronização e codificação das respostas. Os ajustes foram necessários principalmente devido a existência de perguntas abertas, ou seja, espaços destinadas ao preenchimento por parte do entrevistado, como a cidade de residência e o tempo de trabalho na área de transporte.

4.1.6 *Escolha da Técnica Estatística*

A análise multivariada de dados consiste em um conjunto de técnicas estatísticas adotadas na condição em que muitas variáveis são consideradas simultaneamente, acarretando múltiplas medidas sobre cada indivíduo investigado. Quanto maior o número de variáveis tratadas na pesquisa, mais complexa torna-se a análise por métodos comuns de estatística univariada, tornando mais adequada a utilização de técnica multivariada (MINGOTI, 2005).

O processo de uma análise multivariada abrange as técnicas de avaliação da interdependência, são aquelas que estudam as relações de um conjunto de variáveis entre si, e as técnicas de avaliação de dependência, são aquelas que estudam a dependência de uma ou mais variáveis em relação às outras. A análise fatorial é uma técnica multivariada de interdependência, cujo finalidade é definir uma estrutura inerente entre as variáveis examinadas (HAIR JÚNIOR *et al.*, 2009).

Segundo Laros e Pasquali (2005), a sustentação da análise fatorial é o princípio da parcimônia: um grande número de variáveis originais pode ser representado por um número menor de variáveis hipotéticas. Em referência a esse princípio, a análise fatorial é caracterizado por Kerlinger (1986), dentro da psicometria, como um dos métodos mais

eficientes para redução da complexidade de um grande número de variáveis a uma estrutura relativamente simples, consistindo de uma quantidade menor de fatores.

A análise fatorial foi, inicialmente, introduzida por Spearman em 1904 (MINGOTI, 2005). As técnicas analíticas fatoriais podem alcançar suas finalidades a partir de uma perspectiva confirmatória ou exploratória (TABACHINICK; FIDELL, 2007). A análise fatorial confirmatória é adotada quando o pesquisador tem ideias preconcebidas sobre a realidade estrutural das informações, serve para testar hipóteses ou, até mesmo, para analisar o grau em que os dados satisfazem a estrutura esperada. Porém, muitos estudiosos reconhecem somente a existência da análise fatorial exploratória, pois consideram que ela é adequada para a maioria das situações (HAIR JÚNIOR *et al.*, 2009).

A Análise Fatorial Exploratória (AFE), conforme Mingoti (2005), é empregada nas ocasiões em que o pesquisador não tem clareza de quantos fatores podem fazer parte do contexto da investigação e nem o que representam. Em razão disso essa técnica foi escolhida para a análise dos dados da pesquisa com os especialistas. Ela fornece as ferramentas necessárias para examinar a estrutura matricial das inter-relações entre um número significativo de variáveis observadas e um conjunto de dimensões distintas e hipotéticas que, de algum modo, resumem as principais informações contidas nas variáveis originais (MINGOTI, 2005). Essas dimensões são conhecidas como ‘componentes’, ‘variáveis latentes’ ou ‘fatores’.

Segundo Hair Júnior *et al.* (2009), com o agrupamento de variáveis é possível identificar o grau em que cada variável observada (original) é explicada por cada fator. Em síntese, as variáveis originais pertencem a um mesmo fator quando, e se, elas compartilham uma variância em comum. Assim, um fator é uma ‘variável latente’ que influencia mais de uma variável observada, representando, assim, a covariância entre elas (BROWN, 2015).

Na pesquisa com os especialistas, empregou-se a AFE para a ‘redução de dados’ com objetivo de definir um conjunto de variáveis representativas para compor parte do questionário com a população.

4.1.6.1 Etapas da Análise Fatorial Exploratória

O conteúdo das variáveis apresentadas na Tabela 4.1 foram avaliadas pelos especialistas em relação ao nível de concordância da escala de Likert de cinco pontos, com intervalos entre a discordância e a concordância plenas. Para a construção da matriz de dados, a cada ponto da

escala foi atribuído um valor de referência, em que 1 significa ‘discordo totalmente’ e 5, ‘concordo totalmente’, conforme ilustra a Figura 4.3.

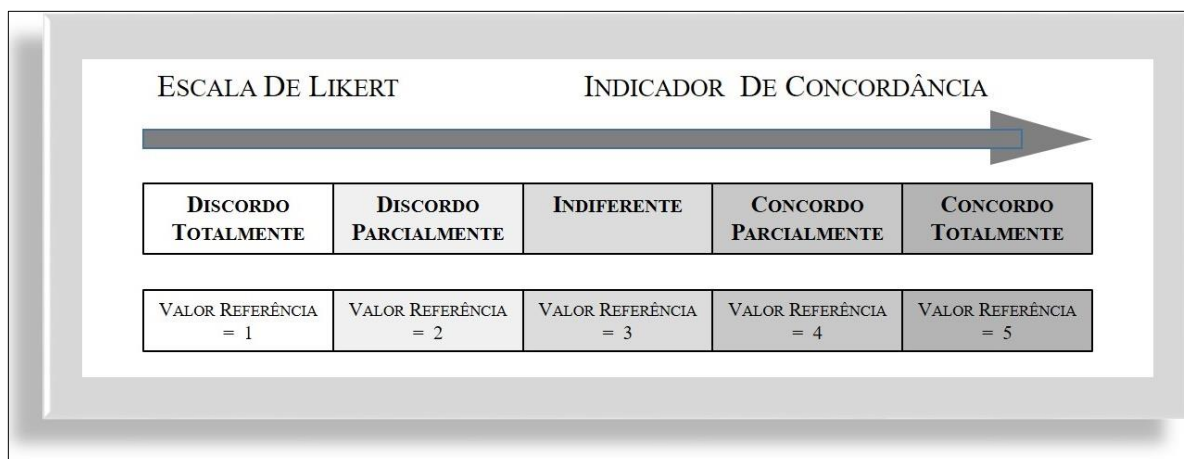


Figura 4.3 – Indicador de Concordância

O passo seguinte verifica se a matriz de dados adquirida é passível de fatoração, isto é, analisa se os dados pesquisados apresentam consistência suficiente para serem submetidos ao processo de análise fatorial. Para isso, existem dois métodos de avaliação mais comumente usuais na literatura, o critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o Teste de Esfericidade de Bartlett (*Bartlett's Test of Sphericity* – BTS). As duas técnicas foram adotadas neste estudo.

O índice de KMO, também chamado de ‘medida de adequação da amostra’, é uma avaliação estatística que resulta na sugestão de qual a proporção de variância dos dados pode ser explicada por uma variável latente (LORENZO-SEVA *et al.*, 2011). Segundo Hair Júnior *et al.* (2009), o índice designa o quão apropriada é a aplicação da AFE para a matriz de dados. Antes de determinar o valor de KMO é imprescindível calcular as matrizes de correlação total (original) e parcial entre as variáveis. As variáveis são mais ou menos correlacionadas, mas a correlação entre duas variáveis pode ser influenciada por outras. Assim, a correlação parcial para medir a relação entre duas variáveis, remove o efeito das demais variáveis. A matriz de correlação total é representada por r_{jk} e a matriz de correlação parcial por q_{jk} . Assim, a medida de adequabilidade da AFE, expressa pelo KMO é dada pela Equação 4-5.

$$KMO = \frac{\sum \sum_{j \neq k} r_{jk}^2}{\sum \sum_{j \neq k} r_{jk}^2 + \sum \sum_{j \neq k} q_{jk}^2} \quad \text{Equação 4-5}$$

em que:

- r_{jk}^2 = o quadrado dos elementos ($j \neq k$) da matriz de correlação original ‘*matcor*’, com exceção da diagonal na qual $j = k$
- q_{jk}^2 = o quadrado dos elementos ($j \neq k$) da matriz de correlação parcial ‘*matcorp*’, com exceção da diagonal na qual $j = k$

Os valores de KMO podem variar de zero a um. Resultados de KMO mais próximos ou iguais a zero indicam que a soma das correlações parciais das variáveis avaliadas é bastante alta em relação à soma das correlações totais. Nesses casos, a AFE não será inapropriada. Embora a interpretação dos índices de KMO varia de autor para autor, a Tabela 4.3 sintetiza os limites definidos por Kaiser (1974, p. 35) e por Hutcheson; Sofroniou (1999, p. 225).

Tabela 4.3 – Valores de KAISER-MEYER-OLKIN (KMO)

VALOR	KAISER-MEYER-OLKIN (KMO)
> 0,90	Adequação Excelente
0,80 a 0,90	Adequação Ótima
0,70 a 0,80	Adequação Boa
0,60 a 0,70	Adequação Medíocre
0,50 a 0,60	Adequação Desprezível
< 0,50	Adequação Inaceitável

Fonte: Adaptado de Kaiser (1974) e Hutcheson; Sofroniou (1999)

O teste de esfericidade de Bartlett também é uma avaliação estatística para verificar a adequação da aplicação da análise fatorial. Ele identifica a presença de correlações ‘não nulas’ entre variáveis observadas e testa a hipótese de que a matriz de correlação é uma matriz identidade.

De acordo com Tabachnick e Fidell (2007), o teste de Bartlett examina a significância geral de todas as correlações em uma matriz de dados. O valor do nível de significância (*Sig*) é calculado pela aproximação do qui-quadrado, em que $p_{valor} < 0,05$ (tendência para aproximar de zero) indicam que a matriz é passível de fatoração. Portanto, rejeita-se assim, a ‘hipótese nula’ de que a matriz de dados é similar a uma matriz identidade. Essa medida fornece a probabilidade estatística de que a matriz de correlação possui interdependência estatisticamente significativa entre pelo menos um par de variáveis. Para a realização dessa verificação é muito importante a obtenção de uma amostra significativa, pois a medida que

aumenta o tamanho da amostra o teste torna-se mais eficiente em detectar essas correlações. Portanto, a estatística de teste de esfericidade de Bartlett é representada pela Equação 4-6.

$$X^2 = - \left[(n - 1) - \frac{2p + 5}{6} \right] \ln|R| \quad \text{Equação 4-6}$$

(distribuição qui-quadrado com grau de liberdade (dl) = $p(p - 1)/2$)

em que:

- n = tamanho da amostra
- p = número de variáveis
- R= determinante da matriz de correlação
- dl = grau de liberdade

Com base no critério da distância de Mahalanobis²⁰, após a aplicação da Equação 4-6 para obtenção do valor de X^2 , calcula-se p_{valor} a partir de tabelas de distribuição do qui-quadrado em função dos graus de liberdade ou programas específicos.

A técnica adotada para a extração de fatores foi a análise de componentes principais, introduzida por Karl Pearson em 1901 (MINGOTI, 2005), considerada mais apropriada quando ‘a redução de dados’ é uma preocupação prioritária, focando o número de fatores necessários para explicar a porção máxima da variância total representada no conjunto originais de variáveis” (HAIR JÚNIOR *et al.*, 2009, p. 112). Essa análise apresenta com resultado os autovalores ou raízes latentes e a proporção de variância de cada uma das 18 variáveis. É importante salientar que essa técnica não define o número de fatores significativos dentro do universo. Então após a aplicação dessa técnica, o pesquisador deve escolher o critério para determinar o número de fatores que serão extraídos. Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010) comentam que nesse momento o pesquisador enfrenta um ‘*trade off*’ entre parcimônia e explicação. À medida que aumenta o número de fatores a serem retidos, maior é a quantidade total de variância pelos fatores, contudo menor é o grau de parcimônia. Em contrapartida, à medida que reduz o número de fatores a serem retidos, menor é a quantidade total de variância pelos fatores, contudo maior é o grau de parcimônia. Então, a solução de equilíbrio é detectar o número mínimo de fatores que maximiza a quantidade de variância total explicada.

²⁰ É uma medida de distância introduzida pelo matemático indiano Prasanta Chandra Mahalanobis em 1936. Mede a distância entre um ponto de dados e um centroide de espaço multivariado. Outras informações podem ser obtidas em Ferreira (2008).

Hair Júnior *et al.* (2009) citam que, apesar de não existir um critério consensual para definir quantos fatores devem ser extraídos, o método mais comum e de simplicidade de aplicação é o “Critério da raiz latente”, também conhecido como ‘Critério de Kaiser’ (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2010). No entanto, esse método foi selecionado para a definição do número de fatores a serem retidos. O seu princípio é que qualquer fator individual para ser mantido na interpretação de dados deve, obrigatoriamente, explicar a variância de pelo menos uma das variáveis observadas. O autovalor é o parâmetro desse critério para a fixação da linha de corte, ou seja, somente podem ser considerados significantes os autovalores acima de 1, os demais são descartados pois estão contribuindo muito pouco para explicar a variância nas variáveis originais. Hair Júnior *et al.* (2009) sugerem que a extração deve continuar até o pesquisador captar, um percentual especificado de variância explicada acumulada de, pelo menos, 60% da variância explicada acumulada.

Para o processo final, o pesquisador avalia as cargas fatoriais (rotacionadas) para cada variável com a finalidade de determinar a sua contribuição na estrutura. Figueiredo Filho e Silva Júnior (2010) definem que a ‘rotação de fatores’ é um critério matemático que rotaciona os eixos no espaço geométrico. Hair Júnior *et al.* (2009, p. 116) explicam que “os eixos de referência dos fatores são rotacionados em torno da origem até que alguma outra posição seja alcançada”. Esse procedimento torna mais fácil determinar quais variáveis observadas são carregadas em quais componentes ou fatores, permitindo assim, a interpretação dos dados e a possibilidade de alcançar soluções mais simples e teoricamente mais significativas. Segundo Hair Júnior *et al.* (2009), o método VARIMAX tem sido muito bem sucedido como uma abordagem analítica para adquirir a rotação ortogonal (eixos mantidos a 90 graus) de fatores, por essa razão, a rotação VARIMAX foi escolhida para este estudo.

A AFE possibilita ao pesquisador duas alternativas distintas mas relacionadas entre si. A primeira é o ‘resumo de dados’, em que a análise fatorial obtém variáveis latentes que, quando são interpretadas e compreendidas, representam os dados da pesquisa em um número muito menor do que as variáveis observadas. O processo de ‘resumo de dados’ termina com a identificação desses fatores. A segunda alternativa é a ‘redução de dados’ que vai mais além, o processo continua e determina-se um valor empírico (score fatorial) para cada variável latente e assim, em seguida, realiza a substituição do valor original para esse novo valor (HAIR Júnior *et al.*, 2009). Dentre várias possibilidades de utilização da AFE para fins de ‘redução de dados’, os autores definem que a AFE pode ser adotada com os objetivos:

- identificação das variáveis mais significativas a partir de um conjunto muito maior de variáveis originais ou observadas para uso em análises multivariadas subsequentes;
- identificação de um novo conjunto de variáveis muito menor, com a finalidade de substituir parcialmente ou totalmente, o conjunto de variáveis originais ou observadas.

Na pesquisa com os especialistas adotou-se a ‘redução de dados’, com a finalidade de conceber um subconjunto de variáveis que possa substituir o conjunto original das variáveis, mantendo-se a natureza e o caráter das variáveis observadas. Para isso, então, deve-se selecionar a variável com maior carga fatorial em cada um dos fatores extraídos, a fim de que ela possa atuar como variável substituta capaz de representar aquele fator.

Dessa maneira foram calculadas as variáveis mais representativas ou de maior significância dentre as 18 variáveis originais (Subseção 4.1.1.2 “Variáveis relacionadas à gestão da demanda por viagens”) e, posteriormente, essas variáveis foram incorporadas no formulário da pesquisa população, como pode ser visto do Apêndice B.

4.1.6.2 Escolha do software estatístico

A análise fatorial exploratória foi desenvolvida com a utilização do *software* R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011), que é uma linguagem e ambiente para computação estatística. É um sistema de acesso livre sob os termos da ‘*Free Software Foundation’s GNU General Public License*’, em forma de código de fonte. Essencialmente, destaca-se entre os *softwares* de estatística existentes pois a sua diferenciação dá-se em virtude de ser um sistema considerado de ‘domínio público’, com acesso gratuito e de código fonte aberto, isto é, o operador pode acessar as linhas de comandos da programação. O sistema pode ser compilado e executado em uma ampla variedade de plataformas *UNIX* e sistemas similares (incluindo *FreeBSD* e *Linux*), *Windows* e *MacOS*. O sistema foi inicialmente escrito por Ross Ihaka e Robert Gentleman no Departamento de Estatística da Universidade de Auckland, em Auckland (Nova Zelândia) e posteriormente tornou-se um projeto colaborativo, com contribuições de vários pesquisadores (*Development Core Team*), ligados a área acadêmica, em diversos países. A sua gestão é realizada pela *R Foundation for Statistical Computing*, com sede em Viena (Áustria).

A análise estatística foi elaborada com a versão 3.3.1 do *software* R, lançada em 21 de junho de 2016, em que encontra-se disponível para instalação no endereço eletrônico <<https://www.r-project.org/>>, conforme ilustração da homepage na Figura 4.4. Para a sua instalação é indispensável a escolha de um CRAN (*Comprehensive R Archive Network*), que é

um servidor autorizado para a distribuição do *software* no país. Em 2016, o Brasil já contava com sete sítios eletrônicos para a instalação do programa, ilustrado na Figura 4.5.

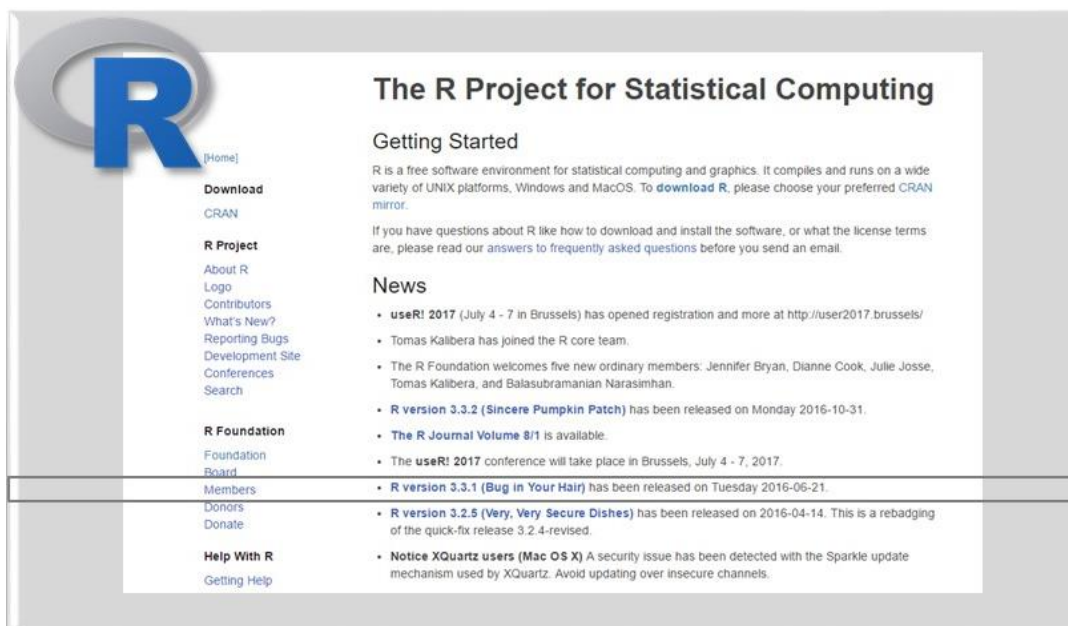


Figura 4.4 – Homepage do *software* R

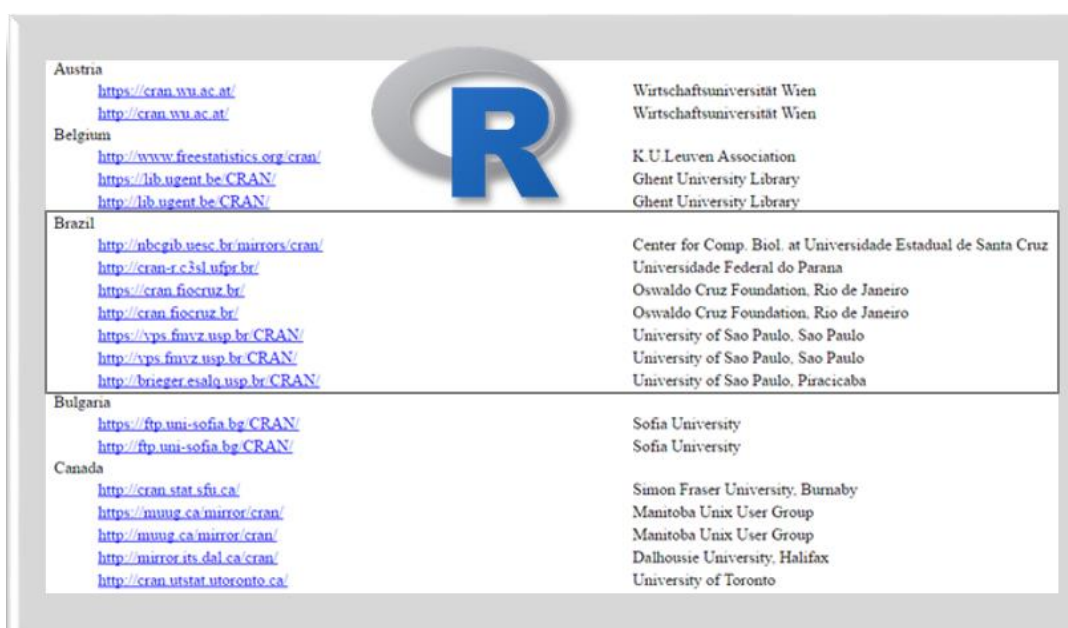


Figura 4.5 – Servidores disponíveis no Brasil

A instalação do software R vem acompanhada de um módulo de pacotes básicos, fundamental para o êxito do programa e este serve de base para o funcionamento de outros pacotes, adquiridos pelo website. Existem uma infinidade de pacotes desenvolvidos pelos próprios colaboradores, que possuem um conjunto de funções que permitem ou facilitam a realização de análises estatísticas, além de possuírem ajuda para suas funções. Os pacotes utilizados, bem como a memória de cálculo na Plataforma R é apresentado no Apêndice C.

4.2 Caracterização da Área de Estudo

A cidade selecionada para a elaboração deste trabalho é Belo Horizonte, Capital de Minas Gerais, especificamente a Área Central. Belo Horizonte contava com 2,51 milhões de habitantes²¹, em 2016, área de 331 km² e o quarto maior Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, em 2014. O município é parte integrante da região metropolitana que leva o seu nome, Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), juntamente com outros 33 municípios, entretanto, somente 19 encontram-se espacialmente na mancha conturbada da Capital mineira, totalizando um contingente populacional de 5,28 milhões de habitantes²², aproximadamente 80% da população da RMBH (IBGE, 2010). A cidade de Belo Horizonte faz fronteira com os municípios de Contagem e Ibirité ao Oeste, Brumadinho e Nova Lima ao sul, Sabará ao leste e Santa Luiza, Vespasiano e Ribeirão das Neves ao Norte, como pode ser visto na Figura 4.6.



Figura 4.6 – Região Metropolitana de Belo Horizonte

²¹ População estimada pelo IBGE para a cidade de Belo Horizonte.

²² População estimada pelo IBGE para a Região Metropolitana de Belo Horizonte.

Com vistas a atender às necessidades por descentralização e coordenação de serviços, programas e atividades adequados às particularidades de cada região, a cidade de Belo Horizonte é dividida em nove Secretarias de Administração Regional Municipal (SARMU), também conhecidas na linguagem mais popular como ‘Regionais’, são elas: Barreiro, Centro Sul, Leste, Nordeste, Noroeste, Norte, Oeste, Pampulha e Venda Nova. Os limites são definidos na Lei Municipal nº 10.231, 19 de julho de 2011 (BELO HORIZONTE, 2011), conforme Figura 4.7. A Área Central encontra-se inserida na Regional Centro Sul.



Figura 4.7 – Mapa do Município de Belo Horizonte
Fonte: Adaptado de Belo Horizonte (2011)

A Lei nº 7.165, de 27 de agosto de 1996, que institui o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte, determina que a Área Central é a região delimitada pela Avenida do Contorno (BELO HORIZONTE, 1996, art. 7º, § 2º), uma via primordial na distribuição dos fluxos com origem ou destino nessa região e também dos fluxos diametrais e perimetrais da cidade.

No Anexo IV da Lei nº 7.165, consta o Mapa de hierarquização do sistema viário, no qual classifica todos as vias do Município de Belo Horizonte, em ligação regional, artérias, coletoras e local. A Figura 4.8 apresenta um corte da região de estudo. Ressalta-se que, para essa Lei, todas as vias inseridas na Área Central são classificadas como ‘arteriais’.

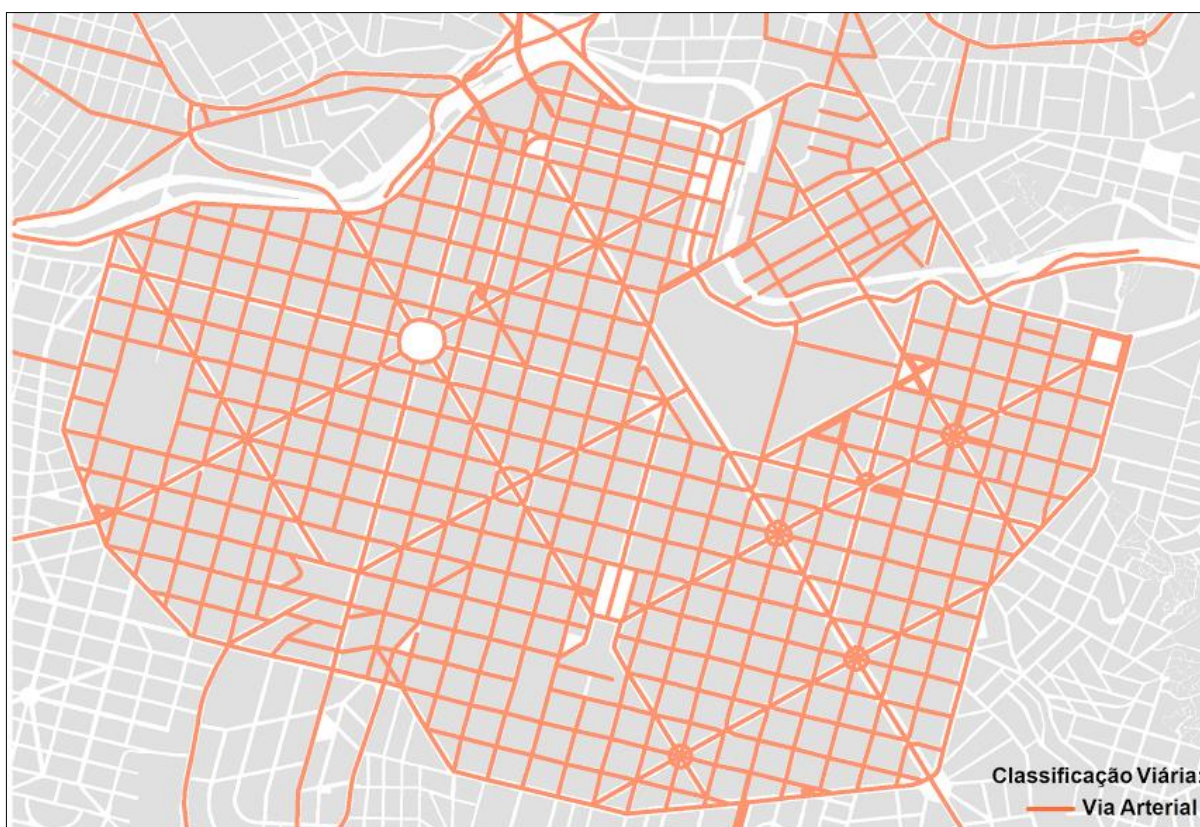


Figura 4.8 – Representação gráfica da hierarquização do sistema viário
Fonte: Anexo IV da Lei nº 7.165 (BELO HORIZONTE, 1996)

O traçado planimétrico da Área Central estabelece um padrão de ruas retas, possui um desenho urbano viário particular, diferente da maior parte das cidades brasileiras, decorrente do plano urbanístico original da nova capital elaborado por Aarão Reis em 1893.

Como pode ser visto na Figura 4.8, o sistema viário, dentro dos limites da Avenida do Contorno, forma uma espécie de grelha de avenidas largas, orientadas na direção norte/sul e leste/oeste, e de igual malha de ruas mais estreitas, orientadas nas direções noroeste/sudeste e nordeste/sudoeste.

Essa região possui área de 10,45 km² (3,1% do território), conta com 105.882 residentes (4,5% da população), gera 315.061 empregos (32,1% do total). É composta pelos seguintes bairros: Barro Preto, Boa Viagem, Centro, Floresta (Parcial), Funcionários, Lourdes, Santa Efigênia (Parcial), Santo Agostinho e Savassi.

A Área Central de Belo Horizonte é caracteristicamente uma região de concentração de atividades econômicas, especialmente no ramo de comércio varejista, que em 2010 abrigava 75% desses estabelecimentos, ainda que nas últimas décadas tenha ocorrido um processo de crescimento dessas atividades em outras regiões da cidade. A parte mais expressiva do comércio varejista encontra-se aglomerada no Hipercentro, embora os bairros Barro Preto, Savassi também possuem presença relevante dessas atividades. Além do comércio varejista, destaca-se, similarmente, a presença de escritórios corporativos e de unidades relacionadas à saúde (ANTP; BHTRANS, 2014).

A Avenida do Contorno possui uma extensão total de aproximadamente 12 km, largura média da ordem de 40 metros e duas pistas separadas com canteiro central. Ao longo da Avenida se articulam ligações de vias do sistema viário principal da cidade com a Área Central, absorvendo assim, tanto as viagens que a ela se destinam, assim como viagens com destino nas diversas regiões nas quais a passagem por essa área constitui o melhor caminho.

Segundo dados das Pesquisas de Origem e Destino (BHTRANS, 2016), a quantidade de viagens diárias na RMBH, passou de 6,39 milhões (2002) para 13,06 milhões (2012). Os valores da OD 2012, considerando todos os modos de transporte (a pé, automóvel, ônibus coletivo, escolar, motocicleta, fretado, metrô, bicicleta, táxi e outros) são expostos na Tabela 4.4. Os modos agrupados²³ em: não motorizado, coletivo, individual e outros, são mostrados na Tabela 4.5. Observa-se que os resultados apontam uma leve dominância das viagens de modos não motorizados, correspondendo a 38% do total. Enquanto que os modos coletivos e individuais apresentam percentuais equilibrados com 31% de participação, cada um deles.

²³ Os modos foram agrupados em coletivo (ônibus, suplementar, metrô, escolar e fretados coletivos), individual (automóvel, moto, taxi e fretados individuais), não motorizado (a pé, de bicicleta e outros modos não motorizados).

Tabela 4.4 – Quantidade de viagens RMBH (Modos Principais)

MODO PRINCIPAL	QUANTIDADE DE VIAGENS	% VIAGENS
A PÉ	4.809.512	37%
AUTOMÓVEL	3.346.664	26%
ÔNIBUS COLETIVO	2.920.188	22%
ESCOLAR	679.911	5%
MOTOCICLETA	547.185	4%
FRETADO	302.036	2%
METRÔ	206.259	2%
BICICLETA	129.763	1%
TÁXI	87.529	1%
OUTROS	30.666	0%
TOTAL	13.059.718	100%

Fonte: BHTRANS (2016, p.114)

Tabela 4.5 – Quantidade de viagens RMBH (Modos Agrupados)

MODOS AGRUPADOS	QUANTIDADE DE VIAGENS	QUANTIDADE DE VIAGENS
NÃO MOTORIZADO	4.939.276	38%
COLETIVO	4.100.807	31%
INDIVIDUAL	4.011.237	31%
OUTROS	8.397	0%
TOTAL	13.059.718	100%

Fonte: BHTRANS (2016, p.111)

A Figura 4.9 mostra a visualização espacial das linhas de desejo²⁴ das viagens com origem dos municípios da RMBH e com destino na Capital por todos os modos de transporte. Como pode ser visto o município de Contagem é o que mais atrai viagens para a capital, seguido de Ribeirão das Neves, Santa Luzia, Betim e Ibirité.

²⁴ São linhas que ligam o centroide da unidade espacial de origem da viagem ao centroide da unidade espacial de destino. São linhas retas que ligam a região de origem da viagem à região de destino. A sua espessura representa o volume de viagens. Elas permitem identificar os fluxos e compreender o padrão de deslocamentos das pessoas. (BHTRANS, 2016).

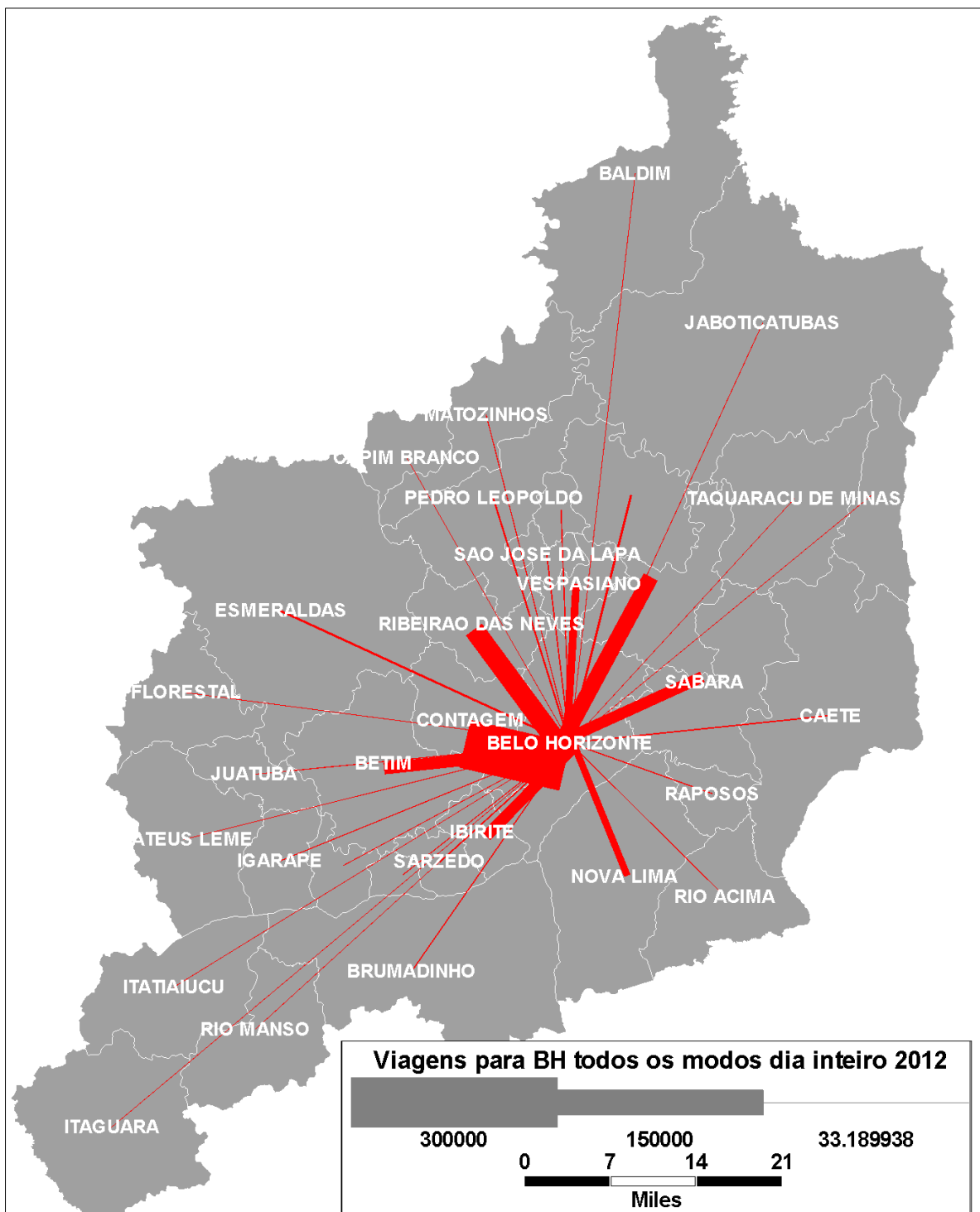


Figura 4.9 – Viagens da RMBH com destino em Belo Horizonte
 Fonte: BHTRANS (2016)

Comparando-se as pesquisas de OD de 2002 e 2012, observa-se que a divisão entre os modos de transportes agrupados sofreu uma significativa alteração nesse período, tanto na RMBH como na Capital, em que constata-se a diminuição do percentual de viagens de modo coletivo e o acréscimo do percentual de viagens de modo individual, como mostra a Figura 4.10 (BHTRANS, 2016).

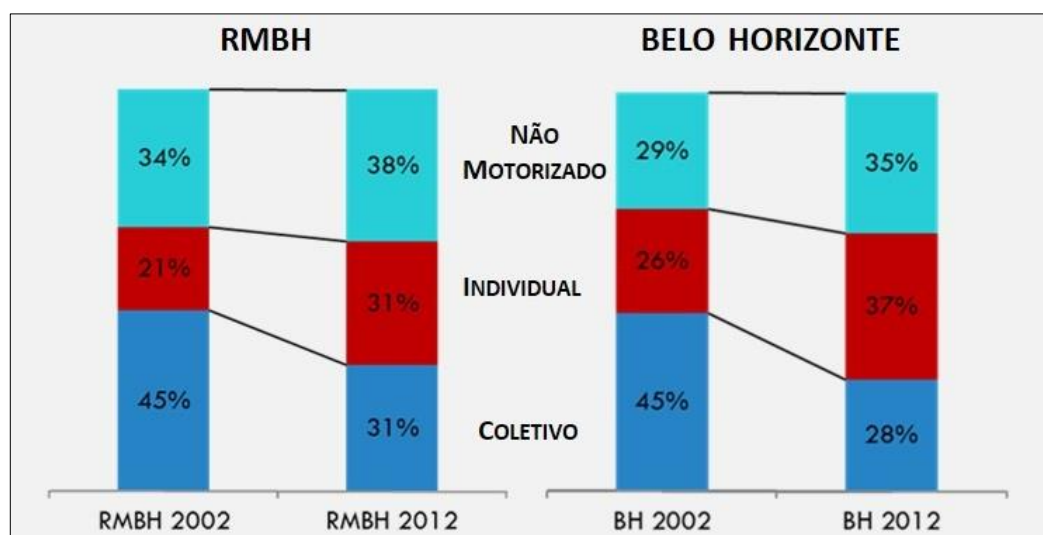


Figura 4.10 – Participação dos Modos Agrupados (RMBH e Belo Horizonte)
 Fonte: Adaptado de BHTRANS (2016, p.111)

De acordo com os dados da OD 2012, 2,10 milhões de viagens diárias são realizadas na Área Central, sejam com origem, destino e internas (origem e destino) à região, como ilustra a Tabela 4.6 (BHTRANS, 2017).

Tabela 4.6 – Quantidade de viagens na Área Central (Modos Agrupados)

MODOS AGRUPADOS	VIAGENS DE ORIGEM	VIAGENS DE DESTINO	VIAGENS INTERNAS	VIAGENS DE DOMICILIO
NÃO MOTORIZADO	35.319	36.651	210.734	48.992
COLETIVO	474.158	518.467	27.542	121.372
INDIVIDUAL	357.257	359.438	79.089	151.388
TOTAL	866.734	914.557	317.365	321.752

Fonte: BHTRANS (2017)

A Figura 4.11 ilustra os percentuais das viagens da Área Central. Dentre eles, vale ressaltar que, na quantidade de viagens com destino à Área Central e originárias de outras regiões existe uma prevalência dos modos coletivos (57%) em relação ao individuais (39%). Em contrapartida, a maioria das viagens internas, ou seja, com origem e destino na Área Central são realizadas pelos modos não motorizados (66%), seguidas dos modos individuais (25%) e por último, os modos coletivos com apenas 9%. Entre os moradores da região, as viagens de modos individuais (38%) são maiores que as de modos coletivos (15%). Embora não seja desejável, os dados da OD mostram que os modos coletivos têm pouca representatividade, tanto nas viagens internas, como nas viagens domiciliares da região. Os percentuais refletem a

preferência por modos não motorizados e individuais das pessoas que contribuem para a formação da demanda interna da Área Central por transporte (BHTRANS, 2017).

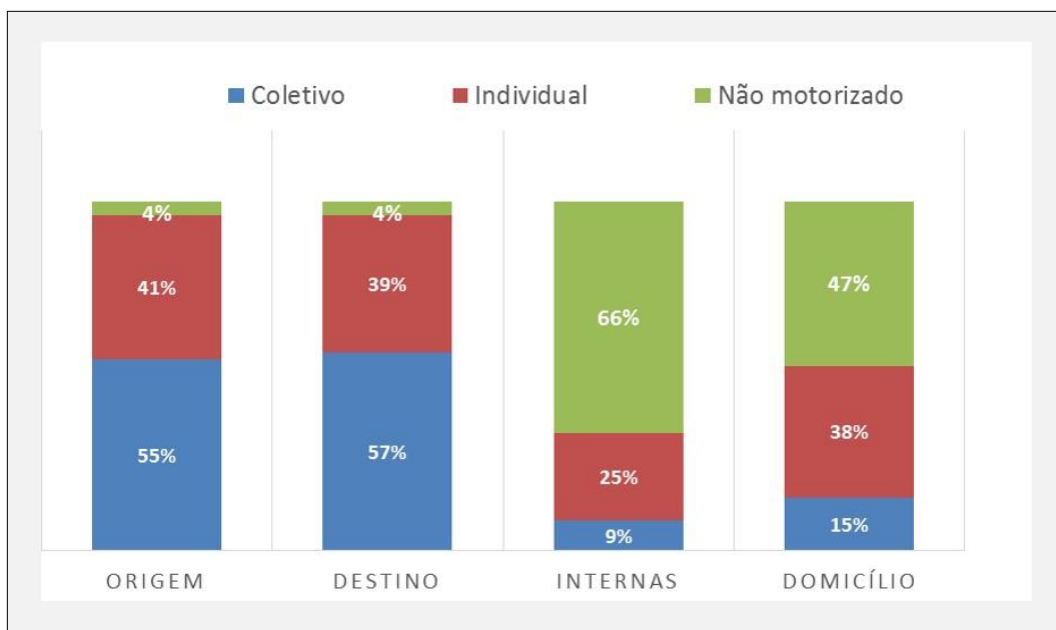


Figura 4.11 – Percentuais de viagens na Área Central (Modos Agrupados)
Fonte: BHTRANS (2017)

A Pesquisa de Origem e Destino não adota a divisão municipal de bairros, no entanto, para tais fins a Área Central foi dividida em seis territórios: Barro Preto, Lourdes, Hipercentro, Savassi, Floresta e Hospitalar, conforme Figura 4.12.

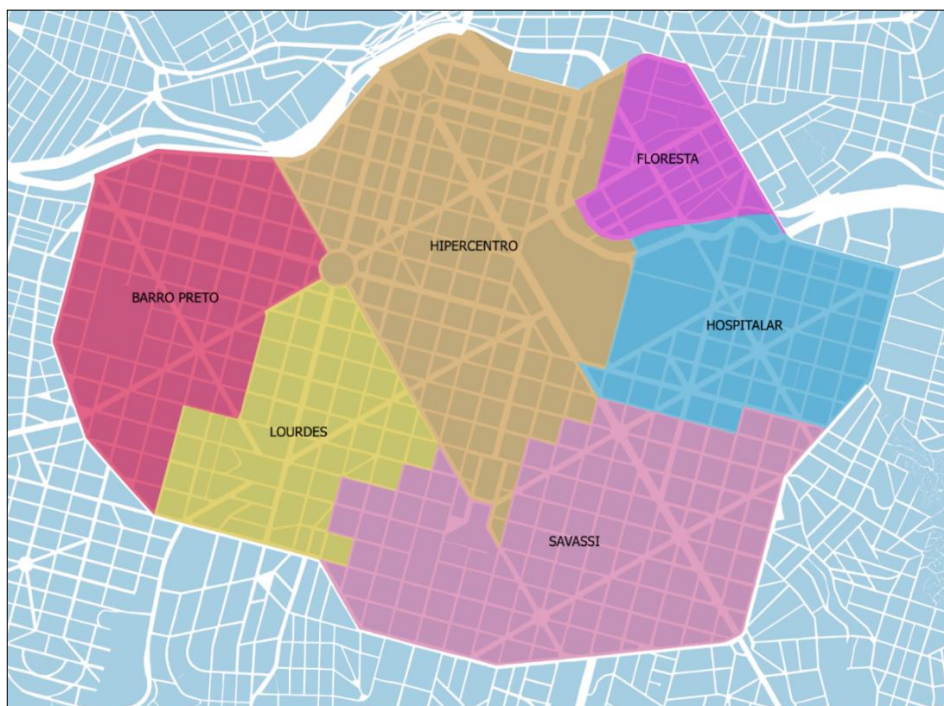


Figura 4.12 – Divisão Territorial da Área Central (Pesquisa de Origem e Destino)
Fonte: BHTRANS (2017)

Os territórios apresentam padrões diferenciados de divisão modal. A demanda de viagens para o Hipercentro corresponde a quase metade de todas as viagens com destino na Área Central (Tabela 4.7). O Hipercentro recebe 54% das viagens de modos coletivos, 37% de modos individuais e 49% de modos não motorizados. Observa-se que os modos coletivos predominam nas viagens com destino no Hipercentro, Hospitalar e Floresta. Por outro lado, os modos individuais são preferidos nas viagens com destino na Savassi, Lourdes e Barro Preto. Na Tabela 4.7 apresentam-se as quantidades de viagens com destino na Área Central, estão incluídas as viagens internas entre os territórios e as externas com destino na região.

Tabela 4.7 – Viagens com destino na Área Central (Territórios e Modos Agrupados)

DESTINO	MODOS COLETIVOS	MODOS INDIVIDUAIS	MODOS NÃO MOTORIZADOS	TOTAL
HIPERCENTRO	295.102	162.799	120.380	578.280
HOSPITALAR	82.593	63.772	24.701	171.066
SAVASSI	71.828	95.658	49.898	217.383
LOURDES	23.730	44.343	22.829	90.902
BARRO PRETO	56.036	57.165	23.284	136.484
FLORESTA	16.721	14.791	6.295	37.807
TOTAL	546.009	438.527	247.385	1.231.922

Fonte: BHTRANS (2017)

Assim, a divisão modal das viagens com destino na Área Central é composta por 44% de modos coletivos, 36% de modos individuais e 20% de modos não motorizados. Nos modos individuais estão agrupados as viagens de automóveis particulares, de táxis e de motocicletas, destas 30% são viagens de automóveis, como pode ser visto na Figura 4.13.

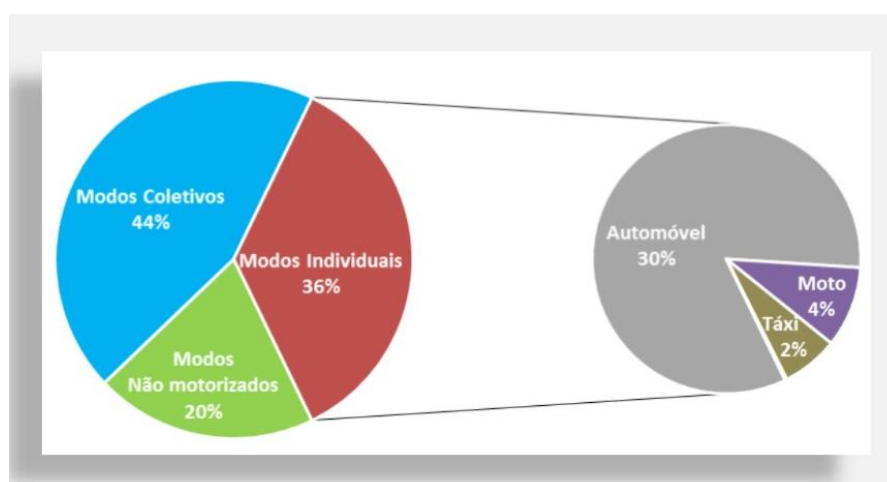


Figura 4.13 – Viagens com destino na Área Central com destaque dos modos individuais

Fonte: BHTRANS (2017)

Segundo os dados da Pesquisa OD 2012, a Área Central atrai 301 mil viagens diárias de automóveis de outras localidades da RMBH e outras 63 mil viagens de automóveis são realizadas internamente. Desse total, 112.622 viagens (32%) ocorrem no período das 7:00 às 9:00 (Figura 4.14).

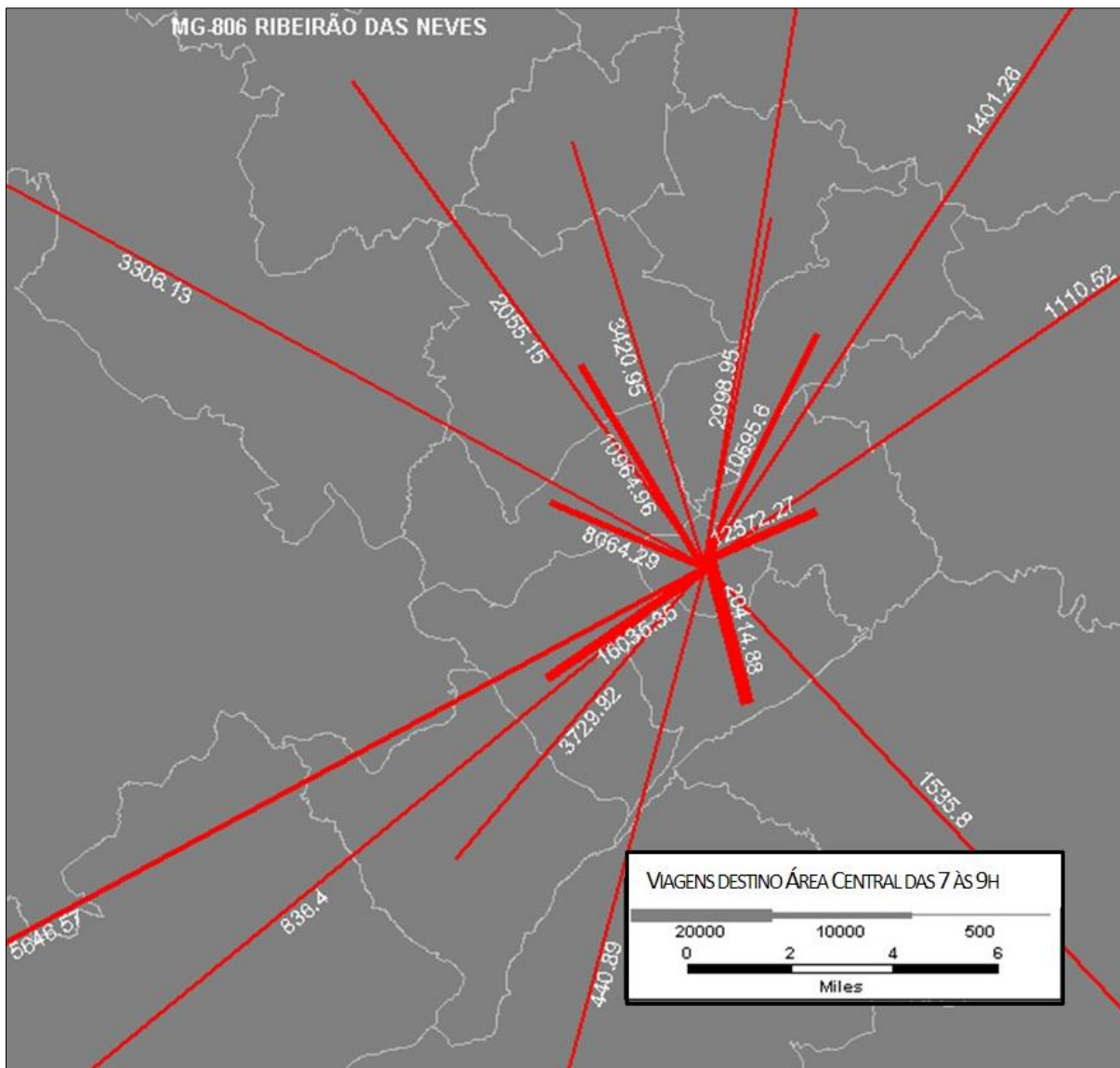


Figura 4.14 – Linhas de desejo das viagens de automóvel com destino à Área Central
Fonte: BHTRANS (2017)

Além das viagens com origem e destino, a Área Central também atende a um fluxo significativo diário de viagens de passagem pela região. A Figura 4.15 representa, graficamente, as linhas de desejo das viagens de automóveis que interceptam os limites da Avenida do Contorno, na faixa horária de 7h as 9h, essas viagens perfazem um total de 24.440 (BHTRANS, 2017).

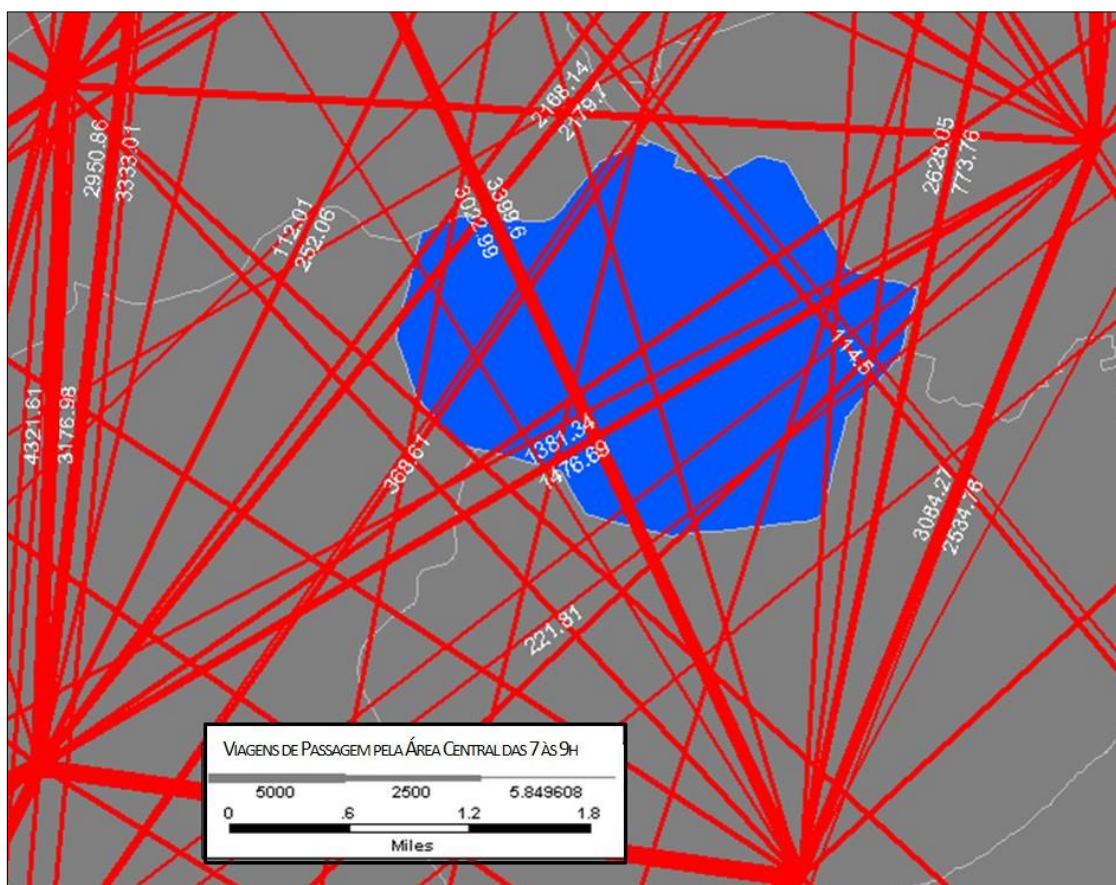


Figura 4.15 – Linhas de desejo das viagens de passagem pela Área Central
 Fonte: BHTRANS (2017)

Outro fator relevante é o índice de mobilidade, que representa a quantidade média de viagens realizadas por pessoa em um dia. Conforme dados das pesquisa de Origem e Destino realizada em 2002 e 2012, esse índice aumentou, consideravelmente, de 2,27 viagens/pessoa em 2002 para 3,71 viagens/pessoa em 2012 na Área Central (BHTRANS, 2016).

4.3 ETAPA II – Pesquisa com a população

A Etapa II contempla uma pesquisa de avaliação da percepção da população da RMBH, que realiza viagens para a Área Central de Belo Horizonte, diante da possibilidade de implementação de um sistema de pedágio urbano nos limites dessa região. A sua aplicação foi direcionada ao público em geral, exceto aos moradores da área interna da Av. do Contorno.

4.3.1 Elaboração do formulário da pesquisa com a população

As perguntas foram elaboradas com uma linguagem coloquial e acessível ao entendimento da população, em geral de forma clara para facilitar a interpretação e evitar dubiedades. Para fins de obtenção da percepção da população perante a implementação de pedágio urbano nos

limites da Área Central de Belo Horizonte, elaborou-se um formulário com 26 questões, divididas em seis seções.

A primeira seção refere-se à caracterização dos respondentes em relação às suas particulares e seus atributos de deslocamentos em geral. Foram abordadas 11 questões sobre a frequência de utilização de automóvel ou motocicleta, faixa etária, sexo, grau de escolaridade, renda, bairro de residência, motivo do principal deslocamento diário, bairro de destino e, por último, o horário, tempo médio gasto e modo de transporte do principal deslocamento diário.

A segunda seção consiste em quatro questões, com o propósito de captar quantas vezes por semana o entrevistado vai ou passa na Área Central, o modo de transporte escolhido para tal finalidade, a avaliação do trânsito nos últimos cinco anos e a sua opinião sobre a importância de limitar a quantidade de automóveis e motocicletas nessa região. As perguntas foram construídas com a intenção de compreender qual é a relação do entrevistado com a região nos requisitos descritos.

A terceira seção compreende uma única questão com sete afirmativas em que o respondente pode marcar quantas identificasse com o seu ‘modo de pensar e agir’ em relação à mobilidade urbana. As afirmativas abordam temas como a poluição do ar, ruídos produzidos pelos veículos, a dependência do transporte individual motorizado, a importância do automóvel ou motocicleta nas atividades diárias da vida dos respondentes, a sua percepção sobre a distribuição do uso do espaço no sistema viário.

A quarta seção apresenta três questões diretamente relacionadas à possibilidade de cobrança de taxa de congestionamento para os automóveis e motocicletas que acessarem a Área Central. Para a primeira questão dessa seção foram construídos três cartões, cada um deles com a descrição de uma estratégia hipotética de política pública (A, B e C), que reproduzem situações possíveis e de fácil compreensão para a população. Os modelos de pacotes empregados por Schade e Schlag (2000, 2003) e descritos na Tabela 3.1 foram utilizados como referência para a elaboração das Estratégias A e B. Cada cartão aborda a forma de cobrança, a utilização das receitas arrecadadas e os principais resultados esperados. A Estratégia A, considerada uma medida mais restritiva, foi elaborada prevendo uma taxa única de pedágio aplicada aos dias úteis de segunda a sexta das 6h às 20h (Figura 4.16). A Estratégia B, menos restritiva, prevê a cobrança nos termos da estratégia A, porém com um diferencial de preço, 50% de desconto das 9h às 17h, isto é, um valor menor na faixa horária entre os picos da manhã e da tarde (Figura 4.17). A Estratégia C corresponde a permanência

da situação existente, sem nenhuma forma de controle para a entrada na região (Figura 4.18). Os três cartões foram apresentados aos respondentes para a escolha de uma das Estratégias.



Figura 4.16 – Estratégia A (medida mais restritiva)



Figura 4.17 – Estratégia B (medida menos restritiva)

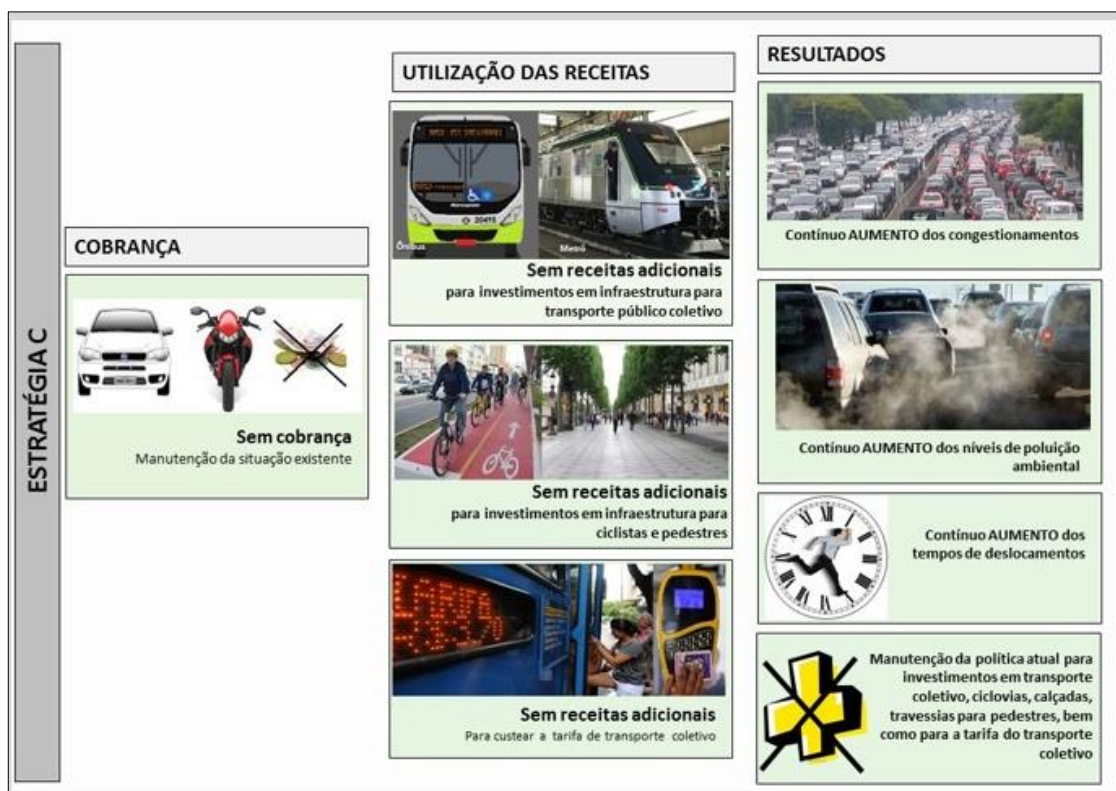


Figura 4.18 – Estratégia C (permanência da situação existente)

As outras duas questões dessa seção referem-se às alternativas com cobrança (A e B) de taxa. A primeira delas indaga ao respondente se a implementação de uma das alternativas (A ou B) afeta o seu padrão de deslocamento para a Área Central. A segunda questão aborda o ‘*feeling*’ (sensação, sensibilidade, sentimento) do entrevistado diante da possibilidade de adoção de pedágio urbano, ao perguntar se considera a medida vantajosa para ele.

A quinta seção fundamenta-se nos resultados da pesquisa com os especialistas, em que foram selecionadas, após a apuração dos dados e a aplicação da Análise Fatorial Exploratória, as variáveis de maior significância. Assim foram incluídas seis afirmativas da pesquisa com os especialistas para compor esta seção, com respostas na escala de Likert.

A sexta seção constitui de uma única questão, em que são apresentados cinco instrumentos de desestímulo à circulação de automóveis e motocicletas, considerados mais usuais nas grandes cidades. Solicita-se ao respondente que classifique as medidas em relação ao que eles acreditam ser de mais a menos efetivas para a Área Central de Belo Horizonte. As cinco medidas são as mesmas da pesquisa com os especialistas, a saber:

- vias ou faixas exclusivas para transporte público coletivo;
- restrição de controle da oferta de vagas para estacionamento;

- transformação das áreas de estacionamento de veículos nas vias públicas em infraestrutura para ciclistas, calçadas e/ou *parklets*;
- rodízio de veículos (baseado no final da placa);
- pedágio urbano com participação popular na definição da aplicação das receitas.

As alternativas são ordenadas pelos participantes da mais efetiva para menos efetiva, sem permitir, no entanto, a marcação de duas opções no mesmo nível de importância, exatamente da mesma forma que foram aplicadas para os especialistas.

4.3.2 *Teste piloto e Validação da pesquisa*

O teste piloto do questionário foi aplicado, pessoalmente, a 40 indivíduos em quatro etapas, buscando um perfil diversificado entre os elementos amostrais. A cada etapa foram entrevistadas 10 pessoas e após a incorporação das recomendações e adequações da fase específica, aplicava-se a nova versão do formulário a outras 10 pessoas e, assim sucessivamente. Ressalta-se a ocorrência da necessidade de adequação da linguagem devido à dificuldade de entendimento dos termos técnicos da área de engenharia de transportes por parte da população. Dessa maneira, estabeleceu-se a versão definitiva do questionário. O modelo do formulário adotado encontra-se no Apêndice B.

4.3.3 *Definição e cálculo da amostra*

Conforme citado na Subseção 4.1.3 “Definição da Amostra” da pesquisa com os especialistas, a amostragem é ‘determinística’ uma vez que todos os participantes da população não tiveram oportunidade iguais de serem selecionados para a pesquisa (BABBIE, 2003). Para a definição da amostra da população, procurou-se indivíduos que residem na RMBH e que de alguma forma realizam viagens com destino aos bairros internos à Avenida do Contorno, sejam elas frequentes em razão das atividades diárias de trabalho ou esporádicas. Os moradores da Área Central não foram contemplados na amostragem, pois dependendo da tipologia de pedágio urbano escolhido pode ser essencial à criação de uma política pública específica para os residentes. Como é o caso de Londres, em que os moradores da região delimitada pelo ‘*congestion charging*’ possuem desconto de 90% no valor da taxa.

A base teórica para a definição do tamanho mínimo da amostra executada para a pesquisa com os especialistas, descrita na Subseção 4.1.3.1 “Cálculo da Amostra”, também se aplica a investigação com a população. Porém, para essa pesquisa procurou-se alcançar um nível de

confiança de 95% (relação $Z_{\alpha/2} = 1,960$, conforme Tabela 4.2) com margem de erro amostral de -5% a +5%. O cálculo do tamanho mínimo da amostragem desejada, utilizando-se a Equação 4-3 e os parâmetros citados, consta na Equação 4-7.

$$n = \frac{[1,960]^2 \cdot 0,25}{(0,05)^2} = 384 \quad \text{Equação 4-7}$$

Dessa forma, a amostra para a pesquisa com a população deve ter, no mínimo, 384 entrevistas para atender o coeficiente de confiança de 95% com erro estimado de 5%.

4.3.4 Aplicação da pesquisa com a população

No dia 17/10/2016 iniciou-se a aplicação do questionário por e-mail e redes sociais (*Facebook*²⁵ e *WhatsApp*²⁶), com envio do *link* para acesso ao formulário eletrônico por meio do *Google Forms*. No texto de encaminhamento explicava que, para responder a pesquisa, a pessoa não podia residir na Área Central de Belo Horizonte. Porém, com essa estratégia de aplicação, à medida que os resultados foram sendo apurados percebeu-se uma participação maior de um público mais jovem, com renda acima de quatro salários mínimos, com ensino superior e com tempo gasto na principal viagem diária de até 30 minutos.

Essa verificação vai ao encontro dos resultados obtidos na Pesquisa Nacional de Domicílios (PNAD), realizada em 2015, em que observa-se, na análise por distribuição etária, que os grupos mais jovens registraram os maiores percentuais de utilização da Internet. A maior proporção foi constatada entre 18 e 19 anos de idade (82,9%), seguida dos grupos de 20 a 24 anos (80,7%) e de 25 a 29 anos (76,3%), sendo a menor proporção observada entre as pessoas de 60 anos ou mais (17,4%). Além disso, a mesma pesquisa constatou que a utilização da Internet apresenta uma relação diretamente proporcional aos anos de estudo, indicando assim, proporções crescentes de utilização entre os mais escolarizados. Nesse contexto, o maior percentual de utilização da Internet (92,3%) foi observado na população com 15 anos ou mais de estudo (IBGE, 2016).

Diante do exposto, optou-se também pela aplicação da pesquisa em campo, ou seja, ‘face a face’, para diversificar a amostra. Para tal finalidade, foram treinados quatro pesquisadores

²⁵ *Facebook* é uma rede social de propriedade privada, fundada em 4 de fevereiro de 2004 – Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos.

²⁶ *WhatsApp* é um aplicativo, preferencialmente, usado em smartphones, lançado em 2009 – Santa Clara, Califórnia, Estados Unidos – operado e de propriedade privada da *Facebook* desde 2014.

com orientação de aplicar os questionários somente na Área Central da Capital mineira, de modo a encontrar entrevistados que tivessem alguma relação com a região, exceto a moradia. As pesquisas em campo foram realizadas em sua maioria no Hipercentro e em segundo plano nos bairros: Barro Preto, Lourdes, Santa Efigênia e Savassi.

Importa ressaltar que a receptividade não foi muito boa, pois, em média, de cada cinco pessoas abordadas, somente uma respondia às 26 questões, que integravam a pesquisa. Alguns entrevistados até começavam a responder, mas depois alegavam que o questionário era muito extenso, que não dispunham de tempo para tal. Além disso, alguns afirmavam não acreditar na boa fé da administração pública, e outras pessoas desviavam o assunto para reclamações diversas, inclusive sobre os problemas políticos e de corrupção do Brasil. A pesquisa de campo foi realizada entre 23/10/2016 e 23/11/2016.

4.3.5 Tabulação e Análise Estatística dos Dados

Os dados foram compilados em planilha eletrônica e estratificados por grupos de análise. Utilizou-se ferramentas estatísticas para validação dos resultados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados informações provenientes das pesquisas aplicadas aos especialistas em transportes do Brasil (ETAPA I) e à população da RMBH (ETAPA II), assim como a discussão e análise dos principais resultados.

5.1 ETAPA I – Pesquisa com especialistas

O questionário foi enviado via e-mail, individualmente, para cada especialista com atribuições de competência na área de Engenharia de Transportes, o acesso ao *link* ficou disponível por três meses na plataforma do *Google Forms*, conforme descrito anteriormente na seção 4.1.4 “Aplicação da pesquisa com os especialistas”. Com base nos 710 e-mails enviados, obteve-se 348 formulários devidamente preenchidos, representando assim, uma taxa de retorno de aproximadamente 50%.

Inicialmente calculou-se que o tamanho mínimo da amostra seria de 271 respostas válidas, para assim atender ao grau de confiança de 90% e estimativa de erro máximo de 5%, conforme expresso na Equação 4-4 e apresentado na Tabela 5.1. No entanto, com a conclusão da pesquisa com os especialistas esse valor foi superado em 28,40% ao perfazer o total de 348 questionários. O acréscimo da amostragem sugere aumento do nível de confiança e diminuição do erro amostral. Para exemplificar esses cálculos, acrescentou-se 4% ao coeficiente de confiança e reduziu 4% do erro máximo, para a obtenção do tamanho da amostra com 94% de nível de confiança e erro de 1%, Tabela 5.1. Assim, tem-se que o número de respostas varia de 8.565 (8.836 – 271) e a variação do nível de confiança para a diferença entre o número de entrevistas estimadas e o real é de 77 unidades (348 – 271). Então, o nível de confiança assume o valor de 90,04%, ou seja, não houve alteração significativa.

Tabela 5.1 – Nível de confiança e tamanho da amostra (Especialistas)

NÍVEL DE CONFIANÇA	VALOR DE α	VALOR CRÍTICO $Z_{\alpha/2}$ CURVA DE GAUSS	E = ERRO MÁXIMO	N= TAMANHO DA AMOSTRA
90%	$\alpha = 0,10$	1,645	5%	271
94%	$\alpha = 0,06$	1,880	1%	8.836

Conforme mencionado, o formulário aplicado aos especialistas em transportes foi constituído de três seções, a saber: características específicas do perfil dos entrevistados, variáveis relacionadas à gestão da demanda por viagens e a classificação de cinco instrumentos de

gestão da demanda por viagens. A seguir apresenta-se os resultados de cada uma dessas partes.

5.1.1 Características específicas do perfil dos participantes

As faixas etárias que apresentam um maior número de respondentes foram de 30 anos a 59 anos, representando-se a grande maioria que, juntando os intervalos de 30 a 39 anos, de 40 a 49 anos e de 50 a 59 anos perfazem um total de 70,8%.

Para responder a pesquisa com os especialistas era indispensável ter nível de escolaridade de graduação. Assim, presume-se que, se o indivíduo entrar na faculdade aos 18 anos e fizer um curso superior de 5 anos, ele estaria apto a responder a pesquisa aos 23 anos. Todos os participantes possuíam acima de um ano de experiência na área. Por conseguinte, conclui-se que os 18,4% é um número muito representativo, uma vez que, na realidade, inclui-se nesse intervalo a faixa inicial de carreira (aproximadamente 24 anos) até a idade de 29 anos. Adicionalmente, pode-se entender que a formação profissional na área de transportes tem despertado o interesse de pessoas mais jovens. A Figura 5.1, a seguir representa os dados da faixa etária.

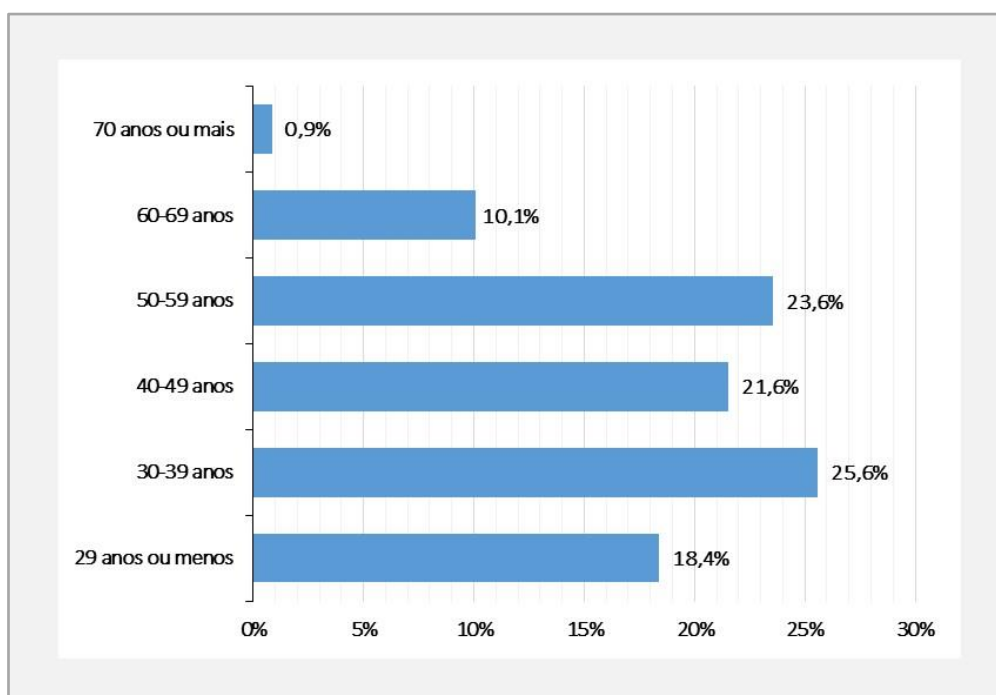


Figura 5.1 – Faixa etária (Especialistas)

A prevalência dos entrevistados possui pós-graduação *Stricto Sensu* (mestrado 35,1% e doutorado 17,2%), os demais têm nível de escolaridade de graduação (18,4%) e especialização (29,3%), conforme Figura 5.2.

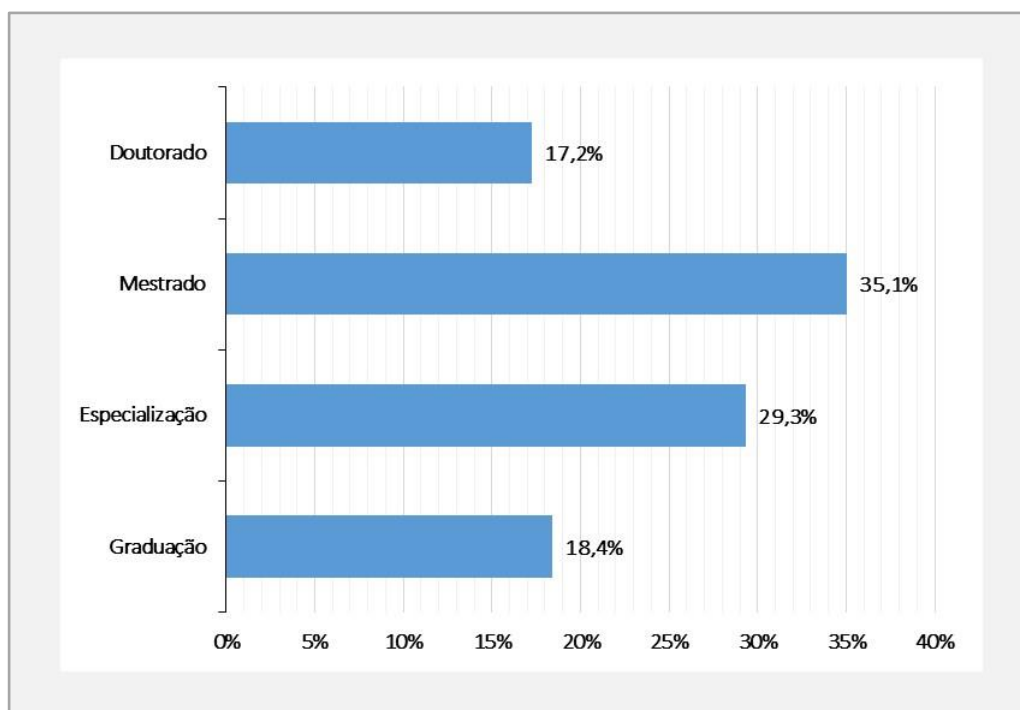


Figura 5.2 – Nível de Escolaridade (Especialistas)

Com referência à área de atuação, 47,4% são funcionários do poder público, por outro lado, 21,8% trabalham na iniciativa privada e 30,7% na área acadêmica, mostrado na Figura 5.3.

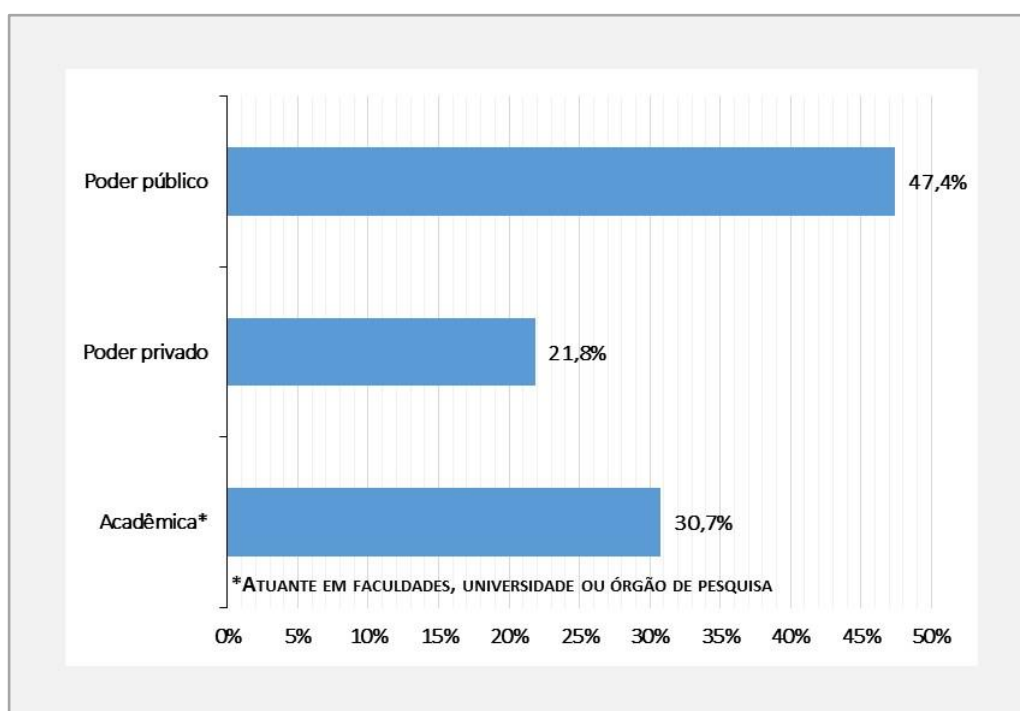


Figura 5.3 – Área de atuação (Especialistas)

No que diz respeito ao tempo de exercício profissional na área de transportes, 79,1% dos entrevistados possuem mais de cinco anos de experiência, como pode ser visto na Figura 5.4.

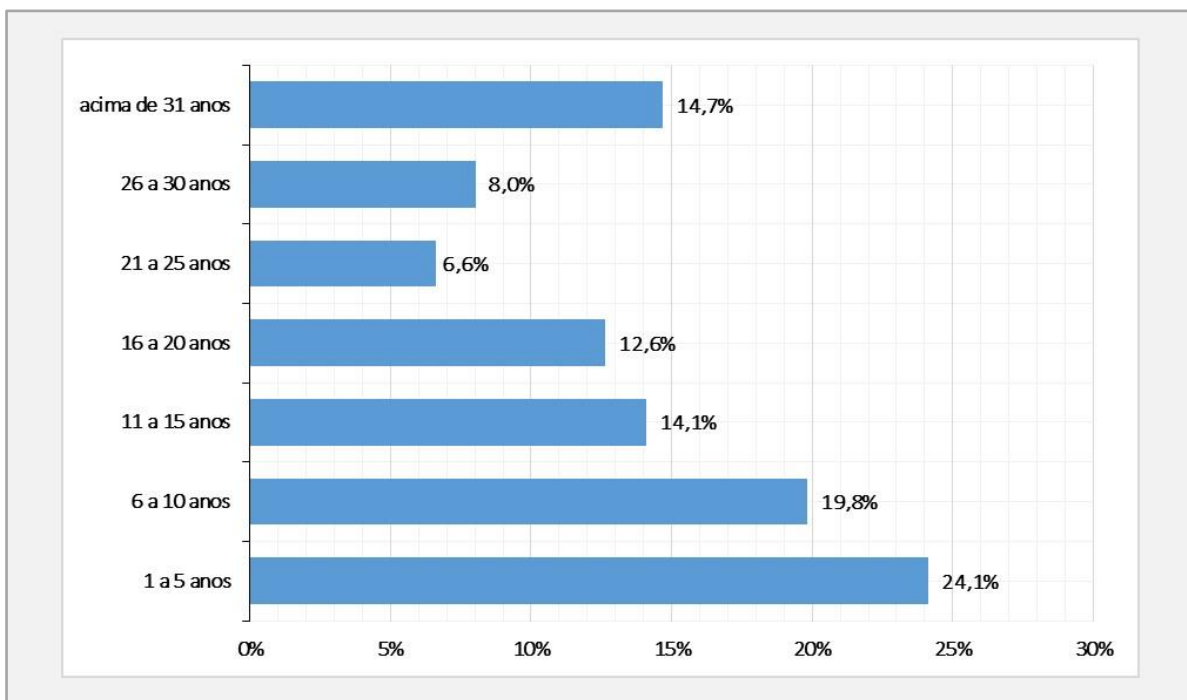


Figura 5.4 – Tempo de experiência profissional (Especialistas)

Embora os especialistas que residem em Belo Horizonte (39,7%) tenham maior dominância na amostra, a pesquisa teve uma parcela representativa de 60,3% de cidades distintas, como: São Paulo (11,8%), Rio de Janeiro (10,9%) e Brasília (9,5%), Porto Alegre (3,4%), Recife (3,2%) e outras com participação individual inferior a 3%, explicitado na Figura 5.5.

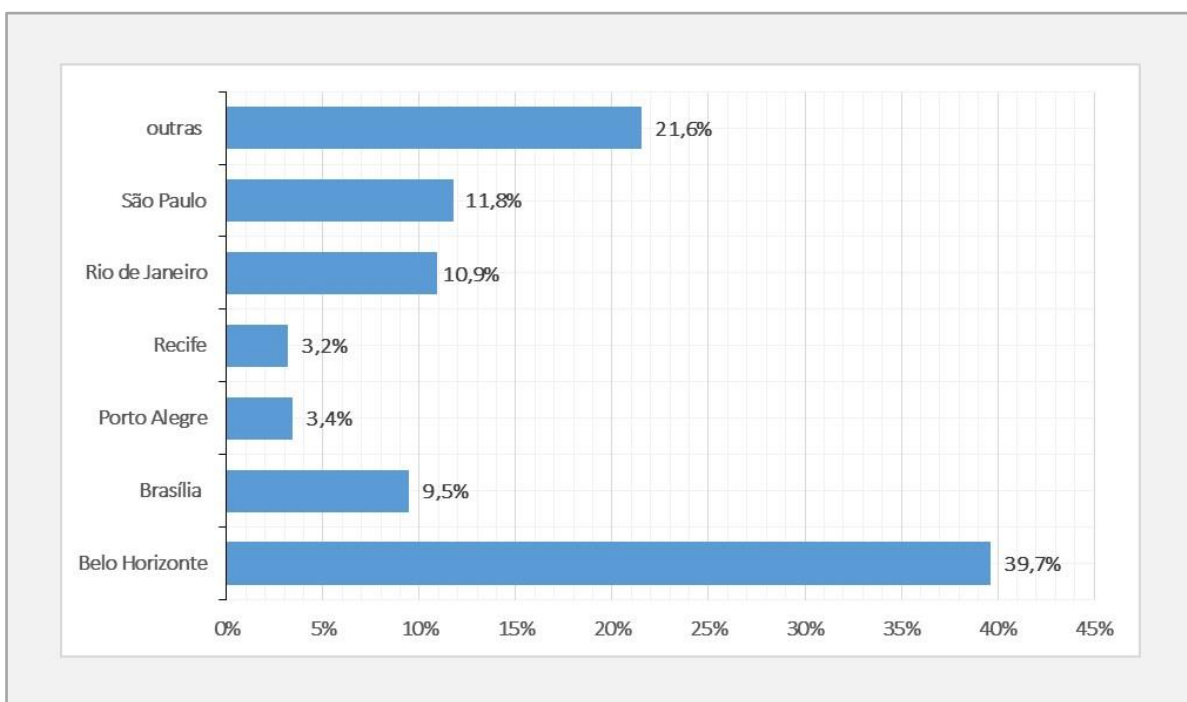


Figura 5.5 – Cidades de Residência (Especialistas)

Em relação ao modo de transporte adotado para a realização das viagens diárias da residência para o local de trabalho, destacam-se os valores de 69,3% e de 1,4% que correspondem a porcentagem de especialistas que utilizam automóvel e motocicletas, respectivamente, para esse percurso. Dessa forma, importa salientar que 70,7% preferem o transporte individual motorizado. Em segundo lugar encontra-se o transporte coletivo por ônibus, com 13,8 % de relevância na amostra. A escolha modal dos especialistas de Belo Horizonte e Brasília ajudam subir a média total, uma vez que nessas cidades 82% dos respondentes se deslocam de automóveis. Mesmo que com notabilidade menor, merece ressaltar os deslocamentos realizados de modo de transporte não motorizado, 4,3% de bicicleta e 5,2% a pé. Evidencia-se que a geração até 29 anos e aquela após 60 anos são usuários mais frequentes do transporte coletivo e menos do transporte individual. Os modos de transporte são representados na Figura 5.6.

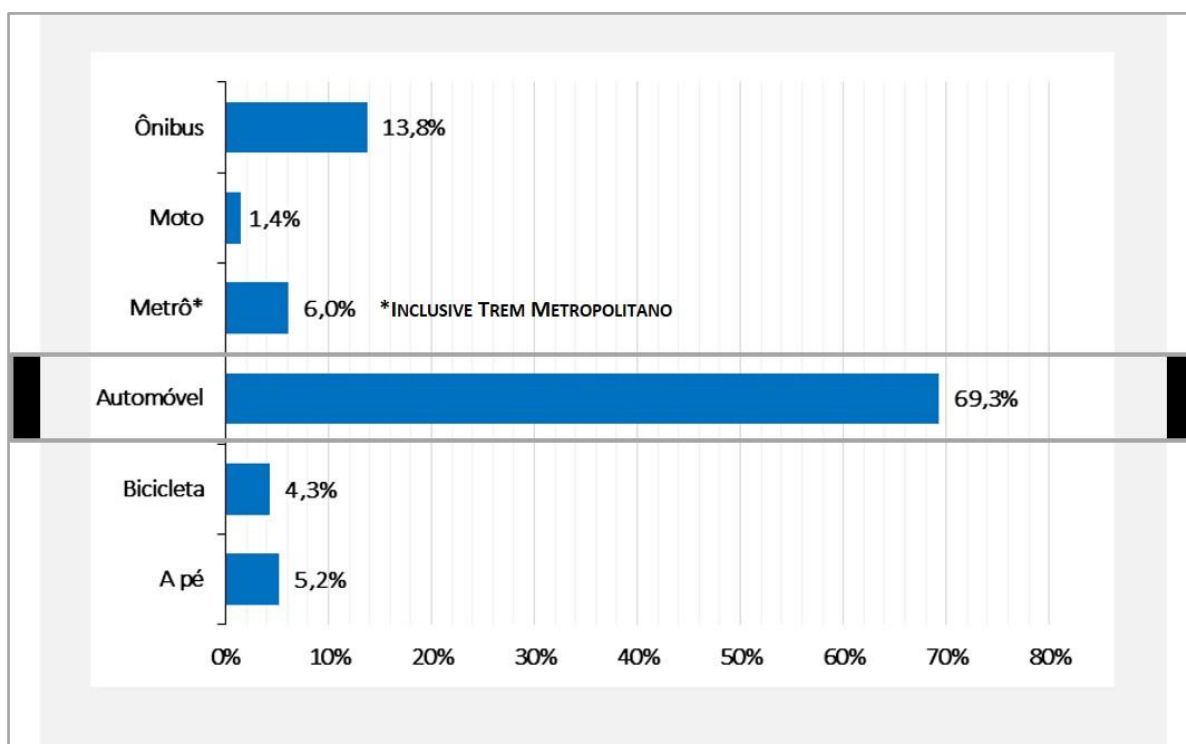


Figura 5.6 – Modo de Transporte (Especialistas)

5.1.2 Resultados das variáveis relacionadas à gestão da demanda por viagens

Em primeiro lugar, as variáveis foram analisadas individualmente e posteriormente, por meio da Análise Fatorial Exploratória (AFE), realizou-se um estudo mais aprofundado das correlações entre as variáveis e das respectivas significâncias no contexto geral da amostra.

A Tabela 5.2 apresenta os resultados dessa seção da pesquisa, em que os respondentes avaliam o nível de concordância ou discordância das questões relacionadas aos congestionamentos e suas consequências, as infraestruturas de transportes e ao pedágio urbano como instrumento de desestímulo ao uso do transporte individual motorizado. Além disso, foram abordados os possíveis investimentos das receitas arrecadadas com a taxa de congestionamento e a participação popular na decisão de implementação. Os valores apresentados na Tabela 5.2 foram coletados com a utilização da escala Likert, conforme 4.1.1.2 “Variáveis relacionadas à gestão da demanda por viagens” e estão expressos em percentuais, referentes a cada ponto da escala. Os cinco pontos da escala Likert adotados representam: concordo totalmente (CT), concordo parcialmente (CP), indiferente (I), discordo parcialmente (DP) e discordo totalmente (DT). Além do percentual de respostas de cada variável, a Tabela 5.2 indica também o ‘Indicador de Concordância’ (IC) de cada uma delas. O indicador traz consigo a capacidade de avaliar o nível de concordância de maneira mais prática, devida a sua facilidade de análise e capacidade sintética. O IC varia de 1 a 5, quanto mais próximo de 5 maior o nível de concordância.

Tabela 5.2 – Avaliação das respostas das variáveis em percentual e respectivos Indicadores de Concordância

DESCRIÇÃO DAS FRASES AFIRMATIVAS		CT (%)	CP (%)	I (%)	DP (%)	DT (%)	IC
VAR 01	A redução dos congestionamentos é um grande desafio para o poder público diante da mobilidade urbana.	64,7	31,0	0,3	2,6	1,4	4,55
VAR 02	A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir em obras estruturantes (tais como: túneis, viadutos, trincheiras) para aumento de capacidade viária.	2,3	17,5	0,9	37,6	41,7	2,01
VAR 03	A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir em política pública de desestímulo ao uso do automóvel (tais como: restrição ao estacionamento de veículos, implementação de rodízio de placas ou de pedágio urbano).	15,8	63,2	1,4	14,1	5,5	3,70
VAR 04	A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir em melhorias dos serviços e da infraestrutura viária do transporte público por ônibus (tais como: <i>Bus Rapid Transit</i> - BRT, corredores ou faixas exclusivas para ônibus e na construção de equipamentos de apoio à sua operação - terminais, estações de transferência, pontos de parada).	37,1	57,8	0,3	4,3	0,6	4,26
VAR 05	A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir na implantação de transporte por trilhos (tais como: veículo leve sobre trilhos - VLT, monotrilho ou metrô).	31,0	60,1	3,2	5,5	0,3	4,16
VAR 06	Os investimentos em mecanismos para a redução dos congestionamentos são importantes para a diminuição dos tempos de deslocamentos das pessoas, para a melhoria da qualidade ambiental e para a eficiência econômica das cidades.	75,0	21,0	0,9	2,6	0,6	4,67
VAR 07	A gestão da mobilidade urbana, centrada na melhoria da fluidez dos veículos, acarreta impactos socioambientais (tais como: o aumento nas emissões de gases de efeito estufa e da poluição atmosférica, sonora e visual).	47,7	29,3	4,0	10,1	8,9	3,97
VAR 08	Os automóveis, dentre os modos de transportes, são os principais responsáveis pelos elevados níveis de emissão de poluentes de efeito estufa e poluentes locais.	40,5	46,3	3,4	8,0	1,7	4,16
VAR 09	As altas concentrações de poluentes na atmosfera provenientes dos automóveis estão entre as principais causas de problemas respiratórios e cardiovasculares.	32,8	48,0	10,9	6,9	1,4	4,04
VAR 10	O pedágio urbano é uma boa solução para a redução dos congestionamentos.	18,7	58,6	3,4	10,9	8,3	3,68
VAR 11	O pedágio urbano é uma boa solução para a redução de emissão da poluição causada pelos automóveis.	18,4	52,9	6,9	12,9	8,9	3,59

DESCRIÇÃO DAS FRASES AFIRMATIVAS		CT (%)	CP (%)	I (%)	DP (%)	DT (%)	IC
VAR 12	O pedágio urbano é uma medida favorável aos usuários de transporte coletivo por ônibus, visto que pode propiciar a redução dos tempos de deslocamentos deste modo de transporte.	33,3	47,4	5,2	8,9	5,2	3,95
VAR 13	O pedágio urbano funciona como um sistema econômico de redistribuição positiva do espaço viário, em que os usuários dos automóveis pagam pela utilização das vias urbanas, com a possibilidade de reversão das receitas arrecadadas em benefícios para a mobilidade urbana.	45,7	37,9	4,0	7,2	5,2	4,12
VAR 14	As receitas obtidas com o pedágio urbano devem ser investidas em melhorias dos serviços e infraestrutura do transporte coletivo por ônibus.	46,0	44,3	1,7	5,7	2,3	4,26
VAR 15	As receitas obtidas com o pedágio urbano devem ser investidas em melhorias do transporte não motorizado.	43,1	39,9	2,3	10,6	4,0	4,07
VAR 16	As receitas obtidas com o pedágio urbano devem ser investidas na implantação de transporte sobre trilhos (tais como: veículo leve sobre trilhos - VLT, monotrilho ou metrô).	37,9	45,1	8,3	6,0	2,6	4,10
VAR 17	A aceitabilidade pública de pedágio urbano depende do compromisso legal da aplicação das receitas arrecadadas.	55,7	30,7	4,0	7,2	2,3	4,30
VAR 18	A participação popular no processo decisório para a implementação de pedágio urbano é essencial para garantir o êxito deste instrumento.	52,9	34,2	2,0	8,0	2,9	4,26

As respostas tenderam mais para a concordância total e parcialmente com um número bem inferior para a indiferença e discordância; exceto para a afirmação: “A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir em obras estruturantes (tais como: túneis, viadutos, trincheiras) para aumento de capacidade viária”, em que 79,3% dos especialistas discordaram (parcialmente ou totalmente). Esses resultados convergem com a literatura, uma vez que desde 1992, Vickrey já estudava soluções para a gestão de distribuição da demanda de viagens, enquanto os engenheiros de tráfego, na época, preocupavam com as construções de grandes obras de infraestrutura, como as vias expressas, os viadutos, os túneis e outras formas de oferecer mais capacidade viária para os veículos (VICKREY, 1992).

De acordo com Clément (1995) e Jacobs (2000), os investimentos em infraestruturas viárias em áreas congestionadas podem, em um primeiro momento, melhorar a velocidade operacional das vias, mas a situação não se mantém com o tempo, por causa da concorrência entre os modos, induzindo principalmente a migração do transporte público para o individual e a atração da demanda latente – inexistente para a região antes da implantação da intervenção. Goodwin (1996) reforça que a abertura de novas vias nas grandes cidades não podem ser consideradas soluções para os congestionamentos, visto que qualquer capacidade extra oferecida é rapidamente absorvida pela demanda.

Dentre as variáveis analisadas na pesquisa com os especialistas, as que apresentam maiores valores de ‘indicador de concordância’, destacam-se:

- Os investimentos em mecanismos para a redução dos congestionamentos são importantes para a diminuição dos tempos de deslocamentos das pessoas, para a melhoria da qualidade ambiental e para a eficiência econômica das cidades – (Indicador de concordância = 4,67);
- A redução dos congestionamentos é um grande desafio para o poder público diante da mobilidade urbana – (Indicador de concordância = 4,55);
- A aceitabilidade pública de pedágio urbano depende do compromisso legal da aplicação das receitas arrecadadas – (Indicador de concordância = 4,30);
- A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir em melhorias dos serviços e da infraestrutura viária do transporte público por ônibus (tais como: Bus Rapid Transit – BRT, corredores ou faixas exclusivas para ônibus e na construção de equipamentos de apoio à sua operação - terminais, estações de transferência, pontos de parada) – (Indicador de concordância = 4,26);

- A participação popular no processo decisório para a implementação de pedágio urbano é essencial para garantir o êxito deste instrumento – (Indicador de concordância = 4,26);
- A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir na implantação de transporte por trilhos (tais como: veículo leve sobre trilhos - VLT, monotrilho ou metrô) – (Indicador de concordância = 4,16);
- Os automóveis, dentre os modos de transportes, são os principais responsáveis pelos elevados níveis de emissão de poluentes de efeito estufa e poluentes locais cidades – (Indicador de concordância = 4,16);
- O pedágio urbano funciona como um sistema econômico de redistribuição positiva do espaço viário, em que os usuários dos automóveis pagam pela utilização das vias urbanas, com a possibilidade de reversão das receitas arrecadadas em benefícios para a mobilidade urbana – (Indicador de concordância = 4,12);
- As receitas obtidas com o pedágio urbano devem ser investidas em melhorias dos serviços e infraestrutura do transporte coletivo por ônibus – (Indicador de concordância = 4,12);
- As receitas obtidas com o pedágio urbano devem ser investidas na implantação de transporte sobre trilhos (tais como: veículo leve sobre trilhos - VLT, monotrilho ou metrô) – (Indicador de concordância = 4,10);
- As receitas obtidas com o pedágio urbano devem ser investidas em melhorias do transporte não motorizado – (Indicador de concordância = 4,07);
- As altas concentrações de poluentes na atmosfera provenientes dos automóveis estão entre as principais causas de problemas respiratórios e cardiovasculares cidades – (Indicador de concordância = 4,04).

Segundo Schade e Schlag (2000, 2003), a percepção quanto à severidade dos transtornos causados pelos congestionamentos é uma condição prévia necessária para considerar medidas restritivas tão importantes para as cidades. Os autores afirmam que a consciência elevada dos problemas relacionados ao excesso de veículos nas vias urbanas, pode levar ao aumento da predisposição em aceitar a implementação de instrumentos com a finalidade de solucioná-los. Rienstra *et al.* (1999) encontram uma relação entre a percepção e a aceitação de medidas de políticas públicas para os congestionamentos. A conscientização dos efeitos negativos do uso excessivo do transporte motorizado individual, juntamente com a percepção da efetividade de

medidas de gestão do tráfego podem aumentar a aceitabilidade esperada (JONES, 2003; SCHADE; SCHLAG, 2000; 2003; STEG, 2003).

5.1.3 Resultados da Análise Fatorial Exploratória para as variáveis relacionadas à gestão da demanda por viagens

A Análise Fatorial Exploratória (AFE) é uma técnica para se reduzir o número de variáveis de uma base matricial de dados, conforme expresso na Subseção 4.1.6 “*Escolha da Técnica Estatística*”. A sua finalidade é procurar uma forma de síntese das informações contidas nas variáveis originais ou observadas em um conjunto menor de novas dimensões não observáveis, chamadas fatores ou variáveis latentes (HAIR JÚNIOR. *et al.*, 2009), permitindo assim, a seleção das variáveis de maior magnitude, dentre as demais. A primeira etapa de uma AFE é verificar se a matriz de dados é passível de fatoração, isto é, analisar se os dados podem ser submetidos ao processo de análise fatorial. De acordo com citação anterior, na Subseção 4.1.6.1 “*Etapas da Análise Fatorial Exploratória*”, dois métodos de avaliação são mais regularmente adotados, o critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o Bartlett’s Test of Sphericity (BTS).

A partir dos dados pesquisados e da elaboração da respectiva matriz, com a utilização do *software* R, obteve-se o valor de 0,80 para o índice de KMO, considerado ‘aceitável’, acima de 0,50, por Hair Júnior *et al.* (2009). A Tabela 4.3, consolidada a partir dos valores definidos por Kaiser (1974), Hutcheson; Sofroniou (1999), classifica o valor de 0,80 como ‘adequação Boa’. Em relação ao teste BTS, verificou-se que é improvável a matriz de correlação ser uma identidade, devido ao alto índice gerado pelo teste BTS (1.889,321) e ao valor encontrado para o nível de significância, igual a $1,186404 \times 10^{-296}$. O valor do nível de significância tem que ser inferior a 0,05 (TABACHNICK; FIDELL, 2007).

A extração de fatores foi executada por meio da análise de componentes principais. Preliminarmente, foram determinados os autovalores, que representam a variabilidade de cada variável original. O número de fatores a serem mantidos foi definido com base no critério de raiz latente, sendo selecionados somente os autovalores maiores que 1 (Figura 5.7) e que atendem um percentual de variância acumulada acima de 60%, seguindo os parâmetros definidos por Hair Júnior *et al.* (2009). Para os cálculos específicos da AFE foram mantidos seis variáveis latentes, que juntas são capazes de explicar 64,3% da variância total, como pode ser visto na Tabela 5.3.

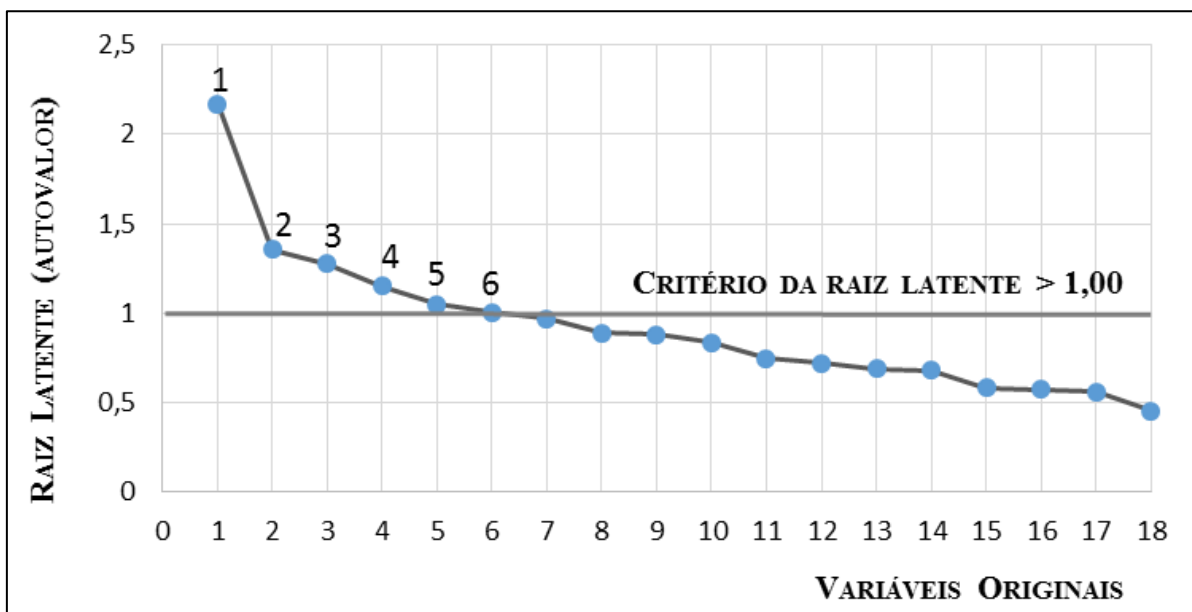


Figura 5.7 – Critério da Raiz Latente

Tabela 5.3 – Variância acumulada dos fatores selecionados

FATOR	AUTOVALOR	VARIÂNCIA ACUMULADA
1	2,170 > 1	26,07%
2	1,356 > 1	36,28%
3	1,275 > 1	45,31%
4	1,152 > 1	52,68%
5	1,052 > 1	58,81%
6	1,003 > 1	64,30% > 60%

Para tornar o resultado empírico mais facilmente interpretável e conservar as características estatísticas, adotou-se o tipo de rotação ortogonal VARIMAX, conforme princípios de Grisolia *et al.* (2015). A matriz com rotação VARIMAX é mostrada na Tabela 5.4, após a eliminação das cargas fatoriais entre $-0,45$ a $+0,45$. A carga fatorial varia de -1 a $+1$ e, quanto maior o seu valor absoluto, mais importante ela se torna no contexto da explicação da matriz fatorial.

Vicini e Souza (2005) citam que a carga fatorial é um coeficiente: um número decimal, positivo ou negativo, que explica ‘o quanto’ uma variável observada encontra-se carregada naquele fator. Para garantir uma significância prática e estatística, deve-se considerar que as cargas fatoriais de $\pm 0,30$ a $\pm 0,40$ atendem o mínimo para a interpretação da matriz; de $\pm 0,50$ ou maiores são significantes; $>\pm 0,70$ são indicativas de uma estrutura bem consistente e constituem a finalidade de uma análise fatorial (HAIR JÚNIOR *et al.*, 2009).

Além das cargas fatoriais, a Tabela 5.4 apresenta também a comunalidade de cada variável original, assim como os novos autovalores (adquiridos após a rotação VARIMAX), as variâncias individuais e acumuladas a cada fator, que perfazem 64,3% da variância total. As comunalidades são quantidades das variâncias (correlações) de cada variável original e explicada pelos fatores. Em outras palavras, quanto maior o seu valor, maior será o poder de explicação daquela variável pelo fator. A quantia total de variância que uma variável original compartilha com todas as outras variáveis, pode variar de 0 a 1. Os valores mais próximos de 1 refletem uma maior parcela explicada pelos fatores comuns. Na Tabela 5.4 estão destacadas as maiores cargas fatoriais de cada um dos seis fatores extraídos e as respectivas comunalidades.

Tabela 5.4 – Matriz VARIMAX de cargas fatoriais rotacionadas

VARIÁVEIS	FATOR 1	FATOR 2	FATOR 3	FATOR 4	FATOR 5	FATOR 6	COMUNALIDADE
VAR 1				-0,822			0,701
VAR 2		0,480					0,364
VAR 3	-0,717						0,557
VAR 4					-0,740		0,690
VAR 5			0,815				0,737
VAR 6				-0,790			0,671
VAR 7		-0,531					0,498
VAR 8		-0,788					0,636
VAR 9		-0,757					0,634
VAR 10	-0,885						0,795
VAR 11	-0,830						0,750
VAR 12	-0,788						0,667
VAR 13	-0,805						0,690
VAR 14					-0,697		0,671
VAR 15					-0,627		0,672
VAR 16			0,780				0,703
VAR 17						-0,453	0,568
VAR 18						-0,713	0,569
AUTOVALOR	3,732	1,873	1,552	1,582	1,574	1,262	>1,00
VARIÂNCIA INDIVIDUAL	20,7%	10,4%	8,6%	8,8%	8,7%	7,0%	
VARIÂNCIA ACUMULADA	20,7%	31,1%	39,8%	48,5%	57,3%	64,3%	>60%

Dessa forma, os fatores de 1 a 6 podem ser representados, respectivamente, pelas variáveis originais com maior carga fatorial, aquelas consideradas as mais importantes e as que melhor explicam o contexto da pesquisa realizada com os especialistas (Tabela 5.5). Essas variáveis foram inseridas no formulário de pesquisa com a população presente no Apêndice B.

Tabela 5.5 – Variáveis explicativas da pesquisa (Especialistas)

FATORES	VARIÁVEIS ORIGINAIS	DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS MAIS SIGNIFICATIVAS
1	VAR 10	O pedágio urbano é uma boa solução para a redução dos congestionamentos.
2	VAR 08	Os automóveis, dentre os modos de transportes, são os principais responsáveis pelos elevados níveis de emissão de poluentes de efeito estufa e poluentes locais.
3	VAR 05	A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir na implantação de transporte por trilhos (tais como: veículo leve sobre trilhos - VLT, monotrilho ou metrô).
4	VAR 01	A redução dos congestionamentos é um grande desafio para o poder público diante da mobilidade urbana.
5	VAR 04	A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir em melhorias dos serviços e da infraestrutura viária do transporte público por ônibus (tais como: <i>Bus Rapid Transit</i> - BRT, corredores ou faixas exclusivas para ônibus e na construção de equipamentos de apoio à sua operação - terminais, estações de transferência, pontos de parada).
6	VAR 18	A participação popular no processo decisório para a implementação de pedágio urbano é essencial para garantir o êxito deste instrumento.

5.1.4 Classificação de cinco instrumentos de gestão da demanda por viagens

De acordo com os preceitos descritos na Subseção 4.1.1.3 “Classificação dos instrumentos de gestão de demanda por viagens”, foram apresentados aos especialistas cinco instrumentos de gestão de demanda por viagens, para que fossem classificados em relação à sua efetividade como medida de desestímulo à circulação de automóveis nos grandes centros urbanos brasileiros.

A Tabela 5.6 apresenta o percentual de representatividade de cada classificação da medida e o ‘Indicador de Efetividade’ (IEF). O IEF varia de 1 a 5, quanto mais próximo de 5 maior o nível de efetividade. Apesar das controvérsias diante da efetividade (eficiência mais eficácia) do pedágio urbano de regulação, a sua adoção com a participação popular na definição de aplicação das receitas mostrou-se uma opção, razoavelmente aceitável, no âmbito dos especialistas, uma vez de 17,5% consideram a opção mais efetiva para desestimular a circulação de automóveis nos grandes centros urbanos (Tabela 5.6). Dentre os resultados expressos, destaca-se que 46,8% dos entrevistados consideram a implementação de vias ou

faixas exclusivas para transporte público coletivo como a medida mais efetiva (IEF de 3,68) e 39,7% julgaram que o rodízio de veículos é a menos efetiva entre os cinco instrumentos (IEF de 2,32).

Tabela 5.6 – Classificação dos instrumentos de gestão de demanda por viagens (Especialistas)

INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE DEMANDA POR VIAGENS	CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM A EFETIVIDADE (%)					IEF
	1º	2º	3º	4º	5º	
Vias ou faixas exclusivas para o transporte público	46,8%	14,9%	12,9%	9,8%	15,5%	3,68
Restrição e controle de vagas de estacionamento	12,1%	26,7%	29,9%	22,4%	8,9%	3,11
Transformação de área de estacionamento em infraestrutura para ciclistas, calçadas e <i>parklets</i>	12,9%	24,7%	25,9%	20,4%	16,1%	2,98
Rodízio de veículos (baseado no final da placa)	10,6%	12,4%	14,9%	22,4%	39,7%	2,32
Pedágio urbano ou taxa de congestionamento com participação popular na definição de aplicação das receitas	17,5%	21,3%	16,4%	25,0%	19,8%	2,92

A pesquisa apontou uma rejeição maior ao rodízio de veículos do que ao pedágio urbano. O rodízio de veículos é uma medida de regulação física, relativamente, mais conhecida no Brasil, haja vista sua operação na cidade de São Paulo desde 1997. Segundo Gomide e Morato (2011), o rodízio é uma medida típica de ‘comando e controle’, em que as pessoas buscam brechas na legislação na tentativa de escapar da proibição, seja por meio de fraudes, como a clonagem ou adulteração de placas, ou fuga da fiscalização. Outro fator agravante, mencionado na literatura, é a compra de um segundo veículo com final de placa diferente, geralmente mais antigo e, por conseguinte, mais poluidor, podendo aumentar as consequências do excesso de motorização (LITMAN, 2003, TORALLES; PAULITSCH, 2010, GOMIDE; MORATO, 2011).

Luiza Neto *et al.* (2012) apresentam uma outra visão do rodízio, que é o problema da exclusão social, uma vez que as pessoas mais favorecidas economicamente facilmente adquirem outro automóvel ou já até possuem mais de um. Cabe ressaltar, a existência de rodízio em outras localidades, como Atenas (Grécia), Cidade do México, Bogotá (Colômbia) e em Santiago (Chile). Nessa última localidade, o rodízio funciona somente nos dias em que a cidade atinge determinados índices de poluição, para assim, tentar melhorar a qualidade do ar.

5.2 ETAPA II – Pesquisa com a população

Inicialmente o *link* do questionário foi enviado às pessoas por meio eletrônico e após a avaliação das respostas recebidas, optou-se também, pela realização de pesquisa no campo, completando um período de duração de 38 dias, conforme explicado na Subseção 4.3.4 “Aplicação da pesquisa com a população”. Estima-se que, em entorno de 2.500 pessoas foram abordadas, seja via e-mail, mídias sociais ou pessoalmente, podendo assim considerar, que a taxa de retorno foi por volta de 27%. Dentre elas, captou-se 676 questionários válidos, dos quais 198 foram recebidos via *link* do *Google Forms* e 478 foram obtidos na pesquisa de campo ‘face a face’.

A princípio, na Subseção 4.3.3, calculou-se que o tamanho mínimo da amostra seria de 384 questionários válidos, para assim atender ao grau de confiança de 95% e estimativa de erro máximo de 5%, conforme expresso na Equação 4-7. Entretanto, com a finalização da pesquisa esse valor foi superado em 76,04% ao perfazer o total de 676 questionários. O aumento do tamanho da amostra indica acréscimo do nível de confiança e diminuição do erro amostral. Para exemplificar esses cálculos, acrescentou-se 4% ao coeficiente de confiança e reduziu 4% do erro máximo, para a obtenção do tamanho da amostra com 99% de nível de confiança e erro de 1%, Tabela 5.7. Dessa forma, tem-se que o número de respostas varia de 16.192 (16.576 – 384) e a variação do nível de confiança para a diferença entre o número de entrevistas estimadas e o real é de 292 unidades (676 – 384). Nesse caso, o nível de confiança assume o valor de 95,07%, em outras palavras, não houve relevância na alteração.

Tabela 5.7 – Nível de confiança e tamanho da amostra (População)

NÍVEL DE CONFIANÇA	VALOR DE α	VALOR CRÍTICO $Z_{\alpha/2}$ CURVA DE GAUSS	E = ERRO MÁXIMO	N= TAMANHO DA AMOSTRA
95%	$\alpha = 0,10$	1,960	5%	384
99%	$\alpha = 0,01$	2,575	1%	16.576

Conforme mencionado na Subseção 4.3.1 “Elaboração do formulário da pesquisa com a população”, o questionário da pesquisa com a população da RMBH compreende 26 questões, subdivididas em seis seções. A seguir apresentam-se os resultados e discussões pertinentes a cada uma das seções.

5.2.1 Características dos entrevistados: Perfil e atributos das viagens em geral

Nessa seção serão expostos os resultados de 11 questões. A primeira refere-se a identificação dos respondentes em relação à utilização com frequência de automóveis ou motocicletas, separando-se em dois grupos, um dos usuários habituais de transporte motorizado individual e outro de pessoas que adotam outros modos. Em seguida, as questões abordam características particulares do perfil dos respondentes, como: faixa etária, sexo, grau de escolaridade, renda, bairro de residência. As últimas questões dessa seção tratam de informações a respeito da principal viagem realizada ao longo do dia, como: motivo, bairro de destino, horário, tempo médio gasto e o modo de transporte.

Porém, dentre os 676 participantes, 54% declararam que são usuários constantes de automóveis e motocicletas. Vale ressaltar que ‘ser usuário’ não significa ser ‘o motorista’, haja vista que, dentre os respondentes estão, também, as pessoas que usam automóvel ou motocicleta como passageiros. Em contrapartida, 46% revelaram que adotam outros modos de transporte, sejam eles, coletivos ou não motorizados. Enfatiza-se que a estratificação dos modos de transportes será retratada posteriormente, de duas formas, em relação a principal viagem diária (Tabela 5.19) e aos deslocamentos com origem ou passagem pela Área Central (Tabela 5.21).

Os dados obtidos a respeito da faixa etária dos participantes estão relacionados na Tabela 5.8. Os respondentes com idade entre 26 anos e 35 anos foram os que mais contribuíram para a pesquisa, pois representam 37,1% do total das pessoas investigadas.

Tabela 5.8 – Faixa Etária (População)

FAIXA ETÁRIA	PERCENTUAL (%)
18 A 25	18,2%
26 A 35	37,1%
36 A 45	22,9%
46 A 60	16,6%
60 OU MAIS	5,2%
TOTAL	100,0%

A Figura 5.8 relaciona a frequência de utilização de automóveis e motocicletas com as faixas etárias dos entrevistados. Na faixa de 26 a 35 anos estão incluídos os maiores percentuais, tanto das pessoas que utilizam o transporte motorizado individual, como também, daquelas que adotam outros modos com assiduidade. Importa destacar que nas duas primeiras faixas

etárias, que abrangem as idades entre 18 anos e 35 anos, o percentual de respondentes que ‘não são usuários de automóveis e motocicletas’ é maior do que o percentual daquelas que utilizam com frequência. A situação se inverte a partir dos 36 anos em que o percentual dos usuários cativos do transporte motorizado individual sobrepõe o de outros modos.

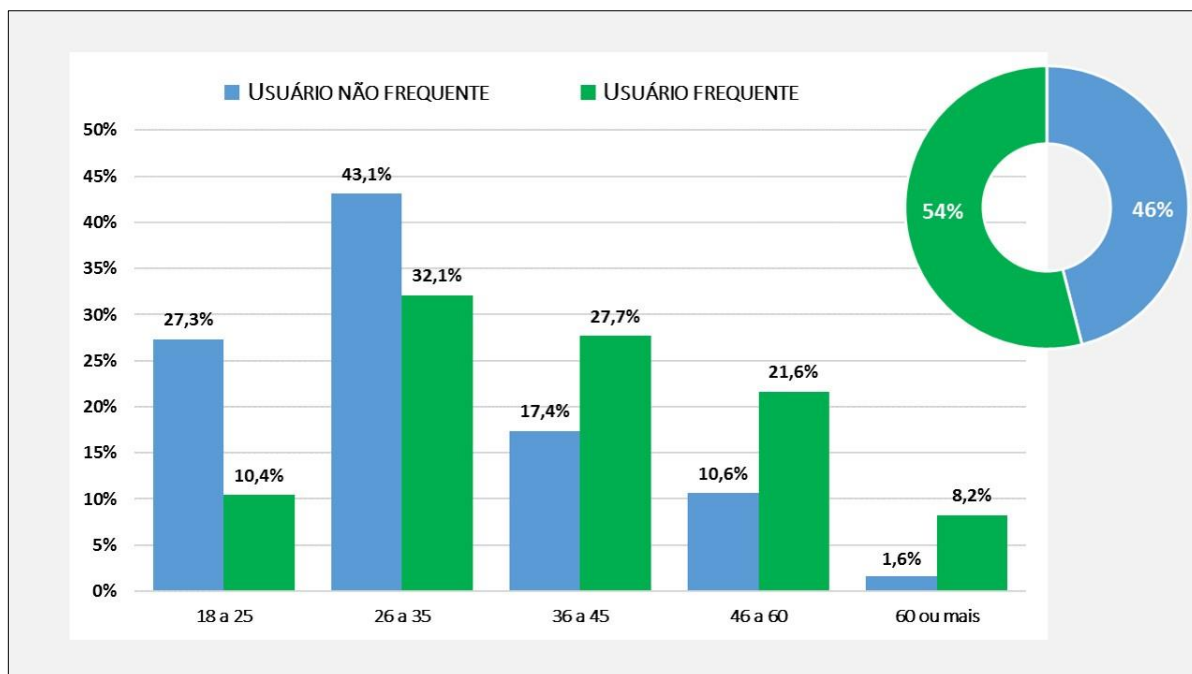


Figura 5.8 – Faixa Etária e Frequência de Utilização de Automóveis e Motocicletas (População)

Em relação ao sexo, nas entrevistas realizadas em campo, o próprio entrevistador marcava a opção para evitar maiores polêmicas ou constrangimentos entre as partes. Os resultados mostram um equilíbrio entre os participantes femininos e masculinos (Tabela 5.9), bem como entre as relações entre os sexos e a utilização ou não de automóveis e motocicletas.

Tabela 5.9 – Sexo (População)

SEXO	PERCENTUAL (%)
MASCULINO	49,1%
FEMININO	50,9%
TOTAL	100,0%

Quanto à escolaridade, a maioria dos respondentes possui ensino médio ou superior completos, representando 31,7% e 37,3%, respectivamente. A pesquisa também teve uma relevante participação de pessoas com pós-graduação (Especialização, Mestrado, Doutorado), conforme ilustrado na Tabela 5.10.

Tabela 5.10 – Grau de Escolaridade (População)

GRAU DE ESCOLARIDADE	PERCENTUAL (%)
ENSINO FUNDAMENTAL	4,1%
ENSINO MÉDIO	31,7%
ENSINO SUPERIOR	37,3%
PÓS GRADUAÇÃO*	26,9%
TOTAL	100,0%

*ESPECIALIZAÇÃO, MESTRADO, DOUTORADO

A Figura 5.9 relaciona a escolaridade dos participantes com a frequência de utilização de automóveis e motocicletas. Entre as pessoas que possuem ensino fundamental e médio predominam os não usuários constantes de automóveis e motocicletas. Essa condição mantém-se um equilíbrio entre os indivíduos com curso superior. Entretanto, entre os participantes pós-graduados ocorre a inversão da situação, em que o percentual de usuários cativos do transporte motorizado individual é superior ao que adotam outros modos de transportes. Esses valores divergem da Pesquisa Avaliação de Governo (BHTRANS, 2015), em que 61% dos entrevistados, com curso superior utilizam automóveis e motocicletas.

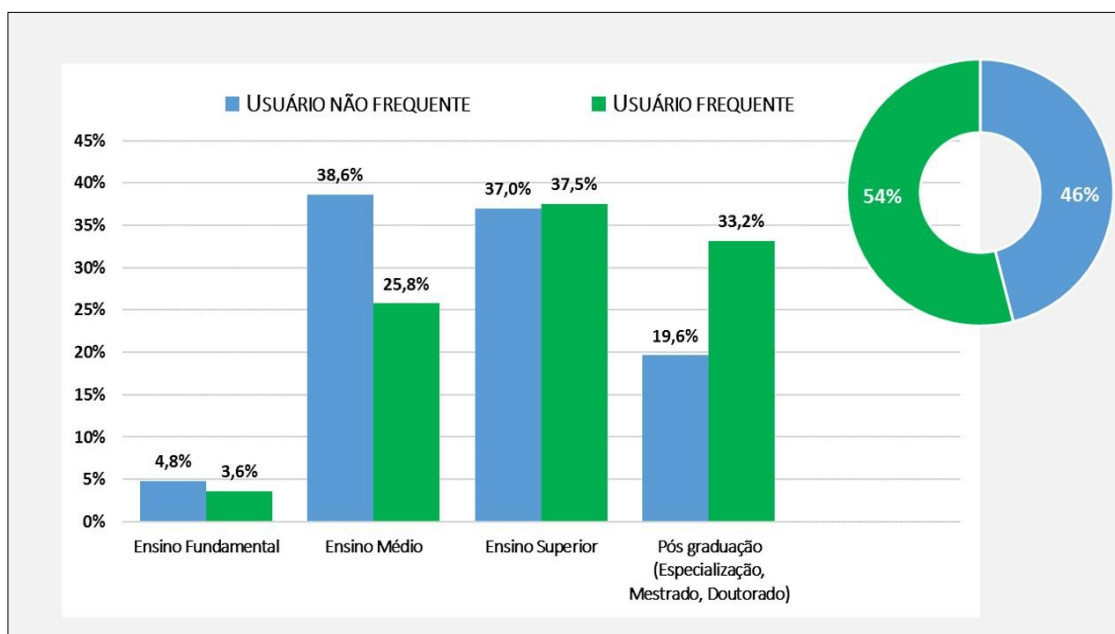


Figura 5.9 – Escolaridade e Frequência de Utilização de Automóveis e Motocicletas (População)

No tocante à renda mensal individual, ressalta-se que, os respondentes que não trabalhavam, no momento da pesquisa, sejam porque estavam estudando ou desempregados, estão inseridos

na renda mensal até dois salários mínimos. A maioria dos entrevistados, 38,8% da amostra, possui renda maior que quatro e menor ou igual a 10 salários mínimos (Tabela 5.11).

Tabela 5.11 – Renda Mensal Individual (População)

RENDA MENSAL	PERCENTUAL (%)
ATÉ 2 SM	23,1%
ACIMA DE 2 ATÉ 4 SM	21,3%
ACIMA DE 4 ATÉ 10 SM	38,8%
ACIMA DE 10 ATÉ 20 SM	14,2%
ACIMA DE 20 SM	2,6%
TOTAL	100,0%

A Figura 5.10 relaciona a renda mensal dos participantes com a frequência de utilização de automóveis e motocicletas. As pessoas com poder aquisitivo menor, ou seja, que enquadram nos intervalos de renda mensal até quatro salários mínimos utilizam menos automóveis e motocicletas. Em contrapartida, os indivíduos com renda superior a quatro salários mínimos são usuários mais constantes de transporte motorizado individual. Resultados similares foram encontrados na Pesquisa de Avaliação de Governo (BHTRANS, 2015), na qual constatou-se que 43% dos entrevistados, com renda entre cinco e dez salários mínimos, são usuários de automóveis ou motos em seus deslocamentos. Ainda na mesma pesquisa, verificou-se também que, entre os entrevistados com renda até dois salários mínimos, somente 12% utilizam automóveis e 8% são usuários de motocicletas.

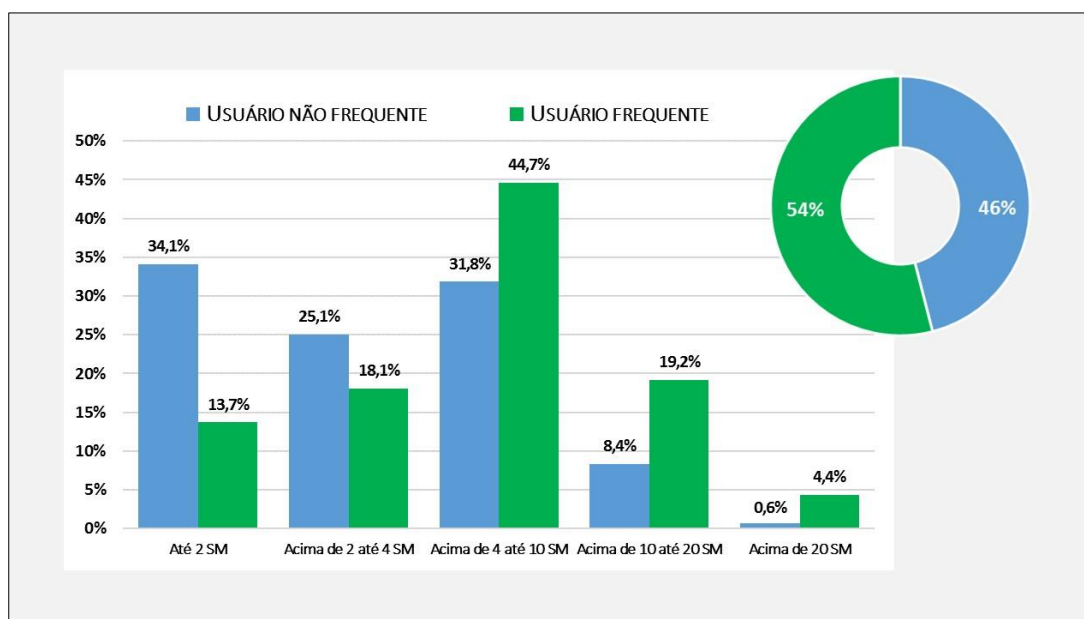


Figura 5.10 – Renda Mensal e Frequência de Utilização de Automóveis e Motocicletas (População)

Na pesquisa foram referenciados os bairros de residência dos participantes, sejam eles da cidade de Belo Horizonte ou de outros municípios da região metropolitana. No contexto geral das respostas, obteve-se representantes de 209 bairros, dos quais 154 pertencem a Capital mineira e 55 fazem parte dos municípios vizinhos (Figura 5.11 e Figura 5.12).

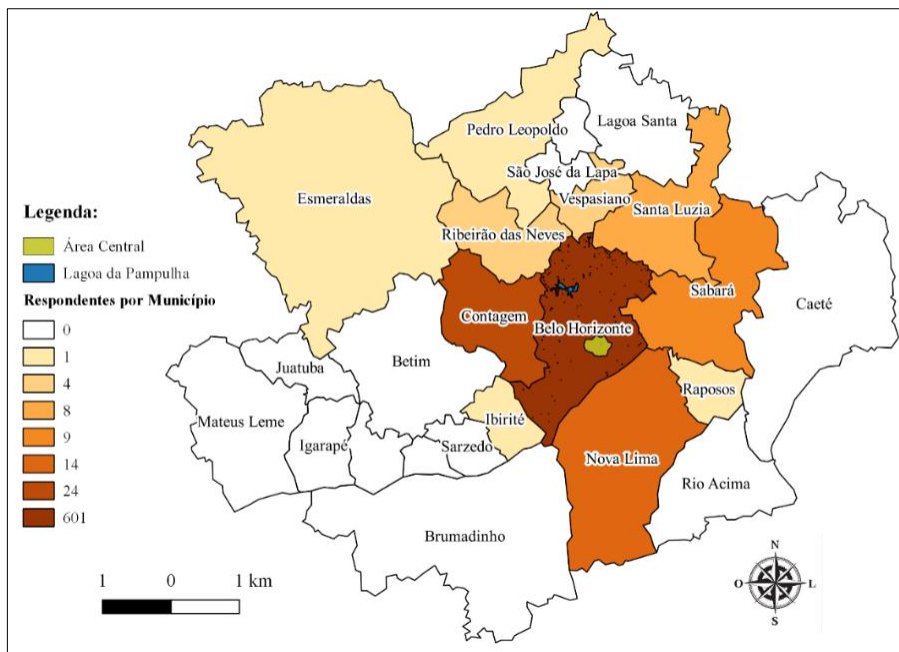


Figura 5.11 – Respondentes da Região Metropolitana de Belo Horizonte

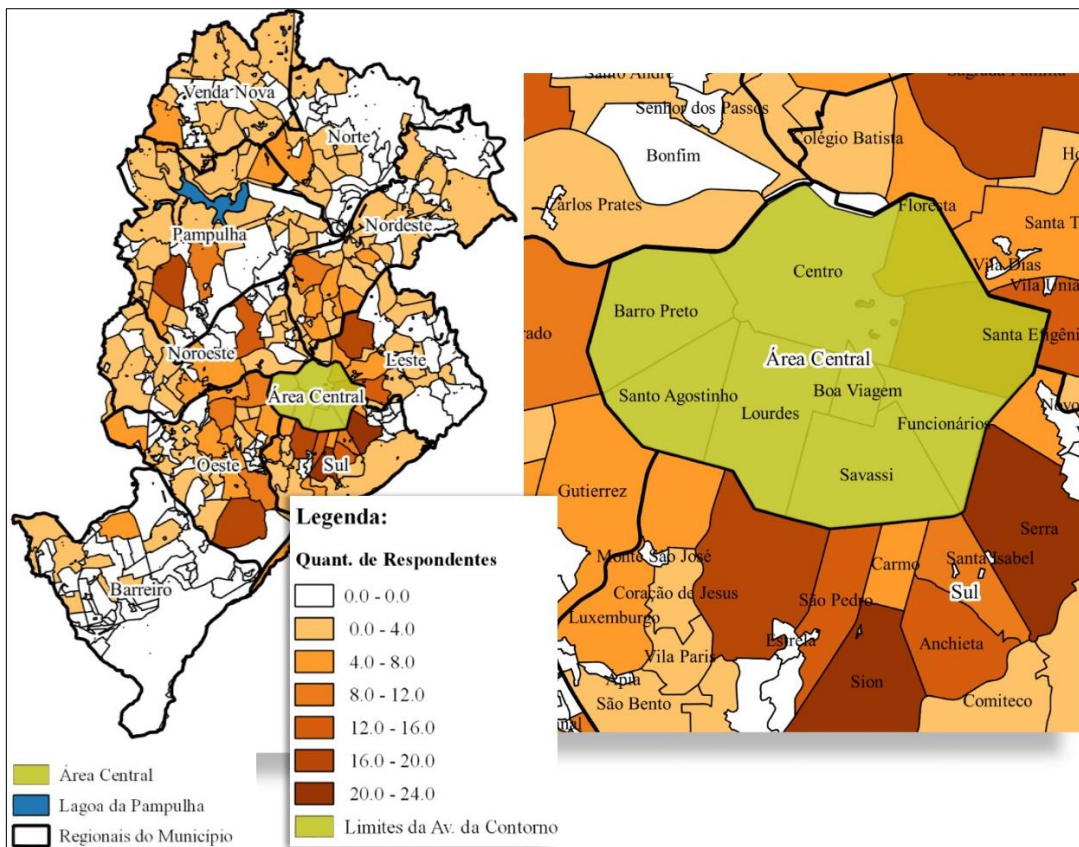


Figura 5.12 – Respondentes do Município de Belo Horizonte

Para fins de identificação da origem dos respondentes, os bairros constantes na pesquisa foram agrupados pela respectiva Regional (Tabela 5.12), adotando os limites da Lei nº 10.231, de 19 de julho de 2011 (BELO HORIZONTE, 2011) e aqueles que fazem parte da RMBH foram relacionados de acordo com a cidade a qual pertencem, como pode ser visto na Tabela 5.13. Os residentes da Capital e da RMBH, representaram 88,9% e 11,1% da amostra, respectivamente.

A Regional Centro Sul é separada em duas partes distintas, os bairros da Área Central e os bairros da região sul da cidade. Importa distinguir que os moradores, que fizeram parte da pesquisa, residem nos bairros externos aos limites da Avenida do Contorno (região sul) como: Anchieta, Belvedere, Carlos Prates, Carmo, Cidade Jardim, Comiteco, Coração de Jesus, Cruzeiro, Floresta, Luxemburgo, Mangabeiras, Novo São Lucas, Santa Efigênia, Santa Lúcia, Santo Antônio, São Bento, São Lucas, São Pedro, Serra, Sion e Vila Paris. Os bairros Floresta e Santa Efigênia são divididos pela Área Central, em outras palavras, possuem uma parte interna e outra externa aos limites da Avenida do Contorno (Figura 5.13).

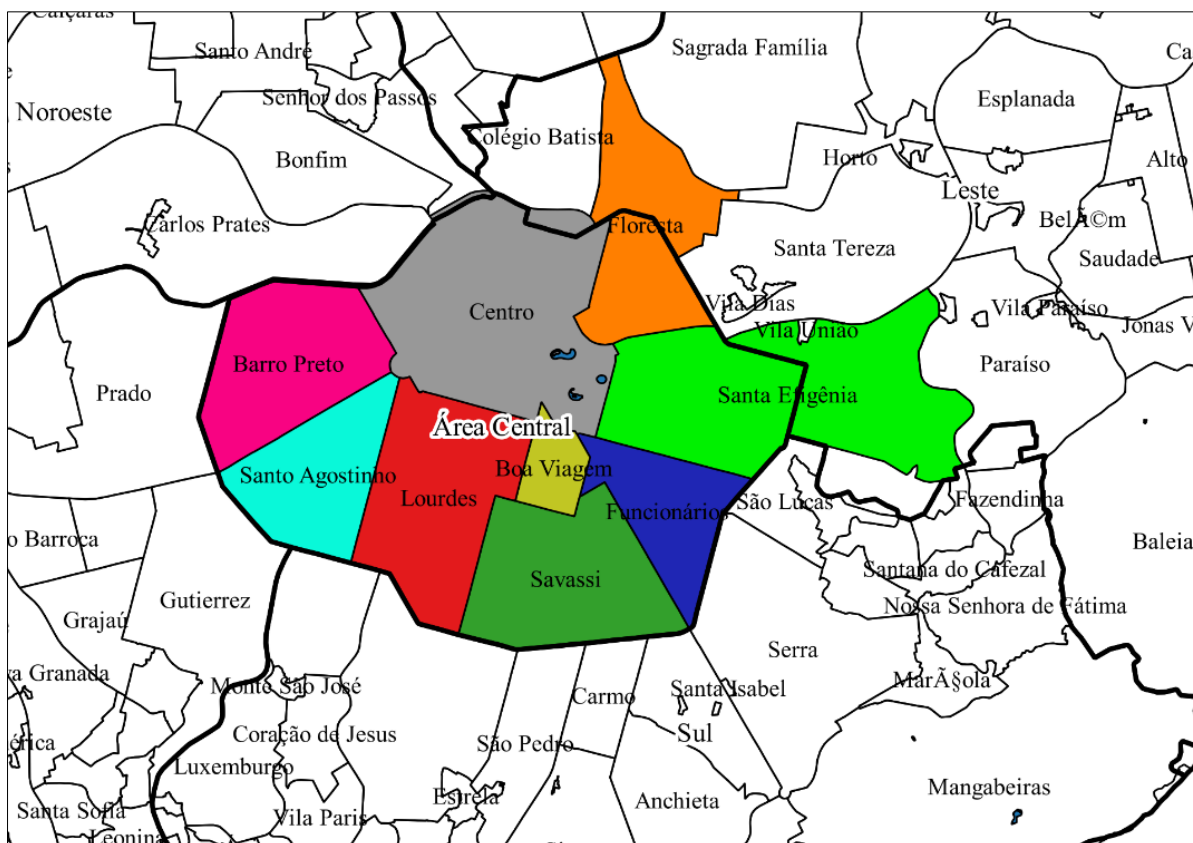


Figura 5.13 – Bairros da Área Central de Belo Horizonte

Os residentes da parte sul da Regional Centro Sul tiveram maior representatividade na pesquisa, atingindo 24,4% (Tabela 5.12). Conforme informações da Pesquisa OD 2012, as

viagens de trocas entre a Área Central e Região Sul destacam-se como um dos pares mais significativos da cidade, como ilustra a Figura 5.14, com a representação gráfica das linhas de desejo internas ao Município de Belo Horizonte, considerando todos os modos de transportes por dia (BHTRANS,2016).

Tabela 5.12 – Regionais de Residência de Belo Horizonte (População)

LOCAL DE RESIDÊNCIA	PERCENTUAL (%)
BARREIRO	3,3%
CENTRO SUL (PARCIAL)*	24,4%
LESTE	6,4%
NORDESTE	10,9%
NOROESTE	7,0%
NORTE	3,1%
OESTE	17,9%
PAMPULHA	12,1%
VENDA NOVA	3,8%
TOTAL	88,9%

*EXCETO A ÁREA CENTRAL

Tabela 5.13 – Cidades de Residência da RMBH (População)

CIDADES DE RESIDÊNCIA (RMBH)	PERCENTUAL (%)
BETIM	1,2%
CONTAGEM	3,6%
ESMERALDAS	0,1%
IBIRITÉ	0,1%
NOVA LIMA	2,1%
PEDRO LEOPOLDO	0,1%
RAPOSOS	0,1%
RIBEIRÃO DAS NEVES	0,6%
SABARÁ	1,3%
SANTA LUZIA	1,2%
VESPASIANO	0,6%
TOTAL	11,1%

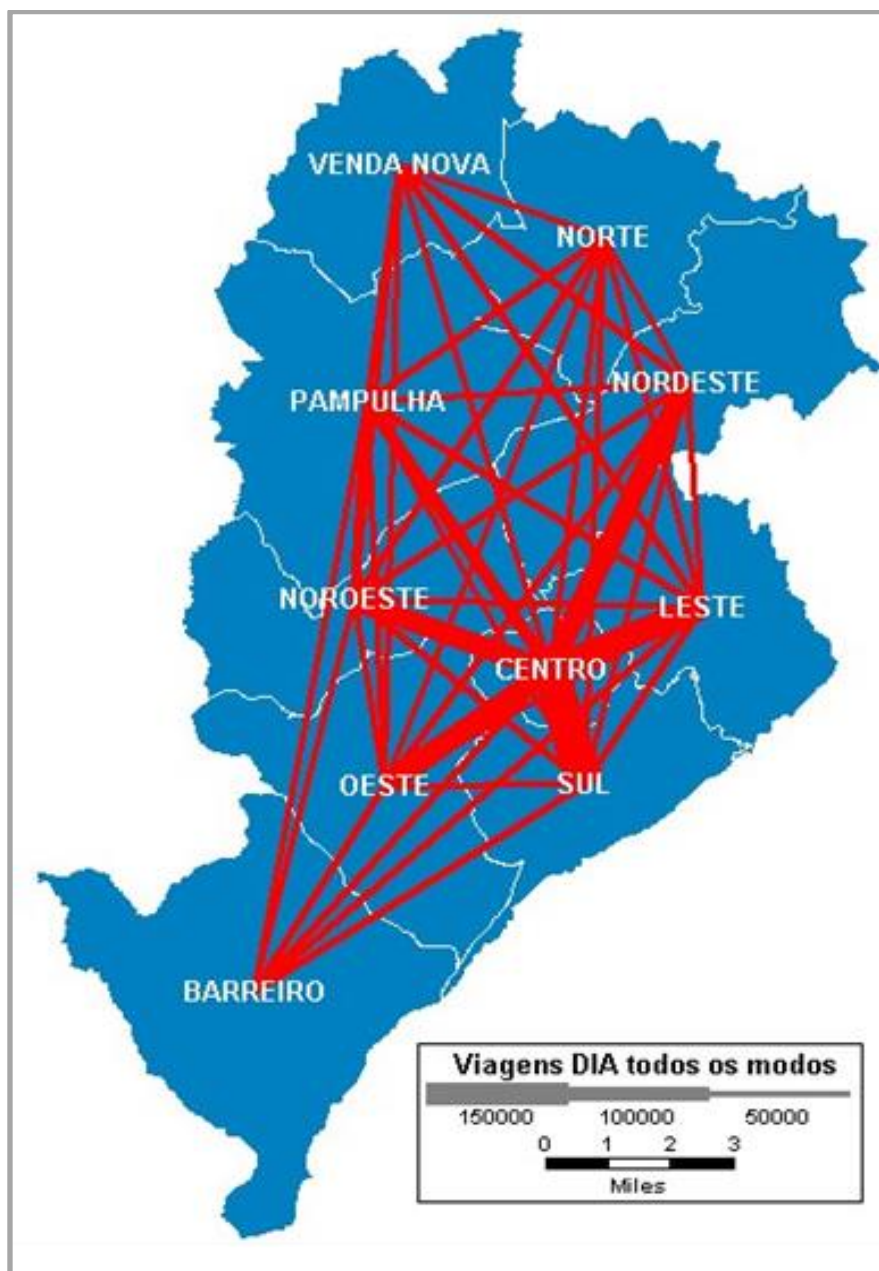


Figura 5.14 – Linhas de desejo das viagens internas ao Município Belo Horizonte
 Fonte: BHTRANS (2016)

Em relação ao motivo da principal viagem diária, o trabalho se destacou entre os demais, pois representou 77,8% das respostas dos entrevistados (Tabela 5.14). Esse valor é bem superior ao verificado na Pesquisa OD 2012, na qual aponta que 41% das viagens na RMBH ocorrem por motivo trabalho e 26% por motivo escola (BHTRANS, 2016). O percentual mais alto encontrado na pesquisa com a população pode se justificar em razão da faixa etária inicial adotada, acima de 18 anos, e também em função do local e horário de realização das entrevistas em campo e da disponibilidade das pessoas.

Tabela 5.14 – Motivo da principal viagem diária (População)

MOTIVO DA PRINCIPAL VIAGEM DIÁRIA	PERCENTUAL (%)
ESCOLA - FACULDADE	14,3%
OUTROS	7,8%
TRABALHO	77,8%
TOTAL	100,0%

Com o propósito de identificação do destino da principal viagem diária dos respondentes, os bairros de Belo Horizonte presentes na pesquisa foram relacionados de acordo com a Regional, na qual estão inseridos (Tabela 5.15), seguindo os limites da Lei nº 10.231, de 19 de julho de 2011 (BELO HORIZONTE, 2011).

Quanto aos bairros que fazem parte das cidades limdeiras foram agrupados pelo nome da cidade, como pode ser visto na Tabela 5.16. Os entrevistados que realizam viagens com destino na Capital e na RMBH, representaram 95,3% e 4,7% da amostra, respectivamente. A pesquisa foi realizada em alguns bairros dentro da Área Central, propositalmente, para obter uma boa representatividade das pessoas que realizam viagens para essa região e com interesse em ter uma posição de quem realmente poderia ser afetado ou beneficiado com a proposta de pedágio. Vale observar que, dentre as 60,2% respostas referente às viagens com destino na Regional Centro Sul, 83,5% delas têm como propósito final a Área Central e o restante os bairros da parte Sul.

Tabela 5.15 – Regional de Destino (População)

REGIONAL DE DESTINO	PERCENTUAL (%)
BARREIRO	0,6%
CENTRO SUL	60,2%
LESTE	1,9%
NORDESTE	3,4%
NOROESTE	2,7%
NORTE	0,6%
OESTE	15,4%
PAMPULHA	9,0%
VENDA NOVA	1,5%
TOTAL	95,3%

Tabela 5.16 – Cidades de Destino (População)

CIDADES DE DESTINO	PERCENTUAL (%)
BETIM	1,2%
CONTAGEM	3,6%
NOVA LIMA	2,1%
RIBEIRÃO DAS NEVES	0,6%
SANTA LUZIA	1,2%
VESPASIANO	0,6%
TOTAL (PARCIAL)	4,7%

Para a elaboração da pesquisa definiu-se seis intervalos de horas para a identificação do horário em que inicia o principal deslocamento diário dos entrevistados com origem na residência. Os resultados coletados, Tabela 5.17, revelam uma significativa predominância da faixa entre 7:00h e 9:00h, na qual 64,3% dos participantes saem de sua residência para a sua principal viagem diária.

Tabela 5.17 – Horário da principal viagem diária (População)

HORÁRIO – PRINCIPAL DESLOCAMENTO²⁷	PERCENTUAL (%)
NOITE – MADRUGADA – MANHÃ (23:01 ÀS 06:59)	7,2%
PICO MANHÃ (07:00 ÀS 09:00)	64,3%
MANHÃ (09:01 ÀS 11:59)	8,9%
ALMOÇO – TARDE (12:00 ÀS 16:59)	10,8%
PICO TARDE/NOITE (17:00 ÀS 19:00)	7,1%
NOITE (19:01 ÀS 23:00)	1,6%
TOTAL	100,0%

As infraestruturas viárias dos grandes centros urbanos, apesar de, em geral, serem dimensionadas com vistas ao atendimento de uma demanda média de tráfego, na maioria das vezes, não têm capacidade para atenderem o excesso de viagens demandadas nas horas mais carregadas. Essa concentração de veículos nas horas de pico geram os congestionamentos. Então, como forma de melhorar essa situação existem medidas que visam a dispersão das viagens ao longo do dia, otimizando a utilização do sistema de vias.

²⁷ Para fins dos horários do principal deslocamento na pesquisa com a população, considerou-se madrugada (24h às 6h), manhã (6h às 12h), almoço (12h às 14h), tarde (14h às 18h) e noite (18h às 24h).

Os horários de trabalho alternativos são considerados por Selinger (1977) uma das abordagens mais promissoras no campo da gestão de transporte nas grandes cidades, uma vez que são técnicas mais eficientes do que as demais, de rápida implementação, de maior facilidade de compreensão e aceitação da população. O autor ainda cita que esses instrumentos geram muitos benefícios sociais além dos relacionados ao transporte.

Rosenbloom (1978) menciona a importância de duas abordagens sociais relacionadas à dispersão da demanda concentrada nas horas de pico e a redução do número de viagens, uma delas é a adoção de horários escalonados e flexíveis e a outra é chamada de ‘semana comprimida’. Com a adoção de semana comprimida, os trabalhadores executam a sua carga horária semanal trabalhando mais horas por dia e em compensação têm um dia a mais de folga na semana, por exemplo. Essa técnica, como o teletrabalho, são algumas das formas de redução da necessidade de deslocamentos. O teletrabalho propõe-se a troca de viagens físicas pelo uso de serviços de telecomunicações (internet e outros).

Em relação ao tempo gasto na principal viagem diária foram apresentados cinco intervalos aos respondentes. Dentre eles, as faixas de 16 a 30 minutos e de 31 a 45 minutos foram as mais declaradas pelos entrevistados, representando 32,1% e 24,3% respectivamente (Tabela 5.18). Os intervalos em minutos adotados na pesquisa de OD 2012 diferem dos constantes na Tabela 5.18, mas vale a pena citar como referência, uma vez que, nessa pesquisa adotou-se períodos de 11 a 20 minutos e de 21 a 30 minutos e os resultados foram de 28% e 27%, respectivamente (BHTRANS, 2016).

Tabela 5.18 – Tempo gasto na principal viagem (População)

TEMPO GASTO – PRINCIPAL VIAGEM DIÁRIA	PERCENTUAL (%)
1 A 15 MINUTOS	13,9%
16 A 30 MINUTOS	32,1%
31 A 45 MINUTOS	24,3%
46 A 1 HORA	15,7%
MAIS DE 1 HORA	14,1%
TOTAL	100,0%

Quanto ao modo de transporte utilizado pelos entrevistados na principal viagem diária, a amostra apresentou uma prevalência do transporte motorizado individual (automóvel e motocicletas) com participação de 54%, seguido dos modos coletivos com 34,8%. Apesar dos modos de transporte não motorizados não representar a maioria, merece destacar,

principalmente, as viagens realizadas por bicicletas que contribuíram para 5,6% das respostas. Os ciclistas foram bem receptivos à pesquisa, enquanto que os motociclistas, principalmente aqueles que prestam serviços de entrega de produtos (moto frete) tiveram pouca participação.

Tabela 5.19 – Modo de transporte utilizado na principal viagem diária (População)

MODO DE TRANSPORTE - PRINCIPAL VIAGEM DIÁRIA	PERCENTUAL (%)
A PÉ	4,7%
AUTOMÓVEL	49,6%
BICICLETA	5,6%
MOTOCICLETA	4,4%
OUTROS	0,9%
TRANSPORTE COLETIVO	34,8%
TOTAL	100,0%

5.2.2 *Questões relacionadas à Área Central*

A primeira pergunta desta seção teve como objetivo a verificação da frequência em que os participantes se deslocam ou passam pela Área Central, dada a importância de saber o nível de conhecimento e convivência com as particularidades relativas ao excesso de automóveis e motocicletas na região. Essa frequência foi dividida em três escalas, as pessoas que raramente fazem viagens com destino ou passagem pela Área Central, as que se deslocam para a região de uma a três vezes por semana e aquelas que são consideradas mais assíduas, ou seja, vão à Área Central acima de quatro vezes por semana. A Tabela 5.20 apresenta os resultados, como pode ser visto, 46,6% dos respondentes são usuários frequentes da Área Central, uma vez que realizam viagens com destino à região passam por ela acima de quatro vezes por semana.

Tabela 5.20 – Frequência de viagens com destino ou passagem pela Área Central

FREQUÊNCIA – ÁREA CENTRAL	PERCENTUAL (%)
RARAMENTE	28,4%
1 A 3 VEZES POR SEMANA	25,0%
ACIMA DE 4 VEZES POR SEMANA	46,6%
TOTAL	100,0%

Além da questão relativa ao modo de transporte utilizado no principal deslocamento diário, abordada na Subseção anterior, incluiu-se, também, a pergunta sobre o principal modo de transporte adotado nas viagens com destino ou passagem pela Área Central (Tabela 5.21).

Tabela 5.21 – Modo de transporte nas viagens com destino ou passagem à Área Central

MODO DE TRANSPORTE – ÁREA CENTRAL	PERCENTUAL (%)
A PÉ	4,6%
AUTOMÓVEL	40,2%
BICICLETA	5,0%
MOTO	4,3%
OUTROS	1,3%
TRANSPORTE COLETIVO	44,5%
TOTAL	100,0%

A Figura 5.15 relaciona o modo de transporte adotado na principal viagem diária com o das viagens com destino ou passagem pela Área Central, sobressai as diferenças mais acentuadas, entre a utilização automóveis e transporte coletivo. Para as viagens à Área Central os participantes utilizam menos automóveis e mais transporte coletivo se comparadas às principais viagens diárias. Alguns fatores podem colaborar para essa diferenciação na escolha modal, como os congestionamentos, um sistema de transporte coletivo melhor do que aqueles que se destinam a outras regiões da cidade, menor oferta de vagas para estacionamento, cobrança para estacionar, dentre outros. A Pesquisa de OD 2012 aponta que 39% das viagens com destino à Área Central são realizadas por transporte individual e embora a pesquisa envolva também o tráfego de passagem, os dados foram muito similares.

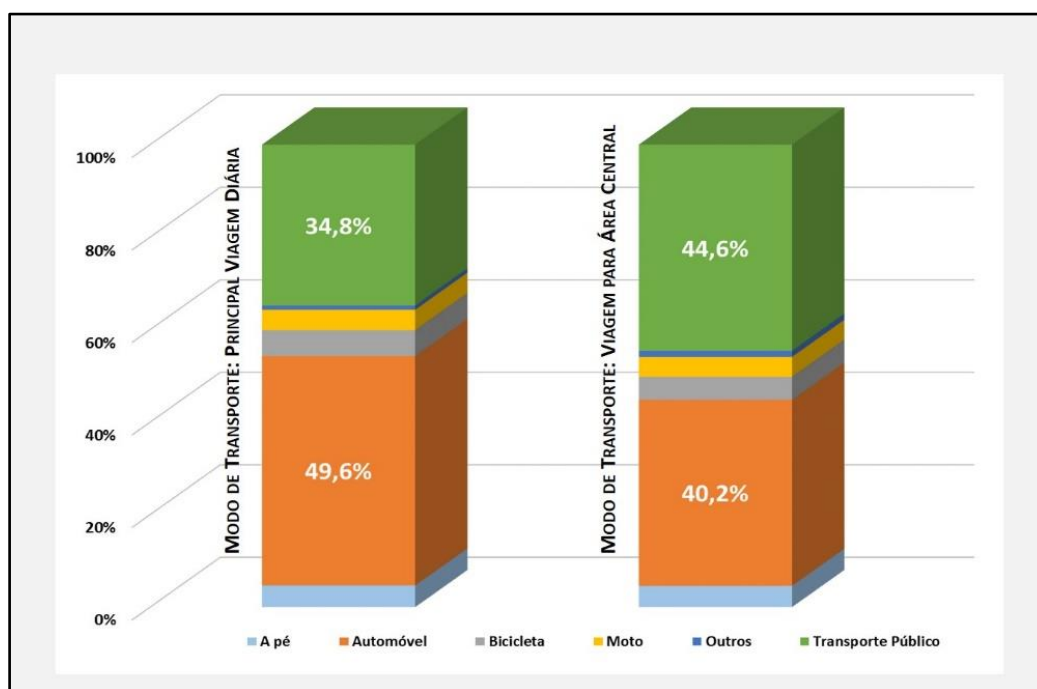


Figura 5.15 – Comparação entre os modos de transporte (Principal viagem diária e viagem para a Área Central)

Os respondentes avaliaram o trânsito na Área Central em relação a 5 anos atrás e como a pesquisa foi aplicada em 2016, a opinião foi de 2016 em relação à 2011 (Tabela 5.22). A maioria dos participantes, 53% deles, consideram que o trânsito piorou nesse período. Embora essa avaliação refere-se a Área Central, vale citar, como referência, a Pesquisa Avaliação de Governo (BHTRANS, 2015), em que abordou a avaliação da população em relação ao trânsito do Hipercentro e os resultados obtidos foram: 7% bom; 18% regular positivo; 14% regular negativo, 26% ruim, 30% péssimo e 3% não responderam. Em outras palavras, 25% de avaliação positiva e 72% de avaliação negativa.

Tabela 5.22 – Avaliação do Trânsito na Área Central: 2016 em relação a 2011

AValiação do Trânsito	PERCENTUAL (%)
CONTINUA DA MESMA FORMA	31,1%
MELHOROU	16,0%
PIOROU	53,0%
TOTAL	100,0%

Ainda segundo a Pesquisa Avaliação de Governo (BHTRANS, 2015), especificamente na questão sobre o trânsito da cidade em geral: “Como você avalia a atuação da BHTRANS na administração em relação ao trânsito?”, a pontuação dada pelos participantes em 2015 é bem melhor que 2013 (antes do BRT – MOVE). Entretanto, quando se compara 2015 com 2010, as diferenças são sutis, a avaliação positiva (ótima + boa + regular positiva) para 2015 foi de 42% e para 2010 foi de 45% (Figura 5.16).

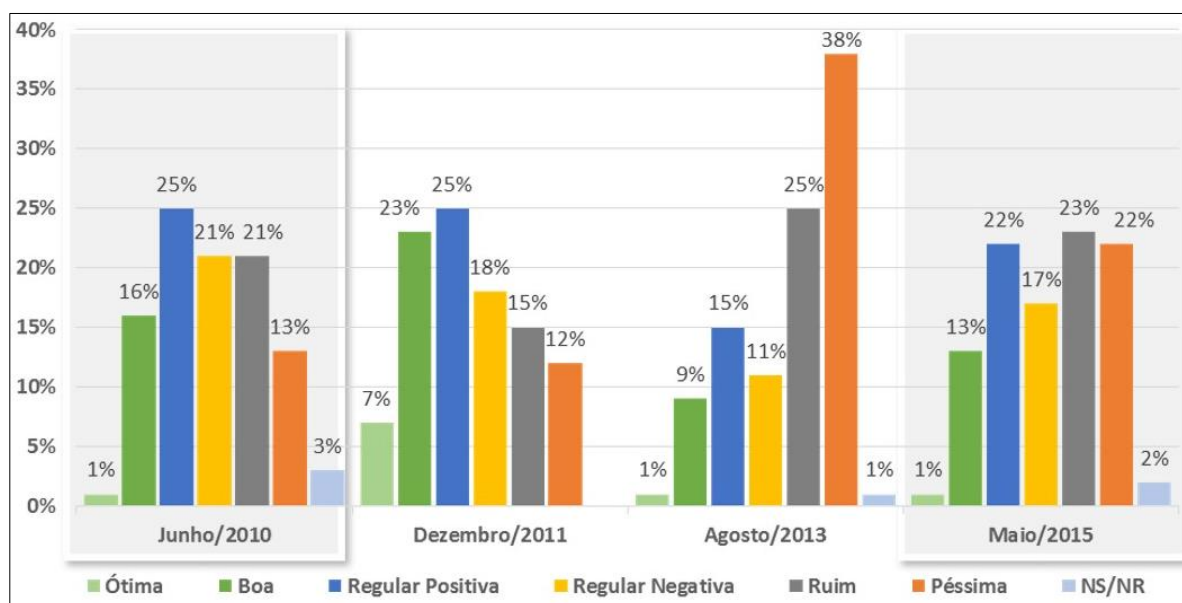


Figura 5.16 – Série Histórica de Avaliação do Trânsito (Fonte: Dados extraídos da Pesquisa de Avaliação de Governo, BHTRANS, 2015)

A Figura 5.17 relaciona a avaliação do trânsito na Área Central com os modos de transporte adotados pelos respondentes para essa viagem, procurando assim, reconhecer quais usuários percebem melhoras ou pioras no trânsito. Dentre os 16% dos participantes que consideram que o trânsito melhorou, 47,2% deles são usuários de automóveis ou motocicleta. Dos entrevistados que avaliaram que o trânsito se encontra da mesma forma em 2016 em relação a 2011, 45,7% são usuários do transporte público. Vale ressaltar o questionamento em relação aos investimentos realizados nos últimos 5 anos, em prol da melhoria do sistema de transporte por ônibus, como: o sistema de BRT, faixas exclusivas e preferenciais e o MobiCentro²⁸, haja vista que a implantação dessas medidas não foi suficiente para mudar a percepção dos usuários do transporte coletivo, dado que uma parcela significativa destes considera que o trânsito se encontra da mesma forma. Ademais, o reconhecimento dessas medidas é maior entre os usuários de automóveis do que os de transporte coletivo. As pessoas que se deslocam para a Área Central, a pé, de bicicleta, de motocicletas e de outros modos avaliaram que o trânsito piorou nos últimos 5 anos.

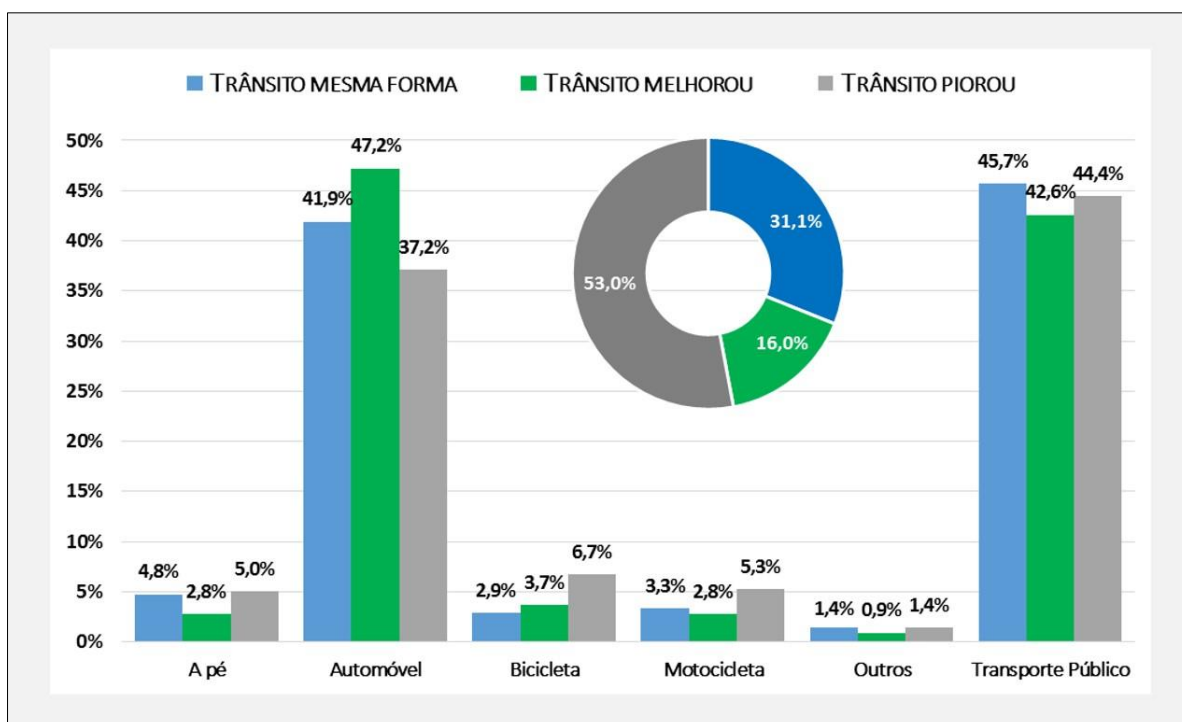


Figura 5.17 – Modo de Transporte e a Avaliação do Trânsito na Área Central

A última questão desta seção aborda a opinião dos respondentes diante da possibilidade de limitação de automóveis e motocicletas na Área Central, dentre as respostas, 74,4% presumem necessário o controle de acesso à região, conforme Tabela 5.23.

²⁸ Programa para Aumento da Segurança e da Capacidade Operacional do Hipercentro

Tabela 5.23 – Limitação de automóveis e motocicletas na Área Central

LIMITAÇÃO DE AUTOMÓVEIS E MOTOCICLETAS NA ÁREA CENTRAL	PERCENTUAL (%)
NÃO	16,3%
NÃO SEI OPINAR	9,3%
SIM	74,4%
TOTAL	100,0%

A Figura 5.18 correlaciona a opinião sobre a importância da limitação ou não da quantidade de automóveis e motocicletas na Área Central com os modos de transporte utilizados pelos entrevistados para essa viagem. Dentre os resultados, os que se deslocam a pé, de transporte coletivo e de bicicletas são mais favoráveis, enquanto que 62,7% dos usuários de automóveis são contrários à medida.

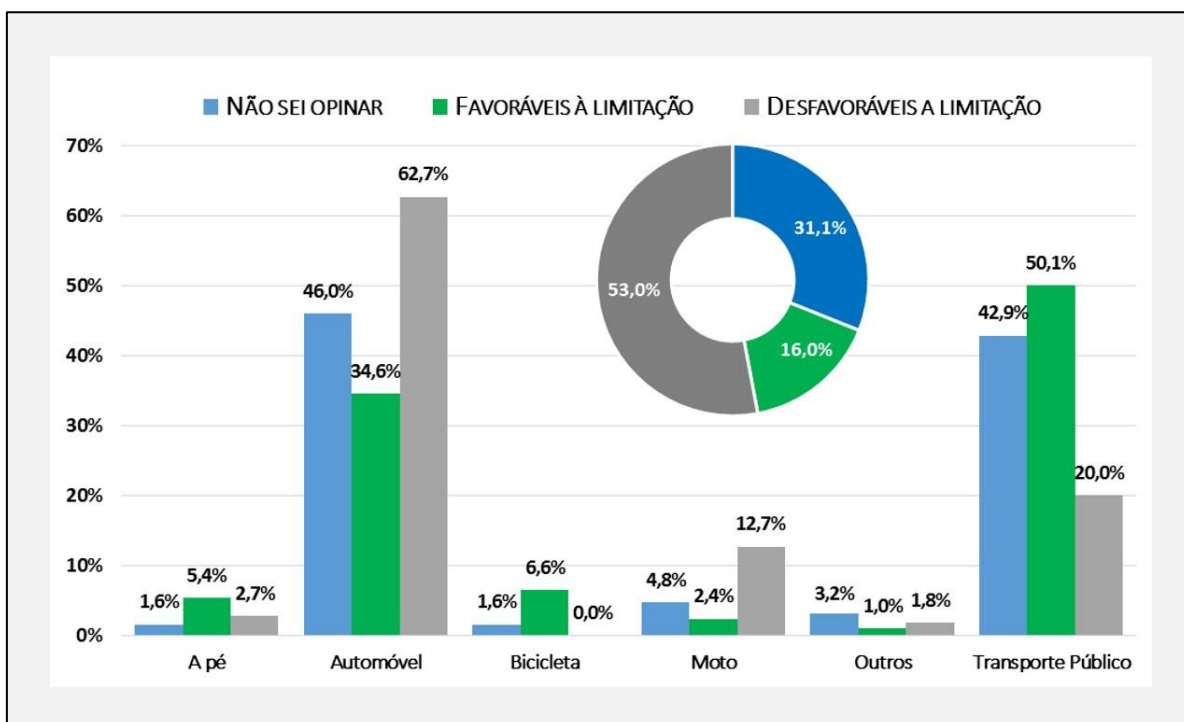


Figura 5.18 – Modo de Transporte e a Opinião sobre a limitação de automóveis e motocicletas

5.2.3 Afirmativas relacionadas à Mobilidade Urbana

A única questão da terceira seção do formulário procurou, de forma sumária, captar a forma de pensar e o comportamento dos respondentes em relação à Mobilidade Urbana. Assim, foram apresentadas sete sentenças para que fossem marcadas aquelas que mais identificassem com os entrevistados. As expressões são apresentadas na Tabela 5.24 seguindo a ordem de concordância atribuída pelos participantes.

Tabela 5.24 – Afirmativas sobre Mobilidade Urbana (População)

Nº	DESCRIÇÃO DAS AFIRMATIVAS	TOTAL
1º	Eu me preocupo com a poluição do ar e com os ruídos produzidos pelos veículos.	68,1%
2º	Se o transporte coletivo (ônibus e metrô) me atendesse melhor eu reduziria o uso do meu automóvel ou motocicleta.	66,6%
3º	Os centros das cidades devem ser, prioritariamente, para pedestres e transporte coletivo (ônibus/metrô).	62,5%
4º	Eu acho que os automóveis/motocicletas deveriam ter menos espaço nas vias públicas.	36,2%
5º	Não posso deixar de usar o meu automóvel ou motocicletas porque não consigo fazer tudo o que tenho para fazer de ônibus ou metrô.	33,7%
6º	Os veículos e combustíveis devem ser mais baratos para que mais pessoas possam andar de automóvel ou motocicletas.	6,8%
7º	Nada me faz deixar de usar o meu automóvel/moto, pois ele é muito importante para mim.	3,2%

Os entrevistados se mostraram bastante sensíveis às questões ambientais, uma vez que 68,1% declararam que se preocupam com a poluição do ar e com os ruídos produzidos pelos veículos. Alguns autores citam que as pessoas em geral aceitam mais o pedágio urbano em prol das questões ambientais do que de outras consequências dos congestionamentos. Em outras palavras, quando as pessoas são mais conscientes das causas ambientais ou percebem a importância de se controlar a qualidade do ar e do ruído dos veículos nas cidades tendem a ser mais favoráveis ao pedágio urbano (HÄRSMAN *et al.*, 2000;. SCHADE; SCHLAG, 2000, JAENSIRISAK *et al.*, 2005; JANSSENS *et al.*, 2009, FÜRST; DIEPLINGER, 2014).

A segunda afirmativa mais apontada pelos participantes (66,6%) foi “se o transporte coletivo (ônibus e metrô) me atendesse melhor eu reduziria o uso do meu automóvel ou motocicleta”. Há muito tempo não se investia tanto no sistema de transporte por ônibus na Capital como em 2014, em função da Copa do Mundo no Brasil, o Governo Federal disponibilizou recursos para as capitais que sediaram os jogos para aplicação em diversas áreas, inclusive no transporte coletivo. A Prefeitura de Belo Horizonte optou pela implantação de um sistema de *Bus Rapid Transit* (BRT – MOVE), com dois corredores de pistas exclusivas para os ônibus (Antônio Carlos e Cristiano Machado), estações modernas e devidamente integrados à Área Central. Na Pesquisa de opinião, contratada pela BHTRANS em 2015, especificamente na questão: “Como você avalia a atuação da BHTRANS na administração do transporte coletivo?”, a pontuação dada pelos participantes foi bem melhor que 2013 (antes do BRT – MOVE), conforme demonstra a série histórica representada na Figura 5.19 (BHTRANS, 2015).

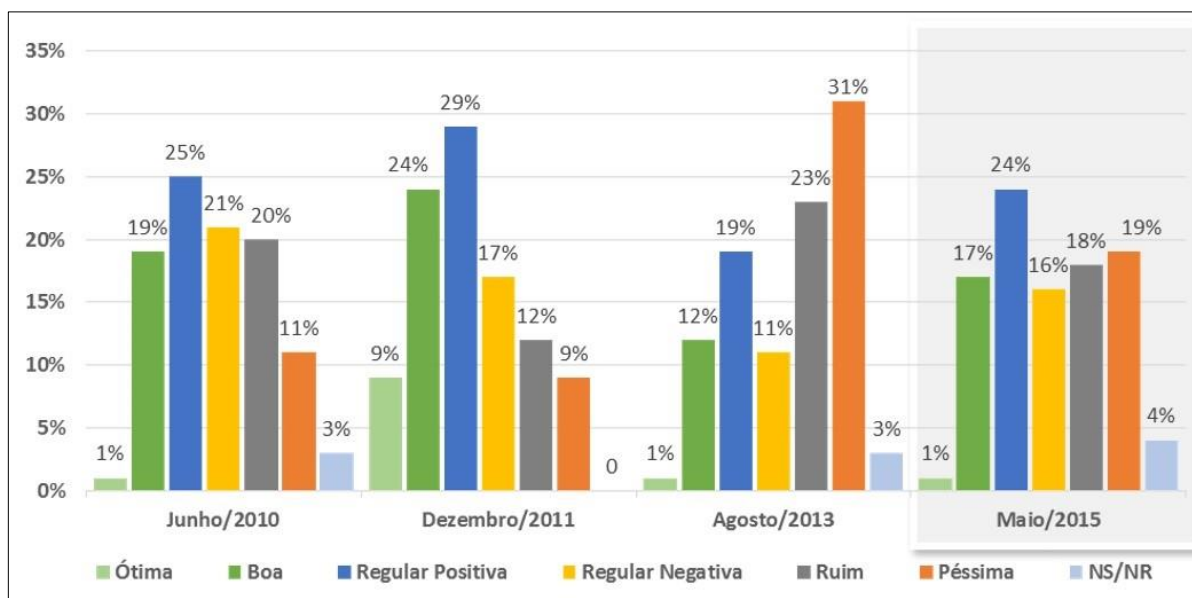


Figura 5.19 – Série Histórica de Avaliação do Transporte Coletivo (Fonte: Dados extraídos da Pesquisa de Avaliação de Governo, BHTRANS, 2015)

No entanto, importa ressaltar que, a melhora da avaliação do transporte coletivo de 2013 para 2015 não foi suficiente para interferir na escolha modal. A Figura 5.20 mostra a série histórica da divisão modal, observa-se que, em 2015 o MOVE teve uma participação de 8,5% e o ônibus convencional de 49,8%, somados os valores atingem 58,3% (BHTRANS, 2015).

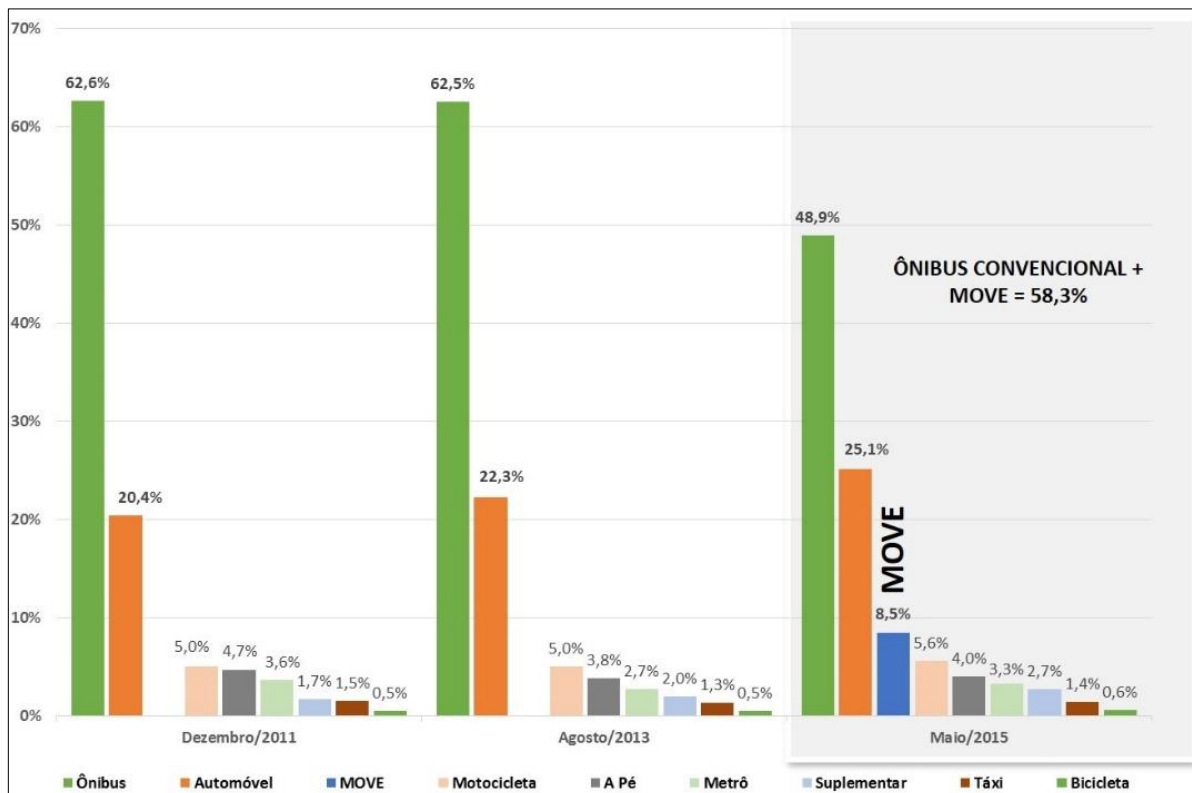


Figura 5.20 – Série Histórica da divisão modal (Fonte: Dados extraídos da Pesquisa de Avaliação de Governo, BHTRANS, 2015)

A participação do ônibus convencional e do MOVE, obtido na pesquisa de 2015, é inferior ao valor de 62,5%, encontrado na pesquisa de 2013, ou seja, as viagens de ônibus diminuíram mais de 2013 para 2015 do que de 2011 para 2013. Constata-se também, que as viagens de automóveis aumentaram, conforme a tendência da série mostrada na Figura 5.20.

“Os centros das cidades devem ser, prioritariamente, para pedestres e transporte coletivo (ônibus/metrô)” foi outra questão muito bem aceita pelos participantes da pesquisa, com 62,5% das pessoas favoráveis. Pode-se entender que os investimentos em calçadas, travessias para pedestres, estações de ônibus, abrigos nos pontos de parada, faixas exclusivas, dentre outros, são muito bem vistos pela população que frequenta a Área Central.

5.2.4 Possibilidade de Cobrança de Pedágio Urbano

A quarta seção trata mais diretamente das questões do pedágio urbano. Na primeira questão os respondentes tinham que escolher um dos cartões, Estratégia A, B ou C, que eram compostas de um sistema de cobrança, possibilidades de aplicação das receitas e os principais resultados esperados. Vale notabilizar que a escolha da Estratégia referia-se à ‘melhor opção para a cidade’ sob a ótica do participante. A Estratégia A era mais restritiva (Figura 4.16), a Estratégia B menos restritiva (Figura 4.17) e a Estratégia C previa a permanência da situação existente, ou seja, sem a cobrança de acesso (Figura 4.18). Conforme resultados expostos na Tabela 5.25, 37,4% dos respondentes julgaram que a Estratégia A seria efetiva para a Área Central da cidade, 41,3% consideraram que a Estratégia B é melhor e 21,3% optaram pela manutenção da situação existente.

Tabela 5.25 – Estratégia mais efetiva para a Área Central

ESTRATÉGIA MAIS EFETIVA	PERCENTUAL (%)
ESTRATÉGIA A – MAIS RESTRITIVA	37,4%
ESTRATÉGIA B – MENOS RESTRITIVA	41,3%
ESTRATÉGIA C – MANUTENÇÃO DA SITUAÇÃO EXISTENTE	21,3%
TOTAL	100,0%

A próxima questão desta seção levantou a seguinte hipótese: “Caso fosse implementada a Estratégia A ou B, qual seria a sua atitude diante da cobrança nas viagens com destino ou passagem pela Área Central?”. Para isso, foram formuladas seis opções de respostas, como mostra a Tabela 5.26. As respostas foram divididas em dois grupos. O primeiro deles foi constituído pelos respondentes que ‘não pagariam pelo pedágio na Área Central’. Uma parte

assinhalou a opção: “Não pagaria. Continuaría utilizando o mesmo modo de transporte que uso”. Essa opção foi respondida pelos usuários que realizam as viagens de transporte público, bicicletas e de modo a pé. A outra parte marcou a alternativa: “Não pagaria. Procuraria outros modos de transporte”. Essa alternativa foi respondida pelos usuários que realizam as viagens de automóveis, motocicletas e de outros modos.

Contudo, o segundo grupo foi representado pelos participantes que ‘pagariam o pedágio para acessar à Área Central’, subdivididos por quatro faixas de valores: “Pagaria até R\$ 10,00”, “Pagaria entre R\$10,00 e 20,00”, “Pagaria entre R\$20,00 e 30,00” e por último “Pagaria entre R\$30,00 e 40,00”. Essas possibilidades foram escolhidas por usuários que realizam as viagens de automóveis, motocicletas e de outros modos. Além destes, também fizeram parte desse grupo, alguns usuários de transporte público e de modos não motorizados que, eventualmente, pagariam pelo pedágio quando, assim, optassem pela utilização de transporte individual motorizado nas viagens para a Área Central.

Tabela 5.26 – Atitudes dos respondentes em relação ao pagamento de pedágio urbano

GRUPO	COMPORTAMENTO CASO FOSSE IMPLEMENTADA A ESTRATÉGIA A OU B	TOTAL
GRUPO 1: Não pagaria pelo pedágio urbano na Área Central	Continuaría usando o mesmo modo de transporte que uso (a pé, bicicletas, transporte público, outros)	44,1%
	Procuraria outros modos de transporte (a pé, bicicletas, transporte público, outros)	23,8%
GRUPO 2: Pagaria pelo pedágio urbano na Área Central	Pagaria até R\$ 10,00	24,4%
	Pagaria entre R\$ 10,00 e 20,00	5,7%
	Pagaria entre R\$ 20,00 e 30,00	1,2%
	Pagaria entre R\$ 30,00 e 40,00	0,8%
TOTAL		100,0%

As Figura 5.21, Figura 5.22, Figura 5.23, Figura 5.24, Figura 5.25, Figura 5.26 relacionam o principal modo de transporte utilizado nas viagens à Área Central com as atitudes dos respondentes diante da possibilidade de implementação de pedágio urbano. Importa ressaltar que, dentre os 40,3% automobilistas, 51,4% deles declararam que migrariam para outros meios de transporte, independente do valor cobrado, no entanto, os outros 48,6% responderam que pagariam para acessar à região. Dentre os usuários de automóveis que pagariam, subdividem-se que:

— com valor da taxa de R\$10,00, 48,6 % pagariam;

- com valor da taxa entre R\$10,00 e R\$20,00, 10,6% pagariam e a alteração da preferência modal atingiria 88,4%;
- com valor da taxa entre R\$20,00 e R\$30,00, somente 4% pagariam e a migração passaria para 96%;
- com valor da taxa entre R\$30,00 e R\$40,00, somente 1,8% pagariam e a mudança de transporte passaria para 98,2%;
- com valor da taxa acima de R\$40,00, todos usuários de automóveis procurariam outros modos para as viagens com destino ou passagem pela Área Central.

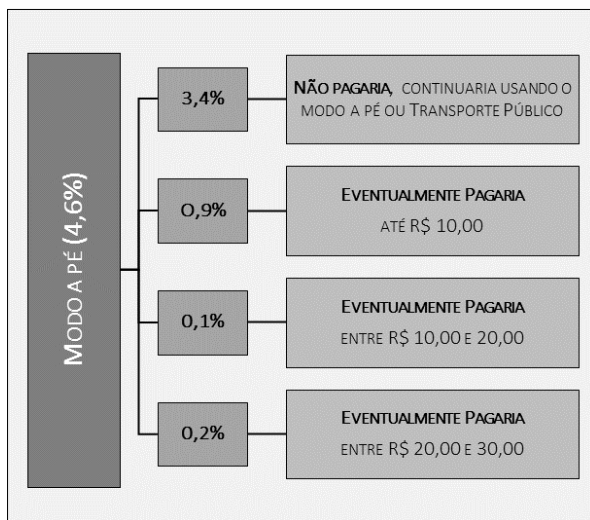


Figura 5.21 – Atitudes dos usuários de modo a pé

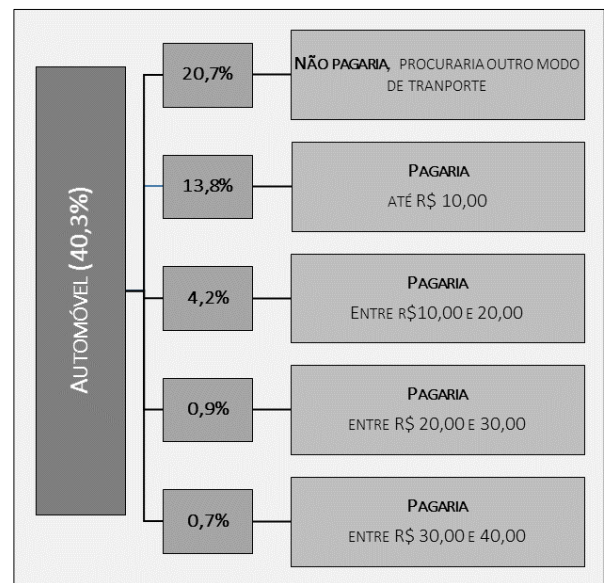


Figura 5.22 – Atitudes dos usuários de automóvel

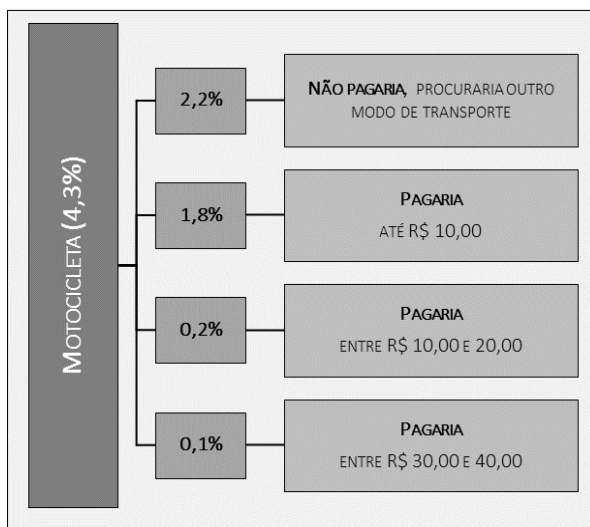


Figura 5.23 – Atitudes dos usuários de motocicletas

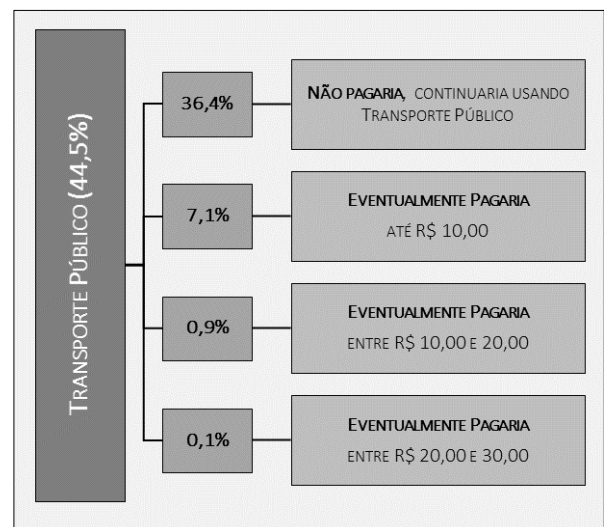


Figura 5.24 – Atitudes dos usuários de transporte público

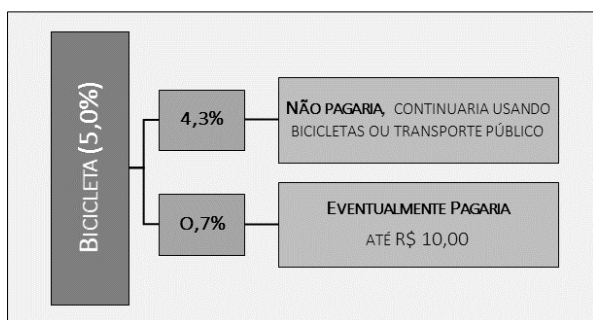


Figura 5.25 – Atitudes dos usuários de bicicletas

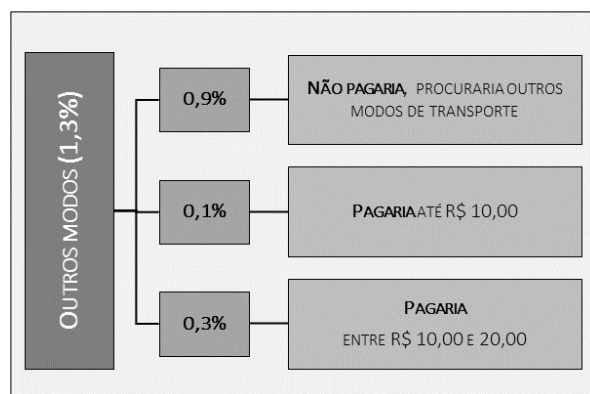


Figura 5.26 – Atitudes dos usuários de transporte público

A última questão dessa seção, solicitava ao respondente uma avaliação do seu sentimento (atitude afetiva) diante da perspectiva de implantação de um pedágio urbano, em conformidade com a Estratégia A ou B. Em outras palavras, “qual a expectativa do entrevistado em relação a solução de pedágio na Área Central?”, seria uma solução vantajosa ou desvantajosa, ou até mesmo, sem importância para ele. Vale evidenciar que, essa questão referia a uma avaliação particular, o que ele acha melhor para si, no intuito de captar se sentiria ‘prejudicado ou afetado individualmente’ diante da implementação dessa medida de política pública. As respostas estão expressas na Tabela 5.27, destaca-se que 50,6% consideram a solução vantajosa para eles. Essa questão diferencia daquela referente a escolha da melhor Estratégia em que os participantes optam para o melhor para a cidade.

Tabela 5.27 – Sentimento (atitude afetiva) diante da possibilidade de adoção de pedágio urbano na Área Central

SENTIMENTO DIANTE DO PEDÁGIO URBANO	PERCENTUAL (%)
DESvantagem PARA VOCÊ	31,8%
SEM IMPORTÂNCIA PARA VOCÊ	17,6%
VANTAGEM PARA VOCÊ	50,6%
TOTAL	100,0%

A Figura 5.27 relaciona-se a expectativa do respondente em relação a solução de pedágio na Área Central com o modo de transporte que ele utiliza nesses deslocamentos, nota-se que, dos 31,8% que consideram as Estratégias A e B desvantajosas, 75,5% são usuários de automóveis e 11,6% utilizam transporte coletivo. Por outro lado, 50,6% das pessoas que julgam a medida vantajosa, 49,7% são usuários de transporte coletivo e 31,3% de automóveis.

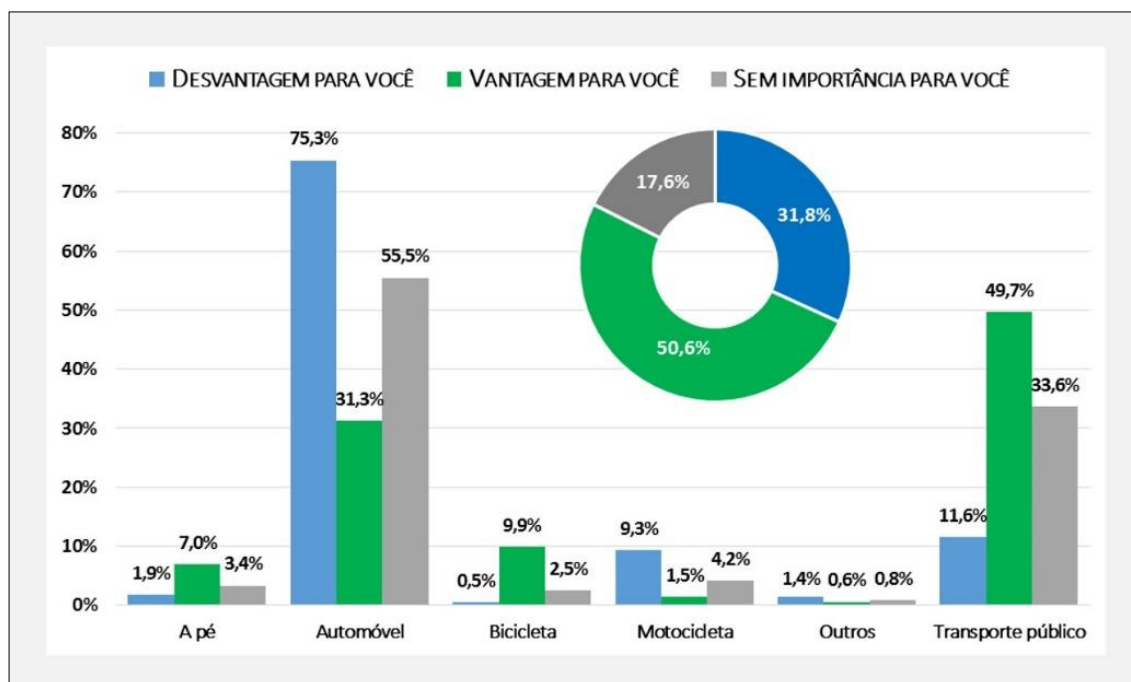


Figura 5.27 – Modo de transporte utilizado nas viagens à Área Central e a atitude afetiva diante da implantação de pedágio urbano

5.2.5 Variáveis selecionadas em relação á gestão da demanda por viagens

A quinta seção foi construída fundamentada na seleção das variáveis mais significativas ou aquelas capazes de sintetizar o contexto da segunda seção da pesquisa com os especialistas. Os resultados das variáveis explicativas foram obtidos por meio da Análise Fatorial Exploratória, de acordo com a descrição feita na Subseção 5.1.3 “Resultados da Análise Fatorial Exploratória”. Dentre as 18 variáveis constantes da pesquisa com os especialistas, foram extraídas seis para a pesquisa com a população. Assim, os participantes apontaram o nível de concordância na escala Likert, nos mesmos padrões da primeira pesquisa.

A Tabela 5.28 apresenta os resultados em percentuais e os valores do ‘indicador de concordância’ de cada variável, após a coleta de dados realizada com escala Likert de cinco níveis, em que concordo totalmente (CT), concordo parcialmente (CP), indiferente (I), discordo parcialmente (DP) e discordo totalmente (DT).

Os indicadores de concordância encontrados na pesquisa com os especialistas (Tabela 5.2) foram muito semelhantes aos constatados na pesquisa com a população (Tabela 5.28).

Tabela 5.28 – Avaliação das respostas das variáveis em % e respectivos indicadores

DESCRIÇÃO DAS FRASES AFIRMATIVAS		CT (%)	CP (%)	I (%)	DP (%)	DT (%)	INDICADOR
VAR 01	A redução dos congestionamentos é um grande desafio para o poder público diante da mobilidade urbana.	73,0	23,0	1,0	2,4	0,6	4,66
VAR 04	A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir em melhorias dos serviços e da infraestrutura viária do transporte público por ônibus (tais como: <i>Bus Rapid Transit</i> - BRT, corredores ou faixas exclusivas para ônibus e na construção de equipamentos de apoio à sua operação - terminais, estações de transferência, pontos de parada).	41,6	43,9	2,4	9,0	3,1	4,16
VAR 05	A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir na implantação de transporte por trilhos (tais como: veículo leve sobre trilhos - VLT, monotrilho ou metrô).	50,8	40,6	3,1	3,7	1,8	4,35
VAR 08	Os automóveis, dentre os modos de transportes, são os principais responsáveis pelos elevados níveis de emissão de poluentes de efeito estufa e poluentes locais.	38,6	39,1	11,4	7,7	3,2	4,02
VAR 10	O pedágio urbano é uma boa solução para a redução dos congestionamentos.	24,9	43,0	4,3	13,6	14,2	3,51
VAR 18	A participação popular no processo decisório para a implementação de pedágio urbano é essencial para garantir o êxito deste instrumento.	58,8	25,6	5,9	5,3	4,4	4,29

As questões de equidade são consideradas objeções ao pedágio urbano (LEVINSON, 2010), uma vez que a precificação de vias pode ser interpretada como sistema regressivo em termos de distribuição de renda (TEUBEL, 2000). Nesse sentido, a aceitabilidade pública depende, fundamentalmente, da distribuição equitativa de ganhos e perdas da medida (JAKOBSSON *et al.*, 2000; ITTNER *et al.*, 2003; BARTLEY, 1995), justificando assim, o aumento do apoio aos sistemas de tarifação que alocam receitas para a melhoria do transporte público. Os viajantes de baixa renda são mais propensos a serem usuários de ônibus, e, portanto, podem se beneficiar das melhorias do sistema e da redução dos tempos de deslocamentos, advindas dos recursos do pedágio urbano (MAY *et al.*, 2010). Os resultados encontrados na pesquisa estão compatíveis com os autores, visto que os indicadores de concordância com a aplicação das receitas do pedágio urbano no sistema de transporte coletivo por ônibus, foram elevados, tanto para os especialistas (IC = 4,26), como para a população (IC = 4,16). Embora a população da RMBH tenha se mostrado mais favorável ainda aos investimentos em transporte por trilhos (tais como: veículo leve sobre trilhos - VLT, monotrilho ou metrô), com IC de 4,35.

5.2.6 Classificação de cinco instrumentos de gestão da demanda por viagens

Na última seção do questionário com a população, solicitou-se aos participantes que fossem ordenadas, conforme a efetividade de sua implementação, cinco opções de medidas com vistas a desestimular a circulação de automóveis e motocicletas na Área Central de Belo Horizonte. Foram apresentados os mesmos instrumentos e procedimentos de avaliação da pesquisa com os especialistas descritas no Subseção 4.1.4 “Classificação dos instrumentos de gestão de demanda por viagens”, com a diferenciação de que as medidas foram avaliadas pelos especialistas para grandes centros urbanos.

A Tabela 5.29 retrata o percentual de representatividade de cada classificação da medida e o ‘Indicador de Efetividade’ (IEF). Os valores encontrados apresentam poucas diferenciações em relação à pesquisa com os especialistas, mas merecem destaque:

- A população considera a implantação de vias ou faixas para o transporte público mais efetiva do que os especialistas;
- A população julga mais efetiva a transformação de área de estacionamento em infraestrutura para ciclistas, calçadas e *parklets* do que restrição e controle de vagas de estacionamento, o ponto de vista dos especialistas é o contrário;

— A rejeição ao rodízio é maior entre os especialistas do que entre os participantes da população; mas, tanto para os especialistas, como para a população a rejeição ao rodízio é maior do que ao pedágio urbano.

Tabela 5.29 – Classificação dos instrumentos de gestão de demanda por viagens (População)

INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE DEMANDA POR VIAGENS	CLASSIFICAÇÃO DE ACORDO COM A EFETIVIDADE (%)					IEF
	1º	2º	3º	4º	5º	
Vias ou faixas exclusivas para o transporte público	54,2%	22,3%	13,2%	5,0%	5,3%	4,15
Restrição e controle de vagas de estacionamento	12,0%	24,4%	20,6%	26,4%	16,6%	2,89
Transformação de área de estacionamento em infraestrutura para ciclistas, calçadas e <i>parklets</i>	17,5%	25,3%	21,7%	15,8%	19,7%	3,05
Rodízio de veículos (baseado no final da placa)	15,3%	19,8%	16,7%	17,3%	30,9%	2,71
Pedágio urbano ou taxa de congestionamento com participação popular na definição de aplicação das receitas	23,8%	21,8%	15,4%	18,0%	21,0%	3,09

Vale ressaltar que, dentre os representantes da população 44,6% são usuários de transporte coletivo nas viagens (com destino ou passagem) para a Área Central, ou seja, são avaliações de algumas pessoas que convivem diariamente com os transtornos no sistema de transporte. Por outro lado, entre os especialistas somente 13,8% utilizam ônibus como modo de transporte.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde 1987, com a definição do princípio do desenvolvimento sustentável como uma forma de suprir às ‘necessidades’ das gerações atuais, mas, sem comprometer a possibilidade das gerações futuras em satisfazer às suas próprias ‘necessidades’, as cidades do mundo começaram a despertar, lentamente, para as preocupações com o gerenciamento de mobilidade urbana.

A gestão da demanda por viagens nas grandes cidades é fundamental, pois caminha na direção de influir na preferência do modo de transporte das pessoas, com a criação de políticas públicas voltadas para o incentivo à utilização de modos mais sustentáveis, como os coletivos e não motorizados. O pedágio urbano é uma forma de controlar a demanda de tráfego, uma vez que a redução dos congestionamentos é o cerne da área de transportes, tanto pelas deseconomias urbanas, como também pelas razões ambientais.

A presente dissertação permitiu analisar a percepção dos especialistas de transportes do Brasil e da população da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) frente às questões relacionadas ao pedágio urbano ou taxa de congestionamento, nos moldes descritos na Lei da Mobilidade nº 12.587/2012. Assim, sucedeu-se, primeiramente, uma pesquisa com especialistas de transporte do Brasil (Etapa I) e, a partir desta, construiu-se um caminho para a realização da pesquisa com a população da RMBH (Etapa II) sobre a possibilidade de adoção de pedágio urbano na Área Central da cidade. Para fundamentar a estrutura desta dissertação foram entrevistados 348 especialistas e 676 residentes na RMBH.

Dentre as principais questões abordadas na pesquisa com a população, merece destacar a incredulidade dos cidadãos brasileiros no tocante ao poder político do País e a descrença em relação à aplicação das receitas. No entanto, em geral, os principais fatores determinantes, identificados neste estudo, que podem contribuir para a aplicabilidade e aceitabilidade do pedágio urbano como forma de política pública para a realidade brasileira, são apresentados a seguir:

- A expressiva conscientização dos entrevistados em geral (especialistas e população) do quanto os transtornos provenientes dos congestionamentos são desafios para o poder público diante da mobilidade urbana.

- O reconhecimento da importância em direcionar mais investimentos em mecanismos para minimizar os congestionamentos, diminuir os tempos de deslocamentos das pessoas e melhorar a qualidade ambiental e a eficiência econômica das cidades.
- Os especialistas manifestaram de forma mais favorável aos investimentos na melhoria da prestação de serviços e da infraestrutura viária do transporte público por ônibus do que aos investimentos em transporte por trilhos (tais como: veículo leve sobre trilhos - VLT, monotrilho ou metrô). Entre os representantes da população da RMBH, todavia a situação foi inversa.
- A maioria dos especialistas são desfavoráveis a investimentos em obras estruturantes (tais como: túneis, viadutos, trincheiras) para aumento de capacidade viária e concordam que a gestão da mobilidade urbana, centrada na melhoria da fluidez dos veículos, acarreta impactos socioambientais (o aumento nas emissões de gases de efeito estufa e da poluição atmosférica, sonora e visual).
- Dentre os modos de transportes, os especialistas consideram que os automóveis são os principais responsáveis pelos elevados níveis de emissão de poluentes na atmosfera e estão entre as principais causas de problemas respiratórios.
- Se comparados, o pedágio urbano é a melhor solução para a redução dos congestionamentos do que para a redução de emissão de poluição causada pelos automóveis na visão dos especialistas.
- A ideia de que pedágio urbano pode funcionar como um sistema econômico de redistribuição positiva do espaço viário, em que os usuários dos automóveis pagam pela utilização das vias urbanas, com a possibilidade de reversão das receitas arrecadadas em benefícios para a mobilidade urbana foi uma questão em que os especialistas se mostraram bem favoráveis.
- Os especialistas concordaram que a adoção de pedágio urbano pode ser uma medida favorável aos usuários de transporte coletivo por ônibus, visto que pode propiciar a redução dos tempos de deslocamentos deste modo de transporte e a melhora na qualidade dos serviços prestados à sociedade.
- Em relação às possibilidades de aplicação de receitas arrecadadas, os especialistas julgaram, em primeiro lugar, que os recursos obtidos com o pedágio urbano devem ser investidos em melhorias dos serviços e infraestrutura do transporte coletivo por ônibus; em segundo lugar, na implantação de transporte sobre trilhos (tais como:

- veículo leve sobre trilhos - VLT, mon trilho ou metrô); em terceiro lugar, em melhorias do transporte não motorizado.
- A amostra da população da RMBH foi bem diversificada em relação à faixa etária, escolaridade, renda, local de residência e equilibrada na divisão modal das viagens com destino ou passagem pela Área Central, em que 40,2% dos entrevistados utilizam automóveis e 44,6% preferem o transporte coletivo. Ademais, 46,6% podem ser considerados frequentadores da Área Central, posto que realizam viagens com destino ou passagem à região mais de quatro vezes por semana.
 - A pesquisa com a população da RMBH apontou a existência de uma inversão (extremamente positiva) da escolha dos modos de transportes, entre as principais viagens diárias, em que prevalece a preferência pelos automóveis (49,6%) e entre as viagens com destino ou passagem pela Área Central da Capital mineira, em que prevalece a preferência por transporte coletivo (44,6%).
 - Na visão de 53% dos respondentes da população, o trânsito na Área Central piorou nos últimos 5 anos, os usuários de transporte coletivo consideram a situação do trânsito pior do que os automobilistas. Nesse período foram realizados vários investimentos para a melhoria do sistema de transporte por ônibus, como: sistema de BRT (denominado MOVE), faixas exclusivas e preferenciais para ônibus, MobiCentro, dentre outros. Embora essas medidas tenham sido divulgadas ‘como melhorias para o transporte coletivo’, o reconhecimento delas é maior entre os usuários de automóveis do que os de transporte coletivo.
 - Acima de 60 % dos representantes da população declararam (i) que se preocupam com a poluição do ar e com os ruídos produzidos pelos veículos; (ii) que reduziriam a utilização de automóvel e motocicleta, se o transporte coletivo (ônibus e metrô) lhes atendessem melhor; (iii) que os centros das cidades devem ser destinados, prioritariamente, para pedestres e para o transporte coletivo (ônibus/metrô).
 - No que concerne às Estratégias apresentadas aos respondentes, 78,7% (37,4% opção mais restritiva e 41,3% opção menos restritiva) consideram que as opções de cobrança de taxa, associadas às aplicações de receitas (sistema de transporte coletivo por ônibus, transporte não motorizado e para subsídio da tarifa de ônibus), são boas para a cidade. Em contraponto, 21,3% optaram pela continuação da forma que se encontra, sem taxa de cobrança na Área Central. A Estratégia B (menos restritiva) foi composta de cobrança de taxa única para automóveis e motos de 6h as 9h e de 17h as 20h, com

50% de desconto de 9h as 17h, nos dias úteis de segunda a sexta. Em relação à aplicação de receitas, a proposta era: 40% para investimentos em infraestrutura para transporte público coletivo, 20% para investimentos em infraestrutura para ciclistas e pedestres e 40% para o custeio da tarifa de transporte coletivo.

- Em relação a escolha modal, caso fosse implantada uma medida de pedágio urbano na Área Central, 23,8% do total dos entrevistados declararam que procurariam outros modos de transporte e 32,1% afirmaram que pagariam o pedágio urbano até R\$ 10,00. Em relação os usuários de automóveis (40,3% da amostra), 51,4% deles declararam que migrariam para outros meios de transporte e, no entanto, os outros 48,6% responderam que pagariam para acessar à região. Por sua vez, 50,6% das pessoas consideraram a medida vantajosa para eles, destes 49,7% são usuários de transporte coletivo. Dentre os automobilistas, 75,5% consideram que o instrumento seria desvantajoso para eles.

Importa enfatizar que, mesmo com todas as questões declaradas pelos especialistas, a sua atitude em relação à preferência modal é questionável, uma vez que 70,7% deles, por razões diversas, utilizam o transporte individual motorizado para suas viagens residência – trabalho (dentre os especialistas de Belo Horizonte e Brasília, esse valor passa para 82%). Em contraponto, somente 13,8% utilizam transporte coletivo por ônibus. Tais resultados reforçam a ideia do diferencial entre a opinião e o comportamento destes. Em outras palavras, vale a afirmação de James Farrel: faz o que eu digo mas não faça o que eu faço.

Vale ressaltar, que o pedágio urbano é considerada uma medida de natureza impopular, haja vista que nenhuma pessoa gostaria de, espontânea vontade, começar a pagar pelo uso de um espaço viário ‘público’, que sempre esteve disponível para a sua utilização de forma gratuita. Entretanto, foi consenso entre os participantes das pesquisas que, para aumentar a aceitabilidade desse instrumento de gestão de demanda de viagens, é imprescindível a transparência política e a participação da população no processo de implementação, bem como o ‘compromisso legal do poder público perante a sociedade nas questões e decisões de aplicação das receitas’.

Em relação à classificação dos cinco instrumentos de gestão de demanda por viagens para desestimular a circulação de automóveis nos grandes centros urbanos, observa-se:

- tanto os representantes dos especialistas como da população metropolitana consideraram a implantação de vias ou faixas exclusivas para o transporte público como a medida mais efetiva (1º lugar) e o rodízio a menos efetiva (5º lugar);
- em relação ao 2º, 3º, 4º ocorreram variações, os especialistas classificaram na seguinte ordem: restrição e controle de vagas de estacionamento, transformação de área de estacionamento em infraestrutura para ciclistas, calçadas e *parklets* e em 4º lugar, o pedágio urbano; a população de Belo Horizonte ordenou assim: pedágio urbano, transformação de área de estacionamento em infraestrutura para ciclistas, calçadas e *parklets* e em 4º lugar, a restrição e controle de vagas de estacionamento.

Essa parte da pesquisa abrangeu somente a classificação de cinco instrumentos, mas é evidente a existência de outros de ordem governamental, como: o aumento do tributo sobre a posse de veículos, o controle do preço de combustíveis e a criação de mecanismos diversos para o controle da taxa de motorização do País.

Apesar das controvérsias diante da efetividade (eficiência mais eficácia) do pedágio urbano de regulação, a sua adoção com a participação popular na definição de aplicação das receitas mostrou-se uma opção razoavelmente aceitável no âmbito dos especialistas e da população da RMBH, visto que 17,5% e 23,8%, respectivamente, consideram a opção mais efetiva para desestimular a circulação de automóveis nos grandes centros urbanos. Convém destacar que, os investimentos em vias ou faixas exclusivas para o transporte público apresentaram valores expressivos como ‘a medida mais efetiva’ na opinião de 48,6% dos especialistas e de 54,2% da população da RMBH.

Não obstante, oferecer um transporte público de qualidade por ônibus ou por trilhos para a sociedade é fundamental para as cidades brasileiras, mas não se mostra suficiente ao ponto de interferir na escolha modal das pessoas. Basta observar que metrópoles como Paris, Londres e Tóquio dispõem de excelentes redes de transporte público coletivo e também enfrentam grandes desafios de mobilidade urbana.

Esse fato pode ser confirmado pela pesquisa de opinião da BHTRANS, realizada em 2015, após a implantação do BRT – MOVE, em que as pessoas avaliaram melhor a administração do transporte coletivo do que em 2013, mas não ocorreu alteração na distribuição dos modos de transporte que justificasse os investimentos. Pelo contrário, a contribuição dos usuários do transporte coletivo por ônibus na divisão modal passou de 62,5% (2013) para 58,3% (2015).

Nessa conjuntura, conclui-se que os instrumentos de gestão de demanda estão associados, logo, a implementação de pedágio urbano nas áreas centrais congestionadas não pode ser uma solução isolada. Para garantir o bem-estar social deve-se investir em melhorias dos serviços e infraestrutura do transporte coletivo, em incentivos ao uso do transporte não motorizado e em uma política mais restritiva de estacionamento nas áreas centrais das cidades.

De maneira geral, aspira-se tornar os resultados constantes nesta dissertação, parâmetros e diretrizes para o planejamento de um pedágio urbano de regulação com vistas à redução dos congestionamentos nas grandes cidades. Os maiores desafios no desenvolvimento deste trabalho foi a resistência das pessoas em contribuir para as pesquisas e, muitas vezes, a dificuldade da população em entender o que estava sendo perguntado. Para resolver isso foi fundamental a qualificação dos entrevistadores, principalmente na habilidade de lidar com as pessoas.

Por fim, a implantação do pedágio urbano na Área Central de Belo Horizonte, nos moldes descritos nesta dissertação, pode estimular a migração de 51,4% dos usuários de automóveis para outros modos de transporte. Os resultados indicam que o pedágio urbano, como política pública para a melhoria da mobilidade urbana, pode ser implementado, desde que, observada criticamente a destinação dos recursos arrecadados, apresente uma gestão com transparência política e possibilite a participação popular na gestão e nas decisões.

6.1 Oportunidades de estudos complementares

A abrangência das pesquisas realizadas com os especialistas e com a população da RMBH permite o desenvolvimento de estudos complementares, tanto na exploração de outros cruzamentos dos resultados, quanto na exploração de diversos caminhos pertinentes ao tema, logo, sugere-se:

- A exploração das melhores lições aprendidas nos pedágios de Singapura, Londres, Estocolmo, Milão e a verificação dessas práticas no contexto do Brasil.
- A realização de um estudo de avaliação do equilíbrio econômico, ambiental e social da implementação de pedágio urbano, a partir de dados precisos de contagem de veículos nas vias de acesso à Área Central da Capital mineira.
- A definição de uma política pública de pedágio urbano específica para os moradores da Área Central e a avaliação da percepção deles em relação ao instrumento.
- Um estudo sobre as tecnologias de pedágio urbano disponíveis do mercado.

REFERÊNCIAS

ABADIE, G. Le péage urbain de Londres. *Transport Environnement Circulation*. p. 13-17, 2003. Disponível em: <<http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr>>. Acesso em: 12 jun.2016.

AJZEN, I. The theory of planned behavior. *Organizational behavior and human decision processes*, v. 50, n. 2, p. 179-211, 1991.

ALBALATE, D; BEL, G. What Local Policy Makers Should Know about Urban Road Charging: Lessons from Worldwide Experience. *Public Administration Review. Public Administration Review*, v. 69, n. 5, p. 962-974, Washington, DC, 2009.

ALMEIDA R. A.; OLIVEIRA A. V. M. Sistemas de tarifação de congestionamento: estudo de caso de Londres. Planejamento e Gestão Urbana. *Revista dos Transportes Públicos (ANTP)*, Ano 35, p. 83-100, 1º quadrimestre, 2013.

ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M. Apresentação. In: ARBIX, G.; ZILBOVICIUS, M. (org.). *De JK a FHC a reinvenção dos carros*. São Paulo: Scritta, 1997. 522 p.

ARNOTT, R. William Vickrey: Contributions to public policy. *International Tax and Public Finance*, v. 5, n. 1, p. 93-113, 1998.

ARNOTT, R.; DE PALMA, A.; LINDSEY, R. A structural model of peak-period congestion: A traffic bottleneck with elastic demand. *The American Economic Review*, p. 161-179, 1993.

ARNOTT, R.; DE PALMA, A.; LINDSEY, R.. Economics of a bottleneck. *Journal of urban economics*, v. 27, n. 1, p. 111-130, 1990.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES (ANPET), 2017. Disponível em: <<http://www.anpet.org.br/portal/>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP), 2017a. Disponível em: <<http://21congresso.antp.org.br/>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP), 2017b. Disponível em: <<https://goo.gl/EDCfXw>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). *Sistema de Informações da Mobilidade Urbana*. Relatório Comparativo 2003 a 2014. São Paulo, 2016.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP); Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S.A. (BHTRANS). *Desenvolvimento de Projetos para Reestruturação do Sistema Viário Perimetral da Área Central de Belo Horizonte (Av. do Contorno) – Trechos Sul e Norte*. 2014. Produto P1A – Relatório de Diagnóstico da Situação Atual e Levantamento de Dados. Consórcio: Oficina, Tecnotran, Setec Internacional, Setec Hidrobrasileira.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). Anuário da Indústria Automobilística Brasileira (*Brazilian Automotive Industry Yearbook*), 2016. São Paulo, 2016.

BABBIE, E. *Métodos de pesquisa de survey*. Tradução: Guilherme Cezarino – 2ª reimpressão, Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2003.

BARTLEY, B. Mobility impacts, reactions and opinions: traffic demand management options in Europe: The MIRO Project. *Traffic engineering and control*, v. 36, n. 11, p. 596-602, 1995.

BECKMANN, M. J. Spatial equilibrium in the dispersed city. In: *Environment, regional science and interregional modeling*. Springer Berlin Heidelberg, p. 132-141. 1976.

BELO HORIZONTE, Prefeitura Municipal. *Plano de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte*. PlanMob-BH. Plano de Gerenciamento da Demanda e Diretrizes Para Melhoria da Oferta, 2009. Empresa de Transporte e Trânsito de Belo Horizonte. Disponível em: <<http://goo.gl/5UKHg2>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

BELO HORIZONTE, Prefeitura. *Decreto Nº 15.317, de 2 de setembro de 2013*. Institui o Plano Diretor de Mobilidade Urbana de Belo Horizonte - PlanMob-BH e estabelece as diretrizes para o acompanhamento e o monitoramento de sua implementação, avaliação e revisão periódica. 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/H47a53>>. Acesso em: 27 jan.2017.

BELO HORIZONTE, Prefeitura. *Decreto Nº 15.895, de 12 de março de 2015*. Estabelece regras e condições para a instalação de “parklets” no Município e dá outras providências. 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/ClvzIP>>. Acesso em: 27 jan.2017.

BELO HORIZONTE, Prefeitura. *Lei Nº 10.231, de 19 de julho de 2011*. Dispõe sobre a circunscrição das regiões administrativas do Município. 2011. Disponível em: <<http://portal6.pbh.gov.br/dom/iniciaEdicao.do?method=DetalheArtigo&pk=1062300>>. Acesso em: 26 jan. 2017.

BELO HORIZONTE, Prefeitura. *Lei Nº 7.165, de 27 de agosto de 1996*. Institui o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte. 1996. Disponível em: <<http://cm-belo-horizonte.jusbrasil.com.br/legislacao/237742/lei-7165-96>>. Acesso em 31 jan. 2017.

BHTRANS, Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S. A. *Manual das Pesquisas Origem e Destino 2002 e 2012*. 2016. 145p. Disponível em: http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/pls/portal/!PORTAL.wwpob_page.show?_docname=10498264.PDF>. Acesso em: 26 jan. 2017.

BHTRANS, Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S. A. *Gestão da Mobilidade Individual Motorizada*. 2017. Documento Interno.

BHTRANS, Empresa de Transportes e Trânsito de Belo Horizonte S. A. *Pesquisa Quantitativa de Avaliação de Governo*. 2015. Doxa Instituto de Pesquisa.

BOARETO, R. A mobilidade urbana sustentável. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*, São Paulo, ano 25, p. 45-56, 3º trimestre, 2003.

BÖRJESSON, M.; ELIASSON, J.; HUGOSSON, M. B.; BRUNDELL-FREIJ, K. The Stockholm congestion charges – 5 years on. Effects, acceptability and lessons learnt. *Transport Policy*, v. 20, p. 1-12, 2012.

BRASIL. *Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana*. Brasília: Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana (SeMob), Ministério das Cidades, 2015.

BRASIL. *Lei Nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012*. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1 de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/cmr4PK>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

BRASIL. Ministério das Cidades. Curso Gestão Integrada da Mobilidade Urbana. *Módulo II: Cidade, Cidadão e Mobilidade Urbana Sustentável*. Programa Nacional de Capacitação das Cidades, Brasília, Março, 2006.

BRINCO, R. *Pedágio urbano e gerenciamento do tráfego urbano: elementos para a análise*. Porto Alegre: Secretaria do Planejamento, Gestão e Participação Cidadã, Fundação de Economia e Estatística, 2014. 130 p.

BRINCO, R. *Transporte urbano e dependência do automóvel*. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser, 2006. 136p.

BRITISH BROADCASTING CORPORATION (BBC) News. 19 fev. 2007. Disponível em: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/england/london/6368957.stm>. Acesso em: 06 set. 2016.

BROWN, T. A. *Confirmatory factor analysis for applied research*. 2.ed. The Guilford Press Publications (New York, London). 2015.

BRUNDTLAND, G. H. *et al.* Our common future: Report of the 1987 World Commission on Environment and Development. 1987. 59p. Oslo: United Nations, 1987. 59 p.

BRYMAN, A. *Research Methods and Organization Studies*. Great Britain: Routledge, 1989. 283 p.

BUCHANAN, J. M. An economic theory of clubs. *Economica*, v. 32, n. 125, p. 1-14, 1965 *apud* HAU, T. D. *Economic Fundamentals of Road Pricing: a diagrammatic analysis*. Washington: The World Bank Publications. Transport Division, Infrastructure and Urban Development, Policy Research Working Paper WPS nº 1070, 1992. 96 p.

CARDOSO, L. *Transporte público, acessibilidade urbana e desigualdades socioespaciais na Região Metropolitana de Belo Horizonte*. 2007. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

CASTRO, M. A. G. *Gerenciamento da mobilidade: Uma Contribuição Metodológica para a Definição de uma Política Integrada dos Transportes no Brasil*. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CLÉMENT, L. La conjecture de MJH Mogridge: test sur l'agglomération de Lyon. *Les cahiers scientifiques du transport*, n. 30, p. 51-64, 1995.

COASE, R. H. The Problem of Social Cost. Source: *Journal of Law and Economics*, v. 3, n.º. 1, p. 1-44, 1960. Published by: The University of Chicago Press.

COMMONS ABUNDANCE NETWORK (CAN), 2016. Disponível em: <<http://commonsabundance.net/docs/political-attents-to-reduce-car-use-in-cities/>>. Acesso em 10 dez. 2016.

COMUNE DI MILANO. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/Mmi6kM>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

CO-ORDINATING URBAN PRICING INTEGRATED DEMONSTRATIONS (CUPID). Final Publishable Report. European Commission Competitive and Sustainable Growth Programme. 2004. Disponível em: <<http://goo.gl/g5xpk7>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

COORDINATION OF URBAN ROAD-USER CHARGING ORGANISATIONAL ISSUES (CURACAO), European Commission, 2006-2007. Disponível em: <<http://www.isis-it.net/curacao/?content=schoslo>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

CORREIA, J. C. *Impactos da indústria automobilística nas cidades do estado de São Paulo e sua transformação em função do processo industrial*. 2008. 288 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

COSTA, M. S. *Um índice de mobilidade urbana sustentável*. 2008. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Área de Concentração Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

CROZET, Y.; ARABEYRE, A. BOUF, D.; CHAUSSE A.; NICOLAS J. P.; PEREZ M.; TOILIER F. *La mobilité en milieu urbain: de la préférence pour la congestion à la préférence pour l'environnement?* Lyon: Laboratoire Aménagement Économie Transports, Université Lumière Lyon 2, 1994, 304 p. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr>>. Acesso em: 04 mai. 2016.

CUNHA, L. M. A. *Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes*. 2007. Dissertação (Mestrado em Probabilidades e Estatística) – Departamento de Estatística e Investigação Operacional, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal, 2007.

DUPUIT, J. *De l'influence des pearges sur l'utilite des voies de communication*. Paris: Extrait des Annales des Ponts et Chaussees. 1849. 84 p.

DUPUIT, J. De la mesure de l'utilité des travaux publics. *Revue française d'économie*, v. 10, n. 2, p. 55-94, Revue 1995, Original 1844. Disponível em: <<http://www.persee.fr>>. Acesso em 25 mar, 2016.

ELIASSON, J. Lessons from the Stockholm congestion charging trial. *Transport Policy*, v. 15, n. 6, p. 395-404, 2008.

ELIASSON, J.; JONSSON, L. The unexpected “yes”: Explanatory factors behind the positive attitudes to congestion charges in Stockholm. *Transport Policy*, v. 18, n. 4, p. 636-647, 2011.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (FIRJAN). *O custo dos deslocamentos nas principais áreas urbanas do Brasil*. Sistema FIRJAN. Pesquisas e Estudos Socioeconômicos. Rio de Janeiro, 2015.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). *Managed lanes – a primer*. 2008. Disponível em: <http://ops.fhwa.dot.gov/publications/managelanes_primer/>. Acesso em: 15 mar. 2016.

FERREIRA, D. F. *Estatística multivariada*. Editora Universidade Federal de Lavras (UFLA), 2008.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. *Opinião Pública*, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010.

FIGUEIREDO, N. M. A. *Método e Metodologia na Pesquisa Científica*. Difusão Editora, 2004. 247p.

FOLHA DE SÃO PAULO. *Em 12 anos, pedágio urbano reduz acidentes em 40% em Londres*. Publicado em 08 mar. 2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mundo/2015/03/1599895-em-12-anos-pedagio-urbano-reduz-acidentes-em-40-em-londres.shtml>>. Acesso em: 03 jun. 2016.

FREITAS, H., OLIVEIRA, M., SACCOL, A. Z, MOSCAROLA, J. O método de pesquisa survey. *Revista de Administração*, v. 36, n. 3, p. 105-112, 2000.

FÜRST, E. W. M.; DIEPLINGER, M. The acceptability of road pricing in Vienna: the preference patterns of car drivers. *Transportation*, v. 41, n. 4, p. 765-784, 2014.

GIAMBIAGI, F.; ALÉM, A. C. D. *Finanças públicas: teoria e prática no Brasil*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil/ Editora Campus Ltda., 2008.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo, v. 5, p. 61, 2002.

GIULIANO, G. An assessment of the political acceptability of congestion pricing. *Transportation*, v. 19, n. 4, p. 335-358, 1992.

GOH, M. Congestion management and electronic road pricing in Singapore. *Journal of Transport Geography*, v. 10, n. 1, p. 29-38, 2002.

GOMIDE, A. Á. *Transporte urbano e inclusão social: Elementos para políticas públicas*. Nº. 960. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2003.

GOMIDE, A.; MORATO, R. *Instrumentos de desestímulo ao uso do transporte individual motorizado: lições e recomendações*. São Paulo: Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), Série Temas em Debates, 2011.

GOODWIN, P. B. Empirical evidence on induced traffic. A review and synthesis *Transportation*, v. 23, n. 1, p. 35-54, 1996.

GOODWIN, P. B. Solving Congestion, Inaugural Lecture for the Professorship of Transport Policy, University College London (UCL). *ESRC Transport Studies Unit, University College, London*, p. 1-11, 1997.

GORZ, A. L'idéologie sociale de la bagnole. In: *Le sauvage*, p. 1-9, set./out.1973. Disponível em: <<http://www.perspectives-gorziennes.fr/public/pdf/BagnoleGorz.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

GRISOLÍA, J. M.; LÓPEZ, F.; ORTÚZAR, J. Increasing the acceptability of a congestion charging scheme. *Transport Policy*, v. 39, p. 37-47. 2015.

GUIMARÃES, T. O conceito de externalidade e as raízes do pedágio urbano na teoria econômica. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*, São Paulo, Ano 30, p.107-119, 1º trimestre, 2008.

HAIR JR., J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. Tradução de Adonai Schlup Sant'Anna. *Análise multivariada de dados*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2009. Título original: *Multivariate Data Analysis*.

HARDIN, Garret. *The Tragedy of Commons*. *Science*, v. 162, p. 1.243-1.248, 1968. Disponível em: <<http://www.garretthardinsociety.org>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

HÄRSMAN, B. Urban road pricing acceptance. In: *Proceedings of the IMPRINT-EUROPE seminar* Bruxelas (Bélgica). 2001.

HÄRSMAN, B., PÄDAM, S., WIJCKMARK, B. *Ways and means to increase the acceptance of urban road pricing*. Deliverable D4. EU-project PRIMA, funded by the European Commission, 4th Framework Transport RTD, 2000.

HAU, T. D. *Congestion Charges Mechanisms for Roads – an Evaluation of Current Practice*. Washington, The World Bank Publications. Transport Division, Infrastructure and Urban Development, Policy Research Working Paper n° 1071, dec. 1992b, 106 p.

HAU, T. D. *Economic Fundamentals of Road Pricing – a diagrammatic analysis*. Washington: The World Bank Publications. Transport Division, Infrastructure and Urban Development, Policy Research Working Paper WPS n° 1070, 1992a. 96 p.

HUGOSSON, M. B. KTH – Congestion Charging in Stockholm. Royal Institute of Technology, Centre for Transport Studies, 2009. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/DemosHelsinki/ilmastotalkoot-muriel-hugosson>>. Acesso em: 13 dez. 2016.

HUTCHESON, G. D.; SOFRONIOU, N. *The multivariate social scientist: Introductory statistics using generalized linear models*. Sage, 1999.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2010*. 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios. *Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal: 2015*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv99054.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

ISON, Stephen; RYE, Tom (Ed.). *The implementation and effectiveness of transport demand management measures: An international perspective*. Ashgate Publishing, Ltd., 2008.

ITTNER, H., BECKER, R., KALS, E. Willingness to support traffic policy measures: the role of justice. In: Schade, J., Schlag, B. (Ed.), *Acceptability of Transport Pricing Strategies*. Elsevier, Oxford, 2003, cap 16, p. 249-266.

JACOBS, J. *Morte e vida de grandes cidades*. São Paulo: Martins Fontes. 2000.

JAENSIRISAK, S.; WARDMAN, Mark; MAY, A. D. Explaining variations in public acceptability of road pricing schemes. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, v. 39, n. 2, p. 127-154, 2005.

JAKOBSSON, C.; FUJII, S.; GÄRLING, T. Determinants of private car users' acceptance of road pricing. *Transport Policy*, v. 7, n. 2, p. 153-158, 2000.

JANSSENS, D.; COOLS, M.; MOONS, E.; WETS, G.; ARENTZE, T.; TIMMERMANS, H. *Road pricing as an impetus for environment-friendly travel behaviour: results from a stated adaptation experiment*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, n. 2115, p. 50-59, 2009.

JEVONS, W. S. *The Theory of Political Economy*. 2ª ed. London: Macmillan & Co., 1879. Library of Economics and Liberty [online]. Disponível em: <<http://www.econlib.org/library>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

JONES, P. M. Acceptability of road user charging. In: J. Schade e B. Schlag (Ed.), *Acceptability of Transport Pricing Strategies*. Elsevier: Oxford, cap. 03, p. 27-62, 2003.

KAISER, H. F. An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, v. 39, n. 1, p. 31-36, 1974.

KERLINGER, F. N. *Foundations of behavioral research*. New York: Holt, Rinehart, and Winston, 1986. 667p.

- KISH, L. *Survey Sampling*. 1. ed. Wiley, New York. 1965.
- KNIGHT, F. H. Some fallacies in the interpretation of social cost. *The Quarterly Journal of Economics*, p. 582-606, 1924.
- LACERDA, S. M. Precificação de congestionamento e transporte coletivo urbano. In: BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SOCIAL (BNDES). *BNDES Setorial*. Nº 23, Rio de Janeiro, 2006, p. 85-99.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 10. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2003. 312 p.
- LAND TRANSPORT AUTHORITY (LTA). 2017a. Governo de Singapura. Disponível em: <<https://www.lta.gov.sg/apps/news/page.aspx?c=2&id=fa530a20-ff29-422e-b854-4226dbf63e72>>. Acesso em: 14 fev. 2017.
- LAND TRANSPORT AUTHORITY (LTA). 2017b. Governo de Singapura. Disponível em: <<https://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en/roads-and-motoring/managing-traffic-and-congestion/electronic-road-pricing-erp.html>>. Acesso em: 14 fev. 2017.
- LAROS, J. A.; PASQUALI, L. O uso da análise fatorial: algumas diretrizes para pesquisadores. *Análise fatorial para pesquisadores*, p. 163-184, 2005.
- LEE, Y. *The equity and efficiency impacts of congestion charging measures: the case of Seoul, Korea*. 2011. Doutorado (School of Civil Engineering and the Environment) – University of Southampton. Southampton (Inglaterra), 2011.
- LEVINSON, D. Equity effects of road pricing: A review. *Transport Reviews*, v. 30, n. 1, p. 33-57, 2010.
- LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology*. 140, p.1-55. 1932.
- LITMAN, T. *London Congestion Pricing: Implications for Other Cities*. Victoria, Canadá: Victoria Transport Policy Institute, 2004.
- LITMAN, T. *London Congestion Pricing: Implications for Other Cities*. Victoria, Canadá: Victoria Transport Policy Institute, 2011. Disponível em: <<http://www.vtpi.org>>. Acesso em: 22 set. 2016.

LITMAN, T. *The costs of automobile dependency and the benefits of balanced transportation*. Victoria, Canadá: Victoria Transport Policy Institute, 2002. Disponível em: <<http://www.vtppi.org>>. Acesso em: 06 dez. 2016.

LITMAN, T. The Online TDM Encyclopedia: mobility management information gateway. *Transport Policy*, v. 10, n. 3, p. 245-249, 2003.

LORENZO-SEVA, U.; TIMMERMAN, M. E.; KIERS, H. A. L. The Hull method for selecting the number of common factors. *Multivariate Behavioral Research*, v. 46, n. 2, p. 340-364, 2011.

LUCAS JUNIOR, R. *Metodologia para Implantação de Pedágio Urbano*, 2007. 193 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Instituto Militar de Engenharia – Rio de Janeiro, 2008.

LUCAS, K. Transport and social exclusion: Where are we now?. *Transport policy*, v. 20, p. 105-113, Feb. 2012.

LUIZA NETO, I.; ROGOSKI, B. N.; GÜNTHER, H.; TACO, P. W. G. Nível de aceitação do rodízio de automóveis: um estudo qualitativo no Distrito Federal. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*, Ano 35, p. 55-69, 3º quadrimestre, 2012.

MACKEY, A.; GASS, S. Common data collection measures. *Second language research: methodology and design*. Mahwah: Lawrence Erlbaum. p. 43-99. 2005.

MARSHALL, A. *Princípios de economia: tratado introdutório*. São Paulo: Nova Cultural, 1985.

MATTAR, F. N.; OLIVEIRA, B.; MOTTA, S. L. S. *Pesquisa de Marketing: Metodologia, Planejamento, Execução e Análise*. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2014.

MAY, A. D., KOH, A., BLACKLEDGE, D., FIORETTO, M. Overcoming the barriers to implementing urban road user charging schemes. *European Transport Research Review*, v. 2, n. 1, p. 53-68, 2010.

MAY, A. D.; LIU, R.; SHEPHERD, S. P.; SUMALEE, A. The impact of cordon design on the performance of road pricing schemes. *Transport Policy*, v. 9, n. 3, p. 209-220, Jun. 2002.

METROPOLITAN TRANSPORTATION COMMISSION (MTC), 2016. São Francisco, Califórnia. Disponível em: <<http://mtc.ca.gov/our-work/plans-projects/major-regional-projects/mtc-express-lanes>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

MILNE D.; NISKANEN E.; VERHOEF E. *Operationalisation of Marginal Cost Pricing within Urban Transport*. Project AFFORD, funded by the European Commission, 4th Framework – Transport RTD. VATT Research Reports N° 63. Helsinki. 2000.

MINGOTI, S. A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Editora UFMG, 2005.

MOGRIDGE, M. J. H. The self-defeating nature of urban road capacity policy: A review of theories, disputes, and available evidence. *Transport Policy*, vol. 4 n° 1, p. 5-23, 1997.

MORATO, R. A. *Discussão Econômica sobre a Tarifação de Congestionamentos como Instrumento de Regulação do Tráfego Urbano*. 2011. Monografia – Especialização em Regulação Econômica, Instituto Serzedêlo Corrêa e Tribunal de Contas da União (ISC/TCU), Brasília: VII PRÊMIO SEAE, 2012.

MUN, S. I., KONISHI, K. J., YOSHIKAWA, K. Optimal cordon pricing in a non-monocentric city. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 39, n. 7, p. 723-736, Fev. 2005.

MUSGRAVE, R. A.; MUSGRAVE, P. B. *Finanças públicas: teoria e prática*. Editora Campus, 1980.

NADALIN, V.; IGLIORI, D. Espreadimento urbano e periferização da pobreza na região metropolitana de São Paulo: evidências empíricas. *EURE, Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales*, Santiago, v. 41, n. 124, p. 91-111, Set. 2015.

NASH, J. R. *Economic efficiency versus public choice: the case of property rights in road traffic management*. John M. Olin Program in Law and Economics Working Paper Series. Chicago: University of Chicago Law School, 2007. 47 p. Disponível em: <http://chicagounbound.uchicago.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1185&context=law_and_economics>. Acesso em: 26 out. 2016.

OGAWA, H.; FUJITA, M. Equilibrium land use patterns in a nonmonocentric city. *Journal of regional science*, v. 20, n. 4, p. 455-475, 1980.

OLIVEIRA L. K.; S. A. ALMEIDA. Avaliação da adesão da população ao pedágio urbano: um estudo exploratório em Belo Horizonte (MG). *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*, São Paulo, v. 35, p.37-46. 2013.

ONE MOTORING. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/zgVwoJ>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

ONE MOTORING. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/9rcbLu>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT/
EUROPEAN CONFERENCE OF MINISTERS OF TRANSPORT (OECD/ECMT). *Managing urban traffic congestion*. Transport Research Centre. Paris: OECD Publishing rights, 2007. 296p.

ORGANISATION INTERNATIONALE DES CONSTRUCTEURS D’AUTOMOBILES (OICA). *Production statistics*. 2015. Disponível em: <<http://www.oica.net/>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

OZER, G. *Do you accept mi? Acceptability of Milan’s congestion charging in the light of London and Stockholm*. Academic Year 2011/2012. Master of Science in Urban Planning and Policy Design – Faculty of Architecture and Society. Politecnico di Milano. 2012. Disponível em: <<https://www.politesi.polimi.it/handle/10589/57862>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

PALMA, A.; LINDSEY, R. Traffic congestion pricing methodologies and technologies. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 19, n. 6, p. 1377-1399, 2011.

PASQUALI, L. *Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação*. 3. ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2009 a.

PASQUALI, L. Psychometrics. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 43, n. SPE, p. 992-999, 2009 b.

PEREIRA, R. H. M.; SCHWANEN, T. *Tempo de deslocamento casa-trabalho no Brasil (1992-2009): diferenças entre regiões metropolitanas, níveis de renda sexo*. Nº. 1813. Texto para Discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2013.

PIGOU, A. C. *The Economics of Welfare*. 4ª ed. Londres: Macmillan & Co., 1932. Library of Economics and Liberty. Disponível em: <<http://www.econlib.org/library>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

PINDYCK, R. S.; RUBENFELD, D. L. *Microeconomía*. Séptima edición. Madri: Pearson Educación, S.A., 2009. 888p.

PINTO JUNIOR, H.; FIANI, R. Regulação econômica. Em: *Economia industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil*. Orgs. KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. Rio de Janeiro: Editora Campus, p. 515-543, 2002.

PIRES, A. B.; VASCONCELLOS, E. A.; SILVA, A. C. *Transporte humano: cidades com qualidade de vida*. São Paulo: Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), 1997. 312 p.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico*, 2. ed. Editora Feevale, 2013.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016. Disponível para instalação em: <<https://www.r-project.org/>>. Acesso em: 26 out. 2016.

RENTZIOU, A.; MILIOTI, C.; GKRTIZA, K; KARLAFTIS, M. G. Urban road pricing: Modeling public acceptance. *Journal of Urban Planning and Development*, v. 137, n. 1, p. 56-64, 2011.

RIENSTRA, S. A.; RIETVELD, P.; VERHOEF, E. T. The social support for policy measures in passenger transport. A statistical analysis for the Netherlands. *Transportation Research Part D*, 4, 181–200, 1999.

RODRIGUES, J. M. *Evolução da frota de automóveis no Brasil, 2001-2014*, Relatório 2015, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Observatório das Metrôpoles, 2015.

ROSENBLOOM, S. Peak-period traffic congestion: A state-of-the-art analysis and evaluation of effective solutions. *Transportation*, v. 7, n. 2, p. 167-191, 1978.

- ROTARIS, L.; DANIELIS, R.; MARCUCCI, E.; MASSIANI, J. (2010). 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*, v. 44, n. 5, p. 359-375, 2010.
- RYLEY, T.; GJERSOE, N. Newspaper response to the Edinburgh congestion charging proposals. *Transport Policy*, v. 13, n. 1, p. 66-73, Mar. 2006.
- SANDRONI, P. *Dicionário de administração e finanças*. Ed. Best Seller, 1996.
- SANTOS, G. Urban congestion charging: a second-best alternative. *Journal of Transport Economics and Policy*, v. 38(3), p. 345-369, Set. 2004.
- SANTOS, G.; FRASER, G. Road pricing: lessons from London. *Economic Policy*, v. 21, n. 46, p. 264-310, 2006.
- SANTOS, G.; ROJEY, L. Distributional impacts of road pricing: The truth behind the myth. *Transportation*, v. 31, n. 1, p. 21-42, 2004.
- SÃO PAULO, Governo do Estado. *PITU 2025: Plano Integrado de Transportes Urbanos. Região Metropolitana de São Paulo*. Secretaria de Estado dos Transportes Metropolitanos, STM, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/CVco99>>. Acesso em: 20 abr. 2016.
- SCHADE, J.; SCHLAG B. Acceptability of urban transport pricing strategies. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, v. 6, n. 1, p. 45-61, 2003.
- SCHADE, J.; SCHLAG B. *Acceptability of Urban Transport Pricing*. Project AFFORD, funded by the European Commission, 4th Framework Transport RTD. VATT Research Report N° 72. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Government Institute for Economic Research, Helsinki. 2000.
- SCHALLER, B. New York City's congestion pricing experience and implications for road pricing acceptance in the United States. *Transport Policy*, v. 17, n. 4, p. 266-273, Mar. 2010.
- SCHLAG, B; TEUBEL, U. Public acceptability of transport pricing. *IATSS research*, v. 21, p. 134-142. 1997.
- SELINGER, C. S. Managing transportation demand by alternative work schedule techniques. *Transportation Research Board Special Report*, n. 172, p. 67-74, 1977.

SIKOW-MAGNY, C. Efficient pricing in transport: overview of European Commission's Transport Research Programme. In: Schade, J., Schlag, B. (Ed.), *Acceptability of Transport Pricing Strategies*. Elsevier: Oxford, 2003, cap. 02, p. 13-26.

SILVA FILHO, C. C. O princípio do poluidor-pagador: da eficiência econômica à realização da justiça. *Revista de Direito da Cidade*, v. 4, n. 2, p. 111-129, 2012.

SMALL, K. A. *Urban Transportation Economics*. Harwood Academic Publishers GmbH. Chur, Suíça. 1992.

SMALL, K. A. Using the Revenues from Congestion Pricing. *Transportation*, v. 19, n. 4, p. 359-381, 1992. Disponível em: <<http://escholarship.org>>. Acesso em: 02 mai. 2016.

SMEED, R. *et al* (SMEED REPORT). *Road pricing: The Economic and Technical Possibilities*. UK, Ministry of Transport, Her Majesty's Stationery Office (HMSO), London, 66 p., 1964. Disponível em: <<https://archive.org>>. Acesso em 07 set. 2016.

SOLOW, R., VICKREY, W. Land use in a long narrow city. *Journal of Economic Theory*, v. 3, n. 4, p. 430-447, 1971. 3, n. 4, p. 430-447, 1971.

STEG, L. Factors influencing acceptability and effectiveness of transport pricing. In: J. Schade e B. Schlag, (Ed.), *Acceptability of Transport Pricing Strategies*. Elsevier, Oxford, cap. 12, p. 187-202, 2003.

TABACHNICK, B. G.; L. FIDELL (2007) *Using Multivariate Statistics*. 5. ed. Boston: Allyn and Bacon.

TEUBEL, U. The welfare effects and distributional impacts of road user charges on commuters-an empirical analysis of Dresden. *International Journal of Transport Economics/Rivista internazionale di economia dei trasporti*, p. 231-255, 2000.

TORALLES, C. P., PAULITSCH, N. S. *Restrição veicular e tributação: o pedágio urbano enquanto solução urbanística e espécie tributária*. *Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)*, v. 2, n. 2, p. 179-190, 2010.

TORRES, H. M. *Eficiência, equidade e aceitabilidade do pedágio urbano*. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

TRANSPORT FOR LONDON (TfL), 2016. Disponível em:
<<https://tfl.gov.uk/modes/driving/congestion-charge/paying-the-congestion-charge>>. Acesso em: 10 dez. 2016.

TRANSPORT FOR LONDON (TfL). *Central London Congestion Charging: Impacts Monitoring*. Fifth Annual Report, July 2007. Disponível em: <<http://www.tfl.gov.uk>>. Acesso em: 12 jun.2016.

TRANSPORT FOR LONDON (TfL). *Central London Congestion Charging: Impacts Monitoring*. Sixth Annual Report, July 2008. Disponível em: <<http://www.tfl.gov.uk>>. Acesso em: 12 jun.2016.

TRANSPORT FOR LONDON (TfL). *Congestion Charging Central London: Impacts Monitoring*. Second Annual Report. Abr. 2004. Disponível em: <<http://www.tfl.gov.uk>>. Acesso em: 12 jun.2016.

TRANSPORT STYRELSEN. The Swedish Transport Agency, 2016a. Disponível em: <<https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trangselskatt/Trangselskatt-i-stockholm/Betalstationerna/Betalstationernas-placering1>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

TRANSPORT STYRELSEN. The Swedish Transport Agency, 2016b. Disponível em: <<https://www.transportstyrelsen.se/sv/Press/Pressbilder/Trangselskatt/>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

TRANSPORT STYRELSEN. The Swedish Transport Agency, 2016c. Disponível em:<<http://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Trangselskatt/Trangselskatt-i-stockholm/tider-och-belopp/>>. Acesso em: 15 mai. 2016.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB - 2010). *Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board. National Research Council, Washington, D.C., 2010.

TRIOLA, M. F. Tradução de Vera Regina Lima de Farias e Flores. *Introdução à estatística*. 10 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos Científicos Editora S.A (LTC), 2008. Título original: Elementary Statistics.

UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*, (ST/ESA/SER.A/366). New York, 2015.

VARIAN, H. R. *Microeconomia: princípios básicos*. Rio de Janeiro: Campus. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil/ Editora Campus. Tradução da 5ª. edição americana, 2000.

VASCONCELLOS, E. A. A cidade e o transporte. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). *Documentos Setoriais ANTP: O Transporte Clandestino no Brasil*. nº 1, São Paulo, 2000, p. 09-21.

VASCONCELLOS, E. A. *Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas*. 1. ed. São Paulo: Editoras Unidas, 1996. 284p.

VERHOEF, E. T. Second-best congestion pricing in general networks. Heuristic algorithms for finding second-best optimal toll levels and toll points. *Transportation Research Part B: Methodological*, v. 36, n. 8, p. 707-729, 2002.

VICINI, L.; SOUZA, A. M. *Análise multivariada da teoria à prática*. Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005. 215 p.

VICKREY, W. Optimization of traffic and facilities. *Journal of Transport Economics and Policy*, p. 123-136, 1967.

VICKREY, W. *Principles of efficient congestion pricing*. Columbia University, New York, Jun. 1992. Disponível em: <<http://www.vtpi.org>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

VICKREY, W. S. *Congestion Theory and Transport Investment*. In *Public Economics: Selected Papers by William Vickrey*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, p. 320–332, 1969.

VICKREY, W. S. *Pricing in Urban and Suburban Transport*. In *Public Economics: Selected Papers by William Vickrey*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, p. 307–319, 1963.

VICKREY, W. S. *Utility, Strategy, and Social Decision Rules*. In *Public Economics: Selected Papers by William Vickrey*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, p. 29–54, 1960.

VICKREY, W. Some implications of marginal cost pricing for public utilities. *The American Economic Review*, v. 45, n. 2, p. 605-620, 1955.

VICKREY, W.; SHARP, C. H. Congestion charges and welfare. *Journal of Transport Economics and Policy*, p. 107-125, 1968.

VIERTH, I.; GÖTHLIN, L. MIRO-DRIVE II: Attitudes to Demand Management Strategies. Local Results for Göteborg. *TFK - Transport Research Institute, Stockholm*, 1995.

VILLAÇA, F. Espaço intra-urbano no Brasil. São Paulo: Lincoln Institute/Fapesp/Studio Nobel, 1998.

WALTERS, A. A. The theory and measurement of private and social cost of highway congestion. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p. 676-699, 1961.

WALTERS, S. J. K. *Boom Towns: Restoring the Urban American Dream*. Stanford Economics and Finance. Stanford University Press, California: 2014.

WORLD BANK, 2015. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/country/singapore>>. Acesso em: 10 fev. 2017

ANEXO I – TABELA DE CÁLCULO DO CERTIFICADO DE TITULARIDADE VEICULAR – SINGAPURA

VEHICLE CATEGORY		CATEGORY	CATEGORY	CATEGORY	CATEGORY	CATEGORY	Total
		A	B	C	D	E	
		Cars (Up to 1,600cc and maximum power output not exceeding 97kW)	Cars (Above 1,600cc or maximum power output above 97kW)	Goods Vehicles & Buses	Motor-Cycles	Open	
A1)	Vehicle Population As at 31 Dec 2016	318,081	283,137	154,507	142,514		898,239
A2)	Net Increase allowed per quarter [0.25% x vehicle population / 4] (a)	198	176	96	89	17(b)	576
(A)	Increase in Vehicle Population	198	176	96	89	17	576
B1)	Total vehicle de-registrations (from Oct to Dec 2016)	13,451	8,843	3,291	2,190		27,775
B2)	Contribution of de-registrations to Category E (10% of B1) (c)	-1,345	-884	-329	-219	2,777	-
(B)	Replacements of De-registered Vehicles	12,106	7,959	2,962	1,971	2,777	27,775
C1)	Adjustments for change in taxi population (d)	-	-	-	-	330	330
C2)	Adjustments for replacements under Early Turnover Scheme	-		-2,120		-235	-2,355
C3)	Expired COEs (f)	10	7	30	17	1	65
(C)	Adjustments	10	7	-2,090	17	96	-1,960
Total Quota for Feb 2017 to April 2017 Bidding Exercises (A + B + C)		12,314	8,142	968	2,077	2,890	26,391
Average Monthly Quota for Feb 2017 to Apr 2017 Bidding Exercises		4,104	2,714	322	692	963	8,795
Monthly Quota for Nov 2016 to Jan 2017 Bidding Exercises		3,688	2,486	361	741	799	8,075

Note:

(a) The vehicle growth rate from Feb 2015 onwards has been set at 0.25% per annum.

(b) As taxis were moved from Cat A to Cat E from 6 Aug 2012, Cat E receives 17 COEs from the vehicle growth component for the taxi population of 27,534 taxis as at 31 Dec 2016.

(c) From Feb 2015, Cat E receives 10% of the de-registrations in each category.

(d) Since new taxi registrations are drawn from Cat E, they need to be deducted from the total number of Cat E COEs. As the net increase is only known at the end of the quota period, the new registrations are adjusted in the quota of the subsequent period. Over the six-month period between 1 Jul 2016 and 31 Dec 2016, 1760 taxis were registered and 2419 taxis were deregistered. Therefore, a net adjustment of $(2419 - 1760) = 659$ will be made to the Cat E quota over the subsequent two quarters from Feb 2017 to Apr 2017 and May 2017 to Jul 2017.

(e) 2,355 vehicles were registered under the Early Turnover Scheme from Oct to Dec 2016. 90% of the COEs issued under this scheme, i.e. 2120, are deducted from the Cat C quota, and 10% i.e. 235 COEs from Cat E.

(f) Refers to COEs that were successfully secured by bidders but were not utilised during their validity period, which expired between Oct to Dec 2016.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO PESQUISA – ESPECIALISTAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

ETAPA I – PESQUISA COM ESPECIALISTAS



OBJETIVO DA PESQUISA: conhecer a visão técnica de especialistas que atuam na área de Engenharia de Transportes no Brasil, diante da possibilidade de implementação de pedágio urbano como instrumento de desestímulo ao uso do transporte individual motorizado, além de definir os elementos essenciais para a aceitabilidade pública de sua viabilização.

1ª SEÇÃO: CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DOS ENTREVISTADOS

01 Indique sua faixa etária.

29 anos ou menos

Entre 30 e 39 anos

Entre 40 e 49 anos

Entre 50 e 59 anos

Entre 60 e 69 anos

70 anos ou mais

02 Indique seu nível de escolaridade.

Graduação

Especialização

Mestrado

Doutorado

03 Indique a área de atuação.

Especialista acadêmico

Especialista poder público

Especialista poder privado

04 Há quanto tempo trabalha na área de transportes e trânsito?

anos

05 Informe a cidade em que reside.

06 Qual é o principal modo de transporte utilizado nos deslocamentos casa-trabalho?

A pé

Bicicleta

Carro

Ônibus

Metrô/Trem

Motocicleta

2ª SEÇÃO: VARIÁVEIS RELACIONADAS À GESTÃO DA DEMANDA POR VIAGENS

De acordo com as frases afirmativas descritas a seguir, marque uma das seguintes opções:

A Concordo
Totalmente

B Concordo
Parcialmente

C Indiferente ou
Neutro

D Discordo
Parcialmente

E Discordo
Totalmente

01 A redução dos congestionamentos é um grande desafio para o poder público diante da mobilidade urbana.

A

B

C

D

E

02 A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir em obras estruturantes (tais como: túneis, viadutos, trincheiras) para aumento de capacidade viária.

A

B

C

D

E

03 A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir em política pública de desestímulo ao uso do automóvel (tais como: restrição ao estacionamento de veículos, implementação de rodízio de placas ou de pedágio urbano).

A

B

C

D

E

- 04** *A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir em melhorias dos serviços e da infraestrutura viária do transporte público por ônibus (tais como: Bus Rapid Transit - BRT, corredores ou faixas exclusivas para ônibus e na construção de equipamentos de apoio à sua operação - terminais, estações de transferência, pontos de parada).* A B C D E
- 05** *A melhor solução para a redução dos congestionamentos é investir na implantação de transporte por trilhos (tais como: veículo leve sobre trilhos - VLT, monotrilho ou metrô).* A B C D E
- 06** *Os investimentos em mecanismos para a redução dos congestionamentos são importantes para a diminuição dos tempos de deslocamentos das pessoas, para a melhoria da qualidade ambiental e para a eficiência econômica das cidades.* A B C D E
- 07** *A gestão da mobilidade urbana, centrada na melhoria da fluidez dos veículos, acarreta impactos socioambientais (tais como: o aumento nas emissões de gases de efeito estufa e da poluição atmosférica, sonora e visual).* A B C D E
- 08** *Os automóveis, dentre os modos de transportes, são os principais responsáveis pelos elevados níveis de emissão de poluentes de efeito estufa e poluentes locais.* A B C D E
- 09** *As altas concentrações de poluentes na atmosfera provenientes dos automóveis estão entre as principais causas de problemas respiratórios e cardiovasculares.* A B C D E
- 10** *O pedágio urbano é uma boa solução para a redução dos congestionamentos.* A B C D E
- 11** *O pedágio urbano é uma boa solução para a redução de emissão da poluição causada pelos automóveis.* A B C D E
- 12** *O pedágio urbano é uma medida favorável aos usuários de transporte coletivo por ônibus, visto que pode propiciar a redução dos tempos de deslocamentos deste modo de transporte.* A B C D E
- 13** *O pedágio urbano funciona como um sistema econômico de redistribuição positiva do espaço viário, em que os usuários dos automóveis pagam pela utilização das vias urbanas, com a possibilidade de reversão das receitas arrecadadas em benefícios para a mobilidade urbana.* A B C D E
- 14** *As receitas obtidas com o pedágio urbano devem ser investidas em melhorias dos serviços e infraestrutura do transporte coletivo por ônibus.* A B C D E
- 15** *As receitas obtidas com o pedágio urbano devem ser investidas em melhorias do transporte não motorizado.* A B C D E
- 16** *As receitas obtidas com o pedágio urbano devem ser investidas na implantação de transporte sobre trilhos (tais como: veículo leve sobre trilhos - VLT, monotrilho ou metrô).* A B C D E
- 17** *A aceitabilidade pública de pedágio urbano depende do compromisso legal da aplicação das receitas arrecadadas.* A B C D E
- 18** *A participação popular no processo decisório para a implementação de pedágio urbano é essencial para garantir o êxito deste instrumento.* A B C D E

3ª SEÇÃO: CLASSIFICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DA DEMANDA POR VIAGENS

Considerando o seu conhecimento técnico, classifique os instrumentos de gestão da demanda de tráfego em relação à efetividade de sua implantação para desestimular a circulação de automóveis nos grandes centros urbanos. Enumere de 1 a 5, sendo 1 o mais importante.

1. Vias ou faixas exclusivas para o transporte público	<table border="1"><tr><td>1º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	1º		<table border="1"><tr><td>2º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	2º		<table border="1"><tr><td>3º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	3º		<table border="1"><tr><td>4º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	4º		<table border="1"><tr><td>5º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	5º	
1º															
2º															
3º															
4º															
5º															
2. Restrição e controle de vagas de estacionamento	<table border="1"><tr><td>1º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	1º		<table border="1"><tr><td>2º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	2º		<table border="1"><tr><td>3º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	3º		<table border="1"><tr><td>4º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	4º		<table border="1"><tr><td>5º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	5º	
1º															
2º															
3º															
4º															
5º															
3. Transformação de área de estacionamento em infraestrutura para ciclistas, calçadas e parklets	<table border="1"><tr><td>1º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	1º		<table border="1"><tr><td>2º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	2º		<table border="1"><tr><td>3º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	3º		<table border="1"><tr><td>4º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	4º		<table border="1"><tr><td>5º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	5º	
1º															
2º															
3º															
4º															
5º															
4. Rodízio de veículos (baseado no final da placa)	<table border="1"><tr><td>1º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	1º		<table border="1"><tr><td>2º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	2º		<table border="1"><tr><td>3º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	3º		<table border="1"><tr><td>4º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	4º		<table border="1"><tr><td>5º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	5º	
1º															
2º															
3º															
4º															
5º															
5. Pedágio urbano ou taxa de congestionamento com participação popular na definição de aplicação das receitas.	<table border="1"><tr><td>1º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	1º		<table border="1"><tr><td>2º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	2º		<table border="1"><tr><td>3º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	3º		<table border="1"><tr><td>4º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	4º		<table border="1"><tr><td>5º</td></tr><tr><td></td></tr></table>	5º	
1º															
2º															
3º															
4º															
5º															

APÊNDICE B – FORMULÁRIO PESQUISA – POPULAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOTECNIA E TRANSPORTES

ETAPA I – PESQUISA COM A POPULAÇÃO



OBJETIVO DA PESQUISA: conhecer a percepção da população de Belo Horizonte, diante da possibilidade de implementação de pedágio urbano como instrumento de desestímulo ao uso do transporte individual motorizado, além de definir os elementos essenciais para a aceitabilidade pública de sua viabilização.

Condição 1: Ser frequentador da Área Central de Belo Horizonte, mesmo que esporadicamente;

Condição 2: Não ser morador da Área Central de Belo Horizonte.

1ª SEÇÃO: CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DO ENTREVISTADO

01	É usuário diário ou frequente de automóvel/moto?		
	Sim	Não	
02	Faixa etária (anos)		
	18 a 25	26 a 35	36 a 45
	46 a 60	60 ou mais	
03	Sexo		
	Feminino	Masculino	
04	Grau de escolaridade (Completo)		
	Nenhum	Ensino fundamental	Ensino médio
	Ensino superior	Especialização, Mestrado ou Doutorado	
05	Renda Mensal (Individual)		
	Até 2 SM	Acima de 2 até 4 SM	Acima de 4 até 10 SM
	Acima de 10 até 20 SM	Acima de 20 SM	
06	Bairro de residência	Nome:	Cidade:
07	Principal deslocamento diário		
	Trabalho	Escola/Faculdade	Outros
08	Bairro de destino		
	Nome:	Cidade:	
09	Horário de realização do principal deslocamento. Horário de início do principal deslocamento, ou seja, o horário de saída de casa para (trabalho, escola ou outros).		
	Pico Manhã (07:00h às 09:00h)	Manhã (09:01h às 11:59h)	
	Almoço/Tarde (12:00h às 16:59h)	Pico Tarde/Noite (17:00h às 19:00h)	
	Noite (19:01h às 23:00h)	Noite/Madrugada/Manhã (23:01 às 06:59h)	
10	Tempo médio gasto no principal deslocamento (em minutos). Tempo médio de percurso gasto no principal deslocamento, ou seja, de casa ao destino (trabalho, escola ou outros).		
	1 a 15	16 a 30	31 a 45
	46 a 1 hora	Mais de 1 hora	

11	Modo de transporte do principal deslocamento diário? Caso utilize mais de um, escolha aquele que percorre maior distância. O modo de transporte utilizado para a realização do principal deslocamento, ou seja, de casa ao destino (trabalho, escola ou outros).		
	Automóvel	Transporte público	Moto
	A pé	Bicicleta	outros

2ª SEÇÃO: FREQUÊNCIA / MODO DE TRANSPORTE / TRÂNSITO / LIMITAÇÃO DE VEÍCULOS

12	Qual frequência passa ou vai para a Área Central de Belo Horizonte?		
	Raramente	1 a 3 vezes por semana	4 a 5 vezes por semana

13	Qual o modo de transporte que você utiliza nos seus deslocamentos quando passa ou vai à Área Central?		
	Automóvel	Transporte público	Moto
	A pé	Bicicleta	outros

14	Como você avalia o trânsito na Área Central, hoje em relação há 5 anos atrás?		
	Melhorou	Continua da mesma forma	Piorou

15	Você considera importante limitar a quantidade de automóveis/ motos na Área Central de Belo Horizonte?		
	Sim	Não	Não sei

3ª SEÇÃO: MODO DE PENSAR E AGIR' EM RELAÇÃO À MOBILIDADE URBANA

16	Das afirmações a seguir, selecione aquelas que representam o seu modo de pensar e agir.		
	Eu me preocupo com a poluição do ar e com os ruídos produzidos pelos veículos.		
	Não posso deixar de usar o meu carro porque não consigo fazer tudo o que tenho para fazer de ônibus/metrô.		
	Os veículos e combustíveis devem ser mais baratos para que mais pessoas possam andar de automóvel/moto.		
	Os centros das cidades devem ser, prioritariamente, para pedestres e transporte coletivo (ônibus/metrô).		
	Se o transporte coletivo (ônibus e metrô) me atendessem melhor eu reduziria o uso do meu automóvel/moto.		
	Nada me faz deixar de usar o meu automóvel/moto, pois ele é muito importante para mim.		
Eu acho que os automóveis/motos deveriam ter menos espaço nas vias públicas.			

4ª SEÇÃO: ESTRATÉGIAS A, B E C

17	MOSTRAR OS CARTÕES
	A seguir apresenta-se 3 estratégias em relação à circulação de automóveis/motos na Área Central, a estratégia A é mais restritiva, a estratégia B é menos restritiva e a estratégia C é a manutenção da situação atual. Escolha a alternativa que você considera melhor para a cidade.

ESTRATÉGIA A	ESTRATÉGIA B	ESTRATÉGIA C
()	()	()

ESTRATÉGIA A

COBRANÇA

Dias úteis de 2ª a 6ª:
Taxa única para automóveis e motos de 6h as 20h

UTILIZAÇÃO DAS RECEITAS

50% para investimentos em infraestrutura para transporte coletivo

20% para investimentos em infraestrutura para ciclistas e pedestres

30% Para custear a tarifa de transporte coletivo

RESULTADOS

Redução SIGNIFICATIVA dos congestionamentos

Melhoria SIGNIFICATIVA das condições ambientais

Redução SIGNIFICATIVA dos tempos de deslocamentos

investimentos em transporte coletivo, cicloviás, calçadas, travessias para pedestres
Redução da tarifa de transporte coletivo

Estratégia A ()

ESTRATÉGIA B

COBRANÇA

Dias úteis de 2ª a 6ª:
Taxa única para automóveis e motos de 6h as 9h e de 17h as 20h
50% de desconto de 9h as 17h

UTILIZAÇÃO DAS RECEITAS

40% para investimentos em infraestrutura para transporte público coletivo

20% para investimentos em infraestrutura para ciclistas e pedestres

40% Para custear a tarifa de transporte coletivo

RESULTADOS

Redução MENOS SIGNIFICATIVA dos congestionamentos

Melhoria MENOS SIGNIFICATIVA das condições ambientais

Redução MENOS SIGNIFICATIVA dos tempos de deslocamentos

investimentos em transporte coletivo, cicloviás, calçadas, travessias para pedestres
Redução da tarifa de transporte coletivo

Estratégia B ()

ESTRATÉGIA C

COBRANÇA

Sem cobrança
Manutenção da situação existente

UTILIZAÇÃO DAS RECEITAS

Sem receitas adicionais para investimentos em infraestrutura para transporte público coletivo

Sem receitas adicionais para investimentos em infraestrutura para ciclistas e pedestres

Sem receitas adicionais Para custear a tarifa de transporte coletivo

RESULTADOS

Contínuo AUMENTO dos congestionamentos

Contínuo AUMENTO dos níveis de poluição ambiental

Contínuo AUMENTO dos tempos de deslocamentos

Manutenção da política atual para investimentos em transporte coletivo, cicloviás, calçadas, travessias para pedestres, bem como para a tarifa do transporte coletivo

Estratégia C ()

18	Se a estratégia A ou B fosse implantada, como isso afetaria o seu padrão de deslocamento para passar ou ir na Área Central?		
	Pagaria, até R\$ 10,00	Pagaria, entre R\$ 10,00 e 20,00	Pagaria, entre R\$ 20,00 e 30,00
	Pagaria, entre R\$ 30,00 e 40,00	Pagaria, acima de 40,00	
	Não pagaria, procuraria outros modos de transporte (transporte público, bicicletas, outros)		
	Não pagaria, continuaria usando o mesmo modo de transporte que uso (transporte público, bicicletas, outros)		

19	Em comparação com a situação atual, a implantação das estratégias A ou B representaria:		
	Vantagem para você	Desvantagem para você	sem importância para você

5ª SEÇÃO: VARIÁVEIS RELACIONADAS À GESTÃO DA DEMANDA POR VIAGENS

De acordo com as frases afirmativas descritas a seguir, marque uma das seguintes opções:

- | | | | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|
| <input type="checkbox"/> A | Concordo Totalmente | <input type="checkbox"/> B | Concordo Parcialmente | <input type="checkbox"/> C | Indiferente ou Neutro | <input type="checkbox"/> D | Discordo Parcialmente | <input type="checkbox"/> E | Discordo Totalmente |
|----------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|---------------------|
-
- 20 A redução dos congestionamentos em Belo Horizonte é um grande desafio para o poder público diante da mobilidade urbana. A B C D E
- 21 A melhor solução para a redução dos congestionamentos em Belo Horizonte é investir em melhorias dos serviços e da infraestrutura viária do transporte público por ônibus. A B C D E
- 22 A melhor solução para a redução dos congestionamentos em Belo Horizonte é investir na implantação de transporte por trilhos (metrô, por exemplo). A B C D E
- 23 Os automóveis, dentre os modos de transportes, são os principais responsáveis pelos elevados níveis de emissão de poluentes de efeito estufa e poluentes locais. A B C D E
- 24 A cobrança de taxa para a circulação de automóveis e motos na Área Central de Belo Horizonte é uma boa solução para a redução dos congestionamentos. A B C D E
- 25 A participação popular no processo decisório para a implementação de taxa para a circulação de automóveis e motos na Área Central de Belo Horizonte é essencial para garantir o sucesso desta medida. A B C D E

6ª SEÇÃO: CLASSIFICAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DA DEMANDA POR VIAGENS

26	De acordo com o seu conhecimento, classifique os instrumentos de gestão da demanda de tráfego em relação à efetividade de sua implantação para desestimular a circulação de automóveis e motos na área central de Belo Horizonte. De 1 a 5, sendo 1 o mais importante.
	Vias ou faixas exclusivas para transporte público coletivo.
	Restrição e controle da oferta de vagas para estacionamento.
	Transformação das áreas de estacionamento de veículos nas vias públicas em calçadas e ciclovias.
	Rodízio de veículos (baseado no final da placa).
	Cobrança de taxa de circulação (automóveis e motos) com participação popular na definição da aplicação das receitas (transporte coletivo, para ciclovias e calçadas e para a redução da tarifa de transporte coletivo).

APÊNDICE C – MEMÓRIA ANÁLISE FATORIAL – SOFTWARE R

R version 3.3.0 (2016-05-03) -- "Supposedly Educational"
Copyright (C) 2016 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)

R é um software livre e vem sem GARANTIA ALGUMA.
Você pode redistribuí-lo sob certas circunstâncias.
Digite 'license()' ou 'licence()' para detalhes de distribuição.

R é um projeto colaborativo com muitos contribuidores.
Digite 'contributors()' para obter mais informações e
'citation()' para saber como citar o R ou pacotes do R em publicações.

Digite 'demo()' para demonstrações, 'help()' para o sistema online de ajuda, ou 'help.start()' para abrir o sistema de ajuda em HTML no seu navegador.

Digite 'q()' para sair do R.

[Área de trabalho anterior carregada]

```
> #Pesquisa com especialistas de transportes do Brasil
```

```
> #Pacote 01 - R commander (Rcmdr)
```

```
> require(Rcmdr)
```

```
Carregando pacotes exigidos: Rcmdr
```

```
Carregando pacotes exigidos: splines
```

```
Carregando pacotes exigidos: RcmdrMisc
```

```
Carregando pacotes exigidos: car
```

```
Carregando pacotes exigidos: sandwich
```

```
Attaching package: 'RcmdrMisc'
```

```
The following object is masked _by_ '.GlobalEnv':
```

```
partial.cor
```

Versão do Rcmdr 2.2-4

```
> dados <- read.table("C:/Users/Sayonara/Documents/folder R/dados  
19jun2016.txt", header=TRUE, sep="",<br>+ na.strings="NA", dec=".", strip.white=TRUE)
```

```
> #Planilha de pesquisa = dados.txt
```

```
> dados
```

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18
1	5	1	3	4	5	5	5	3	3	4	4	4	5	4	4	5	5	4
2	5	2	4	4	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	4	2	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5
5	5	2	2	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4
6	5	2	4	4	4	5	2	4	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5
7	4	1	4	4	4	5	2	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
8	5	2	5	5	4	5	1	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5
9	1	2	2	2	2	1	5	4	5	1	1	1	1	1	2	3	2	4
10	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
11	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	2	4	5	4
12	4	4	4	4	4	4	3	4	4	1	1	3	3	4	5	4	5	5
13	4	1	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	1
14	5	1	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	2

15	5	2	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	5	4
16	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
17	5	1	4	4	4	4	4	4	4	2	2	4	4	5	5	5	2	4
18	5	1	5	4	4	5	4	4	5	5	2	4	5	4	4	4	4	2
19	4	2	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	2
20	4	2	2	5	5	5	4	4	4	1	1	2	2	4	4	4	5	5
21	5	1	2	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	1	5	5
22	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	1	5	5	4
23	1	1	5	4	4	3	5	4	1	4	4	5	5	4	5	4	4	5
24	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	3	4	4	2	5	5	1
25	5	1	4	5	4	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
26	5	2	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5
27	4	1	4	4	4	4	2	5	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5
28	4	1	1	5	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	2
29	3	1	4	4	4	5	5	5	5	2	4	3	4	4	4	4	2	4
30	5	1	2	4	5	5	5	5	4	1	1	3	3	4	5	5	5	5
31	4	1	4	4	5	4	5	5	4	2	2	5	5	2	2	5	4	4
32	4	2	4	4	4	5	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	4	3
33	4	1	4	4	4	4	5	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5
34	4	2	4	4	4	4	3	4	2	5	5	4	5	4	2	4	5	4
35	5	1	4	4	3	5	5	5	5	2	2	1	2	4	5	3	1	1
36	5	1	4	5	4	5	4	5	5	4	1	4	5	4	5	4	4	1
37	5	1	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4
38	4	2	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	3	5	5
39	4	2	1	4	4	4	4	2	5	1	1	2	1	1	4	2	4	5
40	4	4	2	5	4	4	1	4	2	2	2	4	4	4	4	4	2	4
41	4	2	4	4	5	4	4	2	2	4	4	2	4	4	3	5	4	5
42	4	1	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4	5
43	4	4	2	4	4	5	1	2	3	2	1	4	4	4	2	4	5	2
44	4	4	4	4	2	2	5	5	5	2	2	4	2	3	2	2	2	4
45	4	2	4	4	4	5	2	2	5	4	4	4	4	4	4	4	2	5
46	4	2	4	4	4	5	5	4	4	1	1	3	4	4	4	4	5	5
47	5	4	3	4	5	5	1	4	4	5	3	4	5	4	2	4	4	1
48	4	1	4	4	4	5	5	5	5	2	2	4	4	5	5	5	4	5
49	5	2	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4
50	4	2	4	5	4	4	2	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4
51	4	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
52	5	2	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	2	5
53	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	2	1	4	4	4
54	4	1	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5
55	4	2	4	4	4	2	5	5	4	2	2	2	2	4	2	4	1	5
56	4	2	4	4	5	4	5	5	4	4	3	3	3	2	2	4	5	4
57	5	2	1	5	4	5	5	2	3	1	2	1	1	4	2	4	1	2
58	4	1	4	5	4	5	5	2	3	4	4	5	5	5	4	5	5	4
59	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5
60	5	2	5	5	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4	4	3	5	5
61	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5
62	1	1	4	5	5	4	5	5	5	2	2	4	4	5	5	5	5	5
63	5	1	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	4	4
64	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5
65	5	1	1	5	5	5	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	2	2
66	5	3	4	4	4	5	2	5	5	4	4	4	4	4	5	5	4	5
67	5	2	4	4	4	5	5	4	4	2	2	2	4	5	5	5	2	5
68	2	2	4	4	5	5	1	5	4	4	2	1	5	5	5	5	5	5
69	5	2	4	5	5	5	4	4	5	2	4	4	4	4	4	5	5	4
70	5	1	2	4	4	5	5	5	3	2	2	2	2	4	4	4	4	4
71	5	2	5	5	4	5	5	3	3	4	3	5	4	5	1	5	5	4
72	5	2	4	5	5	5	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4
73	4	1	4	5	2	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2
74	5	1	1	2	5	5	5	4	4	1	1	1	1	1	2	5	4	1
75	5	2	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5
76	5	2	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5

77	4	1	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4	5	4	4	3	4	5
78	5	2	2	5	5	5	1	5	5	1	1	1	1	5	5	5	5	5
79	5	2	1	4	5	5	2	4	4	1	1	1	1	2	2	5	4	5
80	5	1	4	4	2	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	3	4
81	4	1	4	4	3	5	4	4	3	4	4	4	5	4	4	3	4	5
82	5	2	4	4	3	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4
83	5	4	4	4	4	5	4	2	2	4	4	4	5	2	2	2	5	2
84	5	2	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4
85	4	2	4	4	2	4	4	5	5	4	2	2	2	4	2	2	2	2
86	5	2	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
87	4	1	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4
88	5	2	5	5	4	5	4	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5
89	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	5	5
90	4	2	4	4	4	4	1	2	4	4	2	1	4	4	4	4	5	4
91	5	1	4	4	3	5	5	5	3	4	2	4	4	5	5	5	4	5
92	5	4	4	4	3	5	4	4	3	4	4	4	4	5	5	3	5	5
93	5	2	2	4	4	5	1	2	5	1	4	3	4	4	4	4	5	5
94	4	2	1	5	3	5	2	4	2	2	2	4	4	5	4	3	5	5
95	5	1	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4
96	5	2	4	5	4	5	5	2	5	4	4	4	4	5	5	4	5	4
97	5	4	4	4	5	5	4	4	4	2	4	2	2	4	1	5	5	5
98	5	2	4	4	5	5	4	3	3	5	4	5	5	4	4	4	4	4
99	4	2	4	4	4	5	4	2	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5
100	5	2	5	2	4	5	5	4	4	4	4	5	5	2	4	5	5	4
101	4	4	2	2	5	5	4	4	2	2	2	4	2	3	3	3	2	4
102	5	1	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
103	4	2	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	3
104	4	2	4	4	4	5	5	4	2	4	1	2	1	4	4	4	2	4
105	4	1	4	4	5	5	5	5	5	2	1	2	4	4	4	5	4	4
106	4	1	2	4	3	5	1	5	5	4	4	5	1	5	5	5	3	5
107	5	2	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	2	4	4	4
108	4	1	4	4	4	5	2	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4
109	4	5	4	5	5	5	4	4	3	4	3	2	5	5	5	5	5	2
110	5	4	4	4	4	5	4	2	2	4	4	4	4	5	4	4	5	5
111	5	1	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5
112	5	2	4	4	2	5	5	5	3	4	4	4	4	5	5	2	4	5
113	5	1	2	5	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5
114	4	4	1	4	2	4	4	5	4	1	2	2	2	4	4	4	2	4
115	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
116	5	1	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
117	4	1	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4
118	5	1	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5
119	4	2	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	2	5	5	5	3	4
120	5	1	2	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5
121	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5
122	4	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	5	4	4	4
123	4	2	3	4	4	4	4	5	3	4	4	4	4	5	4	4	5	4
124	4	2	4	4	4	4	4	5	5	4	3	2	5	5	5	3	4	4
125	2	1	4	4	4	5	4	5	5	4	4	2	5	4	4	4	5	4
126	5	1	5	5	4	4	5	5	5	4	4	3	2	5	5	4	4	4
127	5	4	1	4	4	5	3	2	4	3	4	4	4	4	2	4	5	4
128	5	2	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4
129	5	1	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	4
130	5	2	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5
131	4	1	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4
132	5	2	2	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5
133	4	2	4	4	4	3	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5
134	4	1	4	5	4	4	4	4	4	4	4	2	4	5	5	4	5	4
135	5	2	4	4	4	5	5	2	3	4	4	4	5	4	2	4	4	4
136	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
137	5	1	2	4	4	5	2	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4
138	5	2	5	5	4	5	5	4	4	2	4	4	5	5	5	4	4	4

139	5	2	4	4	2	5	5	5	4	4	5	5	5	5	2	4	5	4
140	2	1	1	2	5	5	5	5	5	1	1	2	2	2	2	5	5	2
141	5	1	4	5	4	5	2	4	5	3	4	4	4	4	5	4	4	
142	5	5	1	4	5	5	2	4	2	1	1	1	1	4	2	4	4	
143	4	2	4	4	4	5	2	5	5	5	5	4	5	4	4	4	5	
144	5	1	2	4	4	4	5	5	5	3	3	3	3	4	4	4	5	
145	5	2	4	5	5	4	4	5	3	3	3	3	3	4	4	4	5	
146	4	2	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	2	5	4	4	5	
147	5	1	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	
148	5	2	4	4	4	5	1	1	2	4	4	4	4	1	1	4	5	
149	5	1	3	4	5	3	5	4	4	3	3	4	4	4	4	4	5	
150	4	1	4	4	5	4	3	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	
151	5	2	4	4	4	4	4	4	5	2	4	4	4	5	5	5	5	
152	5	4	2	4	5	5	4	4	4	2	2	2	4	4	4	5	5	
153	5	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	3	2	4	4	3	5	
154	5	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	3	
155	4	4	2	4	4	5	4	4	4	1	1	4	3	5	4	3	5	
156	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	
157	5	2	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	4	
158	5	2	2	5	4	5	5	4	3	3	2	5	5	5	4	4	5	
159	5	1	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	
160	5	2	4	4	4	5	5	2	2	4	2	5	2	5	5	4	5	
161	5	1	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
162	5	2	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	3	4	5	
163	1	1	4	4	4	2	1	2	2	4	4	4	5	4	5	4	5	
164	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4	3	5	5	5	5	3	4	
165	5	1	4	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	
166	2	1	4	2	2	2	1	4	5	4	2	4	4	4	4	2	4	
167	4	1	4	4	4	5	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	5	
168	5	1	4	5	5	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	
169	5	1	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	
170	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
171	4	2	4	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	5	
172	5	1	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	
173	5	2	4	5	5	5	3	5	4	4	3	3	4	4	4	4	5	
174	5	1	4	5	5	5	4	2	4	4	4	5	5	5	5	5	4	
175	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	
176	5	1	4	5	4	5	5	5	5	4	2	2	4	5	4	2	4	
177	5	1	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	5	
178	5	1	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	3	5	
179	5	1	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	3	
180	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	
181	5	1	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	5	3	4	
182	5	4	4	4	2	2	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	
183	5	1	1	5	4	4	4	4	4	1	1	1	1	3	2	2	1	
184	4	2	2	4	4	5	4	4	3	4	2	4	4	2	2	4	4	
185	5	1	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	2	5	4	5	
186	5	1	1	5	5	5	3	4	3	2	1	3	3	5	5	5	5	
187	5	2	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	
188	5	4	4	4	4	5	2	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	
189	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	
190	5	1	1	5	5	4	5	5	3	1	1	1	1	1	1	1	1	
191	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	
192	5	2	4	4	4	5	2	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	
193	4	1	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	
194	4	2	3	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	5	4	4	4	
195	5	5	1	5	5	4	4	2	2	1	1	4	4	4	1	4	5	
196	5	1	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	3	5	5	
197	5	3	5	5	5	5	3	4	4	5	5	5	5	5	3	5	5	
198	5	2	4	5	5	5	1	5	3	2	4	4	4	5	5	1	5	
199	5	4	2	5	4	5	1	4	4	1	5	4	2	4	4	4	5	
200	1	1	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	

201	5	1	4	5	4	5	5	4	4	1	1	1	1	3	3	3	3	3
202	5	2	4	4	4	4	4	4	5	2	2	1	4	5	5	4	4	5
203	5	1	4	5	2	2	3	5	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5
204	4	2	4	4	4	4	2	4	2	5	5	5	4	4	2	4	4	4
205	5	1	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5
206	5	2	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	2	4
207	5	2	4	4	4	5	4	4	4	4	4	2	4	5	5	5	5	5
208	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5
209	5	2	2	4	4	5	2	4	3	2	2	4	4	4	5	5	5	5
210	5	1	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
211	2	1	2	4	4	2	4	2	4	4	1	4	5	2	5	4	2	5
212	2	1	5	4	5	5	5	5	5	4	4	2	5	4	5	5	4	5
213	4	2	4	2	5	5	1	4	5	4	4	4	3	2	3	5	5	4
214	4	1	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	5
215	5	4	4	4	5	5	2	2	4	4	4	5	5	4	4	5	4	5
216	4	1	4	4	4	4	1	4	3	5	4	5	5	4	5	4	4	2
217	5	1	4	4	4	4	5	5	5	4	2	5	5	5	5	5	5	4
218	4	1	4	4	4	4	1	4	3	5	4	5	5	4	5	4	4	2
219	5	4	4	4	5	5	5	2	1	2	2	1	1	4	2	5	5	5
220	5	1	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
221	5	2	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5
222	5	1	1	4	4	5	5	4	3	1	1	4	1	4	4	4	4	5
223	5	2	4	5	5	5	1	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5
224	4	1	2	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	3	4
225	5	1	4	5	4	5	1	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5
226	5	2	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5
227	5	2	2	4	4	5	4	4	2	4	1	4	5	4	4	1	5	4
228	5	2	4	4	4	4	5	4	3	4	4	5	4	4	4	4	5	5
229	5	2	2	4	5	5	4	4	2	1	1	4	2	4	4	5	4	5
230	4	2	4	4	4	4	5	2	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5
231	5	2	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4
232	4	4	5	2	4	5	3	3	3	5	3	4	5	2	4	4	4	4
233	5	1	4	1	4	5	4	5	3	4	3	4	4	5	4	2	5	5
234	4	1	4	5	4	5	1	4	4	4	4	4	4	5	4	4	2	4
235	2	2	2	5	4	5	3	5	4	1	1	2	2	2	2	2	3	4
236	5	4	4	5	4	5	5	4	2	4	3	2	4	5	5	5	3	4
237	5	1	5	5	5	5	4	1	4	5	5	5	5	5	4	3	5	5
238	5	2	1	5	4	5	3	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	5
239	5	2	5	5	3	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4
240	5	2	4	5	4	5	1	5	5	4	4	5	3	5	5	4	3	2
241	5	1	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
242	2	1	2	2	5	2	2	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5
243	5	2	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	3	3	2
244	5	4	2	5	5	5	5	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4	2
245	5	2	2	4	5	5	5	5	4	1	2	2	2	5	4	5	5	2
246	4	1	2	4	4	4	5	5	5	4	2	4	5	4	4	4	5	5
247	5	2	5	4	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4	4	4	5	5
248	4	1	4	4	4	4	2	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5
249	5	1	4	5	4	5	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4	4	5
250	4	2	2	4	4	4	2	4	4	2	2	4	4	5	4	4	4	4
251	4	2	2	4	4	5	2	4	4	2	4	2	5	5	5	4	2	4
252	4	2	4	4	2	4	5	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4
253	5	2	4	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4	2	5	5
254	4	2	4	4	2	5	2	2	4	2	2	4	2	5	2	4	5	5
255	5	1	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
256	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
257	5	1	4	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5
258	5	2	4	4	4	5	1	3	4	2	2	2	3	4	4	4	4	4
259	4	1	4	5	4	5	1	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5
260	5	2	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5
261	2	1	1	4	4	4	5	5	5	2	2	4	4	4	4	4	5	4
262	5	5	1	4	4	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

263	5	1	5	2	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
264	5	2	2	5	4	4	4	3	3	2	2	4	4	2	4	4	5	5
265	5	1	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	1	4	5
266	4	2	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	2	5
267	4	2	4	5	5	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5
268	5	2	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5
269	4	1	2	4	3	1	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
270	4	1	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5
271	5	2	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
272	5	1	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4
273	5	4	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	5
274	4	1	2	2	2	4	2	4	5	2	2	2	3	2	2	2	2	5
275	5	2	5	5	5	5	1	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
276	5	2	2	5	5	5	1	4	4	2	4	4	5	2	2	2	5	5
277	5	1	5	1	4	5	4	3	3	4	4	4	3	5	4	5	4	5
278	4	2	4	5	3	4	4	5	4	4	3	3	4	2	5	2	5	5
279	4	1	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
280	5	2	2	4	5	5	4	1	1	4	2	4	4	4	4	4	5	2
281	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
282	5	1	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5
283	5	4	5	5	5	5	4	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4
284	5	4	4	4	2	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5
285	5	2	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5
286	4	1	4	4	5	5	1	5	5	4	4	3	4	4	5	4	3	4
287	5	1	4	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5
288	5	1	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	2
289	4	2	4	3	4	2	4	4	2	2	2	4	4	4	4	4	5	1
290	5	1	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	3
291	4	2	5	4	5	4	5	4	5	3	4	4	4	5	5	5	5	5
292	4	1	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5
293	5	1	4	4	4	5	5	4	3	5	5	5	5	4	5	3	5	4
294	5	4	4	4	2	5	5	4	2	4	4	4	5	4	4	3	4	4
295	5	1	4	4	4	5	1	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5
296	5	2	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	4
297	4	1	2	4	4	5	1	3	2	4	3	4	4	4	4	4	4	2
298	4	4	4	5	4	4	4	4	1	4	4	4	4	5	5	1	1	2
299	4	1	5	5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	3	4	5
300	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	3	4	4	5	4	4	4	3
301	5	4	4	5	4	5	2	2	2	4	2	2	2	4	4	4	3	1
302	4	1	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	2	5	5
303	5	2	4	2	4	5	5	5	4	4	4	4	4	5	1	5	5	5
304	5	1	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4
305	5	2	4	5	5	5	2	4	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5
306	4	1	4	5	5	5	5	4	4	3	3	4	3	5	5	5	4	4
307	5	1	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	4
308	5	1	4	5	4	5	3	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4
309	5	4	5	5	4	5	5	3	3	5	3	4	3	3	3	3	5	5
310	5	1	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5
311	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
312	5	2	2	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
313	5	1	2	4	5	5	1	1	2	4	4	4	5	5	5	5	5	4
314	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	1	5	4	4
315	5	1	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4
316	5	4	4	5	5	5	2	2	2	4	2	4	5	5	5	5	4	4
317	5	2	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5
318	5	1	4	4	4	5	4	4	3	4	3	3	5	4	4	4	4	5
319	5	4	4	4	5	5	5	2	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5
320	5	2	2	5	4	5	4	4	4	2	2	4	4	5	2	2	2	4
321	5	2	4	4	1	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	2	4	5
322	4	4	2	4	5	5	4	4	4	2	2	3	3	4	5	5	5	4
323	5	1	2	2	5	5	5	5	4	4	4	4	5	2	5	5	2	5
324	5	2	4	4	4	5	1	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5

```

325 5 1 4 4 4 5 2 4 4 4 4 4 5 4 4 4 5 4
326 5 1 5 4 2 5 4 4 4 4 4 4 4 5 4 3 4 2
327 4 4 4 5 5 5 4 4 5 4 4 4 4 4 4 5 4 5
328 5 2 4 4 5 5 5 5 5 4 4 4 4 4 4 5 5 5
329 5 2 5 4 4 5 4 4 4 4 4 4 5 4 5 4 5 5
330 5 4 5 4 5 5 5 5 3 4 4 5 5 3 4 5 2 3
331 5 1 4 4 4 5 5 3 5 4 2 2 5 5 1 3 2 5
332 5 4 4 2 2 5 2 4 2 4 4 5 5 4 5 4 5 5
333 4 4 5 4 4 4 3 4 4 5 5 4 5 4 4 3 5 4
334 5 1 4 5 5 4 5 4 4 5 5 5 5 5 2 3 5 3
335 5 2 5 4 4 5 4 4 4 4 4 4 5 4 5 4 5 5
336 4 1 4 4 4 5 5 5 5 4 4 5 2 5 5 5 5 4
337 5 2 4 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 2
338 4 3 2 5 4 4 3 3 3 2 3 2 2 5 1 5 4 4
339 5 5 5 5 4 5 5 4 4 4 4 4 4 4 2 2 4 4
340 5 1 4 4 4 4 4 4 4 3 4 4 4 5 5 4 5 4
341 4 2 4 4 4 5 2 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4
342 5 1 4 4 4 5 2 2 4 4 4 4 5 4 4 4 4 4
343 4 1 4 5 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5
344 4 1 2 4 4 5 4 4 4 4 3 4 2 5 5 5 4 5
345 5 4 2 5 5 5 4 5 5 1 1 4 4 5 5 5 4 4
346 5 2 2 2 2 5 2 5 4 4 4 4 4 2 2 2 5 4
347 4 1 4 4 4 5 5 4 4 4 4 5 5 4 2 4 5 2
348 5 1 4 5 5 5 5 4 4 4 4 4 4 4 5 4 5 5

```

```

> #348 especialistas
> #18 variaveis
> summary(dados)

```

v1		v2		v3		v4		v5	
Min.	:1.000	Min.	:1.000	Min.	:1.000	Min.	:1.000	Min.	:1.000
1st Qu.	:4.000	1st Qu.	:1.000	1st Qu.	:4.000	1st Qu.	:4.000	1st Qu.	:4.000
Median	:5.000	Median	:2.000	Median	:4.000	Median	:4.000	Median	:4.000
Mean	:4.549	Mean	:2.011	Mean	:3.698	Mean	:4.264	Mean	:4.161
3rd Qu.	:5.000	3rd Qu.	:2.000	3rd Qu.	:4.000	3rd Qu.	:5.000	3rd Qu.	:5.000
Max.	:5.000	Max.	:5.000	Max.	:5.000	Max.	:5.000	Max.	:5.000

v6		v7		v8		v9		v10	
Min.	:1.000	Min.	:1.000	Min.	:1.000	Min.	:1.000	Min.	:1.000
1st Qu.	:4.750	1st Qu.	:4.000	1st Qu.	:4.000	1st Qu.	:4.000	1st Qu.	:4.000
Median	:5.000	Median	:4.000	Median	:4.000	Median	:4.000	Median	:4.000
Mean	:4.672	Mean	:3.968	Mean	:4.158	Mean	:4.037	Mean	:3.684
3rd Qu.	:5.000	3rd Qu.	:5.000	3rd Qu.	:5.000	3rd Qu.	:5.000	3rd Qu.	:4.000
Max.	:5.000	Max.	:5.000	Max.	:5.000	Max.	:5.000	Max.	:5.000

v11		v12		v13		v14		v15	
Min.	:1.000	Min.	:1.000	Min.	:1.000	Min.	:1.000	Min.	:1.000
1st Qu.	:3.000	1st Qu.	:4.000	1st Qu.	:4.000	1st Qu.	:4.000	1st Qu.	:4.000
Median	:4.000	Median	:4.000	Median	:4.000	Median	:4.000	Median	:4.000
Mean	:3.589	Mean	:3.948	Mean	:4.118	Mean	:4.259	Mean	:4.075
3rd Qu.	:4.000	3rd Qu.	:5.000	3rd Qu.	:5.000	3rd Qu.	:5.000	3rd Qu.	:5.000
Max.	:5.000	Max.	:5.000	Max.	:5.000	Max.	:5.000	Max.	:5.000

v16		v17		v18	
Min.	:1.000	Min.	:1.000	Min.	:1.000
1st Qu.	:4.000	1st Qu.	:4.000	1st Qu.	:4.000
Median	:4.000	Median	:5.000	Median	:5.000
Mean	:4.098	Mean	:4.305	Mean	:4.261
3rd Qu.	:5.000	3rd Qu.	:5.000	3rd Qu.	:5.000
Max.	:5.000	Max.	:5.000	Max.	:5.000

```
> #calculo da matriz de correlação
```

```
> matcor<-cor(dados)
```

```
> matcor
```

	V1	V2	V3	V4	V5
V1	1.00000000	0.143029086	0.090657812	1.946306e-01	0.097026953
V2	0.14302909	1.00000000	-0.020531982	4.091005e-02	0.021133134
V3	0.09065781	-0.020531982	1.00000000	1.104359e-01	-0.007576236
V4	0.19463063	0.040910055	0.110435884	1.00000000	0.217678473
V5	0.09702695	0.021133134	-0.007576236	2.176785e-01	1.00000000
V6	0.45815415	0.085381518	0.093660026	1.579795e-01	0.239248105
V7	0.10358759	-0.071863997	0.200793245	8.114580e-02	0.046157579
V8	-0.02070828	-0.228320903	0.147311355	4.800108e-02	-0.023784713
V9	-0.02934040	-0.277284028	0.220325282	7.145660e-02	-0.004572211
V10	0.12978708	-0.092990221	0.617159751	8.673439e-02	0.005709822
V11	0.18297234	-0.065882736	0.559611287	1.462766e-01	0.022724276
V12	0.14044392	-0.074370773	0.416610101	1.180740e-01	0.017129437
V13	0.06950488	-0.106260902	0.476193006	1.215293e-01	0.063540078
V14	0.14585669	-0.075813618	0.310999350	3.318329e-01	0.039700751
V15	0.01604093	-0.231256936	0.256703959	1.925828e-01	0.054617451
V16	0.02090373	-0.044946659	0.143518638	4.721361e-05	0.392801934
V17	0.09361940	0.006925456	0.221125313	1.177990e-02	0.172600781
V18	0.01484078	-0.079845034	0.187041128	2.665973e-02	0.005055045

	V6	V7	V8	V9	V10
V1	0.458154151	0.103587591	-0.020708278	-0.029340399	0.129787084
V2	0.085381518	-0.071863997	-0.228320903	-0.277284028	-0.092990221
V3	0.093660026	0.200793245	0.147311355	0.220325282	0.617159751
V4	0.157979457	0.081145805	0.048001082	0.071456603	0.086734394
V5	0.239248105	0.046157579	-0.023784713	-0.004572211	0.005709822
V6	1.00000000	-0.005170354	-0.004401527	0.056548443	0.121898162
V7	-0.005170354	1.00000000	0.247649625	0.177818009	0.137007059
V8	-0.004401527	0.247649625	1.00000000	0.487737654	0.120753963
V9	0.056548443	0.177818009	0.487737654	1.00000000	0.156500979
V10	0.121898162	0.137007059	0.120753963	0.156500979	1.00000000
V11	0.154088237	0.111868449	0.173675380	0.268163496	0.754697905
V12	0.073624382	0.142612260	0.124357932	0.141872726	0.621166779
V13	0.089130076	0.110935413	0.119117094	0.170464906	0.675581177
V14	0.117109259	0.128188425	0.187741277	0.172462429	0.353405281
V15	0.043816518	0.068627966	0.235118773	0.265108557	0.305602662
V16	0.114799254	0.088904487	0.077825277	0.171632069	0.176762734
V17	0.134224635	0.038029122	0.025107085	0.116142142	0.302888048
V18	0.036175316	0.091200695	0.102275200	0.190489704	0.131143252

	V11	V12	V13	V14	V15
V1	0.18297234	0.14044392	0.06950488	0.14585669	0.01604093
V2	-0.06588274	-0.07437077	-0.10626090	-0.07581362	-0.23125694
V3	0.55961129	0.41661010	0.47619301	0.31099935	0.25670396
V4	0.14627662	0.11807395	0.12152929	0.33183293	0.19258277
V5	0.02272428	0.01712944	0.06354008	0.03970075	0.05461745
V6	0.15408824	0.07362438	0.08913008	0.11710926	0.04381652
V7	0.11186845	0.14261226	0.11093541	0.12818842	0.06862797
V8	0.17367538	0.12435793	0.11911709	0.18774128	0.23511877
V9	0.26816350	0.14187273	0.17046491	0.17246243	0.26510856
V10	0.75469790	0.62116678	0.67558118	0.35340528	0.30560266
V11	1.00000000	0.65129698	0.62155115	0.39274634	0.30265427
V12	0.65129698	1.00000000	0.65504437	0.37461686	0.33059053
V13	0.62155115	0.65504437	1.00000000	0.34655753	0.36487295
V14	0.39274634	0.37461686	0.34655753	1.00000000	0.52041253
V15	0.30265427	0.33059053	0.36487295	0.52041253	1.00000000
V16	0.21155821	0.21417588	0.18787014	0.35736839	0.29920587
V17	0.33385503	0.40207457	0.36848501	0.24548685	0.19157118
V18	0.22232776	0.20263756	0.17634815	0.18027028	0.25397384

	V16	V17	V18
V1	2.090373e-02	0.093619400	0.014840779
V2	-4.494666e-02	0.006925456	-0.079845034
V3	1.435186e-01	0.221125313	0.187041128
V4	4.721361e-05	0.011779897	0.026659728
V5	3.928019e-01	0.172600781	0.005055045
V6	1.147993e-01	0.134224635	0.036175316
V7	8.890449e-02	0.038029122	0.091200695
V8	7.782528e-02	0.025107085	0.102275200
V9	1.716321e-01	0.116142142	0.190489704
V10	1.767627e-01	0.302888048	0.131143252
V11	2.115582e-01	0.333855033	0.222327755
V12	2.141759e-01	0.402074569	0.202637555
V13	1.878701e-01	0.368485009	0.176348147
V14	3.573684e-01	0.245486850	0.180270281
V15	2.992059e-01	0.191571182	0.253973839
V16	1.0000000000	0.306434161	0.139383092
V17	3.064342e-01	1.0000000000	0.251974062
V18	1.393831e-01	0.251974062	1.0000000000

> library(Rcmdr)

```

> local({pkg <- select.list(sort(.packages(all.available =
TRUE)),graphics=TRUE)
+ if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE)})
> local({pkg <- select.list(sort(.packages(all.available =
TRUE)),graphics=TRUE)
+ if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE)})

> #Correlações parciais podem ser calculadas com a função partial.cor
> library(Rcmdr)
> partial.cor <- function (X, ...)
+ {
+   R <- cor(X, ...)
+   RI <- solve(R)
+   D <- 1/sqrt(diag(RI))
+   Rp <- -RI * (D %o% D)
+   diag(Rp) <- 0
+   rownames(Rp) <- colnames(Rp) <- colnames(X)
+   Rp
+ }
> #matriz diagonal alterada para zero
> matcorp <- partial.cor(dados)
> matcorp

```

	V1	V2	V3	V4	V5
V1	0.0000000000	0.095425714	-0.029132555	0.09409559	-0.012057489
V2	0.0954257139	0.0000000000	0.096706978	0.06618802	-0.027677581
V3	-0.0291325548	0.096706978	0.0000000000	0.01892605	-0.028690285
V4	0.0940955896	0.066188022	0.018926052	0.0000000000	0.284687042
V5	-0.0120574894	-0.027677581	-0.028690285	0.28468704	0.0000000000
V6	0.4278283891	0.036546030	0.012042706	0.02712932	0.180466069
V7	0.1216364230	-0.027904076	0.131239781	0.03565757	0.043062160
V8	-0.0171009244	-0.080593935	-0.005877224	-0.03821554	0.007776779
V9	-0.0608712363	-0.186354964	0.091298498	0.06194216	-0.077771196
V10	-0.0006204272	-0.076792893	0.322992444	-0.07057867	-0.023401410
V11	0.0913035441	0.040242803	0.123609721	0.04608389	-0.015393284
V12	0.0642570807	-0.009981378	-0.052208751	0.01872858	-0.062123219
V13	-0.0735800002	-0.026757977	0.062381355	0.02023424	0.066071126
V14	0.0572682823	0.007803763	0.051967977	0.30967334	-0.182240439
V15	-0.0237039626	-0.157257039	0.017190820	0.07048279	-0.011193681

V16	-0.0548364466	0.038488896	-0.010642030	-0.23778379	0.424397963
V17	0.0158811670	0.054409061	-0.006254817	-0.09147398	0.105242811
V18	-0.0182851101	-0.018719719	0.077799649	-0.02632591	-0.034025122

	V6	V7	V8	V9	V10
V1	0.427828389	0.121636423	-0.017100924	-0.060871236	-0.0006204272
V2	0.036546030	-0.027904076	-0.080593935	-0.186354964	-0.0767928932
V3	0.012042706	0.131239781	-0.005877224	0.091298498	0.3229924437
V4	0.027129321	0.035657571	-0.038215537	0.061942163	-0.0705786678
V5	0.180466069	0.043062160	0.007776779	-0.077771196	-0.0234014101
V6	0.000000000	-0.084340050	-0.012298662	0.073801689	0.0369001210
V7	-0.084340050	0.000000000	0.180965725	0.056796525	0.0338250365
V8	-0.012298662	0.180965725	0.000000000	0.400101814	-0.0145844342
V9	0.073801689	0.056796525	0.400101814	0.000000000	-0.1036197033
V10	0.036900121	0.033825037	-0.014584434	-0.103619703	0.000000000
V11	0.022666892	-0.091577457	0.027577733	0.174894924	0.4474202862
V12	-0.066165420	0.070492714	0.018836540	-0.075684439	0.1089192747
V13	0.009619894	-0.004124335	-0.019181943	0.008441174	0.2847140234
V14	0.018956277	0.031737673	0.079231099	-0.075507496	0.0170684162
V15	-0.013843960	-0.080370411	0.079540956	0.079984265	0.0336024659
V16	0.007156330	0.041023943	-0.054236064	0.112381799	-0.0050557945
V17	0.047240159	-0.040587759	-0.049277929	0.045539989	-0.0035530234
V18	0.009589107	0.052991375	-0.021281159	0.070557015	-0.1152724748

	V11	V12	V13	V14	V15
V1	0.09130354	0.064257081	-0.073580000	0.0572682823	-0.02370396
V2	0.04024280	-0.009981378	-0.026757977	0.0078037628	-0.15725704
V3	0.12360972	-0.052208751	0.062381355	0.0519679766	0.01719082
V4	0.04608389	0.018728578	0.020234245	0.3096733353	0.07048279
V5	-0.01539328	-0.062123219	0.066071126	-0.1822404388	-0.01119368
V6	0.02266689	-0.066165420	0.009619894	0.0189562770	-0.01384396
V7	-0.09157746	0.070492714	-0.004124335	0.0317376725	-0.08037041
V8	0.02757773	0.018836540	-0.019181943	0.0792310992	0.07954096
V9	0.17489492	-0.075684439	0.008441174	-0.0755074963	0.07998426
V10	0.44742029	0.108919275	0.284714023	0.0170684162	0.03360247
V11	0.00000000	0.263426969	0.081405773	0.0780261893	-0.07472675
V12	0.26342697	0.000000000	0.312599431	0.0458638458	0.05122766
V13	0.08140577	0.312599431	0.000000000	-0.0017646354	0.13183472
V14	0.07802619	0.045863846	-0.001764635	0.0000000000	0.34011864
V15	-0.07472675	0.051227663	0.131834717	0.3401186450	0.00000000
V16	0.03010952	0.036879251	-0.053702801	0.2862828527	0.12093944
V17	0.01236617	0.178691801	0.117892490	0.0616719027	-0.03757485
V18	0.10002034	0.028000148	-0.008268046	-0.0005031374	0.14965896

	V16	V17	V18
V1	-0.054836447	0.015881167	-0.0182851101
V2	0.038488896	0.054409061	-0.0187197195
V3	-0.010642030	-0.006254817	0.0777996491
V4	-0.237783785	-0.091473976	-0.0263259085
V5	0.424397963	0.105242811	-0.0340251220
V6	0.007156330	0.047240159	0.0095891073
V7	0.041023943	-0.040587759	0.0529913750
V8	-0.054236064	-0.049277929	-0.0212811592
V9	0.112381799	0.045539989	0.0705570151
V10	-0.005055794	-0.003553023	-0.1152724748
V11	0.030109520	0.012366172	0.1000203374
V12	0.036879251	0.178691801	0.0280001482
V13	-0.053702801	0.117892490	-0.0082680455
V14	0.286282853	0.061671903	-0.0005031374

```
V15 0.120939435 -0.037574853 0.1496589553
V16 0.000000000 0.135528915 0.0054362477
V17 0.135528915 0.000000000 0.1699690222
V18 0.005436248 0.169969022 0.0000000000
```

> teste de Kaiser-Meyer-Olkin

```
> #KMO-Lyon - Didacticiel - Études de cas
> kmo.num <- sum(matcor^2) - sum(diag(matcor^2))
> kmo.denom <- kmo.num + (sum(matcorp^2) - sum(diag(matcorp^2)))
> kmo <- kmo.num/kmo.denom
> print(kmo)
[1] 0.7998974
>#kmo=0.7998974
```

> require(Psych)

```
Carregando pacotes exigidos: Psych
Warning in library(package, lib.loc = lib.loc, character.only = TRUE,
logical.return = TRUE, :
  there is no package called 'Psych'
> local({pkg <- select.list(sort(.packages(all.available =
TRUE)),graphics=TRUE)
+ if(nchar(pkg)) library(pkg, character.only=TRUE)})
> utils:::menuInstallLocal()
> utils:::menuInstallPkgs()
--- Please select a CRAN mirror for use in this session ---
also installing the dependency 'mnormt'
```

```
tentando a URL 'https://cloud.r-
project.org/bin/windows/contrib/3.3/mnormt_1.5-4.zip'
Content type 'application/zip' length 101147 bytes (98 KB)
downloaded 98 KB
```

```
tentando a URL 'https://cloud.r-
project.org/bin/windows/contrib/3.3/psych_1.6.4.zip'
Content type 'application/zip' length 3267535 bytes (3.1 MB)
downloaded 3.1 MB
```

```
package 'mnormt' successfully unpacked and MD5 sums checked
package 'psych' successfully unpacked and MD5 sums checked
```

```
The downloaded binary packages are in
C:\Users\Sayonara\AppData\Local\Temp\RtmpQrudX9\downloaded_packages
```

> #Bartlett-Lyon - Didacticiel - Etudes de cas

```
> #Bartlett's sphericity test
> n <- nrow(dados)
> p <- ncol(dados)
> chi2 <- -(n-1-(2*p+5)/6)*log(det(matcor))
> ddl <- p*(p-1)/2
> print(chi2)
[1] 1889.321
> print(ddl)
[1] 153
> print(pchisq(chi2,ddl,lower.tail=F))
[1] 1.186404e-296
```

```
> library(psych)
> alpha de cronbach
```

```
reliability(cov(dados[,c("V1","V2","V3","V4","V5","V6","V7","V8","V9","
V10","V11",+ "V12","V13","V14","V15","V16","V17","V18")],
use="complete.obs"))
Alpha reliability = 0.7857
Standardized alpha = 0.7805
```

```
Reliability deleting each item in turn:
Alpha de cronbach Std.Alpha r(item, total)
V1 0.7843 0.7793 0.2134
V2 0.8135 0.8031 -0.1415
V3 0.7620 0.7586 0.5481
V4 0.7834 0.7783 0.2308
V5 0.7875 0.7836 0.1476
V6 0.7837 0.7783 0.2212
V7 0.7907 0.7807 0.2086
V8 0.7840 0.7796 0.2353
V9 0.7797 0.7747 0.3022
V10 0.7541 0.7525 0.6325
V11 0.7489 0.7478 0.6848
V12 0.7557 0.7531 0.6227
V13 0.7561 0.7535 0.6156
V14 0.7648 0.7575 0.5362
V15 0.7698 0.7641 0.4426
V16 0.7764 0.7701 0.3544
V17 0.7721 0.7666 0.4164
V18 0.7820 0.7768 0.2753
```

>#medida de adequação da amostra (MAA)

```
> #calculo de MAA
> for (j in 1:p) {
+ somar2j <- sum(matcor[j, -j]^2)
+ cat("\n MAA", j, "=", somar2j / (somar2j + sum(matcorp[j, -j]^2))) }
```

```
MAA 1 = 0.6212857
MAA 2 = 0.7141347
MAA 3 = 0.8969425
MAA 4 = 0.5544247
MAA 5 = 0.464715
MAA 6 = 0.6318166
MAA 7 = 0.708701
MAA 8 = 0.7160522
MAA 9 = 0.7054893
MAA 10 = 0.8377644
MAA 11 = 0.8646343
MAA 12 = 0.8916847
MAA 13 = 0.8972691
MAA 14 = 0.7915993
MAA 15 = 0.8364521
MAA 16 = 0.6558342
MAA 17 = 0.8711985
MAA 18 = 0.818782>
```

```
> #Metodo dos componentes principais
> acpcor <- prcomp(dados, scale = TRUE)
> summary(acpcor)
```

Importance of components:

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
Standard deviation	2.1663	1.3553	1.27486	1.15194	1.05596
Proportion of Variance	0.2607	0.1020	0.09029	0.07372	0.06136
Cumulative Proportion	0.2607	0.3628	0.45306	0.52678	0.58814

	<u>PC6</u>	PC7	PC8	PC9	PC10
Standard deviation	1.00277	0.97124	0.89103	0.88234	0.83685
Proportion of Variance	0.05487	0.05241	0.04411	0.04325	0.03891
Cumulative Proportion	0.64301	0.69541	0.73952	0.78277	0.82168

	PC11	PC12	PC13	PC14	PC15
Standard deviation	0.74744	0.72134	0.69136	0.67941	0.58182
Proportion of Variance	0.03104	0.02891	0.02655	0.02564	0.01881
Cumulative Proportion	0.85271	0.88162	0.90818	0.93382	0.95263

	PC16	PC17	PC18
Standard deviation	0.57527	0.56173	0.45412
Proportion of Variance	0.01839	0.01753	0.01146
Cumulative Proportion	0.97101	0.98854	1.00000

```

> #criterio raiz latente
> #carga fatorial
> #teste escolha de 5 componentes
> k <- 5
> carfat <- acpcor$rotation[, 1:k] %*% diag(acpcor$sdev[1:k])
> colnames(carfat) <- paste("Fator", 1:k, sep = " ")

```

```

> carfat

```

	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5
V1	-0.2113937	0.56960323	0.1766364059	-0.47435585	0.1357641112
V2	0.1730851	0.54600491	-0.1830691943	-0.03881017	0.0143603976
V3	-0.6656657	-0.01449190	-0.2536236500	-0.16435844	0.0670676838
V4	-0.2547856	0.26487839	0.3468017249	-0.30123010	-0.5721791378
V5	-0.1391989	0.39617439	0.5240560901	0.32632290	0.1592557714
V6	-0.2192974	0.55807686	0.3180145212	-0.28463004	0.2470990542
V7	-0.2550274	-0.17437891	0.2001604757	-0.34492014	0.2797782855
V8	-0.3121748	-0.52631972	0.3506865538	-0.32405143	0.1773089319
V9	-0.3936883	-0.49255538	0.3579160720	-0.20011818	0.2419488313
V10	-0.7887420	0.05554509	-0.3776921481	-0.07126280	0.0344882922
V11	-0.8142576	0.05935070	-0.2664084028	-0.09174693	0.0568678738
V12	-0.7608764	0.06233700	-0.2835043266	0.05667437	0.0009719965
V13	-0.7669273	0.02976300	-0.2942918089	0.06914380	-0.0213537971
V14	-0.6255604	0.02644511	0.2453532224	0.03208489	-0.4625455423
V15	-0.5767352	-0.21465019	0.2678328031	0.15262925	-0.4079991265
V16	-0.4118309	0.10473894	0.4291969988	0.53369661	0.1347760020
V17	-0.5047525	0.18730856	-0.0006150422	0.40670535	0.2805031561
V18	-0.3533160	-0.14550518	0.1108523061	0.18738527	0.1310744118

```

> #comunalidades e variancias especificas
> comum <- rowSums(carfat^2)
> vespec <- diag(matcor) - comum
> estimat <- cbind(comum, vespec, diag(matcor))
> rownames(estimat) <- colnames(dados)
> colnames(estimat) <- c("Comunalidade", "Variancia unica", "Variancia")
> estimat

```

	Comunalidade	Variancia unica	Variancia
V1	0.6437809	0.3562191	1
V2	0.3633066	0.6366934	1
V3	0.5391576	0.4608424	1
V4	0.6734762	0.3265238	1
V5	0.5828143	0.4171857	1
V6	0.6027466	0.3972534	1
V7	0.3327570	0.6672430	1
V8	0.6338944	0.3661056	1
V9	0.6242917	0.3757083	1
V10	0.7741183	0.2258817	1


```
V11 0.7491629 0.2508371 1
V12 0.6664064 0.3335936 1
V13 0.6809078 0.3190922 1
V14 0.6672012 0.3327988 1
V15 0.6401916 0.3598084 1
V16 0.6677817 0.3322183 1
V17 0.5339512 0.4660488 1
V18 0.2105859 0.7894141 1
```

```
> #As variancias (amostrais) sao iguais a 1
> #porque a analise foi realizada baseada na
> #matriz de correlacao amostral
```

```
> #carga fatorial
> #teste escolha de 4 componentes
> k <- 4
> carfat <- acpcor$rotation[, 1:k] %*% diag(acpcor$sdev[1:k])
> colnames(carfat) <- paste("Fator", 1:k, sep = " ")
> carfat
```

	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4
V1	-0.2113937	0.56960323	0.1766364059	-0.47435585
V2	0.1730851	0.54600491	-0.1830691943	-0.03881017
V3	-0.6656657	-0.01449190	-0.2536236500	-0.16435844
V4	-0.2547856	0.26487839	0.3468017249	-0.30123010
V5	-0.1391989	0.39617439	0.5240560901	0.32632290
V6	-0.2192974	0.55807686	0.3180145212	-0.28463004
V7	-0.2550274	-0.17437891	0.2001604757	-0.34492014
V8	-0.3121748	-0.52631972	0.3506865538	-0.32405143
V9	-0.3936883	-0.49255538	0.3579160720	-0.20011818
V10	-0.7887420	0.05554509	-0.3776921481	-0.07126280
V11	-0.8142576	0.05935070	-0.2664084028	-0.09174693
V12	-0.7608764	0.06233700	-0.2835043266	0.05667437
V13	-0.7669273	0.02976300	-0.2942918089	0.06914380
V14	-0.6255604	0.02644511	0.2453532224	0.03208489
V15	-0.5767352	-0.21465019	0.2678328031	0.15262925
V16	-0.4118309	0.10473894	0.4291969988	0.53369661
V17	-0.5047525	0.18730856	-0.0006150422	0.40670535
V18	-0.3533160	-0.14550518	0.1108523061	0.18738527

```
> #comunalidades e variancias especificas
> comum <- rowSums(carfat^2)
> vespec <- diag(matcor) - comum
> estimat <- cbind(comum, vespec, diag(matcor))
> rownames(estimat) <- colnames(dados)
> colnames(estimat) <- c("Comunalidade", "Variancia unica",
"Variancia")
> estimat
```

	Comunalidade	Variancia unica	Variancia
V1	0.6253490	0.3746510	1
V2	0.3631004	0.6368996	1
V3	0.5346595	0.4653405	1
V4	0.3460873	0.6539127	1
V5	0.5574519	0.4425481	1
V6	0.5416886	0.4583114	1
V7	0.2544811	0.7455189	1
V8	0.6024559	0.3975441	1
V9	0.5657525	0.4342475	1
V10	0.7729289	0.2270711	1
V11	0.7459290	0.2540710	1

```

V12  0.6664055      0.3335945      1
V13  0.6804519      0.3195481      1
V14  0.4532528      0.5467472      1
V15  0.4737283      0.5262717      1
V16  0.6496171      0.3503829      1
V17  0.4552692      0.5447308      1
V18  0.1934054      0.8065946      1
> #carga fatorial
> #teste escolha de 6 componentes
> k <- 6
> carfat <- acpcor$rotation[, 1:k] %*% diag(acpcor$sdev[1:k])
> colnames(carfat) <- paste("Fator", 1:k, sep = " ")
> carfat

      Fator 1      Fator 2      Fator 3      Fator 4      Fator 5      Fator 6
V1 -0.2113937  0.56960323  0.1766364059 -0.47435585  0.1357641112 -0.23940496
V2  0.1730851  0.54600491 -0.1830691943 -0.03881017  0.0143603976  0.02953332
V3 -0.6656657 -0.01449190 -0.2536236500 -0.16435844  0.0670676838  0.13434565
V4 -0.2547856  0.26487839  0.3468017249 -0.30123010 -0.5721791378  0.12986445
V5 -0.1391989  0.39617439  0.5240560901  0.32632290  0.1592557714  0.39204006
V6 -0.2192974  0.55807686  0.3180145212 -0.28463004  0.2470990542 -0.26146045
V7 -0.2550274 -0.17437891  0.2001604757 -0.34492014  0.2797782855  0.40615980
V8 -0.3121748 -0.52631972  0.3506865538 -0.32405143  0.1773089319  0.04272342
V9 -0.3936883 -0.49255538  0.3579160720 -0.20011818  0.2419488313 -0.09843715
V10 -0.7887420  0.05554509 -0.3776921481 -0.07126280  0.0344882922  0.14351038
V11 -0.8142576  0.05935070 -0.2664084028 -0.09174693  0.0568678738  0.01858950
V12 -0.7608764  0.06233700 -0.2835043266  0.05667437  0.0009719965  0.03225962
V13 -0.7669273  0.02976300 -0.2942918089  0.06914380 -0.0213537971  0.09857011
V14 -0.6255604  0.02644511  0.2453532224  0.03208489 -0.4625455423 -0.06432161
V15 -0.5767352 -0.21465019  0.2678328031  0.15262925 -0.4079991265 -0.17943825
V16 -0.4118309  0.10473894  0.4291969988  0.53369661  0.1347760020  0.18825682
V17 -0.5047525  0.18730856 -0.0006150422  0.40670535  0.2805031561 -0.18403833
V18 -0.3533160 -0.14550518  0.1108523061  0.18738527  0.1310744118 -0.59883393

> #comunalidades e variancias especificas
> comum <- rowSums(carfat^2)
> vespec <- diag(matcor) - comum
> estimat <- cbind(comum, vespec, diag(matcor))
> rownames(estimat) <- colnames(dados)
> colnames(estimat) <- c("Comunalidade", "Variancia unica", "Variancia")
> estimat

      Comunalidade  Variancia unica  Variancia
V1      0.7010957      0.2989043      1
V2      0.3641788      0.6358212      1
V3      0.5572063      0.4427937      1
V4      0.6903410      0.3096590      1
V5      0.7365097      0.2634903      1
V6      0.6711082      0.3288918      1
V7      0.4977228      0.5022772      1
V8      0.6357197      0.3642803      1
V9      0.6339816      0.3660184      1
V10     0.7947136      0.2052864      1
V11     0.7495085      0.2504915      1
V12     0.6674471      0.3325529      1
V13     0.6906239      0.3093761      1
V14     0.6713384      0.3286616      1
V15     0.6723897      0.3276103      1
V16     0.7032223      0.2967777      1
V17     0.5678213      0.4321787      1
V18     0.5691880      0.4308120      1

```

```

> library(stats)
> carfatr<-varimax(carfat)
> carfatr
$loadings

```

Loadings:

	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6
V1	-0.111			-0.822	-0.104	
V2		0.480		-0.305	0.113	0.166
V3	-0.717	-0.175				
V4				-0.266	-0.740	0.263
V5			0.815	-0.180		0.165
V6			0.168	-0.790		-0.118
V7	-0.198	-0.531	0.137	-0.122		0.371
V8		-0.788				
V9	-0.118	-0.757				-0.202
V10	-0.885					
V11	-0.830	-0.124		-0.130	-0.123	-0.111
V12	-0.788				-0.133	-0.144
V13	-0.805				-0.144	
V14	-0.348	-0.110	0.149		-0.697	-0.171
V15	-0.260	-0.233	0.122	0.142	-0.627	-0.350
V16	-0.154	-0.103	0.780		-0.139	-0.192
V17	-0.412		0.413	-0.102		-0.453
V18	-0.131	-0.182				-0.713

	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6
SS loadings	3.732	1.873	1.552	1.582	1.574	1.262
Proportion Var	0.207	0.104	0.086	0.088	0.087	0.070
Cumulative Var	0.207	0.311	0.398	0.485	0.573	<u>0.643</u>

\$rotmat

	[,1]	[,2]	[,3]	[,4]	[,5]	[,6]
[1,]	0.83267110	0.28648562	-0.2224567	0.1276556	0.32769783	0.22675103
[2,]	-0.07049051	0.67120250	0.2886526	-0.6633582	-0.04825213	0.13720658
[3,]	0.51604020	-0.46552182	0.5285001	-0.2796832	-0.39471901	-0.06044692
[4,]	0.03237998	0.37672529	0.6034625	0.5439848	0.08721223	-0.43512892
[5,]	-0.07917535	-0.32294310	0.2631921	-0.2886422	0.85123199	-0.11071907
[6,]	-0.16755665	-0.06699584	0.3929927	0.2936044	0.04775874	0.85118071