

CRISTIANE SILVA DE CARVALHO

A INSERÇÃO DO TRANSPORTE NÃO MOTORIZADO NO PLANEJAMENTO
URBANO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO
PARAÍBA E LITORAL NORTE

Guaratinguetá - SP

2016

CRISTIANE SILVA DE CARVALHO

A INSERÇÃO DO TRANSPORTE NÃO MOTORIZADO NO PLANEJAMENTO
URBANO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO VALE DO
PARAÍBA E LITORAL NORTE

Tese apresentada à Faculdade de
Engenharia do Campus de Guaratinguetá,
Universidade Estadual Paulista, para a
obtenção do título de Doutor em Engenharia
Mecânica na área de Gestão e Otimização.

Orientador (a): Prof. Dr. Maurício César
Delamaro

Co-orientador: Prof. Dr. Aneirson Francisco
Silva

Guaratinguetá

2016

C331i

Carvalho, Cristiane Silva de

A inserção do transporte não motorizado no planejamento urbano dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte / Cristiane Silva de Carvalho. – Guaratinguetá, 2016.

120 f. : il.

Bibliografia : f. 96-101

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2016.

Orientador: Prof. Dr. Maurício César Delamaro

Coorientador: Aneirson Francisco Silva

1. Planejamento urbano 2. Transportes - Planejamento 3. Transportes - Modelos matemáticos 4. Transporte urbano I. Título

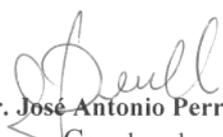
CDU 711.4(043)

CRISTIANE SILVA DE CARVALHO

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA”

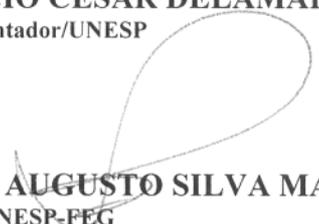
PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: GESTÃO E OTIMIZAÇÃO

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. José Antonio Perrella Balestieri
Coordenador

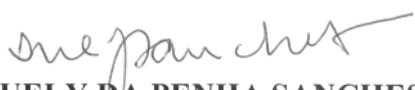
BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. MAURICIO CESAR DELAMARO
Orientador/UNESP


Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS
UNESP-FEG


Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO DALE LUCHE
UNESP-FEG


Prof. Dr. ALEXANDRE GORI MAIA
UNICAMP


Profª. Dª. SUELY DA PENHA SANCHES
UFSCAR

Junho de 2016

DADOS CURRICULARES

Cristiane Silva de Carvalho

NASCIMENTO	06.03.1981 – GUARULHOS / SP
FILIAÇÃO	Raimundo Nonato Rabelo de Carvalho Maria Madalena Silva de Carvalho
1999/2005	Curso de Graduação Engenharia de Produção Mecânica - UNESP
2006	Especialização Relações Internacionais Universidade Alberto Hurtado/ Chile.
2007/ 2011	Curso de Pós-Graduação em Estudos Sociais e Políticos da América Latina, nível de Mestrado, na Universidade Alberto Hurtado/ Chile.
2012/2016	Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Doutorado, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.

Oda a la bicicleta

Iba por el camino crepitante:
el sol se desgranaba
como maíz ardiendo
y era la tierra calurosa
un infinito círculo
con cielo arriba
azul, deshabitado.

Pasaron junto a mí las bicicletas,
los únicos insectos de aquel
minuto seco del verano,
sigilosas, veloces, transparentes:
me parecieron sólo movimientos del aire.
Obreros y muchachas a las fábricas
iban entregando los ojos
al verano, las cabezas al cielo,
sentados en los élitros
de las vertiginosas bicicletas
que silbaban cruzando
puentes, rosales, zarza y mediodía

Pensé en la tarde cuando los muchachos
se laven, canten, coman, levanten
una copa de vino
en honor del amor
y de la vida,
y a la puerta
esperando la bicicleta
inmóvil porque sólo
de movimiento fue su alma
y allí caída
no es insecto transparente
que recorre el verano,
sino esqueleto frío
que sólo recupera
un cuerpo errante
con la urgencia y la luz,
es decir, con la resurrección
de cada día.

Pablo Neruda, 1956.

Aos meus Amores, Javier e Joaquín,
por encherem minha vida de significado.

Aos meus pais, Raimundo e Madalena,
pelo apoio e amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre iluminar e guiar meu caminho.

Ao meu marido, filho, mãe e pai, que são minha fortaleza e porto seguro. Minha sincera gratidão por fazerem parte da minha vida.

Ao Prof. Maurício César Delamaro, meu orientador e amigo, que por diversas vezes me mostrou o caminho, incentivou-me e deixou espaço para que eu pudesse criar a Tese. Obrigada pela orientação e paciência!

Ao Prof. Aneirson Francisco da Silva pelas valiosas contribuições com o método quantitativo utilizado nessa Tese.

Às Ilustres Prefeituras da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, que gentilmente concederam as entrevistas para realização desse Trabalho e disponibilizaram informações essenciais a esse.

Ao Prof. Fernando Augusto Marins, por sua dedicação e comprometimento com o Programa de Pós Graduação da UNESP-Guaratinguetá e por suas contribuições à Tese.

Ao Prof. Alexandre Gori Maia da UNICAMP, que junto com Eduardo Dini, Leonardo Venâncio e Lívia Rodrigues contribuíram para que essa Tese fosse desenvolvida.

Ao colega Erik Pascoal por me ensinar e disponibilizar material sobre a Análise de dados de Escala Ordinal.

Às amigas Adriana e Eriane por sempre estarem dispostas a ajudar no que fosse preciso.

À querida Luana, minha prima, irmã e amiga. Obrigada por sempre estar presente, pelo incentivo e amor.

A muitos outros que colaboraram para que esse trabalho pudesse ser desenvolvido. A todos que participaram de alguma forma nesta etapa da minha vida, os meus sinceros agradecimentos.

Este trabalho contou com apoio da CAPES – através do Programa de Apoio à Pós-graduação (PROAP) da UNESP.

CARVALHO, C. S. A inserção do transporte não motorizado no planejamento urbano dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. 2016. 121 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016.

RESUMO

A partir da promulgação da Lei da Política Nacional de Mobilidade Urbana em 2012, a gestão da mobilidade urbana no Brasil passou a enfrentar novos desafios quanto ao seu planejamento de curto, médio e longo prazos. Entre eles está a integração dos diferentes modos de transporte dos municípios: público, privado e não motorizado (art. 24 da Lei nº12.587/ 2012). Com o intuito de potencializar o uso dos transportes não motorizados no Vale do Paraíba e Litoral Norte, buscou-se identificar e analisar os pontos críticos da inserção dos transportes não motorizados no planejamento urbano dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN). Para tanto foram entrevistados os responsáveis pelos transportes não motorizados de 11 municípios da RMVPLN usando um roteiro de entrevista e um questionário com perguntas fechadas. Com base nas respostas se avaliou como os municípios contemplam os transportes não motorizados em sua gestão e planejamento. Após esta análise, por meio do modelo Fuzzy de Programação por Metas e Análise por Envoltória de Dados foi possível avaliar a eficiência relativa da gestão dos transportes não motorizados dos municípios estudados. Os resultados deste trabalho indicaram a falta de uma análise sistêmica e integral das ações e/ou iniciativas que facilitem o uso dos transportes não motorizados na Região Metropolitana estudada. Também se destacaram quais são os principais determinantes que influenciam o uso dos transportes não motorizados na região estudada e os municípios que apresentam maior eficiência relativa na gestão do mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: Transportes não motorizado, Gestão Urbana, Planejamento Mobilidade Urbana Sustentável.

CARVALHO, C. S. **A inserção do transporte não motorizado no planejamento urbano dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.** 2016. 121 f. Thesis (Doctorate in Mechanical Engineering) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016.

ABSTRACT

From enactment of Law of the Urban Mobility National Policy in 2012, the urban mobility management in Brazil started to face new challenges regarding its planning of short, medium and long-term. Among them it is the integration of the different transport modes of the cities: public, private and non-motorized (article 24 of the Law No. 12.587/2012). Aiming to potentiate the use of non-motorized transports in Vale do Paraíba and Litoral Norte, we sought to identify and analyze the critical points of the insertion of the non-motorized transports in the urban planning of cities of the Metropolitan Region of the Vale do Paraíba and Litoral Norte (RMVPLN). For this, we interview the responsible people by non-motorized transports of 11 cities of the RMVPLN using in the interview script and a questionnaire with closed questions. Based on answers, we assessed how the cities address the non-motorized transports in their management and planning. After this analysis, through the model Fuzzy Goal Programming and Data Envelopment Analysis was possible to assess the relative efficiency of the non-motorized transport management of the cities studied. The results of this work indicated the lack of a systemic and integral analysis of the measures and/or initiatives that make easier the use of the non-motorized transports in the Metropolitan Region studied. We also can highlight which are the main determinants that influence the use of the non-motorized transports in the region studied and cities that have higher relative efficiency in management of the same.

KEYWORDS: non-motorized transport, Urban planning, sustainable urban mobility planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Resultados Pesquisa Bibliográfica	22
Figura 2: Logigrama da pesquisa.....	24
Figura 3: Linha histórica da Política Urbana Brasileira	30
Figura 4: Principais variáveis que influenciam no uso da bicicleta como modo de transporte.	39
Figura 5: Mapa sub-regiões da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.	41
Figura 6: Etapas da pesquisa referente aos dois primeiros objetivos específicos da Tese (Miguel, 2010).....	44
Figura 7: Etapas da pesquisa para o terceiro objetivo específico.	51
Figura 8: Ano de publicação dos Planos Diretores dos municípios estudados	55
Figura 9: Grau de concordância e discordância das questões avaliadas na pesquisa de campo	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Perfil dos 11 municípios da Região Metropolitana e Litoral Norte em estudo.	54
Tabela 2: Formação dos profissionais responsáveis pela mobilidade urbana nos municípios da RMVPLN.	56
Tabela 3: Quilômetros construídos de ciclovias nos municípios estudados.....	57
Tabela 4: Dados municípios sobre transportes não motorizados	58
Tabela 5: Respostas entrevistados sobre a infraestrutura e segurança de seus municípios	66
Tabela 6: Grau de consenso das questões 1.1 – 1.8 da pesquisa de campo.....	67
Tabela 7: Respostas entrevistados sobre as transformações de seus municípios nos últimos 3 anos em relação à bicicleta	68
Tabela 8: Grau de consenso das questões 2.1 – 2.8 da pesquisa de campo.....	69
Tabela 9: Respostas entrevistados sobre a infraestrutura cicloviária existente nas cidades.....	70
Tabela 10: Grau de consenso das questões 3.1 – 3.8 da pesquisa de campo.....	71
Tabela 11: Respostas dos entrevistados sobre ações do governo local para promover a bicicleta como transporte.....	72
Tabela 12: Respostas dos entrevistados sobre avaliação das cidades em relação a itens que facilitam ou dificultam o uso da bicicleta como transporte.....	73
Tabela 13: Grau de consenso das questões 4.1 – 4.8 da pesquisa de campo.....	74
Tabela 14: Grau de consenso das questões 5.1 – 5.6 da pesquisa de campo.....	74
Tabela 15: Unidades de tomada de decisão, variáveis de entrada, saída e saídas indesejadas do modelo.	79
Tabela 16: Cálculos das variáveis de saída do modelo, com seus limites inferiores e superiores	80
Tabela 17: Cálculos das variáveis de saída indesejadas do modelo, com seus limites inferiores e superiores	80
Tabela 18: Cálculos das variáveis de entrada do modelo (aspectos físicos), com seus limites inferiores e superiores.....	81
Tabela 19: Cálculos das variáveis de entrada do modelo (dados socioeconômicos), com seus limites inferiores e superiores.....	81
Tabela 20: Cálculos das variáveis de entrada do modelo (infraestrutura), com seus limites inferiores e superiores.....	82
Tabela 21: Cálculos das variáveis de entrada do modelo (transportes motorizados), com seus limites inferiores e superiores.....	82
Tabela 22: Eficiência das Unidades de Tomada de Decisão (cenário otimista).....	82

Tabela 23: Eficiência das Unidades de Tomada de Decisão (cenário pessimista).....	83
Tabela 24: Eficiência relativa global do modelo	84
Tabela 25: Eficiência relativa do modelo em um cenário sem incerteza.	85
Tabela 26: Eficiência relativa das Unidades Tomadoras de Decisão no modelo <i>Fuzzy</i> GPDEA otimista	86
Tabela 27: Eficiência relativa das Unidades de Tomada de decisão no modelo <i>Fuzzy</i> GPDEA pessimista	87
Tabela 28: Eficiência relativa global do modelo	87
Tabela 29: Comparação dos resultados das Otimizações com os <i>benchmark</i> 1 e 2.....	88
Tabela 30: Variáveis significativas para os experimentos 1, 2 e 3.....	90
Tabela 31: <i>Ranking</i> de municípios: resultado do questionário aplicado.	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Relação dos objetivos específicos e os métodos utilizados nesta tese.	43
Quadro 2: Resumo Análise do Conteúdo entrevistas	64

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABRACICLO	Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares
BYPAD	Bicycle Policy Audit
Cns	Grau de concordância
DEA	Data Envelopment Analysis
DMU	Decision Making Unit
Dnt	Grau de discordância
DPVAT Terrestres	Seguro de Danos Pessoais Causados por Veículos Automotores de Vias Terrestres
GAMS	General Algebraic Modeling System
GEE	Gases de efeito estufa
GP	Goal Programming
GPDEA	Goal Programming Data Envelopment Analysis
IPI	Impostos sobre produtos industrializados
PIB	Produto interno bruto
RMVPLN	Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Contexto e questões de pesquisa.....	17
1.2 Objetivos, hipóteses e relevância	19
1.3 Métodos.....	23
1.4 Estrutura	24
2. REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1 Considerações iniciais.....	25
2.2 Transportes motorizado individual no Brasil.....	28
2.3 Política de mobilidade urbana sustentável no Brasil	30
2.4 Sobre os incentivos aos transportes não motorizado	32
2.5 Transporte não motorizados, saúde e meio ambiente	35
2.6 Determinantes no uso dos transportes não motorizado.....	36
3. MATERIAIS E MÉTODOS	40
3.1 Delimitação da pesquisa	40
3.2 Classificação da pesquisa.....	42
3.3 Pesquisa de múltiplos casos	43
3.4 Análise do Conteúdo.....	47
3.5 Análise dos dados de Escala Ordinal	48
3.6 Modelagem e Otimização	49
3.7 Justificativa dos materiais de pesquisa	52
4. RESULTADOS	54
4.1 Transportes não motorizado e sua gestão	54
4.2 Condições e importância do transporte não motorizado.....	58
4.3 Fatores que influenciam na Ciclabilidade dos municípios	65
4.4 Aplicação do procedimento para avaliação de desempenho do transporte não motorizado dos municípios da RMVPLN.....	78
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	93
5.1 Verificação dos objetivos e contribuições da tese	93
5.2 Sugestões para continuidade do estudo.....	94
REFERÊNCIAS	96
APÊNDICES	102

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO E QUESTÕES DA PESQUISA

Em 2001, o Governo Federal do Brasil por meio do artigo 41, § 2º do Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257 de 2001) definiu que as cidades com mais de 500.000 habitantes deveriam elaborar um Plano de Transporte Urbano Integrado compatível com o Plano Diretor do município (BRASIL, 2001). Por mais que a elaboração do plano fosse obrigatória, poucos municípios a cumpriram (CÉSAR, 2014). Já em 2012, os municípios brasileiros com mais de 20.000 habitantes foram convocados pelo Governo Federal a elaborarem seus Planos de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587 de 2012), sob a pena de não poderem aceder a financiamentos federais para o setor de transportes (BRASIL, 2012).

Um dos fundamentos da Lei nº 12.587 é que as cidades conduzam suas políticas de mobilidade urbana com base na sustentabilidade (art. 5º da Lei nº 12.587 de 2012). Em tese, os benefícios sociais, econômicos e ambientais de tais políticas seriam diversos. Estudos destacam, por exemplo, o potencial da redução do tempo de deslocamento e dos acidentes de trânsito sobre o crescimento econômico (UNEP, 2011), assim como o potencial dessas políticas de mobilidade na redução das emissões de gases de efeito estufa – GEE (MENEZES; MAIA; CARVALHO, 2015). Uma questão fundamental para propor políticas de mobilidade é compreender os fatores que impactam diretamente na adoção dos diferentes modos de transporte, influenciando assim no sucesso dessas políticas.

O prazo inicial estipulado pelo Governo Federal para a apresentação do Plano de Mobilidade Urbana foi abril de 2015 e cinco municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) apresentaram seus Planos de Mobilidade Urbana ao Ministério das Cidades, órgão federal responsável por tais Planos.

Na Região Metropolitana estudada houve um aumento de 52% no número total de veículos de 2004 a 2014, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2015). Questões relacionadas ao aumento de veículos circulando pelas vias urbanas causaram algumas consequências para as cidades como: congestionamento, piora na segurança das pessoas, aumento no número de acidentes de trânsito, aumento da poluição do ar e sonora, falta de estacionamentos para veículos, apropriação dos espaços segundo uma lógica de atendimento às demandas dos proprietários de veículos motorizados, entre outros.

A urbanização de grande parte dos municípios do Vale do Paraíba e Litoral Norte se iniciou no século XVII e, por características da época, principalmente em suas regiões centrais, as ruas e calçadas são estreitas e de difícil modificação, o que dificulta ainda mais que a região

possa atender a esta crescente demanda dos veículos motorizados por infraestrutura viária, estacionamentos, entre outros.

O serviço de transporte público de alguns municípios também é ineficiente, por apresentar um número restrito de linhas de ônibus urbanos circulando nos bairros. A frequência é baixa e o valor da passagem é muito significativo para o orçamento das famílias de baixa renda, que são quem mais utiliza o serviço do transporte público nos municípios estudados.

A caminhada e a bicicleta são modos de transporte utilizados pelos habitantes do Vale do Paraíba e Litoral Norte, principalmente nos municípios com população entre 60.000 e 250.000 habitantes. Nestes municípios os gestores estimam que cada um dos munícipes possua uma bicicleta e este seja o principal modo de transporte da população com perfil socioeconômico de baixa renda. Segundo a Pesquisa Perfil dos ciclistas da ONG Transporte Ativo, a maioria dos ciclistas brasileiros entrevistados possuem uma renda de até 3 salários mínimos (TRANSPORTE ATIVO, 2015).

Assim, políticas de transporte que facilitem o uso do transporte não motorizado são essenciais para o desenvolvimento dos municípios da região estudada. Além de trazer benefícios para saúde da população, reduzir as emissões de GEE, diminuir a poluição do ar e sonora, também podem contribuir para a diminuição dos problemas causados pelos veículos individuais motorizados citados anteriormente e suprir, em parte, a demanda por transporte público.

Não é trivial para os municípios criar ações ou iniciativas que incentivem o transporte não motorizado (bicicleta e caminhada). Falta de recursos, poucos servidores públicos, ausência de planejamento em longo prazo e pouco apoio político são algumas das dificuldades enfrentadas pelos municípios da RMVPLN.

Frente a esta situação, algumas questões foram levantadas e norteiam os objetivos e as hipóteses deste trabalho, que são:

- i) O transporte não motorizado pode ser uma solução viável para a mobilidade urbana dos municípios da RMVPLN?
- ii) Quais são os principais pontos críticos da gestão urbana em relação ao transporte não motorizado?
- iii) Que tipos de iniciativas municipais facilitam o uso do transporte não motorizado na região estudada?
- iv) As políticas públicas que favorecem o uso do transporte não motorizado contemplam um planejamento urbano integrado com as outras áreas do município?

- v) Quais são os determinantes nas escolhas dos usuários dos transportes não motorizados?
- vi) É possível otimizar as viagens em transportes não motorizados nos municípios por meio das variáveis de entradas e saídas propostas?

1.2 OBJETIVOS, RELEVÂNCIA E HIPÓTESES

O objetivo geral do trabalho foi identificar e analisar os pontos críticos da inserção do transporte não motorizado no planejamento urbano dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e litoral Norte.

Para tanto se formulou os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Caracterizar as condições e a importância do uso dos transportes não motorizados (bicicleta, caminhada) nos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) por meio da perspectiva do gestor de transporte;
- ✓ Identificar os fatores críticos do planejamento dos transportes não motorizados nos municípios da RMVPLN para o gestor de transporte;
- ✓ Criar um instrumento para subsidiar a tomada de decisão da gestão da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte quanto ao planejamento de seus transportes não motorizados.
- ✓ Avaliar a eficiência relativa da mobilidade urbana vinculada aos transportes não motorizados dos municípios da RMVPLN.
- ✓ Contribuir para o entendimento e enriquecimento do conhecimento sobre a inserção dos transportes não motorizados no planejamento dos municípios brasileiros.

1.2.1 Relevância

A partir de 2012, com a promulgação da Lei da Política Nacional de Mobilidade Urbana, a gestão municipal brasileira passa a ter novos desafios quanto ao planejamento de sua mobilidade urbana. Entre eles está a integração dos diferentes modos de transporte dos municípios: público, privado e não motorizado (art. 24 da Lei nº 12.587 de 2012). E no caso de municípios que não possuem um sistema de transporte público, o Plano de Mobilidade Urbana deverá estar focado no uso dos transportes não motorizados e no planejamento da infraestrutura urbana para ciclistas e pedestres (inciso 2º do art. 24 da Lei nº 12.587 de 2012).

Outro fato importante é que o Código de Trânsito Brasileiro (1998) prevê que os órgãos de trânsito dos municípios são responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento de projetos, operação e fiscalização do trânsito, tanto no perímetro urbano quanto nas estradas municipais.

A Prefeitura passa a desempenhar tarefas de sinalização, fiscalização, aplicação de penalidades e educação para o trânsito em suas cidades. Algumas das responsabilidades da Prefeitura segundo a legislação são: definição das declividades para o passeio, declividade transversal para escoamento pluvial, localização dos equipamentos urbanos ou privados, especificações para rampas e degraus, sinalizações, tipo de pavimentos, entre outros (MINISTERIO DAS CIDADES, 2015).

O setor de transportes no Brasil é o segundo principal responsável pelas emissões de GEE do país, ficando atrás apenas do setor uso da terra e florestas e agropecuária (MCTI, 2014). E considerando apenas as emissões GEE urbanas, este é o setor de maior emissão (SÁNCHEZ; CARVALHO; JORDÁN, 2013). Deste modo, as cidades possuem um papel preponderante na construção de medidas de mitigação de GEE para o setor de transportes (SÁNCHEZ; CARVALHO; JORDÁN, 2013), já que elas são as responsáveis pela gestão e planejamento da mobilidade urbana.

Também cabe salientar que, em 2013, o IBGE publicou a “Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2012 (MUNIC 2012)”, destacando que 5.565 municípios entrevistados foram questionados sobre sua gestão de transportes e 25,7% deles não possuem uma estrutura organizacional para tratar das questões de transporte e mobilidade (IBGE, 2013). E entre os que têm uma estrutura, apenas 19,4% (801) municípios possuem uma secretaria municipal exclusiva, 25,7% (1062) dividem a gestão da mobilidade com outras secretarias, 40,7% (1681) estão subordinados à outra secretaria e em 513 municípios (12,4%), a gestão da mobilidade está subordinada diretamente à chefia do executivo (IBGE, 2013).

Segundo os dados publicados pelo IBGE (2013), observa-se uma carência de planejamento nos municípios brasileiros em relação aos temas de transporte. O que mostra, de certo modo, que os municípios não estão preparados para cumprir com as exigências das legislações correspondentes (Código de Trânsito Brasileiro, Lei da Política Nacional de Mobilidade Urbana). Esse fato reflete na falta de informação e planejamento dos municípios em relação as suas ações de transporte.

Em 2004, a Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade (SEMOB) do Ministério das Cidades criou o programa Bicicleta Brasil, que busca estimular os municípios a criarem infraestruturas para facilitar o transporte em bicicleta e conta com recursos do Ministério das Cidades para financiamento de projetos para a mobilidade por bicicleta (MINISTERIO DAS CIDADES, 2007 pág. 19). O programa financiou 57 projetos relacionados à mobilidade sustentável e à bicicleta (CÉSAR, 2014). Apesar de não contar com muitos recursos do

Governo Federal para esse programa, apenas 8% destes foram repassados aos municípios (CÉSAR, 2014).

Existe uma clara dificuldade de aterrissar as ações referentes à mobilidade urbana da esfera federal para a esfera municipal no Brasil. As legislações e recursos a nível federal incentivam que os transportes não motorizados sejam incluídos nos planos e projetos de mobilidade urbana dos municípios, mas na prática nota-se dificuldades por parte dos governos locais em cumprirem com a legislação e acederem aos recursos disponíveis.

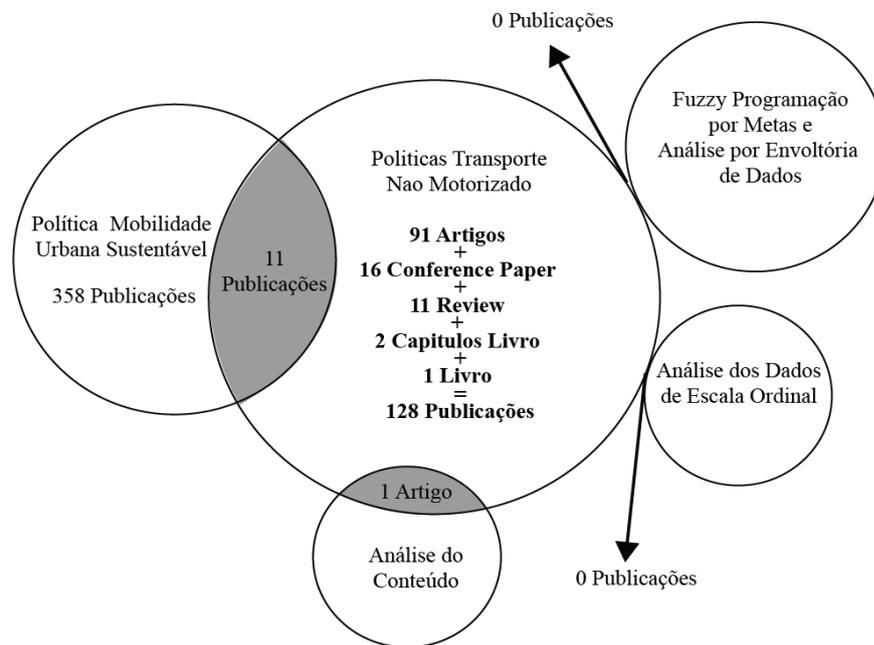
Também se justifica a presente tese pela sua intenção em contribuir para o entendimento e enriquecimento do conhecimento sobre a inserção dos transportes não motorizados no planejamento dos municípios brasileiros, já que a literatura disponível é insuficiente. De fato isto foi constatado após a realização de uma revisão da literatura, considerando principalmente as bases de dados *Web of Science*, *Science Direct* - Elsevier, e *Scopus* - Elsevier nos últimos dez anos. A busca de artigos nessas bases de dados foi realizada com os seguintes argumentos:

- a) *“Non-motorized Transport Policy”*;
- b) *“Sustainable Urban Mobility Policy”*;
- c) *“Non-motorized Transport Policy” AND “Sustainable Urban Mobility Policy”*;
- d) *“Non-motorized Transport Policy” AND “Fuzzy Goal programming Data Envelopment Analysis”*;
- e) *“Non-motorized Transport Policy” AND “Evaluation of Ordinal Scale Data”*;
- f) *“Non-motorized Transport Policy” AND “Content Analysis”*;

Para sintetizar os resultados encontrados na pesquisa bibliográfica se apresenta a Figura

1.

Figura 1: Resultados Pesquisa Bibliográfica



Fonte: Do autor.

A pesquisa bibliográfica realizada com os argumentos “Políticas transporte não motorizado”, na base *Scopus*, apresenta 128 publicações sendo: 91 artigos, 16 *Conference Paper*, 11 *Review*, 2 capítulos de livro e 1 livro. A busca foi realizada considerando os argumentos de busca nos Títulos, Resumos e Palavras-Chaves das publicações. A segunda busca realizada foi com o termo “Políticas para Mobilidade Urbana Sustentável”, a qual resultou em 358 publicações; e combinando os argumentos “Políticas transporte não motorizado” com “Políticas para Mobilidade Urbana Sustentável” se alcançou 11 artigos.

Nas buscas combinando os termos “Políticas transporte não motorizado” com “Análises do Conteúdo”, “Análise dos dados de escala ordinal” e “*Fuzzy* Programação por Metas e Análise por Envoltória de Dados” foram localizadas, respectivamente, 1, 0 e 0 publicações.

No caso da combinação dos termos “Políticas transporte não motorizado” e “*Fuzzy* Programação por Metas e Análise por Envoltória de Dados” se pesquisou termos mais amplos com o objetivo de assegurar a originalidade do estudo. Assim foram pesquisados artigos usando as palavras “Políticas transporte não motorizado” combinadas com “Análise por Envoltória de Dados (DEA), Programação por Metas (GP), Programação por Metas e Análise por Envoltória de Dados GPDEA”. Em nenhuma dessas combinações encontrou-se artigos científicos nas bases de busca de trabalhos científicos internacionais citadas anteriormente. Também se

pesquisou aplicações do “GPDEA/ DEA/ GP” às Políticas Públicas, Transporte Sustentável, Planejamento Urbano, Desenvolvimento Urbano, e tampouco se encontrou algum artigo relacionado. Deste modo, ficou clara a relevância do tema, por trazer uma contribuição para a academia de um tema ainda não explorado e por apresentar uma ferramenta de gestão para os governos municipais que permite a avaliação constante de suas iniciativas e ações relacionadas à gestão do transporte não motorizado.

1.2.2 Hipóteses

As hipóteses que foram testadas nesta tese são as seguintes:

a) As cidades da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte não estão conseguindo inserir em seu planejamento municipal os transportes não motorizados de forma sistemática e com visão de médio / longo prazo.

b) O uso dos transportes não motorizados (bicicleta e caminhada) é pouco analisado nas cidades selecionadas, assim os elementos-chave para o sucesso de sua planificação ainda são pouco evidentes para os gestores de transporte;

c) Conhecer os determinantes que influem no uso dos transportes não motorizados na RMVPLN auxiliará a tomada de decisão das ações em prol dos transportes não motorizados.

d) Uma visão conjunta do Vale do Paraíba e Litoral Norte permite a formulação de políticas públicas mais adequadas para a Região Metropolitana.

1.3 MÉTODOS E INSTRUMENTOS DE PESQUISA

Para alcançar os objetivos desta tese se conduziu um estudo de múltiplos casos e modelagem. As técnicas utilizadas para coleta de dados dos estudos de casos foi aplicação de questionário e entrevista aos responsáveis pelos transportes não motorizados de 11 municípios da RMVPLN. Com base em suas respostas, avaliou-se como os municípios contemplam os transportes não motorizados em sua gestão e planejamento.

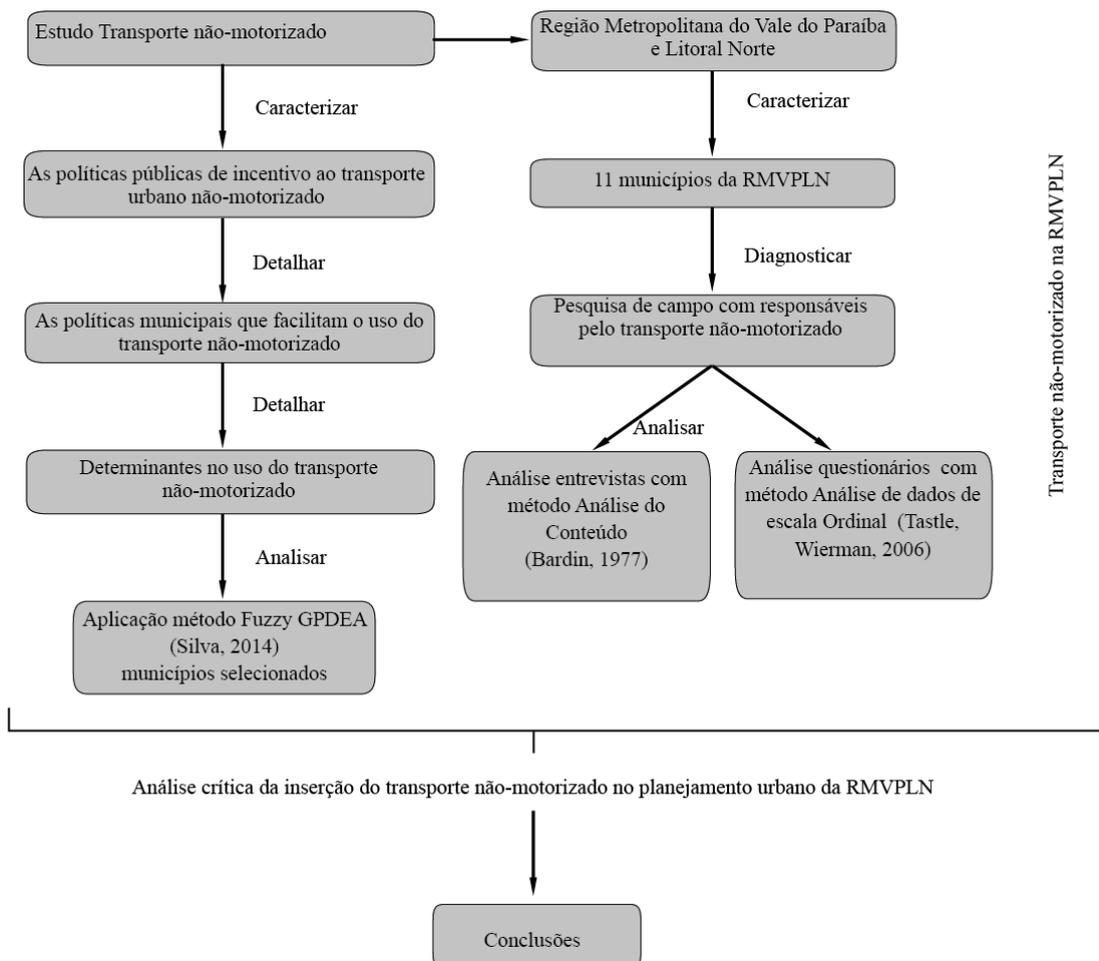
Os questionários e entrevistas foram analisados por intermédio da Análise dos Dados de Escala Ordinal (TASTLE; WIERMAN, 2006) e da Análise do Conteúdo (BARDIN, 1977), respectivamente. O modelo utilizado para avaliação da eficiência dos municípios em relação ao uso dos transportes não motorizados foi o da Programação por Metas *Fuzzy* e Análise por Envoltória de Dados (SILVA; MARINS; SANTOS, 2014). A partir de pesquisa bibliográfica, identificaram-se variáveis determinantes para o uso de meios de locomoção não motorizados como transporte, as quais foram utilizadas para alimentar o modelo de Programação por Metas *Fuzzy* e Análise por Envoltória de Dados. O detalhamento e a discussão destes métodos estão no Capítulo 3.

1.4 ESTRUTURA

A presente Tese está organizada em mais 4 capítulos. No Capítulo 2 se expõe os conceitos fundamentais aplicados no desenvolvimento desta Tese. O Capítulo 3 descreve a metodologia seguida, com a delimitação da pesquisa, sua classificação, assim como os métodos utilizados para alcançar os objetivos da Tese.

No Capítulo 4 se apresenta e se analisa os resultados da pesquisa de campo, a partir da aplicação dos métodos Análise do Conteúdo, Análise dos dados de Escala Ordinal e Fuzzy Programação por Metas e Análise por Envoltória de Dados. Por último, o Capítulo 5 finaliza a Tese apresentando as conclusões e sugestões para futuros trabalhos, seguidas das referências bibliográficas e apêndices. A Figura 2 representa de forma esquemática e sintética o roteiro seguido para a elaboração do presente trabalho.

Figura 2: Logograma da pesquisa



Fonte: Do autor.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo apresenta os aspectos concernentes ao estudo de políticas que facilitem o direcionamento da mobilidade urbana dos municípios a um modelo sustentável, mais especificamente, que impulem o uso dos transportes não motorizados como uma alternativa de mobilidade nos municípios.

Nesse sentido, buscou-se compreender a dinâmica da Política de Mobilidade Urbana Brasileira, com enfoque nos transportes não motorizados, as diferentes formas de incentivos aos transportes não motorizados por parte do governo local e os determinantes das escolhas dos usuários do transporte não motorizado.

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A necessidade de mobilizar-se faz parte do cotidiano das pessoas nas cidades e seus motivos são diversos, sendo os mais usuais: lazer, trabalho, estudo, compras. As cidades surgem em um determinado espaço e se caracterizam por sua complexidade e diversidade, sendo condicionadas por aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais (DUARTE, 2006). Os mesmos condicionantes que influem na formação das cidades também incidem na mobilidade das pessoas e dos bens de consumo. Nessa perspectiva, torna-se importante compreender a mobilidade como aspecto importante de decisão para as autoridades locais e como esta pode ser direcionada a um modelo mais amigável ao meio ambiente e socialmente inclusivo.

Toda pessoa, em algum momento, se desloca através do próprio esforço, isto é, sem o uso do sistema motorizado e através do sistema viário disponível (MINISTERIO DAS CIDADES, 2015). Mesmo assim, esse tipo de deslocamento poucas vezes é considerado como um meio de transporte, embora suas viagens constituam importante modo de deslocamento, isoladamente ou como complemento de outros meios de transporte (MINISTERIO DAS CIDADES, 2015).

A análise da combinação dos meios de transporte não motorizados, a pé e por bicicleta, permite uma avaliação direta dos problemas relacionados à equidade e ao meio ambiente, considerando que os usuários destes meios são os mais vulneráveis e os ambientalmente saudáveis dentre as opções de transporte urbano (VASCONCELOS, 2000).

Do inglês surgiu o termo “Ciclabilidade” (CÉSAR, 2014), que vem da palavra *Bikeability*, e faz menção a quanto a cidade é amiga da bicicleta. O termo se relaciona a fatores ligados ao ato de pedalar nos municípios, à rota escolhida e às características que envolvem a interação do ciclista com a bicicleta (WAHLGREN, 2011). No trabalho de César (2014) ele afirma que a Ciclabilidade de um município está relacionada a quanto ele favorece ou não o

uso da bicicleta como modo de transporte. Não necessariamente as cidades devem ter infraestrutura específica para a bicicleta, elas podem ser cicláveis sem nenhum quilômetro de ciclovias construído.

Nos anos 70, como resposta à crise do petróleo, iniciou-se em diferentes cidades do mundo, ações de incentivo ao uso da bicicleta como meio de transporte urbano. Em países como Holanda, Dinamarca, Inglaterra, França, entre outros, o uso da bicicleta como meio de transporte já faz parte dos hábitos das pessoas e atualmente tais países possuem uma ampla rede de infraestrutura cicloviária (FIETSBERAAD, 2009).

Um caso emblemático no mundo é a Holanda, que tem mais de 400 km de ciclovias, 18 milhões de ciclistas para distâncias curtas e, ao longo dos anos, vem trabalhando em muitas iniciativas em pro ao uso a bicicleta (GÖSSLING, 2013). Em Amsterdã, as crianças aprendem nos colégios a andar de bicicleta e comportar-se no trânsito (PUCHER; BUEHLER, 2008; PUCHER; DILL; HANDY, 2010). A população teve um papel crucial para a mudança desse sistema de transporte e espaços públicos, realizando passeatas e reivindicando melhorias (ALEXANDRO, 2013).

Pucher *et al.* (1999) afirmam que nos Estados Unidos a cultura do automóvel está fortemente inserida na mobilidade das pessoas, assim também como que o uso da bicicleta como transporte está associado às classes sociais marginais. Há 20 anos no país existiam apenas ciclovias para distâncias curtas, com altas taxas de acidentes, o que influenciava negativamente no uso da bicicleta como modo de transporte (PUCHER; KOMANOFF; SCHIMEK, 1999). Uma vez que as autoridades de transporte e governos locais consideraram estes fatores na criação das políticas públicas para facilitar os transportes não motorizados em seus municípios, junto com ações para segregar as vias e reduzir a velocidade dos veículos motorizados, o uso da bicicleta aumentou significativamente nos últimos anos, assim como os índices de acidentes diminuíram (PUCHER; BUEHLER, 2008).

Na Europa o uso do transporte não motorizado é alto, resultado de diversos programas e incentivos proporcionados por seus respectivos governos locais a favor da bicicleta e caminhada como transporte (PUCHER; BUEHLER, 2008). Também é importante destacar que o fator sociocultural dos países europeus, aumento da segurança no trânsito para os ciclistas, redução nos tempos de deslocamento em bicicleta se comparados às viagens em automóveis e aumento nos custos no uso do automóvel (PUCHER; BUEHLER, 2008).

Atualmente, muitas cidades no mundo (Paris, Dublin, Milão, Londres, Santiago de Chile, Bogotá, São Paulo, Taipei, entre outras) estão investindo na construção de infraestrutura para facilitar o uso do transporte a pé e bicicleta. Calçadas e passeios públicos estão sendo

melhorados, cicloviás construídas; há ampliação da rede de estacionamentos para bicicletas e dos sistemas de bicicletas públicas compartilhadas; o limite de velocidade dos veículos motorizados vem sendo reduzido, entre outros. Em Copenhagem, por exemplo, são investidos 20% a 25% do total de recursos de infraestrutura viária em infraestrutura cicloviária (PUCHER; BUEHLER, 2008).

Ainda na década de 1970, surgiu o inspirador e ainda atual livro *Energia e equidade* (ILLICH, 1975), que tratou a questão do transporte e dos deslocamentos como exemplos da contra produtividade industrial advinda da intensificação de utilização de alguns recursos e tecnologias quando limites críticos são ultrapassados. Tanto Illich quanto seus diversos seguidores ressaltam a importância da bicicleta como meio de transporte e a equidade energética que este veículo proporciona. Segundo Illich (1975) o homem moderno criou o veículo a motor e a bicicleta em épocas similares, porém as duas invenções são símbolos de avanços em direções opostas (ILLICH, 1975):

A bicicleta permite a cada indivíduo controlar o emprego de sua própria energia, já o veículo a motor e o homem se tornam rivais entre si, por causa da energia, espaço e do tempo (Illich, 1975, p.71-72).

A bicicleta pode ser um veículo facilitador da inclusão social nas cidades (BATISTA, 2010). Considerando que seu preço de compra é mais acessível que o preço de um automóvel e os seus custos de manutenção são baixos (BATISTA, 2010).

O número de bicicletas no Brasil tem aumentado significativamente. Segundo dados da ABRACICLO hoje existem no país mais de 65 milhões de unidades de bicicleta, e a produção nacional passou de 2,2 milhões/ano de bicicleta em 1991 para 4,2 milhões/ano em 2012. Porém, o número de pessoas que utilizam a bicicleta como meio de transporte no Brasil ainda é baixo.

O uso da bicicleta e caminhada devem ser incentivados e facilitados pelas autoridades locais de modo que se desenvolva melhor a acessibilidade para o tráfego da bicicleta nas ruas das cidades (PUCHER; DILL; HANDY, 2010). Estes trazem inúmeros benefícios para o usuário e para a sociedade, entre eles, menor contaminação atmosférica, diminuição dos gases efeito estufa, menor contaminação acústica, equidade social no acesso ao transporte, menores gastos públicos com infraestrutura para o setor transporte, menores gastos públicos com setor de saúde, aumento das atividades físicas (com benefícios diretos para os problemas cardiovasculares e pulmonares), redução do consumo de combustíveis fósseis, é mais amigável com o entorno, permite maior interação do indivíduo com o meio social que frequenta, entre outros (XAVIER, 2011).

No estudo de Fernández-Heredia *et. al* (2014) se procurou compreender a percepção de ciclistas em relação ao sucesso do uso da bicicleta como meio de transporte, e segundo os autores os principais fatores de sucesso são: 1) Eficiência: evita congestionamentos, tem facilidade para estacionar, permite o transporte porta a porta; 2) Flexibilidade: não há restrições de tempo e frequência; 3) Economia: suas despesas com combustíveis, manutenção e compra são muito mais baratas do que as de automóveis; 4) Ecológico: não emite poluentes ou gases efeito estufa, emite pouca poluição sonora; 5) Saudável: além de transportar-se, as pessoas também fazem exercícios; 6) Divertido: andar de bicicleta gera prazer.

2.2 TRANSPORTES MOTORIZADOS INDIVIDUAIS NO BRASIL

O transporte motorizado individual foi um fator fundamental para o crescimento econômico para a população no mundo e o caso brasileiro não é diferente (BARROS; PEDRO, 2012). O setor automotivo, por exemplo, apresenta um efeito multiplicador na economia brasileira de 2,47 para o caso dos automóveis e 2,23 para caminhões (BAHIA; DOMINGUES, 2010), o que indica o elevado grau de encadeamento da indústria automotiva e sua repercussão na economia do país, principalmente quanto à geração de empregos e renda. O termo multiplicador mede o efeito que o aumento nos investimentos provoca sobre o Produto Nacional (KEYNES, 2005).

A introdução do automóvel nas cidades foi um elemento transformador de suas vias e infraestrutura, influenciando diretamente no modo de vida da população na era da industrialização (SILVA, 2009). A participação da indústria automobilística foi fundamental na ampliação das vias e integração geográfica do país (GALVÃO, 1996). Em todo o Brasil se construíram estradas e rodovias de modo a efetivar o desenvolvimento econômico e disseminar o automóvel como símbolo da sociedade moderna (GALVÃO, 1996).

Ao mesmo tempo, estas transformações vieram acompanhadas de algumas consequências ambientais como: aumento da impermeabilização do solo pela construção de infraestrutura viária, diminuição dos leitos e retificação dos rios, aumento da emissão de gases poluentes, diminuição ou quase inexistência de áreas verdes, entre outros (ALEXANDRO, 2013). Observa-se cada vez com maior frequência no país a ocorrência de alagamentos, deslizamentos de terra, entre outros (ALEXANDRO, 2013).

No Brasil, as vendas de automóveis aumentaram significativamente entre os anos 2001 a 2015, passando de aproximadamente 24,5 milhões para 49,8 milhões (DENATRAN, 2016). Facilitadas pela queda da taxa de juros, concessão de crédito, aumento do poder aquisitivo das famílias, redução da alíquota dos impostos sobre produtos industrializados (IPI) incidentes

sobre os automóveis, entre outros (PASCOAL, 2015). Atualmente a maioria das cidades brasileiras vivencia situações de congestionamento em suas vias, aumento dos acidentes de trânsito, aumento da poluição do ar e sonora, falta de estacionamentos para veículos, entre outros. O que há alguns anos atrás era um problema dos grandes centros, hoje se vive em todo o país. Silva (2015) afirma que a sociedade atual vive uma crise da “(i)mobilidade”, onde o sistema viário não é capaz de comportar a frota existente.

O governo federal zerou o imposto de importação dos veículos movidos a eletricidade ou hidrogênio (Resolução Camex nº 97/2015). Segundo a pesquisa de Pearre *et al.* (2011), na produção de cada unidade de carro elétrico se emite o dobro de dióxido de carbono da produção de um carro convencional (PEARRE *et al.*, 2011). Assim, iniciativas como esta mascaram a necessidade de mudanças mais profundas na mobilidade urbana no país (MARTINS, 2015).

Incentivar e facilitar outras formas de transporte é imprescindível para os municípios brasileiros. É necessária a formação e consolidação de novos desenhos urbanos, que promovam os transportes não motorizados como uma alternativa de mobilidade nas cidades. As pessoas precisam de infraestrutura com o mesmo padrão de qualidade para todos os modos de transporte, de modo que a escolha possa ser feita a partir a mesma base de comparação (SILVA *et al.*, 2015). Também é necessário melhorar os serviços do transporte público (KARNER; HONDULA; VANOS, 2015), por meio do planejamento de viagens diretas, menos tempo de espera nos pontos de ônibus, veículos com níveis adequados de lotação e alta frequência de atendimento (SILVA *et al.*, 2015).

Em 2012, com a promulgação da Lei 12.587 (Política Nacional de Mobilidade Urbana), um novo paradigma foi proposto para a mobilidade urbana brasileira. Uma de suas diretrizes é a priorização dos transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público sobre o transporte individual motorizado (BRASIL, Inciso II, Artigo 6º Lei 12.587, 2012).

A bicicleta é considerada uma solução concreta para os problemas associados ao uso excessivo de veículos privados, como congestionamento, sedentarismo e contaminação (ANAYA; CASTRO, 2012; CERVERO; CALDWELL; CUELLAR, 2013). A utilização da bicicleta como modo de transporte, associada ao uso de transporte público e caminhada, representa uma solução para mobilidade urbana nas grandes e médias cidades (XAVIER, 2011).

Segundo o Ministério das Cidades (2015) a bicicleta é o veículo mais utilizado nos municípios com menos de 60 mil habitantes, onde o transporte coletivo praticamente não existe e as taxas de motorização ainda são baixas. Nas cidades médias e grandes, com poucas exceções, o transporte em bicicleta tem potencial para ser mais utilizado pela população.

Atualmente, nestes municípios são identificados dois grupos principais de ciclistas: os de classe de renda média alta, que usam a bicicleta para a prática de esporte; e os usuários da classe de renda baixa, que a utilizam como meio de transporte (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

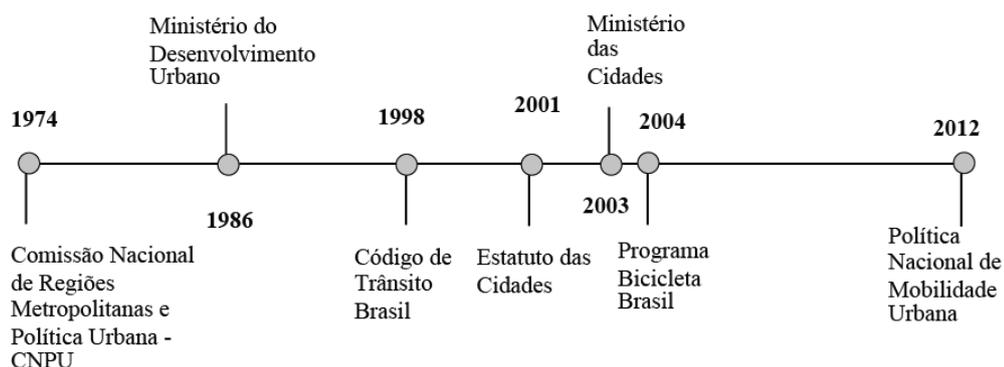
A partir da criação do Estatuto das Cidades em 2001, a política urbana brasileira começa a ser orientada com base no princípio do desenvolvimento sustentável, que propõe uma forma de desenvolvimento sem comprometer o futuro das próximas gerações (BRUNDTLAND, 1987). Na seção 2.3 apresenta-se resumidamente como se formou a política urbana do Brasil e os principais marcos legais para os transportes não motorizados, principalmente a bicicleta.

2.3 POLÍTICA DE MOBILIDADE URBANA SUSTENTÁVEL NO BRASIL

A política urbana brasileira começou em 1974, com a criação da Comissão Nacional de Regiões Metropolitanas e Política Urbana – CNPU (1974 a 1979) a partir da elaboração do primeiro Plano Nacional de Desenvolvimento, onde se estabeleceram nove Regiões Metropolitanas no país (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015). Em 1986 foi criado o Ministério do Desenvolvimento Urbano, que ficou responsável pelas políticas de saneamento, habitação, urbana e de transportes urbanos.

A Figura 3 apresenta os fatos mais relevantes para a política urbana e para a gestão dos transportes não motorizados no Brasil.

Figura 3: Linha histórica da Política Urbana Brasileira



Fonte: Do autor

Com a crise fiscal vivida no país no final dos anos 80 e a promulgação da atual Constituição Federal, em 1988, a responsabilidade dos transportes urbanos passou para os

governos locais e os temas de transportes vêm sendo tratados de forma pontual pelo governo federal (MINISTERIO DAS CIDADES, 2015; MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004, 2008).

O Código de Trânsito Brasileiro (1998) prevê que os órgãos de trânsito dos municípios são os responsáveis pelo planejamento e desenvolvimento de projetos, operação e fiscalização do trânsito, tanto no perímetro urbano quanto nas estradas municipais (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008).

As prefeituras passam a desempenhar tarefas de sinalização, fiscalização, aplicação de penalidades e educação para o trânsito em suas cidades. Algumas das responsabilidades das prefeituras segundo a legislação são: definição das declividades para o passeio, declividade transversal para escoamento pluvial, localização dos equipamentos urbanos ou privados, especificações para rampas e degraus, sinalizações, tipo de pavimentos, entre outros (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

Em 2001, por meio da Lei nº 10.257, foram estabelecidas, no Estatuto das Cidades, as diretrizes gerais da política urbana brasileira, bem como seus princípios básicos, que são o planejamento participativo e a função social da propriedade. O principal instrumento instituído pelo Estatuto da Cidade é o Plano Diretor, que é uma Lei Municipal e deve ser revista pelo menos a cada dez anos, devendo expressar a construção de um pacto social, econômico e territorial para o desenvolvimento urbano do município (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015).

O Plano Diretor deve incluir as diretrizes e quais são as áreas que serão utilizadas para sistema viário, equipamentos e instalações públicas, urbanas e sociais (BRASIL, 2012 Art. 42 B, Inciso III.). O Estatuto da Cidade prevê que os municípios com mais de 500.000 habitantes devem elaborar seu Plano de Transporte Urbano Integrado, e que este seja parte do Plano Diretor ou compatível com este (artigo 41 da Lei Federal nº 10.257 de 2001).

Em 2003 foi sancionada a Lei que oficializou o Ministério das Cidades com a finalidade de tratar da política de desenvolvimento urbano, contemplando a ausência de marcos institucionais para as políticas setoriais urbanas - habitação, saneamento e transporte (BRASIL, 2003). O Ministério das Cidades do Brasil considera o conceito de “mobilidade urbana sustentável” como sendo o resultado de políticas de transporte e circulação que visam proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, através da priorização dos modos não motorizados e coletivos de transporte, de forma efetiva, não gerando segregação espacial, e sendo socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável (MINISTERIO DAS CIDADES, 2015; MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

Com o objetivo de criar o Conselho das Cidades (CONCIDADES), o Ministério das Cidades realizou em 2013 a 1ª Conferência das Cidades. Nesta Conferência também foram delineados os princípios e as diretrizes da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU). Uma das propostas da PNDU é promover a mobilidade urbana sustentável e cidadania no trânsito. No ano seguinte, o CONCIDADES criou o Programa Nacional de Mobilidade por Bicicleta – Bicicleta Brasil (Resolução nº 07, de 16 de junho de 2004) que tem como objetivos (MINISTERIO DAS CIDADES, 2007):

- “inserir e ampliar o transporte por bicicleta na matriz de deslocamentos urbanos;
- promover sua integração aos sistemas de transportes coletivos, visando reduzir o custo de deslocamento, principalmente da população de menor renda;
- estimular os governos municipais a implantar sistemas cicloviários e um conjunto de ações que garantam a segurança de ciclistas nos deslocamentos urbanos;
- difundir o conceito de mobilidade urbana sustentável, estimulando os meios não motorizados de transporte, inserindo-os no desenho urbano”.

Em 2012 foi promulgada a Política Nacional de Mobilidade Urbana brasileira por meio da Lei nº 12.587, a qual prevê que os Municípios com mais de 20.000 habitantes devem elaborar seus Planos de Mobilidade Urbana de forma que estes sejam compatíveis ou estejam inseridos em seus Planos Diretores, no prazo máximo de 3 anos da vigência da Lei, que iniciou no dia 03 de janeiro de 2012 (inciso 1º do art. 24 da Lei nº 12.587/2012).

A Lei 12.587 também define as competências de cada ente federativo em relação aos temas da mobilidade urbana. O governo federal é responsável por fomentar a implantação de projetos de mobilidade urbana, facilitar a assistência técnica e financeira aos outros níveis de governo, capacitar os servidores públicos dos municípios, apoiar ações coordenadas entre Estados e Municípios e disponibilizar um Sistema Nacional de Informações sobre Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012).

Assim aos Estados correspondem a gestão e integração dos aglomerados urbanos e regiões metropolitanas, prestação de serviços de transporte coletivo intermunicipal urbano (BRASIL, 2012). Já os Municípios devem planejar, executar e avaliar a Política de Mobilidade Urbana, dando prioridade aos meios de transportes sustentáveis, e organizar e supervisionar os serviços de transporte público coletivo (BRASIL, 2012).

2.4 SOBRE OS INCENTIVOS AO TRANSPORTE NÃO MOTORIZADO

Para que seja efetivo o uso das bicicletas nas ruas das grandes e médias cidades existe uma demanda por infraestrutura básica para o usuário, como rotas seguras para a bicicleta, sinalização exclusiva, redução da velocidade média dos veículos motorizados em algumas

zonas da cidade, estacionamentos para bicicletas, vestuários nos locais de destino do ciclista (FERNÁNDEZ-HEREDIA; MONZÓN; JARA-DÍAZ, 2014; SOUSA, 2012).

Mas, além da regulamentação normativa, a mobilização democrático-participativa é decisiva, ou seja, é relevante que a população das cidades aceite, defenda, reivindique as mudanças na infraestrutura da cidade, de modo a facilitar o uso da bicicleta como meio de transporte. Só assim a população se apodera dos espaços públicos destinados ao uso da bicicleta (CHAPADEIRO, 2011).

Assim como também existe a necessidade de calçadas e passeios mais apropriados e seguros para os pedestres. Nos municípios brasileiros a construção e manutenção das calçadas são de responsabilidade dos moradores (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2008). O papel das prefeituras é orientar, fiscalizar e punir os munícipes em relação à construção de suas calçadas. Tais procedimentos trazem alguns problemas muito comuns nos municípios do Brasil, entre eles: desníveis entre as calçadas, terrenos/casas sem calçadas construídas, inclinações e larguras fora das normas técnicas, pouca iluminação nas ruas/calçadas, falta de manutenção nas calçadas, falta de acessos a portadores de necessidades especiais, obstáculos (lixeiras, bancos, postes, entre outros) nas calçadas. Alguns municípios brasileiros criaram a lei de “Calçadas Segura” e disponibilizam um “Guia Prático para Construção das Calçadas”, com o objetivo de melhorar as calçadas de seu território, apesar da construção destas continuar sendo responsabilidade do proprietário do imóvel. Muitas cidades do mundo passaram por uma forte reforma em suas leis de calçadas, onde o município assumiu a responsabilidade da construção e manutenção das calçadas, já que ele pode cobrar impostos dos cidadãos e construir calçadas padronizadas e dentro das normas técnicas estabelecidas para construção destas, como também garantir o acesso e segurança dos pedestres que por elas transitam (IPEA, 2010).

Gatersleben e Appleton (2007) identificaram 4 perfis de ciclistas, a saber: Grupo 1 – não utiliza a bicicleta com frequência, mas sempre quando a utiliza pedala com responsabilidade e com equipamentos básicos de segurança; Grupo 2 – possuem bicicletas modernas, a usam com frequência moderada, principalmente para lazer e atividade física, Grupo 3 – utilizam a bicicleta para todas suas atividades diárias, é formado principalmente por homens jovens; Grupo 4 – usam a bicicleta diariamente, mas não para viagens relacionadas a trabalho/estudo e não se preocupam com os equipamentos de segurança (GATERSLEBEN; APPLETON, 2007).

Algumas sugestões para o setor público direcionar seu setor transporte a um modelo baseado na sustentabilidade foram propostas por Tsay *et al.* (2013), entre elas cabe destacar: 1) coordenação de políticas no nível federal e incentivos para a cooperação entre as diferentes

esferas de governo, com o objetivo de estabelecer um plano de longo prazo para a mobilidade urbana sustentável; 2) ampliar a capacidade do governo municipal de implementar projetos de transporte sustentável; 3) criação de sistemas de financiamento principalmente para os transportes coletivos e não motorizados; 4) análises de custo-benefício dos projetos propostos a nível municipal (TSAY; HERRMANN, 2013).

Os termos “Gerenciamento da Demanda por Viagens” (na terminologia americana) e “Gerenciamento da Mobilidade” (na terminologia europeia) visam ao gerenciamento das viagens através de transporte individual, especialmente o carro, e à promoção de alternativas mais sustentáveis, como os transportes não motorizados (STEIN, 2015).

Entre as estratégias mais relevantes de Gerenciamento da Mobilidade ou da Demanda por Viagens, Stein (2015) destacam:

- Facilitar o uso do transporte público;
- Incentivos para o compartilhamento das viagens e adoção de fontes de energias alternativas;
- Melhorias na infraestrutura para pedestres e ciclistas;
- Criação de vias exclusivas para veículos com alta taxa de ocupação, assim como facilidade no acesso de estacionamentos;
- Ampliação das opções de horários de entrada e saída do trabalho;
- Campanhas educativas para conscientização sobre a importância e consequências da escolha do modo de transporte.

Nas estratégias de custo do estacionamento, os motoristas pagam diretamente pela utilização das instalações de estacionamento. Esse tipo de medida pode ser implantado para reduzir o número de veículos que circulam no local, como estratégia de mitigação dos problemas de estacionamento, como forma de recuperação dos custos do estacionamento, geração de receitas, dentre outros (LITMAN, 2013).

Fernández-Heredia *et al* (2014) sugerem algumas ações a serem desenvolvidas pelo poder público para facilitar o uso da bicicleta como transporte: 1) Políticas para implementação de projetos de compartilhamento de bicicletas públicas; 2) Campanhas que reforcem os benefícios da bicicleta como transporte, por exemplo, afirmando que ela é econômica, divertida, saudável e ecológica (fatores *pro-bike*); 3) Melhoria da segurança urbana dos municípios; 4) Ampliação da infraestrutura para bicicletas, estacionamentos, ciclovias; 5) Priorização dos pedestres e das bicicletas no sistema viário das cidades.

2.5 TRANSPORTES NÃO MOTORIZADOS, SAÚDE E MEIO AMBIENTE.

Existe uma forte conexão entre os setores transporte, saúde e meio ambiente dos municípios. O transporte pode contribuir positivamente na redução das emissões de gases de efeito estufa, melhorar a saúde física e mental das pessoas, assim como também pode ajudar a diminuir e prevenir a poluição ambiental (CAVILL et al., 2008).

O transporte ativo pode impulsionar a realização de atividade física entre a população (BHAT; GUO; SARDESAI, 2005). Muitas organizações de saúde e agências públicas têm trabalhado a favor dos transportes não-motorizados como uma forma de melhoria da qualidade de vida das pessoas (PUCHER; DILL; HANDY, 2010).

A cada ano mais de 33 mil pessoas são mortas em acidentes de trânsito no Brasil (DATASUS/ MINISTERIO DA SAÚDE, 2016). Dados do Ministério da Saúde mostram que esse número subiu para 40.705 óbitos em 2013 e 201.000 feridos hospitalizados em 2014 (DATASUS/ MINISTERIO DA SAÚDE, 2016). E, de acordo com o Seguro DPVAT, em 2014 foram dadas 52.200 indenizações por morte e 596.000 por invalidez (VIAS SEGURAS, 2016).

Os riscos para a saúde decorrentes da poluição atmosférica e mudança da temperatura variam de acordo as características climáticas dos municípios, com diferentes implicações no número de mortes cardiovasculares e respiratórias (ROMERO-LANKAO; QIN; BORBOR-CORDOVA, 2013). O estudo de Lankao *et al.* (2013) avalia os riscos de saúde relacionados à poluição do ar e temperatura em três cidades da América Latina e conclui que em altas concentrações de PM10 (ozônio), os riscos para saúde são similares para municípios com diferentes graus de vulnerabilidade.

O Instituto de Economia Aplicada (IPEA, 2011) publicou um estudo onde foram identificados 3 tipos de “deseconomias”, custo adicional atribuído ao transporte, causados pelo uso excessivo do automóvel: a) tempo – para os usuários de automóvel o custo anual é de 250 milhões de horas e para os usuários de transporte coletivo são 120 milhões; c) consumo excessivo de energia – os congestionamentos geram um gasto excessivo anual de 200 milhões de litros de gasolina e 4 milhões de litros de diesel; c) poluição – os automóveis emitem 122 mil toneladas de monóxido de carbono por ano.

Cavill *et al.* (2008) analisaram vários estudos que avaliam o custo-benefício dos transportes não motorizados e foram apontados 16 razões positivas para o uso do ciclismo/caminhada como transporte, e apenas um fato negativo. Na Dinamarca foram realizados estudos que comparam os benefícios e prejuízos para a sociedade de diferentes meios de transporte e o trabalho mostra que a cada quilômetro percorrido em bicicleta traz um lucro líquido de 23 centavos e cada km em automóvel gera 16 centavos de prejuízo líquido (CI, 2015).

Uma pesquisa da *London School of Economics*, mostra que se houvesse um aumento de 20% no período de 2011 a 2015 no número de viagens realizadas em bicicleta em Londres se poderia alcançar uma redução de 207 milhões de libras dos gastos com congestionamento e 71 milhões de libras com diminuição da poluição (BIKERADAR UK, 2011). O estudo também afirma que existe um potencial econômico inexplorado de 516 milhões de libras, considerando as pessoas que não pedalam pela falta de segurança no trânsito (BIKERADAR UK, 2011).

2.6 DETERMINANTES NO USO DOS TRANSPORTES NÃO MOTORIZADOS

Estudos sobre as escolhas do tipo de transporte destacam como as pessoas procuram, de um lado, aumentar os benefícios do tempo livre fora de casa e, de outro, reduzir o tempo gasto com transporte (CERVERO; CALDWELL; CUELLAR, 2013). Políticas para o setor de transporte e padrões de desenvolvimento territorial influenciam, em grande medida, a viabilidade, o tempo gasto e os custos associados a cada tipo de transporte.

É crescente o interesse em entender os motivos da escolha das pessoas que se transportam em bicicleta ou a pé, muitos dos estudos já realizados sugerem que os sujeitos estão dispostos a dirigir menos e adotar outras formas de transporte no seu dia-a-dia (PUCHER; DILL; HANDY, 2010).

O ponto central é o de que existe um grupo de pessoas dispostas a abandonar seus carros ou transporte público e se deslocar por meio das caminhadas ou bicicleta e elas poderiam ser persuadidas a fazer essa troca se houvesse, sobretudo, uma melhora nos serviços oferecidos (GATERSLEBEN; APPLETON, 2007).

Em outras palavras, existe uma demanda por melhores condições para os transportes não motorizados, desde uma infraestrutura apropriada para caminhada e bicicleta a uma política sólida de mobilidade urbana sustentável. No entanto, ainda não é claro quais medidas são mais efetivas e o que deveria ser colocado como prioridade na implementação de um programa pró-bicicleta (PUNCHER *et al.* 2010).

Gondim (2006) afirma que a sustentabilidade dos transportes não motorizados está associada a fatores como: acesso aos diferentes setores do município, rotas eficientes para bicicleta, segurança no trânsito e urbana, estacionamentos, clima, entre outros (GONDIM, 2006).

Ruiz e Barnabé (2014) realizaram um estudo com o intuito de classificar os principais determinantes do uso de transporte não motorizado. Destacam questões como segurança (condições das vias, número de ciclistas vítimas de acidentes, itinerários perigosos), uso da terra e ambiente construído (bairros compactos, uso misto do solo, áreas especiais para pedestres,

proximidade a lojas/escola/trabalho, tamanho da cidade, volume do tráfego), fatores físicos (topografia), tempo de deslocamento, distância do deslocamento, custos de outros meios de transporte (distância até estações, gasolina, gastos com estacionamento), facilidades nas viagens a pé ou em bicicleta (infraestrutura – vias segregadas, faixas especiais, travessias), pós-viagem (estacionamentos, vestiários), clima (temperatura, precipitação, poluição do ar, vento), gênero, idade, outras questões sócio-demográficas (qualificação, estrangeiros), tipo de regime de trabalho, posse de carro, atitudes (questões relacionadas ao ambiente e cultura), hábitos convenientes, características da viagem (paradas, carregamentos) e incentivos (mapas das vias, planejadores de rotas, pagamento para aqueles que usam bicicleta) (RUIZ; BERNABÉ, 2014).

Em sua pesquisa, Ruiz e Barnabé (2014) avaliaram o que seria preciso para que os moradores da cidade de Valencia - Espanha trocassem seus modos de transporte motorizados pela bicicleta. Os resultados obtidos foram:

- ✓ 45,4% dos entrevistados se mostraram dispostos a trocar sua forma de deslocamento, entre eles não há diferença significativa entre homens e mulheres, sendo os mais jovens os mais dispostos e os usuários de carros os menos dispostos.
- ✓ 54,6% se mostraram indispostos, sendo que um terço destes afirmou que a distância do deslocamento era muito longa.
- ✓ 26% disseram que seria desconfortável.
- ✓ O tempo médio de deslocamento dos que se mostraram dispostos é levemente inferior àqueles que disseram que não trocariam (17.02 contra 18.58 min).
- ✓ Uma informação interessante é que foi questionado o que seria necessário para que seja feito essa troca e a maioria destacou a necessidade de uma rede de vias segregadas para bicicletas na cidade, seguido por um sistema de empréstimo de bicicletas ou bicicletas públicas.

As conclusões do estudo de Ruiz e Barnabé (2014) são corroboradas por Hankey *et al.* (2012), que discutem a crescente importância das políticas públicas direcionadas aos transportes não-motorizados e a falta de uma base de dados para a tomada de decisões (HANKEY et al., 2012). Ao analisar o tráfego de ciclistas e pedestres, foi observado que a quantidade de ciclistas em ciclovias (faixas segregadas) é muito superior ao volume normal de vias não segregadas. Outro dado relevante é a relação entre escolaridade e a disposição de trocar seu meio de transporte, tal relação se mostra positiva, até mesmo para deslocamento em maiores distâncias. As regiões com maior percentagem de uso bicicleta como meio de transporte são as cidades conhecidas pelas suas famosas universidades, como Oxford (PARKIN; WARDMAN; PAGE, 2007).

Segundo Rietveld e Daniel (2004) os determinantes que influem no uso dos transportes não motorizados podem ser separados em três grandes grupos, aspectos físicos, demográficos e culturais, e só foi possível graças ao grande volume de dados disponíveis acerca da mobilidade por bicicleta (RIETVELD; DANIEL, 2004). É sabido que a Holanda é um país que investe em bicicletas desde a década de 1970. Lá também existe uma grande influência da Fietserbond, a Associação de Ciclistas da Holanda, que ao longo das últimas décadas desenvolveu e aplicou diversas metodologias de avaliação dos diversos fatores que influenciam a mobilidade por bicicleta.

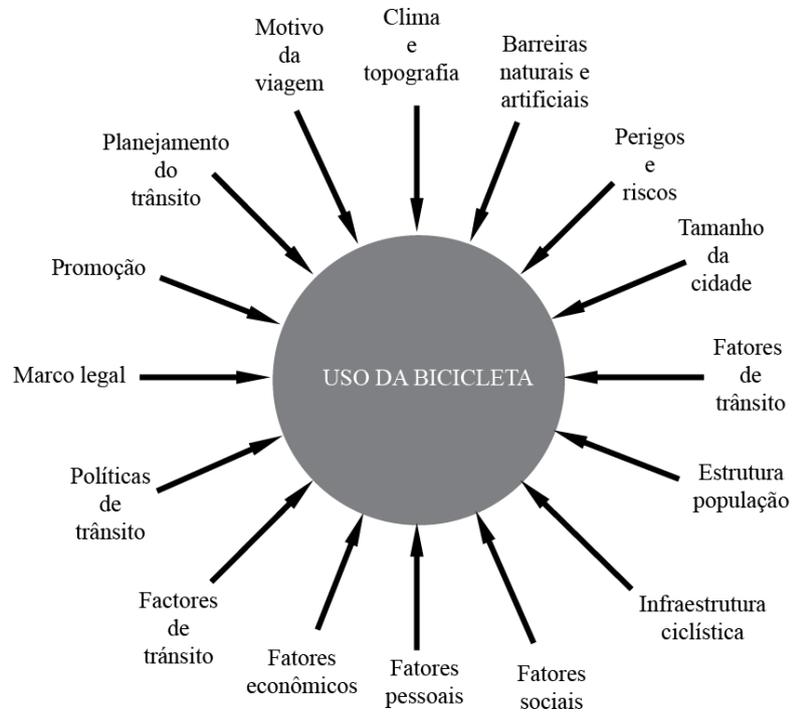
Wahlgren (2011) dividiu os fatores em aspectos: ambientais, de tráfego, e sociais. O primeiro conjunto se refere aos fatores da cidade que são estáticos (rede cicloviária, áreas verdes, atratividade, trajeto, relevo, paradas e distância). No segundo grupo estão os fatores que variam com o tempo (poluição, ruído, fluidez do tráfego, velocidade dos automóveis, velocidade dos ciclistas, congestionamento nas vias e congestionamento de ciclistas na rede cicloviária). No último grupo estão aqueles fatores que representam a relação entre os pedestres, motoristas e ciclistas. A autora também definiu três outras variáveis subjetivas que se referem à avaliação pessoal do usuário do trajeto, o quanto ambiente urbano estimula o uso da bicicleta e a segurança do tráfego (WAHLGREN, 2011).

Parkin *et al.* (2007) afirmam que existem alguns determinantes da escolha dos transportes não motorizados que não podem ser abordados pelas políticas públicas, por exemplo a topografia da cidade, que influencia no esforço físico e tempo de deslocamento (PARKIN; WARDMAN; PAGE, 2007). Outro determinante que não pode ser considerado pelas políticas públicas é o clima. Spencer *et al.* (2013) discutem os impactos ao uso da bicicleta relacionados às características do clima das cidades.

Sousa (2012) destaca que o uso da bicicleta como transporte está sujeito a algumas características individuais das pessoas, tais como a renda, idade, gênero e padrões de atividades. A renda tem um impacto direto na escolha individual do modo de transporte. A idade limita o uso da bicicleta, considerando que crianças muito pequenas e idosos podem ter algumas dificuldades para pedalar nas ruas. Gênero está associado à constatação que as mulheres são mais vulneráveis à violência urbana que os homens. Já os padrões de atividades individuais também influenciam a escolha do modo de viagem (SOUSA, 2012).

A Figura 4 resume as principais variáveis que influenciam no uso da bicicleta como modo de transporte (MCCLINTOCK; CLEARLY, 1996; RIETVELD; DANIEL, 2004).

Figura 4: Principais variáveis que influenciam no uso da bicicleta como modo de transporte.



Fonte: Adaptado de (MCCLINTOCK; CLEARLY, 1996).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são descritos os materiais e métodos para analisar a inserção dos transportes não motorizados no planejamento urbano municipal, tendo como objeto 11 municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte do Estado de São Paulo. Inicialmente se apresenta a delimitação da pesquisa, a seguir a sua classificação, os métodos aplicados e a justificativa para o seu uso.

3.1 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

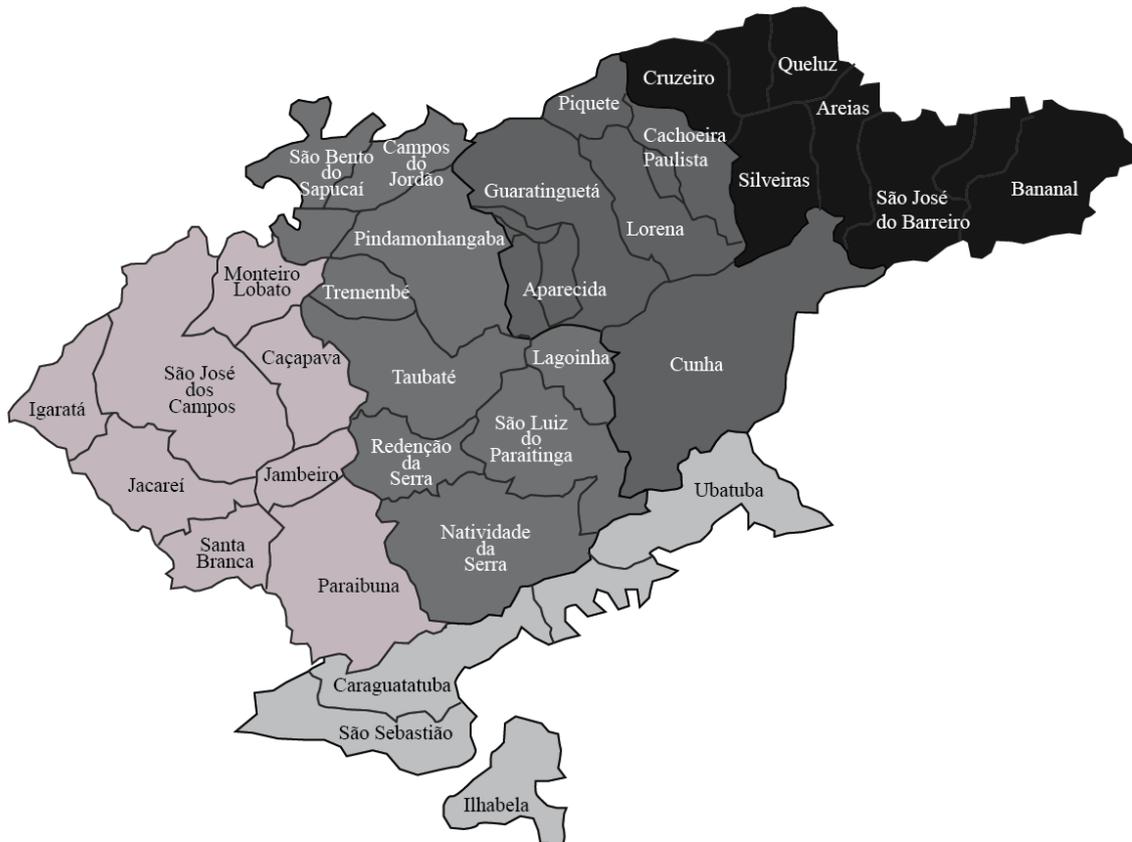
Para a seleção dos casos de estudo utilizou-se dois critérios principais: geográfico e populacional. O primeiro critério geográfico utilizado foi a localização dos municípios na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN). A universidade onde foi desenvolvida esta tese está localizada nesta região e uma das responsabilidades das universidades públicas brasileiras é servir à comunidade local com pesquisas que possam ser utilizadas para o bem-estar de sua população.

A RMVPLN é formada por 39 municípios e é uma das 5 regiões metropolitanas do Estado de São Paulo. Foi criada em janeiro de 2012 por meio da Lei Complementar nº 1.166 com o fim de promover o desenvolvimento socioeconômico da região, melhorar a qualidade de vida das pessoas e facilitar a cooperação entre diferentes níveis de governo (art. 2º Lei nº 1.166/2012).

A extensão territorial dos municípios apresenta diferentes dimensões, de 44,77 a 1.099,41 km² (IBGE, 2016). A Figura 5 representa o mapa da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte com as suas 5 sub-regiões e municípios.

Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2015 a população total da RMVPLN era de 2.453.387 habitantes, e o PIB *per capita* de 2013 foi de R\$ 36.756.497,22 (SEADE, 2016). A composição de municípios da RMVPLN é bem diversa, o tamanho da população varia de 2.472 a 672.556 habitantes.

Figura 5: Mapa sub-regiões da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.



Fonte: Adaptado de Emplasa (2012).

O critério populacional considerado foram as categorias propostas pela Associação Nacional de Transporte, definidas nas publicações “Sistema de Informação de Mobilidade Urbana” (ANTP, 2011, 2012, 2013 e 2014), que são: municípios com população de 60.000 a 100.000, 100.001 a 250.000, 250.001 a 500.000, 500.001 a 1 milhão e mais de 1 milhão. Dos 39 municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, apenas 11 entram nas categorias propostas pela ANTP sendo que: 5 pertencem à primeira categoria (60.000-100.000), 4 à segunda (100.001-250.000), 1 à terceira (250.000-500.000) e 1 município pertence à quarta categoria (500.000-1 milhão). A região não possui nenhum município com mais de 1 milhão de habitantes.

Outro critério geográfico contemplado para seleção dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte foi ter pelo menos 1 município representante de cada uma das cinco sub-regiões da Região Metropolitana. Dessa forma, a sub-região 1 está representada por 3 municípios, a sub-região 2 por 2, a sub-região 3 por 2, a sub-região 4 por 1

e a sub-região 5 por 3. Por uma questão de confidencialidade quanto à divulgação dos resultados, os municípios estudados não serão identificados neste trabalho.

Os modos de transporte não motorizados mais utilizados na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte são a bicicleta e a caminhada. E estes foram os dois modos de transporte não motorizados considerados para as análises desta tese. Reconhece-se que o escopo de modos de transporte não motorizados é amplo e em outras partes do mundo são muito utilizados, como é o caso dos patins, skate, entre outros.

A seleção dos *benchmarks* para o modelo *Fuzzy GPDEA* foi baseada em 3 critérios principais: o primeiro que o município fosse brasileiro; segundo que estivesse realizando investimentos para facilitar os transportes não motorizados em suas localidades; e o terceiro que o município fosse mencionado nas entrevistas realizadas como fonte de referência para elaboração de projetos de transportes não motorizados.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa com abordagem combinada, já que relaciona abordagens quantitativas e qualitativas. A combinação delas é uma estratégia que acrescenta rigor e profundidade à pesquisa feita, bem como amplia o valor dos resultados encontrados. Segundo Martins (2010), a combinação das abordagens permite um melhor entendimento das questões levantadas pela pesquisa se comparado ao que possibilitaria cada uma das abordagens separadamente.

O tipo da abordagem combinada utilizada neste trabalho foi a triangulação, que busca combinar o que há de melhor de cada abordagem de modo a entregar um melhor entendimento sobre o problema pesquisado (MARTINS, 2010).

Na triangulação os métodos de pesquisa e coleta de dados são usados simultaneamente e com o mesmo peso, e a análise de dados é realizada separadamente dentro de cada abordagem, mas o objetivo é utilizar os resultados conjuntamente para responder à questão de pesquisa (Martins, 2010).

Os métodos de pesquisa utilizados foram aplicados a múltiplos casos. Miguel (2010) afirma que a análise de múltiplos casos permite uma generalização dos resultados, com uma profundidade menor que na avaliação de cada um dos casos separadamente.

O estudo de caso é um trabalho de caráter empírico que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio de uma análise aprofundada de um ou mais objetos de análise (MIGUEL, 2010).

Para alcançar os objetivos específicos propostos foram utilizadas diferentes técnicas para coleta e tratamento dos dados, as quais são apresentadas de forma sucinta no Quadro 1.

Quadro 1: Relação dos objetivos específicos e os métodos utilizados nesta tese.

Objetivo específico	Instrumentos para a coleta de dados	Instrumentos para o tratamento dos dados
Caracterizar as condições e a importância do uso dos transportes não motorizados (bicicleta, caminhada) nos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN) por meio da perspectiva do gestor de transporte; Identificar os fatores críticos do planejamento dos transportes não motorizados nos municípios da RMVPLN para o gestor de transporte;	Pesquisa bibliográfica	Análise crítica dos documentos
	Pesquisa documental	Análise do Conteúdo (BARDIN, 1977)
	Entrevistas e aplicação questionário aos responsáveis pelos transportes não motorizados	Análise dos Dados de Escala Ordinal (TASTLE, WIERMAN, 2006)
Criar um instrumento para subsidiar a tomada de decisão da gestão da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte quanto ao planejamento de seus transportes não motorizados. Avaliar a eficiência relativa da mobilidade urbana vinculada aos transportes não motorizados dos municípios da RMVPLN;	Pesquisa bibliográfica	
	Definição entradas e saídas do modelo	Modelagem/ Otimização (SILVA et. al, 2014)
	Pesquisa de dados primários	

Fonte: Do autor.

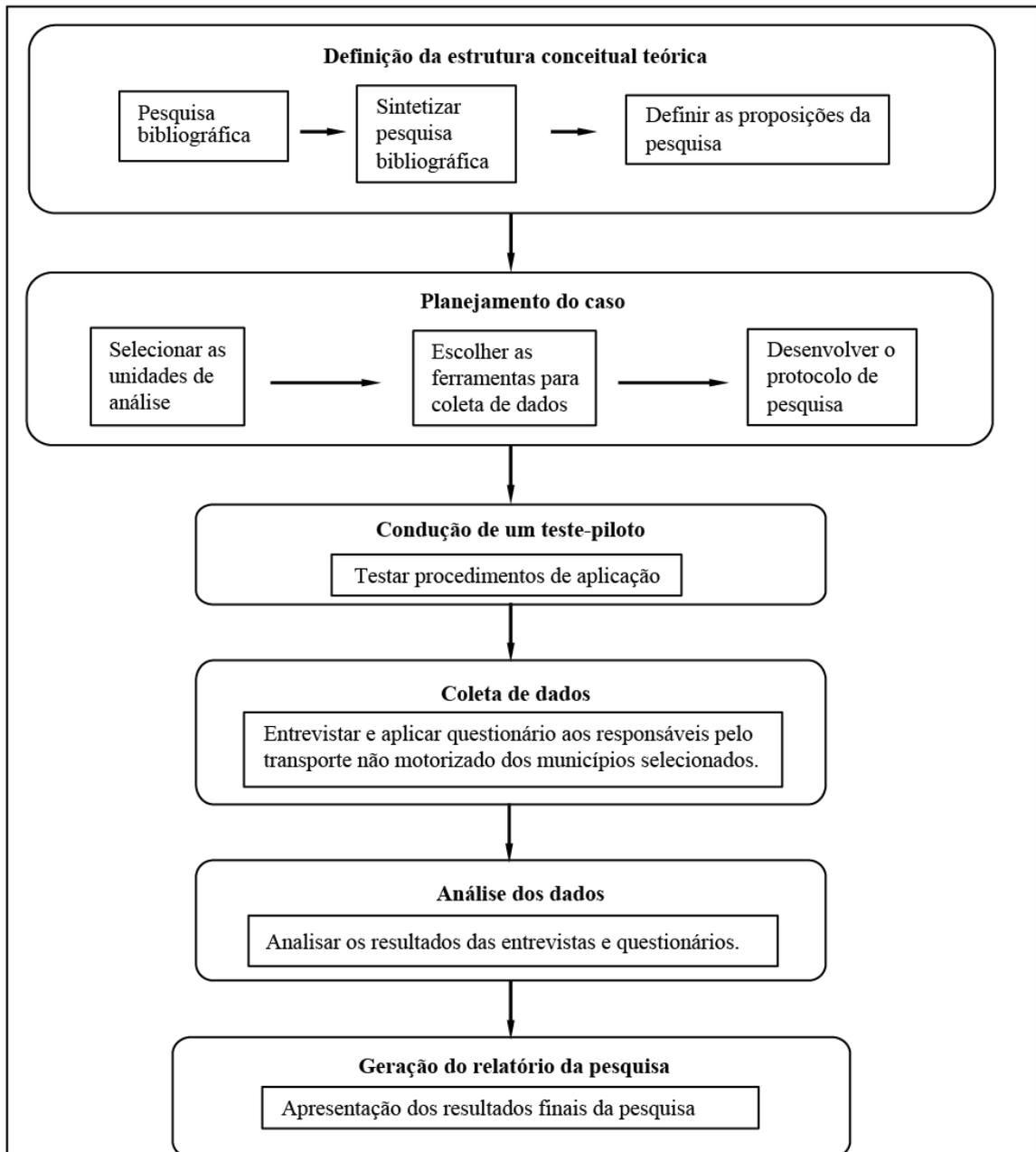
3.3 PESQUISA DE MÚLTIPLOS CASOS

Visando a atingir aos dois primeiros objetivos específicos desta tese, tomou-se como base as etapas propostas por Miguel (2010, pág. 15) para condução de pesquisas de múltiplos casos, a saber:

- 1) Definição da estrutura conceitual teórica;
- 2) Planejamento do caso;
- 3) Condução de um teste-piloto;
- 4) Coleta dos dados;
- 5) Análise dos dados;
- 6) Geração do relatório da pesquisa.

A Figura 6 mostra as etapas da pesquisa, com suas respectivas fases.

Figura 6: Etapas da pesquisa referente aos dois primeiros objetivos específicos da Tese.



Fonte: Adaptado de Miguel 2010.

Cada uma das etapas apresentadas na Figura 6 será detalhada a seguir:

Etapa 1 – Definição da estrutura teórico-conceitual

Inicialmente, para definição da estrutura teórico-conceitual desta tese realizou-se uma ampla pesquisa bibliográfica em diferentes bases de dados científicas. A partir da delimitação do tema, foi possível definir palavras-chaves e combinações entre elas para a realização da revisão bibliográfica. Também foram analisados documentos oficiais dos municípios estudados e dos governos estadual e federal. Logo os dados e informações levantados foram consolidados e assim se definiram as proposições da pesquisa e o modelo teórico-conceitual foi estabelecido.

Etapa 2 – Planejamento do caso

Na etapa de planejamento do caso, primeiramente foram selecionados os municípios objetos de estudo.

A ferramenta para coleta de dados utilizada foi entrevista semiestruturada e um questionário com questões fechadas aplicados aos responsáveis pelos transportes não motorizados (secretários ou diretores ou gerentes ou chefes de transporte e/ou trânsito) dos onze municípios selecionados da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte – Estado de São Paulo.

A pauta da entrevista e questionário foram elaborados utilizando como referência o *BYPAD Questionnaire* (2006), Carta de compromisso com a Mobilidade por Bicicletas apresentada por representantes da sociedade civil aos candidatos a prefeito de São Paulo em 2012 (CICLOCIDADE, 2012), Dissertação de César (2014) e contribuição de especialistas.

O *BYPAD Questionnaire* (2006) foi proposto por um consórcio internacional de especialistas em 1999, como parte de um projeto da União Europeia. É um instrumento que permite às autoridades locais avaliarem suas políticas relacionadas ao uso da bicicleta e foi desenvolvido baseado em métodos de Gestão da Qualidade Total (conhecido por suas sigla em inglês *TQM*) (BYPAD, 2006).

A Carta de Compromisso com a Mobilidade por Bicicletas, elaborada pela Associação dos Ciclistas Urbanos de São Paulo – CICLOCIDADE, foi assinada por 6 dos 8 candidatos a prefeito de São Paulo nas eleições de 2012 e aborda diferentes temas com o intuito de facilitar o transporte em bicicleta na cidade de São Paulo, temas estes que vão desde melhorias e ampliação da infraestrutura para bicicletas, aumento dos recursos municipais para transportes não motorizados a campanhas de educação no trânsito e facilidades na integração das bicicletas com outros modos de transporte (CICLOCIDADE, 2012).

Já a dissertação de César (2014) buscou avaliar as condições de uso das bicicletas nos municípios do Brasil através da percepção dos ciclistas urbanos, por meio da aplicação de um

questionário dividido em 12 blocos com 49 questões no total, o qual foi acessado por 4.115 pessoas e obteve 2.925 questionários válidos para análise (CÉSAR, 2014).

A entrevista apresenta 23 perguntas abertas associadas às características da gestão municipal em relação aos transportes não motorizados. O questionário é uma versão mais curta do questionário aplicado por César (2014) e apresenta cinco blocos de afirmações para avaliação do gestor sobre os aspectos urbanos que influenciam no uso da bicicletas nas cidades, entre eles:

- mudanças observadas nos últimos anos;
- avaliação da infraestrutura cicloviária (ciclovias, ciclofaixas e estacionamentos);
- avaliação da gestão da mobilidade urbana; e
- avaliação geral sobre as condições de andar de bicicleta nas cidades.

Foram utilizados dois tipos de escala para a formatação do questionário: escala ordinal e escala do tipo Likert. A escala ordinal propõe uma relação de grandeza e ordenação nas categorias estabelecidas, e na escala Likert as respostas para cada afirmação variam segundo o grau de intensidade (de concordo a discordo) dentro de uma escala com categorias ordenadas.

A pauta da entrevista e o questionário encontram-se no Apêndice B.

Etapa 3 – Caso Piloto

Para testar a consistência e clareza dos instrumentos de pesquisa se aplicou a pauta de entrevista e o questionário ao responsável pelos transportes não motorizados do município 4. Também se buscou avaliar o tempo de entrevista e se os procedimentos de aplicação eram viáveis. O entrevistado considerou as questões claras e concisas, não recomendando nenhuma modificação à pauta da entrevista e tampouco ao questionário. A entrevista durou 1 hora e 4 minutos e foi realizada no escritório do entrevistado nas dependências da prefeitura.

Etapa 4 – Coleta de dados

Inicialmente se contactou por meio de uma carta formal os secretários responsáveis pelos transportes não motorizados dos municípios estudados (Apêndice A), explicando o interesse da pesquisadora em realizar as entrevistas. Logo foi designado o servidor público responsável pelos transportes não motorizados que iria conceder a entrevista. Uma vez agendada, as entrevistas foram realizadas de modo presencial e duraram entre 30 e 45 min cada uma. O questionário também foi aplicado nesta mesma oportunidade.

Etapa 5 – Análise dos dados

As entrevistas foram transcritas e logo analisadas com o método Análise do Conteúdo (BARDIN, 1977) e os questionários foram analisados com a Avaliação de Dados em Escala

Ordinal (TASTLE; WIERMAN, 2006). Mais detalhes da análise dos dados encontram-se no Capítulo 4 deste trabalho.

As questões 1, 2, 12, 14, 16, 17, 18 da pauta da entrevista, por se tratarem de perguntas objetivas, com respostas diretas, se transformaram em perguntas fechadas. Elas foram utilizadas para descrever a gestão dos transportes não motorizados nos municípios estudados (Seção 4.1).

Etapa 6 – Geração do relatório da pesquisa

Esta etapa consiste na elaboração da própria Tese, onde se reúne sinteticamente todas as atividades descritas anteriormente.

3.4 ANÁLISE DO CONTEÚDO

As entrevistas aplicadas aos responsáveis pelos transportes não motorizados dos municípios da RMVPLN foram analisadas com o auxílio do método Análise do Conteúdo desenvolvido por Laurence Bardin (1977), professora assistente de psicologia na Universidade de Paris René Descartes. O livro Análise do Conteúdo (BARDIN, 1977) busca ser um manual objetivo de “técnicas de análise das comunicações”, e também apresenta exemplos práticos de trabalhos com a aplicação da Análise do Conteúdo.

O método Análise do Conteúdo abrange iniciativas de explicitação, sistematização e expressão do conteúdo de mensagens, com o objetivo de alcançar deduções lógicas e justificadas sobre a origem das mensagens (BARDIN, 1977).

As etapas para aplicação do Análise do Conteúdo estão organizadas em três fases: 1) pré-análise, 2) exploração do material e 3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A etapa da pré-análise é a fase que organiza o material a ser analisado com o intuito de deixar-lo operacional, sistematizando as ideias iniciais. Para isso Laurence Bardin propõe quatro processos:

- (i) Realização de uma leitura flutuante – este processo contempla o estabelecimento dos documentos para coleta de dados, se identificam os textos a serem analisados e se transcrevem entrevistas);
- (ii) Seleção dos documentos que serão analisados;
- (iii) Formulação dos hipóteses e objetivos a serem testados;
- (iv) Preparação de indicadores, os temas que mais se repetem podem formar os índices.

A segunda etapa é a exploração do material e trata-se da codificação do material e da definição de categorias de análise e da identificação das unidades de registro e das unidades de contexto nos documentos. A codificação, a classificação e a categorização são procedimentos

básicos nesta fase (BARDIN, 2011). O pesquisador deve trabalhar com critério de exclusividade na construção das categorias, de modo que um elemento não seja classificado em mais de uma categoria.

Na etapa de tratamento dos resultados, inferência e interpretação ocorre a síntese e a ênfase das informações para análise, culminando nas interpretações inferenciais. Nesta etapa entra a intuição, a análise reflexiva e crítica do pesquisador (BARDIN, 2011).

A técnica utilizada foi de análise de comunicações em massa, mais especificamente Análise Temática de um texto (BARDIN, 1977):

“a contagem de um ou vários temas ou itens de significação, numa unidade de codificação previamente determinada” (BARDIN, 1977, pág. 77).

A partir do uso da enumeração temática é possível fazer o levantamento das atitudes positivas ou negativas num texto (BARDIN, 1977), de modo que se possa destacar a informação de maior relevância para o leitor.

3.5 ANÁLISE DOS DADOS DE ESCALA ORDINAL

A análise dos dados de escala ordinal foi desenvolvida por Tastle e Wierman (2006) e foi utilizada para analisar os resultados dos questionários aplicados por esta tese. Os autores afirmam que a aplicação da estatística padrão não é a mais adequada para analisar os dados de uma escala ordinal (TASTLE; WIERMAN, 2006 pág.1).

Tastle e Wierman (2006) propuseram uma medida de dispersão com valores no intervalo de 0 a 1, que pode ser aplicada à escala Likert e indica o grau de consenso entre os níveis ordinais. De acordo com essa metodologia o valor **ZERO** representa discordância total sobre uma determinada questão e o valor **UM** concordância total.

A aplicação da teoria se dá a partir da análise das respostas de um questionário, onde o entrevistado informa o quanto concorda ou discorda de determinada afirmação e atribui um valor numérico para cada um dos níveis ordinais propostos, que se inicia com o número 1. Para o cálculo da média ou valor esperado foi utilizada a seguinte equação:

$$E(X) = \mu_x = \sum_{i=1}^n (p_i X_i) \quad (1)$$

Sendo que X representa a escala ordinal (*Likert*), X_i são os níveis e p_i é a probabilidade ou frequência associada a cada X_i .

O grau de consenso (*Cns*) pode ser expresso por:

$$Cns(X) = 1 + \sum_{i=1}^n p_i \log_2 \left(1 - \frac{|X_i - \mu_x|}{d_x} \right) \quad (2)$$

sendo $d_x = X_{\max} - X_{\min}$.

O grau de discordância (Dnt) é calculado pela equação (3):

$$Dnt(X) = 1 - Cns(X) \quad (3)$$

Tastle e Wierman (2006) estabeleceram um conjunto de regras para aplicação do método, que são:

- ✓ No caso de que o número (n) de respostas for par em uma escala Likert e estiver dividido simetricamente 50% no nível discordo e 50% em concordo (ou qualquer outro nível simétrico), a questão é considerada sem consenso (valor igual a zero). Tal situação não ocorre para respostas ímpares, assim a medida de consenso possuirá um valor maior do que zero.
- ✓ A medida de consenso será considerada 100% (valor igual a 1) se todas as (n) respostas estiverem concentradas num mesmo nível, independentemente da categoria.
- ✓ Conforme as respostas vão convergindo (longe dos extremos da escala Likert) para um único nível, indiferente da categoria, a medida de consenso vai se aproximando de UM.

3.6 MODELAGEM E OTIMIZAÇÃO

Para alcançar o terceiro e quarto objetivos específicos desta tese o método utilizado foi a modelagem e otimização através do modelo *Fuzzy* Programação por Metas (*Fuzzy Goal Programming*) e a Análise por Envoltória de Dados (SILVA; MARINS; SANTOS, 2014).

A modelagem define as variáveis de interesse e as relações matemáticas para descrever o comportamento relevante do sistema ou problema real. É nesse ponto que o pesquisador escolhe quais variáveis devem incluídas no modelo e define as relações causais entre essas variáveis (MORABITO, PUREZA, 2010).

O modelo *Fuzzy* Programação por Metas e a Análise por Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*) vêm sendo aplicados em problemas de decisão com multicritérios (SILVA; MARINS, 2015), por intermédio do modelo *Fuzzy* GPDEA que permite, entre outras funcionalidades: comparar entidades similares, identificar uma fronteira de eficiência e facilitar a identificação das operações ineficientes (SILVA; MARINS; SANTOS, 2014). Pela imprecisão dos dados coletados neste estudo, optou-se por utilizar o modelo *Fuzzy* GPDEA proposto por Silva e Marins (2014).

Para aplicação da DEA, as entidades conhecidas como Unidades Tomadoras de Decisão (cuja sigla é DMU em inglês) devem possuir as mesmas entradas (*inputs*) e saídas ou produtos (*outputs*) (SILVA; MARINS, 2015). Para avaliação das *DMUs* se identifica uma fronteira onde se localizam as *DMUs* consideradas eficientes (SILVA; MARINS; SANTOS, 2014).

A aplicação deste método visou avaliar a eficiência relativa do uso dos transportes não motorizados de treze municípios (DMUs), sendo os onze municípios da RMVPLN já mencionados e dois outros municípios do Estado de São Paulo, os quais nos últimos anos realizaram investimentos significativos para promover os transportes não motorizados em suas localidades, principalmente quanto ao uso da bicicleta como modo de transporte, e foram os *benchmarks* do modelo DEA adotado.

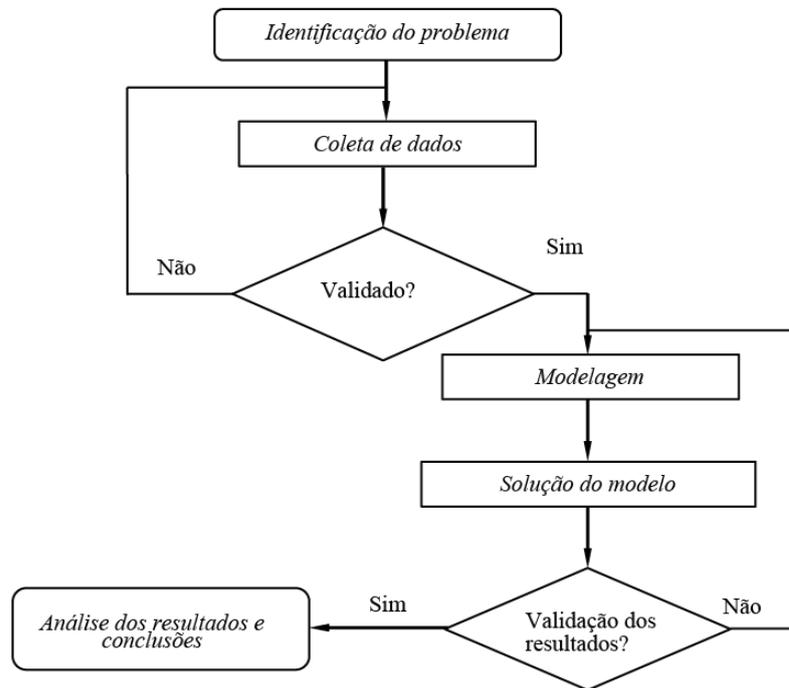
Segundo Zadeh (1965), a teoria dos conjuntos *Fuzzy* se baseia na extensão da definição clássica de um conjunto, onde cada elemento pertence ou não a um conjunto, com certo grau de adesão ou pertinência (ZADEH, 1965). Os parâmetros da Lógica *Fuzzy* foram inseridos no modelo a partir da utilização de funções de pertinência triangular, conforme comentado adiante.

De acordo com Liang e Wang (1993) a Lógica *Fuzzy* representa a experiência humana em julgar adequadamente o comportamento de variáveis comuns em diversos tipos de situações práticas (LIANG; WANG, 1993). Corroborando com esses autores, Aouni, Martel e Hassaine (2009) mostraram diversas aplicações de números triangulares *Fuzzy* que validam e justificam a adoção de tal método em conjunto com os modelos de Programação por Metas e da DEA.

Foi utilizada a abordagem baseada no nível α (*the α level based approach*) para o tratamento da modelagem *Fuzzy* no modelo *GPDEA*, pois segundo Hatami-Marbini *et al*, 2011 esta é a abordagem mais utilizada. O valor de $\alpha \in [0, 1]$ permite a geração de cenários, respeitando-se a faixa de variação determinada pela função de pertinência (HATAMI-MARBINI; EMROUZNEJAD; TAVANA, 2011). A partir dos resultados de cada cenário se identifica a faixa de variação da incerteza nos dados de saída e entrada do modelo DEA (KAO; LIU, 2000).

Silva *et al.* (2014) utilizou como base os modelos desenvolvidos por Bal, Örkücü e Çelebioğlu (2010) para gerar os modelos *Fuzzy GPDEA-CCR* e *Fuzzy GPDEA-BCC* (BAL; ÖRKÜCÜ; ÇELEBIOĞLU, 2010), cujas formulações se encontram no Apêndice N. Mais informações sobre os modelos *GPDEA-CCR* e *GPDEA-BCC* podem ser encontradas em (BAL; ÖRKÜCÜ; ÇELEBIOĞLU, 2008, 2010) e Silva *et al.* (2014). A aplicação do método *Fuzzy GPDEA* seguiu as etapas mostradas na Figura 7.

Figura 7: Etapas da pesquisa para o terceiro objetivo específico.



Fonte: Adaptado de Silva (2013).

O problema foi delimitado para avaliar a eficiência da combinação dos determinantes do uso dos transportes não motorizados nos 12 municípios em análise. As variáveis de entrada e saída do modelo foram separadas em categorias, sendo elas: viagens realizadas em transportes não motorizados, segurança urbana, segurança do trânsito, aspectos físicos, dados socioeconômicos, infraestrutura, transportes motorizados.

As variáveis de entrada e saída do modelo foram identificadas com base nos trabalhos de (CERVERO; CALDWELL; CUELLAR, 2013; FERNÁNDEZ-HEREDIA; JARA-DÍAZ, 2013; HANKEY et al., 2012; RIETVELD; DANIEL, 2004; SEGADILHA; SANCHES, 2012; SPENCER et al., 2013; WAHLGREN, 2011) que identificaram os principais determinantes na escolha dos transportes não motorizados como modo de transporte, e também com o auxílio de especialistas.

Os dados de entrada o modelo GPDEA *Fuzzy* foram coletados entre maio e julho de 2015 nos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Secretária de Segurança Pública do Estado de São Paulo, Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), Associação Nacional de Transporte (ANTP), base de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA – Data), Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas aplicadas a Agricultura (Cepagri Unicamp), Google Earth, Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do

Setor Público Brasileiro (Siconfi – Tesouro Nacional), Departamento Estadual de Trânsito de São Paulo (Detran – SP), *sites* das prefeituras e entrevistas com os gestores de transporte/trânsito dos municípios objeto da pesquisa.

Para a solução do modelo utilizou-se a linguagem *General Algebraic Modeling System* - GAMS (GAMS, 2013) na versão 23.6.5 e o solver CPLEX na versão 12.2.1. A validação dos resultados foi realizada por meio de consultas com especialistas (acadêmicos e gestores municipais) da área correlata. E a última etapa consistiu na análise dos resultados e conclusões do modelo, que é a elaboração dos resultados da própria Tese, Seção 4.5.

3.7 JUSTIFICATIVA DOS MATERIAIS DE PESQUISA E LIMITAÇÕES

A seleção dos materiais para analisar os resultados da pesquisa se deu de forma a alcançar os objetivos propostos e ao mesmo tempo contribuir para o desenvolvimento de um estudo único e que possa contribuir para o planejamento e gestão urbana dos municípios selecionados.

Para análise dos questionários se buscou um material adequado para tratamento de dados em escala ordinal e que a partir de sua aplicação se pudesse alcançar um panorama da região estudada em relação aos itens avaliados pelos entrevistados, identificando as virtudes e/ou problemas mais comuns para os municípios em estudo. Assim a “Análise dos Dados de Escala Ordinal” cumpre com os dois principais requisitos estabelecidos para a seleção do material para análise dos questionários aplicados. As afirmações com maior nível de concordância mostram que tais virtudes ou problemas são os mesmos para as cidades entrevistadas e um alto grau de discordância mostra uma grande diferença entre as realidades dos municípios percebidas por seus gestores.

Já as entrevistas foram tratadas com a Análise do Conteúdo (BARDIN, 2011), que permitiu a organização na análise das respostas dos entrevistados, a codificação dos resultados e o agrupamento das respostas, gerando uma visão de forma sintética das condições e da importância do uso dos transportes não motorizados na RMVPLN por meio da perspectiva do gestor de transporte.

O uso do *Fuzzy* GPDEA decorre de algumas razões, entre elas cabe destacar:

- A técnica permite a avaliação de políticas públicas; possibilitando a identificação das variáveis críticas para a otimização no uso dos recursos a serem investidos.
- É um método não paramétrico, o que possibilita o tratamento das variáveis sem a necessidade de especificar uma relação funcional básica entre as entradas e saídas do

modelo (SUEYOSHI; GOTO, 2011). E também não é necessário o uso de séries históricas dos dados de entradas e saídas do modelo.

- Avalia a eficiência relativa das Unidades de Tomada de Decisão consideradas, sendo capaz de identificar os *benchmarks* do modelo (CHARNES et al., 1990).
- Permite a combinação de múltiplas variáveis de entradas e saídas, mesmo com unidades diferentes (CHARNES; COOPER; RHODES, 1978).
- O modelo GPDEA possibilita uma boa discriminação entre as Unidades de Tomada de Decisão, mesmo quando o número de DMUs não é maior que três vezes a somatória das variáveis de entradas e saídas do modelo (BAL; ÖRKÇÜ; ÇELEBIOĞLU, 2010).
- O uso da Lógica *Fuzzy* possibilita o tratamento de problemas reais, que podem apresentar estimações imprecisas ou subjetivas (HATAMI-MARBINI; EMROUZNEJAD; TAVANA, 2011).
- A existência de *softwares* que facilitam o uso do método.

Também vale destacar algumas limitações do modelo *Fuzzy* GPDEA: como: não permite fazer inferências sobre a significância dos resultados, o cálculo das eficiências é relativo. Os resultados das otimizações apresentam eficiência relativa entre as Unidades de Tomada de Decisão que foram incluídas no modelo para análise. Outra ressalva a destacar é que a análise, ademais de depender das Unidades de Tomada de Decisão selecionadas, também depende das variáveis de controle utilizadas. E as variáveis do tipo não observáveis não foram incluídas no modelo por não apresentarem dados numéricos, entre elas cultura, conforto do transporte público, entre outros, o que também influi nos resultados do modelo.

Na região estudada, poucos municípios possuem dados oficiais baseados em Pesquisas Origem Destino sobre o número de viagens que são realizadas em transportes não motorizados. Assim, para realizar as otimizações a partir do modelo proposto se utilizou estimções das viagens em transportes não motorizados nas cidades estudadas com base nos valores estimados de viagens a pé/habitante/dia dos relatórios anuais dos Sistemas de Informações da Mobilidade Urbana da ANTP dos anos 2010 e 2011 (ANTP, 2011, 2012) multiplicados pela população de cada município correspondente ao ano do relatório da ANTP; resultando assim no número de viagens a pé/dia de cada município. Cabe destacar que estes valores estimados relativizam os resultados do modelo, já que para alcançar resultados mais próximos à realidade seriam necessários dados oficiais de Pesquisas Origem Destino dos municípios estudados. De todos os modos se alcança o objetivo do trabalho, que é propor um procedimento usando o método *Fuzzy* GPDEA e exemplificar seu uso com os dados disponíveis.

4. RESULTADOS

O presente capítulo apresenta os resultados desta Tese obtidos por meio dos métodos Análise de Múltiplos Casos e Modelagem. Na primeira seção são apresentadas as principais características da gestão dos transportes não motorizados nos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. Na seção 4.2 são apresentados os resultados da análise das condições e importância do uso dos transportes não motorizados nos municípios da RMVPLN por meio da aplicação da Análise do Conteúdo nas entrevistas realizadas. A Seção 4.3 contempla a identificação dos fatores críticos do planejamento dos transportes não motorizados nos municípios estudados. E por último, na Seção 4.4 estão os resultados da eficiência relativa da mobilidade urbana vinculada aos transportes não motorizados dos municípios da RMVPLN.

4.1 TRANSPORTES NÃO MOTORIZADOS E SUA GESTÃO

Inicialmente foi feita uma busca nos sites das prefeituras dos municípios analisados para conhecer a sua estrutura administrativa quanto à gestão dos transportes não motorizados e informações sobre seus Planos Diretores e de Mobilidade Urbana.

A Tabela 1 apresenta um breve Perfil dos 11 municípios em análise. Os indicadores apresentados são: área, população, PIB *per capita*, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e Frota Total de Veículos. A composição dos municípios estudados é bem diversa, quanto ao tamanho da população, território, PIB *per capita* e frota total de veículos.

Tabela 1: Perfil dos 11 municípios da Região Metropolitana e Litoral Norte em estudo.

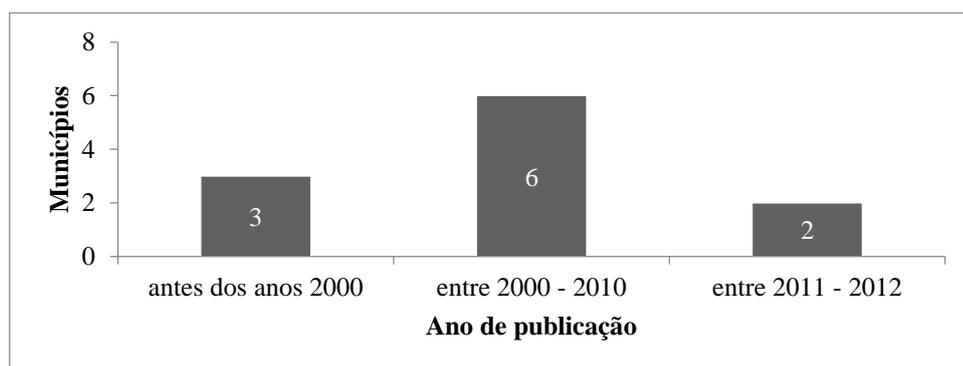
Município	Área (km ²)	População (habitantes) (2015)	PIB <i>per capita</i> (em reais correntes) (2013)	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM (2010)	Frota Total de Veículos
M1	368,99	108.998	22.947,71	0,76	57.851
M2	485,10	88.346	39.074,81	0,79	50.651
M3	305,70	78.581	24.701,24	0,79	37.872
M4	752,64	115.446	36.124,24	0,80	65.536
M5	464,27	220.103	38.306,96	0,78	124.024
M6	414,16	84.653	19.458,04	0,77	42.304
M7	730,00	155.957	36.991,47	0,77	83.230
M8	1.099,41	672.556	41.844,67	0,81	405.042
M9	399,68	80.861	74.042,1	0,77	31.730
M10	625,00	293.782	52.129,99	0,80	199.951
M11	723,88	83.890	17.827,67	0,75	38.756

Fonte Seade - Informações dos Municípios Paulistas

Dos 11 municípios selecionados, 2 possuem secretarias responsáveis pelo transporte e/ou trânsito e/ou mobilidade com nome “Mobilidade Urbana”, 1 deles tem uma secretaria exclusiva para os temas de Mobilidade Urbana, e o outro possui a Secretaria de Mobilidade Urbana junto com a de Defesa. 3 municípios possuem secretarias que tratam exclusivamente dos temas de transporte e trânsito, com nome “Secretaria de Transporte/ Trânsito”. Em 2 municípios a coordenação de trânsito está subordinada à Secretaria de Obras, e em outros 2 municípios está subordinada à de Infraestrutura. E em 1 município a coordenação de trânsito pertence à Secretaria de Governo.

No momento da entrevista todos os municípios possuíam Plano Diretor, mas ainda não tinham publicado seus Planos de Mobilidade Urbana; 8 dos 11 municípios estavam os elaborando. A Figura 8 apresenta o período de publicação dos Planos Diretores dos municípios. Observa-se certa disparidade em quão atualizados estão os Planos Diretores dos municípios analisados, sendo que apenas 2 deles publicaram seus planos depois do ano 2010. Em três municípios a última publicação de seu Plano Diretor foi antes dos anos 2000, e dois deles chegaram a elaborar um novo Plano Diretor, mas eles não foram aprovados pela Câmara dos Vereadores e tampouco publicados. Cabe destacar que o inciso 3º do art. 40 do Capítulo III da Lei 10.257/2001 (Estatuto das Cidades) prevê que a lei que instituir o Plano Diretor dos municípios deve ser revista a cada dez anos.

Figura 8: Ano de publicação dos Planos Diretores dos municípios estudados



Fonte: Do autor.

Analisando os Planos Diretores dos municípios, notou-se que em apenas dois deles os transportes não motorizados não estão contemplados nas diretrizes/objetivos de seus planos na seção sistemas viário e/ou transporte. Os transportes não motorizados são referenciados nos Planos Diretores de diferentes formas, desde a aspiração a incentivá-los até ações mais

concretas como criação de estacionamentos, ciclovias, entre outros. Algumas das diretrizes encontradas nos Planos Diretores foram:

“Incentivar transportes públicos e bicicleta”

“Ampliação e melhoria nas condições de circulação de pedestres...”

“Implantar áreas, avenidas e/ou zonas estratégicas de estacionamentos e bicicletário”.

Até o momento desta análise, dentre os 11 municípios entrevistados, 5 apresentaram seus Planos de Mobilidade Urbana ao Ministério das Cidades, órgão federal responsável por tais Planos. Em 3 deles o projeto de lei está disponível para consulta no site da Prefeitura. Os Planos de Mobilidade Urbana contemplam itens como:

“Projeto de reestruturação da malha viária”.

“Implantação da rede cicloviária no Município”.

“Construção de estacionamentos seguros para bicicletas”.

“Medidas de apoio ao uso da bicicleta”.

“Construção e melhorias das calçadas”.

“Medidas de redução e controle da velocidade dos automóveis”.

A partir das questões 1, 2, 12, 14, 16, 17, 18 da pauta da entrevista se descreveu a gestão dos transportes não motorizados dos municípios estudados quanto: a) à formação dos servidores públicos municipais responsáveis pela mobilidade urbana, b) à infraestrutura para transporte a pé e bicicleta, c) ao perfil dos usuários de bicicleta, d) à existência de organizações formais de ciclistas.

A formação dos servidores públicos municipais responsáveis pela mobilidade urbana é apresentada na Tabela 2. Em 6 dos 11 municípios, os entrevistados mencionaram que contam com poucos especialistas em mobilidade urbana dentro de seus servidores públicos. Em 4 dos municípios, os profissionais não possuíam especialização. Apenas 1 entrevistado mencionou que possui especialização em transportes não motorizados.

Tabela 2: Formação dos profissionais responsáveis pela mobilidade urbana nos municípios da RMVPLN.

Formação profissional Mobilidade Urbana	Respostas
Nível médio (técnico).	1
Nível médio e superior.	2
Nível médio e superior. Poucos especialistas.	2
Nível superior.	1
Nível superior. Poucos especialistas.	3
Superior com especialização.	1
Superior com especialização. Poucos especialistas.	1

Quanto à infraestrutura para caminhada e bicicleta, em 4 municípios existem Lei/Decreto que regulam a construção de calçadas com o intuito de promover espaços mais acessíveis e seguros para os pedestres. E em relação à infraestrutura viária, a maioria dos municípios conta com poucos quilômetros construídos de vias exclusivas para bicicleta, como mostra a Tabela 3. Estes dados foram entregues pelos entrevistados no momento das entrevistas.

Tabela 3: Quilômetros construídos de ciclovias nos municípios estudados.

Infraestrutura viária	Nº Municípios
0	2
2 - 10	3
11 - 20	3
20 - 40	2
40 - 60	0
Mais de 60	1

A maioria dos entrevistados não possui dados oficiais, como Pesquisa Origem Destino, a respeito do perfil dos usuários de transportes não motorizados em seus municípios e respondeu às questões relacionadas a este item segundo sua experiência pessoal.

A Tabela 4 mostra o resumo dos dados dos municípios sobre transportes não motorizados. Quanto à estimativa dos usuários de bicicleta, apenas 2 entrevistados responderam com base nos dados da Pesquisa Origem Destino do município, 5 não possuíam informação e 5 passaram dados com base em seu conhecimento sobre o trânsito de seus municípios.

Sobre o perfil socioeconômico dos ciclistas dos municípios, 9 dos 11 entrevistados responderam esta questão conforme seu conhecimento pessoal. Também 9 dos 11 entrevistados afirmaram não possuir dados sobre os recursos destinados aos transportes não motorizados. Analisando as leis orçamentárias anuais dos municípios tampouco se encontrou os recursos destinados aos transportes não motorizados, estando discriminados apenas os recursos totais do setor transporte.

Tabela 4: Dados municípios sobre transportes não motorizados

	Fonte de dados	Municípios
Estimativa de ciclistas	Sem informação	5
	Pesquisa Origem Destino	2
	Dados estimados com base na experiência do entrevistado	4
Perfil socioeconômico	Sem informação	1
	Pesquisa Origem Destino	1
	Dados estimados com base na experiência do entrevistado	9
Recursos destinados aos transportes não motorizados	Sem informação	9
	LOA	0
	Dados estimados com base na experiência do entrevistado	2

A maioria dos usuários de bicicletas nos municípios analisados são trabalhadores e pessoas de baixa renda, e os percursos predominantes das viagens são casa-trabalho-casa ou casa-escola-casa. Em apenas 1 município existe uma organização formal de ciclistas que segundo o entrevistado possui um diálogo direto com o município para melhorar as condições das vias, entre outros, para o uso da bicicleta.

4.2 CONDIÇÕES E IMPORTÂNCIA DOS TRANSPORTES NÃO MOTORIZADOS

Para analisar as condições e a importância do uso dos transportes não motorizados (bicicleta, caminhada) nos municípios da Região estudada foram realizadas entrevistas com os responsáveis pelos transportes não motorizados. É importante destacar que a análise apresentada sobre o uso bicicleta e caminhada nos municípios da RMVPLN foi composta pelas opiniões dos entrevistados em relação à gestão dos transportes não motorizados em seus municípios.

Inicialmente cada uma das questões foi analisada individualmente, momento em foram determinadas as categorias e componentes para cada uma das questões da pauta de entrevista. Como para os idealizadores desta pesquisa as perguntas importam menos do que as respostas, decidiu-se realizar uma segunda análise dos textos das entrevistas, de forma a capturar a significação preexistente à pergunta, considerando as mesmas categorias determinadas na primeira análise. Sobre os procedimentos de análise das respostas das entrevistas, a pesquisadora realizou primeiramente uma leitura flutuante dos textos. A partir dessa primeira leitura, a autora criou as categorias de significação e os componentes com base nas hipóteses propostas. Logo se observou a frequência de cada uma das categorias determinadas. A unidade

de codificação adotada foi a frase, onde foram identificados e contados os componentes de cada uma das categorias criadas. Também se utilizou a informação dos documentos oficiais dos municípios, fontes primárias, para a validação das hipóteses.

A partir da aplicação do método Análise do Conteúdo se buscou validar as hipóteses propostas por este trabalho (página 7): a) As cidades da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte não estão conseguindo inserir em seu planejamento municipal os transportes não motorizados de forma sistemática e com visão no médio/longo prazo; d) Uma visão de conjunto do Vale do Paraíba e Litoral Norte permite a formulação de políticas públicas mais adequadas para a Região Metropolitana.

Inicialmente, percebeu-se de que das 16 questões da pauta de entrevista analisadas pelo método “Análise do Conteúdo” apenas 2 traziam mais de 50% das frases com informações relevantes para análise desta tese. E 9 questões apresentaram menos de 35% de suas frases totais válidas. A entrevistadora usou a técnica de entrevista semiestruturada e permitiu que durante a entrevista o entrevistado manifestasse sua opinião sobre os transportes não motorizados em seu município de forma espontânea, mesmo que o conteúdo de seu discurso não fosse totalmente válido para análise da tese.

As 6 primeiras questões da pauta de entrevista faziam menção aos Planos Diretor e Mobilidade Urbana dos municípios. Como mencionado anteriormente, as perguntas 1 e 2 foram fechadas.

Como resposta da questão 3, os entrevistados mencionaram que os seus Planos Diretores contemplam os transportes não motorizados com dois enfoques principais, “propiciando um melhor deslocamento de bicicletas e pedestres” e para melhorar a “acessibilidade dos pedestres”. Estas foram as duas categorias com maior número de respostas, com 8 e 7 respectivamente. Os componentes considerados na categoria “propiciar melhor deslocamento de bicicletas e pedestres” foram circulação dos pedestres, ciclovia e faixas de pedestre; já na categoria “acessibilidade dos pedestres”, acessibilidade, adequação de calçadas e calçada segura. Tais respostas condizem com as diretrizes dos Planos Diretores dos municípios analisados.

E referente ao Plano de Mobilidade Urbana poucos entrevistados responderam à questão, e as categorias que mais apareceram foram “integração entre modais” e “ligação entre polos geradores de viagens” com duas respostas cada uma. Atualmente 4 dos 11 municípios analisados apresentaram seus Planos de Mobilidade Urbana para o Ministério das Cidades, cumprindo o prazo proposto inicialmente pelo governo federal.

Apenas 3 municípios afirmaram estarem passando por atualizações do Plano Diretor no momento da entrevista. E as modificações que pretendem realizar no Plano Diretor em relação ao uso dos transportes não motorizados estão relacionadas à “infraestrutura cicloviária”, que apareceu 7 vezes, e os componentes considerados foram: plano cicloviário, paraciclos, bicicletários e ciclovias.

Os entrevistados destacaram que receberam apoio do governo federal em forma de “capacitação” (fóruns de discussão, material de apoio, seminários) com 4 observações e outras 4 observações notadas a “não receberam apoio”. Em relação ao apoio do governo estadual a categoria com maior frequência foi “não receberam apoio” com 5 observações. A partir da análise do texto completo das entrevistas observaram-se componentes da categoria “outros tipos de apoio”, principalmente em relação a apoio de consultorias para elaboração de seus Planos de Mobilidade Urbana desses municípios. Foram identificadas 9 observações nesta categoria, considerando as 2 encontradas na primeira análise e 7 na segunda.

No começo de 2015 o Ministério das Cidades publicou o Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana, PlanMob (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2015) que buscou subsidiar os municípios com instrumentos guias para a elaboração de seus Planos de Mobilidade Urbana. Vale ressaltar que o prazo inicial para entrega dos Planos de Mobilidade Urbana proposto pelo governo federal por meio da Lei 12.587 foi abril de 2015. O caderno ainda não era conhecido pelos entrevistados no momento da entrevista.

Quando questionados sobre “em que grau o Plano de Mobilidade Urbana irá contribuir para um melhor planejamento dos transportes no município na prática”, as respostas que mais se observaram correspondem à categoria incentivos aos transportes não motorizados e/ou transporte público, com 8 observações, considerando os componentes: facilidades para locomoção em transportes não motorizados, benefícios de priorizar as pessoas e priorizar o transporte público. Tal componente está diretamente relacionado ao item II do art. 6º da Lei 12.587, que afirma que a Política Nacional de Mobilidade Urbana orienta que se priorizem os “transportes não motorizados sobre os motorizados e os serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado”.

O uso da bicicleta e caminhada nos municípios da RMVPLN são vistos como atividade recreativa, modo de transporte e ambos. As três categorias apresentaram uma frequência similar, 8, 9 e 8 observações respectivamente. Na categoria modo de transporte se considerou os componentes trabalhar, estudar e meio de transporte; já na categoria atividade recreativa as palavras lazer, modo recreativo, passeios, ciclo faixa de lazer e atividade física; e finalmente na

categoria ambos se considerou como componentes os dois tipos, dois modos, transporte e lazer, transporte e prática esportiva.

Entre as ações dos municípios para promover a bicicleta e a caminhada, as mais observadas na análise foram “implantação de infraestrutura” com 23 observações e promoção de “campanhas educativas” com 11. Os entrevistados comentaram que as prefeituras estão trabalhando na construção de ciclovias, alargamento de calçadas, estacionamentos para bicicletas. Eles também disseram que suas prefeituras desenvolvem atividades para o dia mundial sem carro, elaboram cartilhas educativas, fazem campanhas nos colégios, colocam faixas educativas nas ruas dos centros das cidades, entre outros.

A sociedade civil e as secretarias dos municípios estão envolvidas na gestão dos transportes não motorizados dos municípios entrevistados. A sociedade civil é representada pelas entidades de classe, associações comerciais, universidades (foram encontrados 9 observações) e as secretarias que mais participam em projetos relacionados aos transportes não motorizados são: planejamento, obras, meio ambiente e habitação.

As formas de comunicação com a sociedade civil se dão por meio de audiências públicas, site da prefeitura, atividades interativas, telefones da prefeitura e apresentaram 12 observações. Outra categoria significativa foi conselho municipal de transporte ou trânsito ou mobilidade urbana com 4 observações na primeira análise e 7 na segunda.

Os municípios, a partir de 2001, passaram a seguir as indicações do Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257, de 10 de julho de 2001) para elaboração de seus planos diretores (BRASIL, 2001). Assim os municípios têm que convocar a sociedade civil para audiências públicas para então aprovarem seus Planos Diretores, já que os princípios básicos do Estatuto da Cidade são planejamento participativo e a função social da propriedade. O mesmo processo deve ser feito para a aprovação do Plano de Mobilidade Urbana. Apenas um entrevistado mencionou que seu município possui um canal de comunicação ineficiente com a sociedade civil.

Os entrevistados afirmaram que o poder local busca incentivar a bicicleta e a caminhada como modos de transporte em seus municípios. Foram encontradas 10 observações relacionadas a esta categoria, entre os seus componentes estão: governo municipal, prefeitura, poder público e secretarias do governo municipal.

Ainda são poucos os municípios que contam com ciclovias, estacionamentos para bicicleta na RMVPLN. As calçadas são irregulares, pouco seguras para caminhada, e sem acessibilidade para cadeirantes e pessoas idosas, entre outros. Estas foram algumas das respostas dos entrevistados sobre a infraestrutura dos municípios para bicicleta e caminhada.

Foram identificadas 12 observações válidas para a questão que pede ao entrevistado que avalie a infraestrutura do município, dentre elas 2 corresponderam à infraestrutura muito boa, 3 para boa, 4 para regular e 3 para ruim. A maioria das respostas (7) correspondeu às categorias regular e ruim. Para corroborar com as respostas quanto à infraestrutura dos municípios para bicicleta e caminhada vale adiantar os resultados da Análise dos Dados de Escala Ordinal (TASTLE e WIERMAN, 2006) das afirmações do bloco 3 do questionário (referentes à infraestrutura dos municípios para bicicleta), onde a concordância variou de 37% a 63%. Das 8 afirmações, metade delas apresentaram concordância com menos de 50%, ou seja discordância entre as respostas. Isso ocorreu provavelmente devido à disparidade de opiniões dos entrevistados sobre a infraestrutura para caminhada e bicicleta de seus municípios.

Por outro lado, quando se questionou os entrevistados sobre as principais dificuldades enfrentadas na implementação de ações e/ou iniciativas que favoreceriam os transportes não motorizados, na primeira análise foram encontradas 6 observações dos componentes “ruas estreitas, sistema viário antigo, calçadas estreitas” da categoria cidades fundadas no século XVII e XVIII; e na análise do texto completo, identificaram-se 16 observações adicionais destes mesmos componentes.

Também na análise do texto completo, observaram-se 7 elementos da categoria “infraestrutura deficiente” formada pelos componentes “problemas com rampas de acesso para cadeirantes, lixeiras e bancos que atrapalham o fluxo de pessoas, ciclovias mal dimensionadas, falta de estacionamento para bicicletas”.

Tais observações mostram claramente os desafios vividos pelos municípios do Vale do Paraíba e Litoral Norte na adequação de suas vias às necessidades atuais do seu sistema viário, como calçadas com rampas para acessibilidade de pessoas com necessidades especiais e com seis metros de largura nas vias públicas, implantação de infraestrutura para bicicleta e ao mesmo tempo manter infraestrutura viária para os modos de transporte motorizados.

Na maioria dos municípios estudados, o órgão responsável pelos transportes não motorizados desenvolve atividades em conjunto com outras secretarias de seus municípios. Das respostas válidas dentro das categorias sim e não, 12 observações correspondem à categoria sim. O que mostra que segundo a opinião dos entrevistados existem projetos em conjunto de suas secretarias com outras secretarias de governo, principalmente para o desenvolvimento de campanhas educativas e implementação e/ou melhorias da infraestrutura. As secretarias mais citadas foram as de meio ambiente e planejamento.

As fontes de referência que as prefeituras utilizam para elaboração de projetos de transportes não motorizados são: consultorias, cidades modelos, servidores públicos federais e

estaduais, organizações não governamentais, publicações do Ministério das Cidades. Dezesesseis observações válidas foram encontradas na análise das respostas. Entre as cidades modelos mais citadas estão Sorocaba e São José dos Campos. Interessante observar que outros municípios da RMVPLN têm São José dos Campos como referência, sendo que este é o maior município da região e também é a cidade sede desta universidade.

Quanto ao apoio externo recebido pelos municípios para elaboração de seus Planos de Mobilidade Urbana, a categoria de maior destaque foi “outros”, onde o componente “Consultorias” foi o que apresentou maior número de observações. Tal fato mostra a dificuldade enfrentada pelos municípios em cumprirem com suas obrigações para elaboração do Plano de Mobilidade Urbana apenas com os servidores públicos dos municípios.

As iniciativas de apoio ao transporte via bicicleta sofreram oposição por parte dos usuários dos transportes motorizados, dos comerciantes e também de vereadores. A resistência por parte dos dois primeiros tem relação com a perda de espaço nas vias e o espaço de estacionamento. Obteve-se 9 observações na primeira análise da questão e 14 na análise completa do texto.

Quando questionados sobre o respeito às vias exclusivas para bicicletas, não houve consenso entre as respostas dos entrevistados. As respostas estão divididas entre 5 e 6 observações respectivamente entre as categorias: sim (são respeitadas) e não (não há respeito).

Falta de recursos financeiros e servidores públicos, pouca liderança política, infraestrutura viária antiga (municípios fundados no século XVII e XVIII), cultura do automóvel são algumas das dificuldades enfrentadas pelos municípios na implementação de ações e/ou iniciativas que favoreçam os transportes não motorizados.

As categorias com maior frequência foram: infraestrutura viária antiga (cidades fundadas século XVII e XVIII) com 6 observações na primeira análise e 22 na análise do texto completo; e falta de apoio político com 4 observações na análise individual da questão e 8 na análise completa do texto. Outra categoria relevante na análise do texto completo foi a de infraestrutura deficiente, com 7 observações.

As principais ações e/ou iniciativas que impulsionam os transportes não motorizados nos municípios selecionados são: legislação federal, liderança política, redução das emissões de gases efeito estufa, saúde da população e meio ambiente, redução do congestionamento, ampliar as opções de transporte para população, que a cidade seja amiga da bicicleta. Na primeira análise, encontrou-se maior frequência da categoria saúde da população e meio ambiente, com 7 observações. E na análise do texto completo, outra categoria também relevante foi liderança política, com 9 observações.

O Quadro 2 mostra um resumo dos resultados da aplicação da Análise do Conteúdo nas entrevistas realizadas. A análise completa das entrevistas se encontram em: <https://www.sendspace.com/file/jimrhm>.

Quadro 2: Resumo Análise do Conteúdo entrevistas

Questão	Categorias	Componentes
4. Caso o Plano Diretor esteja passando por atualizações, quais deverão ser as modificações que serão feitas em relação ao uso do transporte não motorizado (caminhada e bicicleta)?	Infraestrutura ciclo viária	Plano cicloviário, paraciclos, bicicletários, ciclo vias.
6. Em que grau o Plano de Mobilidade Urbana irá contribuir para um melhor planejamento do transporte no município na prática? Por quê? Quais os motivos?	Melhorias Infraestrutura	Circulação, infraestrutura, estacionamento, calçadas, BRT, melhorias transporte público.
8. O que já foi feito no município para incentivar a caminhada e o uso da bicicleta como alternativas de transporte? E quais as ações/ iniciativas estão em execução?	Implantação infraestrutura	Melhorias calçadas, ciclo faixas, ciclo vias, rotas acessíveis, ampliação calçadas, projetos ciclo viários, estacionamentos.
10. Quem procura incentivar o uso da bicicleta como modo de transporte no município?	Poder local	Governo Municipal, Prefeitura, Poder Público, Secretarias do Governo Municipal.
11. Qual a forma de comunicação com a sociedade civil? Existe algum comitê ou comissão relacionada aos temas de transporte?	Comunicação sociedade civil	Audiências Públicas, Página web, Atividades recreativas, Central da Prefeitura, Departamento de comunicação.
19. Quais são as fontes de referência que a prefeitura utiliza para elaboração de projetos de transporte não motorizado	Referências	Consultorias, Cidades Modelos, Servidores públicos, a nível Federal, ONG, Publicações Ministério das Cidades.
22. Quais são as principais dificuldades enfrentadas na implementação de ações/ iniciativas que favorecem o transporte não motorizado?	Infraestrutura viária antiga	Ruas estreitas, Sistema viário antigo, Calçadas estreitas.
23. O que impulsiona o desenvolvimento de ações/ iniciativas relacionadas ao transporte não motorizado?	Governo Federal Saúde da população e meio ambiente	Legislação. Qualidade de vida.

São poucos os municípios da Região Metropolitana que alcançaram uma consonância entre o Plano Diretor, o Plano de Mobilidade Urbana e seu planejamento. É preciso que a questão de mobilidade urbana nestes municípios não seja tratada como um resultado e necessidade do desenvolvimento urbano, e sim que ambos andem juntos dentro de um planejamento integral do desenvolvimento da cidade. Tanto o Plano Diretor como Plano de Mobilidade Urbana são ferramentas propostas pelo governo federal para auxiliar os municípios em seu desenvolvimento urbano no curto, no médio e no longo-prazos, e facilitar assim o planejamento integral dos municípios.

O planejamento adequado tem grande importância para que não haja interrupções na implantação e continuidade dos projetos de transportes não motorizados (IPEA, 2010); no

entanto, a realidade dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte é viver o desafio de que suas ações possam ultrapassar os quatro anos de mandato dos seus prefeitos.

Durante as entrevistas, na maioria dos municípios não se observou no discurso do entrevistado o uso do Plano Diretor e Plano de Mobilidade Urbana como uma guia para o planejamento de seus transportes não motorizados. Os elementos encontrados, principalmente nos Planos Diretores, são muito gerais.

Nos últimos anos a maioria dos municípios estudados aumentou sua atenção ao uso dos transportes não motorizados em seus territórios. Observam-se iniciativas recentes para facilitar o uso da bicicleta e caminhada como transporte.

Ao mesmo tempo, nas cidades onde a bicicleta e caminhada mais são utilizadas como meio de transporte e que oferecem mais vantagens para consolidá-las como veículo socialmente integrador e eficiente para a distância dos trajetos, ainda não se observam muitas ações para facilitar estes dois modos de transporte não motorizados como opções viáveis e seguras de transporte para população. As poucas ações observadas são pontuais, e sem um planejamento para o médio e longo-prazos. Tal fato se evidencia na falta de infraestrutura apropriada para bicicleta e caminhada, como ciclovias, calçadas, estacionamentos nos lugares de destino, entre outros.

Existe uma lacuna de informação na maioria dos municípios em estudo quanto ao perfil dos usuários dos transportes não motorizados. Não há evidências de uma análise sistêmica e integral das ações e/ou iniciativas que facilitem o uso dos transportes não motorizados.

A partir das respostas dos entrevistados, as duas primeiras hipóteses desta tese puderam ser validadas. O uso dos transportes não motorizados (bicicleta e caminhada) é pouco analisado nas cidades selecionadas, assim os elementos-chave para o sucesso de sua planificação ainda são pouco evidentes para os gestores de transporte; e há uma carência de planejamento a médio e longo-prazo em relação aos transportes não motorizados nos municípios em análise.

4.3 FATORES QUE INFLUENCIAM NA CICLABILIDADE DOS MUNICÍPIOS

Uma vez identificadas as condições e importância do uso dos transportes não motorizados nos municípios da RMVPLN por meio da análise das entrevistas aplicadas e de dados secundários, buscou-se avaliar os principais fatores que influenciam na “Ciclabilidade” dos municípios, podendo assim destacar os fatores críticos do planejamento dos transportes não motorizados nos municípios da RMVPLN.

Inicialmente se atribuiu um valor a cada uma das respostas às afirmações do questionário. A opção “Não sei/ Não tenho opinião” foi considerada na análise, sendo substituída pelo valor da nota da amostra.

Na sequência se aplicou a teoria de Tastle e Wierman (2006) - Análise dos Dados de Escala Ordinal. Os valores atribuídos à escala para esta análise foram diferentes da primeira, como se apresenta a seguir.

Algumas afirmações foram feitas na negativa, e como se está buscando avaliar as facilidades para o uso da bicicleta como transporte com os maiores valores da escala utilizada, os itens do questionário que estão na negativa e sua resposta “concordo totalmente” não favorece o transporte em bicicleta, sua escala foi invertida. Assim de maneira geral quanto maior for a soma das respostas do questionário, mais favorável é a região/município para o uso da bicicleta como transporte.

Os resultados das duas análises serão apresentados de forma conjunta para cada um dos cinco blocos de afirmações.

Características gerais do município que facilitam o uso da bicicleta como transporte

No primeiro bloco do questionário foi pedido aos entrevistados que avaliassem algumas características gerais da infraestrutura e segurança do município que interferem diretamente no uso dos transportes não motorizados pelos munícipes. A Tabela 5 exhibe as respostas de cada um dos entrevistados e a nota das afirmações. Os valores atribuídos para as respostas foram: 1 para “Em geral de baixa qualidade”, 2 para “Apenas nas ruas principais são de boa qualidade” e 3 para “Em geral de boa qualidade”.

Tabela 5: Respostas entrevistados sobre a infraestrutura e segurança de seus municípios

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	Moda
1.1 Pavimento das ruas	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2	1	2
1.2 Iluminação das ruas	3	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	3
1.3 Sinalização das ruas	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	1	3
1.4 Pavimento das calçadas	1	2	3	3	2	1	2	1	1	2	1	1
1.4 Drenagem urbana	2	3	3	3	2	1	3	3	1	3	1	3
1.5 Limpeza/ausência de detritos nas vias	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	3
1.6 Segurança no trânsito do município	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3
1.7 Segurança urbana do município (quanto à violência urbana)	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3
Σ	20/ 24	22/ 24	24/ 24	22/ 24	21/ 24	19/ 24	20/ 24	22/ 24	16/ 24	21/ 24	14/ 24	

Em geral as afirmações deste bloco foram avaliadas de forma positiva pelos entrevistados. Apenas uma afirmação, pavimento das calçadas, apresenta a moda com valor igual a 1 (Em geral de baixa qualidade). Na análise individual de cada município, 1 dos entrevistados opina que a infraestrutura e segurança de seu município é em geral de boa qualidade, atribuindo valor 3 para todos os itens. Em apenas 1 município se observou metade (4 das 8) das questões avaliadas como “Em geral de baixa qualidade”.

Para a Análise dos Dados de Escala Ordinal a escala utilizada para o bloco 1 de questões foi de diferencial semântico e, seguindo a teoria, se atribuiu um valor numérico para cada um dos níveis da escala, sendo:

- X1 ou 1 – em geral de boa qualidade;
- X2 ou 2 – apenas nas ruas principais são de boa qualidade;
- X3 ou 3 – não sei ou não tenho opinião formada; e
- X4 ou 4 – em geral de baixa qualidade.

Os resultados da aplicação da Análise dos Dados de Escala Ordinal podem ser visualizados na Tabela 6.

Tabela 6: Grau de consenso das questões 1.1-1.8 da pesquisa de campo

Questões	X1	X2	X3	X4	μ_x	Cns	Cns %	Dnt	Dnt %
1.1 Pavimento das ruas	5	5	0	1	1,73	0,57	56,96	0,43	43,04
1.2 Iluminação das ruas	8	3	0	0	1,27	0,79	79,08	0,21	20,92
1.3 Sinalização das ruas	7	3	0	1	1,55	0,53	52,75	0,47	47,25
1.4 Pavimento das calçadas	2	4	0	5	2,73	0,27	26,74	0,73	73,26
1.5 Drenagem urbana	6	2	0	3	2,00	0,25	24,87	0,75	75,13
1.6 Limpeza/ausência de detritos nas vias	9	2	0	0	1,18	0,84	84,27	0,16	15,73
1.7 Segurança no trânsito do município	9	2	0	0	1,18	0,84	84,27	0,16	15,73
1.8 Segurança urbana do município (quanto à violência urbana)	8	2	1	0	1,36	0,70	69,85	0,30	30,15

Nota: Cns – Concordância, Dnt – Discordância. $d_x = 3$.

As questões 1.6 (Limpeza/ ausência de detritos nas vias) e 1.7 (Segurança no trânsito do município) indicam maior grau de concordância entre as respostas do Bloco 1, com *Cns* igual a 0,84. Nove dos 11 entrevistados opinam que a limpeza e segurança do trânsito de seus municípios são em geral de boa qualidade. Já as questões 1.4 (Pavimento das calçadas) e 1.5

(Drenagem urbana) não apresentaram consenso entre as respostas dos respondentes, com *Cns* iguais a 0,27 e 0,25 respectivamente.

Transformações das cidades nos últimos três anos em relação à bicicleta

O segundo bloco de questões buscou avaliar a percepção dos entrevistados quanto às transformações das cidades nos últimos três anos em relação à bicicleta, questões referentes ao número de ciclistas, gênero dos ciclistas, respeito aos ciclistas, entre outros. Para as afirmações 1, 2, 3, 6 e 7 os valores adjudicados para as respostas foram: 1 para “Diminuiu”, 2 para “Ficou igual” e 3 para “Aumentou”. E para as questões 4, 5 e 8 foram: 1 para “Aumentou”, 2 para “Ficou igual” e 3 para “Diminuiu”, por se tratarem de questões que para facilitar o uso da bicicleta como transporte o ideal seria que diminuíssem. A Tabela 7 mostra as respostas dos entrevistados.

Tabela 7: Respostas entrevistados sobre as transformações de seus municípios nos últimos 3 anos em relação à bicicleta

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	Moda
2.1. O respeito dos motoristas com os ciclistas	2	3	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3
2.2. A quantidade de pessoas que usam a bicicleta como modo de transporte	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
2.3. A quantidade de mulheres que usam a bicicleta	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3
2.4. A quantidade de automóveis nas ruas	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
2.5. A quantidade de acidentes envolvendo ciclistas	3	2	3	2	1	1	3	1	1	3	1	1
2.6. O comprometimento do município com a bicicleta	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3
2.7. A quantidade de crianças pedalando nas ruas	2	3	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3
2.8. A agressividade no trânsito	2	2	0	2	1	2	3	1	2	1	1	2
Σ	19/24	21/24	18/24	19/24	17/24	17/24	23/24	15/24	16/24	20/24	18/24	

Nove dos 11 respondentes afirmam que o número de automóveis nas ruas de suas cidades aumentou nos últimos três anos. Quanto à agressividade no trânsito houve 4 respostas que aumentou, 5 que ficou igual e em apenas 1 município diminuiu. Outro fato interessante é

que dos 11 entrevistados, 10 avaliaram que a quantidade de pessoas que usam a bicicleta como transporte aumentou. O comprometimento do município com a bicicleta aumentou, segundo a percepção de 9 em 11. Neste bloco de afirmações os municípios que sofreram mais transformações positivas a favor da bicicleta, segundo seus gestores, foram o 2 e 7, que somaram o valor 21 e 23 de um total de 24.

A Tabela 8 apresenta o resumo da aplicação da Teoria de Tastle e Wierman (2006) do segundo bloco de questões avaliadas. A escala utilizada foi a ordinal e os valores atribuídos aos níveis da escala foram:

- X1 ou 1 – aumentou;
- X2 ou 2 – ficou igual;
- X3 ou 3 – não sei ou não tenho opinião formada; e
- X4 ou 4 – diminuiu.

Tabela 8: Grau de consenso das questões 2.1 – 2.8 da pesquisa de campo

Questões	X1	X2	X3	X4	μ_x	Cns	Cns %	Dnt	Dnt %
2.1. O respeito dos motoristas com os ciclistas	6	5	0	0	3,55	0,74	73,91	0,26	26,09
2.2. A quantidade de pessoas que usam a bicicleta como modo de transporte	10	1	0	0	3,91	0,91	91,23	0,09	8,77
2.3. A quantidade de mulheres que usam a bicicleta	7	2	2	0	3,45	0,60	59,87	0,40	40,13
2.4. A quantidade de automóveis nas ruas	9	1	1	0	3,73	0,74	73,86	0,26	26,14
2.5. A quantidade de acidentes envolvendo ciclistas	5	2	3	1	3,00	0,43	43,05	0,57	56,95
2.6. O comprometimento do município com a bicicleta	9	2	0	0	3,82	0,84	84,27	0,16	15,73
2.7. A quantidade de crianças pedalando nas ruas	5	2	0	4	2,73	0,16	16,31	0,84	83,69
2.8. A agressividade no trânsito	3	5	1	2	2,82	0,48	47,58	0,52	52,42

Nota: Cns – Concordância, Dnt – Discordância. $d_x = 3$.

As questões de maior consenso foram a 2.2 (a quantidade de pessoas que usam a bicicleta como modo de transporte) e a 2.6 (o comprometimento do município com a bicicleta) com Cns igual a 0,91 e 0,84, onde a maioria das respostas foi “aumentou”. E a que apresenta maior discordância é a 2.7 (a quantidade de crianças pedalando nas ruas) com Cns igual a 0,16, onde 3 entrevistados responderam não sei/ não tenho opinião formada, 1 que diminuiu, 2 que ficou igual e 5 que aumentou o número de crianças ciclistas nas ruas dos seus municípios.

Infraestrutura cicloviária e ações dos municípios para promover o uso da bicicleta

Os três blocos seguintes de questões foram avaliados por meio da escala Likert, onde: na primeira análise concordo totalmente recebeu valor 5, concordo em parte 4, não concordo e nem discordo 3, discordo em parte 2 e discordo totalmente 1. Para a Análise dos Dados de Escala Ordinal a escala adotada foi X1 (ou 1) – concordo totalmente; X2 (ou 2) – concordo em parte; X3 (ou 3) – não concordo e nem discordo; X4 (ou 4) – discordo em parte; X5 (ou 5) – discordo totalmente; X6 (ou 6) – não sei ou não tenho opinião formada.

A infraestrutura cicloviária (ciclovias, ciclofaixas e ciclo rotas) existente nas cidades foi avaliada pelo entrevistado no terceiro bloco de questões, e suas respostas são apresentadas na Tabela 9. Para os itens 6 e 8 deste bloco foi adotada uma escala diferente das outras questões deste bloco, por desfavorecer o uso da bicicleta nos municípios. Assim foram considerados os valores concordo totalmente igual a 1, concordo em parte 2, não concordo e nem discordo 3, discordo em parte 4 e discordo totalmente 5.

Tabela 9: Respostas entrevistados sobre a infraestrutura cicloviária existente nas cidades

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	Moda
3.1. Existem infraestruturas cicloviárias nas principais vias da cidade	2	4	2	4	1	1	5	5	4	5	5	5
3.2. As infraestruturas cicloviárias conectam os principais destinos da cidade	1	4	3	4	1	4	4	2	4	5	5	4
3.3. É possível chegar às estações de transporte público através das infraestruturas cicloviárias	1	4	3	3	1	4	4	4	2	4	5	4
3.4. Existe sinalização na via indicando a infraestrutura cicloviária para os motoristas	1	4	4	4	1	1	5	4	5	5	4	4
3.5. As infraestruturas cicloviárias são bem-iluminadas de noite	2	4	5	5	1	1	4	2	4	4	4	4
3.6. Muitos pedestres costumam caminhar sobre as infraestruturas cicloviárias	1	2	1	2	5	5	5	1	3	1	2	1
3.7. As ciclovias estão bem dimensionadas quanto a suas larguras	4	5	4	5	1	1	4	4	5	5	4	4
3.8. Os motoristas estacionam com frequência sobre as infraestruturas cicloviárias	4	5	5	3	5	5	5	2	4	2	2	5
Σ	16/40	32/40	27/40	30/40	16/40	22/40	36/40	24/40	31/40	31/40	31/40	

A percepção dos respondentes sobre as questões do terceiro bloco de questões está bem dividida. Por exemplo, dois entrevistados discordam totalmente que as infraestruturas cicloviárias conectam os principais destinos da cidade, 1 discorda em parte, 1 não concorda e nem discorda, 5 concordam em parte e 2 concordam totalmente. Os municípios 1 e 5 são os que possuem pior infraestrutura cicloviária na opinião de seus gestores e somaram o valor 16 de um total de 40.

A Tabela 10 mostra o grau de consenso das questões sobre a infraestrutura cicloviária dos municípios.

Tabela 10: Grau de consenso das questões 3.1 – 3.8 da pesquisa de campo

Questões	X1	X2	X3	X4	X5	X6	μ_x	Cns	Cns %	Dnt	Dnt %
3.1. Existem infraestruturas cicloviárias nas principais vias da cidade	4	3	0	2	2	0	2,55	0,49	49,33	0,51	50,67
3.2. As infraestruturas cicloviárias conectam os principais destinos da cidade	2	5	1	1	2	0	2,64	0,59	58,72	0,41	41,28
3.3. É possível chegar às estações de transporte público através das infraestruturas cicloviárias	1	5	2	1	2	0	2,82	0,63	62,81	0,37	37,19
3.4. Existe sinalização na via indicando a infraestrutura cicloviária para os motoristas	3	4	0	0	3	1	2,91	0,37	36,61	0,63	63,39
3.5. As infraestruturas cicloviárias são bem-iluminadas de noite	2	5	0	2	2	0	2,73	0,55	54,97	0,45	45,03
3.6. Muitos pedestres costumam caminhar sobre as infraestruturas cicloviárias	3	3	1	0	3	1	3,00	0,39	39,00	0,61	61,00
3.7. As ciclovias estão bem dimensionadas quanto a suas larguras	4	4	0	0	2	1	2,55	0,41	41,43	0,59	58,57
3.8. Os motoristas estacionam com frequência sobre as infraestruturas ciclo viárias	0	3	1	2	4	1	3,91	0,58	57,95	0,42	42,05

Nota: *Cns* – Concordância, *Dnt* – Discordância. $d_x = 5$.

Neste bloco de questões o grau de Consenso, *Cns*, varia entre 0,37 a 0,63, o que reflete a disparidade entre as percepções dos responsáveis pelo transporte dos municípios estudados em relação as questões relativas às infraestruturas cicloviárias dos municípios.

No quarto e quinto blocos de afirmações os entrevistados avaliaram algumas ações dos municípios para promover o uso da bicicleta e alguns pontos que facilitam ou dificultam o uso

desta como meio de transporte. As respostas dos entrevistados se encontram nas Tabelas 11 e 12. Cabe destacar que os itens 5.5 e 5.6 receberam os seguintes valores: concordo totalmente igual a 1, concordo em parte 2, não concordo e nem discordo 3, discordo em parte 4 e discordo totalmente 5.

Tabela 11: Respostas dos entrevistados sobre ações do governo local para promover a bicicleta como transporte

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	Moda
4.1 Os motoristas são multados quando não respeitam os ciclistas nas vias.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4.2 Os motoristas são multados quando desrespeitam as leis de trânsito.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4.3 As leis municipais que tratam da bicicleta são aplicadas.	1	5	1	5	1	1	4	1	1	5	1	1
4.4 Existe um canal de comunicação eficiente entre os ciclistas e a administração municipal.	4	4	5	4	5	5	5	5	3	5	4	5
4.5 O município desenvolve ações em busca de tornar a cidade amiga da bicicleta.	4	4	5	4	2	5	5	5	5	5	5	5
4.6 O município desenvolve ações voltadas para desestimular o uso do automóvel.	3	4	4	4	4	5	5	4	1	4	4	4
4.7 O governo local sabe quais são as ações que devem ser realizadas em prol da bicicleta.	4	4	5	5	4	5	5	5	3	5	4	5
4.8 O governo local realiza campanhas de educação no trânsito voltadas para o respeito mútuo entre todos os usuários das vias (bicicletas, pedestres, motos, carros, ônibus, caminhões, etc)	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
Σ	31/40	35/40	35/40	37/40	31/40	36/40	39/40	35/40	28/40	38/40	33/40	

As afirmações deste bloco em geral foram avaliadas de forma positiva, com exceção do item 4.3 (As leis municipais que tratam a bicicleta são aplicadas), que recebeu 6 respostas “discordo totalmente”. Por outro lado, os 11 entrevistados concordam totalmente que os motoristas são multados quando desrespeitam as leis de trânsito em seus municípios. Também concordam totalmente que os motoristas são multados quando não respeitam os ciclistas nas vias (10 de 11 respostas). Em 8 dos 11 municípios, segundo os respondentes, o governo local

realiza campanhas de educação no trânsito voltadas para o respeito mútuo entre todos os usuários das vias.

Tabela 12: Respostas dos entrevistados sobre avaliação das cidades em relação a itens que facilitam ou dificultam o uso da bicicleta como transporte.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	Moda
5.1 A bicicleta é uma opção viável para transporte na minha cidade.	5	5	5	5	1	5	5	4	4	4	5	5
5.2 Muitas pessoas usam a bicicleta como modo de transporte na minha cidade.	4	5	5	5	2	5	4	5	2	5	5	5
5.3 Na minha cidade é fácil pedalar nas ruas, pessoas de todos os tipos usam a bicicleta como modo de transporte.	4	5	5	4	1	5	5	4	2	4	5	5
5.4 Aqui na cidade, as calçadas são uma boa opção para ter segurança com a bicicleta.	5	4	1	2	4	5	2	2	5	5	2	5
5.5 Frequentemente os ciclistas sofrem acidentes no trânsito na minha cidade.	4	2	2	2	4	1	5	2	2	5	2	2
5.6 O trânsito na minha cidade é bastante agressivo.	3	3	5	2	2	2	4	4	4	4	1	4
Σ	25/30	24/30	23/30	20/30	14/30	23/30	25/30	21/30	19/30	27/30	20/30	

Os entrevistados estão de acordo totalmente ou parcialmente que a bicicleta é uma opção viável de transporte em seus municípios. Neste item houve apenas uma resposta discordo totalmente. Também concordam que muitas pessoas usam a bicicleta como modo de transporte (9 de 11 respostas) e que é fácil pedalar nas ruas de seus municípios (9 de 11 respostas). A agressividade do trânsito das cidades foi considerada pelos entrevistados como existente, já que houve 1 resposta concordo totalmente, 3 concordo parcialmente e 4 discordo parcialmente.

As Tabelas 13 e 14 apresentam os resultados da aplicação da Análise dos dados de escala ordinal para as questões 4.1 – 4.8 e 5.1 – 5.6.

Tabela 13: Grau de consenso das questões 4.1 – 4.8 da pesquisa de campo

Questões	X1	X2	X3	X4	X5	X6	μ_x	Cns	Cns %	Dnt	Dnt %
4.1. Os motoristas são multados quando não respeitam os ciclistas nas vias.	10	0	0	0	0	1	1,45	0,56	56,05	0,44	43,95
4.2. Os motoristas são multados quando desrespeitam as leis de trânsito.	11	0	0	0	0	0	1,00	1,00	100,00	0,00	0,00
4.3. As leis municipais que tratam da bicicleta são aplicadas.	2	1	1	0	6	1	3,91	0,42	41,72	0,58	58,28
4.4. Existe um canal de comunicação eficiente entre os ciclistas e a administração municipal.	5	4	1	0	0	1	2,00	0,61	61,33	0,39	38,67
4.5. O município desenvolve ações em busca de tornar a cidade amiga da bicicleta.	7	3	0	1	0	0	1,55	0,77	76,79	0,23	23,21
4.6. O município desenvolve ações voltadas para desestimular o uso do automóvel.	2	6	1	0	1	1	2,55	0,56	55,71	0,44	44,29
4.7. O governo local sabe quais são as ações que devem ser realizadas em prol da bicicleta.	5	4	1	0	0	1	2,00	0,61	61,33	0,39	38,67
4.8. O governo local realiza campanhas de educação no trânsito voltadas para o respeito mútuo entre todos os usuários das vias (bicicletas, pedestres, motos, carros, ônibus, caminhões, etc)	8	2	0	0	0	1	1,64	0,57	56,70	0,43	43,30

Nota: Cns – Concordância, Dnt – Discordância. $d_x = 5$.

Tabela 14: Grau de consenso das questões 5.1-5.6 da pesquisa de campo

Questões	X1	X2	X3	X4	X5	X6	μ_x	Cns	Cns %	Dnt	Dnt %
5.1 A bicicleta é uma opção viável para transporte na minha cidade.	7	3	0	0	1	0	1,64	0,70	69,88	0,30	30,12
5.2 Muitas pessoas usam a bicicleta como modo de transporte na minha cidade.	7	2	0	1	1	0	1,82	0,62	61,84	0,38	38,16
5.3 Na minha cidade é fácil pedalar nas ruas, pessoas de todos os tipos usam a bicicleta como modo de transporte.	5	4	0	1	1	0	2,00	0,67	66,65	0,33	33,35
5.4 Aqui na cidade, as calçadas são uma boa opção para ter segurança com a bicicleta.	1	5	0	1	4	0	3,18	0,49	48,74	0,51	51,26
5.5 Frequentemente os ciclistas sofrem acidentes no trânsito na minha cidade.	1	3	0	3	2	2	3,73	0,47	47,17	0,53	52,83
5.6 O trânsito na minha cidade é bastante agressivo.	1	3	2	4	1	0	3,09	0,66	65,90	0,34	34,10

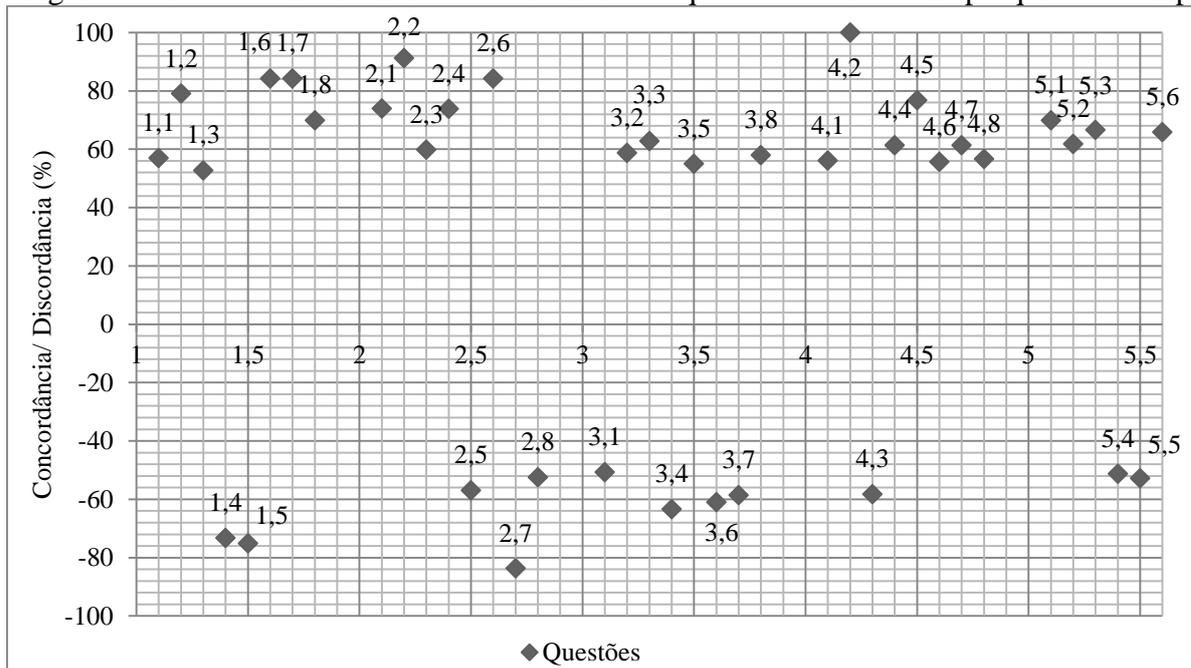
Nota: Cns – Concordância, Dnt – Discordância. $d_x = 5$.

Das 38 questões avaliadas pelos responsáveis pelos transportes não motorizados, 26 apresentaram concordância e 12 discordância, segundo os resultados da Análise dos Dados de Escala Ordinal. A Figura 9 ilustra o resumo dos graus de consenso das questões analisadas. O quadrante positivo mostra as questões com grau de concordância e o quadrante negativo as questões com grau de discordância. No eixo x estão representadas cada uma das questões levantadas e o eixo y apresenta a porcentagem de concordância ou discordância da questão.

Com base nos dados das Tabelas 5, 7, 9, 12 e 13 verifica-se um único caso de completo consenso, a afirmação 4.2, onde todas as 11 respostas estão concentradas num mesmo nível, com valor igual a 1. Nesta questão os entrevistados concordam totalmente que os motoristas são multados quando desrespeitam as leis de trânsito em seus municípios. Tais respostas não coincidem com a pesquisa realizada por César (2014), onde nesta mesma questão apenas 9,7% dos entrevistados concordaram totalmente que os motoristas são multados quando desrespeitam as leis de trânsito (CESAR, 2014). A pesquisa realizada por César (2014) contou com 2.925 questionários válidos e 96,7% dos entrevistados se identificaram como não gestores de transportes.

Em geral no bloco 4 os entrevistados por esta Tese avaliaram de forma positiva as ações do governo local para promover a bicicleta como transporte. E em César (2014) em geral os respondentes da pesquisa avaliaram os seus governos locais de forma desfavorável. A opinião dos gestores entrevistados por esta pesquisa não é a mesma dos não gestores entrevistados pela pesquisa do César (2014).

Figura 9: Grau de concordância e discordância das questões avaliadas na pesquisa de campo



- 1.1 - Pavimento das ruas.
 1.2 - Iluminação das ruas.
 1.3 - Sinalização das ruas.
 1.4 - Pavimento das calçadas.
 1.5 - Drenagem urbana.
 1.6 - Limpeza/ausência de detritos nas vias.
 1.7 - Segurança no trânsito do município.
 1.8 - Segurança urbana do município.
 2.1 - O respeito dos motoristas com os ciclistas
 2.2 - A quantidade de pessoas que usam a bicicleta como modo de transporte.
 2.3 - A quantidade de mulheres que usam a bicicleta.
 2.4 - A quantidade de automóveis nas ruas.
 2.5 - A quantidade de acidentes envolvendo ciclistas.
 2.6 - O comprometimento do município com a bicicleta.
 2.7 - A quantidade de crianças pedalando nas ruas
 2.8 - A agressividade no trânsito.
 3.1 - Existem infraestruturas cicloviárias nas principais vias da cidade.
 3.2 - As infraestruturas cicloviárias conectam os principais destinos da cidade.
 3.3 - É possível chegar às estações de transporte público através das infraestruturas cicloviárias.
 3.4 - Existe sinalização na via indicando a infraestrutura cicloviária para os motoristas.
 3.5 - As infraestruturas cicloviárias são bem-iluminadas de noite.
 3.6 - Muitos pedestres costumam caminhar sobre as infraestruturas cicloviárias;
 3.7 - As ciclovias estão bem dimensionadas quanto a suas larguras.
 3.8 - Os motoristas estacionam com frequência sobre as infraestruturas cicloviárias;
 4.1 - Os motoristas são multados quando não respeitam os ciclistas nas vias.
 4.2 - Os motoristas são multados quando desrespeitam as leis de trânsito.
 4.3 - As leis municipais que tratam da bicicleta são aplicadas.
 4.4 - Existe um canal de comunicação eficiente entre os ciclistas e a administração municipal.
 4.5 - O município desenvolve ações em busca de tornar a cidade amiga da bicicleta.
 4.6 - O município desenvolve ações voltadas para desestimular o uso do automóvel.
 4.7 - O governo local sabe quais são as ações que devem ser realizadas em prol da bicicleta.
 4.8 - O governo local realiza companhias de educação no trânsito voltadas para o respeito mútuo entre todos os usuários das vias.
 5.1 - A bicicleta é uma opção viável para transporte na minha cidade.
 5.2 - Muitas pessoas usam a bicicleta como modo de transporte na minha cidade.
 5.3 - Na minha cidade é fácil pedalar nas ruas, pessoas de todos os tipos usam a bicicleta como modo de transporte.
 5.4 - Aqui na cidade, as calçadas são uma boa opção para ter segurança com a bicicleta.
 5.5 - Frequentemente os ciclistas sofrem acidentes no trânsito na minha cidade.
 5.6 - O trânsito na minha cidade é bastante agressivo.

As questões com maior grau de consenso foram a 2.2 (quantidade de pessoas que usam a bicicleta como modo de transporte) com 91%, a 1.6 (limpeza ou ausência de detritos nas vias), 1.7 (segurança no trânsito do município) e 2.6 (comprometimento do município com a bicicleta) com 84%, e a 4.5 (município desenvolve ações em busca de tornar a cidade amiga da bicicleta) com 77%.

Uma análise da frequência das respostas das questões com maior grau de consenso mostra um movimento em direção ao nível X1: para as afirmações 2.2 e 2.6, X1 equivale a aumentou; para as questões 1.6 e 1.7, em geral de boa qualidade; e no caso da questão 4.5, X1 é concordo totalmente.

Comparando com os resultados da Dissertação de César (2014) observa-se uma diferença significativa entre as respostas no caso da limpeza nas vias, já que naquela pesquisa 46,4% dos entrevistados disseram que são de baixa qualidade e 22,8% afirmaram que apenas nas ruas principais são de boa qualidade. Já para os entrevistados deste estudo existe um consenso que a limpeza das ruas é em geral de boa qualidade. Na pesquisa do César (2014) 74% dos entrevistados acham que a quantidade de pessoas que usam a bicicleta como modo de transporte aumentou, o que coincide com a percepção da maioria dos entrevistados na presente tese. Já na questão «o comprometimento do município com a bicicleta» para 45,5% dos entrevistados por César (2014) a responsabilidade do município ficou igual, enquanto que para a maioria dos entrevistados da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte aumentou.

Por outro lado, o menor grau de consenso, com aproximadamente 16%, 27%, 25%, 37% e 39% respectivamente, referem-se às questões 2.7, 1.4, 1.5, 3.4 e 3.6, que equivalem a «a quantidade de crianças pedalando nas ruas», «pavimento das calçadas», «drenagem urbana», «existe sinalização na via indicando a infraestrutura cicloviária para os motoristas», «muitos pedestres costumam caminhar sobre as infraestruturas cicloviárias». Observando a frequência das respostas das questões com menor grau de consenso nota-se um movimento das respostas em direção a dois ou três níveis, em proporções similares.

Das 38 questões, 16 apresentam um grau de concordância ou discordância entre 50 e 60%. O que reflete as disparidades entre as percepções dos responsáveis pelo transporte dos municípios estudados em relação as questões relevantes para a *Ciclabilidade* dos municípios.

4.4 APLICAÇÃO DO PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DOS TRANSPORTES NÃO MOTORIZADOS DOS MUNICÍPIOS DA RMVPLN

Nesta seção se discute e analisa os resultados da aplicação do modelo *Fuzzy* GPDEA na avaliação da eficiência relativa da mobilidade urbana vinculada aos transportes não motorizados dos municípios da RMVPLN.

Os resultados da pesquisa qualitativa permitiram a identificação das condições, importância e fatores críticos do planejamento dos transportes não motorizados nos municípios da região estudada. Com a intenção de ampliar a análise dos resultados encontrados a partir da análise das entrevistas e questionário se aplicou o modelo *Fuzzy* GPDEA. O modelo, além de medir a eficiência relativa dos municípios em análise no uso dos transportes não motorizados em seus municípios, também possibilitou o reconhecimento das variáveis mais significativas para o desempenho dos municípios na utilização da bicicleta e caminhada como transporte.

Vale destacar que não foram aplicados os modelos clássicos de DEA (CCR e BCC) já que seriam necessárias pelo menos 96 DMUs para o atendimento da condição de Banker *et al.* (1989). Quando essa regra não é atendida, os modelos clássicos não proporcionam uma discriminação confiável entre as DMUs. Assim, como a condição não foi satisfeita, optou-se por desenvolver modelos da *Fuzzy* GPDEA para tratar esse problema.

Foram realizados três experimentos com os 11 municípios da RMVPLN e dois municípios do Estado de SP, *benchmarks* do modelo. No primeiro experimento se utilizou como *benchmark* a capital do Estado de SP e no segundo e terceiro um município da Região Metropolitana de Sorocaba. Ambos municípios vêm desenvolvendo ações para facilitar o uso da bicicleta como transporte em seus territórios nos últimos anos. No terceiro experimento se realizou uma redução das variáveis de entradas e saídas do modelo a partir da aplicação da Correlação de postos de Spearman e Agrupamento de Variáveis (*Dendogram* em inglês).

Muitos determinantes influem no uso da bicicleta nas cidades brasileiras como: aspectos físicos, dados socioeconômicos, infraestrutura para bicicleta, segurança urbana, segurança do trânsito e uso dos transportes motorizados. A partir destas categorias se definiram as variáveis de entradas, saídas e saídas indesejadas do modelo, que estão na Tabela 15, junto com as Unidades de Tomada de Decisão do modelo.

Tabela 15: Unidades de tomada de decisão, variáveis de entrada, saída e saídas indesejadas do modelo.

Unidades de Tomada de Decisão	São treze municípios do Estado de São Paulo, sendo onze localizados na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte e os <i>benchmarks</i> (São Paulo (capital) e um município da Região Metropolitana de Sorocaba). As DMUs do modelo estão representadas pela nomenclatura: M1 - Município 1, M2 - Município 2, M3 - Município 3, M4 - Município 4, M5 - Município 5, M6 - Município 6, M7 - Município 7, M8 - Município 8, M9 - Município 9, M10 - Município 10, M11 - Município 11, M12 (1) - Município 12 (1), M12 (2) - Município 12 (2).
Saídas	Y1 - Viagens realizadas em transportes não motorizados: Mobilidade a pé (viagens por dia), Y2 - Mobilidade bicicleta (viagens por dia), Y3 - Mobilidade Transportes não Motorizados (km/dia).
Saídas indesejadas	Segurança urbana: Z1 - nº vítimas homicídio doloso, Z2 - Homicídio culposo por acidente de trânsito, Z3 – Estupro, Z4 – Furto (veículos), Z5 – Furto (outros), Z6 – Roubo (veículos), Z7 - Roubo (outros). Segurança trânsito: Z8 - Vítimas de acidentes terrestres (taxa de mortalidade por 100.000 habitantes), Z9 - Óbitos de pedestres (taxa de mortalidade por 100.000 habitantes), Z10 - Óbitos de ciclistas (taxa de mortalidade por 100.000 habitantes).
Entradas	Aspectos físicos: X1 - Área (km ²), X2 - População (habitantes), X3 - Inclinação ruas (%), X4 - Temperatura média (°C), X5 - Índice pluviométrico (mm) Dados socioeconômicos: X6 - Índice de envelhecimento, X7 - Razão de sexos, X8 - Índice de desigualdade, X9 - Rendimento médio empregos formais (R\$ correntes), X10 - PIB (milhões de R\$ correntes), X11 - Receita municipal (R\$), X12 - Despesa municipal exceto intraorçamentária (R\$), X13 - Despesa municipal urbanismo + transporte (R\$), X14 - Despesa municipal gestão ambiental (R\$) Infraestrutura: X15 - km de ciclovias Transportes motorizados: X16 - Frota automóveis, X17 - Frota motocicletas, X18 - Frota ônibus, X19 - Passagens ônibus urbano (R\$)

No modelo foram consideradas dez saídas indesejadas ($Z1 - Z10$), que representam a segurança urbana e segurança do trânsito. Segundo Jahanshahloo *et al* (2005) estas devem ser tratadas como entradas porque são variáveis cuja maximização não é interessante para o objetivo principal do modelo (JAHANSHAHLOO *et al.*, 2005), que no caso é maximizar a eficiência dos municípios no uso dos transportes não motorizados e tanto a segurança urbana como a segurança do trânsito ameaçam o uso dos transportes não motorizados nas cidades brasileiras.

A obtenção dos dados para o Modelo *Fuzzy* GPDEA foi realizada a partir de uma ampla pesquisa em diferentes bases de dados municipais, estaduais, federais, não governamentais, entre outras. Cabe destacar que os dados utilizados nas saídas do modelo foram valores estimados, calculados a partir das publicações da Associação Nacional de Transporte.

Enfrentou-se grandes dificuldades na definição destas variáveis, pela falta de dados oficiais dos governos municipais estudados em relação as viagens realizadas em transporte não motorizado. Os dados ideais para estas variáveis seriam dados das Pesquisas Origem Destino dos municípios que contemplem as viagens em bicicleta.

Dos 11 objetos de estudo da RMVPLN, apenas 2 municípios possuem dados de viagens realizadas em bicicleta e caminhada baseados em uma Pesquisa Origem Destino. As matrizes de dados das saídas, saídas indesejadas e entradas se encontram nos Apêndices E a I.

As Tabelas de 16 a 21 apresentam as fontes de dados das saídas, saídas indesejadas e entradas do modelo e como os limites superiores e inferiores do modelo foram calculados.

Tabela 16: Cálculos das variáveis de saída do modelo, com seus limites inferiores e superiores

Y1 - Viagens realizadas a pé (viagens por dia)	A saída Y1 foi calculada a partir dos valores estimados de viagens a pé/habitante/dia dos relatórios anuais dos Sistemas de Informações da Mobilidade Urbana da ANTP dos anos 2010 e 2011 (ANTP, 2011, 2012) multiplicados pela população de cada município correspondente ao ano do relatório da ANTP; resultando assim no número de viagens a pé/dia de cada município. Vale ressaltar que nos relatórios os municípios brasileiros estão separados por categorias de acordo ao tamanho de sua população: de 60.000 – 100.000, 100.000 – 250.000, 250.000 – 500.000, 500.001–1 milhão, com mais de 1 milhão. Foram utilizados os valores das viagens a pé/dia dos anos 2010 e 2011 para a definição dos limites inferior e superior e para valor médio entre eles para realização das simulações dos cenários do GPDEA Fuzzy.
Y2 - Mobilidade bicicleta (viagens por dia)	Para cálculo do Y2 se adotou procedimento similar ao do Y1, só que em vez de viagens a pé/habitante/dia se utilizou o número de viagens em bicicleta/habitante/dia. Os limites superior, inferior e valor médio utilizado no GPDEA foram calculados da mesma maneira para Y1 e Y2.
Y3 - Mobilidade Transportes não Motorizados (km/dia)	A saída Y3 também foi calculada em base aos relatórios da ANTP de 2010-2013. O cálculo dos km/dia percorridos em transportes não motorizados em cada um dos municípios analisados foi feito pela multiplicação do valor de km/habitante/dia e o número de habitantes de cada município. Os limites utilizados para as simulações dos cenários com GPDEA Fuzzy foi o menor valor entre os anos 2010 a 2013 para o limite inferior, o maior valor para o limite superior e a média dos quatro anos para o valor médio.

Tabela 17: Cálculos das variáveis de saída indesejadas do modelo, com seus limites inferiores e superiores

Segurança urbana: Z1 - N° vítimas homicídio doloso, Z2 - Homicídio culposo por acidente de trânsito, Z3 – Estupro, Z4 - Furto (outros), Z5 - Roubo (outros).	As variáveis Z1 – Z5 foram calculadas com base nos dados de violência dos municípios paulistas publicados pela Secretaria Segurança pública do Estado de S.P. (www.ssp.sp.gov.br). Para definição dos limites do modelo utilizou-se os valores de 2013 e 2014 de cada uma das variáveis e o valor médio entre eles. Cabe destacar que no Estado de SP os furtos e roubos relacionados a bicicleta entram na categoria “outros”. Em 2015 foi aprovado pela Assembleia Legislativa do Rio de Janeiro o Projeto de Lei 444/2015, que cria os itens “roubo e furto de bicicleta” para uma maior segurança para os ciclistas.
Segurança trânsito: Z6 - Vítimas de acidentes terrestres (taxa de mortalidade por 100.000 habitantes) Z7 - Óbitos de pedestres (taxa de mortalidade por 100.000 habitantes) Z8 - Óbitos de ciclistas (taxa de mortalidade por 100.000 habitantes).	A fonte de dados das variáveis Z6 – Z8 foi o Observatório Paulista de Trânsito (http://www.observatorio.detran.sp.gov.br/painel/index.php), que é uma iniciativa do Departamento Estadual de Trânsito de SP. Os limites inferior, superior e valor médio foram calculados com base nos dados de acidente de 2006 – 2011, considerando o maior e o menor valor do período e a média entre eles.

Tabela 18: Cálculos das variáveis de entrada do modelo (aspectos físicos), com seus limites inferiores e superiores

X1 - Área (km ²)	Para o cálculo do X1 foram revisadas as bases de dados do IBGE Cidades (http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php e do Seade http://www.seade.gov.br/ . Como os valores encontrados são os mesmos, não se aplicou a Lógica Fuzzy. Assim se repetiu os mesmos valores para os limites superior, inferior e valor médio.
X2 - População (habitantes)	X2 foi calculado a partir dos resultados das projeções populacionais da Seade (2011-2030) (Seade, 2011). Os limites inferior, superior e valor médio foram definidos pelos valores estimados da população dos anos 2011 e 2015.
X3 - Inclinação ruas (%)	A inclinação das ruas foi estimada a partir dos dados encontrados no Google Earth da região mais urbanizada dos municípios estudados. Foram utilizados os valores médios para definição dos limites inferior, médio e superior do modelo GPDEA Fuzzy. As imagens retiradas do Google Earth são apresentadas no Apêndice.
X4 - Temperatura média (°C)	Para estimação da temperatura média anual dos municípios estudados foram utilizados os dados publicados pela CEPAGRI/ Unicamp (http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html) na seção “Clima dos municípios paulistas” de 1960-1990. Para definição dos limites e valor médio do modelo GPDEA <i>fuzzy</i> foram consideradas as projeções de aumento da temperatura calculados pelo Painel Brasileiro de Mudança do Clima (PBMC, 2012) para a região Sudeste. O PBMC propõe um aumento de 0,5 - 1°C da temperatura até 2040 e de 1 - 2°C entre 2014 e 2070, e no modelo considerou-se um aumento de 1 e 2 graus Celsius em relação aos dados municipais da CEPAGRI.
X5 - Índice pluviométrico (mm)	O índice pluviométrico também foi calculado com base nos dados publicados pelo CEPAGRI para os municípios paulistas. E os limites e valor médio do modelo GPDEA <i>Fuzzy</i> foram estimados considerando as tendências de aumento de chuva para a região Sudeste proposto pelo PBMC (2012). Se estima que até 2040 se intensifique de 5-10% os padrões de chuva na região sudeste e de 2040-2070 de 15-20% (PBMC, 2012). No modelo considerou-se um aumento de 10% e 20% nos padrões de chuva em relação à média anual publicada pelo CEPAGRI.

Tabela 19: Cálculos das variáveis de entrada do modelo (dados socioeconômicos), com seus limites inferiores e superiores

X6 - Razão de sexo X7 - PIB (milhões de R\$ correntes) X8 - Rendimento médio empregos formais (R\$ correntes)	As variáveis razão entre os sexos (mulheres/ 100 homens), PIB (milhões de R\$ correntes) e rendimento médio dos empregos formais (R\$ correntes) foram retiradas do banco de dados da Seade (http://www.seade.gov.br/). Para cálculo dos limites do modelo no caso da razão entre os sexos se utilizou os dados de 2012-2014, para o PIB considerou-se os dados de 2009-2012 e para o rendimento médio dos empregos formais dados de 2010 - 2013.
X9 - Índice de desigualdade	O índice de desigualdade utilizado é o Índice L. de Theil, calculado pelo Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA - http://www.ipeadata.gov.br/) para os municípios brasileiros nos anos 1990 e 2000. Este índice mede a desigualdade na distribuição de indivíduos segundo a renda domiciliar <i>per capita</i> . O método foi desenvolvido pela UNDP (<i>United Nation Development Programme</i> - www.undp.org.br). O índice é calculado pelo logaritmo da razão entre as médias aritmética e geométrica das rendas individuais (IPEA, 2011).
X10 - Receita municipal (R\$) X11 - Despesa municipal urbanismo + transporte (R\$) X12 - Despesa municipal gestão ambiental (R\$)	Os limites das variáveis X10, X11 e X12 foram calculados com base nos dados publicados pelo Sistema de Informação Contábeis e Fiscais do setor público brasileiro - Siconfi (https://siconfi.tesouro.gov.br) para os anos 2013 e 2014.

Tabela 20: Cálculos das variáveis de entrada do modelo (infraestrutura), com seus limites inferiores e superiores

X13 - Km de ciclovias	X13 foi estimado a partir das entrevistas com os Secretários/ Diretores/ Gerentes de Trânsito/ Transporte dos municípios entrevistados e dados dos sites dos municípios.
-----------------------	--

Tabela 21: Cálculos das variáveis de entrada do modelo (transportes motorizados), com seus limites inferiores e superiores

X14 - Frota automóveis, X15 - Frota motocicletas, X16 - Frota ônibus.	Os limites superior, inferior e valor médio utilizados no modelo para as frotas de veículos (automóveis, motocicletas e ônibus) foram calculados utilizando-se a base de dados do IBGE e Seade dos anos 2013 e 2014.
X17 - Passagens ônibus urbano (R\$)	As passagens de ônibus foram definidas em base ao valor atual (2015) da tarifa e no Índice de Preço ao Consumidor de 2015.

No primeiro caso considerou-se as 19 variáveis de entradas, combinadas às 3 variáveis de saída e 10 saídas indesejadas para cada uma das Unidades de Tomada de Decisão, buscando a maximização das saídas y_1 , y_2 e y_3 (viagens em transportes não motorizados). Foram otimizados 11 cenários para o modelo otimista e 11 para o pessimista, resultando em 22 cenários. Os valores de α variaram de [0-1], com faixa de variação de 0,1.

A Tabela 22 apresenta a eficiência relativa das Unidades de Tomada de Decisão no modelo *Fuzzy* GPDEA otimista, onde os valores das variáveis variaram do valor médio ao limite superior para 11 cenários.

Tabela 22: Eficiência das Unidades de Tomada de Decisão (cenário otimista)

Cenário Otimista												
Cenário Alfa/DMU	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
0	100%	100%	100%	61%	100%	100%	100%	100%	74%	100%	73%	100%
0,1	100%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
0,2	100%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
0,3	100%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
0,4	100%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
0,5	100%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
0,6	100%	100%	100%	94%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
0,7	100%	100%	100%	94%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
0,8	100%	100%	100%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
0,9	100%	100%	100%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1	100%	83%	88%	78%	100%	100%	100%	100%	78%	100%	84%	100%
Média	100%	98%	99%	91%	100%	100%	100%	100%	96%	100%	96%	100%
Máximo	100%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Mínimo	100%	83%	88%	61%	100%	100%	100%	100%	74%	100%	73%	100%
Desvio Padrão	0%	5%	3%	11%	0%	0%	0%	0%	9%	0%	9%	0%
Coefficiente de Variação	0%	5%	3%	12%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	9%	0%

No modelo otimista, as DMUs menos eficientes foram a M4, M9, M11, M2 e M3, com 91%, 96%, 96%, 98% e 99% de eficiência respectivamente. A DMU mais sensível ao efeito da

incerteza é a 4, que possui maior coeficiente de variação 12%. O coeficiente de variação é a razão entre o desvio padrão e o valor médio da eficiência.

As eficiências das Unidades de Tomada de Decisão do modelo pessimista são apresentadas na Tabela 23. A variação dos valores das variáveis se deu do valor médio para o limite inferior.

Tabela 23: Eficiência das Unidades de Tomada de Decisão (cenário pessimista)

Cenário Pessimista												
Cenário Alfa/DMU	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
0	100%	60%	100%	56%	100%	100%	100%	100%	85%	100%	76%	100%
0,1	100%	63%	100%	60%	100%	100%	100%	100%	84%	100%	78%	100%
0,2	100%	66%	100%	63%	100%	100%	100%	100%	83%	100%	80%	100%
0,3	100%	68%	100%	66%	100%	100%	100%	100%	83%	100%	82%	100%
0,4	100%	71%	100%	69%	100%	100%	100%	100%	83%	100%	84%	100%
0,5	100%	73%	100%	72%	100%	100%	100%	100%	83%	100%	85%	100%
0,6	100%	75%	100%	74%	100%	100%	100%	100%	83%	100%	87%	100%
0,7	100%	77%	100%	76%	100%	100%	100%	100%	83%	100%	88%	100%
0,8	100%	75%	80%	73%	100%	100%	100%	100%	74%	100%	77%	100%
0,9	100%	79%	82%	75%	100%	100%	100%	100%	75%	100%	80%	100%
1	100%	83%	88%	78%	100%	100%	100%	100%	78%	100%	84%	100%
Média	100%	72%	95%	69%	100%	100%	100%	100%	81%	100%	82%	100%
Máximo	100%	83%	100%	78%	100%	100%	100%	100%	85%	100%	88%	100%
Mínimo	100%	60%	80%	56%	100%	100%	100%	100%	74%	100%	76%	100%
Desvio Padrão	0%	7%	8%	7%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	4%	0%
Coeficiente de Variação	0%	9%	8%	10%	0%	0%	0%	0%	4%	0%	5%	0%

No modelo pessimista, as DMUs menos eficientes foram as mesmas do modelo otimista, 4, 2, 9, 11 e 3, com 69%, 72%, 81%, 82% e 95% de eficiência respectivamente. A ordem de eficiência relativa foi diferente nos dois modelos, no modelo pessimista a DMU 2 foi mais eficiente que as DMUs 9 e 11. Novamente a DMU 4 se mostrou mais sensível à incerteza, com um coeficiente de variação igual a 10%.

Para construção do Ranking se aglutinou os resultados dos modelos otimista e pessimista, usando a Equação 4, proposta por Chen e Klein (1997):

$$I_j = \frac{\sum_{i=0}^n ((E_j)_{\alpha_i}^U - c)}{[\sum_{i=0}^n ((E_j)_{\alpha_i}^U - c) - \sum_{i=0}^n ((E_j)_{\alpha_i}^L - d)]} \quad n \rightarrow \infty, \quad (4)$$

Sendo: $c = \min_{i,j} \{((E_{ji})_{\alpha_i}^L)\}$ e $d = \max_{i,j} \{((E_{ji})_{\alpha_i}^U)\}$

Os resultados da aglutinação são apresentados na Tabela 24 nas colunas chamadas “todas as variáveis”. As DMUs mais eficientes, considerando a aglutinação dos modelos otimista e pessimista, foram: M1, M5, M6, M7, M8, M10 e M12.

Tabela 24: Eficiência relativa global do modelo

DMU	Todas as variáveis		Variáveis significativas	
	Eficiência	Ranking	Eficiência	Ranking
M1	100,00%	1°	27,04%	10°
M2	60,04%	5°	47,11%	6°
M3	90,35%	2°	20,80%	11°
M4	53,16%	6°	40,74%	7°
M5	100,00%	1°	100,00%	1°
M6	100,00%	1°	38,85%	8°
M7	100,00%	1°	59,44%	5°
M8	100,00%	1°	83,41%	3°
M9	67,66%	4°	0,00%	12°
M10	100,00%	1°	72,99%	4°
M11	68,66%	3°	33,10%	9°
M12	100,00%	1°	96,96%	2°

As variáveis mais significativas para a otimização do modelo foram área, índice pluviométrico, PIB, km de ciclovias, estupro, furto, roubo, mobilidade a pé (viagens por dia), mobilidade de bicicleta (viagens por dia). Estas variáveis foram identificadas em um cenário sem incerteza.

Realizou-se uma nova otimização incluindo apenas as variáveis que foram significativas para pelo menos 1 Unidade de Tomada de Decisão. Das 12 DMUs apenas 1 se mostrou eficiente, a DMU M5. O resultado é apresentado na Tabela 24, nas colunas chamadas variáveis significativas. Neste caso a DMU *benchmark* não alcançou 100% de eficiência. Assim, a DMU M5, passa a ser o *benchmark* do modelo e as outras DMUs devem se atentar às variáveis que foram importantes para ela, que são: área (km²), índice pluviométrico (mm), PIB (milhões de R\$ correntes), estupro, furto (veículos), roubo (outros), mobilidade a pé (viagens por dia), mobilidade de bicicleta (viagens por dia).

Como o *benchmark* desta otimização não alcançou 100% de eficiência, decidiu-se realizar uma nova otimização considerando outro município do Estado de SP como *benchmark*. A seção 4.4.3 apresenta os resultados da otimização com *benchmark* (2).

Na otimização do segundo caso se considerou as mesmas variáveis de entrada e saída da primeira. A Tabela 25 apresenta a eficiência relativa das Unidades de Tomada de Decisão no modelo *Fuzzy* GPDEA sem incerteza, onde os valores das variáveis assumiram os dados nítidos, sem incerteza, da matriz.

Tabela 25: Eficiência relativa do modelo em um cenário sem incerteza.

DMU	Eficiência	Ranking
M1	78,67%	5°
M2	94,07%	3°
M3	100,00%	1°
M4	94,66%	2°
M5	100,00%	1°
M6	100,00%	1°
M7	100,00%	1°
M8	100,00%	1°
M9	88,79%	4°
M10	100,00%	1°
M11	100,00%	1°
M12	100,00%	1°

As DMUs que se mostraram eficientes foram: M3, M5, M6, M7, M8, M10, M11 e M12. Para confirmar este ranqueamento realizou-se 4 otimizações do modelo pessimista do *Fuzzy* GPDEA, considerando o índice alfa igual a 0,1, 0,25, 0,5 e 1 e os resultados levam às mesmas DMUs eficientes (M3, M5, M6, M7, M8, M10, M11, M12).

Temperatura média, razão de sexos, rendimento médio dos empregos formais, PIB, frota de automóveis, furto (outros), vítimas de acidentes terrestres (taxa de mortalidade por 100.000 habitantes), mobilidade de bicicleta (viagens por dia) foram as variáveis mais significativas para a maximização do modelo.

Foi realizada uma nova otimização considerando as variáveis significativas para pelo menos 1 das DMUs (y_2 , y_3 , x_4 , x_6 , x_8 , x_9 , x_{14} , x_{17} , z_3 , z_5 , z_6) e as DMUs eficientes foram: M3, M5, M8, M10 e M12. Neste caso a DMU 12, *benchmark*, alcançou 100% de eficiência.

Resultados terceiro caso

No terceiro caso foi utilizado a Correlação de Postos de Spearman e o Agrupamento de Variáveis para reduzir o número de entradas e saídas do modelo. Os resultados destas análises se encontram no Apêndice O. A Correlação de Postos foi realizada com o auxílio do software *SPSS Statistics Data Editor* e o Agrupamento de Variáveis do *MiniTab* versão 17.

Para eliminação das variáveis se considerou dois critérios: o primeiro foi que na Análise de Spearman as variáveis apresentassem correlação forte (ρ maior que 0,8) e o segundo critério foi a alta similaridade entre as variáveis (ρ maior de 85%) na Análise de Agrupamento de Variáveis.

As variáveis eliminadas foram: *Y3* - mobilidade transportes não motorizados (km/dia), *Z1* - n° vítimas homicídio doloso, *Z2* - homicídio culposo por acidente de trânsito, *Z4* – furto (veículos), *Z6* – roubo (veículos), *Z8* - vítimas de acidentes terrestres (taxa de mortalidade por 100.000 habitantes), *X11* - receita municipal (R\$), *X12* - despesa municipal exceto intraorçamentária (R\$), *X13* - despesa municipal urbanismo + transporte (R\$), *X14* - despesa municipal gestão ambiental (R\$). Assim o terceiro experimento foi otimizado com 15 variáveis de entrada, 2 de saída e 6 variáveis de saídas indesejadas. Como no primeiro experimento foram otimizados 11 cenários para o modelo otimista e 11 para o pessimista, com alfa variando entre 0-1.

A Tabela 26 apresenta a eficiência relativa das Unidades Tomadoras de Decisão no modelo *Fuzzy* GPDEA otimista.

Tabela 26: Eficiência relativa das Unidades Tomadoras de Decisão no modelo *Fuzzy* GPDEA otimista

Modelo Otimista													
Alfa/ DMU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0	98%	100%	100%	99%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	
0,1	98%	100%	100%	99%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	
0,2	97%	100%	100%	98%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	
0,3	97%	100%	100%	98%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	
0,4	97%	100%	100%	98%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	
0,5	97%	100%	100%	98%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	
0,6	97%	100%	100%	98%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	
0,7	100%	97%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	
0,8	100%	96%	100%	98%	100%	100%	98%	100%	100%	100%	100%	100%	
0,9	100%	96%	100%	98%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	
1	100%	96%	100%	98%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	
Média	98%	99%	100%	98%	100%	100%	97%	100%	100%	100%	100%	100%	
Máximo	100%	100%	100%	99%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	
Mínimo	97%	96%	100%	98%	100%	100%	96%	100%	100%	100%	100%	100%	
Desvio Padrão	1%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	
Coefficiente de Variação	1%	2%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	

As DMUs menos eficientes no modelo otimista são M7, M4 e M1, com 97%, 98%, e 98% de eficiência média respectivamente. A DMU mais sensível ao efeito da incerteza é a 2, que possui maior coeficiente de variação (2%).

As eficiências das Unidades de Tomada de Decisão do modelo pessimista são apresentadas na Tabela 27.

Tabela 27: Eficiência relativa das Unidades de Tomada de decisão no modelo Fuzzy GPDEA pessimista

Modelo Pessimista												
Alfa/ DMU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	92%	16%	100%	48%	100%	82%	71%	84%	56%	76%	95%	100%
0,1	92%	15%	100%	49%	100%	81%	71%	84%	54%	75%	93%	100%
0,2	93%	15%	100%	50%	100%	79%	72%	84%	52%	75%	91%	100%
0,3	93%	14%	100%	52%	100%	77%	73%	84%	51%	74%	89%	100%
0,4	93%	14%	100%	53%	100%	76%	73%	84%	49%	73%	87%	100%
0,5	94%	13%	100%	55%	100%	74%	74%	84%	47%	72%	85%	100%
0,6	94%	12%	100%	57%	100%	71%	74%	84%	45%	71%	83%	100%
0,7	94%	14%	100%	60%	100%	71%	75%	84%	46%	71%	83%	100%
0,8	95%	15%	100%	62%	100%	71%	76%	85%	46%	70%	84%	100%
0,9	96%	17%	100%	65%	100%	71%	78%	85%	47%	70%	85%	100%
1	96%	19%	100%	68%	100%	71%	79%	86%	47%	69%	86%	100%
Média	94%	15%	100%	56%	100%	75%	74%	84%	49%	72%	87%	100%
Máximo	96%	19%	100%	68%	100%	82%	79%	86%	56%	76%	95%	100%
Mínimo	92%	12%	100%	48%	100%	71%	71%	84%	45%	69%	83%	100%
Desvio Padrão	1%	2%	0%	6%	0%	4%	2%	1%	4%	2%	4%	0%
Coefficiente de Variação	1%	12%	0%	11%	0%	5%	3%	1%	7%	3%	4%	0%

No modelo pessimista, as DMUs menos eficientes são: 2, 9, 4, 10, 7, 6, 8, 11 e 1, com 15%, 49%, 56%, 72%, 74%, 75%, 84%, 87% e 94% de eficiência respectivamente. Na otimização com cenários pessimistas a DMU 2 também se mostrou mais sensível à incerteza, com um coeficiente de variação igual a 12%.

O ranking de eficiência das DMUs foi construído a partir dos resultados dos modelos otimista e pessimista, usando a Equação (4). Os resultados da aglutinação são apresentados na Tabela 28. As DMUs mais eficientes, que alcançaram 100% de eficiência na aglutinação dos resultados dos modelos otimista e pessimista foram: M3, M5, M12.

Tabela 28: Eficiência relativa global do modelo

RANKING		
M1	93%	2°
M2	50%	10°
M3	100%	1°
M4	66%	8°
M5	100%	1°
M6	78%	5°
M7	77%	6°
M8	85%	4°
M9	63%	9°
M10	76%	7°
M11	87%	3°
M12	100%	1°

Temperatura média, índice pluviométrico, índice de envelhecimento, razão de sexos, PIB, passagem de ônibus urbano, estupro, óbitos de pedestres (taxa de mortalidade por 100.000 habitantes), mobilidade a pé (viagens por dia), mobilidade de bicicleta (viagens por dia) foram as variáveis mais significativas para a maximização do modelo.

Comparando os resultados dos casos 1, 2 e 3 se observa que a DMU M5 foi eficiente nas três otimizações, além dos próprios *benchmark*. A Tabela 29 apresenta os resultados dos três casos.

Tabela 29: Comparação dos resultados das Otimizações com os *benchmark* 1 e 2.

DMU	Caso 1		Caso 2		Caso 3	
	Eficiência	Ranking	Eficiência	Ranking	Eficiência	Ranking
M1	100,00%	1°	78,67%	5°	93%	2°
M2	60,04%	5°	94,07%	3°	50%	10°
M3	90,35%	2°	100,00%	1°	100%	1°
M4	53,16%	6°	94,66%	2°	66%	8°
M5	100,00%	1°	100,00%	1°	100%	1°
M6	100,00%	1°	100,00%	1°	78%	5°
M7	100,00%	1°	100,00%	1°	77%	6°
M8	100,00%	1°	100,00%	1°	85%	4°
M9	67,66%	4°	88,79%	4°	63%	9°
M10	100,00%	1°	100,00%	1°	76%	7°
M11	68,66%	3°	100,00%	1°	87%	3°
M12	100,00%	1°	100,00%	1°	100%	1°

Em geral as DMUs que não foram eficientes no caso 1 apresentaram maior eficiência no experimento 2, como M2 que de 60,04% passou para 94,07%, M3 de 90,35% para 100%, M4 de 53,16% para 94,66%, M9 de 67,66% para 88,79%, e M11 de 68,66% para 100%. A DMU M1 foi a única que apresentou melhor resultado no primeiro experimento que no segundo, já que sua eficiência de 100% passou para 78,67%, sendo a DMU mais ineficiente do segundo experimento.

Tal fato mostra o quanto é crítico a escolha das variáveis e DMUs do modelo. Vale destacar que no segundo experimento se utilizou um município *benchmark* com características e proporções mais similares aos dos municípios da RMVPLN estudados e isso pode ter influenciado para que houvesse uma melhora nas eficiências das DMUs do modelo.

No terceiro caso a combinação das variáveis de entradas e saídas do modelo se mostrou mais sensível na discriminação das DMUs eficientes que nos outros dois experimentos. Apenas 3 municípios se mostraram eficientes neste experimento.

Passando para a análise dos fatores críticos na avaliação da eficiência da mobilidade urbana vinculada aos transportes não motorizados dos municípios estudados, apresenta-se a Tabela 30, que resume as variáveis significativas nos experimentos 1, 2 e 3.

As características do clima foram significativas nos três experimentos, sendo representada pela temperatura média ou pelo índice pluviométrico. No primeiro experimento a variável índice pluviométrico foi significativa para 6 DMUs, das quais 3 são as que chove mais durante o ano e segundo o modelo são ineficientes no uso dos transportes não motorizados como transporte. E no terceiro experimento o índice pluviométrico foi significativo para todos os municípios.

Já a variável temperatura foi significativa para as 11 cidades da RMVPLN no segundo experimento, e os municípios que apresentam as temperaturas médias mais altas são considerados ineficientes pelo modelo. A temperatura também foi significativa para M1, M8, M10, M12 no caso 3.

Considerando os resultados do modelo pode-se afirmar que as temperaturas muito altas, assim como índices pluviométricos elevados influem negativamente no uso dos transportes não motorizados como transporte. O estudo de Bhat *et al.* (2005) afirma que chuva, ventos, temperaturas muito altas ou muito baixas influem diretamente no uso da bicicleta ou caminhada como transporte.

A violência urbana dos municípios, representada pelas variáveis estupro, roubo e furto foram significativas para os três experimentos. Mostrando-se ser um fator crítico no uso dos transportes não motorizados nos municípios em estudo. A variável estupro foi relevante para 10 dos 12 municípios no primeiro experimento e para dois no terceiro. Segundo dados da Secretaria de Segurança de São Paulo, o crime de estupro foi o delito que mais aumentou nos últimos anos no Estado de S. (SSP, 2016).

O trabalho de Fernández-Heredia *et al.* (2014) conclui que as restrições externas, como risco, perigo, vandalismo, são os elementos mais importantes para compreender o uso da bicicleta como transporte.

As variáveis PIB municipal e mobilidade de bicicleta foram significativas para todas as DMUs nos experimentos 1, 2 e 3. A passagem de ônibus urbano também foi significativa para algumas DMUs nas três otimizações, como apresentado na Tabela 30. O rendimento médio dos empregos formais (R\$) apareceu para o *benchmark* da primeira otimização e para todas as DMUs da segunda otimização. Esta variável, quando combinada com o índice de desigualdade dos municípios, permite uma avaliação da distribuição da população nas diferentes classes sociais. O município *benchmark* no primeiro caso é o que apresenta maior valor do Índice Theil (IPEA, 2011), o que significa que a maior parte da população está entre os grupos de baixa renda. Interessante observar que segundo as entrevistas realizadas com os responsáveis pelos transportes não motorizados dos municípios, a maioria dos usuários de bicicleta pertence à classe social de baixa renda. O que explica a importância tanto do preço da passagem de ônibus, quanto o rendimento médio dos empregos formais para análise.

Observou-se que os municípios eficientes na otimização são os que apresentam maior PIB (milhões de R\$ correntes). Teoricamente são os municípios que podem investir mais recursos em seu desenvolvimento urbano, em ações com impacto direto e indireto nos transportes não motorizados.

No terceiro caso, uma das variáveis críticas para todas as Unidades de Tomada de Decisão é a razão do sexo. Rietveld e Daniel (2004) afirmam que o sexo influi na escolha do modo de transporte, pois as mulheres com mais frequência são vítimas da violência urbana.

A partir da análise do questionário aplicado aos responsáveis pelos transportes não motorizados se construiu o ranking da Tabela 31. Somaram-se os pesos dados a cada uma das afirmações do questionário, e o município que possui o maior valor foi considerado o que recebeu melhor avaliação por parte de seu gestor. Comparando este ranking com os elaborados a partir dos resultados do modelo *Fuzzy* GPDEA se observa que a DMU M5 foi avaliada como o pior município para o uso dos transportes não motorizados segundo a opinião de seu gestor, enquanto nas otimizações realizadas tal município se mostrou eficiente em todas as combinações. Os municípios melhor avaliados por seus gestores foram os M7, M10, e segundo os resultados do modelo também estes foram eficientes nos casos 1 e 2, e na otimização do caso 3 ocuparam o 6° e 7° lugar respectivamente. Aplicando a Correlação de Postos de Spearman nos rankings construídos a partir dos resultados das otimizações e do questionário, encontrou-se valor de ρ igual a -0,0546, -0,0318, -0,345 para as combinações com os casos 1, 2 e 3 respectivamente. Os valores pequenos mostram que a correlação entre os rankings é pequena. A avaliação do gestor quanto à ciclabilidade de seu município tem baixa correlação com os

resultados apresentados pelo modelo *Fuzzy* GPDEA sobre a análise da eficiência dos transportes não motorizados. Na construção do modelo foram consideradas um número mais amplo de variáveis que no questionário aplicado. Vale ressaltar que os resultados do questionário estão baseados na opinião dos entrevistados, o que não deixa de ser uma análise subjetiva da ciclabilidade dos municípios.

Tabela 31: *Ranking* de municípios: resultado do questionário aplicado.

Município	Σ	<i>Ranking</i>
M1	73	7°
M2	96	3°
M3	56	9°
M4	90	4°
M5	55	10°
M6	79	5°
M7	105	1°
M8	79	5°
M9	69	8°
M10	97	2°
M11	78	6°

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 VERIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS E CONTRIBUIÇÕES DA TESE

Nesta Tese se identificou e analisou os pontos críticos da inserção do transporte não motorizado no planejamento urbano dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

Em base as entrevistas realizadas e questionários aplicados aos gestores responsáveis pelo transporte não motorizado de 11 municípios da RMVPLN se caracterizou as condições e a importância do uso do transporte em bicicleta e a pé nestes municípios. Observou-se que o uso do transporte não motorizado é um fenômeno relevante para mobilidade cotidiana dos municípios da região estudada, fazendo parte dos hábitos de transporte, principalmente da população de baixa renda, e seus motivos predominantes de viagens são casa-trabalho-casa ou casa-escola-casa. Os municípios estudados oferecem características geográficas que facilitam o uso da bicicleta e caminhada como transporte, por suas distâncias de viagens, clima, relevo, entre outros.

Existe uma clara dificuldade de aterrissar as ações referentes à mobilidade urbana da esfera Federal para a esfera Municipal na região estudada. As legislações e recursos a nível Federal incentivam que o transporte não motorizado seja incluído nos planos e projetos de mobilidade urbana dos municípios, mas na prática se observa dificuldades por parte dos governos locais em cumprirem com a legislação e acederem aos recursos disponíveis. Seja por falta de recursos, falta de servidores públicos capacitados, interesse político, desenho urbano das cidades, entre outros.

Os municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte apresentam mudanças significativas em relação a gestão de sua mobilidade urbana e aos incentivos ao uso da bicicleta e caminhada como meio de transporte, principalmente ações que contemplem a ampliação da infraestrutura (ciclovias, calçadas, passeios e estacionamentos). A mobilidade urbana vem sendo um tema de grande preocupação das autoridades locais da RMVPLN, motivados pelas exigências da Lei Federal 12.587. O transporte não motorizado também tem ganhado espaço nas discussões sobre o tema na região e muitos gestores municipais estão convencidos sobre sua importância como meio de transporte em suas cidades.

Ao mesmo tempo a falta de conexão das ciclovias entre si e a destinos variados, assim como carência por uma infraestrutura adequada, tanto para caminhada como para bicicleta, evidencia o desfavorecimento destes modos de transporte nas políticas públicas vigentes. A

utilização inadequada das vias prioritárias para bicicletas (ciclovias, ciclofaixas e faixas compartilhadas), e o desrespeito a pedestres e ciclistas desestimulam potenciais usuários.

Foi proposto um instrumento para subsidiar a tomada de decisão da gestão da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte quanto ao planejamento de seu transporte não motorizado. E com os dados disponíveis se exemplificou seu uso, o que possibilitou a avaliação da eficiência relativa da mobilidade urbana vinculada ao transporte não motorizado dos municípios em análise.

O modelo *Fuzzy* GPDEA se mostrou uma ferramenta muito útil para avaliação da eficiência de políticas que impulsionem o uso do transporte não motorizado. A presente aplicação apontou aos gestores os pontos críticos do uso do transporte não motorizado nos municípios estudados, apesar dos dados de saída do modelo terem sido estimados. Para que o modelo possa melhor representar a realidade, os dados de saída devem ser baseados em Pesquisas Origem Destino.

Um dos grandes benefícios do modelo proposto é uma visão integral do Vale do Paraíba e Litoral Norte, o que permite o desenvolvimento de políticas públicas mais adequadas para a Região Metropolitana e a cooperação entre os municípios que a formam.

Também se identificou os fatores críticos do planejamento do transporte não motorizado nos municípios da RMVPLN. Nas entrevistas os entrevistados mencionaram quais eram as principais dificuldades enfrentadas por seus municípios na gestão do transporte não motorizado. E a partir das otimizações realizadas foram identificadas as variáveis críticas do modelo, que também podem ser interpretadas como pontos críticos do planejamento e gestão do transporte não motorizado nos municípios analisados. E se identificou possíveis melhorias para os municípios ineficientes.

E se pode afirmar que a presente Tese contribuiu para o entendimento e enriquecimento do conhecimento sobre a inserção do transporte não motorizado no planejamento dos municípios brasileiros.

5.2 SUGESTÕES PARA CONTINUIDADE DO ESTUDO

Muito embora a presente Tese tenha se empenhado em uma pesquisa bastante abrangente sobre a inserção do transporte não motorizado nos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, o trabalho apresenta algumas limitações. E espera-se que se possa estender as aplicações desta abordagem de pesquisa a outros estudos, de forma a melhorar e

aprofundar o entendimento sobre a gestão do transporte não motorizados nos municípios brasileiros.

Uma das limitações foi a dificuldade de encontrar dados oficiais principalmente relacionados ao número de viagens realizadas em bicicleta e caminhada nos municípios estudados. Assim, uma linha de pesquisa em potencial é a aplicação do modelo *Fuzzy* GPDEA proposto (com as mesmas variáveis de entrada e saída), considerando como Unidades de tomada de decisão, municípios que possuem dados oficiais de viagens em bicicleta e a pé. E verificar se as variáveis críticas da otimização são as mesmas encontradas por esta Tese.

Outra limitação que pode ser destacada é que apesar do presente estudo ter tido como foco o nível da gestão municipal da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, uma linha de pesquisa futura é o levantamento de dados junto a sociedade civil, principalmente usuários do transporte não motorizado. Nesse aspecto, além de estudar a inserção do transporte não motorizado na administração municipal, também seria interessante verificar quais são os principais determinantes da escolha dos munícipes da Região Metropolitana do Vale do Paraíba na escolha de seu modo de transporte e como eles vêm a gestão desenvolvida pelo Governo Local. Para isso se poderia realizar uma pesquisa tipo *survey* para identificar quais são os principais determinantes na escolha do transporte dos munícipes da RMVPLN. Esta análise poderia considerar apenas um município como objeto de análise, resultando em uma profundidade maior na investigação e conhecimento de tal realidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRO, C. V. C. **Bicicleta para cidades sustentáveis: uma leitura do município de Campinas**. [s.l.] Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2013.
- ANAYA, E.; CASTRO, A. **Balance General de la Bicicleta Pública en España**. Girona: [s.n.].
- BAHIA, L. D.; DOMINGUES, E. P. Estrutura de inovações na indústria automobilística brasileira. **Texto para Discussão IPEA**, v. n° 1472, 2010.
- BAL, H.; ÖRKÜ, H. H.; ÇELEBIOĞLU, S. A new method based on the dispersion of weights in data envelopment analysis. **Computers & Industrial Engineering**, v. 54, n. 3, p. 502–512, abr. 2008.
- BAL, H.; ÖRKÜ, H. H.; ÇELEBIOĞLU, S. Improving the discrimination power and weights dispersion in the data envelopment analysis. **Computers & Operations Research**, v. 37, n. 1, p. 99–107, jan. 2010.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edições 70 ed. Lisboa: [s.n.].
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. [s.l.] Edições 70, 2011.
- BARROS, D. C.; PEDRO, L. S. **O papel do BNDES no desenvolvimento do setor automotivo brasileiro**. Brasília, DF: [s.n.]. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro_brasil_em_transicao/Brasil_em_transicao_cap21.pdf>.
- BATISTA, E. A. D. **Bicycle Sharing in Developing Countries: A proposal towards sustainable transportation in Brazilian median cities**. [s.l.] Royal Institute of Technology, 2010.
- BHAT, C. R.; GUO, J. Y.; SARDESAI, R. **Non-motorized travel in the San Francisco bay area**. [s.l.] The University of Texas at Austin, 2005.
- BIKERADAR UK. **Cycling gives £2.9bn boost to British economy**. Disponível em: <<http://www.bikeradar.com/news/article/cycling-gives-29bn-boost-to-british-economy->>. Acesso em: 1 jan. 2015.
- BRASIL. **Lei n° 10.257 de 10 de julho de 2001 - Estatuto das Cidades** Brasília, DF, 2001.
- BRASIL. **Lei n° 10.683, de 28 de maio de 2003** Brasília, DF, 2003.
- BRASIL. **Lei 12.587 de 3 de janeiro de 2012 - Política Nacional de Mobilidade Urbana** Brasília, DF, 2012.
- BRUNDTLAND, G. H. Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. v. 4, n. 1, p. 300, 1987.

- BYPAD. **ByPad Audits**. Disponível em: <http://www.bypad.org/cms_site.phtml?id=2952>. Acesso em: 5 jun. 2014.
- CAVILL, N. et al. Economic analyses of transport infrastructure and policies including health effects related to cycling and walking: A systematic review. **Transport Policy**, v. 15, n. 5, p. 291–304, 2008.
- CERVERO, R.; CALDWELL, B.; CUELLAR, J. Bike-and-Ride: Build It and They Will Come. **Journal of Public Transportation**, v. 16, n. 4, p. 83–105, 2013.
- CÉSAR, Y. B. **Avaliação da ciclabilidade das cidades brasileiras**. [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 2014.
- CHAPADEIRO, F. C. **Limites e potencialidades do planejamento cicloviário: um estudo sobre a participação cidadã**. [s.l.] Universidade de Brasília, 2011.
- CHARNES, A. et al. Polyhedral Cone-Ratio DEA Models with an illustrative application to large commercial banks. **Journal of Econometrics**, v. 46, n. 1-2, p. 73–91, out. 1990.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.
- CICLOCIDADE. **Carta de compromisso com a mobilidade por bicicletas**. Disponível em: <<http://www.ciclocidade.org.br/projetos/347>>. Acesso em: 1 jan. 2015.
- DUARTE, C. F. **Forma e movimento**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Proureb, 2006.
- FERNÁNDEZ-HEREDIA, Á.; JARA-DÍAZ, S. Understanding and modeling bicycle use : the role of perceptions . Understanding and modeling bicycle use : the role of perceptions . 2013.
- FERNÁNDEZ-HEREDIA, Á.; MONZÓN, A.; JARA-DÍAZ, S. Understanding cyclists' perceptions, key for a succesful bicycle promotion. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 63, p. 1–11, 2014.
- FIETSBERAAD. **Bicycle policies of the European principals: continuous and integral**. Utrecht: [s.n.].
- GALVÃO, O. J. **Desenvolvimento dos Transportes e Integração Regional no Brasil – uma Perspectiva HistóricaPlanejamento e Políticas Públicas**. Brasília, DF: [s.n.].
- GATERSLEBEN, B.; APPLETON, K. M. Contemplating cycling to work; attitudes and perceptionsin different stages of change. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 41, n. 4, p. 302–312, 2007.
- GONDIM, M. F. **Caderno de desenhos ciclovias**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2006.
- GÖSSLING, S. Urban transport transitions: Copenhagen, city of cyclists. **Journal of**

Transport Geography, v. 33, p. 196–206, 2013.

HANKEY, S. et al. Estimating use of non-motorized infrastructure: Models of bicycle and pedestrian traffic in Minneapolis, MN. **Landscape and Urban Planning**, v. 107, n. 3, p. 307–316, set. 2012.

HATAMI-MARBINI, A.; EMROUZNEJAD, A.; TAVANA, M. A taxonomy and review of the fuzzy data envelopment analysis literature: Two decades in the making. **European Journal of Operational Research**, v. 214, n. 3, p. 457–472, nov. 2011.

IBGE. **Perfil dos Municípios Brasileiros 2012**. Rio de Janeiro: [s.n.].

ILLICH, I. **Energia e Equidade**. 1º edição ed. Lisboa: Sá da Costa, 1975.

IPEA. Mobilidade urbana e posse de veículos : análise da PNAD 2009. **Comunicados do IPEA**, n. 73, p. 14, 2010.

IPEA. **Sistema de Indicadores de Mobilidade Urbana - SIPS**Sistema de Indicadores de Percepção Social - SIPS. Brasília, DF: [s.n.]. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/SIPS/110124_sips_mobilidade.pdf>.

JAHANSHALOO, G. R. et al. Undesirable inputs and outputs in DEA models. **Applied Mathematics and Computation**, v. 169, n. 2, p. 917–925, 2005.

KAO, C.; LIU, S.-T. Fuzzy efficiency measures in data envelopment analysis. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 113, n. 3, p. 427–437, ago. 2000.

KARNER, A.; HONDULA, D. M.; VANOS, J. K. Heat exposure during non-motorized travel: Implications for transportation policy under climate change. **Journal of Transport & Health**, v. 2, n. 4, p. 451–459, dez. 2015.

KEYNES, J. M. **Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero**. Primeira r ed. [s.l.] Fondo de Cultura Econômica de Argentina S.A., 2005.

LIANG, G.-S.; WANG, M.-J. J. Evaluating human reliability using fuzzy relation. **Microelectronics Reliability**, v. 33, n. 1, p. 63–80, jan. 1993.

LITMAN, T. **Evaluating Active Transport Benefits and Costs**Victoria Transport Policy Institute. [s.l: s.n.].

MARTINS, C. DO N. Ações necessárias rumo a uma nova rota tecnológica: o carro elétrico. **LABJOR**, 2015.

MARTINS, R. A. Abordagens Quantitativa e Qualitativa. In: MIGUEL, P. A. C. (Ed.). . **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 45–61.

MCCLINTOCK, H.; CLEARLY, J. Cycle facilities and Cyclists safety. **Transport Policy**, p.

67–77, 1996.

MCTI. **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil. Segunda edição.** Brasília, DF: [s.n.].

MENEZES, E.; MAIA, A. G.; CARVALHO, C. S. C. **Low-carbon policy scenarios for the urban transport sector in São Paulo City: effectiveness and challenges.** Oslo: [s.n.].

MIGUEL, P. A. C. (ED.). **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações.** 2ª Ed ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MINISTERIO DAS CIDADES. **Caderno de Referência para elaboração de: Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades.** Brasília, DF: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/LivroPlanoMobilidade.pdf>>.

MINISTERIO DAS CIDADES. **Caderno de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana - PlanMob 2015.** Brasília, DF: [s.n.].

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Política nacional de mobilidade urbana sustentável.** Brasília, DF: [s.n.].

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Código de trânsito brasileiro e legislação complementar em vigor.** Brasília, DF: [s.n.].

PARKIN, J.; WARDMAN, M.; PAGE, M. Models of perceived cycling risk and route acceptability. **Accident; analysis and prevention**, v. 39, n. 2, p. 364–71, mar. 2007.

PASCOAL, E. T. **Novo regime automotivo brasileiro: desafios e oportunidades da Região Sul Fluminense.** [s.l.] Universidade Estadual Paulista, 2015.

PEARRE, N. S. et al. Electric vehicles: How much range is required for a day's driving? **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 19, n. 6, p. 1171–1184, dez. 2011.

PUCHER, J.; BUEHLER, R. Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany. **Transport Reviews**, v. 28, n. 4, p. 495–528, 2008.

PUCHER, J.; DILL, J.; HANDY, S. Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: an international review. **Preventive medicine**, v. 50 Suppl 1, p. S106–25, jan. 2010.

PUCHER, J.; KOMANOFF, C.; SCHIMEK, P. Bicycling renaissance in North America? Recent trends and alternative policies to promote bicycling. **Transportation Research 33-A**, p. 625–654, 1999.

RIETVELD, P.; DANIEL, V. Determinants of bicycle use: do municipal policies matter? **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 38, n. 7, p. 531–550, ago. 2004.

ROMERO-LANKAO, P.; QIN, H.; BORBOR-CORDOVA, M. Exploration of health risks related to air pollution and temperature in three Latin American cities. **Social Science and Medicine**, v. 83, p. 110–118, 2013.

RUIZ, T.; BERNABÉ, J. C. Measuring factors influencing valuation of nonmotorized improvement measures. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 67, p. 195–211, set. 2014.

SÁNCHEZ, L.; CARVALHO, C.; JORDÁN, R. El papel de las áreas urbanas en la mitigación de los gases de efecto invernadero. In: SÁNCHEZ, R. (Ed.). **Respuestas urbanas al cambio climático en América Latina**. Santiago, Chile: [s.n.]. p. 160.

SEGADILHA, A. B. P.; SANCHES, S. DA P. **Fatores que influenciam na escolha da rota pelos ciclistas e seus métodos de identificação**. III Simpósio de pós graduação em Engenharia Urbana. **Anais...**São Carlos: 2012

SILVA, A. F. DA; MARINS, F. A. S. Revisão da literatura sobre modelos de Programação por Metas determinística e sob incerteza. **Produção**, v. 25, n. 1, p. 92–112, 2015.

SILVA, A. F. DA; MARINS, F. A. S.; SANTOS, M. V. B. Programação por Metas, Análise por Envoltória de Dados e Teoria Fuzzy na avaliação da eficiência sob incerteza: aplicação em minifábricas do segmento de autopeças. **Gestão & Produção**, p. 543–554, 2014.

SILVA, A. N. R. DA et al. A comparative evaluation of mobility conditions in selected cities of the five Brazilian regions. **Transport Policy**, v. 37, p. 147–156, jan. 2015.

SILVA, C. O. DA. **Cidades concebidas para o automóvel: mobilidade urbana nos planos diretores posteriores ao Estatuto da cidade**. [s.l.] Universidade de Brasília, 2009.

SOUSA, P. B. **Análise de fatores que influem no uso da bicicleta para fins de planejamento cicloviário**. [s.l.] Universidade de Sao Paulo, 2012.

SPENCER, P. et al. The effect of environmental factors on bicycle commuters in Vermont: influences of a northern climate. **Journal of Transport Geography**, v. 31, p. 11–17, jul. 2013.

STEIN, P. P. **Introdução ao gerenciamento da mobilidade sustentável**. 1º edição ed. [s.l.] Editora Biblioteca 24 horas, 2015.

SUEYOSHI, T.; GOTO, M. A combined use of DEA (Data Envelopment Analysis) with Strong Complementary Slackness Condition and DEA–DA (Discriminant Analysis). **Applied Mathematics Letters**, v. 24, n. 7, p. 1051–1056, jul. 2011.

TASTLE, W. J.; WIERMAN, M. J. An information theoretic measure for the evaluation of ordinal scale data. **Behavior research methods**, v. 38, n. 3, p. 487–494, 2006.

TRANSPORTE ATIVO. **Perfil do Ciclista Brasileiro**. [s.l: s.n.]. Disponível em:

<<http://ta.org.br/perfil/ciclista.pdf>>.

TSAY, S.-P.; HERRMANN, V. **Rethinking Urban Mobility: sustainable policies for the century of the city.** Washington, DC: [s.n.]. Disponível em: <http://carnegieendowment.org/files/urban_mobility.pdf>.

UNEP. **Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication.** [s.l: s.n.].

VASCONCELOS, E. A. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas.** São Paulo: Annablume, 2000.

WAHLGREN, L. **Studies on bikeability in a metropolitan area using the active commuting route environment scale (acres).** [s.l: s.n.].

XAVIER, G. N. A. **O Desenvolvimento e a insecão da bicicleta na política de mobilidade urbana brasileira.** [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

ZADEH, L. A. Fuzzy Sets. **Information and Control**, v. 8, n. 3, p. 338–353, 1965.

APÊNDICE A - CARTA ENVIADA PARA OS SRS. SECRETÁRIOS RESPONSÁVEIS PELO TRANSPORTE NÃO MOTORIZADO PARA SOLICITAÇÃO DA ENTREVISTA.

Prezado (a) Sr. (a),

Sou Doutoranda em Engenharia da UNESP-Guaratinguetá, na área de conhecimento – Gestão e Otimização. Estou desenvolvendo uma tese sobre o *Uso do transporte não motorizado na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte*.

Um dos instrumentos para o levantamento de dados da minha pesquisa é uma entrevista a ser aplicada junto aos gestores municipais de transporte, que gostaria de realizá-la pessoalmente. Por gentileza, solicito o agendamento de uma data para que eu possa realizar a entrevista e esclarecer quaisquer pontos que se façam necessário.

Gostaria de contar com sua contribuição, que será muito relevante para a pesquisa que tem como objeto de estudo os municípios do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

De acordo com os preceitos éticos, informo que sua participação será absolutamente sigilosa, não constando seu nome ou qualquer outro dado que possa identificá-lo no manuscrito final da tese ou em qualquer publicação posterior referente a esta pesquisa.

Antecipadamente, agradeço a sua atenção.

Cristiane Silva de Carvalho

UNESP-Guaratinguetá

Área de conhecimento: Gestão e Otimização

APÊNDICE B: PAUTA ENTREVISTA APLICADA AOS RESPONSÁVEIS PELO TRANSPORTE NÃO MOTORIZADO DAS CIDADES SELECIONADAS.

1. Quando foi a última atualização do Plano Diretor do município?
2. O município possui Plano de Mobilidade Urbana? Em que ano foi elaborado?
3. Como o transporte não motorizado (pedestres e bicicletas) está contemplado no Plano Diretor? E no Plano de Mobilidade Urbana?
4. Caso o Plano Diretor esteja passando por atualizações, quais deverão ser as modificações que serão feitas em relação ao uso do transporte não motorizado (caminhada e bicicleta)?
5. Que o tipo de apoio o município recebeu dos governos federal e estadual na elaboração do PD e PMU?
6. Em que grau o Plano de Mobilidade Urbana irá contribuir para um melhor planejamento do transporte no município na prática? Por quê? Quais os motivos?
7. Como são vistos o uso da bicicleta e a caminhada no município? Atividade recreativa ou modo de transporte?
8. O que já foi feito no município para incentivar a caminhada e o uso da bicicleta como alternativas de transporte? E quais as ações/ iniciativas estão em execução?
9. Quem está envolvido no desenvolvimento das iniciativas de mobilidade urbana no município? Sociedade civil, secretarias do governo local, outros?
10. Quem procura incentivar o uso da bicicleta como modo de transporte no município?
11. Qual a forma de comunicação com a sociedade civil? Existe algum comitê ou comissão relacionada aos temas de transporte?
12. Qual é a formação dos servidores públicos municipais responsáveis pela mobilidade urbana?
13. Como você avalia a infraestrutura para caminhada e para bicicleta no município?
14. Quantos quilômetros de vias exclusivas para bicicleta estão construídos? E quantos foram construídos recentemente (nesta gestão)?
15. Existem projetos em conjunto com outras secretarias, como com a secretária de saúde e/ ou meio ambiente?
16. A prefeitura tem estimativa sobre o número de usuários de bicicleta no município?
17. Qual o perfil socioeconômico dos usuários de bicicleta?
18. Qual a porcentagem dos recursos destinados à mobilidade urbana que é destinada a ações/ iniciativas de transporte não motorizado (bicicleta e caminhada)?
19. Quais são as fontes de referência que a prefeitura utiliza para elaboração de projetos de transporte não motorizado (consultorias, cidades modelos, servidores públicos a nível federal e estadual)?
20. Quem é contra o uso da bicicleta como modo de transporte? O que faz contra as iniciativas?
21. As vias exclusivas para bicicleta são respeitadas?
22. Quais são as principais dificuldades enfrentadas na implementação de ações/ iniciativas que favorecem o transporte não motorizado?
23. O que impulsiona o desenvolvimento de ações/ iniciativas relacionadas ao transporte não motorizado?

APÊNDICE D: MATRIZ VALORES DAS SAÍDAS INDESEJADAS SOB INCERTEZA.

	z1	z2	z3	z4	z5	z6	z7	z8	z9	z10
DMU/ Outputs	Nº de vítimas em homicídio doloso	Homicídio culposo por acidente de trânsito	Estupro	Furto veículos	Furto (outros)	Roubo de veículos	Roubo (outros)	Vítimas de acidentes terrestres (taxa de mortalidade por 100.000 habitantes)	Óbitos de pedestres	Óbitos de ciclistas
unidade	Limites Superiores e inferiores Lógica Fuzzy									
D1	8; 9; 9	7; 11; 15	15; 17; 19	165; 179; 193	882; 928; 973	138; 152; 166	336; 338; 339	17; 21; 24	2; 6; 10	0; 1; 2
D2	32; 34; 35	15; 21; 26	29; 42; 55	207; 226; 244	1611; 1645; 1678	27; 33; 38	475; 512; 548	15; 24; 32	0; 6; 12	0; 2; 4
D3	8; 9; 9	6; 7; 7	15; 16; 16	63; 67; 70	742; 751; 760	5; 7; 9	167; 197; 227	9; 16; 22	0; 2; 4	0; 1; 3
D4	18; 24; 29	10; 12; 13	20; 25; 29	68; 88; 108	925; 1048; 1171	35; 44; 53	305; 322; 339	14; 20; 26	4; 6; 8	0; 1; 2
D5	39; 53; 67	25; 26; 26	61; 68; 75	562; 574; 585	2223; 2233; 2243	490; 558; 625	1244; 1341; 1437	18; 22; 26	3; 6; 9	0; 0; 1
D6	18; 19; 20	5; 10; 14	12; 22; 31	59; 60; 60	790; 807; 824	18; 21; 24	364; 403; 441	11; 24; 37	2; 7; 12	0; 1; 1
D7	24; 32; 39	21; 27; 32	30; 33; 36	165; 169; 173	1298; 1336; 1374	105; 117; 128	781; 784; 786	14; 18; 22	3; 4; 5	0; 1; 2
D8	55; 64; 72	55; 59; 63	126; 140; 153	1810; 1843; 1875	5293; 5570; 5847	1032; 1099; 1166	2872; 3034; 3196	16; 19; 21	3; 5; 8	0; 0; 0
D9	16; 22; 27	14; 14; 14	26; 32; 38	67; 86; 105	1425; 1536; 1647	13; 16; 18	316; 328; 339	15; 25; 35	1; 5; 9	0; 1; 3
D10	44; 49; 54	22; 26; 29	36; 42; 47	502; 601; 700	3612; 3688; 3764	357; 394; 430	1629; 1634; 1638	10; 14; 18	1; 3; 5	0; 1; 3
D11	15; 19; 22	11; 12; 12	15; 23; 30	62; 72; 82	1142; 1154; 1166	7; 10; 12	267; 269; 270	13; 19; 25	1; 4; 6	0; 1; 3
D12	1198; 1227; 1256	519; 529; 538	2292; 2598; 2903	48477; 49090; 49703	190717; 196011; 201305	49344; 50029; 50713	126526; 143368; 160210	11; 12; 13	5; 5; 6	0; 0; 1
D12	61; 82; 102	48; 69; 90	9265; 9646; 10026	110690; 116730; 122769	7708; 7774; 7840	78659; 88711; 98763	2081; 2344; 2606	16; 19; 21	3; 5; 8	0; 0; 1
Fonte	SSP (2013, 2014)	SSP (2013, 2014)	SSP (2013, 2014)	SSP (2013, 2014)	SSP (2013, 2014)	SSP (2013, 2014)	SSP (2013, 2014)	Detran (2006 - 2011)	Detran (2006 - 2011)	Detran (2006 - 2011)

APÊNDICE E: MATRIZ VALORES DAS SAÍDAS SOB INCERTEZA.

DMU/ Outputs	Mobilidade a pé (Viagem por dia) - y1	Mobilidade bicicleta (viagem por dia) - y2	Mobilidade Transporte não Motorizado (km/dia) - y3
	Limites Superiores e inferiores Lógica Fuzzy		
D1	31358; 31905; 32451	9323; 9785; 10248	76277; 81530; 86859
D2	44370; 44681; 44992	8067; 8124; 8180	80672; 90389; 105571
D3	28504; 28943; 29382	8474; 8876; 9279	69335; 73627; 77948
D4	49312; 49446; 49581	8966; 8990; 9015	89658; 98973; 114057
D5	92934; 93288; 93642	16897; 16961; 17026	168971; 187204; 216432
D6	30539; 31025; 31512	9079; 9515; 9951	74283; 79013; 83784
D7	64678; 65029; 65381	11760; 11824; 11887	117596; 131015; 152230
D8	422047; 424608; 427169	25197; 25350; 25503	566929; 577902; 589344
D9	27359; 27959; 28559	8134; 8576; 9019	66548; 72171; 77956
D10	133769; 135826; 137883	13934; 15409; 16884	195080; 212406; 230017
D11	29156; 29722; 30288	8668; 9116; 9565	70921; 76290; 81771
D12 (1)	9227872; 9252000; 9276128	225070; 282220; 339371	10128153; 10783664; 11446275
D12 (2)	393039; 395236; 397433	23465; 23596; 23727	527963; 537470; 547442
Fonte	ANTP 2007-2011	ANTP 2007-2011	ANTP 2007-2013

APÊNDICE F: MATRIZ VALORES DAS ENTRADAS SOB INCERTEZA.

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7
DMU/ Inputs	Área	População	Inclinação ruas	Temperatura média	Índice pluviométrico	Índice de envelhecimento	Razão de sexos
Limites Superiores e inferiores Lógica Fuzzy							
unidade	km2	habitantes	%	°C	mm		
D1	369; 369; 369	85398; 86872; 88346	1,9; 2,6; 3,2	21; 22; 23	1307; 1438; 1568	58; 59; 64	98; 98; 98
D2	485; 485; 485	102254; 105626; 108998	0,8; 1; 1,2	25; 26; 27	1758; 1934; 2109	52; 53; 57	97; 98; 98
D3	306; 306; 306	77321; 77951; 78581	2,1; 2,9; 3,7	22; 23; 24	1502; 1652; 1802	63; 65; 69	95; 95; 95
D4	753; 753; 753	112684; 114065; 115446	3,4; 4,6; 5,8	22; 23; 24	1312; 1443; 1574	70; 71; 76	93; 93; 93
D5	464; 464; 464	212822; 216463; 220103	1,4; 1,8; 2,2	21; 22; 23	1233; 1356; 1479	55; 57; 61	95; 95; 95
D6	414; 414; 414	82925; 83789; 84653	0,8; 1; 1,2	22; 23; 24	1300; 1430; 1560	62; 64; 68	93; 93; 93
D7	730; 730; 730	148593; 152275; 155957	1,5; 1,9; 2,2	22; 23; 24	1437; 1581; 1724	50; 52; 57	97; 97; 97
D8	1099; 1099; 1099	637565; 655061; 672556	1,1; 1,6; 2	21; 22; 23	1305; 1435; 1566	51; 52; 57	96; 96; 96
D9	400; 400; 400	75155; 78008; 80861	0,9; 2,4; 3,8	24; 25; 26	1290; 1419; 1548	37; 38; 41	99; 99; 99
D10	625; 625; 625	281393; 287588; 293782	1,1; 1,7; 2,2	22; 23; 24	1347; 1482; 1617	59; 60; 65	96; 96; 96
D11	724; 724; 724	79706; 81798; 83890	0,5; 1; 1,4	23; 24; 25	2154; 2370; 2585	45; 47; 51	98; 98; 99
D12 (1)	1509; 1515; 1521	11312351; 11446675; 11581798	0,4; 1,6; 5,3	20; 22; 26	1739; 1913; 2087	62; 63; 67	90; 90; 90
D12 (2)	450; 450; 450	593183; 608461; 623739	4,1; 4,5; 4,9	22; 23; 24	1311; 1442; 1573	57; 60; 63	98; 98; 98
Fonte	Seade, IBGE (2015)	Seade (2011, 2015)	Google Maps	Cepagri/ Unicamp (1960-1990); IPCC (2014)	Cepagri/ Unicamp (1960-1990); IPCC (2014)	Seade (2012, 2014)	Seade (2012, 2014)

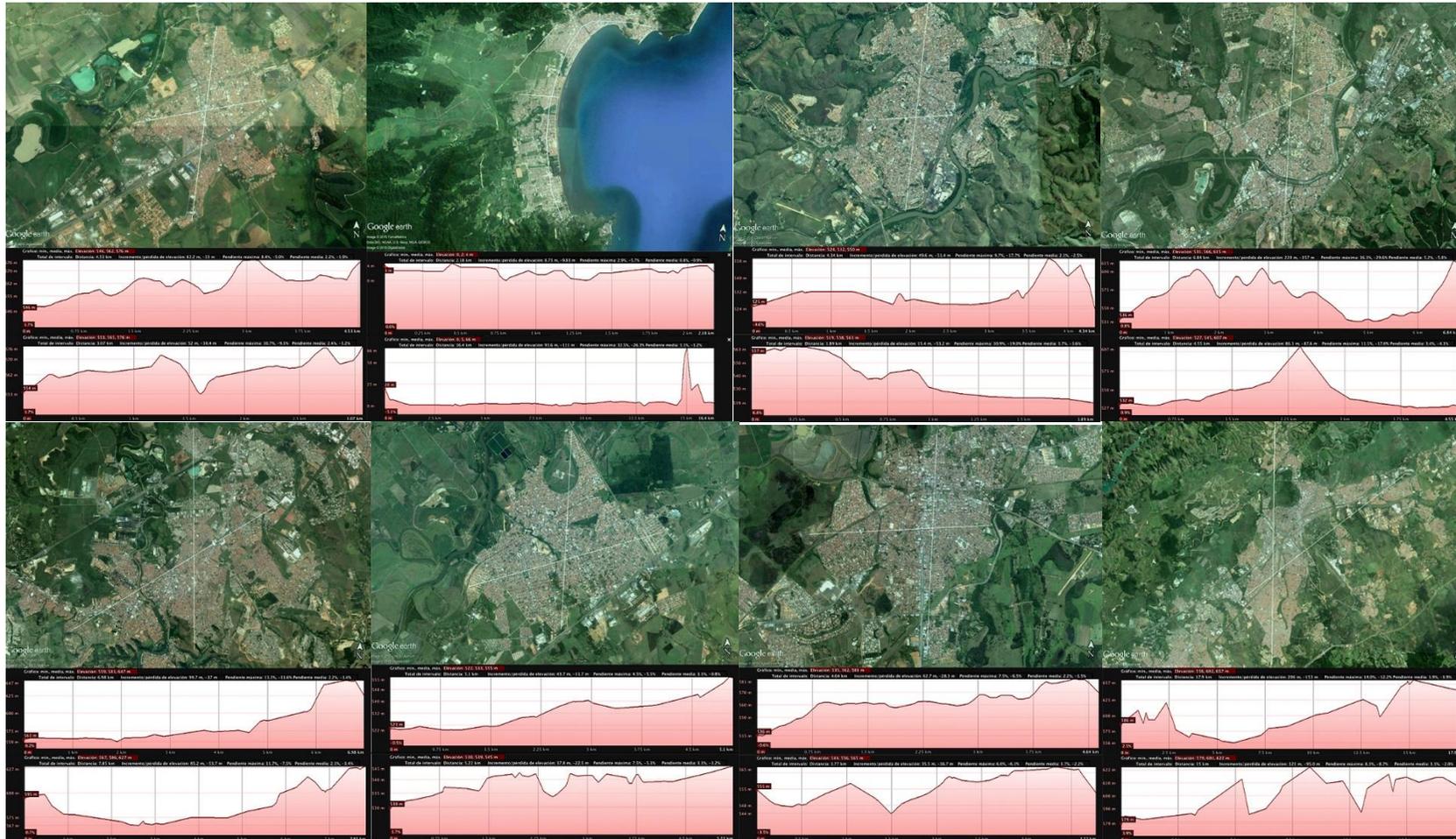
APÊNDICE G: MATRIZ VALORES DAS ENTRADAS SOB INCERTEZA (CONT.).

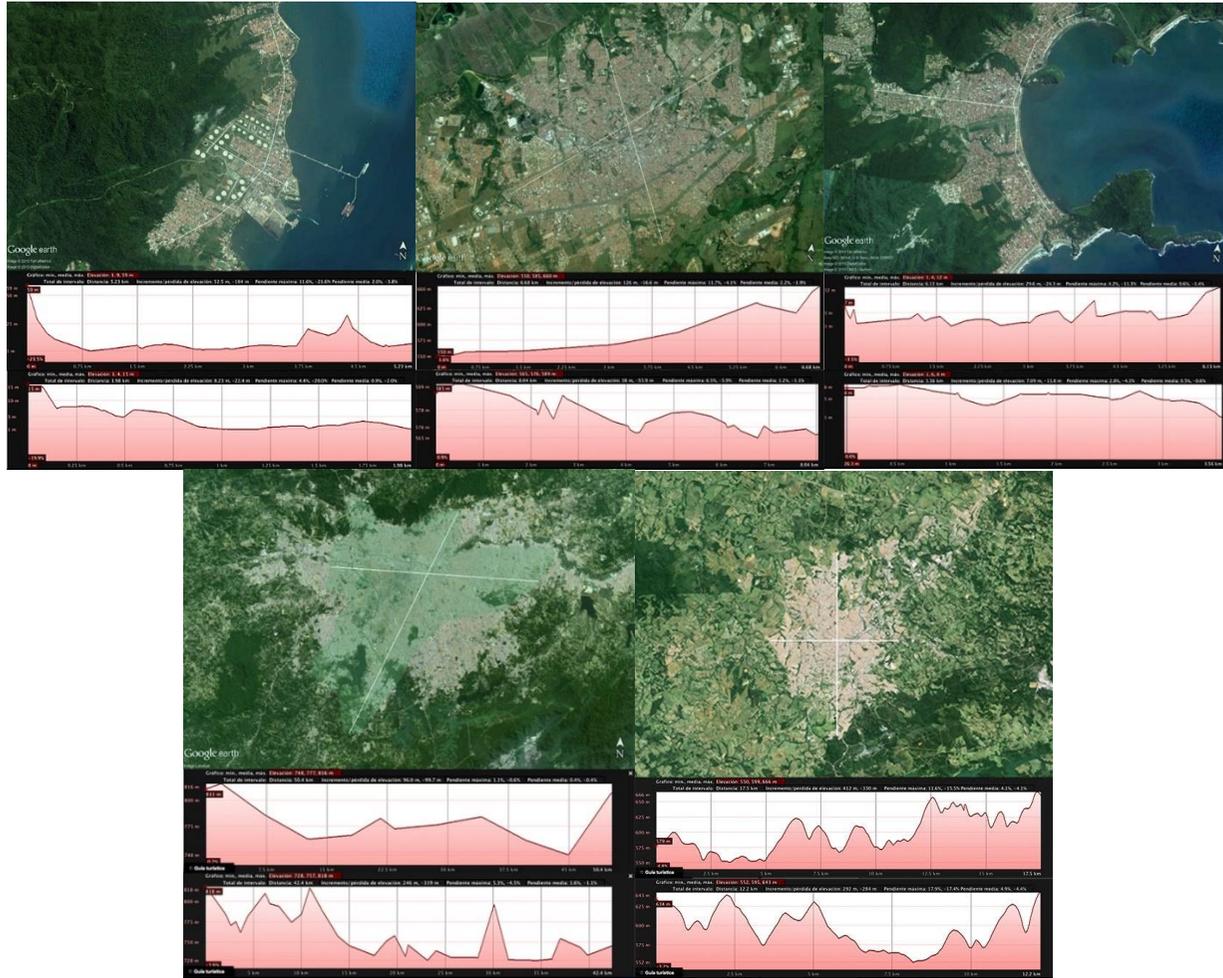
	x8	x9	x10	x11	x12	x13
DMU/ Inputs	Índice de desigualdade	Rendimento médio empregos formais	PIB	Receita municipal	Despesa municipal	Despesa municipal urbanismo+transporte
Limites Superiores e inferiores Lógica Fuzzy						
unidade		Reais correntes	milhões de reais correntes	Reais	Reais	Reais
D1	0,5; 0,5; 0,5	1903; 2143; 2383	2137; 2315; 2494	215851045; 238410774; 260970503	175333065; 189828523; 204323981	31685654; 33684719; 35683784
D2	0,5; 0,5; 0,5	1412; 1568; 1723	1147; 1362; 1577	435409338; 469092330; 502775323	362182536; 375911502; 389640468	64699713; 67591257; 70482801
D3	0,4; 0,5; 0,5	1875; 2190; 2460	1022; 1205; 1327	156200275; 160386330; 164572384	142626473; 142747095; 142867718	8844358; 9334876; 9825395
D4	0,5; 0,6; 0,8	1786; 1992; 2210	2205; 2331; 2475	253331750; 258945392; 264559034	229680297; 230147495; 230614693	22258890; 24233011; 26207132
D5	0,4; 0,5; 0,5	1939; 2120; 2284	4832; 5486; 5752	665277729; 692719343; 720160957	572382422; 591352114; 610321807	32525959; 37301689; 42077419
D6	0,5; 0,5; 0,6	1454; 1621; 1845	1190; 1357; 1473	161511191; 170021891; 178532591	132168720; 146798810; 161428900	13587356; 19859829; 26132303
D7	0,5; 0,5; 0,6	2000; 2257; 2485	3752; 4144; 4679	365912515; 370858631; 375804748	321178270; 336017668; 350857065	36728747; 42478301; 48227856
D8	0,5; 0,5; 0,6	2367; 2583; 2832	22015; 24845; 28089	2119689139; 2295530885; 2471372631	1739602115; 1851925090; 1964248065	91122210; 93753752; 96385293
D9	0,5; 0,5; 0,5	1836; 2103; 2331	2360; 2871; 3132	522395041; 548731713; 575068385	467965621; 469399881; 470834140	63694462; 73631485; 83568509
D10	0,4; 0,5; 0,6	2072; 2296; 2487	8324; 9316; 9778	879874899; 896693257; 913511615	690976058; 694507767; 698039475	80540452; 89639327; 98738201
D11	0,4; 0,5; 0,6	1143; 1336; 1536	844; 955; 1076	223582089; 236409258; 249236428	195195373; 215224402; 235253431	14604209; 17775048; 20945887
D12 (1)	0,5; 0,6; 0,7	2360; 2700; 3046	389285; 453577; 499375	40465583922; 41910837678; 43356091434	36783526412; 39221825708; 41660125005	6558025353; 6749587036; 6941148719
D12 (2)	0,4; 0,5; 0,5	1838; 2092; 2346	14144; 16808; 19019	1962985032; 2190089429; 2417193826	1645946742; 1860110599; 2074274457	186450139; 296374094; 406298049
Fonte	IPEA Data (2011)	Seade (2010, 2011, 2012, 2013)	Seade (2009 - 2012)	Siconfi (2013, 2014)	Siconfi (2013, 2014)	Siconfi (2013, 2014)

APÊNDICE H: MATRIZ VALORES DAS ENTRADAS SOB INCERTEZA (CONT.).

	x14	x15	x16	x17	x18	x19
DMU/ Inputs	Despesa municipal gestão ambiental	Ciclovias e ciclo faixas	Frota de automóveis	Frota de onibus	Frota de motocicletas	Preço passagem ônibus
Limites Superiores e inferiores Lógica Fuzzy						
unidade	Reais	km	veículos	veículos	veículos	Reais
D1	47247; 53236; 59224	0; 5; 9	29993; 30905; 31816	176; 204; 231	8230; 8427; 8624	2,74; 3; 3,26
D2	1737933; 2187664; 2637396	27; 30; 32	27338; 28435; 29532	107; 115; 122	13086; 13470; 13853	2,74; 3; 3,26
D3	3776802; 3790171; 3803539	0; 0; 0	21760; 22202; 22643	40; 43; 46	7568; 7762; 7955	2,56; 2,8; 3,04
D4	892; 143532; 286172	4; 6; 8	37028; 37913; 38798	180; 191; 202	12715; 12999; 13282	2,65; 2,9; 3,15
D5	26181314; 32171810; 38162307	2; 4; 5	76232; 77991; 79749	356; 359; 362	18381; 18716; 19051	3,11; 3,4; 3,69
D6	5182414; 3509009; 1835605	0; 0; 1	23244; 23888; 24531	36; 37; 37	8637; 8803; 8968	2,74; 3; 3,26
D7	885285; 1176338; 1467391	21; 26; 30	47651; 48834; 50017	198; 200; 201	15791; 16182; 16573	2,93; 3,2; 3,47
D8	8016344; 15507317; 22998289	40; 53; 66	264856; 269787; 274717	1625; 1660; 1695	50570; 51234; 51897	2,74; 3; 3,26
D9	3861818; 4162628; 4463437	10; 13; 15	14741; 15305; 15869	172; 174; 175	6917; 7130; 7343	2,74; 3; 3,26
D10	707490; 919732; 1131974	8; 12; 15	114031; 116012; 117993	800; 811; 822	43290; 44218; 45145	2,47; 2,7; 2,93
D11	12952282; 13746875; 14541467	10; 13; 16	16533; 17273; 18013	76; 76; 76	10313; 10648; 10982	2,65; 2,9; 3,15
D12 (1)	212829124; 230468378; 248107632	63; 182; 301	4971813; 5066270; 5160727	41037; 41977; 42917	799411; 816538; 833664	3,5; 3,8; 4,1
D12 (2)	8964156; 10135383; 11306609	116; 120; 124	268406; 274671; 280936	1634; 1656; 1678	69469; 70537; 71604	3,38; 3,7; 4,02
Fonte	Siconfi (2013, 2014)	Entrevista Gestor/ pagina web prefeitura (2014)	Seade, IBGE 2013-2014	Seade, IBGE 2013-2014	Seade, IBGE 2013-2014	Preços passagens municípios e reajuste IPCA, IBGE

APÊNDICE I: INCLINAÇÃO RUAS DOS MUNICÍPIOS – IMAGENS GOOGLE EARTH.





APÊNDICE J: EQUAÇÕES MODELO FUZZY GPDEA.

As equações dos dois modelos são apresentadas a seguir, junto com os índices, parâmetros, variáveis auxiliares e de decisão, funções objetivo e restrições dos modelos propostos, sabendo que a DMU_0 é a DMU que está em análise. O desenvolvimento dos modelos *Fuzzy GPDEA-CCR* e *Fuzzy GPDEA-BCC* podem ser visualizados com mais detalhes em Silva et al (2014).

Índices

j é o índice das $DMUs$, $j \in J$, $J = \{1, 2, \dots, 7\}$;

r é o índice das saídas, com $r \in R$, $R = \{1, 2\}$;

i é o índice das entradas, $i \in I$, $I = \{1, 2, \dots, 5\}$.

Parâmetros

\tilde{Y}_{r0} e i_0 são, respectivamente, os valores dos limitantes inferiores nos intervalos de definição da função de pertinência triangular para a r -ésima saída *Fuzzy* e a i -ésima entrada *Fuzzy* para a DMU_0 , considerando a média o valor mais provável, sem incerteza.

\tilde{Y}_{r0} e $Já_{i0}$ são, respectivamente, os valores dos limitantes superiores nos intervalos de definição da função de pertinência triangular para a r -ésima saída *Fuzzy* e a i -ésima entrada *Fuzzy* para a DMU_0 , considerando a média o valor mais provável, sem incerteza.

\tilde{Y}_{rj} é o valor do limitante inferior no intervalo de definição da função de pertinência triangular da r -ésima saída *Fuzzy* para a $DMU j$, considerando a média o valor mais provável, sem incerteza.

\tilde{Y}_{rj} é o valor do limitante superior no intervalo de definição da função de pertinência triangular da r -ésima saída *Fuzzy* para a $DMU j$, considerando a média o valor mais provável, sem incerteza.

i_j é o valor do limitante inferior no intervalo de definição da função de pertinência triangular da i -ésima entrada *Fuzzy* para a $DMU j$, considerando a média o valor mais provável, sem incerteza.

i_j é o valor do limitante superior no intervalo de definição da função de pertinência triangular da i -ésima entrada *Fuzzy* para a $DMU j$, considerando a média o valor mais provável, sem incerteza.

α é valor escolhido para a abordagem nível- α , com variação $\alpha \in [0, 1]$.

ψ_{i0} é o coeficiente de α nas restrições vinculado à i -ésima entrada *Fuzzy* da DMU_0 .

ρ_{j0} é coeficiente de α nas restrições vinculado à j -ésima saída *Fuzzy* da DMU_0 .

P_{rj} é o coeficiente de α nas restrições vinculado à r -ésima saída *Fuzzy* da $DMU j$.

ψ_{ij} é o coeficiente de α nas restrições vinculado à i -ésima entrada *Fuzzy* da $DMU j$.

Variáveis auxiliares

As variáveis auxiliares $d^-_1, d^+_1, d^-_2, d^-_{3j}, d_j$ são os desvios associados às metas atribuídas a cada objetivo, conforme explicado na seção 2.

Para seleção das variáveis de entrada e saída do modelo foi realizada uma ampla busca na literatura sobre os determinantes no uso do transporte não motorizado.

As Unidades de Tomada de Decisão são os municípios entrevistados

Variáveis de decisão

u_r é o peso associado à r-ésima saída.

v_i é o peso associado à i-ésima entrada.

Modelo *FUZZY GPDEA-CCR* para análise da eficiência das *DMUs* num cenário pessimista

$$\min \alpha = (d_1^- + d_1^+ + d_2^- + \sum_{j \in J} d_{3j}^- + \sum_{j \in J} d_j) \quad (4)$$

s.a.:

$$\sum_{i \in I} v_i (\tilde{x}_{i0} + \psi_{i0} \alpha) + d_1^- - d_1^+ = 1 \quad (5)$$

$$\sum_{r \in R} u_r (\tilde{y}_{r0} - \rho_{r0} \alpha) + d_2^- - d_2^+ = 1 \quad (6)$$

$$\sum_{r \in R} u_r (\tilde{y}_{rj} - \rho_{rj} \alpha) - \sum_{i \in I} v_i (\tilde{x}_{i0} + \psi_{i0} \alpha) + d_j = 0, \forall j \in J \quad (7)$$

$$M - d_j + d_{3j}^- - d_{3j}^+ = 0, \forall j \in J \quad (8)$$

$$u_r \geq 0, \forall r \in R \quad (9)$$

$$v_i \geq 0, \forall i \in I \quad (10)$$

$$d_j \geq 0, \forall j \in J \quad (11)$$

$$d_1^+, d_1^-, d_2^+, d_2^- \geq 0, d_{3j}^+, d_{3j}^- \geq 0 \quad (12)$$

Modelo *FUZZY GPDEA-CCR* para análise da eficiência das *DMUs* num cenário otimista

$$\min \alpha = (d_1^- + d_1^+ + d_2^- + \sum_{j \in J} d_{3j}^- + \sum_{j \in J} d_j) \quad (13)$$

s.a.:

$$\sum_{i \in I} v_i (\tilde{X}_{i0} + \psi_{i0} \alpha) + d_1^- - d_1^+ = 1 \quad (14)$$

$$\sum_{r \in R} u_r (\tilde{y}_{r0} - \rho_{r0} \alpha) + d_2^- - d_2^+ = 1 \quad (15)$$

$$\sum_{r \in R} u_r (\tilde{y}_{rj} + \rho_{rj} \alpha) - \sum_{i \in I} v_i (\tilde{X}_{i0} + \psi_{i0} \alpha) + d_j = 0, \forall j \in J \quad (16)$$

$$M - d_j + d_{3j}^- - d_{3j}^+ = 0, \forall j \in J \quad (17)$$

$$u_r \geq 0, \forall r \in R \quad (18)$$

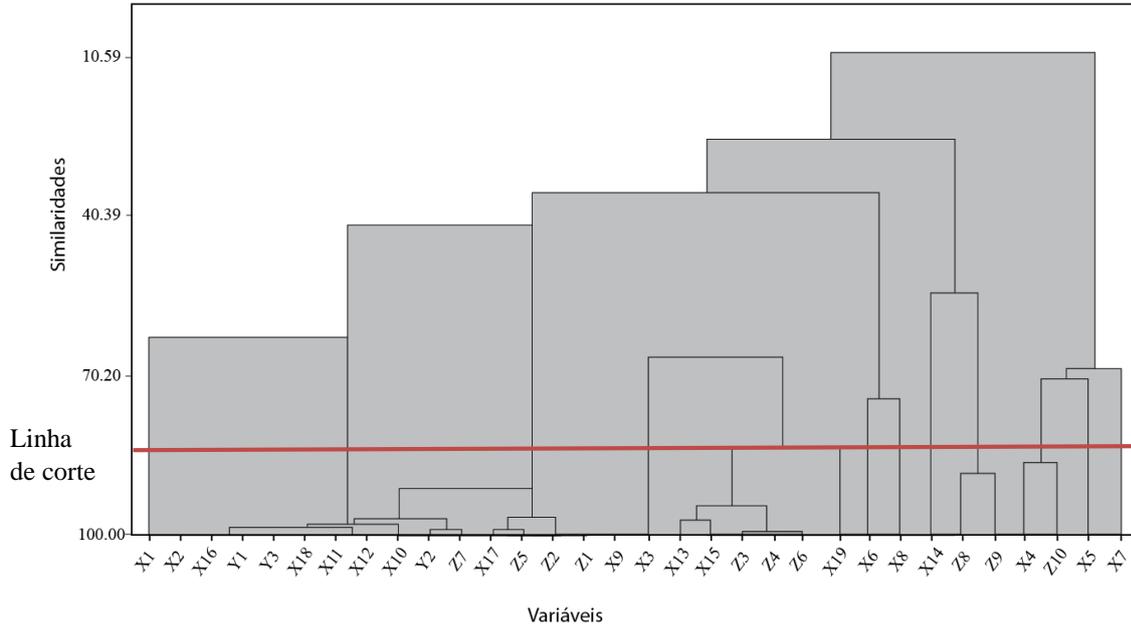
$$v_i \geq 0, \forall i \in I \quad (19)$$

$$d_j \geq 0, \forall j \in J \quad (20)$$

$$d_1^+, d_1^-, d_2^+, d_2^- \geq 0, d_{3j}^+, d_{3j}^- \geq 0 \quad (21)$$

Os modelos *FUZZY GPDEA-BCC* pessimista e *FUZZY GPDEA-BCC* otimista podem ser formulados incluindo a variável auxiliar irrestrita c_0 de forma aditiva nas Equações 6 e 7 e 15 e 16, respectivamente.

APÊNDICE L: AGRUPAMENTO DAS VARIÁVEIS (MINITAB VERSÃO 17).



Resultados Correlação de Postos Spearman.

			Área (km2)	População (habitantes)	Inclinação ruas (%)	Temperatura média	Índice pluvio métrico (mm)	Índice de envelhecimento	Razão de sexos
			VAR00001	VAR00002	VAR00003	VAR00004	VAR00005	VAR00006	VAR00007
PIB (milhões de reais correntes)	VAR0010	Correlation Coefficient	,357	,825**	,354	-,448	-,517	-,112	-,049
		Sig. (2-tailed)	,255	,001	,258	,144	,085	,729	,880
		N	12	12	12	12	12	12	12
Receita municipal (Reais)	VAR0011	Correlation Coefficient	,455	,762**	,053	-,138	-,301	-,378	,196
		Sig. (2-tailed)	,138	,004	,871	,670	,342	,226	,542
		N	12	12	12	12	12	12	12
Despesa municipal exceto intraorçamentária (Reais)	VAR0012	Correlation Coefficient	,434	,748**	,105	-,123	-,252	-,371	,203
		Sig. (2-tailed)	,159	,005	,745	,702	,430	,236	,527
		N	12	12	12	12	12	12	12
Despesa municipal urbanismo+transporte (Reais)	VAR0013	Correlation Coefficient	,336	,706**	,084	,039	-,154	-,378	,357
		Sig. (2-tailed)	,286	,010	,795	,905	,633	,226	,255
		N	12	12	12	12	12	12	12
Despesa municipal gestão ambiental (Reais)	VAR0014	Correlation Coefficient	-,035	,084	-,312	,000	-,259	-,434	,154
		Sig. (2-tailed)	,914	,795	,323	1,000	,417	,159	,633
		N	12	12	12	12	12	12	12

APÊNDICE M: DEVOLUTIVA PARA OS MUNICÍPIOS.

Agradecimentos

As Prefeituras dos 11 municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte (RMVPLN), que gentilmente concederam entrevistas e material para o desenvolvimento do trabalho. Suas contribuições foram essenciais à Tese.

Introdução

A presente devolutiva foi elaborada em base a Tese de Cristiane Silva de Carvalho (2016). Com o objetivo de entregar para as Prefeituras da RMVPLN um instrumento de gestão que os auxilie no processo de tomada de decisão em relação ao transporte não motorizado.

Em 2012 os municípios brasileiros com mais de 20.000 habitantes foram convocados pelo Governo Federal a elaborarem seus Planos de Mobilidade Urbana (Lei 12.587 de 2012), sob a pena de não poderem aceder a financiamentos Federais para o setor de transportes. Entre os objetivos da lei está a integração entre os diferentes modos de transporte dos municípios (Art. 1º da Lei nº 12.587 de 2012).

Políticas de transporte que facilitem o uso do transporte não motorizado são essenciais para o desenvolvimento urbano dos municípios da RMVPLN. Além de trazer benefícios para saúde da população, reduzir as emissões de GEE, diminuir a poluição do ar e sonora, também podem contribuir para diminuição dos problemas causados pelos veículos individuais motorizados, como congestionamento, falta de estacionamentos, entre outros. E suprir, em parte, a demanda por transporte público.

Não é trivial para os municípios criar ações ou iniciativas que incentivem o transporte não motorizado (bicicleta e caminhada). Falta de recursos, poucos servidores públicos, ausência de planejamento em médio e longo prazo, pouco apoio político são algumas das dificuldades enfrentadas pelos municípios da RMVPLN.

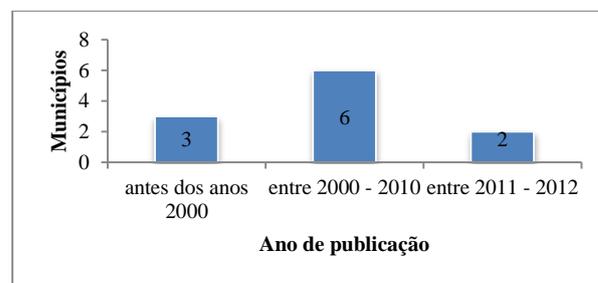
Frente a esta situação, o presente trabalho foi elaborado, com o intuito de identificar e analisar os pontos críticos

da inserção do transporte não motorizado no planejamento urbano dos municípios da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte.

Características da RMVPLN quanto a sua gestão

Por uma questão de confidencialidade quanto à divulgação dos resultados, os municípios estudados não são identificados no trabalho. Os 11 municípios foram chamados de M1 a M11.

A Figura 1 apresenta o período de publicação dos Planos Diretores dos municípios. Observa-se certa disparidade em quão atualizado estão os Planos Diretores dos municípios analisados, apenas 2 deles publicaram seus planos depois do ano 2010.



Até o momento desta análise dos 11 municípios entrevistados, 5 apresentaram seus Planos de Mobilidade Urbana ao Ministério das Cidades, órgão Federal responsável por tais Planos.

Avaliação da “Ciclabilidade” da RMVPLN

Do inglês surge o termo “Ciclabilidade” (CÉSAR, 2014), que vem da palavra Bikeability, e faz menção a quanto a cidade é amiga da bicicleta. O termo se relaciona a fatores ao ato de pedalar nos municípios, rota escolhida e as características que envolvem a interação do ciclista com a bicicleta (WAHLGREN, 2011).

Segundo os resultados da aplicação da Análise dos Dados de Escala Ordinal, das 38 questões avaliadas pelos responsáveis do transporte não motorizado na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, 26 apresentaram concordância e 12 discordância entre as respostas dos entrevistados. Verificou-se um único caso de completo consenso entre as respostas dos entrevistados ao questionário, onde todos os

entrevistados concordam totalmente que os motoristas são multados quando desrespeitam as leis de trânsito em seus municípios.

Em geral os entrevistados da RMVPLN avaliaram de forma positiva as ações do governo local para promover a bicicleta como transporte. Os problemas e/ ou virtudes com maior grau de consenso foram: quantidade de pessoas que usam a bicicleta como modo de transporte com 91%; limpeza ou ausência de detritos nas vias, segurança no trânsito do município e comprometimento do município com a bicicleta com 84%; e município desenvolve ações em busca de tornar a cidade amiga da bicicleta com 77%. As afirmações com maior nível de concordância mostra que tais virtudes ou problemas são os mesmos para as cidades entrevistadas, de acordo a percepção do servidor público.

Por outro lado, o menor grau de consenso, com aproximadamente 16%, 27%, 25%, 37% e 39% respectivamente, referem-se às questões 2.7, 1.4, 1.5, 3.4 e 3.6 que equivalem a «a quantidade de crianças pedalando nas ruas», «pavimento das calçadas», «drenagem urbana», «existe sinalização na via indicando a infraestrutura ciclo viária para os motoristas», «muitos pedestres costumam caminhar sobre as infraestruturas ciclo viárias». Já um alto grau de discordância mostra uma grande diferença entre as realidades dos municípios percebidas por seus gestores.

Modelo proposto

O problema foi delimitado para avaliar a eficiência da combinação dos determinantes do uso do transporte não motorizado nos 12 municípios em análise. As variáveis de entrada e saída do modelo foram separadas em categorias, sendo elas: viagens realizadas em transporte não motorizado, segurança urbana, segurança do trânsito, aspectos físicos, dados socioeconômicos, infraestrutura, transporte motorizado. A partir destas categorias se definiram as variáveis de entradas, saídas e saídas indesejadas do modelo, que estão na Tabela 1, junto com as Unidades de Tomada de Decisão do modelo.

Quadro 1: Unidades de tomada de decisão, variáveis de entrada, saída e saídas indesejadas do modelo.

Unidades de tomada de Decisão	São treze municípios do Estado de São Paulo, sendo onze localizados na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte e os <i>benchmarks</i> (São Paulo (capital) e um município da Região Metropolitana de Sorocaba). As DMUs do modelo estão representadas pela nomenclatura: M1 - Município 1, M2 - Município 2, M3 - Município 3, M4 - Município 4, M5 - Município 5, M6 - Município 6, M7 - Município 7, M8 - Município 8, M9 - Município 9, M10 - Município 10, M11 - Município 11, M12 (1) - Município 12 (1), M12 (2) - Município 12 (2).
Saídas	Y1 - Viagens realizadas em transporte não motorizado: Mobilidade a pé (viagens por dia), Y2 - Mobilidade bicicleta (viagens por dia), Y3 - Mobilidade Transporte não Motorizado (km/dia).
Saídas indesejadas	Segurança urbana: Z1 - n° vítimas homicídio doloso, Z2 - Homicídio culposo por acidente de trânsito, Z3 - Estupro, Z4 - furto (veículos), Z5 - furto (outros), Z6 - roubo (veículos), Z7 - roubo (outros). Segurança trânsito: Z8 - Vítimas de acidentes terrestres (taxa de mortalidade por 100.000 habitantes), Z9 - Óbitos de pedestres (taxa de mortalidade por 100.000 habitantes), Z10 - Óbitos de ciclistas (taxa de mortalidade por 100.000 habitantes).
Entradas	Aspectos físicos: X1 - área (km ²), X2 - população (habitantes), X3 - inclinação ruas (%), X4 - temperatura média (°C), X5 - índice pluviométrico (mm) Dados socioeconômicos: X6 - índice de envelhecimento, X7 - razão de sexos, X8 - índice de desigualdade, X9 - rendimento médio empregos formais (R\$ correntes), X10 - PIB (milhões de R\$ correntes), X11 - Receita municipal (R\$), X12 - Despesa municipal exceto intra orçamentária (R\$), X13 - Despesa municipal urbanismo + transporte (R\$), X14 - Despesa municipal gestão ambiental (R\$) Infraestrutura: X15 - km de ciclovias Transporte motorizado: X16 - Frota automóveis, X17 - frota motocicletas, X18 - frota ônibus, X19 - passagens ônibus urbano (R\$)

As variáveis de entrada e saída do modelo foram identificadas em base aos trabalhos de HANKEY et al., 2012; RIETVELD; DANIEL, 2004, PEZZUTO E SANCHES, (2004); KIRNER E SANCHES, (2011); WAHLGREN, (2011); WHALEN et al., (2013); RUIZ e BARNABÉ, (2014), que identificaram os principais determinantes na escolha do transporte não motorizado como modo de transporte, e também com auxílio de especialistas.

Os dados que alimentaram o modelo GPDEA *Fuzzy* foram coletados entre maio e julho de 2015 nos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Secretária de Segurança Pública do Estado de São Paulo, Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

(SEADE), Associação Nacional de Transporte (ANTP), Base de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA – Data), Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas aplicadas a Agricultura (Cepagri Unicamp), Google Earth, Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (Siconfi – Tesouro Nacional), Departamento Estadual de Trânsito de São Paulo (Detran – SP), sites das prefeituras e entrevistas aos gestores de transporte/trânsito dos municípios objeto da pesquisa. Cabe destacar que não foi possível contar com dados oficiais de viagens em transporte não motorizado, assim as otimizações foram realizadas com dados de viagens em transporte não motorizado estimados em base aos Relatórios anuais dos Sistemas de Informações da Mobilidade Urbana da ANTP. O que relativiza os resultados do modelo proposto.

Para a solução do modelo utilizou-se a linguagem *General Algebraic Modeling System* - GAMS (GAMS, 2013) na versão 23.6.5 e o solver CPLEX na versão 12.2.1. A validação dos resultados foi realizada por meio de consultas com especialistas (acadêmicos e gestores municipais) da área correlata. E a última etapa consistiu na análise dos resultados e conclusões do modelo, que é a elaboração dos resultados da própria Tese.

Casos

Trabalhou-se com três casos de otimizações levando em conta os 11 municípios da RMVPLN e dois municípios do Estado de SP, benchmarks do modelo. No primeiro caso se utilizou como benchmark a capital do Estado de SP e no segundo e terceiro um município da Região Metropolitana de Sorocaba. Ambos municípios vem desenvolvendo ações para facilitar o uso da bicicleta como transporte em seus territórios nos últimos anos. No terceiro caso se realizou uma redução das variáveis de entradas e saídas do modelo a partir da aplicação da Correlação de postos de Spearman e Agrupamento de Variáveis.

Resultados

É necessário ressaltar que os resultados do modelo podem ser melhorados, uma vez que se use dados de Pesquisas Origem e Destino, onde os dados das viagens

de transporte não motorizado são mais próximos da realidade dos municípios. Utilizou-se a Lógica *Fuzzy* para amenizar a imprecisão dos resultados, mas de todas formas as estimações feitas para os dados de saída relativizam os resultados do modelo.

Por se tratar de um trabalho acadêmico, o principal objetivo foi alcançado, o de criar um procedimento que auxilie os tomadores de decisão na elaboração de políticas que facilitem o uso do transporte não motorizado. Já que o modelo *Fuzzy* GPDEA se mostrou uma ferramenta robusta na identificação das variáveis críticas para o uso do transporte, o que permite aos municípios criarem iniciativas específicas de acordo aos seus pontos fortes e fracos, podendo aumentar assim o uso do transporte não motorizado.

A seguir se apresentam os principais resultados do modelo. Para mais informações recomenda-se a leitura da Tese.

O PIB foi significativo nos três casos para a otimização das viagens por dia em bicicleta. Quanto maior o PIB do município, em teoria, maiores serão os investimentos em infraestrutura viária e segurança urbana que o município poderá realizar. O que tem um impacto direto no uso do transporte não motorizado como transporte no município.

As características do clima foram significativas nos casos 2 e 3, sendo representada pela temperatura média ou pelo índice pluviométrico. Considerando os resultados do modelo pode-se afirmar que as temperaturas muito altas, assim como índices pluviométricos elevados influem negativamente no uso do transporte não motorizado como transporte. O estudo de Bhat et. al. (2005) afirmam que chuva, ventos, temperaturas muito altas ou muito baixas influem diretamente no uso da bicicleta ou caminhada como transporte.

A violência urbana dos municípios, representada pelas variáveis estupro, roubo e furto foram significativas para os dois primeiros casos. Mostrando-se ser um fator crítico no uso do transporte não motorizado. O trabalho de FERNÁNDEZ-HEREDIA; MONZÓN; JARA-DÍAZ, 2014 conclui que as restrições externas, como

risco, perigo, vandalismo, são dos elementos mais importantes para compreender o uso da bicicleta como transporte.

Recomendações

Ações e iniciativas municipais podem contribuir positivamente para que aumente o número de viagens

em bicicleta e a pé no município. A Tabela 2 apresenta resumidamente algumas destas iniciativas. Cabe destacar que várias destas iniciativas já estão sendo praticadas por alguns municípios da região e pelos *benchmarks* do modelo.

Quadro 32: Resumo ações/ iniciativas municipais que favorecem o uso do transporte não motorizado.

Instrumentos de Planejamento Municipal	<p>Atualizar o Plano Diretor e elaborar o Plano de Mobilidade Urbana. Estas duas ferramentas são essenciais para o planejamento do transporte não motorizado dos municípios. É necessário que o município proponha um plano a curto, médio e longo prazo para o transporte não motorizado e que seus municípios participem ativamente na construção deste.</p> <p>Preparar um diagnóstico sobre o estado do transporte não motorizado no município. Entre as atividades, está a identificação do perfil dos usuários do transporte não motorizado por meio de uma pesquisa oficial, por exemplo, Pesquisa Origem Destino. Analisar as condições de uso das vias urbanas, infraestrutura para bicicleta e caminhada. Avaliar o potencial de usuários de transporte que poderiam passar a usar a bicicleta ou caminhada como transporte.</p> <p>Elaborar um Plano de mobilidade para o transporte não motorizado, com diagnóstico, metas, objetivos, estratégias e propostas para curto, médio e longo prazo. As propostas podem estar classificadas em alguns grandes grupos: ampliação de infraestrutura para caminhada e bicicleta, campanhas educativas e de incentivos ao uso da caminhada e bicicleta como transporte.</p> <p>Incluir na Lei Orçamentária Anual, Lei de Diretrizes Orçamentárias e Plano Plurianual recursos a serem destinados a ações, iniciativas, projetos que facilitem o uso do transporte não motorizado nos municípios.</p>
Infraestrutura	<p>Investir na ampliação de áreas verdes, criação de parques e na implementação sistemas de bicicletas compartilhadas no município.</p> <p>Ampliar rede de vias e estacionamentos para bicicletas. Instalar contadores de bicicletas nas vias principais da cidade. Como também ampliar os passeios e calçadas dos municípios, facilitando o acesso a pessoas em cadeira de rodas, idosos, crianças, entre outros.</p>
Educação do trânsito	<p>Desenvolver campanhas de educação no trânsito para todos os cidadãos do município, motoristas veículos motorizados, ciclistas, pedestres. Campanhas nos colégios e universidades.</p> <p>Incluir na malha curricular dos colégios educação de trânsito. Simuladores de trânsito em parques das cidade.</p>
Parcerias	<p>Criar parcerias com outras secretárias de governo, colégios, universidades, comércio, indústrias, sindicatos, associações, Detran, Denatran, entre outros. Por exemplo, são evidentes os benefícios do transporte não motorizado para a saúde e meio ambiente, assim trabalhos em conjunto entre as secretarias de transporte, saúde e meio ambiente são essenciais. As três secretarias podem realizar campanhas educativas em conjunto, também direcionar recursos para implantação de sistemas de bicicletas compartilhadas, organizar eventos para incentivar o uso da bicicleta e a caminhada como transporte e atividade recreativa.</p> <p>Também poderiam ser criados programas de incentivo ao uso da bicicleta e caminhada com as Indústrias, Comércio, Sindicatos, Associações. Os incentivos podem ser econômicos, na forma de redução de impostos e “prêmios” para os trabalhadores que usarem a bicicleta para suas viagens casa-trabalho-casa. Ou instalação de infraestrutura adequada para os ciclistas como vestiários e estacionamentos para bicicletas, entre outros.</p> <p>Outros possíveis parceiros das secretárias de transporte são o Departamento de Trânsito de São Paulo (Detran-S.P.) e o Departamento Nacional de Trânsito que podem ser fortes aliados no desenvolvimento das campanhas de educação de trânsito para todos os municípios.</p>
Segurança urbana e do trânsito	<p>Melhorar a segurança urbana e segurança do trânsito do município. Ampliar os investimentos em iluminação das ruas, policiamento, campanhas de segurança no trânsito, entre outros.</p> <p>Redução da velocidade para veículos motorizados em determinadas zonas da cidade.</p>
Desincentivos ao automóvel	<p>Ações de desincentivos para o uso do automóvel. Aumento do preço do estacionamento nas regiões centrais dos municípios. Proibir a entrada de automóveis em algumas ruas do município.</p>

Considerações finais

Nos municípios da RMVPLN a mobilidade urbana vem sendo um tema de preocupação das autoridades locais, motivados pelas exigências da Lei Federal 12.587. O transporte não motorizado ganhou espaço nas discussões sobre o tema na região e muitos gestores municipais estão convencidos sobre sua importância como meio de transporte.

Os municípios estudados oferecem características geográficas que facilitam o uso da bicicleta e caminhada como transporte, por suas distâncias de viagens, clima, relevo, entre outros. E estes dois modos de transporte já são considerados por seus habitantes uma opção de transporte.

O modelo Fuzzy GPDEA se mostrou uma ferramenta muito útil para avaliação da eficiência de políticas que impulsionem o uso do transporte não motorizado. E pode auxiliar a todos gestores e cidadãos preocupados em que caminho o desenvolvimento da cidade vai seguir. Com o apoio desta ferramenta se pode transformar os municípios a serem mais amigáveis ao transporte não motorizado.

Referências Bibliográficas

FERNÁNDEZ-HEREDIA, Á.; MONZÓN, A.; JARA-DÍAZ, S. Understanding cyclists' perceptions, key for a successful bicycle promotion. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 63, p. 1–11, 2014.

HANKEY, S. et al. Estimating use of non-motorized infrastructure: Models of bicycle and pedestrian traffic in Minneapolis, MN. **Landscape and Urban Planning**, v. 107, n. 3, p. 307–316, set. 2012.

RIETVELD, P.; DANIEL, V. Determinants of bicycle use: do municipal policies matter? **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 38, n. 7, p. 531–550, ago. 2004.