



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

LUIZ FERNANDO DE MELO CORREIA

APOIO AO PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE
METROPOLITANO SUSTENTÁVEL DE
PASSEGEIROS

CAMPINAS

2018

LUIZ FERNANDO DE MELO CORREIA

**APOIO AO PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE
METROPOLITANO SUSTENTÁVEL DE
PASSAGEIROS**

Tese de doutorado apresentada à
Faculdade de Engenharia Civil,
Arquitetura e Urbanismo da Unicamp,
para obtenção do título de Doutor em
Engenharia Civil, na Área de
Transportes.

Orientadora: Prof^ª. Dr(a). Maria Lucia Galves

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE
DEFENDIDA PELO ALUNO LUIZ FERNANDO DE MELO CORREIA
E ORIENTADA PELA PROF(A). DR(A). MARIA LUCIA GALVES.

ASSINATURA DA ORIENTADORA

CAMPINAS

2018

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

C817a Correia, Luiz Fernando de Melo, 1978-
Apoio ao planejamento do transporte metropolitano sustentável de passageiros / Luiz Fernando de Melo Correia. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Maria Lucia Galves.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Transportes - Planejamento. I. Galves, Maria Lucia, 1955-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Support to the planning of sustainable metropolitan passenger transport

Palavras-chave em inglês:

Transportation - Planning

Área de concentração: Transportes

Titulação: Doutor em Engenharia Civil

Banca examinadora:

Maria Lucia Galves [Orientador]

Carlos Alberto Bandeira Guimarães

Diogenes Cortijo Costa

Luciana Maria Gasparelo Spigolon Frollini

Marcos Antonio Garcia Ferreira

Data de defesa: 26-06-2018

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

**APOIO AO PLANEJAMENTO DO TRANSPORTE
METROPOLITANO SUSTENTÁVEL DE PASSAGEIROS**

Luiz Fernando de Melo Correia

Tese de Doutorado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Prof. Dr(a). Maria Lucia Galves
Presidente e Orientadora/Unicamp

Prof. Dr. Carlos Alberto Bandeira Guimarães
Unicamp

Prof. Dr. Diogenes Cortijo Costa
Unicamp

Prof. Dr(a). Luciana Maria Gasparelo Spigolon Frollini
Fatec

Prof. Dr. Marcos Antonio Garcia Ferreira
Ufscar

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se
no processo de vida acadêmica do aluno.

Campinas, 26 de junho de 2018

A minha família, esposa, filhos e amigos.

A todos os colegas das diversas esferas dos governos federais, estaduais e municipais, bem como das empresas públicas e privadas, das universidades e da sociedade civil, que trabalharam ou ainda trabalham para o desenvolvimento do setor de transportes de passageiros no Brasil.

AGRADECIMENTOS

À Prof^ª. Dr^ª. Maria Lucia Galves, pela oportunidade e pelas condições dadas para que eu pudesse aprofundar meus conhecimentos.

A todos os funcionários da secretária da pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC-UNICAMP).

Aos atores que participaram desta pesquisa:

- Sania C. D. Baptista, arquiteta – Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM-BS)/Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA);
- José Marques Carriço, arquiteto – Prefeitura Municipal de Santos;
- Claudenir Barros Carneiro, engenheiro – Secretário Adjunto de Transportes da Prefeitura Municipal de Praia Grande;
- Jessé Teixeira Félix – Diretor-Presidente da Associação Brasileira de Ciclistas;
- Fabio Ferreira dos Santos Coelho, engenheiro – Chefe do Departamento de Fiscalização da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos da Baixada Santista (EMTU-BS);
- Rogério Plácido Matos, engenheiro – Gerente Regional da EMTU-BS;
- Daniela Mariano, arquiteta – Secretária de Obras e Habitação da Prefeitura Municipal de Bertioga;
- Vanuzia Teixeira de Souza – Coordenadora de Comissões e Conselhos Municipais da Prefeitura Municipal de Bertioga;
- Arthur Godoy Caires – Secretário de Desenvolvimento e Mobilidade da Prefeitura Municipal de São Vicente;
- Ruy Carlos de Moura – Coordenador de Transportes da Prefeitura Municipal de Peruíbe;
- Ingrid Maria Furlan Oberg, bióloga – Analista Ambiental do Escritório Regional da Baixada Santista do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA-BS);
- Eneir Rodrigues, engenheiro – Gerente do Escritório da Baixada Santista da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB-BS);
- Julio Zapata – Diretor da BR Mobilidade Baixada Santista S. A;
- Valtemir Ribeiro, engenheiro – Assessor de Engenharia da Companhia Municipal de

Trânsito da Prefeitura Municipal de Cubatão;

- Cavour Benzi Neto, engenheiro – Gerente de Divisão de Travessias Litorâneas da Travessia de Balsas e Barcas do Desenvolvimento Rodoviário S. A. (DERSA);
- Mario Bernardino – Presidente do Conselho Municipal de Entidades de Bairros de Santos;
- Edvaldo Juvino dos Santos – Diretor de Transportes da Prefeitura Municipal de Itanhaém;
- Celso Carlos Perezin – Diretor de Trânsito da Prefeitura Municipal de Mongaguá.

Agradeço o apoio técnico do Dr. João Thiago Wohnrath Mele, Diretor do Centro Técnico Regional de Fiscalização (CTRF-3) de Santos – Secretária do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

A Karina Sávio, revisora do texto.

RESUMO

Promover o transporte sustentável em regiões metropolitanas é um problema complexo, devido à grande quantidade de atores com objetivos muitas vezes conflitantes, além da forma com que cada comunidade, de acordo com o contexto local, absorve os conceitos ligados à sustentabilidade. Neste ambiente, é fundamental um suporte para orientar o planejamento e a tomada de decisão que considere a sustentabilidade. A partir dos requisitos para um transporte sustentável e a participação dos diversos atores, elaborou-se um procedimento que auxilia na operacionalização do suporte, possibilitando a obtenção dos objetivos fundamentais dos atores, a proposição de alternativas e sua avaliação. A proposta foi aplicada na Região Metropolitana da Baixada Santista, uma região importante localizada no Sudeste do Brasil, demonstrando sua viabilidade.

Palavras-chave: Transporte metropolitano, planejamento de transportes, transporte sustentável.

ABSTRACT

Promoting sustainable transport in metropolitan regions is a complex problem, due to the large number of actors with often conflicting goals, in addition to the way that each community, according to local context, absorbs the concepts linked to sustainability. In this environment, a support is crucial for guiding planning and decision-making, considering sustainability. From the requirements for sustainable transport and the participation of the various actors, a procedure was elaborated to assist in the operationalisation of the support, enabling the attainment of the fundamental objectives of the actors, the proposition of alternatives and their evaluation. The proposal was applied in the metropolitan region of the Santos lowlands, an important region located in the Southeastern of Brazil, demonstrating its viability.

Keywords: Metropolitan transportation, transportation planning, sustainable transport.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Representação das ligações entre as mudanças sociais e o desenvolvimento sustentável.....	030
Figura 3.1 Custo de implantação por demanda de passageiros para modais de transporte público motorizado.....	058
Figura 3.2 Custo operacional de acordo com a demanda para modais de transporte público motorizado.....	059
Figura 3.3 Viagens urbanas de ciclistas e pedestres na América do Norte e na Europa....	062
Figura 3.4 Participação da bicicleta nos deslocamentos diários de alguns municípios.....	065
Figura 4.1 Parte de um mapa cognitivo.....	074
Figura 4.2 Hierarquia de objetivos fundamentais para um problema de decisão em Transportes.....	075
Figura 5.1 Fluxograma para apoio ao planejamento do transporte metropolitano sustentável de passageiros	083
Figura 5.2 Hierarquia de objetivos fundamentais para um transp. metropolitano Sustentável	087
Figura 5.3 Obtenção do valor local da alternativa para um atributo.....	092
Figura 6.1 Região Metropolitana da Baixada Santista.....	096
Figura 6.2 Mancha urbana – Baixada Santista.....	097
Figura 6.3 Hierarquia individual – Ator: Prefeitura Municipal de Santos.....	103
Figura 6.4 Hierarquia individual – Ator: Prefeitura Municipal de Praia Grande.....	104
Figura 6.5 Hierarquia individual – Ator: Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU).....	105
Figura 6.6 Hierarquia individual – Ator: Agência Metropolitana da Baixada Santista.....	106
Figura 6.7 Hierarquia conjunta.....	108
Figura 6.8 Região Metropolitana da Baixada Santista: modais de transportes.....	133
Figura 6.9 Função de valor para variação do tempo total de viagem em relação ao tempo atual.....	137
Figura 6.10 Função de valor para variação da tarifa total em relação à tarifa atual.....	137
Figura 6.11 Função de valor para tempo de acesso ao transporte público.....	138
Figura 6.12 Etapas e contribuição dos atores – Estruturação.....	174
Figura 6.13 Etapas e contribuição dos atores – Avaliação e Recomendação.....	175

Figura AA1. Fluxograma de apoio para as entrevistas individuais.....	197
Figura AB1 Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Santos.....	198
Figura AB2 Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Bertioga.....	199
Figura AB3 Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Cubatão.....	200
Figura AB4 Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de São Vicente.....	201
Figura AB5 Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Praia Grande.....	202
Figura AB6 Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Itanhaém.....	203
Figura AB7 Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Mongaguá.....	204
Figura AB8 Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Peruíbe.....	205
Figura AB9 Hierarquia individual da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos.....	206
Figura AB10 Hierarquia individual do Desenvolvimento Rodoviário S/A.....	207
Figura AB11 Hierarquia individual da Agência Metropolitana da Baixada Santista.....	208
Figura AB12 Hierarquia individual da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo.....	209
Figura AB13 Hierarquia individual do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.....	210
Figura AB14 Hierarquia individual da Associação Brasileira de Ciclistas.....	211
Figura AB15 Hierarquia individual dos Moradores de Santos – Comissão de Bairros.....	212
Figura AB16 Hierarquia individual dos Usuários do Transporte Público de Santos – Comissão de Bairros.....	213
Figura AB17 Hierarquia individual da BR-Mobilidade – operador privado.....	214
Figura AB18 Hierarquia individual dos Moradores de Bertioga – Comissão de Associações de Bairros.....	215
Figura AB19 Hierarquia individual dos Usuários de Transporte Público de Bertioga – Comissão de Associações de Bairros.....	215
Figura AC1 Lista de participantes da reunião de conciliação.....	216
Figura AD1 Função de valor para acidentes com o usuário.....	217
Figura AD2 Função de valor para acidentes de trânsito.....	217
Figura AD3 Função de valor para assaltos aos veículos de transporte público.....	217
Figura AD4 Função de valor para tempo máximo de espera do usuário no horário de pico	218
Figura AD5 Função de valor para índice de cumprimento de horários.....	218
Figura AD6 Função de valor para índice de cumprimento de viagens.....	219
Figura AD7 Função de valor para idade média dos veículos.....	219
Figura AD8 Função de valor para tempo médio diário de atividade física para fins de transportes.....	220

Figura AD9 Função de valor para razão de eficiência espacial estática.....	221
Figura AD10 Função de valor para número de passagens para pedestres e ciclistas por quilometro de infraestrutura de transporte.....	222
Figura AD11 Função de valor para variação média da demanda anual em relação a demanda atual.....	222
Figura AD12 Função de valor para custo de implantação do sistema.....	222
Figura AD13 Função de valor para custo de manutenção médio do sistema.....	223
Figura AD14 Função de valor para variação do custo fixo médio do sistema custo de implantação do sistema.....	223
Figura AD15 Função de valor para custo médio do sistema por passageiro.....	223
Figura AD16 Função de valor para receita acessória sobre a receita operacional média.....	224
Figura AD17 Função de valor para variação percentual de CO dos meios de transportes de passageiros.....	224
Figura AD18 Função de valor para variação percentual de MP dos meios de transportes de passageiros.....	224
Figura AD19 Função de valor para variação percentual de NOx dos meios de transportes de passageiros.....	225
Figura AD20 Função de valor para variação percentual de SOx dos meios de transportes de passageiros.....	225
Figura AD21 Função de valor para variação percentual de RCHO dos meios de transportes de passageiros.....	225
Figura AD22 Função de valor para variação percentual de NMHC dos meios de transportes de passageiros.....	226
Figura AD23 Função de valor para variação percentual de CO ₂ equivalente dos meios de transportes de passageiros.....	226
Figura AD24 Função de valor para variação da impermeabilização dos solos provocado pelas infraestruturas de transportes.....	227

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 Síntese das ações necessárias para a mobilidade sustentável.....	026
Tabela 2.2 Síntese dos conceitos de transporte sustentável.....	029
Tabela 2.3 Objetivos da sustentabilidade em transportes.....	032
Tabela 2.4 Principais características de um transporte sustentável.....	033
Tabela 2.5 Síntese das dificuldades ou lacunas para implantação de um transporte sustentável.....	034
Tabela 2.6 Políticas públicas para um transporte sustentável.....	038
Tabela 2.7 Síntese das principais medidas relacionadas a políticas e suas ações.....	039
Tabela 2.8 Síntese dos desafios para implantação de medidas relacionadas às políticas....	041
Tabela 2.9 Medidas políticas em áreas de inovação para um transporte sustentável.....	042
Tabela 2.10 Planejamento de transportes convencionais e sustentáveis.....	044
Tabela 3.1 Custos totais estimados de acidentes nas áreas urbanas brasileiras.....	054
Tabela 3.2 Parâmetros técnicos dos modos de transporte público.....	058
Tabela 3.3 Travessias litorâneas em 2012.....	060
Tabela 3.4 Comparação dos níveis de consumo de energia, espaço e emissão de poluentes locais e do efeito estufa por modal.....	063
Tabela 4.1 Características dos paradigmas racionalista e construtivista.....	068
Tabela 5.1 Procedimentos para a estruturação.....	089
Tabela 5.2 Procedimentos para a avaliação.....	093
Tabela 5.3 Procedimentos para a recomendação.....	094
Tabela 6.1 Atores da Região Metropolitana da Baixada Santista.....	098
Tabela 6.2 Objetivos-meio e fundamentais para o Desenvolvimento Rodoviário S. A. – Baixada Santista (DERSA-BS).....	099
Tabela 6.3 Objetivos fundamentais de acordo com os atores envolvidos.....	101
Tabela 6.4 Objetivos fundamentais, atributos e unidades.....	110
Tabela 6.5 Níveis do atributo: climatização e entretenimento.....	112
Tabela 6.6 Níveis do atributo: características internas.....	112
Tabela 6.7 Níveis do atributo: índice de estresse provocado pelo transporte.....	115
Tabela 6.8 Níveis do atributo: nível de restrição a intervenções de acordo com o patrimônio.....	117

Tabela 6.9 Níveis do atributo: descaracterização da paisagem local devido à infraestrutura de transportes.....	124
Tabela 6.10 Níveis do atributo: supressão de vegetação em relação à infraestrutura de transportes.....	126
Tabela 6.11 Níveis do atributo: impacto da infraestrutura de transportes em relação ao grau de extinção das espécies.....	127
Tabela 6.12 Atributos e níveis de variação.....	129
Tabela 6.13 Composição de alternativas.....	131
Tabela 6.14 Ações para um transporte sustentável.....	134
Tabela 6.15 Atores considerados para a definição das funções de valor de acordo com cada atributo.....	135
Tabela 6.16 Função de valor para veículo, terminais e estações de transporte com acessibilidade.....	134
Tabela 6.17 Constantes de escala individuais para os objetivos sociais, ambientais e econômicos.....	138
Tabela 6.18 Constantes de escala individuais para os objetivos sociais – Segundo nível.....	139
Tabela 6.19 Constantes de escala individuais para os objetivos econômicos – Segundo nível.....	141
Tabela 6.20 Constantes de escala individuais para os objetivos ambientais – Segundo nível.....	142
Tabela 6.21 Constantes de escala individuais para os objetivos sociais – Terceiro nível.....	143
Tabela 6.22 Constantes de escala individuais para os objetivos econômicos – Terceiro nível.....	144
Tabela 6.23 Constantes de escala individuais para os objetivos ambientais – Terceiro nível.....	146
Tabela 6.24 Constantes de escala validadas.....	148
Tabela 6.25A Avaliação das alternativas: objetivos sociais.....	149
Tabela 6.25B Avaliação das alternativas: objetivos econômicos.....	151
Tabela 6.25C Avaliação das alternativas: objetivos ambientais.....	152
Tabela 6.26 Avaliação global da situação atual e alternativas.....	155
Tabela 6.27 Variação das constantes dos objetivos Reduzir Tarifa e Ter Equidade de Acesso.....	156
Tabela 6.28 Valores parciais e globais para variação das constantes do primeiro nível dos objetivos econômicos.....	157

Tabela 6.29 Novas constantes de escala dos objetivos sociais para análise de sensibilidade com variação de +10%.....	158
Tabela 6.30 Novas constantes de escala dos objetivos ambientais para análise de sensibilidade com variação de +10%.....	159
Tabela 6.31 Novas constantes de escala dos objetivos econômicos para análise de sensibilidade com variação de +10%.....	160
Tabela 6.32 Análise de sensibilidade: valores parcial e global da avaliação para variação de +10% nas constantes de escala dos objetivos econômicos.....	160
Tabela 6.33 Análise de sensibilidade: valores parcial e global da avaliação para variação de +10% nas constantes de escala dos objetivos sociais.....	161
Tabela 6.34 Análise de sensibilidade: valores parcial e global da avaliação para variação de +10% nas constantes dos objetivos ambientais.....	161
Tabela 6.35 Análise de robustez: novas constantes de escala dos objetivos sociais para variação de +10% aos pares.....	162
Tabela 6.36 Análise de robustez: novas constantes de escala dos objetivos econômicos para variação de +10% aos pares.....	163
Tabela 6.37 Análise de robustez: novas constantes de escala dos objetivos ambientais para variação de +10% aos pares.....	164
Tabela 6.38 Análise de robustez: valores parcial e global para variação de +10% nas constantes dos objetivos sociais.....	165
Tabela 6.39 Análise de robustez: valores parcial e global para variação de +10% nas constantes dos objetivos econômicos.....	166
Tabela 6.40 Análise de robustez: valores parcial e global para variação de +10% nas constantes dos objetivos ambientais.....	166
Tabela AD1 Função de valor para climatização e entretenimento.....	219
Tabela AD2 Função de valor para tipo de bancos e piso.....	220
Tabela AD3 Função de valor para índice de estresse provocado pelo transporte.....	220
Tabela AD4 Função de valor para nível de restrição a intervenções de acordo com o patrimônio.....	221
Tabela AD5 Função de valor para nível de ruído primário provocado pelo transporte.....	227
Tabela AD6 Função de valor para nível de ruído secundário provocado pelo transporte.....	227
Tabela AD7 Função de valor para descaracterização da paisagem local devido a infraestrutura de transportes.....	228

Tabela AD8 Função de valor para índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e de comunidades aquáticas.....	228
Tabela AD9 Função de valor para supressão da vegetação em relação a infraestrutura de transportes.....	229
Tabela AD10 Função de valor para quantidade de contaminante por quilo de solo seco.....	230
Tabela AD11 Função de valor para impacto da infraestrutura em relação ao grau de extinção das espécies.....	230

LISTA DE ABREVIATURAS

ABC	Associação Brasileira de Ciclistas
AFT	Pensamento focado na alternativa (<i>alternative-focused thinking</i>)
AGEM-BS	Agência Metropolitana da Baixada Santista
AMCD	Auxílio multicritério à decisão
AMTUIR	Musée des Transports Urbains de France
BRT	Ônibus de trânsito rápido (<i>bus rapid transit</i>)
CETESB-BS	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Escritório Baixada Santista
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
CST	Centre for Sustainable Transportation
DERSA	Desenvolvimento Rodoviário S.A.
ECMT	European Conference of Ministers of Transport
EMTU	Empresas Metropolitanas de Transportes Urbanos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IMBS	Indicadores Metropolitanos da Baixada Santista
IPEA	Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas
MACBETH	Medição de Atratividade através da Técnica de Medição Categórica
MAUT	Teoria da utilidade multiatributo (<i>multi-attribute utility theory</i>)
MAVT	Teoria do valor multiatributo (<i>multi-attribute value theory</i>)
OECD	Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (Organization for Economic Co-Operation and Development)
RMBS	Região Metropolitana da Baixada Santista
SMA-SP	Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
TRENSURB	Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S. A.
VFT	Pensamento focado no valor (<i>value focused thinking</i>)
VLT	Veículo leve sobre trilhos

SUMÁRIO

1. Introdução.....	020
1.1. O problema da pesquisa.....	020
1.2. Objetivos.....	021
1.3. Estrutura do trabalho.....	022
2. Transportes Sustentáveis.....	023
2.1. Desenvolvimento sustentável e mobilidade.....	023
2.2. Transporte sustentável.....	027
2.3. Medidas para um transporte sustentável.....	034
2.3.1. <i>Medidas relacionadas a políticas públicas.....</i>	<i>03</i>
2.3.2. <i>Medidas de planejamento.....</i>	<i>043</i>
2.4. Discussão.....	046
3. Transporte Metropolitano de Passageiros.....	049
3.1. Fundamentação de uma Região Metropolitana.....	049
3.2. Planejamento de transportes em Regiões Metropolitanas.....	051
3.3. Modais de transporte metropolitano de passageiros.....	053
3.3.1. <i>Modais motorizados individuais.....</i>	<i>053</i>
3.3.2. <i>Modais motorizados coletivos.....</i>	<i>055</i>
3.3.3. <i>Modais não motorizados.....</i>	<i>061</i>
3.4. Discussão.....	066
4. Auxílio multicritério à decisão.....	067
4.1. Fundamentação.....	067
4.2. Estruturação.....	070
4.3. Avaliação.....	076
4.4. Recomendação	078
4.5. Exemplo de aplicação de auxílio multicritério à decisão em transportes metropolitanos e transportes sustentáveis.....	078
4.6. Discussão.....	079
5. Proposta Metodológica.....	081
5.1. Conceitos fundamentais.....	081
5.2. Apoio ao planejamento do transporte metropolitano sustentável de passageiros.....	082
5.3. Procedimento para determinação dos objetivos dos diversos atores, proposição de	

alternativas e avaliação.....	084
5.3.1. Estruturação.....	084
5.3.2. Avaliação.....	091
5.3.3. Recomendação.....	094
6. Aplicação da metodologia na Região Metropolitana da Baixada Santista.....	096
6.1. Estruturação.....	096
6.1.1. Etapa 1 - Caracterização do contexto.....	096
6.1.2. Etapa 2 – Identificação dos atores	097
6.1.3. Etapa 3 – Escolha de um facilitador.....	099
6.1.4. Etapa 4 – Identificação dos objetivos.....	099
6.1.5. Etapa 5 – Definição dos objetivos fundamentais	100
6.1.6. Etapa 6 – Elaboração das hierarquias individuais	102
6.1.7. Etapa 7 – Validação das hierarquias individuais	102
6.1.8. Etapa 8 – Elaboração da hierarquia conjunta	107
6.1.9. Etapa 9 – Validação da hierarquia conjunta de forma individual.....	107
6.1.10. Etapa 10 – Validação final da hierarquia conjunta	107
6.1.11. Etapa 11 – Pesquisa de atributos.....	109
6.1.12. Etapa 12 – Validação dos atributos e níveis do atributo.....	128
6.1.13. Etapa 13 – Proposição de alternativas.....	131
6.2. Avaliação.....	135
6.2.1. Etapa 14 – Construção das funções de valor.....	135
6.2.2. Etapa 15 – Constantes de escala.....	138
6.2.3. Etapa 16 – Avaliação local das alternativas.....	149
6.2.4. Etapa 17 – Avaliação global das alternativas.....	154
6.3. Recomendação.....	155
6.4. Discussão dos resultados.....	167
7. Conclusões e Sugestões para Futuros Trabalhos.....	176
Referências Bibliográficas.....	181
Anexo A – Fluxograma de apoio para as entrevistas individuais.....	197
Anexo B – Hierarquias individuais de todos os atores.....	198
Anexo C – Lista de participantes da reunião de conciliação.....	216
Anexo D – Funções de valor.....	217

1. INTRODUÇÃO

1.1. O Problema da Pesquisa

Entre as diversas questões relacionadas ao transporte metropolitano de passageiros no Brasil, um dos principais problemas é a falta de um planejamento integrado. Poucos são os municípios que, em conjunto, planejam ações específicas para os transportes metropolitanos.

Em algumas regiões, como a Baixada Santista, a falta de planejamento resulta em uma taxa de motorização elevada. No município de Santos, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), existe cerca de 1 veículo para 1,67 habitantes; em todas as outras cidades da região, com exceção de Bertioga, existe 1 veículo para cada 3 habitantes, em média. Isto se reflete na dificuldade de deslocamento entre os municípios, principalmente nos horários de pico.

Para os planejadores de transportes metropolitanos, identificar o melhor tipo de modal para a interligação de municípios é um problema que envolve custos, questões sociais e questões ambientais importantes. Para Tomas (2011), a gestão intermunicipal de serviços, entre eles os transportes, é complexa, pois compreende ampla gama de assuntos inter-relacionados.

Além disso, existe uma desarticulação de ações entre os poderes, tendo em vista que a Constituição Federal Brasileira estabelece a competência dos municípios para a gestão dos transportes urbanos e dos estados para o transporte metropolitano. Conforme observam Pedroso e Neto (2013), tal fato pode gerar indefinições de ações para o transporte metropolitano. As consequências são ainda mais graves pela falta de planejamento.

Como consequência dos problemas de falta de planejamento, tem-se a utilização de meios de transporte não sustentáveis (GREENE; WEGENER, 1997). Existe uma série de impactos, ambientais, sociais e econômicos, que precisa ser considerada em um planejamento adequado. Atualmente, as ações no setor se baseiam, muitas vezes, no incentivo à utilização do transporte individual, até como forma de incentivar a atividade econômica, sem considerar, todavia, suas externalidades.

Para Richardson (2005), os modais de transporte exercem um papel fundamental no desenvolvimento sustentável. O incentivo ao transporte público, ao transporte não

motorizado e à utilização adequada dos modais motorizados individuais faz parte desta nova visão de desenvolvimento.

No Brasil, a questão da sustentabilidade em transportes passa a ser institucionalizada apenas a partir da sanção da Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012 (BRASIL, 2012a), sem, no entanto, a definição de um procedimento mais efetivo em relação ao planejamento de transportes. Por outro lado, surge a previsão de participação da União no fomento de ações coordenadas entre municípios e Estados em aglomerados urbanos e regiões metropolitanas destinadas a políticas comuns de mobilidade.

Desta forma, é fundamental a consideração dos conceitos de transporte sustentável em transportes metropolitanos. Portanto, a presente pesquisa procura responder à seguinte questão: É possível promover o transporte metropolitano sustentável de passageiros?

A hipótese desta tese é a possibilidade de promover o transporte metropolitano sustentável de passageiros, com a participação efetiva dos atores de uma região metropolitana.

Busca-se uma contribuição para a pesquisa em planejamento de transportes, tendo em vista que não se encontra na literatura um método, procedimento ou técnica que una os conceitos relativos ao transporte metropolitano e ao transporte sustentável – considerando a participação dos atores – para a criação e avaliação de alternativas, visando apoiar o processo de decisão. Na tentativa de união desses temas, pretende-se utilizar o método do auxílio multicritério à decisão, tendo em vista a complexidade do problema da pesquisa e a grande quantidade de atores envolvidos.

1.2. Objetivos

O objetivo da pesquisa é propor um suporte à decisão por meio de um procedimento de apoio ao planejamento de transportes metropolitanos sustentáveis de passageiros. Para comprovar a metodologia proposta, pretende-se efetuar uma aplicação na Região Metropolitana da Baixada Santista, que agrega uma série de modais metropolitanos: transporte hidroviário de passageiros, ônibus, veículo leve sobre trilhos (VLT) em fase de implantação, rede cicloviária, além da possibilidade de locomoção por caminhada.

Como consequências do objetivo geral da pesquisa, depreenderam-se os seguintes objetivos secundários:

- Incentivar e integrar a participação dos diversos atores no processo de planejamento;
- Identificar as visões dos diversos atores para o contexto de estudo;
- Propor alternativas de acordo com a visão dos atores e os conceitos de transporte sustentável;

- Avaliar as alternativas de acordo com as preferências dos atores.

1.3. Estrutura do Trabalho

O Capítulo 2 destina-se ao entendimento acerca de transporte sustentável, iniciando com a evolução dos conceitos de mobilidade, mobilidade sustentável e transporte sustentável. Aborda as principais vertentes do transporte sustentável, incluindo os aspectos econômicos, ambientais e sociais, bem como as medidas de políticas públicas e de planejamento. O texto finaliza com uma discussão sobre uma definição para o conceito de transporte sustentável conveniente para a proposta deste trabalho.

O Capítulo 3 explora o conceito de metrópole, as características do transporte metropolitano de passageiros, seu embasamento legal, bem como as dificuldades em relação ao seu planejamento e os modais utilizados.

Detalha-se no Capítulo 4 a metodologia de auxílio multicritério à decisão, enfatizando as etapas principais de estruturação, avaliação e recomendação. São apresentados exemplos de aplicação da metodologia em transportes.

O Capítulo 5 destina-se à apresentação da proposta de metodologia, objetivo deste trabalho, bem como os métodos e procedimentos que se pretendem adotar em sua aplicação.

Por fim, no Capítulo 6 será efetuada uma aplicação do procedimento de apoio proposto na Região Metropolitana da Baixada Santista, localizada no litoral do Estado de São Paulo, subdividida nas fases de estruturação, avaliação e recomendação, finalizando com uma discussão dos resultados.

No Capítulo 7 são apresentadas as considerações finais da pesquisa e as sugestões para futuras pesquisas.

2. TRANSPORTES SUSTENTÁVEIS

2.1. Desenvolvimento Sustentável e Mobilidade

De acordo com a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1987), o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades.

Para Nijkamp (1994), o conceito de desenvolvimento sustentável muitas vezes é reduzido à preocupação exclusiva com o meio ambiente. Todavia, deveria ter uma interpretação mais ampla em termos de um desenvolvimento social, ecológico, econômico e industrial.

Para o Conselho Superior de Investigações Científicas (2002) são requisitos para o desenvolvimento sustentável:

- Salvar e proteger os recursos naturais e compensá-los;
- Não danificar a capacidade de regeneração dos ecossistemas local e global;
- Enfatizar uma maior igualdade social;
- Evitar uma demanda econômica que comprometa as gerações futuras.

Tais requisitos implicam um uso mais eficiente do solo, o desenvolvimento de infraestrutura urbana que respeite a natureza, a preservação do meio ambiente, da saúde humana e da qualidade de vida da população, bem como uma maior contribuição social e política para a mudança de valores, atitudes e comportamentos da população, com sua participação na tomada de decisões dos governos, começando pelo nível local.

Amekudzi, Khisty e Khayesi (2009) observam que o conceito de desenvolvimento sustentável tem sido aplicado na tomada de decisões de investimentos ou de alocação de recursos para as instalações e sistemas de infraestrutura civis, entre eles o setor de transportes.

Para Greene e Wegener (1997), a infraestrutura de transportes e os veículos fazem parte dos ativos do capital humano, constituindo os componentes necessários para que se atinja um desenvolvimento sustentável. Todavia, o crescimento contínuo do transporte motorizado representa uma ameaça a esse conceito, gerando uma série de efeitos indesejáveis e prejudiciais ao meio ambiente, à economia e à sociedade.

Para Transportation Association of Canada (TAC, 1998), o crescimento do transporte motorizado se caracteriza pelo uso segregado do solo, baixas densidades

demográficas, dispersão do emprego, aumento das distâncias de viagens, menos acesso ao transporte público e dependência do automóvel.

Como resultado desta tendência, observam-se:

- Uso ineficiente da infraestrutura urbana e dos serviços, além do aumento de custos de manutenção e operação;
- Ênfase em projetos urbanos voltados para o uso do automóvel e não para o pedestre;
- Aumento de congestionamento de veículos, aumento dos resíduos de combustíveis fósseis, além do estresse e diminuição da qualidade de vida;
- Aumento de problemas respiratórios e mortalidade devido ao aumento da concentração de partículas em suspensão;
- Aumento de gases que causam mudanças climáticas.

Para Gorham (2002), a infraestrutura de transportes contribui para o isolamento físico e social de segmentos mais vulneráveis da sociedade, tais como pobres, crianças e idosos. Himanen, Lee-Gosselin e Perrels (2005) observam que os transportes também têm participação crescente no esgotamento dos recursos naturais, podendo reduzir o bem-estar das gerações futuras.

Neste contexto, torna-se importante estudar os efeitos do transporte motorizado e da infraestrutura a ele dedicada na mobilidade. Vasconcellos (2001) define mobilidade como sendo a habilidade de movimentar-se em decorrência das condições físicas e econômicas. Para Pontes (2010), o conceito está relacionado à liberdade para se movimentar e às possibilidades de acesso aos meios, estando relacionada com o desejo do indivíduo de atingir determinado destino e à capacidade em se deslocar.

No Brasil, o conceito de mobilidade desenvolveu-se a partir de 2004, quando o Ministério das Cidades, através do Plano de Mobilidade, fundamentou os aspectos para a abordagem do tema (BRASIL, 2007).

Foram estabelecidos dez princípios para o desenvolvimento da mobilidade urbana:

1. Diminuir a necessidade de viagens motorizadas com uma mudança do uso do solo, com redistribuição de atividades como emprego, moradia e equipamentos públicos;
2. Redesenho urbano, com reestruturação dos sistemas viários priorizando segurança e qualidade de vida;
3. Priorizar os meios não motorizados e o transporte coletivo;

4. Desenvolver os meios não motorizados de transporte, valorizando a bicicleta e sua integração com outros meios coletivos;
5. Valorizar a importância dos pedestres;
6. Diminuir os impactos ambientais da mobilidade;
7. Garantir mobilidade às pessoas com deficiência e restrição de mobilidade;
8. Priorizar o transporte público de passageiros;
9. Integrar os diversos modos de transporte;
10. Fortalecer o papel regulador do poder público estruturando a gestão local.

A Lei Federal nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, estabeleceu as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. No texto, é definida mobilidade urbana como a “condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano” (BRASIL, 2012a).

Algumas definições agregam o termo sustentável ao conceito de mobilidade. Segundo a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2002), a mobilidade sustentável está embasada em um planejamento de transportes que seja consistente com a integridade dos ecossistemas e não agrave fenômenos globais como as mudanças climáticas e a destruição da camada de ozônio.

Banister (2008, 2011) observa que a abordagem da mobilidade sustentável requer ações para reduzir a necessidade de viagens, incentivar a transferência modal, reduzir a distância das viagens e incentivar maior eficiência do sistema de transporte.

Segundo Bickel *et al.* (2003), o conceito de mobilidade sustentável deve abranger os seguintes aspectos:

- Garantir que as necessidades de desenvolvimento individual, das empresas e das comunidades sejam alcançadas de forma segura e consistente com a saúde humana e dos ecossistemas, com promoção de equidade para as gerações atuais e futuras;
- Ter custo acessível para todos, bem como operar com eficiência, oferecendo variedade de modos de transportes, suporte para economia competitiva e equilíbrio do desenvolvimento regional;
- Minimizar as emissões e os resíduos, de acordo com a capacidade do planeta em absorvê-los, com utilização de recursos renováveis abaixo ou até o limite de sua taxa de geração e recursos não renováveis abaixo ou até o limite da taxa de desenvolvimento de substitutos renováveis, minimizando a geração de ruído e o impacto do uso do solo.

Para Xavier (2006), os desafios e as diretrizes da política de mobilidade urbana sustentável são:

- Reorganizar o espaço urbano considerando a descentralização dos serviços públicos, o aproveitamento da infraestrutura existente para alterar os polos geradores de viagens e as necessidades de viagens motorizadas;
- Racionalizar a utilização dos veículos motorizados individuais;
- Melhorar as condições de infraestrutura para o deslocamento dos pedestres;
- Garantir mobilidade às pessoas com deficiência através da adequação de espaços, inclusive dos meios de transportes, inovações tecnológicas, legislação adequada e novo desenho urbano;
- Considerar a bicicleta na matriz de transportes;
- Dar prioridade ao transporte coletivo de passageiros;
- Baratear as tarifas de transporte;
- Adequar as redes de transporte e reestruturar a gestão local;
- Elaborar planos diretores de mobilidade urbana;
- Desenvolver novas fontes energéticas;
- Ampliar as possibilidades de financiamento.

Para Campos, Ramos e Correia (2008), um sistema integrado de planejamento urbano e transportes pode desenvolver a implementação de estruturas em que a sustentabilidade ecológica, social e econômica pode ser alcançada. A integração de procedimentos no planejamento do uso do solo e no sistema de transporte pode contribuir para um desenvolvimento urbano mais sustentável e manter uma mobilidade sustentável eficiente. A Tabela 2.1 apresenta uma síntese das ações para que se atinja a mobilidade sustentável de acordo com diversos autores.

Tabela 2.1. Síntese das ações necessárias para a mobilidade sustentável.

Autor	Conceito
OCDE (2002)	Planejamento de transportes consistente com a integridade dos ecossistemas e não agrave fenômenos globais de mudanças climáticas.
Bickel et al. (2003)	Minimizar as emissões e resíduos, ter custo acessível bem como operar com eficiência e promover a igualdade social com proteção dos ecossistemas.

Xavier (2006)	Reorganização do espaço público, racionalização dos transportes motorizados individuais, melhoria de infraestrutura para pedestres, ciclistas e portadores de necessidades especiais, dar prioridade ao transporte público, utilizar novas fontes energéticas.
Campos, Ramos e Correia (2008)	Implementação de estruturas em busca de uma sustentabilidade ecológica, social e econômica. Utilização integrada de procedimentos de planejamento de uso do solo.
Banister (2008, 2011)	Redução da necessidade de viagens, incentivar a transferência modal, reduzir a distância das viagens e incentivar uma maior eficiência do sistema de transporte.

Fonte: OECD (2002); Banister (2008, 2011); Bickel *et al.* (2003); Xavier (2006); e Campos, Ramos e Correia (2008).

A leitura da Tabela 2.1 permite perceber que as ações para mobilidade sustentável se baseiam nas áreas de economia, meio ambiente e bem-estar social. Existe uma combinação de ações e não apenas uma alternativa definida.

2.2. Transporte Sustentável

O transporte sustentável surgiu bem antes da preocupação com o tema. O primeiro modo de transporte – a pé – sempre foi o meio mais sustentável (TRANSPORT FOR LONDON, 2009). O transporte público urbano, invenção de Blaise Pascal em 1662, também faz parte deste contexto histórico.

Segundo Musée des Transports Urbains de France (AMTUIR, 2014), o ônibus é criado em 1825, em Nantes, por Stanislas Baudry, com tração animal. Após o ônibus, o primeiro serviço de transporte ferroviário surgiu em 1825, e os bondes de passageiros, inicialmente conhecidos como ônibus sobre trilhos, surgiram nos Estados Unidos por volta de 1932. As bicicletas datam da década de 1860. Tais modais eram as únicas opções possíveis de transporte terrestre até a Segunda Guerra Mundial nos países ocidentais e, depois da guerra, em muitas nações em desenvolvimento.

Os anos pós-guerra trouxeram uma demanda por maior mobilidade, inicialmente atrelada ao transporte rodoviário. Somente na Inglaterra, o número de veículos rodoviários quintuplicou entre 1950 e 1979, tendência que foi seguida em outras nações ocidentais. Para

essa crescente frota de veículos, as nações mais ricas investiram em estradas e rodovias para sustentar o crescimento econômico (DEPARTMENT FOR TRANSPORT, 2008).

Segundo Correia e Campos (2007), o alto custo dos combustíveis e o aumento da percepção de que os recursos energéticos eram finitos fizeram surgir, na década de 1970, o interesse por alternativas de modais, que não fossem o motorizado individual.

Nas décadas de 1980 e 1990, com preços do petróleo baixos e estáveis, houve um aumento significativo das viagens motorizadas até o ano 2000. Tal fato também ocorreu pela escolha da população pelo uso do automóvel para viagens mais distantes e porque as cidades cresceram para os subúrbios, com residências distantes do comércio e dos locais de trabalho.

Desta forma, começou a haver um entendimento da necessidade de mudanças no setor de transportes. Greene e Wegener (1997) observaram a existência de um consenso entre os pesquisadores e gestores, de que o desenvolvimento dos transportes não era sustentável, sendo necessárias mudanças fundamentais em tecnologia, projeto, operação e financiamento.

Para Jeon e Amekudzi (2005), a partir da priorização do modelo de desenvolvimento sustentável dos países, que começou a emergir entre 1980 e 1990, a sustentabilidade da infraestrutura tornou-se uma área de interesse nos campos de pesquisa, educação e aplicação prática.

Segundo Qureshi (2007), no setor de transportes, os conceitos de desenvolvimento sustentável emergem como forma de atenuar os efeitos externos negativos dos transportes, tais como poluição, congestionamentos e acidentes, gerando uma nova expressão denominada transporte sustentável.

Para a OECD (1998), o transporte sustentável é aquele que não põe em perigo a saúde pública ou ecossistemas e satisfaz as necessidades de acesso da população, sendo compatível com o uso de recursos renováveis e com o uso de recursos não renováveis abaixo das taxas de desenvolvimento dos substitutos renováveis.

Para a European Conference of Ministers of Transport (ECMT, 2004), um sistema de transporte sustentável é aquele que é acessível, seguro e ambientalmente amigável.

Para o Centre for Sustainable Transportation (CST, 2005), um sistema de transporte sustentável é aquele que permite que as necessidades básicas de acesso dos indivíduos e das sociedades sejam cumpridas de forma segura e consistente com a saúde humana e dos ecossistemas, com equidade intra e intergeracional: acessível, com operação eficiente, diversificação de modais e em contexto econômico vibrante.

Richardson (2005) propõe uma definição de transporte sustentável como a capacidade de atender às necessidades de transportes de hoje sem comprometer a capacidade

das gerações futuras de satisfazerem suas necessidades de transportes. Cada um dos modais de transportes tem um papel importante em relação à sustentabilidade do planeta e deve ser mantido para continuar promovendo acesso da população às oportunidades econômicas e sociais para uma vida produtiva.

Segundo Litman (2009), o termo transporte sustentável é uma continuação lógica do tema desenvolvimento sustentável e é utilizado para descrever os modais de transportes e sistemas de planejamento que são coerentes com as preocupações mais amplas de sustentabilidade.

O transporte sustentável se contrapõe à visão insustentável que requer grande energia para a construção e manutenção da infraestrutura, facilita a dispersão do uso do solo e utiliza grandes quantidades de combustíveis vindos de fontes não renováveis. Na Tabela 2.2, apresenta-se uma síntese dos conceitos de transporte sustentável.

Tabela 2.2. Síntese dos conceitos de transporte sustentável.

Autor	Conceito
OECD (1998)	Não põe em perigo a saúde pública ou ecossistemas e satisfaz as necessidades de acesso da população. Compatível com o uso de recursos renováveis e com o uso de recursos não renováveis.
ECMT (2004)	Aquele que é acessível, seguro e ambientalmente amigável.
CST (2005)	Permite acesso as necessidades básicas, é acessível e eficiente, com modais diversificados e limita as emissões e resíduos.
Richardson (2005)	Atende as necessidades de transportes de hoje sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas necessidades de transportes.
Litman (2009)	Descreve os modais de transportes e sistemas de planejamento que são coerentes com as preocupações mais amplas de sustentabilidade.

Fonte: OECD (1998), ECMT (2004), CST (2005), Richardson (2005), Litman (2009).

As conceituações agregam a preocupação ambiental de forma direta através de temas como emissão de gases, resíduos, ruídos ou uso de combustíveis limpos. Os autores

ênfatisam os modais de transportes, sua diversificação, implantação e operação atendendo aos conceitos anteriormente mencionados de desenvolvimento sustentável.

De acordo com Button e Nijkamp (1997), para que se atinja um transporte sustentável deve-se ter em mente que o transporte é afetado por interesses políticos e pressões de mercado, os quais refletem mudanças nas atitudes sociais, estruturais e prioridades de ação. As preocupações com a degradação ambiental e eficiência econômica são reflexos de mudanças sociais em relação aos transportes. A Figura 2.1 apresenta esta interação.

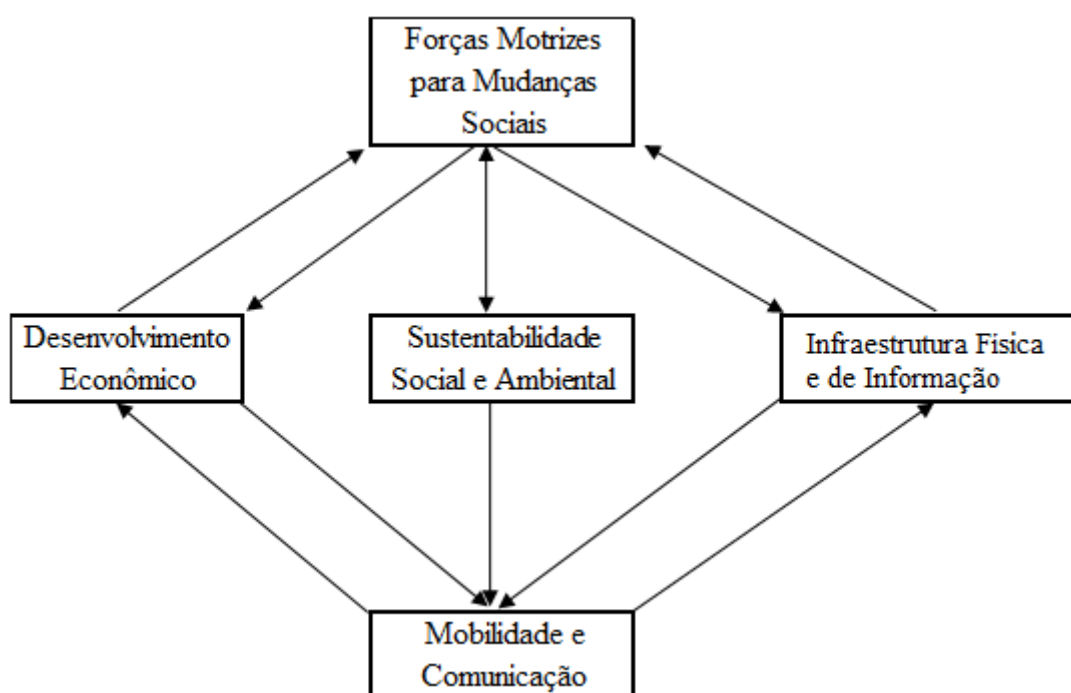


Figura 2.1. Representação das ligações entre as mudanças sociais e o desenvolvimento sustentável. Fonte: Button e Nijkamp (1997).

Pela Figura 2.1, observa-se que os autores consideram que a sustentabilidade possui interação entre a economia, as relações sociais, a mobilidade e a infraestrutura. Esta interação possui flechas que saem do conceito principal e flechas que chegam, possibilitando o entendimento de que existe uma interação dinâmica entre os conceitos mencionados. Desta forma, o transporte sustentável se enquadra dentro de um contexto de desenvolvimento econômico, social e ambiental.

Qureshi (2007) também esclarece que os sistemas de transportes sustentáveis requerem um equilíbrio dinâmico entre os principais pilares do desenvolvimento sustentável, ou seja, a proteção ambiental, a equidade social e a eficiência econômica.

Para TAC (1996), para que um sistema de transporte urbano seja sustentável, ele deve possuir as seguintes características:

1. Características ambientais

- Limitar as emissões de resíduos;
- Fornecer energia para os veículos de fontes renováveis ou inesgotáveis;
- Reciclar os recursos utilizados nos veículos e na infraestrutura;
- Minimizar o custo de terras valiosas para outras finalidades como habitação e agricultura.

2. Características sociais

- Proporcionar igualdade de acesso para pessoas e bens, nesta geração e nas futuras;
- Melhorar a saúde da população;
- Facilitar o desenvolvimento econômico;
- Reduzir ruídos abaixo dos limites admissíveis;
- Ser seguro.

3. Características econômicas

- Ser financiável;
- Garantir máxima eficiência econômica em relação ao projeto e operação;
- Ajudar a desenvolver uma economia forte, vibrante e diversificada.

Shiftan, Kaplan e Hakkert (2003) também definem as metas de um transporte sustentável nos campos ambiental, social e econômico, de acordo com os seguintes objetivos:

1. Objetivos ambientais:

- Redução na poluição do ar e ruído de veículos rodoviários;
- Preservação de terras;
- Proteção da vida selvagem e dos habitats naturais.

2. Objetivos econômicos:

- Economia de tempo e poupança de energia;
- Minimização dos custos de infraestrutura de transporte;
- Redução dos custos de viagens.

3. Objetivos sociais:

- Melhoria da acessibilidade ao emprego, atividades culturais e áreas livres de trânsito;

- Maximização da disponibilidade de transporte público para a população;
- Aumento da segurança rodoviária, diminuindo tanto o número de acidentes quanto sua gravidade.

Litman (2012) considera que a tomada de decisão em transportes, apoiada em uma visão de sustentabilidade, é sensível às restrições econômicas, sociais e ambientais. Na Tabela 2.3 são apresentados os principais objetivos da sustentabilidade em transportes.

Tabela 2.3. Objetivos da sustentabilidade em transportes.

Econômico	Social	Ambiental
Produtividade Econômica	Igualdade e justiça	Prevenção e mitigação das mudanças climáticas
Desenvolvimento Econômico	Segurança, seguridade e saúde	Prevenção da poluição do ar, água e ruído
Eficiência de recursos	Desenvolvimento comunitário	Conservação dos recursos não renováveis
Acessibilidade	Preservação da herança cultural	Preservação de áreas livres
Eficiência operacional		Proteção da biodiversidade
Planejamento e boa governança		
Planejamento integrado, compreensivo e inclusivo		
Preço eficiente		

Fonte: Litman (2012).

As vantagens de implantação de um sistema de transportes sustentáveis podem ser agrupadas em quatro aspectos fundamentais para Ferreira, Silva e Bastos Silva (2013): econômico, cultural, social e ambiental.

O aspecto econômico está relacionado especificamente com a redução de custos de toda a cadeia de transportes; o cultural, com a valorização do espaço público e do patrimônio local e com as melhorias de acesso; do ponto de vista social, com a melhoria de qualidade de vida da população e a redução da probabilidade de doenças e, no viés ambiental, com a poupança de recursos energéticos e redução de emissão de poluentes.

A Tabela 2.4 apresenta as principais características de um transporte sustentável, de acordo com os aspectos econômico, ambiental e social, como síntese de TAC (1996), Ferreira, Silva e Bastos Silva (2013), Shiftan, Kaplan e Hakkert (2003) e Litman (2012).

Segundo Hull (2008), a comissão europeia para discussão de transportes sustentáveis recomendou que todas as cidades com mais de 100.000 habitantes possuam um plano de transportes sustentáveis, incluindo a orientação para os tomadores de decisão sobre como desenvolver esses planos.

Tabela 2.4. Principais características de um transporte sustentável.

Aspecto	Características
Ambiental	Utilização de energia limpa
	Redução de resíduos
	Preservação de áreas livres
	Prevenir e mitigar mudanças climáticas
	Poupar recursos energéticos
	Reciclar recursos
Social	Permitir igualdade de acesso
	Proporcionar melhoria na saúde da população
	Auxiliar o desenvolvimento econômico
	Ser seguro
	Preservar a herança cultural
	Proporcionar melhoria da qualidade de vida da população
Econômico	Ser financiável
	Eficiente
	Necessitar de custos reduzidos para implantação e operação
	Ser indutor de desenvolvimento econômico

Fonte: TAC (1996); Shiftan, Kaplan e Hakkert (2003); Ferreira, Silva e Bastos Silva (2013); e Litman (2012).

Todavia, ainda existem dificuldades e lacunas para implementação do conceito de transporte sustentável. Gudmundsson e Höjer (1996) expõem as dificuldades de aplicação do conceito de sustentabilidade ao setor de transporte:

- **Preservar os recursos naturais para as gerações futuras:** é difícil aplicar o critério de utilização de recursos renováveis de forma sustentável no setor de transportes, tendo em vista que o setor se tornou quase que totalmente dependente de recursos não renováveis;
- **Preservar o capital humano e financeiro para as gerações futuras:** os componentes de sistemas de transporte são bens de capital e feitos pelo homem para a sociedade. Além disso, o funcionamento dos sistemas contribui para o desenvolvimento e aprimoramento de outros bens de capital. Por outro lado, investimentos elevados no setor podem ter um elevado custo social para as gerações futuras;
- **Melhorar a qualidade de vida dos indivíduos:** o transporte afeta a qualidade de vida de forma cotidiana, uma vez que o investimento em infraestrutura de transportes públicos gera benefícios para grande parte da sociedade; por outro lado, pode afetar a vida dos habitantes do entorno dos grandes eixos de transporte;

- **Assegurar uma distribuição justa da qualidade de vida:** investimentos em infraestrutura de transportes podem aumentar a desigualdade entre ricos e pobres, uma vez que tais investimentos geralmente enfatizam o aumento de capacidade, beneficiando aqueles que utilizam modais motorizados individuais.

Para Goldman e Gorhan (2006), algumas abordagens, como a do Conselho de Ministros da União Europeia, são tão ambiciosas que não fornecem qualquer orientação sobre como mediar ou equilibrar os objetivos concorrentes. Além disso, não fornecem uma ideia clara de como os objetivos do sistema interagem.

Litman (2003) também enfatiza que existem incertezas sobre as preocupações de sustentabilidade. Alguns pontos, tais como alterações climáticas e objetivos sociais, são difíceis de quantificar. A Tabela 2.5 apresenta uma síntese das dificuldades ou lacunas para implantação de um transporte sustentável.

Tabela 2.5. Síntese das dificuldades ou lacunas para implantação de um transporte sustentável.

Aspecto	Dificuldades ou lacunas do conceito
Ambiental	Dificuldade na caracterização de mudanças climáticas
	Dependência quase total de recursos não renováveis
	Aumento da desigualdade entre ricos e pobres
Social	Dificuldade de caracterização de benefícios sociais
	Qualquer ação em transportes afeta, de forma negativa, a qualidade de vida das pessoas
Econômico	Investimentos no setor têm alto custo para gerações futuras
	Investimentos no setor refletem em outros setores econômicos

Fonte: Gudmundsson e Höjer (1996), e Litman (2003).

2.3. Medidas para um Transporte Sustentável

2.3.1. Medidas relacionadas a políticas públicas

Para Himanen, Lee-Gosselin e Perrels (2005), o transporte provoca vários efeitos externos em relação a saúde pública, organização do espaço urbano e segurança. Desta forma, para que os sistemas de transportes possam cumprir critérios de sustentabilidade, existe a

necessidade de uma política de transportes sustentáveis que considere a internalização dos efeitos externos.

Para Richardson (2005), as oportunidades de intervenção política diferem entre os níveis de governo. Em âmbito nacional, o governo pode regular as características dos veículos, como tipo de emissão, combustíveis e tecnologia de segurança. Pode aprovar medidas comportamentais como limites de velocidade, uso do cinto de segurança e uso do álcool. Além disso, pode cobrar impostos sobre a venda de automóveis, combustíveis e carteira de motorista.

Tais medidas também podem ser tomadas em âmbitos estadual e local. O governo local, por exemplo, pode definir políticas de uso do solo, alterando assim os padrões de transportes. Desta forma, todos os níveis de governo têm papéis sobre o sistema de transportes.

Black (1996) observa que os Estados Unidos, nas décadas de 80 e 90, tentavam resolver os problemas relacionados com a sustentabilidade de transportes utilizando várias medidas. Muitas delas, porém, esbarravam na regulamentação do congresso, pois envolviam a utilização de impostos:

- Tarificação de combustíveis;
- Combustíveis alternativos;
- Programação de viagens de funcionários de empresas;
- Redistribuição de impostos do trânsito para maior acessibilidade;
- Planejamento do uso do solo;
- Impostos sobre o carbono;
- Teletrabalho.

Para Greene e Wegener (1997), naquele período, o contexto político do transporte sustentável na Europa era bastante contrastante com o dos Estados Unidos e do Canada. Na Europa, existiam políticas bem-sucedidas em nível local e uma resposta mais lenta em âmbito nacional e no continente.

Todavia, existe uma variável importante que é a densidade das cidades, o que parece corresponder com a maior utilização do transporte público e não motorizado na Europa. No entanto, a utilização excessiva do automóvel nos Estados Unidos, além da questão da densidade urbana, deve-se ao baixo custo dos combustíveis.

Já na Europa, devido às altas densidades, à disponibilidade de bons transportes e taxas relativamente baixas de propriedade de veículos, foi possível utilizar políticas que envolviam impostos sobre combustíveis.

Ainda segundo Greene e Wegener (1997), para que as políticas sejam bem-sucedidas, é necessária uma combinação complexa que envolve medidas de uso do solo, diminuição da utilização do automóvel e promoção do transporte público.

Para Button e Nijkamp (1997) existem áreas-chave para mudanças em relação ao transporte sustentável e mudanças sociais. Em primeiro lugar, as sociedades urbanas desejam inovações em seus transportes através da utilização da tecnologia e novas opções de modais. As propostas de engenharia para enfrentar os conflitos entre sustentabilidade social e ambiental em transportes têm falhado, e nada novo surgiu para preencher a lacuna. Assim, há uma clara necessidade de pesquisas em respostas comportamentais em termos de mobilidade. Em segundo lugar, existe a necessidade de entendimento de como a sociedade irá se adaptar às estratégias de transporte sustentável. Enquanto várias pesquisas abordam fatores quantitativos da questão, as mudanças de estilo de vida em busca da sustentabilidade têm sido ignoradas.

Para Gudmundsson e Höjer (1996), independentemente da complexidade das políticas e suas interações, não seria conveniente descartar melhorias parciais, como melhores condições técnicas para os automóveis, combustíveis mais limpos, melhorias no transporte público e não motorizado.

Para Greene e Wegener (1997), existem três grupos principais de políticas que podem ser utilizadas em busca de transportes sustentáveis: tecnologia de transportes, gestão da oferta e ambos. Na América do Norte, a ênfase está em abordagens tecnológicas para mitigar os impactos ambientais negativos da motorização devido à dependência do uso do carro. Na Europa, há menos confiança em soluções tecnológicas.

A tecnologia desempenha um papel de intervenção crítica entre a atividade de transporte e seus impactos ambientais. A utilização de novas tecnologias veiculares pode reduzir a emissão de gases nocivos ao meio ambiente e à saúde do homem, bem como utilizar menor quantidade de combustíveis de fontes não renováveis, mantendo os impactos dos transportes em níveis sustentáveis.

A oferta de transportes em termos de infraestrutura e modais está sujeita ao controle político. O enorme crescimento das economias nos últimos cinquenta anos foi influenciada pela expansão das alternativas de transportes. Por outro lado, a implantação de novas infraestruturas também favorece a fuga para os subúrbios, resultando em cada vez mais viagens pendulares.

Steg e Gifford (2005) também discutem as estratégias políticas para um transporte mais sustentável. Para os autores, deve ser efetuada uma distinção entre as mudanças comportamentais e as mudanças tecnológicas.

As mudanças de comportamento são destinadas a reduzir o uso do carro, provocando o deslocamento para modos menos poluentes ou para menos viagens. As soluções tecnológicas visam diminuir o impacto dos automóveis como eficiência energética e ruído, porém não diminuem os problemas gerados pelo carro.

Todavia, tais efeitos atenuantes provocados pela tecnologia tendem a ser ofuscados pelo crescimento contínuo do uso do carro. As novas tecnologias são capazes de diminuir as emissões, mas não são a solução para problemas de congestionamento e acessibilidade.

As mudanças de comportamento são percebidas como restrição de liberdade, de movimento. Também são associadas com esforços adicionais ou diminuição de conforto. Por outro lado, as medidas técnicas exigem investimentos iniciais, muitas vezes caros para as camadas de renda mais baixa.

Nijkamp (1994) divide as estratégias políticas para um transporte sustentável em quatro tipos: políticas orientadas para a procura, políticas orientadas para o fornecimento, medidas tecnológicas e medidas de planejamento físico.

As políticas orientadas para a procura constituem um amplo conjunto de estímulos que servem para mudar o comportamento em relação aos transportes. As políticas orientadas para o fornecimento compreendem um amplo conjunto de medidas que servem para melhorar a qualidade de vida e a qualidade da capacidade dos sistemas de transportes.

As políticas tecnológicas compreendem os veículos e os projetos de infraestrutura, possibilitando a correção de uma parte das externalidades negativas do transporte. As medidas de planejamento físico dizem respeito à localização espacial e redistribuição das atividades humanas.

Desta forma, para Nijkamp (1994), é plausível supor que apenas um conjunto equilibrado das quatro opções estratégicas é capaz de conduzir para o transporte sustentável. Tais políticas exigem visão completa sobre as reações comportamentais de todos os intervenientes, muitas vezes conduzindo a respostas equivocadas. Os equívocos são reforçados pelo jogo de interesse que existe nos governos, tanto pelo viés político como econômico.

Shiftan, Kaplan e Hakkert (2003) ampliam ainda mais o leque de opções de medidas, subdividindo-as em: espaciais, econômicas, tecnológicas, governamentais focadas na legislação, e sociais e comportamentais.

A Tabela 2.6 apresenta uma síntese dos pensamentos de diversos autores sobre as vertentes de implementação de políticas públicas em transportes. Observa-se a preocupação com o comportamento dos usuários, a utilização de novas tecnologias e a gestão da oferta. Existe uma convergência dos autores em relação à necessidade de medidas comportamentais e tecnológicas.

Tabela 2.6. Políticas públicas para um transporte sustentável.

Autor	Medidas
Nijkamp (1994)	Comportamento
	Melhoria de Qualidade de Vida
	Tecnológicas
	Planejamento Físico
Greene e Wegener (1997)	Tecnológicas
	Gestão a Oferta
	Ambos (Tecnológicas e Gestão da Oferta)
Geurs e Van Wee (2000)	Tecnológicas
	Comportamentais
	Combinadas - Tecnologia e Comportamento
Shiftan, Kaplan e Hakkert (2003)	Espaciais
	Econômicas
	Tecnológicas
	Governamentais
	Sociais e Comportamentais
Steg e Gifford (2005)	Comportamentais
	Tecnológicas

Fonte: Nijkamp (1994); Greene e Wegener (1997); Geurs e Van Wee (2000); Shiftan, Kaplan e Hakkert (2003); e Steg e Gifford (2005).

A Tabela 2.7 apresenta uma síntese das principais medidas relacionadas a políticas e respectivas ações, conforme proposto por Nijkamp (1994) e Shiftan, Kaplan e Hakkert (2003), agrupadas conforme a proposta dos autores citados.

Geurs e Van Wee (2000) examinaram vários cenários futuros de transporte sustentável: alta tecnologia (apenas mudanças tecnológicas), mudança de comportamento e

um cenário combinado, explorando, além da questão ambiental, as consequências políticas e sociais desta combinação.

O estudo mostra que as metas para um transporte sustentável só podem ser atingidas quando se considera um aumento no desenvolvimento tecnológico e adaptações comportamentais muito rigorosas, além de mudanças espaciais e econômicas.

Tabela 2.7. Síntese das principais medidas relacionadas a políticas e suas ações.

Medidas	Ações
Tecnológicas	Veículos e motores com emissão zero, carros elétricos, sistemas de orientação de rotas, combustíveis eficientes.
	Soluções de telemática como informações de trânsito em tempo real, controle automático de velocidade, gestão de tráfego e de frotas e informações sobre transferências modais.
	Sistema de transporte baseado em ônibus, VLT e metrô.
	Novos sistemas de logística incluindo centros, controle e rastreamento.
Planejamento físico e medidas espaciais	Regulamentação do uso do solo.
	Definição de regiões de restrição de automóveis.
	Definição de regiões de alta densidade próxima aos corredores de transporte público.
	Política urbana
Comportamentais	Impostos sobre combustível e utilização
	Utilização de modais diferentes
	Medidas regulamentares ou proibitivas – restrição de estacionamento, inspeções obrigatórias, limites de velocidade, impostos sobre carros.
	Programas de educação de trânsito.
	Disponibilidade de informação para planejamento de viagens.
	Campanhas de informação e conscientização.
Medidas governamentais	Operação do transporte público de forma diária e durante 24 horas.
	Limitação de vagas de estacionamento em regiões servidas de transporte público.
	Concessão de licença para prestação de serviços de transporte.
Medidas econômicas	Impostos sobre mais de um veículo por família.
	Subsídios ao transporte público.
	Consideração dos custos externos sobre os investimentos.
	Tarifação de vias com altas taxas de congestionamento.
Qualidade de vida	Expansão da infraestrutura física.
	Melhorias no transporte público.
	Medidas de restrição de circulação de veículos.
	Desestímulo à propriedade do carro.
	Opções de modais
	Melhorias na gestão operacional.

Fonte: Nijkamp (1994); Shiftan, Kaplan e Hakkert (2003).

Para Hull (2008), existe uma competição entre as políticas de transporte local com outros setores de serviço. Desta forma, é fundamental que seja atingido um consenso antes da definição de medidas políticas. Instrumentos legais e fiscais podem ser usados para implementar o paradigma de um transporte sustentável.

Outra dificuldade é a ausência de mecanismos de gestão para a integração política, além da insuficiência de pessoal com habilidade técnica para implementar novas ideias sobre transporte sustentável e a insuficiência de dados de monitoramento.

Para Black (2000), as mudanças necessárias para que se atinja um transporte sustentável geram custos sociais:

- **Reservas de combustível e combustíveis alternativos:** mudanças de fonte de energia, como a utilização do carro a energia elétrica só possuem efeitos benéficos para o transporte sustentável se a energia for produzida a partir de fontes sustentáveis;
- **Emissões e qualidade do ar:** veículos com melhores tecnologias poluem menos, porém seu custo é mais elevado, dificultando a compra pela população de renda mais baixa;
- **Congestionamento:** medidas de restrição de utilização de veículos geram a necessidade de mudanças comportamentais. Medidas de elevação de impostos têm um potencial relativo mais forte sobre os mais pobres, além de poder gerar desequilíbrio nos preços;
- **Mortos e feridos:** a segurança dos veículos é uma preocupação da sociedade nos últimos anos, porém o avanço tecnológico também gera aumento do preço dos veículos;
- **Uso da terra:** para que se atinjam as metas de um transporte sustentável é fundamental o controle do uso e ocupação do solo, evitando o espalhamento das cidades e a expulsão dos mais pobres para as periferias.

Qureshi (2007) observa uma deficiência na literatura sobre um consenso sobre quais políticas e iniciativas resultam em um sistema de transportes sustentável. Outra dificuldade é a falta de consideração dos aspectos sociais e de indicadores sobre esses impactos sociais.

Willians (2005) também observa a necessidade de avanços na política de transportes sustentáveis e sua implementação. Atualmente, não existe uma forma eficiente de acompanhamento das políticas. Na Tabela 2.8 é apresentada uma síntese dos principais desafios para aplicação das medidas relacionadas às políticas para um transporte sustentável.

Tabela 2.8. Síntese dos desafios para implantação de medidas relacionadas às políticas.

Medidas	Desafios
Comportamentais	Necessidade de pesquisas em respostas comportamentais.
	Mudanças de estilo de vida têm sido ignoradas.
	Mudanças de comportamento são percebidas como restrição de liberdade de movimento.
Tecnológicas	Melhorias parciais com utilização de combustíveis mais limpos, melhorias do transporte público e não motorizado não deveriam ser descartados.
	As novas tecnologias não diminuem os problemas com congestionamento e acessibilidade.
	Exigem investimentos iniciais altos para os mais pobres.
	A utilização de combustíveis alternativos só produz benefícios se a energia for produzida a partir de fontes sustentáveis.
Planejamento físico	Novas infraestruturas favorecem a fuga para os subúrbios.
	Fundamental o controle do uso e ocupação do solo.
Medidas governamentais	Competição entre as políticas de transporte com outros serviços.
	Ausência de mecanismos de gestão para a integração política.
Custos sociais	Insuficiência de dados de monitoramento.
	Insuficiência de pessoal com habilidade técnica.
	A energia para veículos elétricos nem sempre provem de fontes limpas.
	Veículos menos poluentes e com mais segurança são mais caros.
	Necessidade de mudanças de comportamento.
	Degradação de áreas urbanas por infraestrutura de transportes.

Fonte: Greene e Wegener (1997); Gudmundsson e Höjer (1996); Nijkamp (1994); Steg e Gifford (2005); Black (2000); Hull (2008).

Além das medidas e ações apresentadas, Goldman e Gorhan (2006) identificam quatro áreas emergentes de inovação para a elaboração de políticas de transporte sustentável: nova mobilidade, cidade logística, gerenciamento de sistemas inteligentes e habitabilidade. Cada uma das quatro áreas traz uma visão de sistemas diferente ao reconhecer a interação entre o transporte e outros sistemas sociais e econômicos:

- A nova mobilidade aborda como os indivíduos planejam suas atividades diárias. Ela procura entender e influenciar o conjunto completo de fatores econômicos e psicológicos que moldam a escolha dos modais;
- A logística da cidade aborda os negócios de circulação de mercadorias;

- O gerenciamento de sistemas inteligentes trata da relação entre a infraestrutura e as instituições públicas. Procura-se reorganizar o governo em torno de uma gestão efetiva da infraestrutura de transportes;
- A habitabilidade aborda como a sociedade interage com os sistemas de transporte, defendendo maior integração do transporte com necessidades sociais e incluindo oportunidades para recreação e interação social, bem como acessibilidade para as crianças e os pobres.

A Tabela 2.9 expõe a série de ações a serem implementadas para um transporte sustentável conforme as áreas de inovação para Goldman e Gorhan (2006).

Tabela 2.9. Medidas políticas em áreas de inovação para um transporte sustentável.

Áreas	Ações
Nova mobilidade	Distribuição das informações sobre viagens: incluindo informações sobre os itinerários dos ônibus, metrô, locais de estacionamento e vias congestionadas.
	Publicação de informações de horários de transporte público na internet.
	Integração da tarifa: Unificação de tarifas; tarifas interagências, utilização de cartões inteligentes.
	Carsharing (Aluguel de automóveis por hora): permitir o aluguel e veículos pela internet, correio eletrônico ou telefone. Criação de clubes de automóveis para compartilhar veículos (Estados Unidos e Europa).
	Bikesharing (Aluguel de Bicicletas por hora).
	Regiões sem carro.
Cidades logísticas	Integração de informações e gestão de entrega de mercadorias.
	Distribuição de áreas centrais e centros logísticos.
	Zonas ambientais: Cidades Europeias como Copenhague, Estocolmo e Amsterdam, restringem o uso do centro para caminhões de carga.
Gestão de sistemas inteligentes	Pedágio urbano: através da utilização de câmeras pelo reconhecimento automático de licenças como em Londres.
	Gerenciamento de ônibus em tempo real, utilização de veículos com piso rebaixado, regularidade na limpeza, priorização de semáforos ao transporte público, utilização de ônibus mais modernos.

Habitabilidade	Utilização de sistema eletrônicos para detecção de violações como limite de velocidade.
	Efetivação de Planos de Negócios para o transporte público de acordo com as políticas locais.
	Acessibilidade
	Recreação
	Bem-estar da população
	"Reinos" dos pedestres: fechamento de vias para o tráfego de veículos automotores e utilização por pedestres e veículos não motorizados em finais de semana (Bogotá).
	Dias sem carro.
	Utilização de sistemas de alta capacidade como o BRT.
	Redesenho urbano para criação de áreas onde os carros, pedestres e ciclistas convivam de forma segura. Efetuado em inúmeras cidades do Reino Unido, Dinamarca, Suécia, Alemanha e Holanda.

Fonte: Goldman e Gorhan (2006).

2.3.2. Medidas de planejamento

Para Vasconcellos (2012), o planejamento de transportes define a infraestrutura de circulação que permitirá o deslocamento de pessoas e mercadorias, bem como os veículos e serviços oferecidos.

Para Shiftan, Kaplan e Hakkert (2003), o planejamento de um sistema de transporte sustentável é uma tarefa complexa que envolve um grau elevado de incertezas devido a várias razões:

- Grande número de medidas e alternativas políticas;
- Forma de implementação;
- Resposta dos usuários a cada conjunto de medidas;
- Forma como planejadores e decisores definem e interpretam o conceito.

Além disso, as ferramentas existentes para avaliar o planejamento de transportes, que aplicam modelos estatísticos e comportamentais, ainda são limitadas em relação à análise do transporte sustentável.

Para Litman (2012) a sustentabilidade requer repensar como se pode medir o transporte. Os planejadores de transportes tratam o movimento como um fim, enquanto os planejadores de transportes sustentáveis enfatizam a redução da necessidade de viagens, com melhor gestão do uso do solo e da infraestrutura.

Desta forma, é preciso reconhecer que as decisões afetam as pessoas de maneiras diferentes, sendo necessária a consideração de uma variedade de objetivos e impactos. O planejamento de transportes sustentáveis implica a utilização dos modais no que cada um tem de melhor, reconhecendo o valor do transporte não motorizado, a importância do transporte público e a redução – mas não a eliminação – do uso do automóvel.

Assim, o envolvimento do público é fundamental por duas razões: primeiro, pelo fato de os princípios de desenvolvimento sustentável refletirem os valores de uma comunidade; e segundo, pelo fato de o transporte sustentável envolver mudanças do comportamento das comunidades e, dessa forma, depender da participação dos indivíduos. O desenvolvimento sustentável exige que as decisões de transportes individuais sejam subordinadas a objetivos estratégicos de longo prazo para toda a comunidade. Na Tabela 2.10, apresenta-se uma comparação entre o planejamento de transportes convencional e o planejamento de transportes sustentáveis.

Tabela 2.10. Planejamento de transportes convencionais e sustentáveis.

	Planejamento convencional	Planejamento sustentável
Transporte	Define e mede o transporte, principalmente em termos de viagens de veículos.	Define e mede o transporte em termo de acesso.
Objetivos	Maximizar a capacidade da estrada e estacionamento para atender à demanda de tráfego previsto.	Utiliza análise econômica para determinar as políticas e os investimentos ideais.
Envolvimento público	Pouco a moderado envolvimento público. Público é convidado a comentar em pontos específicos no processo de planejamento.	Moderada a alta participação do público. Público está envolvido em muitos pontos no processo de planejamento.
Custo de facilidade	Considera os custos para uma agência ou nível de governo específico.	Considera todos os custos de instalação, incluindo os custos para outros níveis de governo e custos para as empresas (como estacionamento).
Custo do usuário	Considera o tempo do usuário, custos operacionais dos veículos, e as tarifas ou pedágios.	Considera o tempo do usuário, os custos operacionais e de propriedade de veículos, tarifas e pedágios.
Custos externos	Pode considerar os custos de poluição do ar locais	Considera poluição local e global do ar, congestionamento jusante, prejuízos não compensados de acidentes, impactos sobre outros usuários da estrada, e outros impactos identificados

Equidade	Considera uma gama limitada de questões de equidade. Endereços equidade principalmente por subsidiar o transporte.	Considera uma ampla gama de questões de equidade. Favorece as políticas de transporte que melhoram acesso para os não condutores e populações desfavorecidas
Demanda de viagens	Define demanda de viagens com base nos custos de usuário existente.	Define demanda de viagens em função, de bases em vários níveis de custos para o utilizador.
Tráfego geral/Tráfego induzido	Ignora ao todo, ou pode incorporar um sentimento limitado por um modelo.	Leva tráfego gerado em conta na modelagem e avaliação econômica de políticas e investimentos alternativos.
Integração com planejamento estratégico	Considera planos de uso da terra da comunidade como uma entrada para modelagem de transporte.	Decisões de transporte individuais são selecionados para apoiar a visão estratégica da comunidade. Decisões de transporte são reconhecidos como tendo impactos de uso da terra.
Política de investimento	Com base nos mecanismos de financiamento existentes que visam dinheiro pelo modo.	Planejamento de menor custo permite que os recursos a serem utilizados para a solução de melhor custo-benefício.
Preços	Instalações viárias e estacionamento são gratuitos, ou precificados para a recuperação dos custos.	Instalações rodoviário e estacionamentos são precificados para a recuperação de custos e com base nos custos marginais de incentivar a eficiência econômica.
Gestão da demanda de transportes	Gestão TDM-usuário apenas para aumentar a capacidade das rodovias ou estacionamento onde é considerado inviável (ou seja, grandes cidades e distritos de negócios central).	Implementação de sistemas de gestão TDM sempre que possível. Expansão da capacidade só ocorre onde TDM não é rentável. Considera uma ampla gama de estratégias de TDM.

Fonte: Litman (2012).

Williams (2005), observando a prática de planejamento, considera necessário trabalhar de forma interdisciplinar. É importante que haja ações de coordenação entre os planejadores de transporte, planejadores urbanos e gerenciadores de projetos em transporte.

Curtis (2005) enfatiza a necessidade de coordenação das agências e serviços, bem como melhor compreensão dos objetivos dos diferentes profissionais na elaboração e implementação de melhores práticas, definindo um conjunto completo de medidas, em vez de soluções fragmentadas.

Para Litman (2012), os objetivos do planejamento de transportes sustentáveis se apoiam nas seguintes medidas:

- Maior diversidade dos sistemas de transportes;
- Integração de sistemas;
- Maior acessibilidade;
- Eficiência no uso de recursos energéticos e de infraestrutura;
- Política de preços justa;
- Melhorias das opções de uso do solo;
- Eficiência operacional;
- Planejamento integrado e aberto, inclusive com a participação da comunidade.

Uma forma de estruturar o desenvolvimento de soluções para o transporte sustentável é a criação de cenários. Para Shiftan, Kaplan e Hakkert (2003), cenários podem ajudar a identificar conflitos, explorar problemas e pontos de vista de uma decisão, explorando várias direções para um desenvolvimento futuro. Os cenários podem ser capazes de internalizar os componentes incertos de um processo de decisão.

Em pesquisa efetuada sobre a implementação de transporte sustentáveis para a cidade de Tel-Aviv, Shiftan, Kaplan e Hakkert (2003), por meio de entrevistas com especialistas, elaboraram modelos de cenários para o desenvolvimento de modais sustentáveis.

Dreborg (2004), em pesquisa efetuada para análise de incertezas em relação às ferramentas utilizadas para implementação de um transporte sustentável, também utilizou a abordagem por cenários como ferramenta de planejamento.

2.4. Discussão

O desenvolvimento da infraestrutura urbana trouxe melhorias de qualidade de vida para a população, mas também gerou fortes impactos ambientais, sociais e econômicos.

O setor de transportes também faz parte deste contexto. As melhorias de infraestrutura para os transportes podem trazer benefícios, mas podem ser responsáveis por impactos em várias áreas.

A discussão de um desenvolvimento mais sustentável ganha força e se torna necessária. O tema é discutido em diversos aspectos, em diversas áreas. No setor de transportes são discutidas estratégias como: utilização do transporte público coletivo,

utilização de transporte não motorizado, diminuição da utilização dos automóveis, combustíveis mais limpos, entre outras.

O tema é avaliado pelo viés da mobilidade sustentável e do transporte sustentável. Os conceitos se misturam pela observação dos diversos autores; todavia, o tema mobilidade parece mais atrelado ao conceito de movimento propriamente dito e o de transporte sustentável com os modais.

Assim, é importante a escolha de uma definição adequada de transporte sustentável. A conceituação apresentada por Litman (2009) parece mais adequada: por um lado, não tenta definir todos os aspectos de um transporte sustentável, mas, por outro, define de forma clara que esse conceito se embasa na lógica do desenvolvimento sustentável, com foco nos modais de transportes e no planejamento.

As outras definições buscam o estabelecimento de vários itens necessários para o preenchimento do conceito, com embasamento no tripé da sustentabilidade: meio ambiente, economia e sociedade.

Todavia, percebe-se que tais conjuntos de medidas são carentes de procedimentos de execução. Qual é a quantidade adequada para cada modal? Em que contexto? Tais perguntas são essenciais tendo em vista os elevados custos dos investimentos envolvidos em infraestrutura de transportes.

Além disso, para cada ação e contexto, existe uma série de atores envolvidos que interagem e tem objetivos que podem ser harmônicos ou conflitantes. Desta forma, quando se deseja implantar um sistema de transportes sustentável, parece quase que obrigatório a utilização de ferramentas de planejamento multiatributo.

O cenário ótimo para que o transporte sustentável possa de fato existir demanda medidas de políticas públicas e planejamento.

As medidas de políticas públicas são embasadas em melhoria de tecnologia, através da utilização de combustíveis alternativos ou através de regulamentação. Nos Estados Unidos, as ações de regulamentação enfrentam grande resistência da sociedade, tendo em vista a cultura de utilização do automóvel. Já na Europa, tais políticas são mais bem aceitas pela população, tendo em vista as elevadas taxas de utilização do transporte público e não motorizado.

As ações que envolvem mudança de tecnologia têm seu efeito rapidamente atenuado pela continuidade dos congestionamentos, por exemplo. Por outro lado, ações de regulamentação, que envolvem restrição de utilização de determinados modais, são entendidas pela população como restrição de liberdade.

O envolvimento da sociedade é fundamental para uma mudança para modos mais sustentáveis. Desta forma, as políticas públicas precisam considerar a população como um ator importante na tomada de decisão.

Parece claro que, tanto para medidas políticas como de planejamento, a variável local é importante. Medidas conduzidas em âmbito nacional nem sempre podem ser utilizadas para Estados e regiões menores.

Tal aspecto enfatiza a necessidade do estudo do transporte sustentável de modo local, agregando as características físicas e comportamentais da região, vinculadas à cultura local, e os conceitos gerais de sustentabilidade.

3. TRANSPORTE METROPOLITANO DE PASSAGEIROS

3.1. Fundamentação de uma Região Metropolitana

Segundo Freitas (2009), as regiões metropolitanas têm origem em uma combinação dos processos de urbanização, metropolização e conurbação.

O processo de urbanização caracteriza-se pela passagem progressiva das populações do campo para as cidades. A metropolização ocorre pela polarização de uma região ao redor de uma grande cidade, com grandes dimensões físicas e contingentes populacionais, densidade demográfica e taxa de urbanização elevadas. A conurbação é a fusão de áreas urbanas, de municípios limítrofes, formando uma mancha urbana contínua e única, que ultrapassa os limites de cada um dos municípios integrantes.

Braga e Carvalho (2004) definem região metropolitana como “um aglomerado urbano composto por vários municípios administrativamente autônomos, mas integrados física e funcionalmente, formando uma mancha urbana praticamente contínua [...]”.

A metropolização no Brasil iniciou-se a partir do final do século XIX, nas regiões das cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro. Em 1973, instituíram-se oito regiões metropolitanas através da Lei Federal nº 14: São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Curitiba, Salvador, Recife, Fortaleza e Belém (BRASIL, 1973). Em 1974, foi instituída a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (FREITAS, 2009).

Segundo a Constituição Federal, mais especificamente em seu Art. 25, §3º, cabe aos Estados da Federação instituir regiões metropolitanas (BRASIL, 1988).

Art. 25. Os Estados organizam-se e regem-se pelas Constituições e leis que adotarem, observados os princípios desta Constituição.

[...]

§ 3º Os Estados poderão, mediante lei complementar, instituir regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, constituídas por agrupamentos de municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução de funções públicas de interesse comum.

Atualmente, o Estado de São Paulo possui seis regiões metropolitanas:

- Região Metropolitana de São Paulo: criada pela Lei Federal nº 14, em 8 de junho de 1973 (BRASIL, 1973);
- Região Metropolitana da Baixada Santista: criada pela Lei Complementar Estadual nº 815, em 30 de julho de 1996 (SÃO PAULO, 1996);

- Região Metropolitana de Campinas: criada pela Lei Complementar Estadual nº 870, de 19 de junho de 2000 (SÃO PAULO, 2000);
- Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte: criada pela Lei Complementar Estadual nº 1.166, de 9 de janeiro de 2012 (SÃO PAULO, 2012);
- Região Metropolitana de Sorocaba: criada pela Lei Complementar Estadual nº 1.241, de 8 de maio de 2014 (SÃO PAULO, 2014);
- Região Metropolitana de Ribeirão Preto: criada pela Lei Complementar Estadual nº 1.290, de 6 de julho de 2016 (SÃO PAULO, 2016).

Em relação aos transportes públicos, o artigo 30 da Constituição Federal estabelece a competência dos municípios para gestão de serviços locais, entre eles o transporte coletivo (BRASIL, 1988):

Art. 30. Compete aos Municípios:

[...]

V – organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial;

Porém, não está explícita a competência dos Estados em relação à gestão do transporte em regiões metropolitanas. Neste contexto, Pedroso e Neto (2013) salientam que a autonomia dos municípios em transporte, conferida pela legislação federal vigente, contribui para uma desarticulação entre o transporte municipal e o metropolitano. Em muitos casos, essa delimitação de papéis de cada ente de poder é tão tênue que chega a provocar indefinições de atribuições específicas.

Desta forma, tendo em vista as deficiências das políticas de transportes públicos, houve um aumento das dificuldades para garantir infraestrutura a fim de viabilizar a mobilidade e a acessibilidade no espaço metropolitano. Segundo Ulian (2008), em pesquisa efetuada sobre a Região Metropolitana de São Paulo, os planos de transportes efetivados a partir da metropolização perpetuaram a supremacia do automóvel e de suas externalidades.

Em 2012, com o intuito de qualificar os projetos de transportes urbanos, foi promulgada a Política Nacional de Mobilidade Urbana, por meio da Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. De acordo com ela são atribuições da União fomentar a implantação de projetos de transporte público em regiões metropolitanas, apoiar e estimular ações coordenadas e integradas destinadas a políticas de mobilidade urbana (BRASIL, 2012a).

Art. 16. São atribuições da União:

[...]

IV – fomentar a implantação de projetos de transporte público coletivo de grande e média capacidade nas aglomerações urbanas e nas regiões metropolitanas;

[...]

VII – prestar, diretamente ou por delegação ou gestão associada, os serviços de transporte público interestadual de caráter urbano.

§1º A União apoiará e estimulará ações coordenadas e integradas entre Municípios e Estados em áreas conurbadas, aglomerações urbanas e regiões metropolitanas destinadas a políticas comuns de mobilidade urbana, inclusive nas cidades definidas como cidades gêmeas localizadas em regiões de fronteira com outros países, observado o art. 178 da Constituição Federal.

Assim, através da revisão, verifica-se a necessidade de elaboração de políticas e planos que atendam de forma integrada as regiões metropolitanas, com foco no transporte público coletivo e não apenas no transporte motorizado individual. Neste contexto, o planejamento dos transportes, com participação dos diversos atores do contexto metropolitano, torna-se essencial para garantir mobilidade à população.

3.2. Planejamento de Transportes em Regiões Metropolitanas

O planejamento é um elemento crucial para qualquer iniciativa de desenvolvimento, incluindo a busca da sustentabilidade urbana (RAHMAN, 2016). Em áreas metropolitanas, a gravidade e a complexidade dos problemas requerem abordagens e soluções inovadoras. A fragmentação da estrutura de gestão dos diversos municípios de uma região enfraquece o processo de formulação de políticas e de planejamento (LALEHPOUR, 2016).

Tal fato leva os municípios a desconsiderar os interesses do transporte metropolitano e implementar soluções apenas em âmbito municipal. Assim, ocorre um aumento dos problemas gerados pelos transportes, tais como elevadas taxas de motorização, congestionamentos e aumento dos tempos de viagem (BARANDIER, 2017).

Conforme observa Ulian (2008), a resolução dos problemas de transportes pelos municípios incluídos em uma região metropolitana, de forma individual, não pode ter o efeito esperado.

Outra dificuldade é a coordenação entre o planejamento urbano e o planejamento dos transportes, geralmente complexa, devido às especificidades dos projetos de transporte regional e metropolitano. Muitas vezes, o planejamento de transportes enfatiza as regiões centrais das metrópoles, negligenciando a periferia (LIU e ALAIN, 2014).

Neste contexto, os planejadores de transportes identificam a necessidade de uma maior coordenação e colaboração entre os atores como etapas fundamentais para abordar

questões relacionadas ao planejamento da rede de transportes e iniciativas de sustentabilidade (BEILER, 2016).

A Comissão Europeia para o Meio Ambiente (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY – EEA, 2006) observa que o planejamento do transporte exige uma visão de longo prazo. As soluções precisam ser propostas com base em ampla consulta ao público e outras partes interessadas, e os objetivos devem refletir a situação local. Por outro lado, algumas abordagens para implementação de sistemas de transporte mais sustentáveis são tão ambiciosas que não fornecem qualquer orientação sobre como mediar ou equilibrar os objetivos concorrentes. Além disso, não fornecem uma ideia clara de como os objetivos do sistema interagem (GOLDMAN e GORHAN, 2006).

A dificuldade para obtenção desses objetivos é ainda maior em regiões metropolitanas, tendo em vista que existem características diferentes entre as regiões e entre os municípios de cada região, além de estratégias e políticas próprias para o planejamento dos transportes, incluindo a visão dos atores sobre a sustentabilidade (SILVA, COSTA, MACEDO, 2008).

No Brasil, a publicação da Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, é um marco no que diz respeito à mobilidade e à sustentabilidade (BRASIL, 2012a). Contudo, observa-se uma grande carência de legislação em âmbito estadual que trate de modais eficientes e menos poluentes.

Poucos estados possuem leis específicas de transporte que incluem a preocupação com a sustentabilidade. Na Bahia, por exemplo, tanto na Lei Estadual nº 12.044, de 4 de janeiro de 2011 (BAHIA, 2011a), como no Decreto nº 13.168, de 12 de agosto de 2011 (BAHIA, 2011b), ambos sobre o Sistema de Transporte Hidroviário Intermunicipal de Passageiros, as palavras “mobilidade” e “sustentável” aparecem em alguns poucos artigos. Também não há previsão de um plano diretor de transporte em nível metropolitano ou regional que considere as características físicas, geográficas, socioeconômicas, políticas e culturais.

Todavia, observando as outras legislações estaduais no Brasil, o Estado da Bahia é praticamente o único que aborda os conceitos de sustentabilidade em legislação específica sobre transportes.

Além disso, as legislações estaduais sobre modais de transportes metropolitanos se restringem, na maioria das vezes, ao transporte rodoviário de passageiros. É o caso do Estado de São Paulo, em que, em relação ao transporte metropolitano, existe apenas o Decreto nº 60.865, de 28 de outubro de 2014, que regulariza o transporte coletivo de passageiros, com

ênfase no modal rodoviário, sem nenhuma consideração sobre conceitos de sustentabilidade. (SÃO PAULO, 2014).

3.3. Modais de Transporte Metropolitano de Passageiros

Este item apresenta os modais que podem ser utilizados no transporte metropolitano de passageiros e está organizado em modais motorizados e modais não motorizados. Os modais motorizados podem ser classificados, quanto à natureza, em públicos e privados, e quanto ao uso, em individuais e coletivos (VASCONCELLOS, 2012). Esta classificação será utilizada nas seções seguintes, devido a sua maior abrangência.

3.3.1. Modais motorizados individuais

Nesta seção serão abordados o automóvel, a motocicleta, o táxi e o moto-táxi.

Segundo Bogart (2006), desde o início do século XX é crescente a participação do automóvel no transporte pessoal. Já em 1960, 60% das viagens pendulares eram efetuadas por automóvel. Em 2000, esse número chegou a 75,7% de viagens com apenas o condutor e 12,2% no sistema de carona.

No Brasil, segundo Vasconcellos (2012), as vendas de automóveis começaram com números da ordem de 41 mil veículos, em 1960, atingindo a marca de 2,47 milhões, em 2009. Enquanto em alguns países, como os Estados Unidos, existe uma tendência de estabilização na aquisição de veículos, nos países de Terceiro Mundo e nas nações pós-comunistas da Europa há indícios de sua crescente utilização.

Para Morris (1996), muitos fatores influenciam o crescimento da posse e do uso dos automóveis. Tais fatores incluem a renda, o custo de compra e utilização, as necessidades de viagens (trabalho e lazer), a qualidade do transporte público e as preferências pessoais em relação ao uso dos automóveis.

Segundo Ribeiro e Rodrigues (2013), em todas as regiões metropolitanas do Brasil, ocorreu aumento na participação de automóveis e motocicletas no conjunto da frota de veículos motorizados entre 2001 e 2012. Tal aumento pode ser explicado pelas políticas de facilitação ao crédito, bem como pela redução dos tributos na gasolina, que, durante a primeira década do século XXI, favoreceu o crescimento da frota veicular no Brasil. Segundo Testa (2015), somente na Região Metropolitana de São Paulo, a frota veicular ultrapassa seis milhões de unidades. Mesmo com a adoção de medidas de políticas públicas e tecnológicas para redução de emissão de gases, uma das externalidades dos veículos motorizados à combustão, o aumento da frota anula os resultados positivos obtidos.

A utilização do automóvel em zona urbana estabelece uma série de custos à sociedade, alguns dos quais, segundo Brinco (1985), são cobertos pelas taxas de propriedade. Todavia, ainda restam outros custos não computados, tais como perdas econômicas causadas pelos congestionamentos; poluição do ar, sonora e visual; e riscos à segurança de pedestres. Veículos elétricos, considerados menos prejudiciais ao meio ambiente, também podem provocar custos relacionados à poluição. Nos países europeus, eles podem ser mais poluentes do que os carros convencionais em termos de emissão de CO₂, já que, na produção de energia elétrica, é efetuada a queima de combustíveis fósseis. Outra externalidade são as mortes provocadas pelo aumento da utilização dos modais motorizados.

Após o automóvel, a motocicleta é um dos modais motorizados mais acessíveis, principalmente para a população com renda mais baixa, não só no Brasil, mas ao redor do mundo. Segundo o Banco Mundial (2003), na Índia, por exemplo, mais de 80% das residências possuem veículos motorizados, especialmente motocicletas.

Esse tipo de veículo utiliza com mais eficiência a infraestrutura viária do que outros modais; todavia, esse aumento de mobilidade vem acompanhado de altos custos ambientais e de acidentes. Anualmente, o Brasil gasta quase 1 bilhão de reais com os custos ligados a acidentes de motocicletas, conforme pode ser observado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Custos totais estimados de acidentes nas áreas urbanas brasileiras.

Veículos	Custo (milhões R\$/ano)	Parcela (%)
Automóveis	2.859,00	55,50
Motocicletas	982,00	19,10
Ônibus urbanos	660,00	12,80
Caminhões	580,00	11,30
Utilitários leves	69,00	1,30
Total	5.150,00	100,00

Fonte: Vasconcellos (2012).

No Brasil, o crescimento da frota de motos tem relação com o baixo custo de aquisição. Assim, as motocicletas possuem destaque no tráfego de veículos, tanto em cidades pequenas quanto em regiões metropolitanas, especialmente nas periferias. (RIBEIRO E RODRIGUES, 2015).

Segundo Tobias e Cardoso (2013), este tipo de modal é capaz de acessar viários que outros veículos de maior porte não conseguem, tais como ruas estreitas, becos, alamedas e passagens. Justamente por essas características também exercem importante função no transporte de mercadorias em regiões metropolitanas.

Outro modal motorizado é o táxi, que possui baixa ocupação, geralmente em torno de um ou dois passageiros, sendo exclusivo de quem paga por ele (VASCONCELLOS, 2012). Em algumas regiões do Brasil, como no Nordeste, as motocicletas também oferecem o serviço de táxi, conhecido como moto-táxi.

Ainda segundo o autor, as tarifas são relativamente altas, sendo utilizado pelas pessoas de renda mais elevada. Em regiões como São Paulo e Rio de Janeiro, a frota de táxis está em torno de 30.000 e 15.000 unidades, respectivamente. Em relação ao número total de deslocamentos motorizados efetuados na região metropolitana de São Paulo, de acordo com dados de 2007, o táxi contribui com apenas 0,4% do total de deslocamentos.

3.3.2. Modais motorizados coletivos

Nesta seção serão abordados os seguintes modais: ônibus, trem, BRT (*Bus rapid transit*), veículo leve sobre trilhos (VLT), metrô e barcas.

Segundo Vasconcellos (2012), no Brasil e nos demais países em desenvolvimento, o ônibus costuma ser o modal de transporte público mais importante. Pode ser utilizado tanto no âmbito municipal, quanto intermunicipal e metropolitano. Em 2010, em áreas com mais de 60 mil habitantes, existiam cerca de 100 mil unidades transportando cerca de 51 milhões de pessoas em todo o Brasil.

Para Brinco (1985), as principais vantagens oferecidas pelo ônibus como transporte urbano são: flexibilidade, sendo capaz de compor redes de diversos tipos; capacidade de integração a sistemas complementares, podendo operar com base em linhas de alimentação que transportam os usuários a estações de transbordo; e facilidade de variação de trajetos de forma provisória, com baixo investimento em infraestrutura.

Segundo a Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU, 2013), apenas na Região Metropolitana da Baixada Santista são transportados mais de 5,5 milhões de passageiros por mês pelo sistema de ônibus metropolitanos, sendo este o principal modal coletivo da região.

Ferraz e Torres (2004) observam que diversas estratégias têm sido utilizadas para aumentar a velocidade e a capacidade do ônibus, tais como: veículos maiores sem articulação, articulados ou biarticulados; locomoção em faixas exclusivas; canaletas ou ruas só para

ônibus; preferência em semáforos; bilhetagem fora do ônibus em estações; paradas com várias baias; entradas e saídas independentes nas estações.

A evolução do sistema convencional de ônibus, segundo Larwin, Grey e Kelley (2007), pode ser definida como BRT. É um sistema que combina integração de instalações, equipamentos e serviços, melhorando a velocidade do modal e sua confiabilidade. As características do BRT que o tornam um modal atrativo são:

- Implementação rápida e possibilidade de expansão;
- Operação em vias arteriais ou expressas, bem como em marginais de rodovias;
- Acomodação de serviços expressos e locais em uma única instalação;
- Custo inferior à implantação de um sistema sobre trilhos, proporcionando benefícios semelhantes;
- Implantação em viário pré-existente (neste caso, o custo de implementação é pouco superior ao do sistema de ônibus convencional);
- Integração efetiva ao ambiente com benefícios significativos ao desenvolvimento urbano.

Além do BRT, outra opção ao sistema convencional de ônibus é o veículo leve sobre trilhos (VLT), que tem como uma de suas principais características a adaptação ao meio urbano. Sua implantação é geralmente fruto de um projeto associado a uma renovação urbana, bem mais ampla que o simples transporte de pessoas (ALOUICHE, 2008).

Como principais vantagens desse tipo de modal estão segurança, rapidez, conforto, suavidade nos movimentos e flexibilidade, além de não emitir poluição. Sua superestrutura, com trilhos envolvidos, está na altura da via e permite o compartilhamento com outros modos. É adaptável ao traçado e pode vencer rampas e realizar curvas bem fechadas (ALOUICHE, 2008).

Segundo o Banco Mundial (2003), o VLT tem custo de implantação que varia entre US\$ 10 milhões e US\$ 30 milhões por quilômetro, incluindo infraestrutura, equipamentos e terminais. Em diversos países, sistemas VLT realizam cerca de 2,5 bilhões de viagens por ano, com capacidade de transportar entre 10.000 e 35.000 passageiros por faixa/hora no sentido de pico.

Para Cruz *et al.* (2013), o VLT tem se mostrado eficiente para a implantação em regiões metropolitanas. O sistema recém-implantado na Região Metropolitana da Baixada Santista já é responsável pela movimentação de 270 mil passageiros por mês em 15 estações (ANPTrilhos, 2017).

Outro modal importante é o trem de passageiros. Para D'Agosto (2015), o trem metropolitano pode ser implantado em vias exclusivas na periferia das cidades e nos subúrbios. As principais características do modal são: viagens relativamente longas, grande distância entre as estações e velocidade alta. Os carros têm entre 2,5 e 3,2 metros de largura e 20 a 26 metros de comprimento, com capacidade em torno de 300 passageiros por vagão.

Segundo a Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S. A. (TRENSURB, 2018), empresa que administra o transporte de passageiros por trens na região de Porto Alegre, Canoas, Esteio e Sapucaia do Sul, o sistema é capaz de transportar 21.600 passageiros/hora/sentido. Na Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM, 2014), a Linha 10 opera com volume entre 11.000 e 18.000 passageiros/hora/sentido e a Linha 11, com 30.000 passageiros/hora/sentido.

Outro modal que utiliza os trilhos é o metrô, caracterizado por um material rodante capaz de alcançar grandes acelerações e desacelerações, com pequenos intervalos entre as composições que circulam em uma mesma via. Desta forma, segundo Brinco (1985), é capaz de transportar grande número de passageiros em altas velocidades.

Como consequência de sua alta capacidade e custos de implantação e operação elevados, apenas centro urbanos com uma economia desenvolvida e dinâmica têm condições de suportar esse tipo de modal. Além disso, o metrô demanda integração com outros modais, incluindo estacionamento de automóveis, principalmente em suas extremidades, induzindo os usuários do modal individual a utilizarem o transporte público.

Segundo o Banco Mundial (2003), muitos metrô ao redor do mundo operam com capacidade entre 30.000 e 40.000 passageiros/hora/sentido. Em poucos casos se ultrapassa esse intervalo. Em São Paulo, a linha leste transporta mais de 60.000 passageiros/hora/sentido. Em Hong Kong são mais de 80.000 passageiros por hora por sentido em horário de pico.

Os custos de implantação também podem variar enormemente. Onde existe uma faixa disponível na superfície, seu custo é de aproximadamente US\$ 8 milhões/km. Em locais onde há necessidade de linhas subterrâneas, este custo pode chegar a US\$ 150 milhões/km.

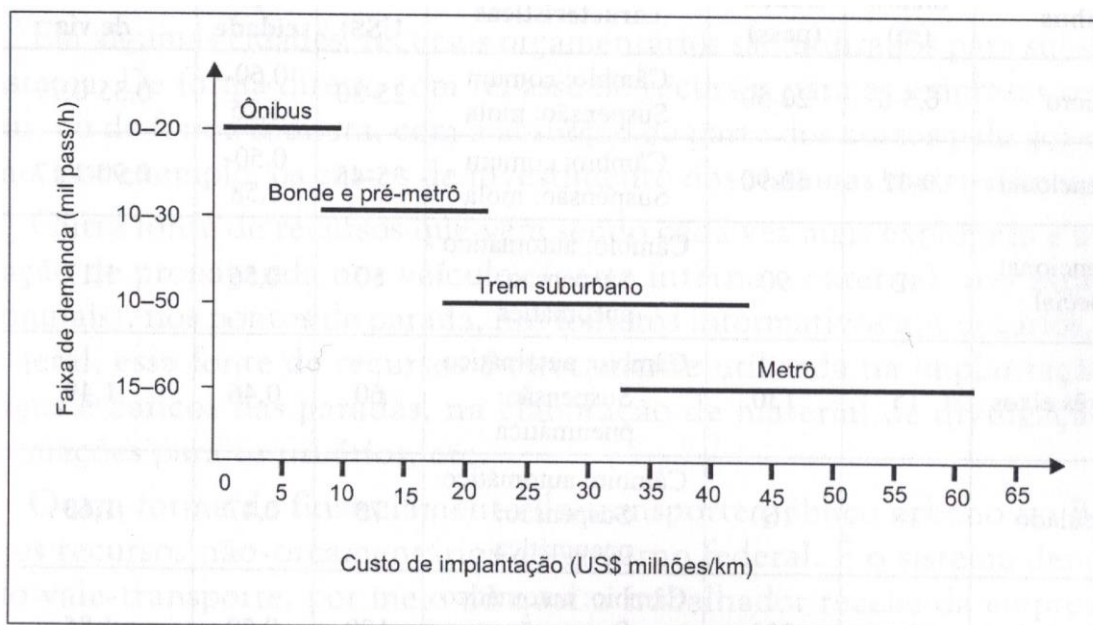
Ferraz e Torres (2004) apresentam uma comparação técnica entre os diversos modais de transporte público motorizado (Tabela 3.2).

Tabela 3.2. Parâmetros técnicos dos modos de transporte público.

PARÂMETRO	ÔNIBUS	BONDE	VLT	METRÔ	TREM SUBURBANO
Largura (m)	2,4-2,6	2,4-2,6	2,4-2,8	2,5-3,2	2,5-3,2
Comprimento da unidade (m)	6,5-24	14-23	14-30	15-23	20-26
Lotação (pass./unidade)	20-240	70-250	100-250	150-250	150-250
Unidades em comboio	1-4 independentes	1-3 engatadas	1-4 engatadas	4-10 engatadas	4-10 engatadas
Velocidade (km/h)	10-40	10-20	20-40	25-60	40-70
Capacidade de transporte (mil pass./h)	5-15	5-15	10-25	25-60	20-50
Distância entre paradas (m)	200-400	200-400	400-800	700-2.000	1.500-4.000

VLT = veículo leve sobre trilhos. Fonte: Ferraz e Torres (2004).

Os autores também apresentam duas comparações (Figuras 3.1 e 3.2) em relação aos diversos tipos de transporte público motorizado: o investimento necessário para a implantação e o custo de operação de acordo com a demanda.

**Figura 3.1.** Custo de implantação por demanda de passageiros para modais de transporte público motorizado. Fonte: Ferraz e Torres (2004).

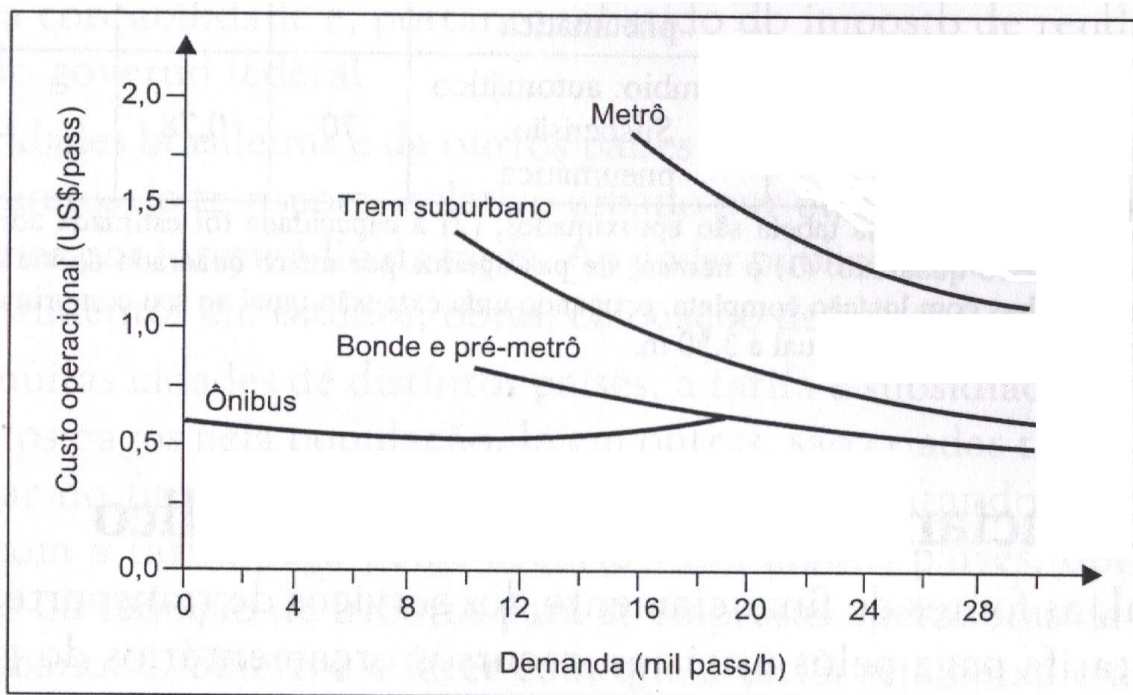


Figura 3.2. Custo operacional de acordo com a demanda para modais de transporte público motorizado. Fonte: Ferraz e Torres (2004).

Outro modal utilizado em algumas regiões metropolitanas no Brasil é o hidroviário. Para Andrade, Pereira e Andrade (2003), as principais características do modal hidroviário são: confiabilidade, conforto, capacidade e segurança. Também existe baixa possibilidade de congestionamento, diferentemente do modal rodoviário. Seu limitante é a pequena possibilidade de ligação “porta-a-porta”, devido à necessidade de utilização de outros modais e sua integração para obtenção de melhor eficiência, além dos tempos para atracação e desatracação, que aumentam o tempo total de viagem. Em comparação com outros modais, a relação entre os custos do transporte hidroviário, ferroviário e rodoviário é de 1:2:5.

Segundo Tobias (2007), em Belém, bem como em toda a região amazônica e em outras regiões do litoral brasileiro, o transporte é efetuado basicamente pelas “estradas naturais”, ou seja, rios, baías e estuários. Além da região amazônica, os outros importantes sistemas de transporte hidroviário urbano existentes no Brasil são: Rio de Janeiro, Santos, Salvador, Aracaju e Vitória. No Rio de Janeiro e em Santos, núcleos de suas regiões, este tipo de transporte também responde por parte do transporte metropolitano de passageiros. No caso do Rio de Janeiro é uma importante ligação com o município de Niterói e no caso de Santos, com o município do Guarujá.

Dados do Desenvolvimento Rodoviário S. A. (DERSA, 2012) sobre as travessias litorâneas no Estado de São Paulo, com base no ano de 2012 – que incluem veículos, ciclistas e pedestres –, reforçam a importância deste tipo de sistema para viagens entre alguns municípios dentro da Região Metropolitana da Baixada Santista (Santos-Guarujá, Santos-Vicente de Carvalho, Guarujá-Bertioga), conforme visto na Tabela 3.3. Segundo dados do Grupo CCR (2014), empresa que detém a concessão atual do serviço de travessias de barcas no Rio de Janeiro, a movimentação por hora e por sentido é superior a 15.000 passageiros.

Tabela 3.3. Travessias litorâneas em 2012.

LOCAL	VEÍC.	BICICL.	PEDESTRES	MÉDIAS DIÁRIAS		
				Veíc.	Bicicl.	Pedestre
São Sebastião/Ilha Bela	1.396.213	249.230	1.794.463	3.825	683	4.916
Santos/Guarujá	9.607.482	660.834	–	26.322	1.811	–
Santos/Guarujá-Mista	303.356	2.890.510	109.028	831	7.919	299
Santos/Vic. de Carvalho	–	989.763	5.691.611	–	2.712	15.593
Guarujá/Bertioga	375.511	67.731	1.064.032	1.029	186	2.915
Iguape/Juréia	155.300	7.578	314.582	425	21	862
Cananéia/Continente	72.097	78.312	83.627	198	215	229
Cananéia/Ilha Comprida	124.766	42.488	391.340	342	116	1.072
Cananéia/Ariri	–	–	14.421	–	–	40
Total Anual 2012:	12.034.725	4.986.446	9.463.104	32.972	13.661	25.926

Fonte: DERSA (2012).

Segundo Andrade, Pereira e Andrade (2003), a experiência internacional revela a necessidade de integrar fisicamente terminais dos diversos modais com o transporte hidroviário, reduzindo a perda de tempo inter-terminais, assim como a integração comercial (bilhete único). A integração física deve incluir desde a segregação de vias, o uso de bicicletários e melhorias na infraestrutura urbana no entorno dos terminais para facilitar o acesso até a melhoria da sensação de segurança dos usuários pedestres, como instalação de sinalização adequada e iluminação.

Também devem ser agregadas atividades de comércio e serviços aos terminais hidroviários como forma de revitalização do espaço urbano. É fundamental uma comunicação mais fácil e precisa dos horários de partida e chegada das embarcações; melhorias tecnológicas, por exemplo, embarcações mais rápidas e mais confortáveis; bem como embarcações e terminais com estruturas que facilitem o fluxo de passageiros.

3.3.3. Modais não motorizados

Nesta seção serão abordadas a caminhada e a bicicleta.

Os modais não motorizados são importantes também em contextos metropolitanos, para realização de pequenas viagens ou como uma das fases de uma viagem mais longa.

A caminhada é a forma de locomoção que permite acesso à saúde, emprego, educação, lazer e outras atividades. Para as pessoas com menor poder aquisitivo é uma das principais opções de transporte. Pesquisas realizadas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2003) mostram que 30% dos deslocamentos em áreas urbanas brasileiras são feitos a pé.

Para Melo e Moreira (2005), a ênfase de investimentos em modais motorizados traz como consequência uma infraestrutura urbana que desfavorece o pedestre. Pequenos investimentos – como instalação e conservação de calçadas e tratamento de pontos de conflito entre modais – já facilitariam bastante o deslocamento dos pedestres.

Tais problemas de infraestrutura atingem de forma mais contundente os pedestres de renda média e baixa. Conforme Paiva (2012), 57% das viagens a pé com tempo superior a 15 minutos são realizadas por mulheres de classe média, com idade que varia entre 10 e 30 anos, com escolaridade entre o primário e o ginásio incompleto.

Segundo Ulian (2008), as soluções utilizadas para melhoria da mobilidade urbana na Região Metropolitana de São Paulo, com a ampliação de vias para os modais motorizados, aumentam a insegurança para os pedestres.

Segundo Pucher e Dijkstra (2003), na Holanda e na Alemanha, a política governamental inclui zonas livres de veículos motorizados nos centros das cidades, calçadas com largura adequada em ambos os lados das ruas e boa iluminação, ilhas de refúgio para travessia de ruas, faixas de segurança bem pintadas, iluminadas e, muitas vezes, levantadas em relação à cota do pavimento, além de comando semafórico de pedestres nos cruzamentos.

Além dessas medidas, a criação de zonas de tráfego lento, com redução das velocidades obrigatórias dos veículos motorizados, reduz muito o risco de acidentes graves

com pedestres. O Departamento de Transporte Britânico considera que o risco de morte de pedestres em acidentes é de 5% para uma velocidade de 32 km/h, 45% para uma velocidade de 48 km/h e 85% para uma velocidade de 64 km/h (PUCHER; DIJKSTRA, 2003).

Além dos impactos positivos diretos sobre a redução de uso de veículos motorizados, o pedestre também mantém um nível de saúde melhor. Em países europeus, como Holanda, Dinamarca e Suécia, com altos índices de caminhada e uso da bicicleta, as taxas de obesidade são um terço das americanas. Além disso, os índices de diabetes e hipertensão são menores. Tal melhoria de qualidade de vida contribui para uma expectativa de vida em torno de 2 a 4 anos maior do que a dos Estados Unidos (PUCHER; DIJKSTRA, 2003). A Figura 3.3 apresenta um panorama dos modais não motorizados em alguns países da Europa.

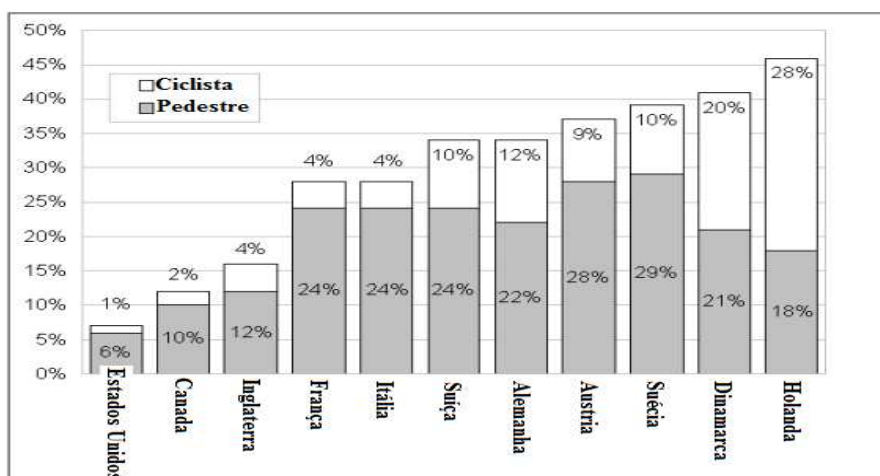


Figura 3.3. Viagens urbanas de ciclistas e pedestres na América do Norte e na Europa. Fonte: Pucher e Dijkstra (2003).

Além disso, tanto a caminhada como a bicicleta possuem um consumo de energia, consumo de espaço e emissão de poluentes muito menor do que os modos motorizados, conforme Tabela 3.4.

Tabela 3.4. Comparação dos níveis de consumo de energia, espaço e emissão de poluentes locais e do efeito estufa por modal.

Modais	Consumo de Energia (Gramas Equivalentes de Petróleo/Passageiro/Km)	Consumo de Espaço (m² x Km)/passageiro	Emissão de Poluentes Locais e do Efeito Estufa (Gramas/Passageiro/Km)
Pedestre	0	1	0
Ônibus	15	1,2	46
Carro	73	7,7	162
Taxi	110	10	211
Motocicleta	22	5	219
Bicicleta	0	3	0

Fonte: Vasconcellos (2012).

Segundo Pucher, Komanoff e Schimek (1999), desde o início da década de 1990, a Lei de Eficiência dos Transportes dos Estados Unidos impulsionou a inclusão dos pedestres e ciclistas no planejamento de transportes metropolitanos.

Para Ferraz e Torres (2004), a bicicleta é bastante utilizada em viagens urbanas no mundo todo, em razão do baixo preço de aquisição e do custo de operação ser praticamente zero, constituindo-se em um dos principais meios de transporte para os mais pobres.

Para Ribeiro e Freitas (2005), a bicicleta é um modal de transporte sustentável que contribui para a acessibilidade ao transporte público. Todavia, ainda é desprezada como modal importante. Além de sua agilidade no tráfego, permite uma redução significativa dos custos de transporte e das emissões de gases poluentes, sendo um importante meio de inclusão social.

A bicicleta desempenha papel relevante não só para viagens de lazer, mas também para locomoção ao trabalho, compras, estudo, saúde e outros. No meio urbano, segundo Machado (1986), para viagens de até 6 km, a bicicleta é mais eficiente do que o ônibus e o trem.

Outro aspecto importante da utilização da bicicleta é sua integração ao transporte coletivo motorizado. Considerando o deslocamento total de um indivíduo, que inclui a viagem da origem até o destino, existe uma redução total do tempo de viagem com a agregação desse modal.

Segundo Ribeiro e Freitas (2005), estudos realizados na União Europeia em 2000 mostram que, para deslocamentos até as estações de integração, a bicicleta pode reduzir o

tempo de percurso em 15 minutos em relação ao ônibus. No mesmo estudo, foi possível verificar que, para deslocamentos de até 10 minutos, o trajeto por bicicleta torna mais rápido o acesso aos pontos de parada de transporte público.

Segundo Martens (2004), a combinação da bicicleta com o transporte público, conhecida como *bike and ride*, é uma alternativa multimodal ao uso do automóvel. A combinação pode ser utilizada em regiões metropolitanas tanto para viagens de acesso às estações, das estações de transporte público para os destinos finais ou para ambos. Além dos benefícios ambientais e sociais, o sistema combinado de bicicleta e transporte público pode fortalecer o desempenho econômico de tipos e linhas de transportes públicos específicos, podendo atrair grupos adicionais de consumidores.

O uso compartilhado tem melhor desempenho quanto mais rápido e de melhor qualidade for o modal motorizado público. Além disso, em distâncias mais longas, como em ligações intermunicipais de trem ou ônibus, atrai mais usuários do que em distâncias menores e modais mais lentos.

São recomendadas as seguintes medidas para incentivar o uso da bicicleta como modal de transporte, de acordo com Paiva (2012):

- Construção de ciclovias ou ciclofaixas articuladas ao sistema viário já existente;
- Implantação de bicicletários nas estações de ônibus e trem;
- Melhorias nos principais acessos às estações de ônibus e trem para circulação de bicicletas;
- Campanhas educativas de respeito ao ciclista;
- Implantação de programas de financiamento que facilitem a aquisição da bicicleta;
- Incentivos às universidades e órgãos públicos para a realização de pesquisas e estudos que resultem em maior conhecimento das características de deslocamento por bicicleta.

Para Pucher, Komanoff e Schimek (1999), tanto na Holanda como na Dinamarca, os jovens ou idosos, de todas as classes sociais, fazem suas viagens de bicicleta. A bicicleta é considerada um veículo utilitário importante e os ciclistas são respeitados. Por outro lado, segundo Ortúzar, Iacobelli e Valeze (1999), em países como Brasil ou Chile, é possível verificar que pessoas de maior poder aquisitivo consideram a bicicleta um meio de transporte constrangedor.

Pesquisas realizadas por Pezzuto e Sanches (2004) revelam que, de modo geral, os fatores mais importantes considerados para a escolha da bicicleta são: conforto, segurança, vantagens aos modais motorizados e valores ou preferências pessoais.

A Figura 3.4 apresenta a participação da bicicleta nos deslocamentos diários em uma serie de municípios, segundo Vasconcellos (2012).

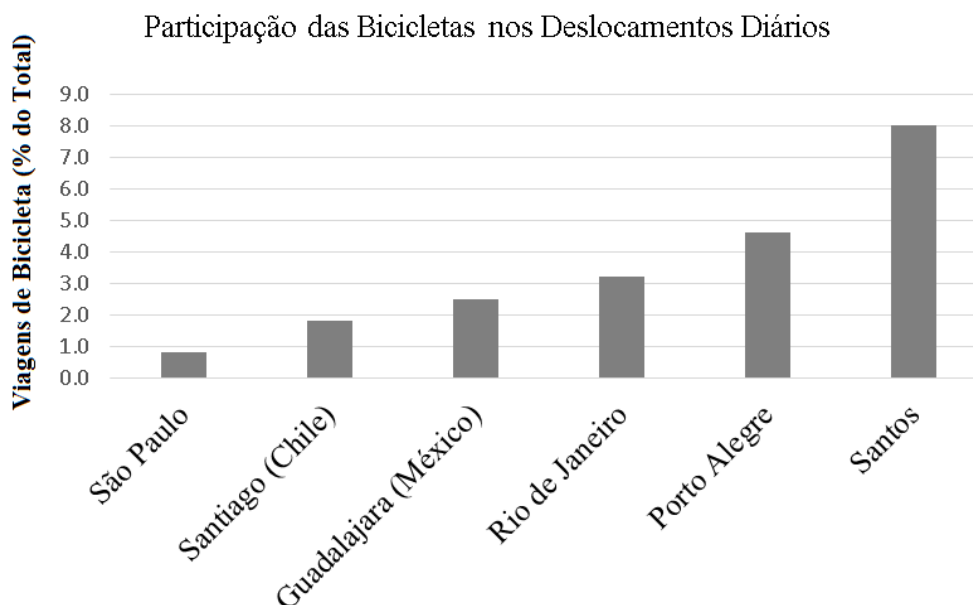


Figura 3.4. Participação da bicicleta nos deslocamentos diários de alguns municípios. Fonte: Vasconcellos (2012).

Embora não faça parte dos modais de transportes tradicionais no Brasil, Ferraz e Torres (2004) salientam que a bicicleta pode também ser utilizada como transporte público de passageiros. Em Cuba, existe um serviço denominado bicitáxi, efetuado com triciclos não motorizados. Todavia, tal modal dificilmente é utilizado para viagens mais longas.

Outro serviço importante que utiliza as bicicletas é o empréstimo público, também conhecido como *bikesharing* (SHAHEEN *et al.*, 2014). O serviço fornece uma variedade de locais de retirada e entrega, através de uma rede de estações, geralmente autônomas. Em geral, viagens de menos de 30 minutos são gratuitas. A liberação do uso é efetuada por cartões magnéticos ou telefones celulares.

Ainda segundo Shaheen *et al.* (2014), *bikesharing* pode desempenhar um papel importante em preencher lacunas das redes de transporte existentes. Como benefícios, podem-se citar: aumento da mobilidade; redução dos custos de transporte; redução do congestionamento nas estradas e transporte público durante períodos de pico; redução da

utilização de combustíveis; aumento do uso de transporte público e modais alternativos; benefícios para a saúde e maior consciência ambiental.

3.4. Discussão

Este capítulo apresentou um panorama sobre a formação das regiões metropolitanas, suas características e a necessidade de um planejamento efetivo do transporte metropolitano de passageiros. Também foram identificados diversos tipos de modais que podem ser utilizados no transporte metropolitano.

A legislação brasileira define que o transporte metropolitano é competência dos estados da Federação. Todavia, na prática de planejamento dos transportes, é difícil uma gestão adequada, tendo em vista que o transporte metropolitano depende da integração de ações dos municípios, havendo uma tendência por parte destes em resolver as questões relativas aos transportes apenas em âmbito municipal. Desta forma, a coordenação de ações entre os municípios é uma lacuna importante quanto aos transportes metropolitanos.

Outra lacuna importante é a definição do que é transporte metropolitano. Embora esteja claro que se trata do transporte dentro de regiões metropolitanas, não se verifica, na literatura, as características ou requisitos necessários para este tipo de transporte. Pode-se averiguar pela revisão, que é um transporte dentro de um contexto de elevada integração entre os municípios, em regiões com elevadas densidades demográficas, com mancha urbana contínua, em um ambiente de competição entre os modais, principalmente o motorizado individual.

A questão das distâncias também é uma lacuna em relação aos modais, tendo em vista que não existe uma definição técnica adequada para definir as distâncias de operação para cada modal. A literatura define que alguns modais têm características de transporte de curta, média e longa distâncias, porém não há definição de valores-limite dessas distâncias.

4. AUXÍLIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

4.1. Fundamentação

Todos os dias tomam-se decisões difíceis e importantes. Tais decisões, segundo Churchill (1990 *apud* Ensslin, Montibeller e Noronha, 2001), envolvem situações complexas, ou seja:

- Incertezas sobre o caminho para a decisão, os objetivos, as alternativas e sobre os atores e decisores envolvidos;
- Existência, entre os grupos envolvidos, de conflitos de valores e objetivos;
- Falta de clareza inicial das alternativas, o que faz necessária a utilização de múltiplos critérios de avaliação;
- Grande quantidade de informações quantitativas e qualitativas, que, muitas vezes, são incompletas;
- Soluções criativas.

Shön (1971) esclarece que tais situações de decisão são sempre novas, pois, mesmo para uma situação similar, os envolvidos, o local e o momento são diferentes.

A partir da década de 1980, surge uma visão entre a comunidade científica de que a Pesquisa Operacional tradicional não é capaz de resolver situações complexas. Os problemas complexos, conforme preconizam Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), envolvem uma série de atores e decisores em um processo que se estabelece ao longo do tempo, diferentemente do que considera a Pesquisa Operacional.

A Pesquisa Operacional tradicional fundamenta-se em um paradigma racionalista, ou seja, a ênfase é tomar a decisão. O novo paradigma para a resolução de problemas complexos baseia-se em uma abordagem construtivista, que enfatiza o apoio à decisão (ENSSLIN, MONTIBELLER E NORONHA, 2001). A Tabela 4.1 apresenta a comparação entre os dois paradigmas.

Tabela 4.1 Características dos paradigmas racionalista e construtivista.

	Paradigma Racionalista	Paradigma Construtivista
Tomada de Decisão	Momento em que ocorre a escolha da solução ótima	Processo ao longo do tempo envolvendo interação entre os atores
Decisor	Totalmente racional	Dotado de sistema de valores próprio
Problema	Problema real	Problema construído (cada decisor constrói seu próprio problema)
Os Modelos	Representam a realidade objetiva	São ferramentas aceitas pelos decisores como úteis no apoio à decisão
Resultados dos Modelos	Soluções ótimas	Recomendações que visam atender aos valores dos decisores
Objetivo da Modelagem	Encontrar a solução ótima	Gerar conhecimento aos decisores sobre seu problema
Validade do Modelo	Modelo é válido quando representa a realidade objetivamente	Modelo é válido quando serve como ferramenta de apoio à decisão
Preferência dos Decisores	São extraídas pelo analista	São construídas com o facilitador
Forma de Atuação	Tomada de decisão	Apoio à decisão

Fonte: Ensslin, Montibeller e Noronha (2001)

Com base nesses paradigmas, pode-se classificar as metodologias de resolução de problemas de decisão em abordagens monocritério e multicritério. As metodologias monocritério, geralmente utilizadas em Pesquisa Operacional, não conseguem contemplar os diversos aspectos relevantes em um processo decisório (ENSSLIN, MONTIBELLER E NORONHA, 2001).

Segundo Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), na década de 1970 a comunidade científica começa a pesquisar métodos multicritérios que possuem dois objetivos básicos: por um lado, auxiliar no processo de escolha, ordenação e classificação das alternativas; por outro, incorporar múltiplos aspectos neste processo.

As etapas do Auxílio Multicritério à Decisão (AMCD) são estudadas por autores como Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), Belton e Stewart (2002), e Galves (2005). Para Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), o AMCD possui as seguintes etapas:

1. Identificação do contexto decisório: identificação dos atores, escolha dos decisores, definição das ações disponíveis e definição da problemática de referência;
2. Estruturação do problema: construção dos mapas cognitivos, análise dos mapas e determinação do conjunto de pontos de vistas fundamentais;
3. Estruturação do modelo multicritério: construção de uma árvore de pontos de vista fundamentais, construção de critérios e definição das taxas de substituição;
4. Avaliação das ações potenciais: avaliação local, avaliação global, análise dos resultados e recomendações.

Belton e Stewart (2002) abordam o AMCD de acordo com as seguintes etapas:

1. Identificação de um problema;
2. Estruturação do problema: identificação dos atores, decisores, alternativas e metas;
3. Construção de um modelo: identificação de valores, definição de critérios e especificações de alternativas;
4. Utilização do modelo: análises de sensibilidade e robustez e criação de novas alternativas;
5. Desenvolvimento de um plano de ação.

Para Galves (2005), o AMCD possui as seguintes etapas:

1. Estruturação: compreende a identificação da situação de decisão, caracterização do contexto decisório, especificação dos objetivos e atributos, definição das alternativas e estimativa dos níveis dos atributos;
2. Avaliação: aplicação de um método de agregação multicritério;
3. Recomendação: análise dos resultados da avaliação, análises de sensibilidade e robustez.

As abordagens apresentadas estabelecem etapas para a aplicação da metodologia de análise multicritério. Existem pontos em comum tais como: a necessidade de identificação dos atores, escolha dos decisores, do contexto de decisão, do tipo de problema. Por outro lado, existem diferenças em relação a quantidade de etapas e procedimentos.

Em relação à fase de estruturação, um diferencial importante é a forma de abordagem de Ensslin, Montibeller e Noronha (2001). O autor utiliza a técnica do mapa cognitivo, enquanto Belton e Stewart (2002) e Galves (2005) utilizam a abordagem de Keeney (1992), através do pensamento com foco no valor.

Na fase seguinte, Ensslin, Montibeller e Noronha (2001) estabelecem uma etapa de estruturação do modelo multicritério, que seria um passo intermediário entre a estruturação e a avaliação, se comparado com a forma definida por Belton e Stewart (2002) e Galves (2005), em que, após a estruturação, é efetuada a aplicação do modelo.

Na última etapa, denominada por Galves (2005) como recomendação, são efetuadas as verificações quanto aos resultados, mesmo procedimento proposto por Ensslin, Montibeller e Noronha (2001). Belton e Stewart (2002) sugerem, além da avaliação dos resultados através de análises de sensibilidade e robustez, o desenvolvimento de um plano de ação.

4.2. Estruturação

Para Folger e Poole (1984), a estruturação eficaz de um problema auxilia um grupo a alcançar um equilíbrio entre diferenciação e integração em termos de sua interpretação do problema e seus valores e objetivos. Ambos são necessários durante a estruturação. Demasiada ênfase na integração significa que os indivíduos podem nunca desenvolver diferenças de oposição e manter um falso consenso, no qual alguns aspectos do problema nunca são levantados e algumas necessidades não são satisfeitas. Similarmente, demasiada ênfase na diferenciação significa que os indivíduos podem descobrir as diferenças, mas serem incapazes de resolver a oposição, caso em que o conflito está "resolvido", forçando um lado a aderir ou deixar de lado alguma posição.

Em relação aos métodos de estruturação, Keeney (1992) propõe duas abordagens principais: pensamento com foco no valor, conhecido como *value-focused thinking* (VFT), e pensamento com foco nas alternativas (AFT, *alternative-focused thinking*).

O pensamento com foco nas alternativas tem início com o que temos à disposição sobre o problema, é reativo, enquanto o pensamento com foco no valor é muito mais amplo, proativo, e também existe a preocupação de criar oportunidades de decisão. Para Keeney (1992), em problemas menos complexos e bem definidos, o pensamento com foco nas alternativas pode ser útil; por outro lado, o pensamento com foco no valor possibilita uma análise aprofundada do problema de decisão.

O pensamento com foco no valor se baseia em valores. Os valores encontrados em um problema de decisão, através da participação de diversos atores, podem ser expressos em objetivos, separados em objetivos-meio e objetivos fundamentais, que são hierarquizados ilustrando a relação entre todos os objetivos. Desta forma, tem-se um guia para um

pensamento estratégico, que possibilita a descoberta de problemas ocultos, auxiliando a criação de alternativas e sua avaliação.

Em relação às fases da estruturação, segundo Belton e Stewart (2002), Keeney (1992), Montibeller *et al.* (2009) e Galves (2005), iniciamos com a identificação do problema ou situação de decisão e a caracterização do contexto decisório.

Para Keeney (1992), o interesse por um problema de decisão está relacionado à tentativa de evitar suas consequências. Embasando um problema de decisão em valores, o foco converge para as causas, em vez de convergir diretamente para as alternativas de solução, possibilitando, após um processo de articulação e entendimento, a criação de alternativas melhores.

Uma situação de decisão surge pelo curso normal de eventos, ações ou acontecimentos, forçando uma decisão. As situações de decisão se referem mais a uma oportunidade de decisão do que simplesmente a um problema de decisão. Segundo Keeney (1992), um contexto de decisão define a seleção de alternativas apropriadas para se considerar em uma situação de decisão específica.

Para Galves (2005), o contexto decisório pode ser caracterizado pelos seguintes elementos: nível de decisão, limites geográficos e temporais, tipo de problema e atores. Quanto ao nível de decisão, ele pode ser estratégico – abrangendo políticas, planos e programas – ou se referir a um projeto específico. Os limites geográficos e temporais delimitam o espaço e o horizonte de tempo considerados para a realização do estudo.

Roy (1996) distingue quatro tipos de problema que o auxílio à decisão busca esclarecer:

- Escolha de uma alternativa;
- Classificação das alternativas em categorias previamente definidas;
- Ordenação das alternativas;
- Descrição das alternativas e suas consequências.

Mesmo que um indivíduo claramente identificado seja o responsável pela decisão, ela é o resultado de interações entre diversos atores. Para Roy e Boyssou (1993), um ator de um processo decisório é um indivíduo ou um grupo de indivíduos que influencia direta ou indiretamente a decisão.

Segundo Belton e Stewart (2002), os atores incluem:

- Tomadores de decisão;
- Clientes;

- Patrocinadores;
- Facilitadores e analistas;
- Potenciais sabotadores.

Tais atores estão sujeitos a uma infinidade de pressões internas e externas. Desta forma, antes do início da análise de um determinado problema, os vários atores precisam desenvolver um entendimento comum (BELTON, STEWART, 2002).

A complexidade de um problema de decisão é maior em organizações e, segundo Montibeller *et al.* (2009), a estruturação compreende três níveis de análise:

- Individual: a estruturação envolve um processo cíclico de articulação e internalização em um cenário de várias questões que constituem o problema. Neste nível, também é importante compreender suas inter-relações e como interpretar e entender suas implicações;
- Grupo: devido à possibilidade de existir diferentes articulações e interpretações para o problema de decisão, a estruturação implica compartilhar esses entendimentos individuais e chegar a uma estrutura que favoreça o acordo;
- Organizacional: implica como as estruturações do problema, efetuadas tanto em nível individual como em grupo, são legitimadas e incluídas na agenda da organização.

Desta forma, o papel do facilitador na estruturação torna-se essencial quando existem vários indivíduos ou grupos. Para Keeney (1992), o facilitador é um analista independente, que possui habilidades e imparcialidade para auxiliar o tomador de decisão. Segundo Montibeller *et al.* (2009), o trabalho do facilitador terá dois aspectos fundamentais: primeiro, deve ajudar o grupo a articular explicitamente as interpretações individuais sobre o problema de decisão e produzir em conjunto um modelo que capture adequadamente sua complexidade; segundo, desafiar os indivíduos sobre seus pontos de vista, valores e crenças sobre o problema em análise em busca de novos conhecimentos.

Uma vez caracterizado o contexto decisório, identificam-se os objetivos fundamentais dos atores. O contexto de decisão e os objetivos fundamentais formam a estrutura de decisão (KEENEY, 1992).

Keeney (1992) distingue objetivos fundamentais, que representam os aspectos que os atores consideram essenciais no problema em estudo, e objetivos-meio, que ajudam a alcançar aqueles objetivos. Para que os objetivos fundamentais sejam úteis no processo de decisão é importante que possuam as seguintes propriedades:

- Essencial: expressa os aspectos importantes para os atores, segundo seus valores;

- Controlável: representa um aspecto relacionado apenas ao contexto decisório;
- Completo: deve incluir todos os aspectos considerados fundamentais pelos atores;
- Mensurável: possibilita a medição do desempenho das alternativas, de acordo com os aspectos fundamentais dos atores;
- Operacional: permite a coleta de informações necessárias para a análise dentro de um limite de tempo e de um esforço tangível;
- Isolável: possibilita a análise de cada aspecto fundamental do problema, independente dos demais;
- Não redundante: cada objetivo fundamental representa um único aspecto do problema;
- Conciso: contribui para a redução da quantidade de objetivos fundamentais para a análise do problema;
- Compreensível: possui significado de fácil compreensão, possibilitando a comunicação durante o processo de decisão.

A identificação dos objetivos fundamentais dos atores também pode ser efetuada através do método do mapa cognitivo, baseado na Teoria da Construção Pessoal de Kelly (1955, *apud* EDEN, JONES, SIMS, 1979). O termo foi utilizado supostamente pela primeira vez por Tolman, em 1948, com ênfase nas ciências sociais e comportamentais.

Para a elaboração do mapa cognitivo, Eden (1988) faz uso de entrevistas com decisores sobre um determinado problema, extraíndo suas crenças, valores e conhecimentos. Assim, é possível obter um mapa de conceitos ligados, que formam uma cadeia de argumentação que orienta a decisão através de uma determinada ação. A modelagem do mapa deve, por um lado, ampliar a questão, com toda sua complexidade, permitindo a identificação de uma rede de problemas inter-relacionados e, por outro, permitir uma análise reflexiva do decisor/indivíduo ou decisores/indivíduos.

Comparando o modelo proposto por Keeney (1992), através do VFT, e o mapa cognitivo, notamos que ambos buscam extrair os objetivos dos atores envolvidos no processo e as alternativas. Segundo Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), o mapa cognitivo utiliza uma modelagem gráfica de identificação através de uma rede de conceitos, oriunda da reflexão e interpretação dos atores e do facilitador, conforme exemplo apresentado na Figura 4.1, enquanto que a técnica do VFT, segundo Keeney (1992), depende de uma articulação apropriada de valores, tanto de forma qualitativa como quantitativa, na busca de alternativas para determinado contexto decisório.

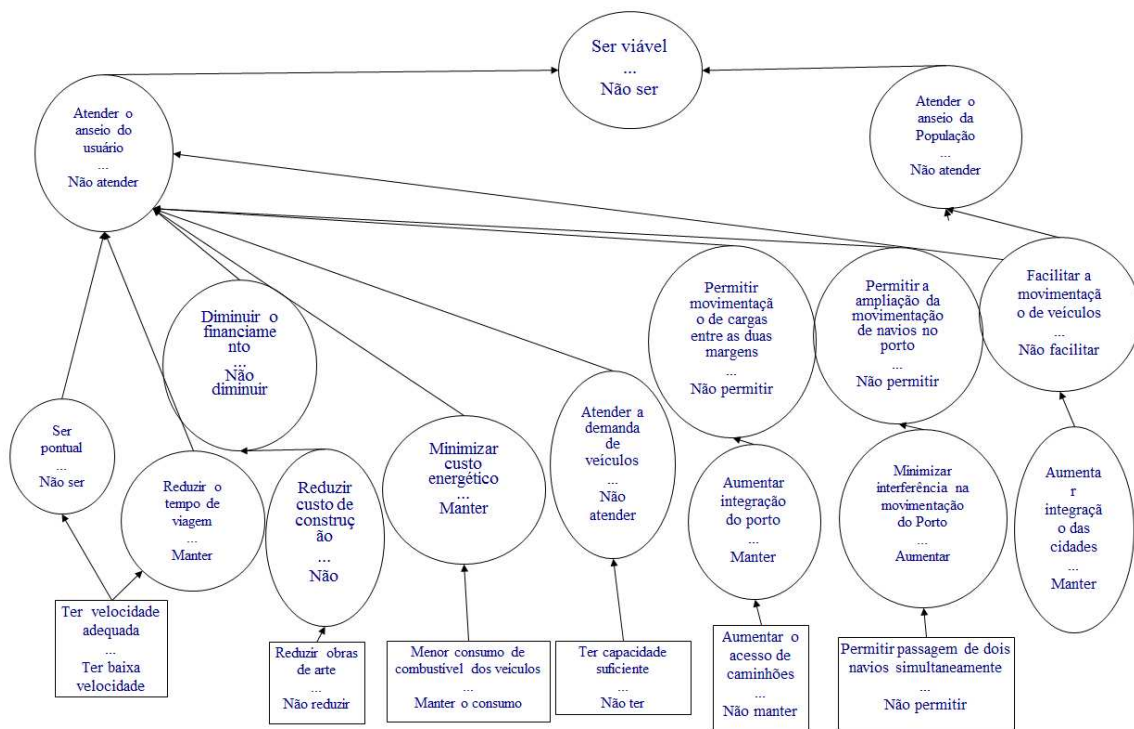


Figura 4.1. Parte de um mapa cognitivo. Fonte: Galves *et al.* (2010).

Os objetivos fundamentais encontrados através dos métodos apresentados são detalhados e organizados em uma hierarquia que representa a estrutura dos objetivos dos diversos atores. Segundo Keeney (1992), em uma hierarquia de objetivos fundamentais, existem objetivos de níveis inferior e superior. Os objetivos fundamentais de nível superior são definidos pelo conjunto de objetivos de nível mais baixo diretamente sob ele na hierarquia, devendo haver pelo menos dois objetivos de nível inferior ligado a qualquer objetivo de nível mais alto. Desta forma, as hierarquias de objetivos fundamentais possuem um ordenamento claro e simples. Deve-se verificar se os objetivos de nível mais baixo fornecem uma caracterização exaustiva do objetivo fundamental de nível superior. A elaboração da hierarquia de objetivos deve continuar para níveis mais baixos até atingir um nível em que possamos encontrar atributos de forma razoável. A Figura 4.2 apresenta uma parte de uma hierarquia de objetivos fundamentais para um problema de decisão em transportes.

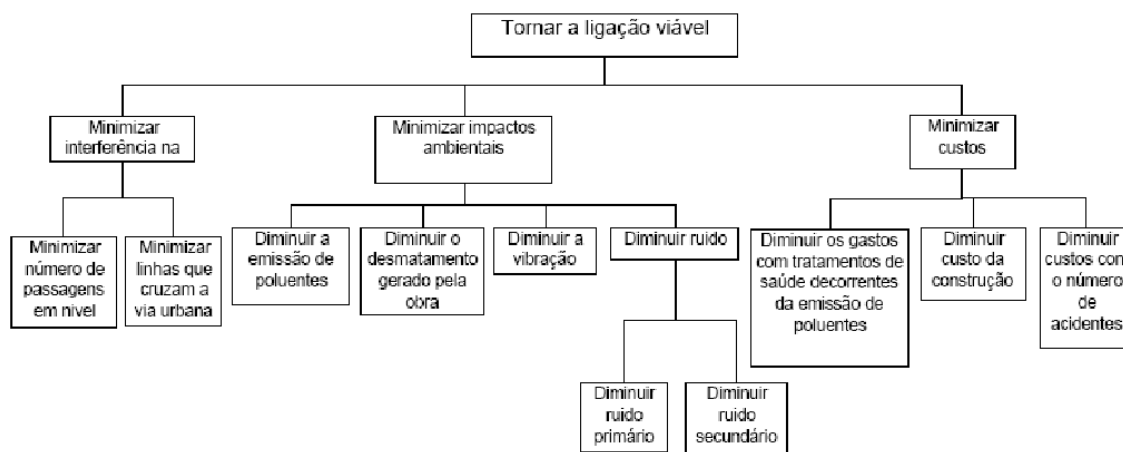


Figura 4.2. Hierarquia de objetivos fundamentais para um problema de decisão em transportes. Fonte: Galves *et al.* (2010).

A hierarquia de objetivos fundamentais tem várias vantagens para especificação de valores, tais como:

- Ajuda a identificar os objetivos que faltam;
- Facilidade na identificação de objetivos redundantes;
- Níveis mais elevados refletem preocupações gerais facilmente identificadas;
- Níveis mais baixos possibilitam uma identificação mais fácil dos atributos.

Segundo Keeney (1992), o grau em que um objetivo é atingido e medido através de um atributo. Termos como medida de efetividade, medida de desempenho e critério também são usados como sinônimos de atributo. Bana e Costa (1992) emprega o termo descritor, definido como um conjunto de níveis de impacto para descrever os desempenhos das ações potenciais em cada objetivo fundamental.

Os atributos devem possuir três propriedades (KEENEY, 1992):

- **Mensurabilidade:** os níveis de impacto definidos devem ser claros, para que não existam dúvidas quanto aos aspectos a serem avaliados;
- **Operacionalidade:** permite a medição do objetivo associado independentemente dos demais objetivos; também é fundamental a definição dos dados a coletar e como obtê-los;
- **Inteligibilidade:** a interpretação e descrição das consequências de uma ação em relação ao objetivo deve ser compreendida por todos os atores.

Os atributos podem ser naturais, construídos e indiretos. Os atributos naturais ou diretos possuem medidas diretas e são interpretados da mesma maneira por todos os atores.

Os atributos construídos são utilizados quando não é possível medir um objetivo por meio de um atributo direto, sendo desenvolvidos para cada contexto decisório (ENSSLIN, MONTIBELLER E NORONHA, 2001). O atributo indireto ou *proxy* é utilizado quando um atributo direto não existe ou não é apropriada a sua utilização.

Existem outras classificações para os atributos. Segundo Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), os atributos podem ser qualitativos ou quantitativos, contínuos ou discretos. Os atributos qualitativos necessitam de expressões semânticas e/ou representações pictóricas para descrever o objetivo, enquanto os quantitativos descrevem os objetivos utilizando apenas números. Os atributos contínuos são constituídos por uma expressão matemática contínua, enquanto os atributos discretos são formados por um número finito de níveis de impacto.

Finalmente, segundo Keeney (1992), a proposição de alternativas também é mais bem efetuada com a especificação dos valores, que é consequência da estruturação de objetivos e da criação dos atributos. Estimular os atores a pensar como atingiriam seus objetivos auxilia a identificação e criação de boas alternativas. Para que o processo seja bem-sucedido, é importante uma nova leitura da hierarquia de objetivos para que possam ser identificadas novas alternativas, juntar alternativas criadas ou combiná-las.

Segundo Franco e Montibeller (2009), esta etapa é fundamental no processo de auxílio multicritério à decisão, pois se as alternativas são frágeis, certamente as escolhas também serão. Nesta etapa, é importante que não seja descartada nenhuma alternativa, com o risco de prejudicar o processo de criação.

Para Belton e Stewart (2002), o auxílio multicritério à decisão tem potencial não apenas para avaliação de alternativas, mas também para a criação de boas alternativas. Tais alternativas podem ser claramente definidas ou a descoberta de alternativas pode ser uma parte integrante de um problema de decisão.

4.3. Avaliação

A avaliação é feita por meio de métodos de agregação multicritério, que levam em conta as preferências dos atores. Esses métodos podem ser agrupados em três abordagens principais, segundo Roy (1996):

- Critério único de síntese,
- Subordinação de síntese;
- Julgamento local interativo.

Segundo Roy e Bouyssou (1993), a primeira abordagem baseia-se na Teoria de Utilidade Multiatributo (*MAUT – Multi-Attribute Utility Theory*), em que se constrói uma função de utilidade para cada critério. De posse das avaliações das alternativas em cada critério, é possível agregá-las e obter um valor global através de uma função de agregação.

O método MAVT (*Multi-Attribute Value Theory*) com a função de agregação na forma aditiva é um dos mais utilizados no Auxílio Multicritério à Decisão, devido a sua simplicidade. Todavia, para a utilização da função aditiva, deve haver independência de preferência entre os atributos (ROY e BOYSSOU, 1993).

No critério único de síntese, segundo Ensslin *et al.* (2001), a construção das funções de valor pode ser efetuada pelos métodos da pontuação direta, bissecção e julgamento semântico (Medição de Atratividade através da Técnica de Medição Categórica [MACBETH])

Segundo Roy e Bouyssou (1993), a segunda abordagem busca construir uma regra de síntese, exaustiva e definitiva, para o problema de agregação. Para Vincke (1992), essa abordagem consegue fornecer um ordenamento completo das ações, pois utiliza pressupostos rígidos e exige um nível elevado de informações dos decisores.

Baseia-se na ideia de uma relação de subordinação. Com base nos argumentos dos decisores entre, por exemplo, uma ação “a” e outra “b”, supondo que “a” é pelo menos tão boa quanto “b”, e se não existem argumentos que possam refutar essa condição, então se considera que “a” subordina “b” (ENSSLIN, MONTIBELLER E NORONHA, 2001). Exemplos de métodos de subordinação de síntese são os métodos PROMETHEE e ELECTRE.

Segundo Roy e Bouyssou (1993), a terceira abordagem, contrariamente às duas anteriores, não efetua uma agregação dos desempenhos das alternativas em cada um dos critérios para determinar seu desempenho global. Os métodos dessa abordagem são aplicados em duas etapas: uma de cálculo computacional, que gera uma solução apresentada aos decisores, e uma fase de interação com os decisores, que expõem suas preferências na tentativa de melhorar as funções-objetivo de forma separada, possibilitando uma otimização dos resultados. Entre os métodos deste grupo, podem-se citar PREFCALC e STEM (ROY, BOUYSSOU, 1993).

4.4. Recomendação

A fase recomendação tem início com a análise e avaliação pelos decisores dos resultados obtidos (GALVES, 2005).

Segundo Ensslin, Montibeller e Noronha (2001), podem ser realizadas análises de sensibilidade e de robustez para verificar se mudanças nos parâmetros do modelo de avaliação interferem no resultado obtido. Estas análises consistem em mudar os valores dos parâmetros e observar o que acontece no resultado final.

Para Belton e Stewart (2002), mudanças nos valores podem ser efetuadas para investigar o significado da informação encontrada, a fim de explorar os efeitos de incertezas sobre valores obtidos ou sobre os parâmetros utilizados. Além disso, a análise de sensibilidade e robustez pode ser utilizada simplesmente para oferecer outra perspectiva do problema.

Também na fase de recomendação, podem ser geradas estratégias para melhoria e aprimoramento das ações potenciais.

4.5. Exemplos de Aplicação de Auxílio Multicritério à Decisão em Transportes Metropolitanos e Transportes Sustentáveis

Neto e Moreira (2000) utilizaram a ferramenta de auxílio multicritério à decisão para avaliação do índice de desempenho operacional do transporte público metropolitano e intermunicipal de passageiros do Ceará. É importante destacar os argumentos utilizados pelos autores para utilização do AMCD:

- Permitir a construção de um modelo não predeterminado;
- Grande quantidade de decisores no contexto decisório;
- Possibilidade de participação dos decisores durante o processo, além da aprendizagem;
- Identificar as preferências dos decisores pelo fato da necessidade de elucidar seus objetivos que não estão claros no início do processo.

Bana e Costa *et al.* (2001), em trabalho realizado para o problema de decisão envolvendo a nova ligação ferroviária ao Porto de Lisboa, comprovaram as potencialidades da utilização do auxílio multicritério à decisão.

Com base na modelagem de auxílio multicritério à decisão, Yedla e Shrestha (2003) utilizaram a ferramenta para a escolha entre três cenários ou opções possíveis para um sistema de transportes sustentável em Nova Déli, Índia.

Para Steg e Gifford (2005), a metodologia convencional monocritério é limitada para avaliar sistemas de transporte sustentáveis, uma vez que esses sistemas são fortemente inter-relacionados com sistemas socioeconômicos e ambientais. O auxílio multicritério à decisão foi utilizado para criação de um método compensatório para avaliar os efeitos do transporte na qualidade de vida das pessoas, considerando uma sistemática de transportes sustentáveis.

Galves, Martines e Marufuji (2007) efetuaram uma aplicação em linhas de transporte público de ônibus intermunicipais entre Charqueada e Piracicaba. A grande quantidade de atores envolvidos levou à aplicação de um método multicritério.

Bisca, Rodrigues e Galves (2007), em trabalho efetuado para análise do serviço de ônibus na Região Metropolitana de Campinas, também utilizaram essa ferramenta, tendo em vista os conflitos que existiam entre os municípios em relação às diversas alternativas para implantação do corredor de ônibus.

Jones, Tefe e Appiah-Opoku (2013) desenvolveram uma metodologia para projetos de transporte urbano sustentável, levando em consideração os três critérios gerais de sustentabilidade: econômico, social e ambiental. Além da importância qualitativa dos três critérios de sustentabilidade, o conhecimento local é captado a partir dos fornecedores do sistema local de transportes. No segundo nível, os usuários do sistema expressam seu conhecimento local delimitando subcritérios específicos relativos à sustentabilidade. No último nível, os fornecedores do sistema realizam comparações para indicar a importância relativa de cada projeto candidato em relação aos impactos positivos do subcritério.

4.6. Discussão

A revisão bibliográfica efetuada neste capítulo mostra a importância da utilização do AMCD em problemas de decisão. A metodologia não é apenas uma mera ferramenta de apoio à decisão, mas, principalmente, um suporte formal para que os atores e decisores entendam e aprendam, em profundidade, todos os aspectos referentes ao contexto de um problema.

O conceito da sustentabilidade, conforme visto no Capítulo 2, possui três pilares distintos, mas que interagem: econômico, social e ambiental, além da participação popular e de medidas de planejamento e transporte. No caso do transporte metropolitano, como observado no Capítulo 3, o conceito de transporte sustentável é incipiente nas legislações estaduais e federais sobre transportes.

A partir das pesquisas realizadas por diversos autores em relação ao tema transportes, conforme apresentado neste capítulo, percebe-se uma grande lacuna em relação ao transporte sustentável no contexto metropolitano, incluindo a gestão da infraestrutura e operação.

Observa-se a carência de uma metodologia de escolha para que os gestores de transportes metropolitanos planejem investimentos, de forma mais adequada, em infraestrutura e modais, levando-se em conta critérios de sustentabilidade, para um determinado contexto.

Para a criação de um modelo de decisão que possibilite unir esses critérios que parecem, em um primeiro momento, relativamente complexos, e devido ao grande número de atores envolvidos, considera-se necessário utilizar um modelo multicritério.

Na fase de estruturação, para que seja possível obter os objetivos fundamentais dos diversos atores envolvidos, as duas abordagens possíveis de aplicação para este trabalho são a técnica do mapa cognitivo e a abordagem embasada no pensamento com foco no valor. Em ambas as técnicas são necessárias entrevistas com os atores envolvidos no processo para obtenção dos valores, objetivos e alternativas em um problema de decisão.

Para o problema em estudo, partindo do princípio que os atores possuem pouco conhecimento sobre o problema de decisão, a abordagem via pensamento com foco no valor, é mais eficiente, uma vez que, mesmo o decisor não conhecendo os aspectos importantes do problema, podem ser identificados os seus valores, servindo de base para que seja possível encontrar os objetivos e alternativas para um determinado contexto.

5. PROPOSTA METODOLÓGICA

5.1. Conceitos Fundamentais

Para Fonseca (2002), metodologia é o estudo da organização e dos caminhos a serem percorridos para se realizar uma pesquisa, um estudo ou para se fazer ciência. Para Magalhães (2005), a metodologia seria o estudo ou a ciência do caminho, pretendendo-se uma trilha racional para o conhecimento. Além disso, esse caminho deve trazer de forma implícita a possibilidade de servir para que outras pessoas o percorram, para que possa ser repetidamente seguido.

Segundo Gerhardt e Silveira (2009), os métodos de pesquisa são divididos quanto à abordagem, à natureza, aos objetivos e aos procedimentos. Quanto à abordagem, esta pesquisa é qualitativa e quantitativa, e quanto à natureza, é aplicada.

Quanto aos objetivos, Gil (2007) esclarece que é possível classificar as pesquisas em três grupos: pesquisa exploratória, pesquisa descritiva e pesquisa explicativa. Esta pesquisa é exploratória, com base em pesquisa bibliográfica e de campo.

Segundo Fonseca (2002), quanto aos procedimentos, existe uma série de possibilidades para o entendimento da realidade que se quer investigar, o que se dá através de sucessivas aproximações a ela. As principais abordagens são: experimental, bibliográfica, documental, pesquisa de campo, pesquisa *ex-post facto*, pesquisa de levantamento, pesquisa com *survey* e estudo de caso. Este trabalho baseou-se em pesquisa documental e estudo de caso.

A primeira etapa desta pesquisa foi a revisão bibliográfica. Foram abordados os temas transporte sustentável, transporte metropolitano e auxílio multicritério à decisão. No Capítulo 2, analisando-se os conceitos de transporte sustentável, observa-se que diversos pesquisadores propõem formas de aplicá-los nos sistemas de transportes. Percebe-se que eles indicam diversas ações ou modais para que se viabilize um transporte sustentável. Todavia, no que se refere ao transporte metropolitano, conforme apresentado no Capítulo 3, existe a necessidade de uma análise mais detalhada: primeiro, pela grande variedade de atores com objetivos diversos; segundo, pela diferença de contexto entre os diversos municípios de uma determinada região e a diferença entre regiões metropolitanas. É importante destacar que investimentos em infraestrutura, que normalmente ultrapassam os limites dos municípios, demandam recursos financeiros elevados, os quais estão cada vez mais escassos.

A segunda etapa é a elaboração de um fluxograma para apoio ao planejamento de transportes metropolitanos sustentáveis. O referido fluxograma servirá de guia para a elaboração de um procedimento que visa identificar os valores dos atores, propor e avaliar alternativas, bem como fazer recomendações.

Na terceira etapa, são descritos o procedimento proposto e as técnicas utilizadas, tais como pesquisa documental, revisão bibliográfica, entrevistas e suporte do auxílio multicritério à decisão. O procedimento é subdividido em estruturação, avaliação e recomendação. Em cada divisão, existe uma série de etapas que serão descritas em detalhe, para facilitar a aplicação do procedimento por outros pesquisadores ou técnicos em outros contextos metropolitanos.

Para validar a metodologia proposta, na última etapa deste trabalho, foi efetuada uma aplicação na região metropolitana da Baixada Santista.

5.2. Apoio ao Planejamento do Transporte Metropolitano Sustentável de Passageiros

Os dois pilares da proposta são o transporte sustentável e o transporte metropolitano, que serão integrados por meio do auxílio multicritério à decisão, conforme a Figura 5.1.

No Capítulo 2, ao se analisar os conceitos de transporte sustentável, verificou-se que diversos pesquisadores propõem formas de aplicá-los nos sistemas de transportes. Percebe-se a necessidade de introdução dos objetivos da sustentabilidade no planejamento dos transportes metropolitanos e da participação dos atores, tendo em vista a existência de objetivos conflitantes e a adoção de medidas de políticas públicas e de planejamento na proposição de alternativas para a promoção do transporte sustentável.

Além dos requisitos em relação ao transporte sustentável, é importante observar que o planejamento de transportes sustentáveis implica a utilização dos modais no que cada um tem de melhor, reconhecendo o valor do transporte não motorizado, a importância do transporte público e a redução, mas não a eliminação, do uso do automóvel.

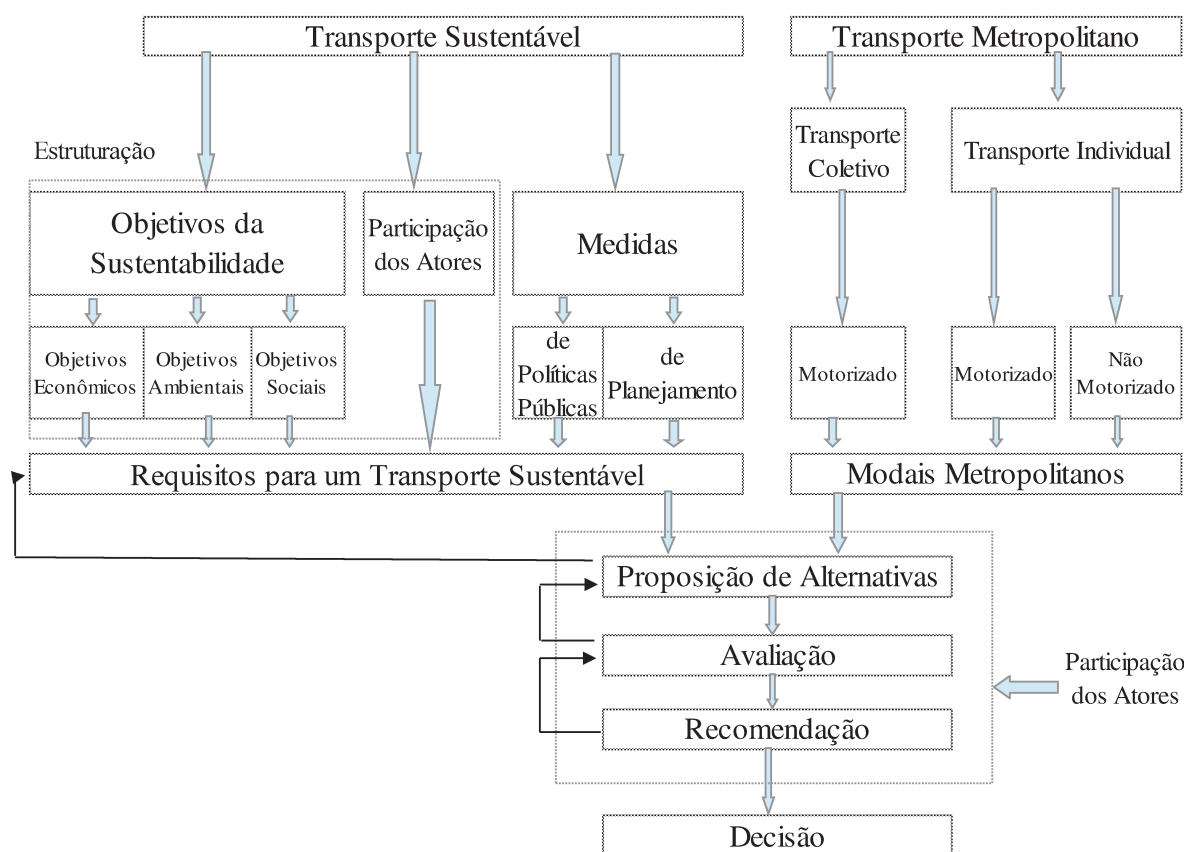


Figura 5.1. Fluxograma para apoio ao planejamento do transporte metropolitano sustentável de passageiros. Fonte: Elaboração do autor.

Em relação ao transporte metropolitano, conforme apresentado no Capítulo 3, existem opções para o deslocamento entre municípios que podem variar entre o coletivo e o individual. Dentro do transporte coletivo, existem possibilidades de modais motorizados que podem ser complementares ou não, dependendo do contexto. Ainda existe a possibilidade do próprio transporte individual ser complementado pelo coletivo.

O transporte individual pode ser motorizado, com ênfase no uso do automóvel, o que é combatido pelos defensores do transporte sustentável – como Melo e Moreira (2005) e Vasconcellos (2012) –, ou não motorizado (incluindo a caminhada e a bicicleta), defendido por pesquisadores como Pucher e Dijkstra (2003) e Gössling (2016), por serem os modais mais sustentáveis. Desta forma, fazem parte do contexto de modais metropolitanos o transporte coletivo motorizado e o transporte individual motorizado e não motorizado.

Todavia, no que se refere ao transporte metropolitano, existe uma fragmentação de ações entre os diversos municípios, o que leva à utilização de planos que aumentam ainda mais as externalidades negativas dos transportes.

Desta forma, a importância do planejamento de transportes é fundamental para se criar sistemas mais sustentáveis. Alguns autores já desenvolveram metodologias que buscam

agregar os objetivos conflitantes existentes para o desenvolvimento de transportes sustentáveis: Yedla e Shrestha (2003) trabalharam a construção de cenários ou opções de sistemas de transportes para a cidade de Nova Déli, na Índia; Silva, Costa e Macedo (2008) estudaram a definição das dimensões da mobilidade sustentável em relação às regiões brasileiras, observando os objetivos dos atores; e Jones, Tefe e Appiah-Opoku (2013) utilizaram a visão dos atores, integrados em níveis diferentes dentro de várias hierarquias, considerando os conceitos gerais da sustentabilidade – econômico, social e ambiental.

Outros modelos de planejamento já consideram a importância da participação pública no processo, como os Planos de Deslocamentos Urbanos (PDUs) utilizados na França desde os anos 80, (CERTU, 2012), e o Planejamento de Mobilidade Urbana Sustentável (PMUS) desenvolvido pela Comissão Europeia nas últimas duas décadas (RUPPRECHT CONSULT, 2014).

Ambos os pilares do fluxograma convergem para uma decisão, ambos se caracterizam por um contexto que inclui atores com perspectivas diversas.

Na tentativa de propor uma metodologia capaz de apoiar a promoção do transporte metropolitano sustentável – além de pesquisa documental, bibliográfica e entrevistas –, utilizar-se-á como suporte o auxílio multicritério à decisão (AMCD). Desta forma, como a metodologia utiliza alguns métodos e pretende-se que seja aplicada em regiões metropolitanas com características diferentes, torna-se importante elaborar um procedimento que possibilite sua reprodutividade, facilitando o trabalho dos técnicos envolvidos com o planejamento de transportes.

5.3. Procedimento para Identificação dos Objetivos dos Diversos Atores, Proposição de Alternativas e Avaliação

A construção do procedimento é realizada com o auxílio de algumas técnicas, entre elas pesquisas documentais, revisões bibliográficas, caracterização da região, pesquisa dos atores, entrevistas, reuniões e o suporte do AMCD. Conforme revisão bibliográfica apresentada no Capítulo 4, o auxílio multicritério à decisão é um processo que pode ser dividido em três etapas principais: estruturação, avaliação e recomendação (GALVES, 2005).

5.3.1. Estruturação

5.3.1.1. Etapa 1 – Caracterização do contexto

Inicialmente, é necessário caracterizar o contexto da área de estudo, abrangendo características geográficas, populacionais e dos modais, bem como a identificação dos atores, que será destacado na sequência. Nesta etapa, é importante efetuar pesquisas em artigos técnicos, dados de órgãos de pesquisa, plantas e mapas, eventuais matrizes origem-destino da região metropolitana em análise, eventuais planos municipais e metropolitanos de transportes, planos diretores ou até mesmo entrevistas prévias com especialistas da região.

A caracterização adequada do contexto fornece subsídios valiosos para o desenvolvimento adequado de todas as etapas posteriores.

5.3.1.2. Etapa 2 – Identificação dos atores

Deve-se identificar os atores envolvidos com o transporte de passageiros na região em análise, os quais incluem: técnicos das prefeituras locais, das empresas de transporte privadas e estatais, dos órgãos ou agências de controle regional de transportes, órgãos ambientais, representações locais dos usuários de transportes motorizados ou não motorizados, bem como da população em geral.

Entre os atores, o decisor pode ser um agente externo ou interno, governamental ou não, que tem poder e interesse em promover o transporte metropolitano sustentável na região. Pode ser elaborada uma tabela contendo todos os atores identificados, separados de acordo com o órgão ou tipo de empresa, ou grau de interesse em relação à resolução dos problemas dos transportes metropolitanos.

5.3.1.3. Etapa 3 – Escolha de um facilitador

É importante que o decisor escolha um facilitador, preferencialmente alguém que conheça os conceitos de transporte sustentável e tenha facilidade de comunicação com os diversos atores. O facilitador deve programar e organizar as entrevistas individuais com os atores, incluindo a elaboração das hierarquias individuais, pesquisar espaço adequado para a reunião de conciliação e conduzi-la, elaborar a hierarquia conjunta, pesquisar os atributos e definir os seus níveis de variação em conjunto com os atores, bem como desenvolver as etapas de avaliação e recomendação.

5.3.1.4. Etapa 4 – Identificação dos objetivos

Após a definição dos atores e do facilitador, segue-se a etapa de identificação dos objetivos dos atores. Os objetivos são identificados por meio de entrevistas individuais com cada um dos atores.

Existem algumas técnicas para efetuar as referidas entrevistas. Para Barros e Lehfeld (2007), as entrevistas, segundo sua forma de operacionalização, podem ser classificadas em estruturadas e não estruturadas. As entrevistas são estruturadas quando possuem questões previamente formuladas, ou seja, o entrevistador estabelece um roteiro prévio sem liberdade de alterações de tópicos ou inclusão de questões. Nas entrevistas não estruturadas, buscam-se dados que possam ser utilizados em análise qualitativa, ou seja, os aspectos mais relevantes de um determinado problema. Barros e Lehfeld (2007) classificam as entrevistas não estruturadas em:

- **Focalizada:** utiliza-se um roteiro prévio, com inclusão de questões que o entrevistador desejar;
- **Clínica:** serve para estudo da conduta das pessoas, com utilização principal em psicologia e áreas terapêuticas;
- **Não dirigida ou de livre narrativa:** o entrevistador sugere o tema e deixa o entrevistado falar livremente;
- **Informal:** visa à sondagem do objeto ou do tema da pesquisa;
- **De grupo:** os componentes do grupo respondem as questões de forma direta ou indireta, observando a temática da pesquisa.

O tipo de entrevista será a não estruturada. Para isso, deve ser efetuado um pequeno relato sobre o tema transporte sustentável, buscando-se obter os elementos relevantes para os diversos atores envolvidos. Sugere-se utilizar uma entrevista focalizada, mas também com aspectos de não dirigida. Em uma entrevista apenas focalizada, poder-se-ia restringir alguns aspectos não abordados pelo entrevistador; porém, caso fosse meramente não dirigida, o entrevistado poderia perder-se em temas não coerentes com o problema em estudo.

Após a apresentação de um fluxograma curto (Anexo A), abrangendo os conceitos da sustentabilidade e as características de um transporte sustentável, são efetuadas três perguntas ao ator entrevistado:

1. Quais são os piores aspectos do transporte de passageiros da Região Metropolitana?
2. Quais são os melhores aspectos do transporte de passageiros da Região Metropolitana?
3. Observando os conceitos de sustentabilidade, quais os aspectos que poderiam ser implementados e eventuais dificuldades?

O facilitador, atento às respostas do ator, anota todos os objetivos em forma de lista, para posterior definição dos objetivos fundamentais.

5.3.1.5. Etapa 5 – Definição dos objetivos fundamentais

Os objetivos inicialmente identificados devem ser separados em objetivos-meio e objetivos fundamentais.

Para isso, o facilitador deve explorar, um a um, os objetivos listados, efetuando o seguinte questionamento aos atores: “Por que esse objetivo é importante no contexto de decisão?” Aqueles objetivos importantes por si serão os candidatos a objetivos fundamentais.

Para a definição dos objetivos fundamentais, o facilitador deve verificar eventuais redundâncias ou inconsistências em relação ao problema proposto.

5.3.1.6. Etapa 6 – Elaboração das hierarquias individuais

Recomenda-se organizar os objetivos fundamentais de acordo com os três grupos principais de objetivos da sustentabilidade: ambiental, social e econômico. Assim, no topo da hierarquia está a promoção do transporte metropolitano sustentável; no nível abaixo, os objetivos da sustentabilidade; e, no último nível, os objetivos definidos para o contexto da região metropolitana em estudo, conforme ilustrado na Figura 5.2.

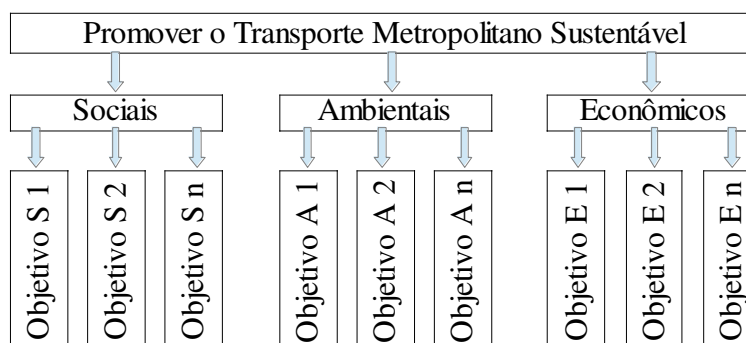


Figura 5.2. Hierarquia de objetivos fundamentais para um transporte metropolitano sustentável. Fonte: Elaboração do autor.

5.3.1.7. Etapa 7 – Validação das hierarquias individuais

As hierarquias individuais precisam ser validadas pelos próprios atores. Esta etapa pode ser efetuada na mesma reunião em que foram listados os objetivos e definidos os objetivos fundamentais. Apresenta-se a hierarquia individual ao ator para eventual questionamento ou sugestão de melhoria.

5.3.1.8. Etapa 8 – Elaboração da hierarquia conjunta

Uma vez validadas as hierarquias individuais, deve-se elaborar uma hierarquia conjunta, de todos os atores. Em posse das hierarquias individuais, o facilitador, em escritório,

integra os objetivos fundamentais encontrados, mantendo a organização em objetivos sociais, ambientais e econômicos. O facilitador também precisa tomar cuidado com eventuais objetivos redundantes.

5.3.1.9. Etapa 9 – Validação da hierarquia conjunta de forma individual

Recomenda-se que a hierarquia conjunta seja apresentada para validação dos atores de forma individual. A validação de forma individual é importante para uma nova reflexão dos atores e, caso necessário, uma complementação de eventuais objetivos não contemplados anteriormente.

5.3.1.10. Etapa 10 – Validação final da hierarquia conjunta

A validação final da hierarquia conjunta é efetuada em uma reunião de conciliação. É importante que o local para a realização da reunião seja um espaço que permita a discussão entre os atores. Recomenda-se uma sala, com mesa de reunião para, no mínimo, a quantidade de atores entrevistados, incluindo o facilitador, com computador, projetor e tela para projeção das hierarquias individuais e conjunta. Também são úteis folhas de papel e um quadro para anotações, caso os atores desejem se expressar por meio de esquemas, fluxos ou desenhos.

O facilitador deve conduzir a reunião de forma isenta, provocando o debate e tentando a conciliação. Os atores, em conjunto com o facilitador, podem propor uma rotina para alcançar os objetivos da reunião de conciliação.

Uma vez propostas melhorias na hierarquia e efetuadas eventuais alterações, ocorre sua validação. A hierarquia final reflete as especificidades para uma dada Região Metropolitana.

5.3.1.11. Etapa 11 – Pesquisa dos atributos

Inicia-se o processo de definição dos atributos. Para a escolha dos atributos poderão ser utilizados os indicadores de sustentabilidade, mais precisamente os indicadores coerentes com um transporte sustentável mencionados na literatura e/ou consulta a especialistas. Um atributo deve ter um nome, uma escala de medida e um intervalo de variação, compreendido entre o melhor nível viável e o pior nível aceitável.

5.3.1.12. Etapa 12 – Validação dos atributos e níveis de variação

Após a construção dos atributos, é importante que os atores sejam consultados para validação e para definir o intervalo de variação desses atributos.

O intervalo de variação deve ser coerente com a região metropolitana em análise. O melhor nível deve corresponder a um desafio viável, que corresponda a uma efetiva melhoria da situação dos transportes metropolitanos para aquele atributo. Por outro lado, o pior nível aceitável pode corresponder à situação atual, caso existam melhorias, ou a um nível mínimo aceitável pelos atores, evitando-se uma condição crítica de funcionamento.

5.3.1.13. Etapa 13 – Proposição de alternativas

Nesta etapa, recomenda-se observar os objetivos fundamentais da hierarquia conjunta, para a construção de alternativas mais condizentes com o contexto local, e as medidas de políticas públicas e planejamento para um transporte sustentável, apresentadas no Capítulo 2, bem como os modais metropolitanos, conforme Capítulo 3.

É fundamental também observar a construção das hierarquias individuais dos diversos atores. Durante as entrevistas, muitos objetivos-meio são abordados e alguns deles são ações individuais, que, consideradas em conjunto, podem se tornar alternativas. Nos objetivos-meio estão inseridas ações de contexto regional importantes para o entendimento da região e para a criação de alternativas mais adequadas.

As alternativas serão uma composição de ações que envolvem medidas de políticas públicas e planejamento, e podem ser apresentadas para alguns atores para discussão. A participação dos atores na etapa final de composição das alternativas é importante para que elas sejam mais adequadas ao contexto de cada Região Metropolitana, conforme já indicado no fluxograma de apoio ao planejamento de transporte metropolitanos sustentáveis (Figura 5.1). A Tabela 5.1 apresenta o procedimento completo para a estruturação.

Tabela 5.1. Procedimento para a estruturação.

Etapa	Atividade
1 Caracterização do Contexto	Deve conter características geográficas, populacionais e dos modais. Podem ser utilizados artigos técnicos, dados de órgãos de pesquisa, matriz origem destino, ou entrevista com especialistas
2 Identificação dos Atores	Atores envolvidos com a questão do transporte de passageiros na Região Metropolitana. Podem ser técnicos das prefeituras locais, empresas de transporte privadas e estatais, órgãos ou agências de controle regional de transportes, órgãos ambientais, representações dos usuários de transporte, sejam motorizados ou não motorizados, bem como a população em geral.

3	Escolha de um Facilitador	O facilitador pode ser interno ou externo à região. Importante que conheça os conceitos de transporte sustentável e tenha facilidade de comunicação com os diversos atores
4	Obtenção dos Objetivos	a) Deve-se posicionar os atores no contexto da entrevista, utilizando um pequeno roteiro com os conceitos de transporte sustentável e enfatizando que as respostas devem corresponder à questão metropolitana. O Facilitador, ao mesmo tempo, não deve restringir as respostas e não deixar o tema se desvirtuar. b) Para auxiliar a obtenção dos objetivos, sugere-se efetuar três perguntas: I – Quais são os piores aspectos do transporte de passageiros da Região Metropolitana?; II – Quais os melhores aspectos do transporte de passageiros da Região Metropolitana?; III – Observando os conceitos de sustentabilidade e de transportes sustentáveis, quais os aspectos que poderiam ser implementados na região e eventuais dificuldades?
5	Definição dos Objetivos Fundamentais	a) Após a primeira etapa de respostas, obtém-se uma lista de objetivos. O facilitador deve explorar, um a um, efetuando o seguinte questionamento: “Por que esse objetivo é importante no contexto de decisão?” Até que se encontrem aqueles objetivos que são importantes por si. b) Definição dos objetivos fundamentais. Deve-se tomar cuidado com eventuais redundâncias ou inconsistências. Exemplo: Ter mais tempo livre, no contexto de transportes, pode ser representado por reduzir o tempo de viagem.
6	Elaboração das Hierarquias Individuais	Consiste em separar e organizar em uma hierarquia os objetivos conforme o tripé da sustentabilidade: Ambientais, Sociais e Econômicos.
Etapa		Atividade
7	Validação das Hierarquias Individuais	Apresentar, para cada ator, a sua hierarquia, para validação.
8	Elaboração da Hierarquia Conjunta	Em posse da hierarquia individual de todos os atores, o facilitador elabora uma hierarquia conjunta, integrando todos os objetivos fundamentais identificados durante as entrevistas, organizados em sociais, ambientais e econômicos.
9	Validação da Hierarquia Conjunta	Validação da Hierarquia Conjunta com cada um dos atores, individualmente.
10	Validação Final da Hierarquia Conjunta (Reunião de Conciliação)	a) Reunião de Conciliação: Durante a reunião de conciliação, é importante que o facilitador conduza a discussão entre os atores, sem tentar influenciar, mas provocando a reflexão sobre a hierarquia. b) Inicialmente, é apresentada a Hierarquia de Objetivos Fundamentais Conjunta para Validação c) A Hierarquia Final reflete as especificidades para uma dada Região Metropolitana. A partir dela, pode-se elaborar atributos para os objetivos, propor alternativas e avaliá-las.

11	Pesquisa dos Atributos	Um atributo deve ter um nome, uma escala de medida e um intervalo de variação, compreendido entre o melhor nível viável e o pior nível aceitável. Os atributos podem ser definidos com base na literatura técnica ou entrevista com especialistas no setor.
12	Validação dos Atributos e Definição dos Níveis de Variação	Nova apresentação aos atores de forma individual, para validação dos atributos e os níveis de variação.
13	Proposição de Alternativas	Podem ser utilizadas as medidas de políticas públicas e de planejamento de transportes sustentáveis. Observar, também, os objetivos-meio e os objetivos fundamentais definidos pelos atores.

Fonte: Elaboração do autor.

Uma vez propostas as alternativas, deve-se efetuar sua avaliação, que consiste na construção das funções de valor, obtenção das constantes de escala, avaliações local e global.

5.3.2. Avaliação

5.3.2.1. Etapa 14 – Construção das funções de valor

Para Keeney e Raiffa (1993, *apud* ENSSLIN *et al.*, 2001), uma função de valor pode ser considerada uma ferramenta que auxilia um ator a expressar suas preferências. Para definir as funções de valor, recomenda-se entrevistar alguns dos atores, preferencialmente os que tenham mais conhecimento técnico e sejam experientes no setor de transportes de passageiros.

As funções de valor são construídas por meio dos métodos da pontuação direta ou da bissecção (ENSSLIN *et al.*, 2001). No primeiro método, definem-se níveis para cada atributo, ordenados preferencialmente. Ao melhor nível viável é associado o valor 100, e ao pior nível aceitável, o valor 0. Em seguida, o ator é solicitado a expressar o valor dos demais níveis. O método da pontuação direta será utilizado para os atributos construídos, nos quais os níveis de impacto são discretos.

O método da bissecção poderá ser utilizado para construir as funções de valor para os atributos quantitativos contínuos. Nesse método, é necessário definir apenas o melhor e o pior nível de cada atributo, aos quais são associados os valores 100 e 0, respectivamente. Pede-se, então, que o ator indique um nível do atributo, cujo valor esteja na metade dos valores extremos (o melhor e o pior). O procedimento é repetido para os dois subintervalos, obtendo-se mais dois pontos da função de valor.

5.3.2.2. Etapa 15 – Obtenção das constantes de escala

As constantes de escala, também denominadas taxas de substituição, transformam valores locais de preferência em valores globais. Na função de agregação aditiva, a somatória das constantes de escala é igual a um.

As constantes de escala serão estimadas pelo método *swing weights* (ENSSLIN *et al.*, 2001). Considera-se, inicialmente, que todos os atributos estejam no pior nível, e pede-se que o ator escolha um atributo que ele gostaria de passar para o melhor nível. A esse salto correspondem 100 pontos. Em seguida, pergunta-se ao ator qual atributo ele passaria do pior para o melhor nível em segundo lugar e quanto vale esse salto. O procedimento é repetido até que se definam os saltos de todos os atributos. As magnitudes dos saltos são medidas em relação ao primeiro. Por fim, é feita a normalização, obtendo-se as constantes de escala.

Após a primeira reunião de conciliação para definir a hierarquia conjunta, são elaborados os atributos e definidos seus níveis de variação, através de entrevistas individuais com os atores. Finalizada essa etapa, obtêm-se as constantes de escala de cada ator. Efetua-se nova reunião de conciliação sobre as constantes de escala obtidas de forma individual.

5.3.2.3. Etapa 16 – Avaliação local das alternativas

Para cada alternativa, é estimado um nível dentro da faixa de variação de cada atributo. Em seguida, entra-se com esse nível na função de valor do atributo e obtém-se o valor local da alternativa para esse atributo. A Figura 5.3 apresenta um exemplo de obtenção do valor local utilizando a função de valor para acidentes com o usuário.

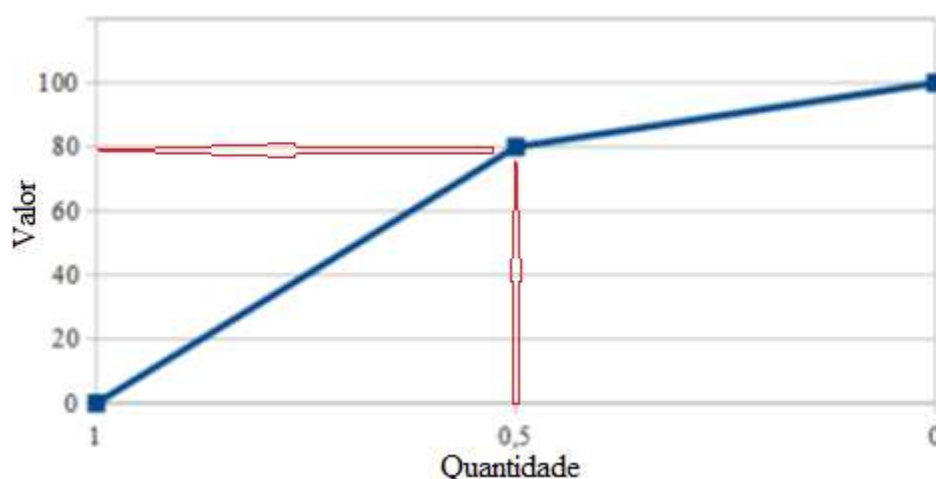


Figura 5.3. Obtenção do valor local da alternativa para um atributo. Fonte: Elaboração do autor.

Tem-se, assim, um quadro com todos os níveis dos atributos e respectivos valores locais por alternativa. Com esses valores e as constantes de escala, é possível a avaliação pelo método de agregação aditiva.

5.3.2.4. Etapa 17 – Avaliação global das alternativas

A avaliação global permite identificar a alternativa que melhor se adequa ao contexto de transportes metropolitanos sustentáveis em estudo.

A avaliação é feita por meio de métodos de agregação multicritério, que possibilitam tanto a avaliação local das alternativas em cada atributo, como a avaliação global no conjunto dos atributos.

Pretende-se utilizar a função do valor multiatributo na forma aditiva (1), pois, segundo Belton e Stewart (2002), o modelo aditivo é de fácil compreensão e construção. Esta função é expressa pela seguinte equação:

$$V(A) = w_1.v_1(A) + w_2.v_2(A) + w_3.v_3(A) + \dots + w_n.v_n(A) \quad (1)$$

Onde:

- $V(A)$ é o valor global da alternativa A;
- $v_1(A), v_2(A), \dots, v_n(A)$ são os valores da alternativa A nos atributos 1, 2, ..., n;
- $w_1, w_2, \dots, w_n$ são as constantes de escala dos atributos 1, 2, ..., n;
- n é o número de atributos.

As alternativas podem ser então comparadas de acordo com o resultado numérico final atingido. A Tabela 5.2 apresenta o procedimento para a avaliação.

Tabela 5.2. Procedimentos para a avaliação.

Etapa	Atividade
14	Construção das Funções de Valor a) Construídas por meio dos métodos da pontuação direta ou da bissecção b) A construção das funções de valor é realizada por meio de entrevistas com atores mais técnicos ou experientes no setor de transportes.
15	Constantes de Escala a) Inicialmente, após a validação da hierarquia conjunta, a elaboração dos atributos e de seus níveis de variação, deve-se obter as constantes de escala por meio de entrevistas com cada ator. b) Em nova reunião de conciliação, apresentam-se as constantes de escala obtidas de forma individual. O facilitador questiona os atores se existe

		consenso ou devem ser efetuadas alterações nas constantes identificadas. O resultado são as constantes de escala finais, que serão utilizadas no método de agregação multicritério.
16	Avaliação Local das Alternativas	Para cada alternativa, é estimado um nível dentro da faixa de variação de cada atributo. Em seguida, entra-se com esse nível na função de valor do atributo e obtém-se o valor local da alternativa para esse atributo.
17	Avaliação Global das Alternativas	Por meio da Função de Valor Multiatributo na forma Aditiva, efetua-se a avaliação global de cada alternativa, utilizando as constantes de escala e os valores obtidos na avaliação local para cada atributo.

Fonte: Elaboração do autor.

5.3.3. Recomendação

5.3.3.1. Etapa 18 – Recomendação

Na etapa de recomendação, os resultados serão apresentados e analisados pelos diversos atores, de forma individual ou em grupo. Nesta fase, é importante uma análise geral de todas as etapas.

Caso não existam incertezas e os atores estejam satisfeitos com os resultados, pode-se recomendar a alternativa (ou alternativas) mais adequada(s). Caso contrário, podem-se realizar análises de sensibilidade ou robustez. Segundo Belton e Stewart (2002), as análises servem para investigar se os resultados obtidos são robustos ou sensíveis em determinados aspectos do modelo.

No caso da análise de sensibilidade, efetuam-se mudanças, uma a uma, nos parâmetros de entrada (por exemplo, níveis dos atributos, constantes de escala e funções de valor) e verificam-se mudanças nos valores de saída. Na análise de robustez, variam-se dois ou mais parâmetros por vez e observam-se mudanças nos resultados finais do modelo. A Tabela 5.3 apresenta o procedimento para a recomendação.

Tabela 5.3. Procedimentos para a recomendação.

Etapa	Atividade
18	a) Importante o retorno aos atores para discutir possíveis alterações nas alternativas propostas.
Recomendação	b) Caso não existam incertezas e os atores estejam satisfeitos com os resultados, pode-se recomendar a alternativa (ou alternativas) mais adequada.

c) Análises de sensibilidade

d) Análise de robustez

e) O modelo pode ser considerado robusto ou podem ser realizadas alterações nos parâmetros para sua melhoria. Também podem ser efetuadas sugestões e recomendações para a utilização do modelo proposto ou para futuras análises.

Fonte: Elaboração do autor.

Após as análises de sensibilidade e robustez, o modelo pode ser considerado robusto ou podem ser realizadas alterações nos parâmetros para sua melhoria. Também podem ser efetuadas sugestões e recomendações para a utilização do modelo proposto ou para futuras análises.

Para validar a metodologia, aplicar-se-á o procedimento na Região Metropolitana da Baixada Santista, região importante do litoral do Estado de São Paulo, na região sudeste do Brasil.

6. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA NA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA

Seguindo o procedimento estabelecido no Capítulo 5, efetuou-se uma aplicação na Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS). A região foi escolhida tendo em vista sua diversidade de modais de transportes metropolitanos, a presença de grandes áreas de preservação ambiental, a presença do maior porto da América Latina e elevada taxa de propriedade de veículos motorizados de uso individual (automóveis e motos), o que provoca uma série de externalidades negativas.

6.1. Estruturação

6.1.1. Etapa 1 – Caracterização do contexto

A Região Metropolitana da Baixada Santista é formada por nove municípios, somando uma população de 1.828.212 habitantes (IBGE, 2017). Segundo Zündt (2006), a Região Metropolitana da Baixada Santista foi criada através da Lei Complementar Estadual nº 815, de 30 de julho de 1996, tendo sido a segunda região metropolitana do Estado de São Paulo e a pioneira tanto no âmbito da Constituição Federal de 1988 quanto da Constituição Estadual de São Paulo de 1989. Localiza-se no litoral central do Estado de São Paulo, fazendo divisa ao Norte com a Região Metropolitana de São Paulo, ao Sul com o Vale do Ribeira, a Leste com a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e o Litoral Norte, conforme Figura 6.1.



Figura 6.1. Região Metropolitana da Baixada Santista. Fonte: Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM-BS), Indicadores Metropolitanos da Baixada Santista (IMBS), 2008.

A Baixada Santista possui um cenário complexo, sendo formada por áreas insulares e continentais. A Ilha de São Vicente é sede dos municípios de Santos e São

Vicente, e a Ilha de Santo Amaro é sede do município do Guarujá. Além da população residente, existe a possibilidade de incremento da ordem de três vezes, devido aos picos de sazonalidade turística. A mancha urbana (Figura 6.2) é contínua e com elevado grau de conurbação. Além disso, apresenta formato longilíneo, estreito, confinado entre o Oceano Atlântico e a Serra do Mar, com amplos manguezais, restinga e vegetação de morros, o que torna a questão ambiental importante. A região também possui o maior polo portuário, petroquímico e siderúrgico da América Latina (ZÜNDT, 2006).

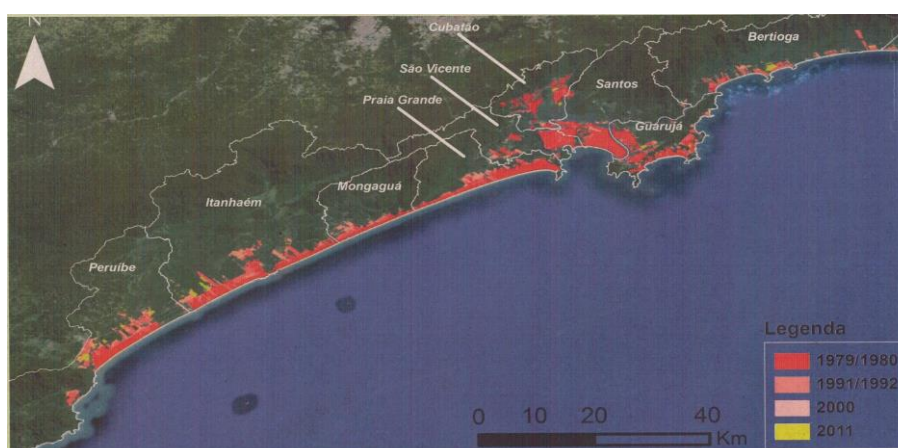


Figura 6.2. Mancha urbana – Baixada Santista. Fonte: Pólis (2013).

Segundo a AGEM-BS (2006), nos municípios da RMBS existe grande movimentação de automóveis, ônibus, veículos de carga, bicicletas e pedestres nos deslocamentos diários para trabalho, estudo, negócios, comércio e serviços. A intensa movimentação de veículos gera altos índices de acidentes de trânsito e congestionamento, principalmente na região central da RMBS. O sistema metropolitano de transporte público da região é complexo, sendo explorado pela iniciativa privada e pelo poder público. Os sistemas básicos motorizados são o rodoviário (ônibus), o veículo leve sobre trilhos (VLT) e o hidroviário – composto por balsas, barcas e catraias –, além de automóveis e motocicletas.

Considerando as ações necessárias para a implantação de um transporte metropolitano sustentável, o limite temporal da presente análise será de 20 (vinte) anos.

6.1.2. Etapa 2 – Identificação dos atores

Determinaram-se os atores em função do seu envolvimento com as questões dos transportes na Região Metropolitana da Baixada Santista. Observando os requisitos para

sustentabilidade, além dos técnicos ligados aos transportes, identificaram-se os atores que representam os usuários e a população da região, apresentados na Tabela 6.1. Entre todos os atores listados, após várias tentativas, obteve-se apoio de todas as prefeituras, com exceção da prefeitura do município do Guarujá. Devido à falta de recursos, não seria possível entrevistar os usuários e a população. Optou-se, então, por considerar algumas organizações que representam esses atores.

Tabela 6.1. Atores da Região Metropolitana da Baixada Santista.

Governos Municipais	
1	Prefeitura Municipal de Santos
2	Prefeitura Municipal de Guarujá
3	Prefeitura Municipal de Bertioga
4	Prefeitura Municipal de Cubatão
5	Prefeitura Municipal de São Vicente
6	Prefeitura Municipal de Praia Grande
7	Prefeitura Municipal de Itanhaém
8	Prefeitura Municipal de Mongaguá
9	Prefeitura Municipal de Peruíbe
Governo Estadual	
10	Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU)
11	Desenvolvimento Rodoviário S.A. (DERSA)
12	Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM-BS)
13	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Escritório Baixada Santista (CETESB-BS)
Governo Federal	
14	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) – Escritório Santos
Outros	
15	Associação Brasileira de Ciclistas (ABC) – Usuários de transportes não motorizados
16	Conselho de Comunidades de Bairro de Santos – Moradores
17	Conselho de Comunidades de Bairro de Santos – Usuários de transporte
18	Consórcio BR-Mobilidade – Operadores de transporte
19	Associação de Comissões e Conselhos Municipais de Bertioga – Moradores
20	Associação de Comissões e Conselhos Municipais de Bertioga – Usuários de transporte

Fonte: Elaboração do autor.

6.1.3. Etapa 3 – Escolha de um facilitador

Neste estudo, o autor do trabalho atuou como facilitador.

6.1.4. Etapa 4 – Identificação dos objetivos

Durante as entrevistas, apresentou-se um pequeno fluxograma sobre os conceitos de sustentabilidade e de transportes sustentáveis. Após esta pequena apresentação, foram feitas as seguintes perguntas:

1. Quais são os piores aspectos do transporte de passageiros da Região Metropolitana da Baixada Santista?
2. Quais são os melhores aspectos do transporte de passageiros da Região Metropolitana da Baixada Santista?
3. Observando os conceitos de sustentabilidade, quais os aspectos que poderiam ser implementados e eventuais dificuldades?

Importante destacar que não houve a participação da Prefeitura Municipal do Guarujá, após diversas tentativas.

Obteve-se, assim, uma lista de objetivos, que foram explorados até a obtenção dos objetivos fundamentais. Como exemplo, apresentam-se os objetivos-meio e objetivos fundamentais para um dos atores na Tabela 6.2.

Tabela 6.2. Objetivos-meio e fundamentais para o Desenvolvimento Rodoviário S. A. – Baixada Santista (DERSA-BS).

Objetivos-meio	Objetivos Fundamentais
Controlar a emissões de gases	Reduzir Emissão de Gases Estufa
	Reduzir Emissão de Gases Locais
Controlar a Qualidade da água	Reduzir Poluição da Água
Controlar a emissão de resíduos	Reduzir Poluição do Solo
Ampliar o transporte hidroviário metropolitano	Aumentar a Demanda
Reduzir Quebra de Equipamentos devido a resíduos	Reduzir Gasto com Implantação do sistema
	Reduzir Gasto Público Reduzir Gasto com manutenção do sistema

	Reduzir Custo Operacional	Reduzir Custo Fixo
		Reduzir Custo Variável
Melhorar a integração dos modais metropolitanos	Reduzir Tempo de Viagem	
	Reduzir Custo da Tarifa	
Integrar modais não motorizados com motorizados metropolitanos	Garantir Saúde da População	
Reduzir Depredação	Ter Conforto	Reduzir Idade Média dos Veículos
		Ter Bancos confortáveis e piso acessível
		Ter Climatização e entretenimento
Prover atendimento dos modais metropolitanos durante 24 horas	Ter Pontualidade	
	Ter Confiabilidade	Ter Frequência
		Garantir Viagem Completa
Fazer dragagem dos trechos de navegação	Garantir Segurança	Reduzir Acidentes com o Usuário
		Reduzir Acidentes de Trânsito

Fonte: Elaboração do autor.

6.1.5. Etapa 5 – Definição dos objetivos fundamentais

Aplicando o procedimento para definição dos objetivos fundamentais, explorou-se cada um dos objetivos listados na Etapa 4. O resultado, com 39 objetivos fundamentais, pode ser visualizado na Tabela 6.3.

Tabela 6.3. Objetivos fundamentais de acordo com os atores envolvidos.

	Objetivos Fundamentais	Atores
Sociais	Reduzir Tempo de Viagem	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 20
	Reduzir Tarifa	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,14,15,18,20
	Reduzir Idade Média dos Veículos	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,14,15,18,20
	Ter bancos confortáveis e piso aces.	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,14
	Ter Climatização e Entretenimento	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,14,15
	Aumentar Áreas Livres	8, 10, 12, 13, 15
	Reduzir acidentes com o usuário	3,4,6,7,8,9,10,11,16,18,20
	Reduzir acidentes de trânsito	3,4,5,7,8,9,10,11,13,15,18
	Aumentar a segurança pessoal	8,9,14,15,16,17,20
	Ter pontualidade	1,3,4,6,9,10,11,12,13,15,18,20
	Ter frequência	1,3,4,5,6,9,10,11,12,14,16,17,18,20
	Garantir viagem completa	9,10,11,13,18
	Reduzir estresse	1,3,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,17
	Aumentar atividade física	5, 8, 15
	Ser acessível aos usuários com necessidades especiais	3,6,7,8,10,12,14,16,17,18,19,20
	Ser acessível aos demais usuários	3,6,7,8,10,12,14,15,16,17,18,19,20
	Preservar patrimônio histórico	13,14
	Reduzir segregação urbana	10
Econômicos	Reduzir investimento em implantação do sistema	1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 16, 17
	Reduzir gasto com manutenção do sistema	1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 16, 17
	Reduzir custo fixo	7, 11, 12, 18
	Reduzir custo variável	1, 7, 11, 12, 18
	Aumentar a demanda	3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 18
	Gerar receita acessória para o operador	14
Ambientais	Reduzir CO	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,18
	Reduzir MP	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,18
	Reduzir NOx	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,18
	Reduzir NMHC	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,18
	Reduzir SOx	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,18
	Reduzir RCHO	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,18
	Reduzir CO2 equiv.	1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,18
	Reduzir poluição sonora primária	10, 13, 14, 19
	Reduzir poluição sonora secundária	10, 13, 14
	Reduzir poluição visual	10,13
	Reduzir poluição da água	11, 13, 14
	Reduzir impactos na flora	13,14
	Reduzir impactos na fauna	14
	Reduzir inundações	14,16
	Reduzir poluição no solo	11, 13, 14

Prefeituras: 1–Santos; 3–Bertioga; 4–Cubatão; 5–São Vicente; 6–Praia Grande; 7–Itanhaém; 8–Mongaguá; 9–Peruíbe. **Governo Estadual:** 10–EMTU; 11–DERSA; 12–AGEM-BS; 13–CETESB-BS; **Governo**

Federal: IBAMA; **Outros:** 15–ABC; 16–Moradores–Santos; 17–Usuários do Transporte–Santos; 18–Operador Privado–BR Mobilidade; 19–Moradores–Bertioga; 20–Usuários do Transporte–Bertioga;

Fonte: Elaboração do autor.

Alguns objetivos, tais como Reduzir Tempo de Viagem, Reduzir Tarifa, Ter Conforto, Ser Seguro, Reduzir Emissão de Gases Locais, Reduzir Gasto Público e Equidade de Acesso, foram identificados por um grande conjunto de atores. Outros foram identificados apenas por atores mais técnicos, do setor de transportes, ou com algum grau de conhecimento em planejamento urbano, como Reduzir Segregação Urbana, Preservar Patrimônio Histórico ou Reduzir Poluição Visual, dentre outros.

6.1.6. Etapa 6 – Elaboração das hierarquias individuais

Durante a entrevista, além da lista de objetivos fundamentais, elaborou-se a hierarquia de objetivos para cada ator. Para a construção da hierarquia, deve-se separar os objetivos fundamentais de acordo com os objetivos da sustentabilidade.

6.1.7. Etapa 7 – Validação das hierarquias individuais

Aproveitando a mesma entrevista, a hierarquia foi apresentada aos atores que efetuaram sua validação ou solicitaram alterações. Assim, ganha-se tempo, tendo em vista que a agenda dos atores muitas vezes é repleta de atividades. O tempo de duração da entrevista – da apresentação até a validação da hierarquia – foi, em média, de uma hora e meia.

A seguir, apresentam-se as quatro hierarquias individuais de atores representativos da Região Metropolitana da Baixada Santista: a Prefeitura Municipal de Santos (Figura 6.3), município com maior população e núcleo econômico; a Prefeitura Municipal de Praia Grande (Figura 6.4), município com as maiores taxas de crescimento populacional da região; a Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU) (Figura 6.5), órgão do governo do Estado de São Paulo que efetua a fiscalização e gestão dos transportes metropolitanos; e a Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM-BS) (Figura 6.6), órgão também do governo do Estado de São Paulo, que elabora planos em caráter metropolitano.

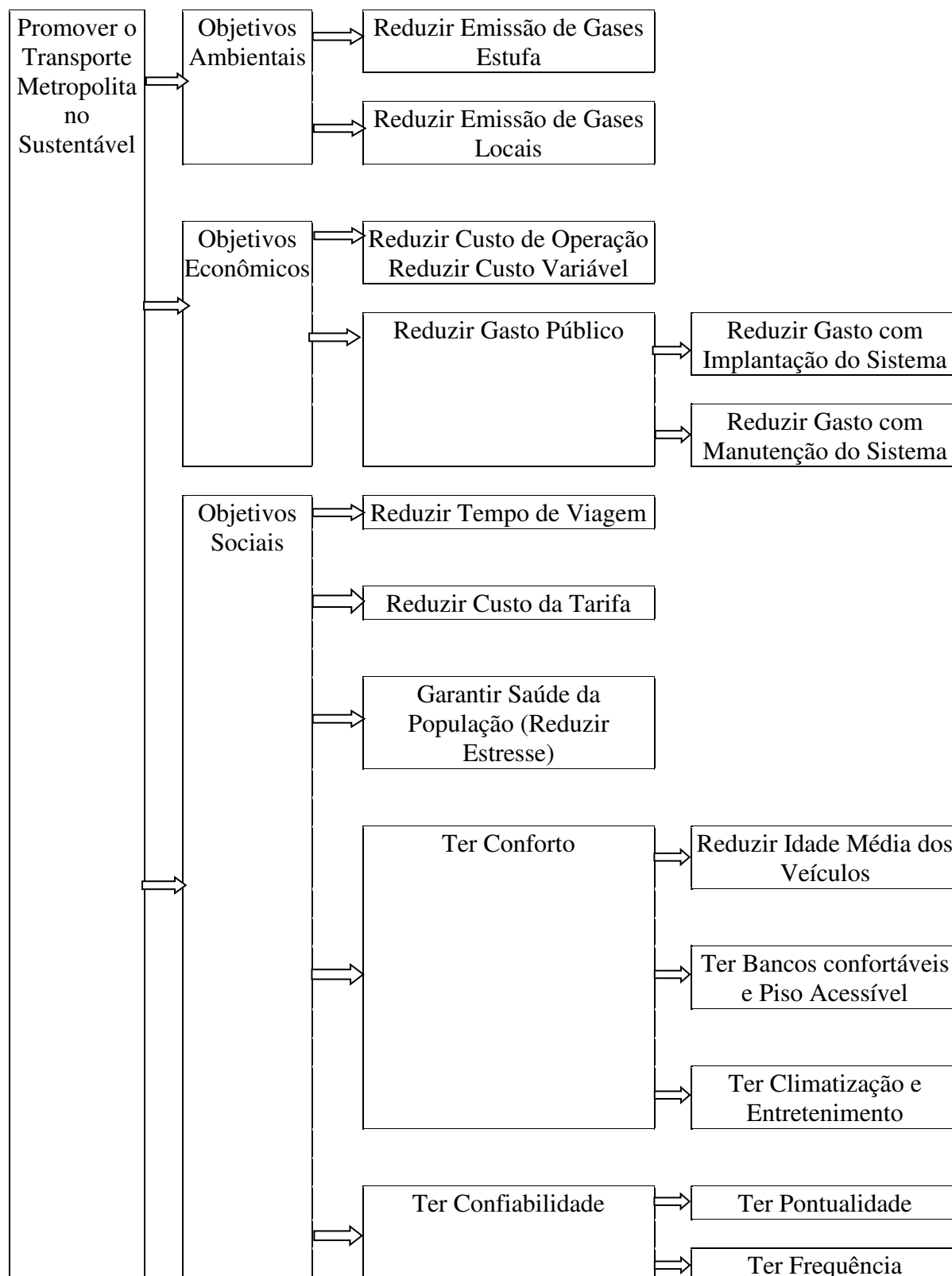


Figura 6.3. Hierarquia individual – Ator: Prefeitura Municipal de Santos. Fonte: Elaboração do autor.

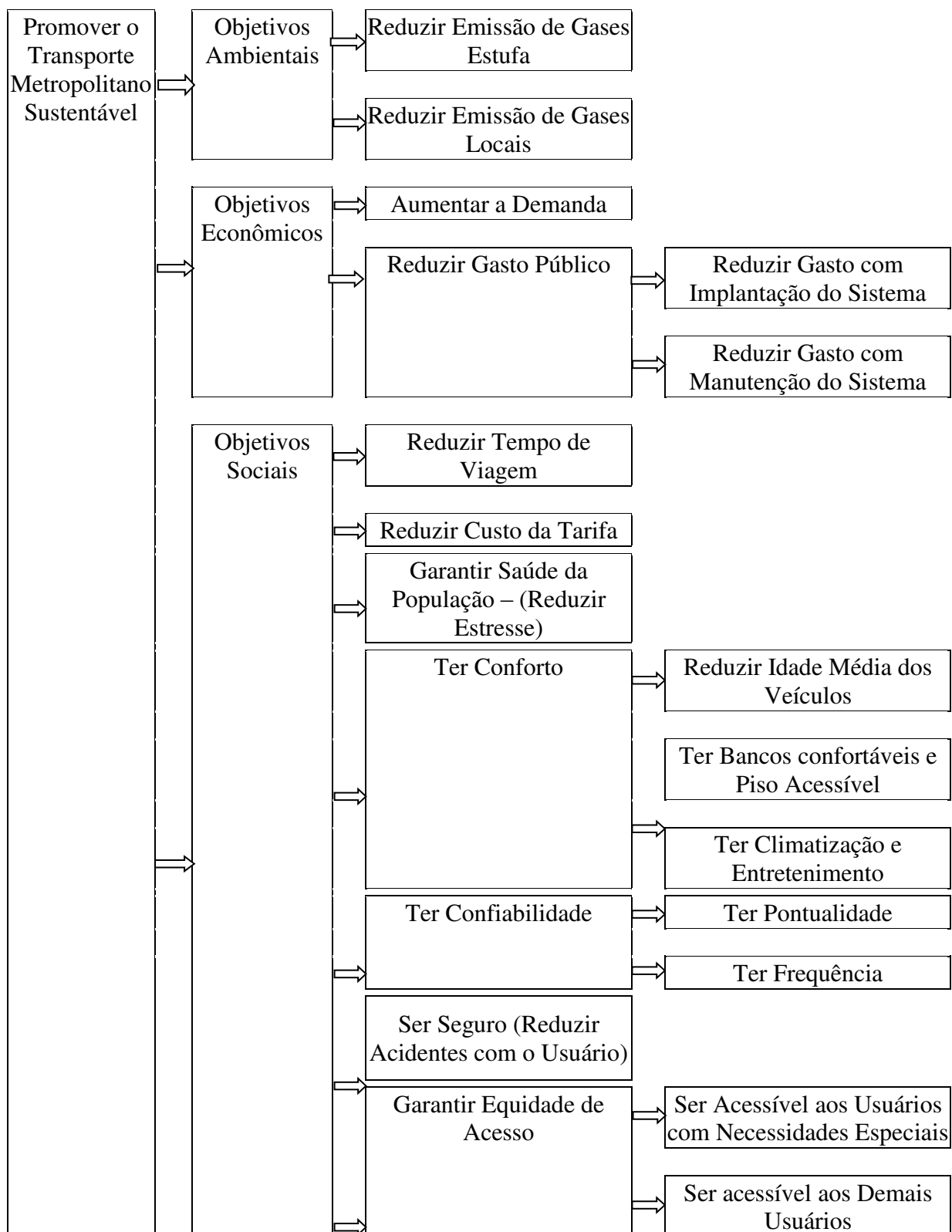


Figura 6.4. Hierarquia individual – Ator: Prefeitura Municipal de Praia Grande. Fonte: Elaboração do autor.

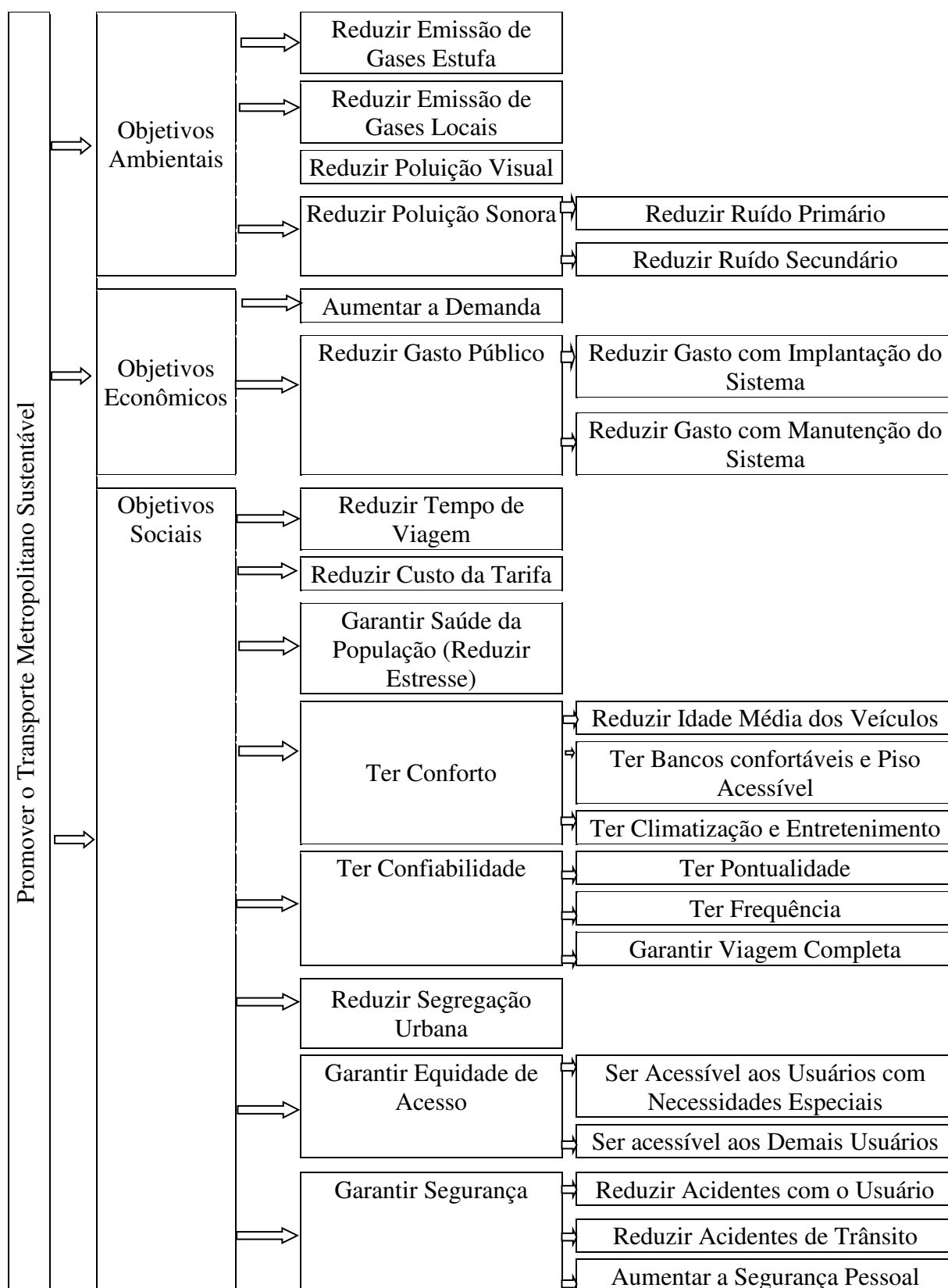


Figura 6.5. Hierarquia individual – Ator: Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU). Fonte: Elaboração do autor.

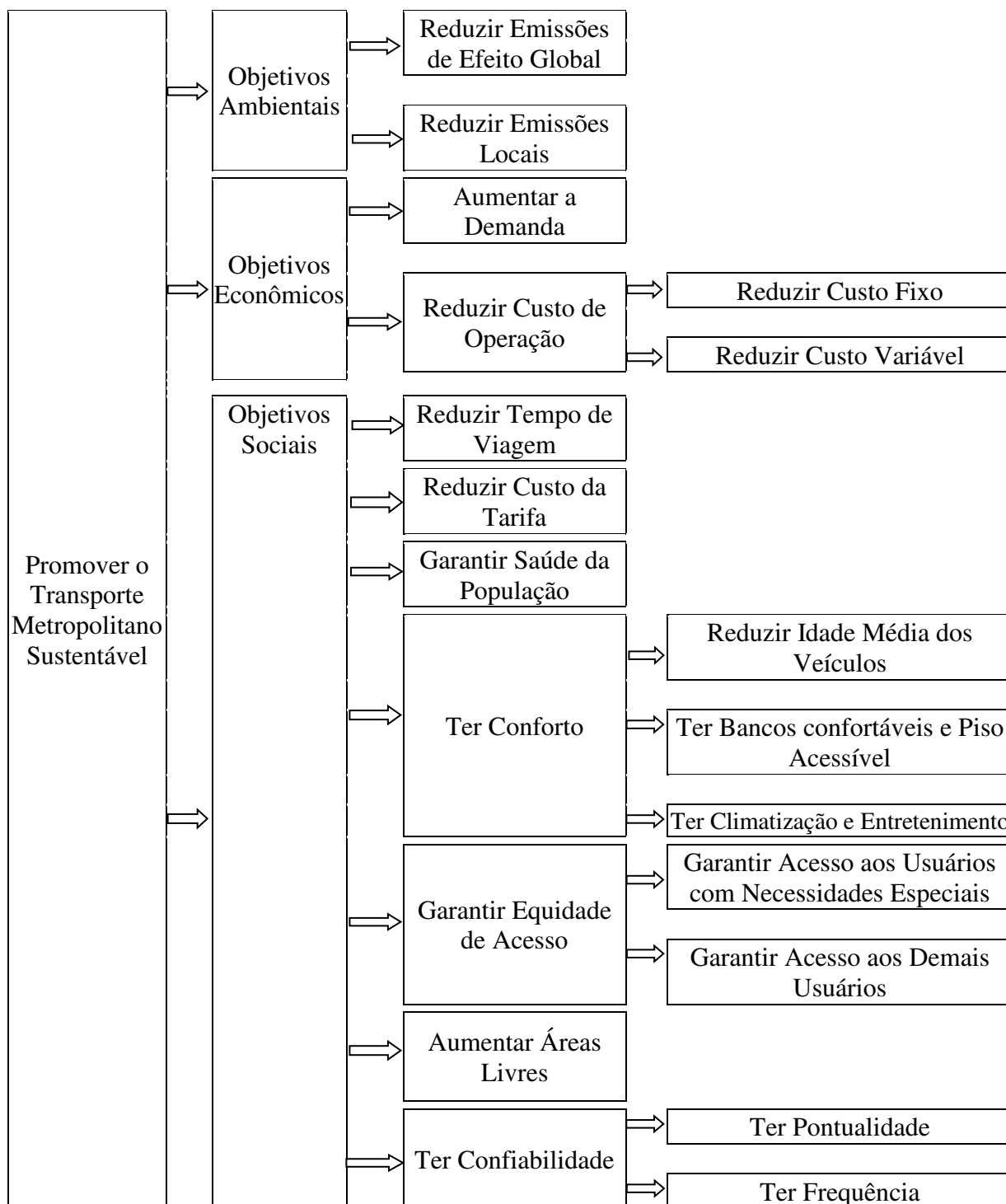


Figura 6.6. Hierarquia Individual – Ator: Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM-BS). Fonte: Elaboração do autor.

Nas hierarquias individuais, é importante observar que existem diferenças em relação aos objetivos fundamentais dos atores e pontos convergentes. Um aspecto importante é que os quatro atores indicam objetivos sociais, ambientais e econômicos. A EMTU é mais

abrangente na sua percepção dos aspectos sociais. Em relação aos aspectos ambientais, esses atores apontaram as Emissões Locais e Globais como objetivos. Quanto aos aspectos econômicos, a Demanda foi o ponto comum entre os quatro atores.

Todas as outras hierarquias individuais estão inseridas no Anexo B. Cabe destacar que se consideraram todos os objetivos, de todos os atores, para as próximas etapas deste trabalho.

6.1.8. Etapa 8 – Elaboração da hierarquia conjunta

Em escritório, o facilitador analisou todas as hierarquias de objetivos fundamentais individuais, observando eventuais objetivos em comum, objetivos redundantes e objetivos que complementam as hierarquias individuais. O resultado é uma hierarquia de objetivos fundamentais conjunta, a qual necessita ser validada pelos atores.

6.1.9. Etapa 9 – Validação da hierarquia conjunta de forma individual

Nesta etapa, inicialmente, apresentou-se a hierarquia conjunta para os atores, de forma individual, explicando eventuais dúvidas e ouvindo eventuais sugestões ou efetuando simplesmente a validação da hierarquia conjunta.

Os atores não efetuaram alterações na hierarquia apresentada. Por outro lado, demonstraram grande interesse na hierarquia conjunta, inclusive com questionamentos sobre os objetivos fundamentais identificados pelos diversos atores.

6.1.10. Etapa 10 – Validação final da hierarquia conjunta

Para a validação final da hierarquia conjunta (Figura 6.7), é importante que seja efetuada uma reunião de conciliação com os atores. Para tanto, todos os atores foram convidados com antecedência de um mês.

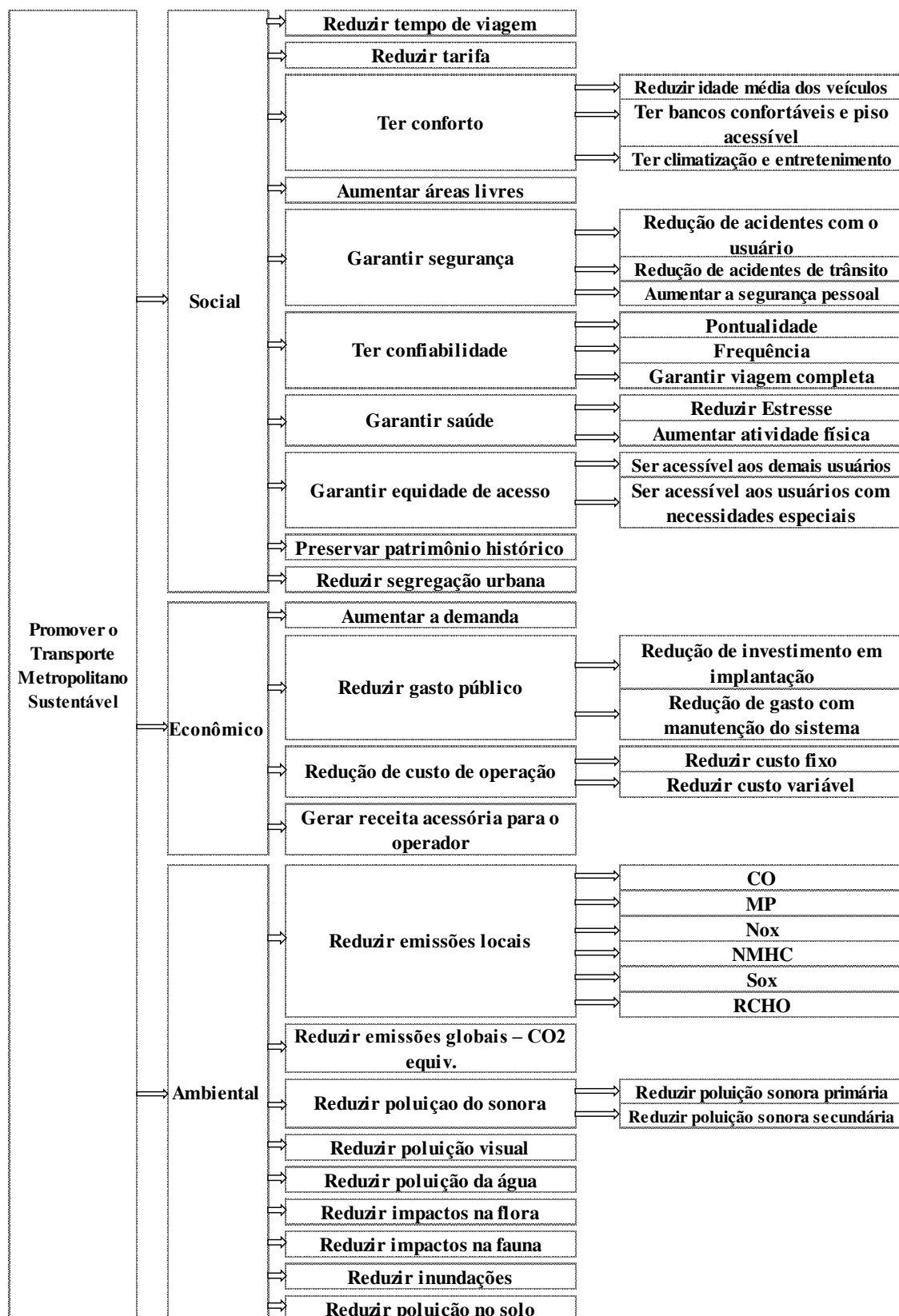


Figura 6.7. Hierarquia conjunta. Fonte: Elaboração do autor.

A reunião de conciliação foi realizada na sede da Agência Metropolitana da Baixada Santista e conduzida pelo facilitador. Contou com a presença da Prefeitura de Santos,

município núcleo da região; da Prefeitura de Praia Grande, a que mais cresce em termos populacionais; da Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM-BS), órgão do governo do Estado de São Paulo que coordena a elaboração de planos metropolitanos; da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU), responsável pelo planejamento e fiscalização dos transportes metropolitanos; e da Associação Brasileira de Ciclistas (ABC), entidade não governamental que luta por avanços nos modais não motorizados. Os participantes assinaram ata que consta no Anexo C.

Durante a reunião, foram apresentadas as hierarquias individuais dos diversos atores e a hierarquia final conjunta, como forma de promover um debate. Após uma pequena discussão por parte dos atores, efetuou-se a validação da hierarquia final.

6.1.11. Etapa 11 – Pesquisa de atributos

Para a elaboração dos atributos, utilizaram-se os indicadores de sustentabilidade para um transporte sustentável, conforme revisão efetuada no Capítulo 2, e consulta a especialistas. Houve a participação de técnicos da EMTU, da Prefeitura Municipal de Santos, da BR-Mobilidade, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Escritório Baixada Santista (CETESB) e do Desenvolvimento Rodoviário S.A (DERSA).

Além desses atores, utilizou-se também o corpo técnico da Secretária Estadual do Meio Ambiente de São Paulo (SMA-SP) – escritório de Santos –, que, apesar de não ser um ator identificado diretamente com a questão dos transportes na Baixada Santista, tendo em vista não ter essa competência institucional, possui grande conhecimento sobre a legislação ambiental brasileira, mais especificamente sobre os impactos em relação à flora e fauna.

Cada atributo tem um nome e uma unidade de medida. Após sua elaboração e aprovação por parte dos atores, seus níveis são definidos. Os objetivos fundamentais, o nome dos atributos e a unidade de cada atributo são apresentados na Tabela 6.4. Em seguida, apresentam-se os atributos e sua fundamentação.

Tabela 6.4. Objetivos fundamentais, atributos e unidades.

Objetivos Fundamentais	Nome dos Atributos	Unidade
Reduzir tempo de viagem	Tempo total de viagem em relação ao tempo atual	%
Reduzir custo da tarifa	Tarifa total em relação ao valor atual	%
Reduzir idade média dos veículos	Idade média dos veículos	Anos
Ter climatização e entretenimento	Climatização e entretenimento	-
Ter bancos confortáveis e piso acessível	Características internas	-
Aumentar áreas livres	Razão de eficiência espacial estática	m ² /passageiro
Reduzir acidentes de trânsito	Acidentes de trânsito	Nº/10 ⁵ viagens
Reduzir acidentes com o usuário	Acidentes com o usuário	Nº/10 ⁵ viagens
Aumentar a segurança pessoal	Assaltos aos veículos de transporte público	Nº/10 ⁵ viagens
Ter frequência	Tempo máximo de espera do usuário no horário de pico	min
Ter pontualidade	Índice de cumprimento de horários	Atraso em min./% total de viagens
Garantir viagem completa	Índice de cumprimento de viagens	%
Reduzir estresse	Índice de estresse provocado pelo transporte	%
Aumentar atividade física	Tempo médio diário por atividade física para fins de transporte	min
Ser acessível aos usuários com necessidades especiais	Veículos, terminais e estações de transporte público com acessibilidade	%
Ser acessível aos demais usuários	Tempo de acesso ao transporte público	min
Preservar patrimônio histórico	Nível de restrição a intervenções de acordo com o patrimônio	-
Reduzir segregação urbana	Número de viagens para pedestres e ciclistas por Km de infraestrutura de transporte	Nº/Km
Aumentar a demanda	Variação média anual em relação à demanda atual	%
Reduzir investimento com implantação	Custo de implantação do sistema	Milhões R\$/Km
Reduzir gasto com manutenção	Custo de manutenção médio do sistema	R\$ / Km / Ano
Reduzir custo fixo	Variação do custo fixo médio do sistema	%
Reduzir custo variável	Custo médio do sistema por passageiro	R\$/passageiros/Km
Gerar receita acessória para o operador	Receita acessória sobre a receita operacional média	%
Reduzir CO	Variação de NO _x dos meios de transporte de passageiros	%
Reduzir MP	Variação de MP dos meios de transporte de passageiros	%
Reduzir CO	Variação de CO dos meios de transporte de passageiros	%
Reduzir NMHC	Variação de NMHC dos meios de transporte de passageiros	%
Reduzir SO ₂	Variação de SO ₂ dos meios de transporte de passageiros	%
Reduzir RCHO	Variação de RCHO dos meios de transporte de passageiros	%
Reduzir emissão de gases de efeito global	Variação de CO ₂ equivalente dos meios de transporte de passageiros	%
Reduzir poluição primária	Nível de ruído primário provocado pelo transporte	DB (A)
Reduzir poluição secundária	Nível de ruído secundário provocado pela vibração do transporte	DB (A)
Reduzir poluição visual	Descaracterização da paisagem local devido à infraestrutura	%
Reduzir poluição das águas	Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e de comunidades aquáticas	Nº
Reduzir impactos na flora	Supressão de vegetação em relação à infraestrutura de transportes	-

Reduzir impactos na fauna	Impacto da infraestrutura de transportes em relação ao grau de extinção das espécies	-
Reduzir inundações	Variação da impermeabilização dos solos provocada pelas infraestruturas de transportes	%
Reduzir poluição do solo	Quantidade de contaminante no solo	mg/kg

Fonte: Elaboração do autor.

6.1.11.1. Atributos dos objetivos sociais

Tempo total de viagem em relação ao tempo atual

O atributo foi definido em conjunto com os técnicos da EMTU. Considera o tempo total de viagem, com eventuais integrações motorizadas ou não motorizadas, ou seja, da origem ao destino. Tal fato é importante, pois, em um cenário metropolitano, não seria coerente medir a redução apenas por modal, já que, muitas vezes, são necessárias mudanças ao longo do percurso.

A reunião para definição deste atributo contou com a participação de vários técnicos da EMTU da Baixada Santista. Observando a atual situação dos transportes metropolitanos, os técnicos da EMTU chegaram em um consenso de que uma redução total de 20% seria o melhor nível possível.

Tarifa total em relação ao valor atual

O atributo considera a redução do valor total da tarifa, paga desde a origem até o destino. O atributo foi definido em reunião com técnicos da EMTU da Baixada Santista. Os técnicos chegaram a um consenso de que uma redução de 15% no valor total das tarifas pagas pelos usuários é o melhor nível possível para a região.

Idade média dos veículos

Veículos mais novos geralmente garantem mais conforto ao usuário. Tal fato ocorre pelo desgaste mecânico dos veículos, que, mesmo com manutenção, não mantêm o mesmo grau de conforto ao longo do tempo.

O atributo foi baseado nos critérios da EMTU-BS para o limite de vida útil de um veículo em torno de 6 anos como o pior nível aceitável.

Climatização e entretenimento

Na Região Metropolitana da Baixada Santista, durante grande parte do ano, o clima é quente e chuvoso. Para o conforto dos passageiros é essencial que os veículos tenham

climatização. Além disso, como já se tornou quase uma obrigação em espaços públicos e meios de transportes ao redor do mundo, o acesso à internet também é importante.

O melhor nível (Tabela 6.5.) seria a presença de aparelhos de televisão, ar-condicionado e internet. É importante destacar que nas novas barcas que fazem a travessia entre Santos e o Distrito de Vicente de Carvalho, no Guarujá, já existem televisores para os usuários.

Tabela 6.5. Níveis do atributo: climatização e entretenimento.

Nível do Atributo	Descrição
N5	Ar-condicionado + Wi-fi + TV
N4	Ar-condicionado + Wi-fi
N3	Ar-condicionado
N2	Wi-fi
N1	Sem nada

Fonte: Elaboração do autor.

Características internas

A parte interna do modal deve facilitar a locomoção dos usuários. Os maiores níveis de conforto (Tabela 6.6) são atingidos com piso plano, sem escada de acesso ou sem escadas de nível internas, como o que ocorre no VLT da Baixada Santista, nas novas barcas entre o município de Santos e Guarujá ou em alguns ônibus intermunicipais.

Outro ponto importante para o conforto são os bancos estofados. Deve-se lembrar que, em média, as viagens na RMBS duram cerca de 40 minutos, sendo importante a instalação de bancos desse tipo. O atributo também foi construído com o apoio dos técnicos da EMTU-BS.

Tabela 6.6. Níveis do atributo: características internas.

Nível do Atributo	Descrição
N4	Piso Rebaixado, Bancos estofado
N3	Escada de Acesso e Bancos Estofados
N2	Piso Rebaixado e Bancos Rígidos
N1	Escada de Acesso e Bancos Rígidos

Fonte: Elaboração do autor.

Razão de eficiência espacial estática

Existem estudos que correlacionam a ocupação do modal e espaço ocupado de acordo com sua velocidade, como os trabalhos de Wright (1992) e Kitamura, Mokhtanan e Laidet (1994); todavia, tais estudos não apresentam o detalhamento de como foram obtidos aqueles valores.

Assim, o atributo foi construído considerando a ocupação média dos modais, definida pela literatura, e a área média do modal. Assim, encontrou-se um valor que determina a razão de ocupação de passageiros por metro quadrado quando o veículo está parado. Como a utilização de modais com maior capacidade é o melhor para o uso racional do espaço público, este é o atributo mais simples de ser assimilado. Para verificar sua coerência, basta observar os valores obtidos para o automóvel, maior razão entre todos os modais, o que, de fato, corrobora com outros estudos já efetuados.

O melhor nível para o atributo é 0,14 m² por passageiro, para o modal Trem, e o pior nível é de 7,7 m² por passageiro, considerando o automóvel.

Acidentes de trânsito

O atributo foi desenvolvido considerando os números totais de acidentes com o usuário nos modais de transportes em que a EMTU-BS efetua sua fiscalização. Observando a série de dados históricos das empresas fiscalizadas e números repassados para a EMTU, os técnicos chegaram em um consenso de que o melhor nível possível é zero acidente a cada 100.000 viagens e o pior aceitável é 1 acidente a cada 100.000 viagens.

Acidentes com o usuário

O atributo foi desenvolvido em conjunto com os técnicos da EMTU-BS, observando a série histórica de acidentes de trânsito com envolvimento dos veículos de transporte público. O melhor nível possível é zero acidente a cada 100.000 viagens e o pior aceitável é 1 acidente a cada 100.000 viagens.

Assaltos aos veículos de transporte público

O atributo foi desenvolvido em conjunto com os técnicos da EMTU-BS, observando a série histórica de assaltos aos veículos de transporte público fiscalizados pela empresa na região. A segurança pessoal também envolve aspectos externos ao setor de transportes, que não podem ser considerados no contexto.

De fato, em todo o Brasil infelizmente são comuns cenas de assaltos a veículos de transporte público, incluindo aos usuários. Pelos dados levantados, o melhor nível possível seria zero assaltos a cada 100.000 viagens; o pior nível aceitável corresponde a 20 assaltos a cada 100.000 viagens.

Tempo máximo de espera do usuário no horário de pico

A frequência representa o intervalo de tempo de passagem de um determinado modal de transporte e foi definida para o horário de pico, no qual a disponibilidade deve ser maior para atender à demanda de passageiros, considerando o tempo máximo de espera pelo usuário.

Considerar a mesma frequência fora dos horários de pico pode fazer com que os veículos trafeguem com pequena ocupação, o que é prejudicial para o transporte público.

Em conjunto com os técnicos da EMTU-BS, definiu-se a frequência de 10 minutos como o melhor nível do atributo durante os períodos de pico e o pior nível aceitável é de 20 minutos.

Índice de cumprimento de horários

Em seu trabalho de fiscalização do transporte público na Baixada Santista, a EMTU-BS avalia o tempo de atraso das viagens, tanto de ônibus como de VLT. O pior nível aceitável é de 5 minutos de atraso e o melhor nível possível é de 1 minuto de atraso.

Índice de cumprimento de viagens

O índice de cumprimento de viagens considera a porcentagem de viagens efetivamente efetuada pelos veículos de transporte público. A viagem pode ser perdida por quebra do veículo ou por um atraso superior a 5 minutos, segundo a EMTU-BS.

O melhor nível possível é que 100% dos veículos façam seu percurso dentro do atraso máximo possível e o pior nível aceitável é de 95%.

Índice de estresse provocado pelo transporte

Existem pesquisas que medem o grau de estresse provocado pela utilização de transporte público, como o trabalho de Rezende (2012). O estresse provocado depende de uma série de características – lotação, movimentações devido ao percurso, falta de informação ou até mesmo odores dentro dos veículos.

Rezende adaptou pesquisas comuns para medir o grau de estresse no âmbito do transporte público. O Inventário de Sintomatologia de Estresse no Transporte (ISET) é um instrumento de coleta de dados desenvolvido para medir a influência do transporte percebido pelo trabalhador no trajeto residência trabalho. Fundamenta-se nos principais modelos encontrados na literatura para a avaliação de estresse em adultos. Nesta tese, utilizou-se o referido procedimento para estimar o grau de estresse dos usuários. O melhor nível, conforme Tabela 6.7, é a inexistência de estresse; o pior nível corresponde ao ISET maior que 66,67%.

Tabela 6.7. Níveis do atributo: índice de estresse provocado pelo transporte.

Nível do Atributo	Descrição
N4	0 = inexistente
N3	$0 < x \leq 3,33\%$ - Baixo
N2	$3,33\% < x \leq 66,67\%$ - Médio
N1	$> 66,67\%$ - Alto

Fonte: Rezende (2012)

Tempo médio diário de atividade física para fins de transporte

Observando os conceitos de transporte sustentável, conforme Capítulo 2, percebe-se a importância dos modais não motorizados para o aumento da atividade física da população. Conforme Capítulo 3, pesquisas demonstram que nos países em que são utilizados transportes não motorizados, como bicicleta ou caminhada, a saúde da população é melhor do que nos países com elevadas taxas de motorização (PUCHER, DIJKSTRA, 2003).

Alguns trabalhos apresentam o tempo total de atividade física de acordo com o modal escolhido para as viagens diárias (NYCH, 2011). Como já esperado, o menor tempo de atividade física é o dos usuários de transporte motorizado individual.

O mesmo documento estabelece níveis de atividades física de acordo com as faixas de idade. A partir de 30 minutos diários de atividade física já existem benefícios para a saúde. Crianças e jovens devem praticar em torno de 60 minutos por dia. Valores acima de 60 minutos fornecem benefícios extras para a saúde. Assim, o melhor nível possível, seguindo recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS), seriam 70 minutos de atividade física por dia e o pior nível seria nenhuma atividade física (WHO, 2010).

É importante destacar que os tempos se referem a todas as viagens efetuadas por meio de modais não motorizados ao longo de um dia, não apenas ao acesso ao transporte público, já considerado em outro atributo.

Veículos, terminais e estações de transporte público com acessibilidade

Conforme o art. 31, do Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, para fins de acessibilidade aos sistemas de transportes, são considerados: veículos, terminais, estações, pontos de parada, vias principais, acessos e operação (BRASIL, 2004b).

Art. 31. Para os fins de acessibilidade aos serviços de transporte coletivo terrestre, aquaviário e aéreo, considera-se como integrantes desses serviços os veículos, terminais, estações, pontos de parada, vias principais, acessos e operação.

No mesmo Decreto, em seu art. 34, é definido que todos os elementos do transporte público devem ser acessíveis.

Art. 34. Os sistemas de transporte coletivo são considerados acessíveis quando todos os seus elementos são concebidos, organizados, implantados e adaptados segundo o conceito de desenho universal, garantindo o uso pleno com segurança e autonomia por todas as pessoas.

Parágrafo único. A infraestrutura de transporte coletivo a ser implantada a partir da publicação deste Decreto deverá ser acessível e estar disponível para ser operada de forma a garantir o seu uso por pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida.

Assim, este atributo tem seu valor máximo quando 100% dos elementos do sistema são acessíveis; caso contrário, o valor é zero.

Tempo de acesso ao transporte público

O atributo considera o tempo de acesso ao transporte público metropolitano e foi definido com base na literatura técnica, observando um trabalho sobre equidade de acesso de Alter (1976), que considera o tempo para acesso e não a distância, tendo em vista que esse acesso pode ser efetuado com modais diferentes. Seus níveis de variação foram considerados adequados para a Baixada Santista, de acordo com os técnicos da EMTU, considerando os modais existentes, os itinerários e as distâncias percorridas pelos usuários.

Nas situações em que existe algum tipo de integração modal também foi considerada a distância para o acesso. Por exemplo, a eventual integração entre modais não motorizados (ciclovias) e modais motorizados coletivos, ou entre modais municipais e intermunicipais.

Para o contexto da Região Metropolitana da Baixada Santista, o melhor nível possível para este atributo é um tempo de acesso de 2 minutos e o pior nível é de 20 minutos.

Nível de restrição a intervenções de acordo com o patrimônio

As obras de infraestrutura de transportes podem causar impacto no patrimônio histórico. A operação também pode trazer efeitos nocivos; exemplo disso são os arredores da Igreja de Santo Antônio do Valongo, em Santos, construída no século XVII. Por muito tempo, o tráfego de veículos naquela região do município de Santos provocou a deterioração da estrutura da igreja secular. Após mobilização da igreja, da comunidade local e do poder público, o tráfego de veículos foi desviado, impedindo a destruição da igreja.

Assim, a preservação do patrimônio histórico também é um componente importante no planejamento de transportes. Os órgãos ambientais no Brasil, no momento do licenciamento para novas obras, também exigem estudos neste aspecto.

A preservação do patrimônio histórico está regulamentada no art. 216 da Constituição Federal; pela Lei nº 3.924, de 26 de julho de 1961 (BRASIL, 1961), que trata do patrimônio arqueológico; pelo Decreto-lei nº 25, de 30 de novembro de 1937 (BRASIL, 1937), que cuida do tombamento de edificações; e pelo Decreto nº 3.551, de 4 de agosto de 2000 (BRASIL, 2000), que versa sobre o patrimônio imaterial.

O atributo foi construído com o apoio dos técnicos da Prefeitura de Santos, experientes com a questão de preservação do patrimônio, tendo em vista a grande quantidade de estruturas antigas no centro de Santos, e do Projeto Alegria Centro. O pior nível é quando existem bens tombados, sítios arqueológicos e patrimônio imaterial, conforme Tabela 6.8. O melhor nível é quando não existem bens nessa situação.

Tabela 6.8. Níveis do atributo: nível de restrição a intervenções de acordo com o patrimônio.

Nível do Atributo	Descrição
N3	Não existem jazidas arqueológicas, sítios arqueológicos, bens tombados e patrimônio imateriais registrados
N2	Existência de jazidas, sítios arqueológicos e/ou inscrições rupestres com a devida pesquisa e possibilidade de remoção.
N1	Existência de jazidas, sítios arqueológicos e/ou inscrições rupestres sem a devida pesquisa, bens tombados e patrimônio imaterial registrado. Existência de bens em processo de tombamento e processo de registro de patrimônio imaterial

Fonte: Elaboração do autor.

Número de passagens para pedestres e ciclistas por Km de infraestrutura de transporte

O atributo foi definido considerando-se os pedestres e ciclistas como centro da mobilidade sustentável; assim, um aumento da segregação provocado pelas infraestruturas de

transportes reduz a mobilidade. Além disso, de acordo com os trabalhos de Ghidini Jr. (2010), Dumbaugh e Rae (2009) e Obelheiro (2016), o aumento das distâncias para travessias pelos pedestres aumenta a quantidade de acidentes. Distâncias de travessias maiores que 100 metros são extremamente prejudiciais para pedestres e ciclistas, elevando o número de acidentes. Todavia, distâncias menores podem aumentar o custo da infraestrutura urbana. Assim, o melhor nível viável é de 10 passagens por quilômetro e o pior nível aceitável é de 4 passagens por quilômetro.

6.1.11.2. Atributos dos objetivos econômicos

Variação média anual em relação à demanda atual

A demanda de passageiros é essencial para a vitalidade econômica dos modais coletivos. Por outro lado, uma diminuição de demanda dos modais motorizados individuais é um dos objetivos dos planejadores de transportes.

A construção do atributo ocorreu com o apoio dos dois operadores da região: a BR Mobilidade e o DERSA – o primeiro, um operador privado e o segundo, um operador público.

Segundo os atores, um aumento da demanda de cerca de 3% seria o melhor índice possível. É importante destacar que manter a demanda não seria o pior nível do atributo, demonstrando que o setor depende de previsibilidade para manter de forma sustentável, do ponto de vista econômico, seus respectivos modais. O pior nível aceitável seria uma redução de 2 % em relação à demanda atual.

Custo de implantação do sistema

O atributo foi construído observando a literatura técnica sobre o tema. Os valores foram atualizados para o ano de 2017, considerando os valores em moeda nacional. As fontes utilizadas para obter os custos dos modais foram:

- Lerner e Ceneviva (2009);
- Guia Mobilidade Inteligente Volvo (Volvo, 2014);
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2016);
- Pereira e Balago (2016);
- Ferraz e Torres (2004);
- Vasconcellos (2012).

O melhor nível para custo de implantação é de R\$ 200.000 por quilômetro e o pior nível de R\$ 20.000.000 por quilômetro.

Custo médio de manutenção do sistema

O atributo foi construído observando a literatura técnica sobre o tema. Os valores foram atualizados para o ano de 2017, considerando os valores em moeda nacional. As fontes utilizadas para obter os custos dos modais foram:

- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2016);
- Pesquisa Rodoviária da Confederação Nacional dos Transportes (CNT, 2016);
- Vasconcellos (2012).

O melhor nível é de R\$ 3000 por quilômetro por ano e o pior nível aceitável é de R\$ 30.000 por quilômetro por ano.

Variação do custo fixo médio do sistema

Segundo Valente *et al.* (2016), o custo fixo dos modais é constituído por:

- Depreciação: corresponde à redução de valor do veículo com o decorrer do tempo;
- Remuneração do capital: qualquer investimento feito pressupõe um retorno ou remuneração do capital aplicado;
- Licenciamento e seguros.

O atributo foi construído em conjunto com os dois operadores de transportes da RMBS: a BR Mobilidade e o DERSA. Ambas as empresas também consideram como custo fixo os funcionários da administração e a estrutura administrativa.

Desta forma, uma variação de apenas 1% sobre os valores atuais é considerada o melhor nível do atributo e a manutenção dos valores o pior nível.

Custo médio do sistema por passageiro

Segundo Valente *et al.* (2016) fazem parte dos custos variáveis:

- Combustível;
- Lavagem e lubrificação;
- Manutenção: material e mão de obra;
- Pneus.

Tal fato implica custos diferentes para cada modal, devido às suas especificidades. Assim, estimou-se um custo médio por quilômetro e por passageiro. O atributo também foi construído em conjunto com os dois operadores de transportes da RMBS: a BR Mobilidade e o DERSA. Para a determinação dos valores foram utilizados os dados de movimentação e os gastos com manutenção, combustível, peças e pneus (no caso do operador rodoviário).

Outros valores foram obtidos em trabalho realizado por Coelho, Junior e Ribeiro (2011) sobre a utilização de bicicletas, que comparou o custo do modal com outros por R\$/km. Os valores foram atualizados para 2017. O melhor nível viável é de R\$ 0,16 por quilômetro e o pior nível aceitável é de R\$ 1,07 por quilômetro.

Receita acessória sobre a receita operacional média

O atributo foi construído em conjunto com os dois operadores de transportes da RMBS: a BR Mobilidade e o DERSA. A receita acessória é aquela obtida com a venda de espaços de publicidade nos veículos e nos terminais de transportes. Também se correlaciona com eventuais locações comerciais em terminais de transportes. Não tem referência com a receita operacional, obtida através dos usuários do sistema.

Para as duas empresas, valores em torno de 3% em relação à receita operacional são níveis ótimos do atributo e não ter receita acessória é o pior nível.

6.1.11.3. Atributos dos objetivos ambientais

Emissões locais

Conforme D'Agosto (2015), os poluentes atmosféricos podem ser classificados em primários ou secundários. Dentre os primários é possível citar: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x), material particulado (MP), óxidos de enxofre (SO_x) e hidrocarbonetos (HC).

Conforme o inventário de poluentes atmosféricos em função da fonte de poluição, elaborado pela CETESB (2017) para todas as regiões metropolitanas do Estado de São Paulo, é possível verificar a variação dos referidos poluentes ano a ano.

Em sua análise, a CETESB considera fatores como: tipo de combustível, idade média da frota, tipo de motorização, tipo de veículo, consumo e velocidade média de operação. Desta forma, pode-se utilizar esse inventário anual para efetuar estimativas de aumento ou redução dos poluentes, de acordo com as variações de utilização dos veículos.

Em entrevista com os técnicos da CETESB de São Paulo, os seguintes poluentes são medidos pelo transporte: NO_x, CO, MP, SO_x, RCHO (Aldeídos), NMHC (Hidrocarbonetos não metano).

Variação de NO_x dos meios de transporte de passageiros

O óxido de nitrogênio (NO_x) é um gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante, resultante de processos de combustão. Provoca aumento da sensibilidade à asma e à bronquite e reduz a resistência a infecções respiratórias.

A situação dos gases NO_x é ainda pior do que a dos gases SO_x. Para a CETESB, o melhor nível depende de uma redução de 80% e o pior nível seria a manutenção do índice atual.

Variação de MP dos meios de transporte de passageiros

O material particulado (MP) é composto por partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça ou fuligem. As emissões de material particulado são provenientes da combustão incompleta de combustíveis fósseis, óleo lubrificante e resíduos oriundos do desgaste dos pneus, rodas e pavimento. Podem agravar doenças respiratórias, levando à morte prematura.

Segundo a CETESB, a redução de material particulado deve ser tão elevada como a das emissões de SO_x. O melhor nível de redução seria de 50% e a manutenção dos índices atuais seria o pior nível.

Variação de CO dos meios de transporte de passageiros

O monóxido de carbono (CO) é um gás insípido, inodoro e incolor, resultante de um processo de combustão incompleta de combustíveis fósseis e outros materiais que contenham carbono. Pode prejudicar os reflexos, a capacidade de estimar intervalos de tempo, o aprendizado, o desempenho no trabalho e a acuidade visual.

Pelas informações do inventário de poluição veicular emitido pela CETESB e conforme entrevistas com seus técnicos, uma redução de 5% seria o melhor nível esperado, enquanto um aumento de 0,5% seria o pior nível. Para a RMBS, a CETESB considera que os valores atuais estão tão pequenos que um aumento de 0,5% não significaria grande prejuízo em termos ambientais.

Variação de NMHC dos meios de transporte de passageiros

Hidrocarbonetos não metano (NMHC) compreendem todas as substâncias orgânicas formadas no processo de combustão, com exceção do metano, sendo provenientes de combustão incompleta de veículos.

Conforme entrevista realizada com técnicos da CETESB, uma redução de 20% seria o suficiente para atingir o melhor nível, enquanto não reduzir nada seria o pior nível.

Variação de SO_x dos meios de transporte de passageiros

O óxido de enxofre (SO_x) é um gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforo. Resultante do processo de queima de combustíveis que contenham enxofre. Pode causar efeitos na população, como desconforto na respiração e agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares.

Diferentemente das informações atuais sobre o CO, no caso do SO_x os valores medidos pela CETESB estão elevados; assim, o melhor nível possível seria uma redução de 50% do poluente e o pior nível seria a manutenção dos índices atuais.

Variação de RCHO dos meios de transporte de passageiros

Aldeídos (RCHO) são compostos orgânicos que possuem o radical aldeído, ou seja, H-C=O. A emissão resulta de processos de combustão incompleta de biocombustíveis como o etanol. Podem provocar irritação em olhos, nariz e garganta, além de ser um agente carcinogênico.

Segundo entrevista com os técnicos da CETESB, bastaria uma redução de 20% nos valores medidos para atingir-se o melhor nível possível; o pior nível significa a manutenção dos níveis atuais.

Variação de CO₂ equivalente dos meios de transporte de passageiros

Os gases de efeito estufa tem correlação direta com o aquecimento global, acarretando desastrosas consequências para o planeta. Segundo D'Agosto (2015), os gases de efeito estufa mais comuns liberados em decorrência do transporte são dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O).

Uma forma de cálculo das emissões de gases de efeito estufa pode ser efetuada em CO₂ equivalente, já que existe uma correlação entre a massa emitida pelos outros gases de efeito estufa e a emissão de CO₂.

Esta correlação estabelece o potencial de aquecimento global de um determinado gás de efeito estufa em equivalência a 1t de CO₂ para um horizonte de 100 anos. Assim, 1t de CH₄ equivale a 21t de CO₂, 1t de N₂O equivale a 310t de CO₂.

O nível do atributo segue a meta estabelecida pelo Brasil na Conferência das Partes (COP-Paris), em 2015, de redução de 43% dos gases de efeito estufa até 2030. A meta foi adaptada para o setor de transportes e os níveis definidos com apoio da CETESB. O pior nível seria manter os níveis atuais.

Nível de ruído primário provocado pelo transporte

Segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2007, 2009, 2012 e 2015), inúmeros problemas na saúde humana são causados em decorrência dos ruídos, dependendo do nível. Parte destes ruídos é produzida pelos meios de transportes. O ruído primário é a porção do ruído que se propaga pelo ar diretamente para o receptor.

Os níveis do atributo foram obtidos com apoio da CETESB, sendo o pior nível referente a ruídos acima de 85 dB(A), e o melhor nível referente a ruídos abaixo de 30 dB(A). Todavia, ruídos entre 70 e 85 dB(A) podem causar problemas cardíacos; entre 65 e 70 dB(A), reações físicas, sendo estes últimos os níveis intermediários deste atributo.

Nível de ruído secundário provocado pela vibração do transporte

A vibração provocada pela passagem de modais de transportes se propaga através do solo para as edificações. Nas edificações, tais vibrações se propagam pelas paredes e pelos pisos, gerando uma irradiação secundária de ruído, denominada ruído secundário (Oliveira, 2013).

Também existem limites para tais ruídos. No Estudo de Impacto Ambiental – Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) da linha 3 do metrô do Rio de Janeiro (AGRAR, 2006) foi definido como limite para este ruído 45 dB(A); valores aceitáveis estão abaixo de 30 dB(A).

Descaracterização da paisagem local devido à infraestrutura de transportes

Segundo D'Agosto (2015), a implantação de sistemas de transporte contribui para a descaracterização da paisagem natural. A poluição visual, também conhecida como intrusão visual, contribui para a progressiva desfiguração das cidades e dos campos.

A intrusão visual provocada pelos transportes ocorre tanto na sua implantação quanto operação, promovendo desconforto visual nas pessoas, perda de qualidade estética do

ambiente e interferindo também na privacidade dos moradores. Como exemplos de intrusão provocada pelos transportes é possível citar: postes e placas de sinalização e informações, terminais, viadutos e pontes, semáforos, cabeamento e caixas com má localização, e os próprios veículos.

O atributo foi construído com o apoio dos técnicos do setor de planejamento urbano da Prefeitura de Santos. Os níveis do atributo variam conforme o nível de intrusão da infraestrutura de transportes na paisagem. O melhor nível é uma infraestrutura totalmente subterrânea (Tabela 6.9) e o pior nível, uma infraestrutura elevada, como a dos viadutos, por exemplo.

Tabela 6.9. Níveis do atributo: descaracterização da paisagem local devido à infraestrutura de transportes.

Nível do Atributo	Descrição
N7	Enterrado
N6	Em nível sem Barreiras Físicas
N5	Em nível, com barreiras físicas, calha > 25 metros, 1/3 do total do percurso
N4	Em nível, com barreiras físicas, calha > 25 metros, 2/3 do total do percurso
N3	Em nível, com barreiras físicas, calha < 25 metros, 1/3 do total do percurso
N2	Em nível, com barreiras físicas, calha < 25 metros, 2/3 do total do percurso
N1	Elevado

Fonte: Elaboração do autor.

Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e de comunidades aquáticas

Segundo Zagatto *et al.* (1999), existia a necessidade de desenvolvimento de um índice de qualidade das águas que fosse diferente daqueles para avaliação das águas para consumo humano ou recreação de contato primário. O Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas (IVA) tem por objetivo verificar a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, para fins de proteção da fauna e flora em geral.

Cabe destacar que os modais de transportes, principalmente os hidroviários, podem provocar contaminação das águas por eventuais vazamentos durante a operação ou por

eventuais derramamentos durante os trabalhos de manutenção. O índice é composto pelo Índice de Parâmetros Mínimos para a Proteção de Comunidades Aquáticas (IMPCA), o qual incorpora os parâmetros de O.D., pH e teste de toxicidade e o grupo de substâncias tóxicas (Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn, fenóis e surfactantes). O IVA também incorpora o índice do Estado Trófico do Ambiente (IET).

O IVA possui variação entre a categoria ótima, com $IVA \leq 2,5$, e o pior nível possível, considerado péssimo, com $IVA \geq 6,8$.

Supressão de vegetação em relação à infraestrutura de transportes

Para a construção do atributo, utilizou-se a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 (BRASIL, 2006), conhecida como Lei da Mata Atlântica; a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012b), denominada Novo Código Florestal Brasileiro; e a Portaria nº 443/2014, do Ministério do Meio Ambiente.

A Lei da Mata Atlântica subdivide os tipos de vegetação em primária, secundária em estágio avançado de regeneração, secundária em estágio médio de regeneração e secundária em estágio inicial de regeneração. Define, também, o tipo de restrição quanto à utilização de cada uma das áreas dentro do bioma Mata Atlântica.

O novo Código Florestal também subdivide as áreas de proteção de acordo com o tipo de bioma e o grau de restrição ao uso. Além disso, outro fator importante para que seja viável um projeto de infraestrutura de transportes é a presença ou não de exemplares da flora brasileira em risco de extinção.

Além da fauna, também existem exemplares da flora com graus variados de risco, conforme define a Portaria nº 443/2014, do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2014a). Espécies classificadas como extintas da natureza, criticamente em perigo, em perigo e vulneráveis estão protegidas de modo integral, incluindo a proibição de coleta, corte, transporte, armazenamento, manejo, beneficiamento e comercialização.

Com o apoio dos técnicos da Secretária Estadual do Meio Ambiente, o atributo foi dividido em oito níveis, de acordo com as regulamentações apresentadas, de forma a facilitar o trabalho dos planejadores na identificação dos níveis de impacto para cada sistema de transporte metropolitano, conforme Tabela 6.10.

Tabela 6.10. Níveis do atributo: supressão de vegetação em relação à infraestrutura de transportes.

Nível do Atributo	Descrição
N8	Qualquer % de supressão em área agrícolas, florestas plantadas, ou desprovidas de vegetação nativa, fora de APP
N7	Necessidade de Supressão de Vegetação de até 20 % em florestas da Amazônia Legal, 65 % em áreas de Cerrado ou 80 % em campos gerais, fora de APP
N6	Qualquer % de Supressão de Vegetação em Regiões da Mata Atlântica com Vegetação Secundária em Estágio Inicial de Regeneração, áreas urbanas
N5	Qualquer % de Supressão de Vegetação em Regiões da Mata Atlântica com Vegetação Secundária em Estágio Médio de Regeneração, áreas urbanas
N4	Até 10 % de supressão de vegetação em Regiões da Mata Atlântica com Vegetação em Estágio Avançado de Regeneração, áreas urbanas
N3	Até 50 % de supressão de vegetação em Regiões da Mata Atlântica com Vegetação em Estágio Avançado de Regeneração, áreas urbanas
N2	Mais de 50 % de supressão de vegetação em Regiões da Mata Atlântica com Vegetação em Estágio Avançado de Regeneração, áreas urbanas
N1	Regiões de Mata Atlântica com Vegetação Primária, Florestas em áreas rurais. Qualquer necessidade de supressão em locais com espécies da flora nas listas de extinção, classificadas como Extinta da Natureza, Criticamente em Perigo, Em Perigo e Vulnerável

Fonte: Elaboração do autor.

Impacto da infraestrutura de transportes em relação ao grau de extinção das espécies

O avanço da infraestrutura de transportes pode provocar impactos sobre a fauna. Hoje, no Brasil, novas obras de infraestrutura necessitam de licenciamento ambiental. Todavia, podem existir determinadas espécies que inviabilizam eventuais obras.

Quanto maior o risco de extinção das espécies, maior pode ser o impacto dos projetos de infraestrutura. Observando a Portaria nº 444/2014, do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2014b), e a Instrução Normativa nº 05/2004, também do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2004a), define-se que o pior nível possível para eventual interferência de obras de infraestrutura ou operação de transportes ocorre em locais com espécies classificadas como Criticamente em Perigo, Em Perigo ou Vulnerável, sem possibilidade de manejo.

O melhor nível, Tabela 6.11., é quando existe presença de espécies na lista de animais classificadas como Menos Preocupante, Dados Insuficientes, Não Aplicável (espécies

exóticas) ou Não Avaliada. Para o desenvolvimento deste atributo, contou-se com a colaboração do chefe da Secretária Estadual de Meio Ambiente – Escritório de Santos.

Tabela 6.11. Níveis do atributo: impacto da infraestrutura de transportes em relação ao grau de extinção das espécies.

Nível do Atributo	Descrição
N3	Existência de espécies com a classificação de Menos Preocupante, Dados Insuficientes, Não Aplicável e Não Avaliada
N2	Existência de espécies classificadas como Quase ameaçada de Extinção, com possibilidade de manejo
N1	Existência de espécies classificadas como Extinta da Natureza, Criticamente em Perigo, Em Perigo e Vulnerável, sem possibilidade de manejo

Fonte: Elaboração do autor.

Redução de inundações

Variação da impermeabilização dos solos provocada pelas infraestruturas de transportes

A expansão das cidades para as periferias, como resultado do elevado valor do solo nas regiões mais centrais e facilitada pela utilização dos modais motorizados individuais, tem como uma das consequências o aumento da impermeabilização dos solos.

Essa preocupação foi expressa pela Comissão Europeia no documento “Orientações sobre as melhores práticas para limitar, atenuar ou compensar a impermeabilização dos solos” (UNIÃO EUROPEIA, 2012). O aumento da impermeabilização, além de outros impactos ambientais, pode provocar o aumento das inundações, inclusive no meio urbano.

Para a definição dos níveis de variação do atributo, entrevistaram-se os técnicos da EMTU-BS que fiscalizaram toda a obra do VLT, onde houve grande discussão sobre eventuais danos na drenagem urbana, principalmente no município de São Vicente. Comparando a extensão total da obra e os pontos onde houve aumento de inundações após a finalização da obra, foi possível definir os níveis do atributo.

O melhor nível viável ocorre quando não há aumento da impermeabilização devido à nova infraestrutura e o pior nível aceitável é um aumento da impermeabilização de 10%.

Quantidade de contaminante no solo

A atividade de transportes pode provocar poluição do solo pelo descarte irregular de resíduos sólidos ou líquidos, devido a defeitos em veículos e equipamentos ou por falhas nos procedimentos de manutenção.

Conforme a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 420, de 28 de dezembro de 2009, as quantidades de determinada substância são medidas em relação ao peso por quilo de solo seco (BRASIL, 2009):

“**Art. 7º** – A avaliação da qualidade de solo, quanto à presença de substâncias químicas, deve ser efetuada com base em Valores Orientadores de Referência de Qualidade, de Prevenção e de Investigação”.

Segundo a referida resolução, o Valor de Referência de Qualidade (VRQ), o Valor de Prevenção (VP) e o Valor de Investigação (VI) são assim definidos:

Valor de Referência de Qualidade (VRQ): é a concentração de determinada substância que define a qualidade natural do solo, sendo determinado com base em interpretação estatística de análises físico-químicas de amostras de diversos tipos de solos;

Valor de Prevenção (VP): é a concentração de valor limite de determinada substância no solo, tal que ele seja capaz de sustentar as suas funções principais (...);

Valor de Investigação (VI): é a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado.

Desta forma, em entrevistas com técnicos da CETESC-BS, definiu-se que o melhor nível para o atributo é o VRQ e o pior nível, o VI.

6.1.12. Etapa 12 – Validação dos atributos e níveis do atributo

Conforme descrição anterior, estabeleceram-se muitos atributos com o apoio dos atores mais técnicos ou através de pesquisa na literatura. Em muitos casos, os especialistas estabeleceram, inclusive, os níveis de variação dos atributos para o contexto da Região Metropolitana da Baixada Santista; todavia, é importante apresentá-los para os demais atores para discussão e validação. A apresentação foi efetuada de forma individual, para os técnicos da EMTU, da AGEM (Agência Metropolitana da Baixada Santista), da Prefeitura Municipal de Santos, Prefeitura Municipal de Praia Grande, da BR-Mobilidade, da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Escritório Baixada Santista e Escritório São Paulo (CETESB), da Desenvolvimento Rodoviário S.A (DERSA) – Escritório Baixada Santista e da Secretária Estadual do Meio Ambiente de São Paulo (SMA-SP) – escritório de Santos –, que, conforme já informado, não é um dos atores deste trabalho.

Após a apresentação aos atores, houve discussão em alguns casos e eventuais adaptações ao contexto local em outros atributos, incluindo seus níveis de variação. Um exemplo de adaptação ocorreu nos atributos do objetivo Emissão de Gases Locais, no qual foram inseridos níveis de variação compatíveis com a realidade local. A Tabela 6.12 apresenta todos os atributos, seus respectivos nomes, unidades de medida e os níveis de variação.

Tabela 6.12. Atributos e níveis de variação.

Nome dos Atributos	Unidade	Melhor Nível	Pior Nível
Tempo total de viagem em relação ao tempo atual	%	-20	0
Tarifa total em relação ao valor atual	%	-15	0
Idade média dos veículos	Anos	2	6
Climatização e entretenimento	-	Ar, wi-fi, TV	Sem nada
Características internas	-	Piso rebaixado e bancos estofados	Escada de acesso e bancos rígidos
Razão de eficiência espacial estática	m ² /passageiro	0,14	7,7
Acidentes de trânsito	Nº/10 ⁵ viagens	0	1
Acidentes com o usuário	Nº/10 ⁵ viagens	0	1
Assaltos aos veículos de transporte público	Nº/10 ⁵ viagens	0	20
Tempo máximo de espera do usuário no horário de	min	10	20
Índice de cumprimento de horários	Atraso em min./% totais	1	5
Índice de cumprimento de viagens	%	100	95
Índice de estresse provocado pelo transporte	%	Inexistente	Alto
Tempo médio diário por atividade física para fins de transporte	min	70	0
Veículos, terminais e estações de transporte	%	100	< 100
Tempo de acesso ao transporte público	min	2	20
Nível de restrição a intervenções de acordo com o patrimônio	-	Não existe jazidas arqueológicas	Existência de Patrimônio Histórico
Número de passagens para pedestres e ciclistas por Km de infraestrutura de transporte	Nº/Km	10	4
Variação média anual em relação à demanda atual	%	3	-2
Custo de implantação do sistema	Milhões R\$/Km	0,2	20
Custo de manutenção médio do sistema	R\$/Km/ano	3000	30000
Variação do custo fixo médio do sistema	%	1	0
Custo médio do sistema por passageiro	R\$/passag./Km	0,16	1,07
Receita acessória sobre a receita operacional	%	3	0
Variação de Nox dos meios de transporte de passageiros	%	-80	0
Variação de MP dos meios de transporte de passageiros	%	-50	0
Variação de CO dos meios de transporte de passageiros	%	-5	0,5
Variação de NMHC dos meios de transporte de passag.	%	-20	0
Variação de SO ₂ dos meios de transporte de passageiros	%	-50	0
Variação de RCHO dos meios de transporte de passageiros	%	-20	0
Variação de CO ₂ equivalente dos meios de transporte de passageiros	%	-43	0
Nível de ruído primário provocado pelo transporte	dB(A)	< 30	> 85
Nível de ruído secundário provocado pela vibração do transporte	dB(A)	< 30	> 45

Descaracterização da paisagem local devido à infraestrutura de transportes	-	Modais enterrados	Modais elevados
Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e de comunidades aquáticas	IVA	< 2,5	>=6,8
Supressão de vegetação em relação à infraestrutura de Transportes	-	Áreas agrícolas	Vegetação Primária
Impacto da infraestrutura de transportes em relação ao grau de extinção das espécies	-	Existência de espécies com classificação	Existência de espécies em extinção
Variação da impermeabilização dos solos	%	0	10
Quantidade de contaminante no solo	mg/kg	VRQ	VI

Fonte: Elaboração do autor.

6.1.13. Etapa 13 – Proposição de alternativas

Para a proposição de alternativas, utilizaram-se os objetivos fundamentais dos diversos atores, bem como medidas de políticas públicas e de planejamento em transportes sustentáveis.

Durante as entrevistas individuais, foram mencionadas diversas ações individuais, as quais, em conjunto, podem se transformar em alternativas. Tais ações individuais refletem a visão dos atores em relação ao contexto local e, após adaptações, podem ser utilizadas na proposição de alternativas.

Tais ações geralmente são identificadas através dos objetivos-meio, parte do processo de obtenção dos objetivos fundamentais, que não devem ser desconsiderados. Assim, efetua-se uma primeira composição de ações para criar alternativas condizentes com a região metropolitana objeto deste trabalho.

As primeiras composições podem ser apresentadas aos atores para uma nova discussão, com o intuito de melhorá-las. Desta forma, apresentaram-se essas primeiras alternativas para alguns atores principais, efetuando-se uma validação. O resultado são as alternativas apresentadas na Tabela 6.13. Na Figura 6.8 são indicados alguns locais citados nas alternativas.

Tabela 6.13. Composição de alternativas.

Situação	Transporte hidroviário ligando o Centro de Santos ao Distrito de Vicente de Carvalho no Guarujá e Centro de Bertioga ao extremo leste do Guarujá. VLT entre a Ponte dos Barreiros em São Vicente e Terminal Porto em Santos. Ônibus intermunicipais convencionais (motor diesel e escada de acesso). Dois terminais intermunicipais em Praia Grande (Tático e Tude Bastos). Nenhum tipo de restrição ao estacionamento. Nenhum programa de vistoria veicular para fins de emissão de gases. Horários dos itinerários dos ônibus intermunicipais, barcas e VLT disponíveis na internet, mas sem controle em tempo real. Integração não motorizado para motorizado apenas nas barcas de passageiros (acesso a bicicletas). Existe malha cicloviária intermunicipal interligada entre Santos e São Vicente. Integração tarifária e temporal entre VLT e ônibus intermunicipais. Integração ônibus municipal e intermunicipal, tarifária e temporal, apenas em Praia Grande
1	Expansão do hidroviário intermunicipal até Cubatão, Bertioga e Ligação de Vicente de Carvalho com a Ponta da Praia em Santos e Santa Rosa para o Centro de Santos. Ampliação do VLT até o Centro de Santos, Samarita e Variante Tude Bastos. Integração temporal e tarifária entre o hidroviário, ônibus intermunicipais, VLT e ônibus municipais (Bilhete Único). Construção de terminal de integração em Bertioga entre os ônibus intermunicipais e municipais. Substituição da frota intermunicipal de ônibus por veículos híbridos. Integração das malhas cicloviárias municipais com os terminais intermunicipais. Implantação de Programa de Inspeção Veicular Obrigatória

Metropolitana. Criação de um centro de controle integrado dos modais intermunicipais, com rastreamento dos veículos. Restrição de vagas de estacionamento próximas aos corredores de transporte público e terminais intermunicipais, com exceção dos terminais extremos do VLT. Restrição à circulação de veículos em regiões de grande movimentação de pedestres, em Santos, São Vicente, Vicente de Carvalho (Guarujá), Cubatão, Praia Grande e Itanhaém

2	Expansão do hidroviário até Bertioga. Descentralização dos centros e atividades com a criação de um Plano Diretor e de Zoneamento da Região Metropolitana, para definição de corredores de elevada densidade. Restrição de vagas de estacionamentos públicos e privados nos polos metropolitanos. Utilização de ferramentas de controle dos itinerários e horários dos modais motorizados pelos usuários (internet/aplicativo) em tempo real. Expansão da integração entre motorizados e não motorizados (bicicletas no VLT e ônibus). Integração tarifária e temporal entre municipais e intermunicipais (Bilhete Único). Subsídio ao transporte público e implantação de programa de controle de emissões veiculares metropolitanos. Criação de um centro de controle integrado dos modais intermunicipais, com rastreamento dos veículos, e possibilidade de ampliação da oferta em momentos específicos
3	Implantação do BRT entre Peruíbe e Praia Grande (Tude Bastos) e integração com expansão da variante Tude Bastos do VLT. Expansão do VLT até o Samarita. Adequação dos itinerários municipais e intermunicipais. Integração tarifária e temporal entre os modais municipais e intermunicipais e entre intermunicipais. Implantação de programas de controle de emissões veiculares metropolitanos. Integração das malhas cicloviárias municipais com os terminais metropolitanos. Ferramentas de controle dos itinerários e horários dos modais motorizados pelos usuários (internet/aplicativo) em tempo real. Criação de um centro de controle integrado dos modais intermunicipais, com rastreamento dos veículos. Disponibilização de forma integrada, via internet, dos horários de todos os modais intermunicipais, indicando terminais de integração ou integração tarifária e composição de itinerários. Operação de todos os modais intermunicipais durante 24 horas
4	Ampliação das passagens em desnível pela Rodovia Padre Manoel da Nobrega entre Peruíbe e Praia Grande e criação de passagens em desnível e vias marginais à Rodovia Rio-Santos em Bertioga. Criação do ônibus seletivo intermunicipal. Readequação dos itinerários das linhas municipais e intermunicipais, com integração tarifária e temporal entre municipais e intermunicipais e entre intermunicipais. Expansão do VLT até o centro de Santos, Samarita e Tude Bastos, e criação de bolsões de estacionamentos interligados ao modal na Estação Porto, Estação São Vicente e Estação Tude Bastos. Restrições aos estacionamentos públicos e privados nos polos metropolitanos. Expansão do hidroviário – ligação Vicente de Carvalho – Ponta da Praia e Santa Rosa – centro de Santos. Ferramentas de controle dos itinerários e horários dos modais motorizados pelos usuários (internet/aplicativo) em tempo real. Implantação da semana do transporte metropolitano, com palestras nas escolas, encontro dos gestores com a população e distribuição de panfletos nas ruas

5

Expansão do hidroviário até Caruara e integração tarifária e temporal com os intermunicipais para Bertioga. Expansão do hidroviário entre centro de Santos-Santa Rosa, Vicente de Carvalho-Ponta da Praia. Descentralização gradual dos centros e atividades com a criação de um Plano Diretor e de Zoneamento da Região Metropolitana, para definição de corredores de elevada densidade. Restrição de vagas de estacionamentos públicos e privados nos polos metropolitanos. Utilização de ferramentas de controle dos itinerários e horários dos modais motorizados pelos usuários (internet/aplicativo) em tempo real. Expansão da integração entre motorizados e não motorizados (bicicletas no VLT e ônibus). Integração tarifária e temporal entre municipais e intermunicipais (Bilhete Único). Subsídio ao transporte público e implantação de programa de controle de emissões veiculares metropolitanos. Criação de um centro de controle integrado dos modais intermunicipais, com rastreamento dos veículos, e possibilidade de ampliação da oferta em momentos específicos. Adequação dos itinerários municipais e intermunicipais em toda a região. Seletivo intermunicipal (incluindo ligação com Guarujá, com prioridade de acesso para as balsas). Faixas exclusivas para intermunicipais da Padre Manoel da Nóbrega, entre Peruíbe e Tático. Restrição de acesso a veículos nos núcleos comerciais com muitos pedestres em Santos e São Vicente. Pedágio urbano no centro de Santos e São Vicente

BRT = *bus rapid transit*; VLT = veículo leve sobre trilhos. Fonte: Elaboração do autor.

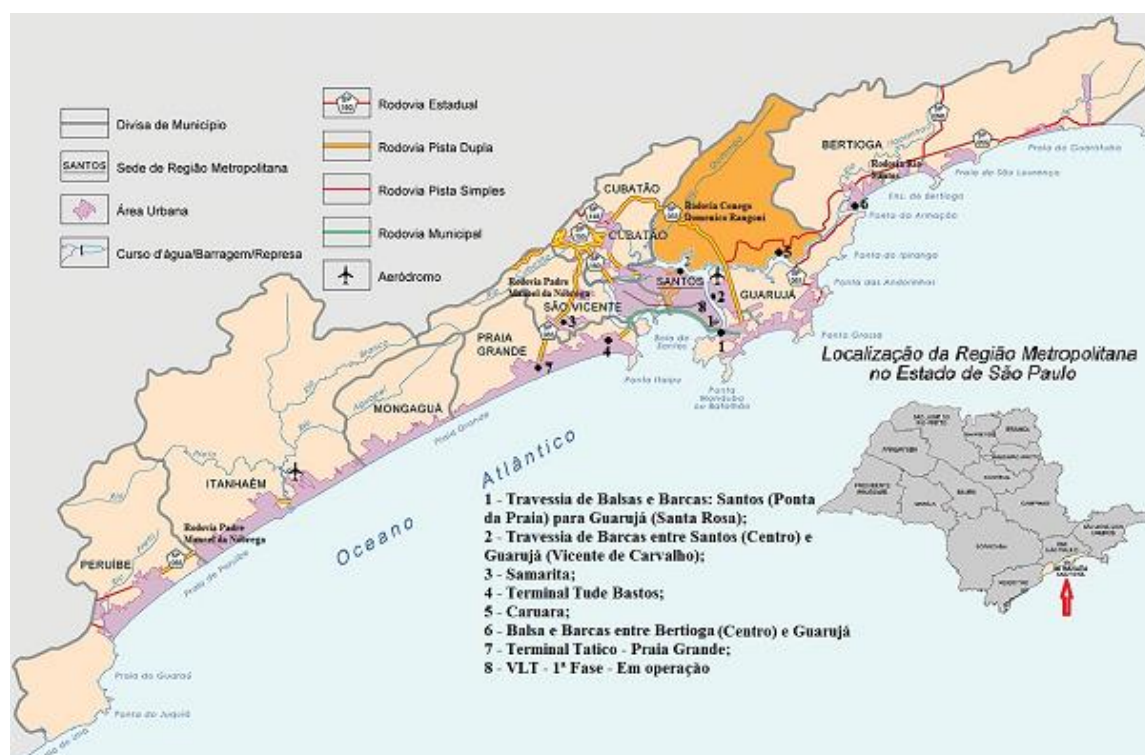


Figura 6.8. Região Metropolitana da Baixada Santista: modais de transportes. Fonte: Departamento de Estradas de Rodagem (2006) e Instituto Geográfico e Cartográfico (1998).

Para constatar se as alternativas contemplam as ações necessárias para um transporte sustentável, apresentadas no capítulo 2, pode-se efetuar uma tabela comparativa. Através de uma análise qualitativa, ponderaram-se as ações para cada alternativa por meio de

um sistema semântico. Assim, x representa pouca utilização das ações; xx, utilização parcial; e xxx, muita utilização (Tabela 6.14).

Através desta análise é possível melhorar as alternativas iniciais ou efetuar uma composição entre aquelas alternativas que garantem o alcance dos objetivos da sustentabilidade. Cabe destacar que, para a criação de alternativas, Keeney (1992) prevê a possibilidade de combinação de objetivos, em busca de melhores alternativas. A alternativa 5 foi desenvolvida através de uma composição dos melhores aspectos das quatro primeiras alternativas.

Tabela 6.14. Ações para um transporte sustentável.

Ações	Situação Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Veículos e motores com emissão zero, carros elétricos, combustíveis eficientes		xx	x	x	x	xx
Soluções de telemática, como informações de trânsito em tempo real, controle automático de velocidade, sistemas de orientação de rotas, gestão de tráfego e de frotas e informações sobre transferências modais, disponibilidade de informação para planejamento de viagens			xx	xxx	xx	xxx
Sistema de transporte baseado em ônibus, veículo leve sobre trilhos (VLT) e metrô. Opções de modais, subsídios ao transporte público, melhorias no transporte público	x	xx	x	x	x	xx
Novos sistemas de logística, incluindo centros, controle e rastreamento		xxx	xxx	xxx		xxx
Regulamentação do uso do solo, expansão da infraestrutura física, definição de regiões de alta densidade próximas aos corredores de transporte público			x			x
Medidas de restrição à circulação de veículos, definição de regiões de restrição aos automóveis, limitação de vagas de estacionamento em regiões servidas de transporte público		xxx				xxx
Impostos sobre combustível e utilização, impostos sobre mais de um veículo por família, tarifação de vias com altas taxas de congestionamento, inspeções obrigatórias	x	xx	xx	xx	xx	xxx
Programas de educação de trânsito, campanhas de informação e conscientização	x	x	x	x	x	x
Operação do transporte público de forma diária e durante 24 horas	x	x	x	xxx	x	xxx

Desestímulo à propriedade do carro, controle pelo Estado da concessão de licença para prestação de serviços de transporte	xx	xx	xx	xx	xx	xx
---	----	----	----	----	----	----

Fonte: Elaboração do autor.

6.2. Avaliação

6.2.1. Etapa 14 – Construção das funções de valor

As funções de valor foram desenvolvidas com o apoio dos especialistas da EMTU, Prefeitura Municipal de Santos, BR-Mobilidade, CETESB, Secretária Estadual do Meio Ambiente de São Paulo e DERSA. A Tabela 6.15 apresenta os atributos e os atores que auxiliaram o desenvolvimento das funções de valor, com a justificativa de escolha de cada ator.

Tabela 6.15. Atores considerados para a definição das funções de valor de acordo com cada atributo.

Nome dos Atributos	Ator	Motivo
Tempo total de viagem em relação ao tempo	EMTU	Empresa estatal que gerencia o transporte metropolitano na Baixada Santista
Tarifa total em relação ao valor atual	EMTU	
Idade média dos veículos	EMTU	
Climatização e entretenimento	EMTU	
Características internas	EMTU	
Razão de eficiência espacial estática	Prefeitura de Santos	Prefeitura núcleo da região que possui técnicos especialistas em mobilidade
Acidentes de trânsito	EMTU	Empresa estatal que gerencia o transporte metropolitano na Baixada Santista
Acidentes com o usuário	EMTU	
Assaltos aos veículos de transporte público	EMTU	
Tempo máximo de espera do usuário no horário de pico	EMTU	
Índice de cumprimento de horários	EMTU	
Índice de cumprimento de viagens	EMTU	Prefeitura núcleo da região que possui técnicos especialistas em mobilidade
Índice de estresse provocado pelo transporte	Prefeitura de Santos	
Tempo médio diário por atividade física para fins de transporte	Prefeitura de Santos	Empresa estatal que gerencia o transporte metropolitano na Baixada Santista
Veículos, terminais e estações de transporte público com acessibilidade	EMTU	
Tempo de acesso ao transporte público	EMTU	Prefeitura que possui técnicos na área de recuperação do patrimônio histórico
Nível de restrição a intervenções de acordo com o patrimônio histórico	Prefeitura de Santos	
Número de passagens para pedestres e ciclistas por Km de infraestrutura de transporte	Prefeitura de Santos	Prefeitura núcleo da região que possui técnicos especialistas em mobilidade

Variação média anual em relação à demanda atual	BR-Mobilidade/DERSA	Empresas privada e estatal que efetuam a operação dos transportes na Região Metropolitana da Baixada Santista
Custo de implantação do sistema	BR-Mobilidade/DERSA	
Custo de manutenção médio do sistema	BR-Mobilidade/DERSA	
Variação do custo fixo médio do sistema	BR-Mobilidade/DERSA	
Custo médio do sistema por passageiro	BR-Mobilidade/DERSA	
Receita acessória sobre a receita operacional	BR-Mobilidade/DERSA	
Variação de NO _x dos meios de transp. de passageiros	CETESB	Órgão do Governo do Estado de São Paulo que possui entre uma das competências o controle de emissões veiculares
Variação de MP dos meios de transp. de passageiros	CETESB	
Variação de CO dos meios de transp. de passag.	CETESB	
Variação de NMHC dos meios de transp. de passageiros	CETESB	
Variação de SO ₂ dos meios de transp. de passageiros	CETESB	
Variação de RCHO dos meios de transp. de passageiros	CETESB	
Variação de CO ₂ equivalente dos meios de transporte de passageiros	CETESB	
Nível de ruído primário provocado pelo transporte	CETESB	
Nível de ruído secundário provocado pela vibração do transporte	CETESB	
Descaracterização da paisagem local devido à infraestrutura de transportes	Prefeitura de Santos	Prefeitura núcleo da região que possui técnicos especialistas em mobilidade
Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e de comunidades aquáticas	CETESB	Órgão do Governo do Estado de São Paulo que possui entre uma das competências o controle de emissões veiculares
Supressão de vegetação em relação à infraestrutura de transportes	SMA-SP	Órgão do Governo do Estado de São Paulo que tem como uma de suas funções a fiscalização ambiental
Impacto da infraestrutura de transportes em relação ao grau de extinção das espécies	SMA-SP	
Variação da impermeabilização dos solos provocado pelas infraestruturas de transportes	EMTU	Empresa estatal que gerencia o transporte metropolitano na Baixada Santista
Quantidade de contaminante no solo	CETESB	Órgão do Governo do Estado de São Paulo que possui entre uma das competências o controle de emissões veiculares

CETESB = Companhia Nacional do Estado de São Paulo; DERSA = Desenvolvimento Rodoviário S.A.; EMTU = Empresa Metropolitana de Transportes Públicos; SMA-SP = Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Fonte: Elaboração do autor.

São os atores que definem os valores correspondentes aos níveis intermediários dos atributos, entre o pior nível aceitável (valor igual a zero) e o melhor nível viável (valor igual a 100). Na sequência, são apresentados exemplos de algumas funções de valor,

conforme metodologia apresentada no capítulo anterior (Figura 6.9, Tabela 6.16, Figuras 6.10 e 6.11). As outras funções foram inseridas no Anexo D.

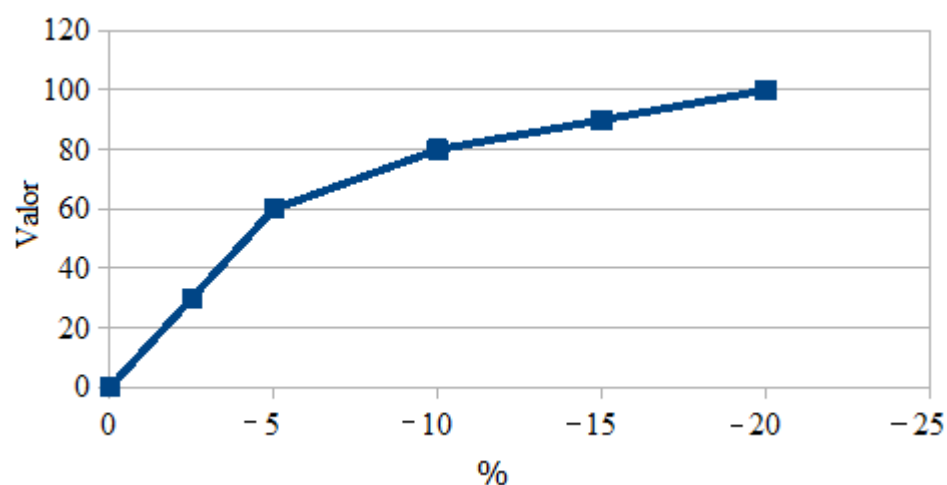


Figura 6.9. Função de valor para variação do tempo total de viagem em relação ao tempo atual.

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela 6.16. Função de valor para veículo, terminais e estações de transporte com acessibilidade.

Nível do Atributo	Descrição	Valor
N2	100% de acessibilidade	100
N1	Parcialmente acessível	0

Fonte: Elaboração do autor.

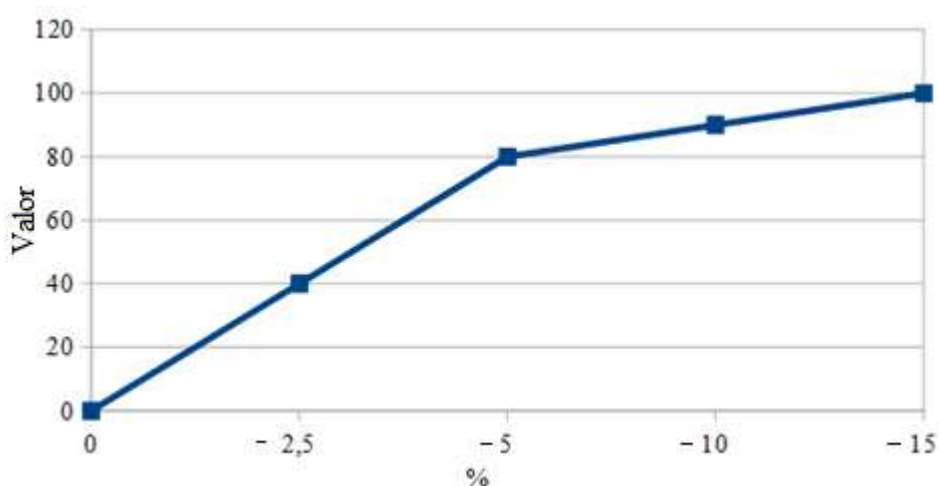


Figura 6.10. Função de valor para variação da tarifa total em relação à tarifa atual. Fonte: Elaboração do autor.

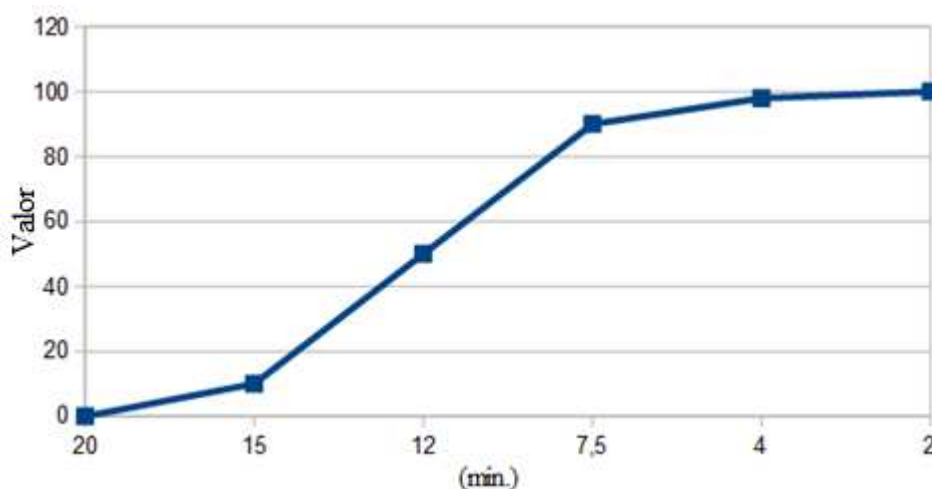


Figura 6.11. Função de valor para tempo de acesso ao transporte público. Fonte: Elaboração do autor.

6.2.2. Etapa 15 – Constantes de escala

Inicialmente, entrevistaram-se os atores individualmente para definição das constantes de escala, conforme procedimento apresentado no capítulo anterior. A Tabela 6.17 apresenta as constantes de escala para os níveis mais amplos da sustentabilidade, denominados primeiro nível. As Tabelas 6.18 a 6.20 apresentam as constantes de escala para o segundo nível dos objetivos sociais, econômicos e ambientais, respectivamente.

Em seguida, são apresentadas as constantes para o terceiro nível (Tabelas 6.21 a 6.23) na mesma sequência das apresentadas no primeiro nível.

Tabela 6.17. Constantes de escala individuais para os objetivos sociais, ambientais e econômicos.

Constantes de Escala Individuais	Objetivos Fundamentais do Conjunto de Atores (Primeiro Nível)		
	Sociais	Econômicos	Ambientais
<i>Ator</i>	<i>Constantes K pelos atores</i>		
Prefeitura de Santos	0,33	0,37	0,3
Prefeitura de Praia Grande	0,35	0,32	0,33
Prefeitura de Itanhaém	0,38	0,32	0,3
Prefeitura de Cubatão	0,34	0,33	0,33
Prefeitura de Mongaguá	0,34	0,33	0,33
Prefeitura de Peruíbe	0,37	0,33	0,3
Prefeitura de Bertioga	0,34	0,33	0,33

Prefeitura de São Vicente	0,48	0,34	0,18
Cetesb	0,33	0,33	0,34
IBAMA	0,38	0,38	0,24
AGEM	0,35	0,3	0,35
EMTU	0,45	0,41	0,14
Assoc. Mor. Santos -mor	0,34	0,33	0,33
Assoc. Mor. Santos -usu	0,34	0,33	0,33
Consel. Bertioga - mor	0,34	0,33	0,33
Consel. Bertioga - Usu	0,38	0,31	0,31
DERSA	0,47	0,15	0,38
ABC - Ciclistas	0,34	0,33	0,33
Operador - Viação Pirac.	0,33	0,34	0,33

ABC = Associação Brasileira de Ciclistas; AGEM-BS = Agência Metropolitana da Baixada Santista; CETESB = Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Escritório Baixada Santista; DERSA = Desenvolvimento Rodoviários S.A.; EMTU = Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos; IBAMA = Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais.

Percebe-se que a maioria dos atores entendem haver um equilíbrio entre os três pilares da sustentabilidade em relação aos transportes metropolitanos. Todavia, existem alguns atores que apontam constantes de escala diferentes.

Como exemplos, citam-se a EMTU, que indicou constantes muito maiores para os objetivos sociais e econômicos; o DERSA, que determinou constantes maiores para os objetivos sociais e ambientais; e a Prefeitura Municipal de São Vicente, que considerou os objetivos sociais como preponderantes.

É importante destacar que nenhum dos atores atribuiu uma constante de escala menor aos objetivos sociais. Mais uma vez, o transporte demonstra ser importante para o bem-estar da população.

Tabela 6.18. Constantes de escala individuais para os objetivos sociais – Segundo nível.

Objetivos	Reduzir Tempo de Viagem	Reduzir Tarifa	Ter Conforto	Aumentar Áreas Livres	Garantir Segurança	Ter confiabilidade	Garantir Saúde	Garantir Equidade de Acesso	Preservar Patrimônio Histórico	Reduzir Segregação Urbana
Ator	Constantes K pelos atores									
Prefeitura de Santos	0,11	0,11	0,1	0,09	0,1	0,1	0,09	0,11	0,09	0,1
Prefeitura de Praia Grande	0,14	0,05	0,11	0,09	0,13	0,13	0,05	0,12	0,07	0,11
Prefeitura	0,13	0,12	0,1	0,11	0,09	0,09	0,07	0,08	0,06	0,15

de Itanhaém										
Prefeitura de Cubatão	0,13	0,12	0,09	0,12	0,1	0,08	0,07	0,08	0,06	0,15
Prefeitura de Mongaguá	0,12	0,13	0,1	0,11	0,09	0,09	0,07	0,08	0,06	0,15
Prefeitura de Peruíbe	0,11	0,13	0,1	0,08	0,1	0,11	0,1	0,1	0,08	0,09
Prefeitura de Bertioga	0,16	0,14	0,07	0,05	0,12	0,09	0,07	0,05	0,02	0,23
Prefeitura de São Vicente	0,18	0,055	0,055	0,055	0,18	0,15	0,09	0,11	0,055	0,07
Cetesb	0,1	0,07	0,1	0,1	0,12	0,12	0,11	0,11	0,08	0,08
IBAMA	0,08	0,08	0,09	0,11	0,09	0,09	0,14	0,11	0,09	0,12
AGEM	0,125	0,125	0,125	0,05	0,125	0,125	0,05	0,125	0,05	0,1
EMTU	0,14	0,11	0,14	0,01	0,14	0,14	0,03	0,14	0,01	0,14
Assoc. Mor. Santos-mor	0,14	0,07	0,11	0,11	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09
Assoc. Mor. Santos-usu	0,14	0,07	0,11	0,11	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09
Consel. Bertioga- mor	0,09	0,07	0,09	0,09	0,15	0,1	0,1	0,12	0,1	0,09
Consel. Bertioga- usu	0,1	0,08	0,1	0,08	0,14	0,11	0,1	0,11	0,1	0,08
DERSA	0,08	0,06	0,1	0,11	0,11	0,17	0,08	0,08	0,1	0,11
ABC - Ciclistas	0,12	0,13	0,13	0,06	0,13	0,06	0,13	0,06	0,04	0,13
Operador - Viação Pirac.	0,04	0,04	0,04	0,04	0,35	0,35	0,04	0,04	0,03	0,03

ABC = Associação Brasileira de Ciclistas; AGEM-BS = Agência Metropolitana da Baixada Santista; CETESB = Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Escritório Baixada Santista; DERSA = Desenvolvimento Rodoviários S.A.; EMTU = Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos; IBAMA = Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais.

Pelos resultados, parece haver um equilíbrio entre as constantes de escala dos atores, com ligeira vantagem para os objetivos fundamentais Reduzir Tempo de Viagem e Reduzir Tarifa. Tal fato demonstra que a redução dos tempos de viagens é um problema metropolitano importante, provavelmente devido à grande utilização de modais motorizados individuais, gerando congestionamentos.

Por outro lado, objetivos como Preservar Patrimônio Histórico e Garantir Saúde possuem constantes de escala menores, demonstrando que os atores, em um contexto metropolitano, têm menos preferência por esses objetivos do que pelos demais.

Tabela 6.19. Constantes de escala individuais para os objetivos econômicos – Segundo nível.

Objetivos	<i>Aumentar a Demanda</i>	<i>Redução de Gasto Público</i>	<i>Redução de Custo de Operação</i>	<i>Gerar Receita Acessória para o Operador</i>
Ator	<i>Constante K dos Atores</i>			
Prefeitura de Santos	0,33	0,4	0,16	0,11
Prefeitura de Praia Grande	0,32	0,33	0,28	0,07
Prefeitura de Itanhaém	0,27	0,31	0,26	0,16
Prefeitura de Cubatão	0,29	0,33	0,22	0,16
Prefeitura de Mongaguá	0,31	0,31	0,22	0,16
Prefeitura de Peruíbe	0,33	0,33	0,19	0,15
Prefeitura de Bertioga	0,33	0,31	0,2	0,16
Prefeitura de São Vicente	0,3	0,2	0,2	0,3
CETESB	0,33	0,33	0,18	0,16
IBAMA	0,13	0,37	0,4	0,1
AGEM-BS	0,5	0,3	0,15	0,05
EMTU	0,26	0,35	0,36	0,03
Assoc. Mor. Santos – Moradores	0,23	0,43	0,11	0,23
Assoc. Mor. Santos – Usuários	0,33	0,24	0,2	0,23
Conselho Bertioga – Moradores	0,33	0,29	0,26	0,12
Conselho Bertioga – Usuários	0,31	0,31	0,31	0,07
DERSA	0,4	0,35	0,17	0,08
ABC – Ciclistas	0,22	0,31	0,16	0,31
Operador – BR-Mobilidade	0,46	0,05	0,44	0,05

ABC = Associação Brasileira de Ciclistas; AGEM-BS = Agência Metropolitana da Baixada Santista; CETESB = Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Escritório Baixada Santista; DERSA = Desenvolvimento Rodoviários S.A.; EMTU = Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos; IBAMA = Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. Fonte: Elaboração do autor.

Em relação aos objetivos econômicos, os atores consideram o aumento da demanda e a redução dos gastos públicos como os mais importantes, seguidos da redução dos custos dos transportes e da geração de renda acessória.

De fato, um aumento da demanda pode significar uma migração dos modais motorizados individuais para os motorizados coletivos. Tal fato garante receita aos operadores e vitalidade econômica para as empresas.

A redução do gasto público também é importante em um cenário de escassez cada vez maior de recursos para o setor de transportes. A redução do gasto público inclui a implantação e a manutenção do sistema. Tais gastos, muitas vezes, não estão incluídos nos contratos de concessão para a iniciativa privada, ficando a cargo do poder público.

Um exemplo é a manutenção do pavimento nos itinerários dos transportes, custo absorvido pelas prefeituras locais, ou a implantação de um novo sistema de transportes, como o veículo leve sobre trilhos (VLT), recém-implantado na Região Metropolitana da Baixada Santista, custo pago pelo Estado e pela União.

A redução dos custos dos transportes, que inclui os custos fixos e variáveis, vem na sequência de importância. Esse objetivo busca modais mais eficientes em termos energéticos e de gestão, condizentes com os princípios da sustentabilidade para o setor.

Tabela 6.20. Constantes de escalas individuais para os objetivos ambientais – Segundo nível.

Objetivos	<i>Reduzir Emissões Locais</i>	<i>Reduzir Emissões Globais</i>	<i>Reduzir Poluição Sonora</i>	<i>Reduzir Poluição Visual</i>	<i>Reduzir Poluição da Água</i>	<i>Reduzir Impactos na Flora</i>	<i>Reduzir Impactos na Fauna</i>	<i>Reduzir Inundações</i>	<i>Reduzir Poluição no Solo</i>
Ator	<i>Constantes K dos atores</i>								
Prefeitura de Santos	0,14	0,16	0,13	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095	0,095
Prefeitura de Praia Grande	0,12	0,13	0,11	0,1	0,1	0,12	0,12	0,1	0,1
Prefeitura de Itanhaém	0,13	0,12	0,09	0,09	0,11	0,1	0,09	0,16	0,11
Prefeitura de Cubatão	0,14	0,12	0,08	0,09	0,1	0,11	0,09	0,16	0,11
Prefeitura de Mongaguá	0,12	0,12	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09	0,16	0,11
Prefeitura de Peruíbe	0,14	0,14	0,12	0,09	0,09	0,12	0,12	0,09	0,09
Prefeitura de Bertioga	0,13	0,14	0,13	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09	0,1
Prefeitura de São Vicente	0,22	0,22	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
CETESB	0,15	0,15	0,13	0,12	0,09	0,1	0,1	0,07	0,09
IBAMA	0,14	0,11	0,11	0,1	0,13	0,09	0,09	0,1	0,13
AGEM-BS	0,15	0,15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
EMTU	0,18	0,18	0,14	0,04	0,18	0,04	0,03	0,18	0,03
Assoc. Mor. Santos – Moradores	0,12	0,12	0,12	0,04	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Assoc. Mor. Santos – Usuários	0,12	0,12	0,12	0,04	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Conselho Bertioga – Moradores	0,1	0,15	0,08	0,11	0,11	0,11	0,11	0,1	0,11
Conselho Bertioga – Usuários	0,11	0,15	0,08	0,11	0,12	0,11	0,11	0,09	0,12
DERSA	0,12	0,11	0,08	0,06	0,15	0,13	0,13	0,09	0,13
ABC – Ciclistas	0,15	0,15	0,08	0,08	0,15	0,08	0,15	0,15	0,08
Operador – BR- Mobilidade	0,31	0,06	0,27	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

ABC = Associação Brasileira de Ciclistas; AGEM-BS = Agência Metropolitana da Baixada Santista; CETESB = Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Escritório Baixada Santista; DERSA = Desenvolvimento Rodoviários S.A.; EMTU = Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos; IBAMA = Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. Elaboração do autor.

Em relação ao segundo nível dos objetivos ambientais, os atores atribuíram uma constante maior para os objetivos Reduzir Emissões Locais e Reduzir Gases de Efeito Estufa, demonstrando que os meios de transporte metropolitanos têm contribuição significativa na poluição do ar na região em estudo.

Por outro lado, os outros objetivos possuem constantes similares. É importante destacar que alguns atores, após determinar as constantes de escala para Emissões Locais e Reduzir Gases de Efeito Estufa, efetuaram uma distribuição igualitária entre todos os outros objetivos.

Não se percebe nenhum objetivo com uma constante muito menor, considerado menos importante pelos atores.

Tabela 6.21. Constantes de escalas individuais para os objetivos sociais – Terceiro nível.

Objetivos	Redução de Acidentes de Trânsito	Redução de Acidentes com o Usuário	Aumentar a Segurança Pessoal	Frequência	Pontualidade	Viagem Completa	Reduzir Estresse	Aumentar Atividade Física	Ser Acessível aos Usuários com Necessidades Especiais	Ser acessível aos Demais Usuários
Ator	Constantes K dos Atores									
Prefeitura de Santos	0,42	0,33	0,25	0,37	0,33	0,3	0,56	0,44	0,47	0,53
Prefeitura de Praia Grande	0,27	0,38	0,35	0,37	0,33	0,3	0,51	0,49	0,5	0,5
Prefeitura de Itanhaém	0,33	0,25	0,42	0,42	0,37	0,21	0,57	0,43	0,59	0,41
Prefeitura de Cubatão	0,3	0,36	0,34	0,3	0,3	0,4	1	0	0,5	0,5
Prefeitura de Mongaguá	0,34	0,32	0,34	0,4	0,4	0,2	1	0	0,5	0,5
Prefeitura de Peruíbe	0,32	0,34	0,34	0,29	0,29	0,42	1	0	0,5	0,5
Prefeitura de Bertioga	0,32	0,45	0,23	0,59	0,12	0,29	0,67	0,33	0,5	0,5
Prefeitura de São Vicente	0,39	0,26	0,35	0,39	0,44	0,17	0,64	0,36	0,41	0,59
CETESB	0,32	0,32	0,36	0,33	0,34	0,33	0,53	0,47	0,47	0,53
IBAMA	0,33	0,37	0,3	0,38	0,31	0,31	0,59	0,41	0,5	0,5
AGEM	0,5	0,3	0,2	0,25	0,25	0,5	1	0	0,5	0,5
EMTU	0,43	0,43	0,14	0,34	0,33	0,33	0,91	0,09	0,5	0,5
Assoc. Mor. Santos – Moradores	0,2	0,4	0,4	0,45	0,45	0,1	0,67	0,33	0,67	0,33

Assoc. Mor. Santos – Usuários	0,2	0,4	0,4	0,45	0,45	0,1	0,67	0,33	0,67	0,33
Conselho Bertiooga – Moradores	0,4	0,32	0,28	0,27	0,35	0,38	0,41	0,59	0,6	0,4
Conselho Bertiooga – Usuários	0,33	0,34	0,33	0,32	0,32	0,36	0,38	0,62	0,56	0,44
DERSA	0,3	0,5	0,2	0,5	0,25	0,25	0,53	0,47	0,33	0,67
ABC – Ciclistas	0,25	0,25	0,5	0,25	0,25	0,5	0,41	0,59	0,67	0,33
Operador – BR- Mobilidade	0,47	0,43	0,1	0,33	0,42	0,25	1	0	0,33	0,67

ABC = Associação Brasileira de Ciclistas; AGEM-BS = Agência Metropolitana da Baixada Santista; CETESB = Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Escritório Baixada Santista; DERSA = Desenvolvimento Rodoviários S.A.; EMTU = Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos; IBAMA = Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. Fonte: Elaboração do autor.

Observando o último nível de objetivos sociais, referentes aos critérios Ser Seguro, Ter Confiabilidade, Garantir Saúde e Garantir Equidade de Acesso, percebe-se um equilíbrio na distribuição das constantes.

Entre os critérios Redução de Acidentes de Trânsito, Redução de Acidentes com o Usuário e Aumentar a Segurança Pessoal, bem como Ser Seguro, não se percebe uma preferência clara por um ou outro objetivo.

Tal fato também ocorre com os objetivos Ter Frequência, Ter Pontualidade e Garantir Viagem Completa, critérios de Ter Confiabilidade. Tal fato demonstra que deve haver um equilíbrio entre esses objetivos. Em relação aos objetivos Garantir Saúde, Redução de Estresse provocada pelos transportes demonstra uma preocupação um pouco maior dos atores do que por Aumentar Atividade Física. De fato, os atores percebem que os transporte metropolitanos possuem vários pontos que geram estresse na população.

Tabela 6.22. Constantes de escalas individuais para os objetivos econômicos – Terceiro nível.

Objetivos	<i>Redução do Investimento em Implantação</i>	<i>Redução com Gasto de Manutenção do Sistema</i>	<i>Custo Fixo</i>	<i>Custo Variável</i>
Ator	<i>Constantes K dos Atores</i>			
Prefeitura de Santos	0,59	0,41	0,44	0,56
Prefeitura de Praia Grande	0,53	0,47	0,47	0,53
Prefeitura de Itanhaém	0,48	0,52	0,4	0,6

Prefeitura de Cubatão	0,5	0,5	0,45	0,55
Prefeitura de Mongaguá	0,51	0,49	0,4	0,6
Prefeitura de Peruíbe	0,47	0,53	0,47	0,53
Prefeitura de Bertioga	0,33	0,67	0,33	0,67
Prefeitura de São Vicente	1,0	0,0	0,72	0,28
CETESB	0,53	0,47	0,53	0,47
IBAMA	0,67	0,33	0,71	0,29
AGEM-BS	0,5	0,5	0,3	0,7
EMTU	0,83	0,17	0,38	0,62
Assoc. Mor. Santos – Moradores	0,67	0,33	0,33	0,67
Assoc. Mor. Santos – Usuários	0,67	0,33	0,33	0,67
Conselho Bertioga – Moradores	0,59	0,41	0,38	0,62
Conselho Bertioga – Usuários	0,56	0,44	0,62	0,38
DERSA	0,33	0,67	0,33	0,67
ABC – Ciclistas	0,33	0,67	0,37	0,63
Operador – BR- Mobilidade	0,5	0,5	0,67	0,33

ABC = Associação Brasileira de Ciclistas; AGEM-BS = Agência Metropolitana da Baixada Santista; CETESB = Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Escritório Baixada Santista; DERSA = Desenvolvimento Rodoviários S.A.; EMTU = Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos; IBAMA = Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais.

Fonte: Elaboração do autor.

No último nível dos objetivos econômicos, em relação aos critérios de Reduzir Gasto Público, existe um equilíbrio entre as constantes de escala indicadas pelos atores de forma individual, demonstrando a preocupação deles em um cenário de recursos cada vez menores.

Já em relação à redução do custo dos transportes, a grande preocupação é com a Redução do Custo Variável, que engloba combustíveis, manutenção e mão de obra para operação. Esse aspecto é o grande ponto de preocupação de quase todos os atores. Já o operador privado, tendo em vista que não consegue mais reduzir esse custo, não o considera como preponderante.

Tabela 6.23. Constantes de escala individuais para os objetivos ambientais – Terceiro nível.

Objetivos	Emissões Locais					
	<i>CO</i>	<i>MP</i>	<i>NO_x</i>	<i>NMHC</i>	<i>SO_x</i>	<i>RCHO</i>
Ator						
CETESB	0,05	0,25	0,3	0,3	0,05	0,05
Ator	Reduzir Poluição Sonora					
	Primária			Secundária		
Prefeitura de Santos	0,5			0,5		
Prefeitura de Praia Grande	0,5			0,5		
Prefeitura de Itanhaém	0,5			0,5		
Prefeitura de Cubatão	0,5			0,5		
Prefeitura de Mongaguá	0,5			0,5		
Prefeitura de Peruíbe	0,5			0,5		
Prefeitura de Bertioga	0,5			0,5		
Prefeitura de São Vicente	0,5			0,5		
CETESB	0,5			0,5		
IBAMA	0,5			0,5		
AGEM-BS	0,5			0,5		
EMTU	0,5			0,5		
Assoc. Mor. Santos – Moradores	0,5			0,5		
Assoc. Mor. Santos – Usuários	0,5			0,5		
Conselho Bertioga – Moradores	0,5			0,5		
Conselho Bertioga – Usuários	0,5			0,5		
DERSA	0,5			0,5		
ABC – Ciclistas	0,5			0,5		
Operador – BR-Mobilidade	0,5			0,5		

ABC = Associação Brasileira de Ciclistas; AGEM-BS = Agência Metropolitana da Baixada Santista; CETESB = Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Escritório Baixada Santista; DERSA = Desenvolvimento Rodoviários S.A.; EMTU = Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos; IBAMA = Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais. Fonte: Elaboração do autor.

Em relação às emissões locais e globais, entrevistou-se somente a CETESB, tendo em vista que é a responsável pela medição de poluentes no Estado de São Paulo, além de publicar, anualmente, relatório de emissões de poluentes veiculares para as regiões

metropolitanas. Assim, a companhia ambiental dispõe de dados suficientes para estabelecer constantes de escala condizentes com o desafio de reduzir tais poluentes.

Os técnicos entrevistados estabeleceram que os três principais desafios de redução em relação aos transportes metropolitanos da Região da Baixada Santista, hoje, são: MP, NOX, NMHC. Os outros poluentes estão em valores muito abaixo das normas internacionais, sendo obtidas constantes menores.

Já em relação à poluição sonora, os atores estabelecem valores iguais para a poluição sonora primária e secundária.

6.2.2.1. Reunião de conciliação

Nova reunião de conciliação foi efetuada, onde se apresentaram as constantes de escala obtidas de forma individual.

Destaca-se o elevado interesse dos atores em relação às constantes obtidas nas entrevistas individuais. Em um primeiro momento, houve um pedido dos presentes para visualizar com mais calma cada parâmetro de cada ator. Após a leitura de todas as constantes de escala obtidas de forma individual, iniciou-se uma discussão por nível de objetivos. Primeiro, discutiram-se os objetivos mais amplos da sustentabilidade, e os atores chegaram em um consenso de que deve existir um equilíbrio entre os objetivos sociais, econômicos e ambientais.

Para manter a somatória das constantes igual a 1, conforme fundamentação apresentada no Capítulo 5, os atores também concordaram em aumentar as constantes dos objetivos sociais em um milésimo.

O mesmo procedimento foi efetuado para os objetivos dos demais níveis da hierarquia. Em alguns casos, mesmo após muita discussão, houve divergências. Nos objetivos Reduzir Tarifa e Garantir Equidade de Acesso, dois dos atores (Prefeitura Municipal de Santos e AGEM-BS) propuseram duas variações para as duas constantes (Primeira: Tarifa = 0,1 e Equidade = 0,05; Segunda: Tarifa = 0,05 e Equidade = 0,1), mantendo a somatória das constantes sociais igual a 1. Para que houvesse a conciliação, eles concordaram que fossem utilizados os valores requeridos na análise de sensibilidade, após a avaliação das alternativas.

Efetuaram-se ainda arredondamentos para que a somatória das constantes se mantivesse igual a um, conforme estabelece a literatura. O resultado, com todas as constantes de escala, é apresentado na Tabela 6.24.

Tabela 6.24. Constantes de escalas validadas.

Objetivos Sociais k = 0,334	Reduzir tempo de viagem k = 0,15	
	Reduzir tarifa k = 0,08	
	Conforto k = 0,13	Idade média dos veículos k = 0,33
		Tipo de piso e banco k = 0,33
		Climatização e entretenimento k = 0,34
	Aumentar áreas livres k = 0,1	
	Garantir segurança k = 0,13	Redução de acidentes com o usuário k = 0,35
		Redução de acidentes de trânsito k = 0,35
		Aumentar a segurança pessoal k = 0,3
	Ter confiabilidade k = 0,15	Pontualidade k = 0,34
		Frequência k = 0,33
		Viagem completa k = 0,33
	Garantir saúde k = 0,05	Reduzir estresse k = 0,6
		Atividade física k = 0,4
Objetivos Econômicos k = 0,333	Garantir equidade de acesso k = 0,07	Ser acessível aos demais usuários k = 0,5
		Ser acessível aos usuários com necessidade especiais k = 0,5
	Preservar patrimônio histórico k = 0,03	
	Reduzir segregação urbana k = 0,11	
	Aumentar a demanda k = 0,35	
	Reduzir gasto público k = 0,3	Redução de investimento em implantação k = 0,6
		Redução de gasto com manutenção da infraestrutura do sistema k = 0,4
		Fixo k = 0,35
	Redução de custo de operação k = 0,2	Variável k = 0,65
	Gerar receita acessória k = 0,15	
Objetivos Ambientais k = 0,333	Reduzir emissões locais k = 0,15	CO k = 0,05
		MP k = 0,25
		NO _x k = 0,30
		NMHC k = 0,30
		SO _x k = 0,05
		RCHO k = 0,05

Reduzir emissões globais k = 0,15	
	Primária k = 0,5
Reduzir poluição sonora k = 0,11	Secundária k = 0,5
Reduzir poluição visual k = 0,1	
Reduzir poluição da água k = 0,1	
Reduzir impactos na flora k = 0,1	
Reduzir impactos na fauna k = 0,1	
Reduzir inundações k = 0,09	
Reduzir poluição no solo k = 0,1	

Fonte: Elaboração do autor.

6.2.3. Etapa 16 – Avaliação local das alternativas

Para cada uma das 5 alternativas, além da situação atual, foi estimado o nível de cada atributo e, em seguida, obtido o valor correspondente na respectiva função de valor. Para obter tais níveis, houve consulta a alguns atores mais técnicos e experientes sobre a situação dos transportes na Região Metropolitana da Baixada Santista. É importante destacar que a avaliação da situação atual permite aos atores visualizar as carências existentes e os desafios para um transporte metropolitano mais sustentável.

Nessas consultas, apresentaram-se as alternativas e as funções de valor para cada atributo e foi solicitado que o ator indicasse o nível do atributo para cada alternativa. Participaram os técnicos da EMTU, CETESB, DERSA, BR-Mobilidade, Prefeitura Municipal de Santos, Prefeitura Municipal de Praia Grande e Prefeitura Municipal de Bertioga. O resultado é apresentado nas Tabelas 6.25A a C.

Tabela 6.25A. Avaliação local das alternativas – Objetivos sociais

Atributos	Situação Atual		Alternativa 1		Alternativa 2	
	Nível do Atributo	Valor	Nível do Atributo	Valor	Nível do Atributo	Valor
Tempo Total de Viagem em Relação ao Tempo Atual (%)	0	0	20,00	100	20,00	100
Tarifa Total em Relação ao Valor Atual (%)	0	0	15,00	100	15,00	100
Idade Média dos Veículos (anos)	4	45	3	80	3	80
Características Internas dos Veículos	N3	60	N4	100	N4	100
Climatização e Entretenimento	N3	80	N4	90	N4	90
Razão de Eficiência Espacial Estática	4	35	1,1	47	1,2	45
Acidentes com o Usuário (nº/10 ⁵ viagens)	1	0	0,8	20	0,9	10

Acidentes de Trânsito (n°/10 ⁵ viagens)	1	0	0,8	20	0,9	10
Assaltos aos Veículos de Transporte Público (n°/10 ⁵ viagens)	20	0	17	30	18	30
Índice de Cumprimento de Horários (min.)	3	80	3	80	< 1	100
Tempo Máximo de Espera do Usuário no Horário de Pico (min.)	15	60	12	85	10	100
Índice de Cumprimento de Viagens (%)	96,00	20	97,00	40,76	100,00	100
Índice de Estresse Provocado pelo Transporte	N1	0	N2	33	N3	66
Tempo Médio Diário de Atividade Física para Fins de Transporte (min.)	20	60	40	92	50	95
Tempo de Acesso ao Transporte Público (min.)	7,5	90	5	95	4	98
Veículos, Terminais e Estações de Transporte Público com Acessibilidade	N1	0	N2	100	N2	100
Nível de Restrição à Intervenção de acordo com o Patrimônio	N1	100	N1	100	N1	100
Número de Passagens para Pedestre e Ciclistas por Km de Infraestrutura de Transportes (n° de passagens)	6	40	8	80	8	80
Valor Parcial		10		25		26

Fonte: Elaboração do autor.

Atributos	Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa 5	
	Nível do Atributo	Valor	Nível do Atributo	Valor	Nível do Atributo	Valor
Tempo Total de Viagem em relação ao Tempo Atual (%)	20,00	100	20,00	100	20,00	100
Tarifa Total em Relação ao Valor Atual (%)	15,00	100	15,00	100	15,00	100
Idade Média dos Veículos (anos)	3	80	3	80	3	80
Características Internas dos Veículos	N4	100	N4	100	N4	100
Climatização e Entretenimento	N4	90	N4	90	N4	90
Razão de Eficiência Espacial Estática	1,1	47	1,1	47	1,1	47
Acidentes com o Usuário (n°/10 ⁵ viagens)	0,8	20	0,8	20	0,8	20
Acidentes de Trânsito (n°/10 ⁵ viagens)	0,8	20	0,8	20	0,8	20
Assaltos aos Veículos de Transporte Público (n°/10 ⁵ viagens)	17	30	16	40	16	40
Índice de Cumprimento de Horários (min.)	< 1	100	< 1	100	< 1	100

Tempo Máximo de Espera do Usuário no Horário de Pico (min.)	10	100	10	100	10	100
Índice de Cumprimento de Viagens	100,00%	100	100,00%	100	100,00%	100
Índice de Estresse Provocado pelo Transporte	N2	33	N2	33	N2	33
Tempo Médio Diário de Atividade Física para Fins de Transporte (min.)	40	92	40	92	50	95
Tempo de Acesso ao Transporte Público (min.)	5	95	5	95	4	98
Veículos, Terminais e Estações de Transporte Público com Acessibilidade	N2	100	N2	100	N2	100
Nível de Restrição à Intervenção de acordo com o Patrimônio	N1	100	N1	100	N1	100
Número de Passagens para Pedestre e Ciclistas por Km de Infraestrutura de Transportes (nº passagens)	8	80	9	90	9	90
Valor Parcial		26		27		27

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela 6.25B. Avaliação local das alternativas – Objetivos econômicos

Atributos	Situação Atual		Alternativa 1		Alternativa 2	
	Nível do Atributo	Valor	Nível do Atributo	Valor	Nível do Atributo	Valor
Variação Média da Demanda Anual em Relação à Demanda Atual (%)	0	20	3,00	100	-10	0
Custo de Implantação do Sistema (R\$ 10 ⁶ /km)	0	100	10	45	4	90
Custo de Manutenção Médio do Sistema (R\$ / km / ano)	27000	10	20000	30	18000	40
Variação do Custo Fixo Médio do Sistema (%)	0	0	-0,25	40	0	0
Custo Médio do Sistema por Passageiro (R\$/ passag. / km)	0,6	30	0,4	60	0,4	60
Gerar Receita Acessória (%)	2,00	70	3,00	100	2,00	70
Valor Parcial		14		24		13

Fonte: Elaboração do autor.

Atributos	Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa 5	
	<i>Nível do Atributo</i>	<i>Valor</i>	<i>Nível do Atributo</i>	<i>Valor</i>	<i>Nível do Atributo</i>	<i>Valor</i>
Variação Média da Demanda Anual em Relação à Demanda Atual (%)	3,00	100	3,00	100	3,00	100
Custo de Implantação do Sistema (R\$ 10 ⁶ /km)	10	45	15	40	4	90
Custo de Manutenção Médio do Sistema (R\$ / km / ano)	20.000	30	23.500	25	18.000	40
Variação do Custo Fixo Médio do Sistema	-0,2	30	-0,3	50	-0,3	50
Custo Médio do Sistema por Passageiro (R\$/ passag. / km)	0,3	70	0,3	70	0,3	70
Gerar Receita Acessória (%)	3,00	100	3,00	100	3,00	100
Valor Parcial		24		24		28

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela 6.25C. Avaliação local das alternativas – Objetivos ambientais

Atributos	Situação Atual		Alternativa 1		Alternativa 2	
	<i>Nível do Atributo</i>	<i>Valor</i>	<i>Nível do Atributo</i>	<i>Valor</i>	<i>Nível do Atributo</i>	<i>Valor</i>
Variação de CO dos meios de transportes de passageiros (%)	Sem redução	50	-19,85	100	-29,71	100
Variação de MP dos meios de transportes de passageiros (%)	Sem redução	0	-0,14	30	-18,96	35
Variação de NO _x dos meios de transportes de passageiros (%)	Sem redução	0	-14,97	20	-19,95	25
Variação de NMHC dos meios de transportes de passageiros (%)	Sem redução	0	-19,85	100	-29,71	100
Variação de SO _x dos meios de transportes de passageiros (%)	Sem redução	0	-19,02	40	-28,04	60
Variação de RCHO dos meios de transportes de passageiros (%)	Sem redução	0	-20,00	100	-30,00	100
Variação de CO ₂ equivalente dos meios de transportes de passageiros (%)	Sem redução	0	-17,11	40	-17,11	40
Nível de ruído primário provocado pelo transporte	N3	40	N6	90	N6	90
Nível de ruído secundário provocado pela vibração do transporte	N3	100	N2	50	N2	50
Descaracterização da paisagem local devido à infraestrutura de transportes	N6	90	N5	70	N5	70
Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática	N5	100	N4	75	N4	75

e de comunidades aquáticas						
Impacto da infraestrutura de transportes em relação ao grau de extinção das espécies	Sem redução	100	N8	100	N8	100
Supressão de vegetação em relação à infraestrutura de transportes	Sem redução	100	N3	100	N3	100
Variação da Impermeabilização do solo provocada pelas infraestruturas dos transportes (%)	0	100	1,50	80	1,50	80
Quantidade de contaminante no solo	N2	50	N3	100	N3	100
Valor parcial		20		25		25

Fonte: Elaboração do autor.

Atributos	Alternativa 3		Alternativa 4		Alternativa 5	
	<i>Nível do Atributo</i>	<i>Valor</i>	<i>Nível do Atributo</i>	<i>Valor</i>	<i>Nível do Atributo</i>	<i>Valor</i>
Variação de CO dos meios de transportes de passageiros (%)	-19,85	100	-10,21	100	-10,21	100
Variação de MP dos meios de transportes de passageiros (%)	-0,14	30	-18,27	38	-18,27	38
Variação de Nox dos meios de transportes de passageiros (%)	-14,97	20	-17,54	20	-19,95	25
Variação de NMHC dos meios de transportes de passageiros (%)	-19,85	100	-10,22	50	-29,71	100
Variação de SOx dos meios de transportes de passageiros (%)	-19,02	40	-11,47	22	-28,04	60
Variação de RCHO dos meios de transportes de passageiros (%)	-20,00	100	-10,33	50	-30	100
Variação de CO ₂ equivalente dos meios de transportes de passageiros (%)	-17,11	40	-14,33	35	-17,11	40
Nível de ruído primário provocado pelo transporte	N6	90	N6	90	N6	90
Nível de ruído secundário provocado pela vibração do transporte	N2	50	N2	50	N2	50
Descaracterização da paisagem local devido à infraestrutura de transportes	N5	70	N5	70	N5	70
Índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e de comunidades	N4	75	N4	75	N4	75

aquáticas						
Impacto da infraestrutura de transportes em relação ao grau de extinção das espécies	N8	100	N8	100	N8	100
Supressão de vegetação em relação à infraestrutura de transportes	N3	100	N3	100	N3	100
Variação da impermeabilização do solo provocada pelas infraestruturas dos transportes (%)	1,50	80	1,60	75	1,50	80
Quantidade de contaminante no solo	N3	100	N3	100	N3	100
Valor parcial		25		23		25

Fonte: Elaboração do autor.

6.2.4. Etapa 17 – Avaliação global das alternativas

Em posse de todos os valores locais e das constantes de escala, efetuaram-se os cálculos utilizando a função de valor multiatributo na forma aditiva, conforme capítulo anterior. Na apresentação, efetua-se a subdivisão nos três pilares da sustentabilidade – social, econômico e ambiental –, com uma pontuação parcial no final de cada um deles, facilitando o entendimento de como os objetivos estão sendo atingidos. Apresentam-se ao final das Tabelas 6.25A a C os valores obtidos para cada pilar da sustentabilidade. Para o valor parcial dos aspectos econômicos, por exemplo, o cálculo é efetuado da seguinte forma (2):

$$\text{Valor Parcial} = K_{\text{Economico}} \times \{ [K_{\text{Demanda}} \times VL_{\text{Demanda}}] + [K_{\text{Gasto Público}} \times ((K_{\text{Implantação}} \times VL_{\text{Implantação}}) + (K_{\text{manutenção}} \times VL_{\text{Manutenção}}))] + [K_{\text{Custo de Operação}} \times ((K_{\text{Fixo}} \times VL_{\text{Fixo}}) + (K_{\text{Variável}} \times VL_{\text{Variável}}))] + [K_{\text{Receita Acessória}} \times VL_{\text{Receita Acessória}}] \} \quad (2)$$

Onde:

- K: constante de escala para cada atributo.
- VL: valor local da alternativa para o atributo.

No caso da situação atual, conforme dados apresentados na Tabela 6.17 B, tem-se a seguinte expressão:

$$\text{Valor Parcial} = 0,333 \times \{ [0,35 \times 20] + [0,3 \times ((0,6 \times 100) + (0,4 \times 10))] + [0,2 \times ((0,35 \times 0) + (0,65 \times 30))] + [0,15 \times 70] \} = 14,15$$

Como são valores estimados, utilizaram-se os valores em números inteiros, ou seja, o valor parcial lançado na Tabela 6.18B foi de 14.

Na Tabela 6.26 apresentam-se os valores globais da situação atual e de todas as demais alternativas. A alternativa que obteve o maior valor global foi aquela elaborada a partir da composição dos melhores aspectos das demais alternativas.

Tabela 6.26. Avaliação global da situação atual e alternativas.

	Situação Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Valor Global	44	74	64	75	74	80

Fonte: Elaboração do autor.

6.3. Recomendação

Apresentaram-se os resultados para alguns dos atores: EMTU, Prefeitura Municipal de Santos, Prefeitura Municipal de Bertioga, Prefeitura Municipal de Praia Grande e AGEM-BS.

Os atores aprovaram o modelo proposto, com algum tipo de discussão a respeito das alternativas, e consideraram que ele pode ser utilizado no planejamento de transportes metropolitanos.

A Prefeitura Municipal de Santos e a AGEM-BS, conforme preocupação apresentada durante a reunião de conciliação das constantes de escala, solicitaram que fosse efetuada uma alteração nas constantes dos objetivos Reduzir Tarifa e Ter Equidade de Acesso. Independentemente das discussões que ocorreram durante a reunião, os referidos atores estavam curiosos em relação aos resultados que seriam obtidos com a mudança das constantes.

Assim, solicitou-se que, inicialmente, a constante do atributo Reduzir Tarifa fosse modificada para 0,1 (25% maior) e Ter Equidade de Acesso para 0,05 (29% menor), denominada Variação 1. Na segunda análise, solicitou-se que a constante de Ter Equidade de Acesso fosse igual a 0,1 (43% maior) e de Reduzir Tarifa fosse de 0,05 (38% menor), denominada Variação 2. Os atores solicitaram as variações considerando que a somatória das constantes de escala continuaria igual a 1.

Efetuaram-se as alterações solicitadas pelos atores e, conforme apresentado na Tabela 6.27, em ambos os casos, houve variação dos valores correspondentes a esses objetivos da ordem de 1 ponto.

Tabela 6.27. Variação das constantes dos objetivos Reduzir Tarifa e Ter Equidade de Acesso.

	Situação Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Sem Variação	10(44)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
1ª Variação	10(44)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
2ª Variação	11(45)	25(74)	27(65)	27(76)	27(74)	27(80)

Obs.: Entre parêntesis o valor global da alternativa. Fonte: Elaboração do autor.

As pequenas variações observadas em algumas alternativas em relação ao valor parcial (1 ponto) não são suficientes para modificar a sequência de preferência entre as alternativas em relação ao valor global.

Outra solicitação dos atores foi a variação das constantes do primeiro nível dos aspectos econômicos. A Prefeitura de Praia Grande, por exemplo, solicitou que fosse efetuada uma análise considerando a constante do objetivo Aumentar a Demanda igual a 0,38, Reduzir Gasto Público igual a 0,23, Reduzir Custo de Operação igual a 0,24 e Gerar Receita Acessória igual a 0,15, denominada Variação 3.

Por outro lado, a EMTU, a Prefeitura Municipal de Santos e a AGEM-BS solicitaram uma análise reduzindo a constante do objetivo Aumentar Demanda para 0,3, Reduzir Gasto Público para 0,25, Reduzir Custo de Operação para 0,26 e Gerar Receita Acessória para 0,19, denominada Variação 4.

A explicação dos atores para o primeiro caso é que a demanda seria essencial para a sustentabilidade econômica do sistema, e seria interessante observar se essa variação interferiria na avaliação. No segundo caso, os atores consideram que a demanda também é o elemento mais importante, mas que a redução dos gastos públicos e dos custos dos transportes são elementos que devem ser avaliados com bastante empenho.

A Tabela 6.28 apresenta os valores parciais dos objetivos econômicos com as variações propostas, e os valores globais, entre parêntesis para facilitar a visualização de eventuais modificações na ordem de preferência das alternativas. No primeiro caso, mesmo com uma variação de aproximadamente +26% na constante da Demanda, -30% na constante da Redução de Gasto Público e +20% na constante da Redução dos Custos dos Transportes,

os resultados não variaram mais do que 1 ponto em relação à situação inicial. No segundo caso, a variação da constante da Demanda foi de aproximadamente -15%, -20 % na constante da Redução do Gasto Público e +30% na constante da Redução dos Custos dos Transportes, não havendo variação final das avaliações maior que 1 ponto.

Tabela 6.28. Valores parciais e globais para variação das constantes do primeiro nível dos objetivos econômicos.

	Situação Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Sem Variação	14(44)	24(74)	13(64)	24(75)	24(74)	28(80)
3ª Variação	13(43)	25(75)	12(63)	25(76)	25(75)	28(80)
4ª Variação	13(44)	24(74)	14(65)	24(75)	25(75)	28(80)

Obs.: Entre parêntesis o valor global da alternativa. Fonte: Elaboração do autor.

Apenas a quarta variação provoca alteração da preferência das alternativas. Com o aumento de 1 ponto no valor parcial do aspecto econômico da alternativa 4, ela passa a ter o um valor global maior que a alternativa 3 (74 pontos); as outras alternativas não são modificadas em relação à ordem.

Embora os atores entrevistados de forma individual, na etapa de recomendação, tenham se mostrado satisfeitos com os resultados das variações, efetuou-se uma análise de sensibilidade em relação às constantes dos objetivos do nível mais alto da hierarquia, agrupados em objetivos sociais, econômicos e ambientais.

A variação de uma constante de escala afeta as demais, tendo em vista que a somatória deve ser igual a um. Desta forma, as demais constantes devem ser novamente calculadas. Para tanto, Ensslin, Montibeller e Noronha (2001) utilizam a seguinte equação (3):

$$w_n' = [(w_n \cdot (1 - w_i')) / (1 - w_i)] \quad (3)$$

Onde:

- w_i = constante de escala original do critério i;
- w_i' = constante de escala modificada do critério i;
- w_n = constante de escala original do critério n;
- w_n' = constante de escala recalculada do critério n.

Para esta análise, efetuou-se a variação, uma a uma, das constantes de escala em mais 10%. Tal valor foi considerado observando as variações das entrevistas entre os atores

para obtenção das constantes de escala, onde verificaram-se variações, em média, pequenas. Adotar variações maiores poderia conduzir a constantes incoerentes em relação ao contexto. As novas constantes de escala são apresentadas nas Tabelas 6.29 a 6.31.

Tabela 6.29. Novas constantes de escala dos objetivos sociais para análise de sensibilidade com variação de mais 10%.

Objetivos Fundamentais	Reduzir Tempo de Viagem	Reduzir Tarifa	Ter Conforto	Aumentar Áreas Livres	Garantir Segurança	Ter Confiabilidade	Garantir Saúde	Garantir Equidade de Acesso	Preservar Patrimônio Histórico	Reduzir Segregação Urbana	Soma
Sem Variação	0,15	0,08	0,13	0,1	0,13	0,15	0,05	0,07	0,03	0,11	1,0000
Reduzir Tempo	0,1650	0,0786	0,1277	0,0982	0,1277	0,1474	0,0491	0,0688	0,0295	0,1081	1,0000
Reduzir Tarifa	0,1487	0,0880	0,1289	0,0991	0,1289	0,1487	0,0496	0,0694	0,0297	0,1090	1,0000
Ter Conforto	0,1478	0,0788	0,1430	0,0985	0,1281	0,1478	0,0493	0,0690	0,0296	0,1084	1,0000
Áreas Livres	0,1483	0,0791	0,1286	0,1100	0,1286	0,1483	0,0494	0,0692	0,0297	0,1088	1,0000
Garantir Segurança	0,1478	0,0788	0,1281	0,0985	0,1430	0,1478	0,0493	0,0690	0,0296	0,1084	1,0000
Ter Confiabilidade	0,1474	0,0786	0,1277	0,0982	0,1277	0,1650	0,0491	0,0688	0,0295	0,1081	1,0000
Garantir Saúde	0,1492	0,0796	0,1293	0,0995	0,1293	0,1492	0,0550	0,0696	0,0298	0,1094	1,0000
Equidade de Acesso	0,14887	0,07940	0,12902	0,09925	0,12902	0,14887	0,04962	0,07700	0,02977	0,10917	1,0000
Patrimônio Histórico	0,1495	0,0798	0,1296	0,0997	0,1296	0,1495	0,0498	0,0698	0,0330	0,1097	1,0000
Segregação Urbana	0,1481	0,0790	0,1284	0,0988	0,1284	0,1481	0,0494	0,0691	0,0296	0,1210	1,0000

Tabela 6.30. Novas constantes de escala dos objetivos ambientais para análise de sensibilidade com variação de mais 10%.

Objetivos Fundamentais	Reduzir Emissões Locais	Reduzir Emissões Globais	Reduzir Poluição Sonora	Reduzir Poluição Visual	Reduzir Poluição da Água	Reduzir Poluição da Flora	Reduzir Impactos na Fauna	Reduzir Inundações	Reduzir Poluição no Solo	Soma
Sem Variação	0,15	0,15	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09	0,1	1
Emissões Locais	0,1650	0,1474	0,1081	0,0982	0,0982	0,0982	0,0982	0,0884	0,0982	1,0000
Emissões Globais	0,1474	0,1650	0,1081	0,0982	0,0982	0,0982	0,0982	0,0884	0,0982	1,0000
Poluição Sonora	0,1481	0,1481	0,1210	0,0988	0,0988	0,0988	0,0988	0,0889	0,0988	1,0000
Poluição Visual	0,1483	0,1483	0,1088	0,1100	0,0989	0,0989	0,0989	0,0890	0,0989	1,0000
Poluição da Água	0,1483	0,1483	0,1088	0,0989	0,1100	0,0989	0,0989	0,0890	0,0989	1,0000
Impactos na Flora	0,1483	0,1483	0,1088	0,0989	0,0989	0,1100	0,0989	0,0890	0,0989	1,0000
Impactos na Fauna	0,1483	0,1483	0,1088	0,0989	0,0989	0,0989	0,1100	0,0890	0,0989	1,0000
Inundações	0,14852	0,14852	0,10891	0,09901	0,09901	0,09901	0,09901	0,09900	0,09901	1,0000
Poluição no Solo	0,1483	0,1483	0,1088	0,0989	0,0989	0,0989	0,0989	0,0890	0,1100	1,0000

Como o objetivo fundamental Reduzir Inundações possui um valor pequeno em sua constante de escala (0,03), foram utilizadas cinco casas decimais para tornar nítidas as variações das demais constantes de escala.

Tabela 6.31. Novas constantes de escala dos objetivos econômicos para análise de sensibilidade com variação de mais 10%.

Objetivos Fundamentais	Aumentar a Demanda	Reduzir Gasto Público	Reduzir Custo de Operação	Gerar Receita Acessória	Soma
Sem Variação	0,35	0,3	0,2	0,15	1
Aumentar a Demanda	0,3850	0,2838	0,1892	0,1419	1,0000
Reduzir Gasto Público	0,3350	0,3300	0,1914	0,1436	1,0000
Reduzir Custo de Operação	0,3413	0,2925	0,2200	0,1463	1,0000
Gerar Receita Acessória	0,3438	0,2947	0,1965	0,1650	1,0000

Utilizando as novas constantes de escala, determinaram-se os valores parciais das alternativas para os objetivos econômicos, sociais e ambientais. Os novos valores são apresentados nas Tabelas 6.32 a 6.34.

Tabela 6.32. Análise de sensibilidade: valor parcial e global da avaliação para uma variação de mais 10% nas constantes de escala dos objetivos econômicos.

	Situação Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Sem variação	14(44)	24(74)	13(64)	24(75)	24(74)	28(80)
Demanda	13(43)	24(74)	13(64)	25(76)	25(75)	28(80)
Gasto público	13(43)	23(73)	14(65)	23(74)	24(74)	27(79)
Custo operacional	13(43)	23(73)	13(64)	24(75)	24(74)	27(79)
Receita acessória	13(43)	24(74)	13(64)	24(75)	25(75)	27(79)

Obs.: Entre parêntesis o valor global da alternativa. Fonte: Elaboração do autor.

As variações provocaram alteração de 1 ponto no valor parcial em algumas situações; todavia, tais alterações modificaram alguns valores globais e a ordem de preferência entre as alternativas. As variações no Gasto Público e Receita Acessória tornam a alternativa 4 tão boa quanto a alternativa 3 em valores globais. As variações em Demanda, Gasto Público, Custo Operacional e Receita Acessória tornam a alternativa 4 melhor do que a 3.

Tabela 6.33. Análise de sensibilidade: valor parcial e global da avaliação para uma variação de mais 10% nas constantes de escala dos objetivos sociais.

	Situação Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Sem Variação	10(44)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Tempo	10(44)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Tarifa	10(44)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Conforto	11(45)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Áreas Livres	10(44)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Segurança	10(44)	24(73)	26(64)	26(75)	26(73)	26(80)
Confiabilidade	10(44)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Saúde	10(44)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Equidade	11(45)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Patrimônio	11(45)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Segregação	10(44)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)

Obs.: Entre parêntesis o valor global da alternativa. Fonte: Elaboração do autor.

As modificações nos valores parciais são de 1 ponto em algumas alternativas, mas que não são suficientes para alterar de forma significativa o valor global das alternativas e sua ordem de preferência (1ª posição: alternativa 5; 2ª posição: alternativa 3; 3ª posição: alternativas 1 e 4; 4ª posição: alternativa 2; e 5ª posição: situação atual).

Tabela 6.34. Análise de sensibilidade: valor parcial e global da avaliação para uma variação de mais 10% nas constantes dos objetivos ambientais.

	Situação Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Sem Variação	20(44)	25(74)	25(64)	25(75)	23(74)	25(80)
Emissões Locais	20(44)	24(73)	25(64)	24(74)	23(74)	25(80)
Emissões Globais	20(44)	24(73)	25(64)	24(74)	23(74)	25(80)
Pol. Sonora	20(44)	25(74)	25(64)	25(75)	23(74)	25(80)
Pol. Visual	20(44)	25(74)	25(64)	25(75)	23(74)	25(80)
Pol. Água	20(44)	25(74)	25(64)	25(75)	23(74)	25(80)
Pol. Fauna	20(44)	25(74)	25(64)	25(75)	23(74)	25(80)
Pol. Flora	20(44)	25(74)	25(64)	25(75)	23(74)	25(80)
Inundações	20(44)	25(74)	25(64)	25(75)	23(74)	25(80)
Pol. Solo	20(44)	25(74)	25(64)	25(75)	23(74)	25(80)

Obs.: Entre parêntesis o valor global da alternativa. Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando todos os resultados em relação ao cálculo inicial (Sem Variação) para os objetivos ambientais, a variação da avaliação parcial foi sempre de 1 ponto. As variações não produziram uma inversão qualitativa na ordem das alternativas, ou seja, tornar uma alternativa melhor ou pior do que a outra; todavia, em relação ao valor global, as variações nas constantes de Emissões Locais e Emissões Globais provocaram uma alteração quantitativa das alternativas. As alternativas 3 e 4 passaram a ter o mesmo valor global (74 pontos) e a alternativa 1 caiu uma posição passando a ter 73 pontos (1ª posição: alternativa 5; 2ª posição: alternativas 3 e 4; 3ª posição: alternativa 1; 4ª posição: alternativa 2; e 5ª posição: situação atual).

Finalmente, efetuou-se a análise de robustez, alterando dois a dois as constantes de escala dos níveis mais elevados da hierarquia, agrupados em objetivos econômicos, sociais e ambientais. Efetuou-se uma variação de 10 % nas constantes de escala, duas a duas, e as outras foram recalculadas conforme a expressão de Ensslin *et al.* (2001), apresentada na análise de sensibilidade. Para utilizar a expressão, realizou-se a somatória das duas constantes variadas, utilizando-se esse valor como se fosse apenas uma. Nas Tabelas 6.35 a 6.37 apresentam-se as novas constantes de escala.

Tabela 6.35. Análise de robustez: novas constantes de escala dos objetivos sociais para variação de mais 10% aos pares.

Análise de Robustez	Tempo de Viagem	Tarifa	Conforto	Áreas Livres	Segurança	Confiabilidade	Saúde	Equidade de Acesso	Patrimônio Histórico	Segregação Urbana	Total
Sem variação	0,1500	0,0800	0,1300	0,1000	0,1300	0,1500	0,0500	0,0700	0,0300	0,1100	1,00
Tempo de Viagem e Tarifa	0,1650	0,0880	0,1261	0,0970	0,1261	0,1455	0,0485	0,0679	0,0291	0,1067	1,00
Áreas livres e segregação urbana	0,1460	0,0779	0,1265	0,1100	0,1265	0,1460	0,0487	0,0681	0,0292	0,1210	1,00
Conforto e Saúde	0,1467	0,0782	0,1430	0,0978	0,1271	0,1467	0,0550	0,0685	0,0293	0,1076	1,00
Confiabilidade e Equidade de Acesso	0,1458	0,0777	0,1263	0,0972	0,1263	0,1650	0,0486	0,0770	0,0292	0,1069	1,00
Tempo de Viagem e Confiabilidade	0,1650	0,0766	0,1244	0,0957	0,1244	0,1650	0,0479	0,0670	0,0287	0,1053	1,00
Segurança e Saúde	0,1467	0,0782	0,1271	0,0978	0,1430	0,1467	0,0550	0,0685	0,0293	0,1076	1,00
Patrimônio e Equidade	0,1483	0,0791	0,1286	0,0989	0,1286	0,1483	0,0494	0,0770	0,0330	0,1088	1,00

Tarifa e Equidade de Acesso	0,1474	0,0880	0,1277	0,0982	0,1277	0,1474	0,0491	0,0770	0,0295	0,1081	1,00
Áreas livres e patrimônio	0,1478	0,0788	0,1281	0,1100	0,1281	0,1478	0,0493	0,0690	0,0330	0,1084	1,00
Segregação Urbana e Segurança	0,1453	0,0775	0,1259	0,0968	0,1430	0,1453	0,0484	0,0678	0,0291	0,1210	1,00
Conforto e Segurança	0,1447	0,0772	0,1430	0,0965	0,1430	0,1447	0,0482	0,0675	0,0289	0,1061	1,00

Existe uma série de combinações possíveis para variação das constantes, duas a duas; todavia, efetuou-se a escolha de acordo com o valor das constantes e com os objetivos. Uma das variações foi adotada em relação aos dois objetivos de maiores constantes, isto é, Reduzir Tempo de Viagem e Ter Confiabilidade.

Em outros casos, a variação tem relação com os objetivos que, em conjunto, podem alterar alguns aspectos das alternativas, como, por exemplo, Aumentar Áreas Livres e Reduzir Segregação Urbana, ou Reduzir Tarifa e Ter Equidade de Acesso.

Tabela 6.36. Análise de robustez: novas constantes de escala dos objetivos econômicos para variação de mais 10% aos pares.

Análise de robustez	Demanda	Gasto público	Custo de operação	Receita acessória	Total
Sem variação	0,3500	0,3000	0,2000	0,1500	1,00
Demanda e no Gasto público	0,3850	0,3300	0,1628	0,1222	1,00
Custo de operação e Receita acessória	0,3311	0,2839	0,2200	0,1650	1,00
Gasto Público e Custo de Operação	0,3150	0,3300	0,2200	0,1350	1,00
Demanda e Receita acessória	0,3850	0,2700	0,1800	0,1650	1,00
Gasto público e Receita acessória	0,3214	0,3300	0,1836	0,1650	1,00
Demanda e Custo de operação	0,3850	0,2633	0,2200	0,1317	1,00

No caso dos objetivos econômicos, efetuou-se a variação dos dois objetivos com maior constante de escala e, depois, dos dois objetivos com menor constante de escala. A terceira variação contemplou tanto a redução do gasto público como do custo de operação.

Na quarta variação, utilizaram-se as duas variáveis que ampliam a receita do sistema, Aumentar a Demanda e Gerar Receita Acessória. A quinta variação visou verificar eventual influência de duas variáveis aparentemente diferentes. Na última variação, buscou-se é verificar possível melhora das alternativas com o Aumento da Demanda e a Redução do Custo de Operação.

Tabela 6.37. Análise de robustez: novas constantes de escala dos objetivos ambientais para variação de mais 10% aos pares.

Análise de Robustez	Gases Locais	Gases Globais	Poluição Sonora	Poluição Visual	Poluição da Água	Impactos na Fauna	Impactos na Flora	Inundações	Poluição no Solo	Total
Sem variação	0,1500	0,1500	0,1100	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,0900	0,1000	1,00
Emissões locais e globais	0,1650	0,1650	0,1053	0,0957	0,0957	0,0957	0,0957	0,0861	0,0957	1,00
Poluição sonora e Inundações	0,1463	0,1463	0,1210	0,0975	0,0975	0,0975	0,0975	0,0990	0,0975	1,00
Emissões locais e Inundações	0,1650	0,1453	0,1065	0,0968	0,0968	0,0968	0,0968	0,0990	0,0968	1,00
Poluição Visual e Água	0,1463	0,1463	0,1073	0,1100	0,1100	0,0975	0,0975	0,0878	0,0975	1,00
Impactos na Fauna e Flora	0,1463	0,1463	0,1073	0,1000	0,1100	0,1100	0,0975	0,0878	0,0975	1,00
Poluição Visual e Sonora	0,1460	0,1460	0,1210	0,1100	0,0973	0,0973	0,0973	0,0876	0,0973	1,00

Nos objetivos ambientais, inicialmente, variaram-se as duas maiores constantes de escala. Em seguida, foi feita a variação conforme o objetivo. Efetuou-se a união de pares tais como Reduzir Poluição Visual e Reduzir Poluição Sonora, Reduzir Impactos na Fauna e Reduzir Impactos na Flora, além de outras utilizadas apenas para teste.

Apresentam-se os resultados da análise de robustez nas Tabelas 6.38 a 6.40. Para tornar mais fácil a visualização de eventuais alterações, utilizou-se o valor parcial para cada um dos objetivos: sociais, econômicos e ambientais.

Tabela 6.38. Análise de robustez: valor parcial e global para uma variação de mais 10% nas constantes dos objetivos sociais.

Análise de Robustez	Situação Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Sem variação	10(44)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Tempo de Viagem e Tarifa	10(44)	25(74)	27(65)	26(75)	27(74)	27(80)
Áreas livres e segregação urbana	10(44)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Conforto e Saúde	11(45)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Confiabilidade e Equidade de Acesso	11(45)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Tempo de Viagem e Confiabilidade	10(44)	25(74)	27(65)	27(76)	27(74)	27(80)
Segurança e Saúde	10(44)	24(73)	26(64)	26(75)	26(73)	26(79)
Patrimônio e Equidade	11(45)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Tarifa e Equidade de Acesso	10(44)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Áreas livres e patrimônio	11(45)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Segregação Urbana e Segurança	10(44)	24(73)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)
Conforto e Segurança	10(44)	25(74)	26(64)	26(75)	27(74)	27(80)

Obs.: Entre parêntesis o valor global da alternativa. Fonte: Elaboração do autor.

As variações provocaram pequenas alterações, de 1 ponto, nos valores parciais de algumas alternativas. Em relação ao valor global, a variação de +10 % nas constantes de escala dos objetivos, apenas na variação de Reduzir Segregação Urbana e Ser Seguro, verificou-se que a alternativa 4 passou a ser melhor do que a alternativa 1.

Tabela 6.39. Análise de robustez: valor parcial e global para uma variação de mais 10% nas constantes dos objetivos econômicos.

Análise de Robustez	Situação Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Sem variação	14(44)	24(74)	13(64)	24(75)	24(74)	28(80)
Demanda e no Gasto Público	14(44)	24(74)	13(64)	24(75)	24(74)	28(80)
Custo de Operação e Receita Acessória	14(44)	24(74)	13(64)	24(75)	24(74)	28(80)
Gasto Público e Custo de Operação	14(44)	23(73)	14(65)	23(74)	23(73)	27(79)
Demanda e Receita Acessória	13(43)	25(75)	12(63)	25(76)	25(75)	28(80)
Gasto Público e Receita Acessória	14(44)	24(74)	14(65)	24(75)	24(74)	28(80)
Demanda e Custo de Operação	13(43)	25(75)	12(63)	25(76)	25(75)	28(80)

Obs.: Entre parêntesis o valor global da alternativa. Fonte: Elaboração do autor.

Embora existam pequenas variações, de 1 ponto, no valor parcial das alternativas dentro dos objetivos econômicos, não se verificou alteração na ordem das alternativas em relação ao valor global: 1ª posição: alternativa 5; 2ª posição: alternativa 3; 3ª posição: alternativas 1 e 4, 4ª posição: alternativa 2 e 5ª posição: situação atual.

Tabela 6.40. Análise de robustez: valor parcial e global para uma variação de mais 10% nas constantes dos objetivos ambientais.

Análise de Robustez	Situação Atual	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Sem variação	20(44)	25(74)	25(64)	25(75)	23(74)	25(80)
Emissões locais e globais	20(44)	24(73)	24(63)	24(74)	23(74)	24(79)
Poluição sonora e Inundações	21(45)	25(74)	25(64)	25(75)	23(74)	25(80)
Emissões locais e Inundações	20(44)	24(73)	25(64)	24(74)	23(74)	25(80)
Poluição Visual e Água	21(45)	25(74)	25(64)	25(75)	23(74)	25(80)
Impactos na Fauna e Flora	21(45)	25(74)	25(64)	25(75)	24(75)	25(80)

Poluição Visual e Sonora	21	25	25	25	23	25
--------------------------	----	----	----	----	----	----

Obs.: Entre parêntesis o valor global da alternativa. Fonte: Elaboração do autor.

As variações dos pares Reduzir Emissões Locais e Reduzir Emissões Globais e entre Reduzir Emissões Locais e Reduzir Inundações provocaram alterações de 1 ponto nas Alternativas 1 e 3. Desta forma, em relação ao valor global, as Alternativas 3 e 4 passam a ter o mesmo valor (74 pontos) e a alternativa 3, um pouco a menos (73 pontos), com alteração na sequência inicial: 1^a posição: alternativa 5; 2^a posição: alternativas 3 e 4; 3^a posição: alternativa 1; 4^a posição: alternativa 2; e 5^a posição: situação atual.

Com relação ao par Reduzir Impactos na Flora e Reduzir Impactos na Fauna, a alternativa 4 torna-se tão atrativa como a alternativa 3 (75 pontos), também com alteração na sequência de preferência inicial: 1^a posição: alternativa 5; 2^a posição: alternativas 3 e 4; 3^a posição: alternativa 1; 4^a posição: alternativa 2 e 5^a posição: situação atual.

6.4. Discussão dos Resultados

Inicialmente, é importante discutir a forma de participação dos atores durante a aplicação do procedimento. Todos os atores, com exceção de uma prefeitura, se dispuseram a participar e se envolveram com o problema, facilitando, inclusive, as demais etapas necessárias para validação das hierarquias. É importante registrar que houve necessidade de agendamento em praticamente todos os casos, fato que tornou o processo mais moroso, com necessidade de bastante flexibilidade e empenho do facilitador para efetuar todas as entrevistas.

As entrevistas para obtenção dos objetivos fundamentais são longas, com cerca de uma hora e meia de duração. Mesmo com a apresentação de um fluxograma inicial para delimitar as questões de sustentabilidade, os atores, em alguns momentos, tendem a discutir problemas locais, necessitando da intervenção do facilitador para voltar ao campo do transporte metropolitano.

Desta forma, é importante que, antes da apresentação do fluxograma inicial sobre sustentabilidade, o facilitador explique claramente os objetivos e o contexto da pesquisa, reduzindo a possibilidade de o entrevistado confundir assuntos locais com assuntos metropolitanos.

Durante as entrevistas, é nítida a diferenciação de interesses entre os diversos atores da região metropolitana. Por um lado, os atores com mais conhecimento técnico

possuem muitos objetivos sociais e econômicos, e alguns objetivos ambientais. Os moradores e usuários possuem basicamente objetivos sociais. Por outro lado, os técnicos dos órgãos ambientais não possuem apenas objetivos nesta área, demonstrando, também, terem muitos objetivos sociais.

É importante destacar que se identificaram muitos objetivos fundamentais de atores com pouca experiência sobre planejamento de transportes ou sustentabilidade. Assim, o procedimento demonstrou ser capaz de garantir a participação dos mais variados atores.

Percebe-se a falta de integração entre os atores em relação aos problemas metropolitanos. Principalmente na etapa de validação das hierarquias individuais e conjuntas, antes da reunião de conciliação, existe grande interesse dos atores envolvidos em conhecer as visões dos demais.

Na reunião de conciliação, percebe-se que a apresentação da hierarquia conjunta gerou uma série de diálogos sobre eventuais dificuldades do sistema de transportes metropolitano, incluindo propostas de melhoria.

A aplicação do procedimento na Região Metropolitana da Baixada Santista resultou em uma hierarquia conjunta com 39 objetivos fundamentais, organizados entre os objetivos da sustentabilidade: ambientais, econômicos e sociais. Do total, 17 objetivos são sociais, 6 econômicos e 15 ambientais.

Existem muitos pontos em comum, como por exemplo, Reduzir Emissões de Gases de Efeito Local e Global (CO₂ equivalente), citados por praticamente por todos os atores. Outros objetivos ambientais são identificados por atores mais técnicos dos órgãos ambientais, da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos e do DERSA.

Nos objetivos sociais também se percebe que os atores têm muitas preocupações similares, como Reduzir Tempo de Viagem, Reduzir Tarifa, Ter Conforto, Garantir Equidade de Acesso aos Usuários com Necessidades Especiais, Garantir Equidade de Acesso aos Demais Usuários, demonstrando ser pontos relevantes em um planejamento de transporte metropolitano. Já a Preservação do Patrimônio Histórico foi lembrada apenas pelos órgãos ambientais, já que fazem parte, no Brasil, de alguns de seus procedimentos para licenciamento ambiental. Reduzir Segregação Urbana foi citado apenas pela EMTU, órgão estatal de planejamento e fiscalização dos transportes metropolitanos.

Nos aspectos econômicos, as maiores preocupações estão na Redução do Gasto Público e no Aumento da Demanda, o que demonstra, mais uma vez, o quanto são limitados os recursos para o setor e quanto são importantes as ações de planejamento. O operador privado não expressou nenhuma preocupação com o gasto público, tendo-se limitado aos

seguintes aspectos econômicos: Reduzir Custo de Operação, Aumentar a Demanda e Gerar Receita Acessória para o operador (publicidade, exploração de espaços, etc.).

Outro fato importante é a diferenciação que existe entre as visões do operador de transporte privado (BR-Mobilidade) e do operador de transporte estatal (DERSA) em relação aos demais objetivos. O primeiro prioriza a segurança, a confiabilidade, a demanda, a redução de custos de operação, a geração de receitas acessórias e alguns aspectos ambientais pelos quais é fiscalizado pelo Estado. O segundo possui maior abrangência de objetivos relativos à sustentabilidade. Tal fato demonstra a importância do papel dos planejadores de transportes de agregar princípios da sustentabilidade aos contratos de concessão de transporte público, bem como na fiscalização das empresas.

Em relação aos municípios, também existe diferenciação entre os objetivos. Os municípios da periferia da região metropolitana (Bertioga, Peruíbe, Itanhaém e Mongaguá) têm visões um tanto quanto diferentes dos objetivos dos municípios do núcleo da região (Santos, São Vicente). Como exemplos, citam-se os objetivos Garantir Segurança do Usuário e Equidade de Acesso, não mencionados pela Prefeitura Municipal de Santos e de São Vicente, núcleo da região, mas lembrado pelos atores dos municípios de Itanhaém, Mongaguá e Bertioga, distantes do núcleo, provavelmente, por um lado, pela necessidade de realizar as viagens através de rodovias da região, dividindo espaço com motocicletas, automóveis e caminhões, e, por outro, pela dificuldade de acesso aos modais intermunicipais.

O objetivo Garantir Saúde foi lembrado principalmente em relação à Redução de Estresse Provocado pelos Transportes. Isso demonstra que deve haver maior empenho em estudos e projetos que busquem diminuir esse estresse, atraindo mais usuários ao transporte público metropolitano. Por outro lado, a garantia de saúde por meio da atividade física no setor foi citada apenas por dois atores: São Vicente, em que a bicicleta possui papel importante do transporte metropolitano, e a Associação Brasileira de Ciclistas, que representa os usuários de transportes não motorizados na Baixada Santista.

Para a construção dos atributos, é essencial que o facilitador efetue uma pesquisa prévia sobre os principais indicadores da sustentabilidade. Desta forma, é possível, em conjunto com os especialistas, definir atributos coerentes com os objetivos obtidos.

Alguns desses atributos já fazem parte do dia a dia dos especialistas, tais como aqueles que medem demanda, tarifa, frequência, pontualidade e emissão de gases. Por outro lado, atributos para medir a preservação do patrimônio histórico, da fauna e da flora, necessitam, além do apoio de especialistas, da observação da legislação sobre os temas.

Com os objetivos fundamentais, a utilização de medidas de políticas públicas e de planejamento em transportes sustentáveis, bem como pela observação dos objetivos-meio, é possível propor alternativas. A observação dos objetivos-meio é importante para contextualizar as alternativas. Desta forma, os objetivos-meio não devem ser ignorados após a obtenção dos objetivos fundamentais.

As alternativas foram compostas buscando-se as diversas vertentes da sustentabilidade em transportes. Existem ações que demandam investimentos em infraestrutura de modais, outras, vontade política, tais como programas de inspeção veicular ou restrição de vagas de estacionamento.

Construíram-se, assim, quatro alternativas com medidas de políticas públicas e de planejamento para um transporte sustentável. A alternativa 5 foi construída com as melhores medidas de cada alternativa.

Na determinação das constantes de escala, em nova reunião, para os três grupos principais de objetivos referentes à sustentabilidade, isto é, ambientais, sociais e econômicos, os atores chegaram em um consenso de que os três possuem o mesmo nível de importância para o contexto. Para respeitar a condição de que a somatória das constantes de escala deve ser igual a um, foi efetuado um arredondamento, quando necessário, também com o consenso dos atores.

Em relação aos aspectos ambientais, as constantes de escala obtiveram pequenas variações. As emissões de gases de efeito local e global obtiveram constantes um pouco maiores do que os outros objetivos, demonstrando que as questões ambientais devem ser discutidas de uma forma mais ampla.

Nos aspectos sociais, na distribuição das constantes de escala, houve maior ênfase para Reduzir Tempo de Viagem, Ter Conforto, Ter Segurança, Ter Confiabilidade, Reduzir Segregação Urbana. O objetivo Reduzir Tarifa obteve uma constante de escala maior, pois os atores consideram que, mesmo sendo um objetivo a ser atingido, o valor da tarifa é pago, em parte, pelos empregadores no Brasil.

Os objetivos Aumentar a Demanda e Reduzir Gasto Público obtiveram as maiores constantes de escala dentro dos aspectos econômicos. O objetivo Aumentar a Demanda significa maior carregamento dos transportes públicos, fato que pode representar uma transferência dos transportes individuais motorizados para o transporte coletivo. O objetivo Reduzir Gasto Público se correlaciona com a carência de recursos no setor, exigindo maior austeridade por parte dos gestores públicos.

Para a avaliação das alternativas, utilizou-se a situação atual dos transportes metropolitanos como comparação.

Pelo aspecto social, a situação atual demonstra que o sistema de transporte metropolitano está longe da sustentabilidade. Os principais problemas estão na redução do tempo de viagem, redução de tarifa, segurança e garantir saúde. Tais aspectos podem estar relacionados com o predomínio do transporte motorizado individual na região. As outras cinco alternativas apresentam significativas melhoras nesses aspectos, já que agregam ações para reduzir o uso do modal motorizado individual e aumentar a utilização do transporte público e do não motorizado, além de outras ações que atingem os objetivos sociais de forma mais adequada. Destacam-se a alternativa 3, com valor parcial de 26 pontos, e as alternativas 4 e 5, com 27 pontos. Na alternativa 3, existe maior integração entre os modais, e na alternativa 4, propõe-se a expansão do hidroviário e redução da segregação, principalmente dos municípios do litoral sul, através de obras de infraestrutura. Por outro lado, a alternativa 4 também prevê ações de readequação de itinerários municipais e metropolitanos.

Em relação aos aspectos econômicos, a alternativa 2, em que se prevê a descentralização dos centros e atividades, visando reduzir viagens entre os municípios, é pior do que a situação atual (14 pontos e 13 pontos, respectivamente), sugerindo que um provável aumento da mobilidade em âmbito municipal pode provocar o esvaziamento dos modais metropolitanos. As alternativas 1, 3 e 4, que procuram ampliar a importância do transporte coletivo com enfoques diferentes, com instrumentos para maior integração e previsibilidade, apresentam os melhores desempenhos econômicos, com 24 pontos. A alternativa 5, que utiliza os melhores aspectos de todas as alternativas, obteve 28 pontos de 33 possíveis.

Por outro lado, em relação à questão ambiental, a alternativa 2 é tão boa como as alternativas 1, 3 e 5 (25 pontos). Tal fato pode estar relacionado com a migração aos modais não motorizados, provocada pela descentralização das atividades. Provavelmente ocorrerá, também, um pequeno carregamento dos modais municipais, que terão sua capacidade aproveitada ao limite. Nas alternativas 1 e 3, existe a previsão de programas de inspeção veicular com ênfase na emissão de poluentes. Ambas as alternativas, com enfoques diferentes, consideram a expansão dos modais coletivos na região e a redução da utilização dos veículos motorizados. Na alternativa 1, está prevista a restrição de circulação dos automóveis em locais com grande circulação de pedestres. Na alternativa 3, existe a previsão de operação dos modais de transporte público durante as 24 horas do dia. É importante destacar que, em relação à situação atual, os aspectos ambientais atingem seu melhor desempenho (20 pontos),

fruto do início da utilização do VLT e da utilização do hidroviário intermunicipal, que reduzem uma parte dos impactos.

Na avaliação global, a alternativa 5 obteve o valor de 80 pontos, contra 75 pontos da alternativa 3 e 74 pontos das alternativas 1 e 4. A alternativa 2 obteve 64 pontos e a situação atual, 44 pontos, o que mostra a necessidade de mudanças para que a Região Metropolitana da Baixada Santista tenha um sistema de transportes sustentável. Os valores globais das alternativas 1, 3 e 4 são muito próximos, indicando que a combinação dos melhores aspectos das alternativas para criar a alternativa 5 foi vantajoso.

Houve pouca variação nos valores globais nas análises de sensibilidade e robustez. A escolha de uma variação base de 10 % se deve à variação média encontrada na verificação das constantes de escala. Além disso, escolher variações maiores pode fornecer dados inconsistentes com a realidade local, salvo em uma situação de grande variabilidade dos parâmetros.

Mesmo uma combinação dos melhores aspectos não permitiu que se alcançassem os 100 pontos possíveis, tendo em vista que uma alternativa ideal depende da inexistência de conflito entre os objetivos, situação pouco provável. As mudanças para um transporte sustentável necessitam de tempo, de uma mudança de patamar duradoura, facilitando aproximações futuras para um sistema mais sustentável.

Apresentaram-se o procedimento e os resultados para alguns dos atores, com o intuito de que houvesse contribuições para o procedimento.

A Agência Metropolitana da Baixada Santista enfatizou a importância da caracterização cuidadosa da região metropolitana em análise, em todas as dimensões da sustentabilidade, balanceando a escolha dos atores. Houve também comentários em relação ao facilitador, que deve ser um bom moderador, com foco no tema, que consiga trazer à luz os interesses dos diversos atores. Para auxiliar o trabalho do facilitador e para um melhor embasamento da etapa de avaliação, é importante a formação de um grupo multidisciplinar.

A Prefeitura Municipal de Santos destacou a importância do procedimento em agregar as várias visões dos atores de uma região metropolitana no planejamento de transportes que, hoje, segundo o ator, é efetuado por um grupo limitado de técnicos. Outro destaque é a realização da reunião de conciliação para consolidar os objetivos fundamentais e a reunião sobre as constantes de escala, que permitem verificar o grau de importância de cada ator em relação aos objetivos. Por outro lado, observa que deveria haver uma maior participação dos usuários do sistema e que este tipo de procedimento de planejamento deveria ser institucionalizado pelas Agências Metropolitanas.

A Associação Brasileira de Ciclistas destacou que hoje as decisões que envolvem transportes são unilaterais, sem participação dos diversos setores da sociedade. O processo permite visualizar as carências e virtudes do transporte metropolitano. Este tipo de procedimento evita gasto público desnecessário em escolhas que não perduram. A ABC destacou a fase de proposição das alternativas que incluiu os modais não motorizados como meio de transporte efetivo e não apenas como um meio de lazer, fato que normalmente ocorre nas decisões de transportes.

A Prefeitura de Praia Grande considerou o procedimento um avanço importante para o planejamento dos transportes metropolitanos, uma vez que agregou as visões dos diversos atores, participação atualmente restrita àqueles com maior poder ou articulação. Também sugeriu um tempo de 10 anos para revisão dos resultados do procedimento.

A Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU) observou que o procedimento consegue delimitar as prioridades do setor de transportes metropolitanos, reduzindo a análise superficial, muito comum entre os municípios. O procedimento foi capaz de criar parâmetros para as diversas demandas, possibilitando, inclusive, verificar as diversas visões dos atores e criar alternativas. Destaca que o procedimento deve ser utilizado pelas agências metropolitanas, facilitando o direcionamento de recursos e a implementação por parte da EMTU.

Observando os resultados da aplicação, o procedimento demonstra ser útil para o desenvolvimento do transporte metropolitano sustentável. Para melhorar ainda mais a participação dos atores seria oportuno uma reunião prévia com todos os participantes, para uniformizar os conceitos de transportes sustentáveis.

Além das contribuições dos atores, verificou-se, também, que mesmo com a apresentação de um pequeno fluxograma sobre o assunto, percebe-se que alguns atores não possuem grande confiança para desenvolver os conceitos ligados à sustentabilidade. Nessa reunião prévia, poder-se-ia fazer discussão sobre o tema para a região metropolitana, com o intuito apenas de uniformizar o grau de entendimento de todos os atores.

Mesmo agregando mais uma etapa, poder-se-ia diminuir o tempo das entrevistas individuais, já que os atores teriam um tempo para refletir sobre os conceitos discutidos. Assim, tornaria mais ágil a tarefa do facilitador, possibilitando melhores respostas dos atores. As Figuras 6.12 e 6.13, apresentam fluxogramas com as principais etapas e contribuições dos atores.

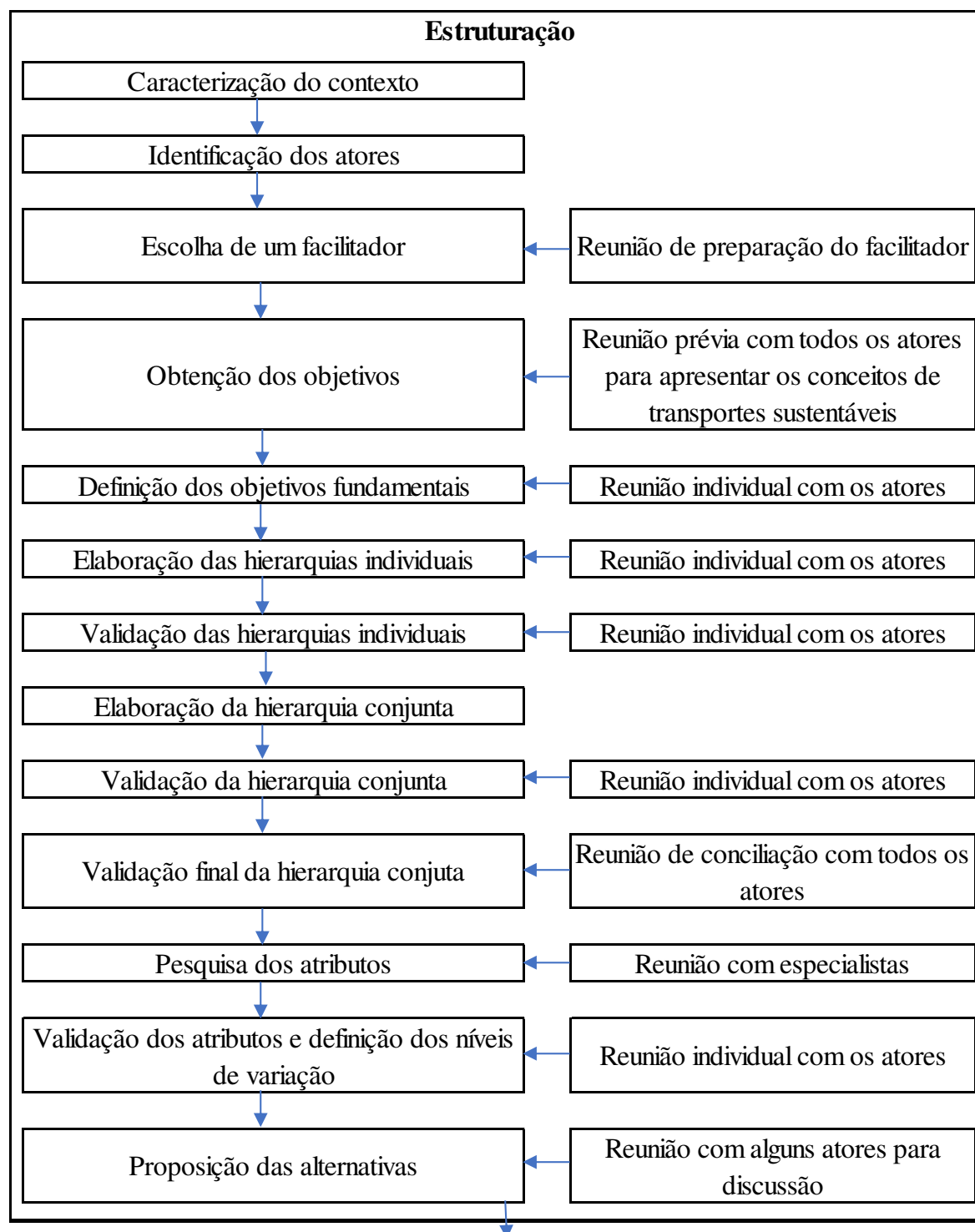


Figura 6.12. Etapas e contribuição dos atores – Estruturação

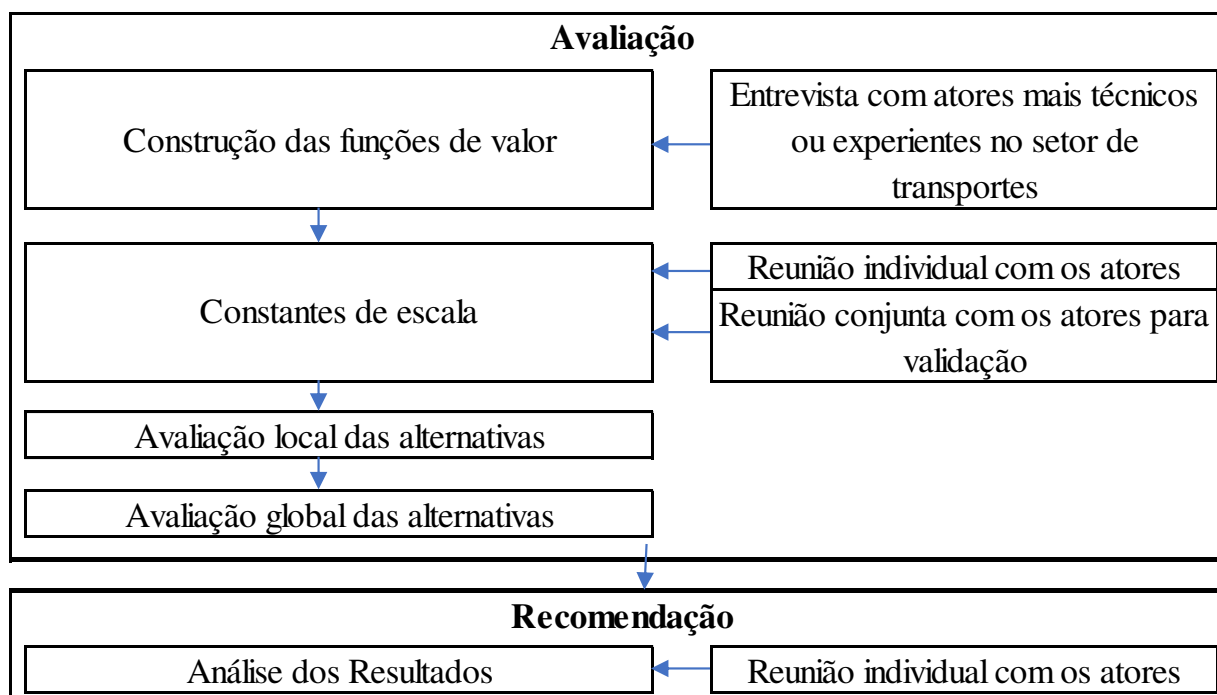


Figura 6.13. Etapas e contribuição dos atores – Avaliação e Recomendação

Em relação à utilização do AMCD como suporte, demonstra-se eficiente na obtenção dos objetivos fundamentais, hierarquia de objetivos, atributos, alternativas, constantes de escala e avaliação.

Além da utilização do AMCD como suporte, o procedimento proposto prevê a realização de uma reunião de conciliação para a obtenção da hierarquia de objetivos fundamentais conjunta e outra para a consolidação das constantes de escala, o que se mostra importante, tendo em vista que existem visões diferentes também em relação as constantes, e permite uma nova discussão dos atores sobre o tema.

Uma alternativa viável para se obter um maior número de participantes e maior agilidade nas entrevistas seria a utilização de facilitadores das próprias agências ou comitês metropolitanos. Na Agência Metropolitana da Baixada Santista, região objeto deste estudo, existem várias reuniões temáticas, entre elas sobre mobilidade. Se o facilitador for um integrante da própria agência ou comitê pode utilizar essas reuniões para conduzir a elaboração do modelo de planejamento de transportes metropolitanos sustentáveis.

Tal fato auxiliaria a qualificar as discussões sobre o tema, servindo de um verdadeiro guia na busca da melhoria dos transportes na região metropolitana, objetivo principal desta tese.

7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Este trabalho iniciou-se com um questionamento importante em relação ao transporte metropolitano: “É possível promover o transporte metropolitano sustentável de passageiros?”. O objetivo principal foi desenvolver um procedimento de apoio ao planejamento de transportes metropolitanos sustentáveis de passageiros. Para que se pudesse responder à pergunta inicial e, também, atingir o objetivo proposto, efetuou-se uma revisão bibliográfica sobre os conceitos de transporte sustentável, transporte metropolitano e auxílio multicritério à decisão. Foram também empregadas outras técnicas, como pesquisas documentais e entrevistas individuais e em grupo.

A partir da revisão dos conceitos de transporte sustentável, feita no Capítulo 2, verificou-se que existem objetivos ambientais, sociais e econômicos para a sustentabilidade no setor, além de uma série de medidas de políticas públicas e de planejamento. Todavia, a participação do público na tomada de decisões para a sustentabilidade é fundamental, tendo em vista que a aplicação dos conceitos de sustentabilidade depende do contexto local.

Em relação ao transporte metropolitano (Capítulo 3), existe uma desarticulação entre os diversos atores, consequência, em parte, da legislação brasileira e, por outro lado, da ausência de sistemáticas de planejamento que incluam a participação do público. Tal fato sugere a importância do desenvolvimento de ferramentas que agreguem essas visões conflitantes no processo de planejamento de transportes metropolitanos.

Tendo em vista a complexidade do tema e a existência de diversos atores com visões diferentes, optou-se pela utilização de ferramentas de auxílio multicritério à decisão. Os conceitos deste método foram explorados no Capítulo 4 deste trabalho.

Um dos resultados desta revisão bibliográfica foi a elaboração de um fluxograma de apoio ao planejamento de transportes sustentáveis, apresentado no Capítulo 5. Neste fluxograma, consideraram-se, por um lado, os requisitos necessários para um transporte metropolitano, incluindo os objetivos da sustentabilidade – econômicos, sociais e ambientais –, a participação dos atores e medidas de políticas públicas e de planejamento, e, por outro lado, os modais metropolitanos.

A partir do fluxograma e da utilização das técnicas já descritas foi possível elaborar um procedimento, garantindo sua reprodutibilidade pelos técnicos das mais variadas regiões metropolitanas. Dividido em etapas, permite melhor compreensão da construção do modelo para a região em análise, servindo também de aprendizado para técnicos e atores envolvidos sobre a real situação do transporte de passageiros.

Nesta tese, entende-se como participação do público a participação de todos os atores com real interesse na questão do transporte metropolitano, incluindo, além dos técnicos das prefeituras e dos órgãos governamentais, os operadores de transportes e as entidades representativas dos moradores e dos usuários dos modais, sejam elas dos modais motorizados ou não motorizados.

Para verificar a viabilidade do procedimento, efetuou-se no Capítulo 6 uma aplicação na Região Metropolitana da Baixada Santista, importante região do litoral do Estado de São Paulo, uma das primeiras regiões metropolitanas do país, onde se localiza o Porto de Santos – maior porto da América Latina –, o polo petroquímico de Cubatão e o Parque Estadual da Serra do Mar, região com vegetação de Mata Atlântica preservada.

A participação intensa dos atores neste trabalho pode demonstrar que eles têm interesse na promoção de um transporte metropolitano mais sustentável; precisam de apoio, mas, talvez, não tenham meios para fazê-lo. Tais meios não precisam ser necessariamente financeiros. Para aplicar o procedimento, foram necessários tempo, muitos papéis para anotação, uma caneta e um computador. Em relação à estrutura local para o planejamento de transportes, verificou-se apenas uma prefeitura com uma Secretaria de Transportes em funcionamento. Em outros municípios, o setor de transportes está delegado a pequenos departamentos, com ênfase nas questões de suporte ao trânsito local, sem maiores ações em relação ao planejamento.

A aplicação do procedimento, mesmo com os atores que possuem menor conhecimento sobre os conceitos de sustentabilidade, mostrou-se eficiente. O papel do facilitador para atingir os resultados é fundamental. Assim, pelo que se verificou durante todas as etapas, deve-se dar preferência a um indivíduo com facilidade de comunicação, que conheça as características de um transporte metropolitano e os conceitos de transporte sustentável, bem como a situação dos transportes na região em análise, incluindo discussões em relação a eventuais “propostas” de melhoria do sistema. Enfim, o facilitador deve ser preparado, com o apoio de documentos técnicos, trabalhos da literatura, visitas à região e conversa com alguns técnicos mais experientes. A utilização de um facilitador da própria região torna o trabalho mais ágil, embora não seja fundamental.

Para reduzir o tempo total do procedimento, o facilitador deve efetuar um planejamento de todas as entrevistas, agendando previamente as reuniões com os atores, informando o tempo necessário e organizando as etapas, evitando ao máximo a fadiga do entrevistado.

A forma de identificar e organizar os objetivos dos diversos atores neste trabalho é

um dos pontos que diferenciam esta metodologia em relação a outras. Desenvolveu-se um modelo “sob medida”, respeitando o contexto regional e incluindo as diferenças culturais que também influenciam as visões dos atores.

A aplicação do procedimento com cada um dos atores, inicialmente, resultou em uma lista de objetivos-meio e de objetivos fundamentais. A lista geral de objetivos auxilia os gestores de transportes metropolitanos a entender as virtudes e carências do sistema existente em relação à sustentabilidade, servindo de aprendizado para os atores, e também para o facilitador, tendo em vista que, muitas vezes, essas questões não são discutidas e analisadas em profundidade na busca da essência dos problemas do setor.

Os objetivos fundamentais identificados para a Região Metropolitana da Baixada Santista foram estruturados em uma hierarquia conjunta com 39 objetivos, apresentada no Capítulo 6, agrupados de acordo com os objetivos da sustentabilidade: ambientais, econômicos e sociais. A análise da lista final de objetivos fundamentais e da hierarquia conjunta demonstra que os atores, em graus variados, percebem a amplitude do processo de planejamento dos transportes e suas interações com os objetivos da sustentabilidade. A questão da sustentabilidade, muitas vezes confundida como preocupação exclusivamente ambiental, demonstrou que é muito mais ampla. Conforme apresentação dos resultados do Capítulo anterior, obtiveram-se 17 (dezessete) objetivos sociais, 6 (seis) econômicos e 15 (quinze) ambientais.

Pela grande quantidade de objetivos fundamentais sociais obtidos nesta tese, percebe-se que o transporte tem importante papel para o desenvolvimento social na região metropolitana objeto do estudo. Merece destaque o fato de praticamente todos os atores citarem nas entrevistas individuais objetivos sociais e, em muitos casos, vários deles.

Os objetivos ambientais demonstram que os transportes metropolitanos não provocam impactos apenas em relação a emissões de gases de efeito local e global. No contexto da Região Metropolitana da Baixada Santista, os atores têm preocupações em relação à poluição sonora e visual, impactos na fauna e flora, entre outros. O problema da impermeabilização das áreas urbanas, que tem como resultado o aumento das inundações e como uma das causas a ampliação das infraestruturas de transportes, também foi lembrado.

A percepção da sustentabilidade também do ponto de vista econômico é outro fato importante. Os atores preocupam-se com a garantia da demanda, com a redução do gasto público com manutenção e implantação, com os custos operacionais e fixos e, também, com a geração de receitas acessórias.

As visões são contrastantes, mas ao mesmo tempo complementares em relação

aos objetivos da sustentabilidade. Durante a apresentação final da hierarquia de objetivos conjunta, o principal comentário dos atores foi de que ela era completa e representava bem o contexto metropolitano.

É importante notar que nem todos os atores são técnicos experientes em relação aos problemas de transportes e, além disso, poucos possuíam algum tipo de entendimento prévio sobre a sustentabilidade aplicada ao setor de transportes. Todavia, a lista de objetivos fundamentais gerada é abrangente em todos os níveis da sustentabilidade e coerente, inclusive, com a literatura sobre o tema.

Mais um exemplo da importância da participação dos atores é o desenvolvimento dos atributos. Os atributos e seus níveis de variação utilizados nesta aplicação podem servir para o contexto metropolitano da Baixada Santista; todavia, para outro contexto, podem ser necessárias adaptações ou a criação de novos atributos, com outros níveis de variação.

A etapa de proposição das alternativas demonstra que as ações para um transporte metropolitano sustentável não demandam, apenas, investimentos em novos modais ou em infraestruturas, mas também melhorias de gestão das frotas, utilização de tecnologias, educação para o trânsito, programas de controles de emissões veiculares em âmbito metropolitano e informação ao usuário. A readequação de itinerários dos modais municipais e intermunicipais, por exemplo, demanda muito mais vontade política do que um convencimento por parte dos empresários do setor de transportes. Por outro lado, a integração tarifária, a restrição da utilização do automóvel e a restrição de vagas de estacionamento dependem de ampla discussão entre governo, sociedade e empresários do setor.

Recomenda-se que a criação de alternativas se baseie em uma composição de medidas que incluam tecnologia, medidas governamentais, planejamento físico, mudanças de comportamento e qualidade de vida. Sem a interação da sociedade durante todo o processo os resultados não podem ser os esperados. Assim, a proposição de alternativas é uma etapa essencial nesta metodologia. No fluxograma de apoio ao planejamento de transportes sustentáveis, enfatizou-se a participação dos atores também nesta fase do processo.

É oportuno destacar, mais uma vez, que a participação dos atores permeia toda esta metodologia, desde a obtenção dos valores dos diversos atores de forma individual, a validação das hierarquias individuais e conjuntas, o desenvolvimento dos atributos, a proposição das alternativas, o consenso para definição das constantes de escala, até a avaliação.

Na fase de avaliação, foi possível verificar o grau de sustentabilidade do atual sistema de transportes de passageiros na Região Metropolitana da Baixada Santista, e os

pontos que devem ser explorados para maior sustentabilidade.

A distribuição das constantes de escala entre os aspectos da sustentabilidade e entre os objetivos fundamentais também demonstra quais são as maiores preocupações para o contexto analisado. É oportuno destacar, mais uma vez, que os atores consideraram que os objetivos sociais, ambientais e econômicos possuem a mesma constante de escala, embora, no arredondamento, tenha sido considerada uma unidade de fração a mais para os objetivos sociais. Este aspecto revela que o equilíbrio dos três pilares é entendido pelos atores como situação necessária para a promoção do transporte sustentável. Embora tal entendimento seja observado por vários pesquisadores, é fato importante que os atores, em diversos níveis de conhecimento, também percebam a importância deste equilíbrio.

A avaliação das alternativas propostas permite a verificação de possíveis aspectos não explorados durante a proposição e, também, a discussão com os diversos atores para sua melhoria. A última alternativa, composição dos melhores aspectos das outras quatro alternativas, obteve o maior valor global, demonstrando que a composição de alternativas contribui para a sustentabilidade do sistema.

Assim, de fato, é possível promover o transporte metropolitano sustentável, com a utilização de procedimentos de apoio ao planejamento, como o proposto nesta tese, a participação do público do setor e, fundamentalmente, a vontade política.

A união dos dois pilares, os requisitos para um transporte sustentável e os modais metropolitanos, e o suporte do auxílio multicritério à decisão possibilitam a participação efetiva dos atores durante todo o processo, ajudando a encontrar e hierarquizar seus objetivos dentro do contexto local e dos princípios da sustentabilidade, permitindo, inclusive, o consenso, a proposição de alternativas, a avaliação e a decisão.

Para permitir uma discussão mais apurada sobre o procedimento proposto, sugere-se sua aplicação em outros contextos metropolitanos do Brasil e do mundo, com o intuito de:

- Verificar eventuais dificuldades e propor melhorias;
- Comparar os objetivos fundamentais nos três pilares da sustentabilidade obtidos neste trabalho, bem como as constantes de escala atribuídas pelos diversos atores, possibilitando conhecer os variados graus de interação das comunidades com os conceitos da sustentabilidade;
- Comparar os atributos desenvolvidos e as funções de valor com aqueles obtidos neste trabalho;
- Verificar a existência de alternativas comuns independente do contexto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA (AGEM). **Indicadores Metropolitanos da Baixada Santista (IMBS)**. 20. ed. São Paulo: AGEM, 2008.

AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA (AGEM). **Estudos técnicos, levantamentos, diagnóstico e diretrizes para elaboração do plano cicloviário metropolitano da Região Metropolitana da Baixada Santista (PCM-BS)**, 2006. Disponível em: <<http://www.agem.sp.gov.br/midia/PCM-SUMARIO-APRESENTACAO-E-INTRODUCAO-DO-PCM.pdf>>. Acesso em: 05/10/2017.

AGRAR – CONSULTORIA E ESTUDOS TÉCNICOS. **Estudo de impacto ambiental – Metrô: linha 3**, Rio de Janeiro: Agrar, 2006.

ALOUCHE, P. L. **VLT: um transporte moderno sustentável e urbanisticamente correto para as cidades brasileiras**. In: SEMANA DE TECNOLOGIA METROVIÁRIA AEAMESP, 14., 2008, São Paulo. Disponível em: <<http://www.aeamesp.org.br/biblioteca/stm/14SMTF0809T09.pdf>>. Acesso em: 12/04/2018.

ALTER, C. H. Evaluation of public transit services: the level of service concept. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, Washington, D.C., n. 606, pp. 37-40, 1976.

AMEKUDZI, A. A.; KHISTY, C. J.; KHAYESI, M. Using the sustainability footprint model to assess development impacts of transportation systems. **Transportation Research – Part A**, v. 43, pp. 339-348, 2009.

ANDRADE, A. A.; PEREIRA, L.; ANDRADE, R. A. Transporte hidroviário. **Revista dos Transportes Públicos**, n. 100, pp. 241-250, ano 25, 2003.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES DE PASSAGEIROS SOBRE TRILHOS (ANPTrilhos). VLT da Baixada Santista atinge 1 milhão de passageiros transportados. **ANPTrilhos**, 29/03/2017. Disponível em: <<http://anptrilhos.org.br/vlt-da-baixada-santista-atinge-1-milhao-de-passageiros-transportados/>>. Acesso em: 20/11/2017.

BANCO MUNDIAL. **Cidades em movimento: estratégias de estudo do Banco Mundial**. São Paulo: Sumatra Editorial, 2003.

BAHIA. Governo do Estado. **Lei nº 12.044**, de 04 de Janeiro de 2011. Dispõe sobre o Sistema de Transporte Hidroviário Intermunicipal de Passageiros e Veículos do Estado da Bahia – SHI, e dá outras providências, 2011a. Disponível em <<http://www.jusbrasil.com.br/topicos/26304744/lei-n-12044-de-04-de-janeiro-de-2011-da-bahia>>. Acesso em: 09/04/2018.

_____. Governo do Estado. **Decreto nº 13.168**, de 12 de agosto de 2011. Regulamenta a Lei Estadual nº 12.044, de 04 de janeiro de 2011, que dispõe sobre o Sistema de Transporte

Hidroviário Intermunicipal de Passageiros e Veículos do Estado da Bahia – SHI, e dá outras providências, 2011b. Disponível em < <http://www.jusbrasil.com.br/topicos/26374218/decreto-n-13168-de-12-de-agosto-de-2011-da-bahia>>. Acesso em: 09/04/2018.

BANA E COSTA, C. A. **Structuration, construction et exploitation d'un modèle multicritère d'aide à la décision**. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas) – Universidade Técnica de Lisboa, 1992.

BANA E COSTA, C. A.; SILVA, F. N. M.; VANSNICK, J. C. Conflict dissolution in the public sector: a case-study. **European Journal of Operational Research**, v. 130, 388-401, 2001.

BANISTER, D. The sustainable mobility paradigm. **Transport Policy**, v. 15, n. 2, pp. 73-80, 2008.

BANISTER, D. Citys, mobility e climate changes. **Journal of Transport Geography**, v. 19, n. 6, pp.1538-1546, 2011.

BARANDIER, J. R., Niterói's central area urban redevelopment project: planning to achieve sustainable mobility in metropolitan area of Rio de Janeiro. **Transportation Research Procedia**, v. 25, pp. 3116-3128, 2017.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Prentice-Hall, 2007.

BEILER, M. O. Organizational sustainability in transportation planning: evaluation of multi-jurisdictional agency collaboration. **Journal of Transport Geography**, v. 52, pp. 29-37, 2016.

BELTON, V., STEWART, T. J. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2002.

BICKEL, P.; AHVENHARJU, S.; KÖNNÖLÄ, T.; HJELT, M.; TOMMASE, R.; AREND, M. *et al.* **SUMMA** – Sustainable mobility, policy measures and assessment. [S/l.]: European Commision, 2003. Disponível em: <<http://www.tmlleuven.be/project/summa/summa-d2.pdf>>. Acesso em: 12/05/2018.

BISCA, P.; RODRIGUES, J. L. F.; GALVES, M. L. A multicriteria approach for the analysis of the Northwest Busway Project in Campinas Metropolitan Region. **European Transport Conference**, Noordwijkerhout, v. 1, pp.1-14, 2007.

BLACK, W.R. Sustainable transportation: an US perspective. **Journal of Transport Geography**, v. 4, n. 3, pp. 151-159, 1996.

BLACK, W.R. Socio-economic barriers to sustainable transport. **Journal of Transport Geography**, v. 8, pp. 141-147, 2000.

BOGART, W.T. **Don't call it sprawl**: metropolitan structure in the 21st century. Cambridge: Cambridge University Press, 2006.

BRAGA, R.; CARVALHO, P. F. Cidade: espaço da cidadania. In: **Pedagogia Cidadã** – Cadernos de Formação: Ensino de Geografia. São Paulo: UNESP-PROPP, 2004. pp. 105-120.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Plano Mob** – Cadernos de referência para elaboração de plano de mobilidade urbana. Brasília: Ministério das Cidades, 2007. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSEMOB/Biblioteca/LivroPlanoMobilidade.pdf>>. Acesso em: 12/12/2014.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº 05**, de 21 de maio de 2004a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033927.pdf>. Acesso em: 18/01/2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 443**, de 17 de dezembro de 2014, a. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_444_2014_lista_esp%C3%A9cies_ame%C3%A7adas_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 19/01/2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria nº 444**, de 17 de dezembro de 2014, b. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_444_2014_lista_esp%C3%A9cies_ame%C3%A7adas_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 18/01/2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 420**, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: 18/01/2018.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Constituição da República Federativa do Brasil, 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 09/04/2018.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 3.551**, de 4 de agosto de 2000. Institui o Registro de Bens Culturais de Natureza Imaterial que constituem patrimônio cultural brasileiro, cria o Programa Nacional do Patrimônio Imaterial e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3551.htm>. Acesso em: 18/01/2018.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 5.296**, de 2 de dezembro de 2004b. Regulamenta as Leis nºs 10.048, de 8 de novembro de

2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: 18/01/2018.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto-lei nº 25**, de 30 de novembro de 1937. Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0025.htm>. Acesso em: 18/01/2018

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei Complementar nº 14**, de 8 de junho de 1973. Estabelece as regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Salvador, Curitiba, Belém e Fortaleza. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp14.htm>. Acesso em: 09/04/2018.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 3.924**, de 26 de julho de 1961. Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/leis/1950-1969/L3924.htm>. Acesso em: 18/01/2018.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 11.428**, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=526>>. Acesso em: 19/01/2018.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.587**, de 3 de janeiro de 2012a. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nºs 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nºs 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm>. Acesso em: 09/04/2018.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012b. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 19/01/2018.

BRINCO, R. **Transporte urbano em questão**. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística, 1985.

BUTTON, K.; NIJKAMP, P. Social change and sustainable transport. **Journal of Transport Geography**, v. 5, n. 3, pp. 215-218, 1997.

CAMPOS, V. B. G.; RAMOS, R. A. R.; CORREIA, D. M. S. Multi-criteria analysis procedure for sustainable mobility evaluation in urban areas. **Journal of Advanced Transportation**, v. 43, n. 4, pp. 371-390, 2008.

CENTRE FOR SUSTAINABLE TRANSPORTATION (CST). **Defining Sustainable Transportation**. Canada: CST, 2005. Disponível em: <https://www.wellingtonpark.org.au/assets/wellingtonpark_CSTdefiningsustainabletransportation2005.pdf>. Acesso em: 12/04/2018.

CERTU. Center for Studies on Networks, Transport, Town Planning and Public Buildings., **Le Plan de Déplacements Urbains: Pour une intégration des politiques de mobilité**. Mobilités et transports-outils et méthodes n°1, Septembre, 2012.

COELHO, M.; JUNIOR, W. P.; RIBEIRO, P. C. M. Custo por Quilômetro da Bicicleta como Transporte Diário. In: CONGRESSO RIO DE TRANSPORTES, IX, 2011, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2011.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso Futuro Comum**. New York: ONU, 1987.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Emissões veiculares no estado de São Paulo 2016**. São Paulo: CETESB, 2017. Disponível em: <<http://veicular.cetesb.sp.gov.br/relatorios-e-publicacoes/>>. Acesso em: 05/10/2017.

COMPANHIA PAULISTA DE TRENS METROPOLITANOS (CPTM). Relatório da Administração 2014. Disponível em <<http://www.cptm.sp.gov.br/a-companhia/BalancosDemonstrativos/CPTM%20%20Relat%C3%B3rio%20da%20Administra%C3%A7%C3%A3o%202014%20-%20FINAL.pdf>>. Acessado em 10/04/2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa rodoviária CNT 2016**. Brasília: CNT, 2016.

CONSELHO SUPERIOR DE INVESTIGAÇÕES CIENTÍFICAS. Instituto de Automática Industrial. Sustainable development and urbanization from the perspective of Latin America and the Caribbean. **Workshops ALCUE – Science & Technology**, v. 3, Madrid, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Luis_Moreno22/publication/319069282_Uneven_urban_and_regional_structure_and_the_need_of_strategical_multiparticipated_local_and_country_planning_pp_147_152_of_CSIC_et_al_2002/links/598e3021aca2721d9b4d4f99/Uneven-urban-and-regional-structure-and-the-need-of-strategical-multiparticipated-local-and-country-planning-pp-147-152-of-CSIC-et-al-2002.pdf>. Acesso em: 05/10/2017.

CORREIA, D. M. S.; CAMPOS, V. B. G. **Análise da mobilidade urbana sustentável utilizando estatística espacial**. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2007.

CORREIA, L. F. M.; GALVES, M. L. Estruturação do problema da ligação para veículos entre as cidades de Santos e Guarujá In: CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (CONINFRA), 4, 2010, São Paulo. **Anais...**, vol. 1, pp.1-17, São Paulo, 2010.

CRUZ, W. S.; SANTIAGO, M. C.; CAMARA, A. B. L. A.; FREIRE FILHO, J. A.; COSTA, A. M. N. Veículo leve sobre trilhos: solução ou problema para o transporte público nas cidades brasileiras de médio porte? In: CONGRESSO ANTP, 19, Brasília, 2013. Disponível em: <http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/10/07/E9439937-9066-42FD-A262-83C2355BAE20.pdf>. Acesso em: 03/03/2017

CURTIS, C. Creating livable streets: developing traffic management guidelines for Western Australia. In: WILLIAMS, K. (ed.). **Spatial planning, urban form and sustainable transport**. England: Ashgate, 2005. pp. 183-202.

D'AGOSTO, M. A. **Transporte, uso de energia e impactos ambientais: uma abordagem introdutória**. 1. ed. São Paulo: Elsevier, 2015.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT. Scottish Government Executive and Welsh Assembly Government. **Transport Statistics Great Britain (TSGB)**. 34th ed. London: TSO, 2008.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM (DER). **Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo 2006**. Disponível em: <<http://www.der.sp.gov.br/Website/Acessos/Documentos/mapas.aspx>>. Acesso em: 12/04/2018.

DESENVOLVIMENTO ROVIÁRIO S. A. (DERSA). **Travessias litorâneas: travessias litorâneas 2012**. Disponível em: <<http://www.dersa.sp.gov.br/travessias/estatistica.asp>>. Acesso em: 06/05/2013.

DREBORG, K. H. **Scenarios and structural uncertainty**. Stockholm: Department of Infrastructure/Royal Institute of Technology, 2004.

DUMBAUGH, E., RAE, R. Safe urban form: revisiting the relationship between community design and traffic safety. **Journal of the American Planning Association**, v. 75, n. 3, pp. 309-329, 2009.

EDEN, C. Cognitive mapping. **European Journal of Operational Research**, v. 36, pp. 1-13, 1988.

EDEN, C.; JONES, S.; SIMS, D. **Thinking in organizations**. [S/l.]: Redwood Burn Ltd, 1979.

EMPRESA DE TRENS URBANOS DE PORTO ALEGRE S. A. (TRENSURB). **Estações e sistemas**. Disponível em: <http://www.trensurb.gov.br/paginas/paginas_detalhe.php?codigo_sitemap=15>. Acesso em: 11/04/2018.

EMPRESA METROPOLITANA DE TRANSPORTES URBANOS (EMTU). Consórcio Projetos SIM RMBS. Sistema Integrado Metropolitano da Baixada Santista. **Estudo Preliminar – Pesquisa Mini OD Domiciliar**, 2013. 137p. Disponível em: <http://www.agem.sp.gov.br/midia/RT-2.10.00.008V9-004_Rev-0-pesquisa-OD-2012.pdf>. Acesso em: 12/04/2018.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S. M. **Apoio à decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. Florianópolis: Insular, 2001.

EUROPEAN CONFERENCE OF MINISTERS OF TRANSPORT (ECMT). **Assessment and decision making for sustainable transport**. France: ECMT, 2004. Disponível em: <<https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/04assessment.pdf>>. Acesso em: 12/04/2018.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). **Urban sprawl in Europe – The ignored challenge**. Copenhagen: EEA, 2006. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2006_10/eea_report_10_2006.pdf/view>. Acesso em: 09/04/2018.

FERRAZ, A. C.; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano**. 2. ed. São Carlos: Rima, 2004.

FERREIRA, D.; SILVA, J. P.; BASTOS SILVA, A. Impactos dos modos de transporte sustentáveis em instituições de ensino superior – O caso do Instituto Politécnico de Leiria. In: CONGRESSO RODOVIÁRIO PORTUGUÊS, 7., 2013, Abril, **Novos desafios para a atividade rodoviária**. Lisboa: LNEC, 2013.

FOLGER, J. P.; POOLE, M. S. **Working through conflict: a communication perspective**. Glenview, IL: Scott, 1984.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FRANCO, L. A.; MONTIBELLER, G. **Problem structuring for multi-criteria decision analysis**. Working Paper 115. London: London School of Economics and Political Science, 2009.

FREITAS, R. Regiões Metropolitanas: uma abordagem conceitual. **Humanae**, v. 1, n. 3, p. 44-53, Dez. 2009.

GALVES, M. L. **Structuring decision situations: a brief overview**. Advances in multicriteria decision aid. Brest: [s/ed.], 2005.

GALVES, M. L.; MARTINES, M. C.; MARUFUJI, P. R. Análise multicritério de decisão aplicada em serviços de transporte público no atendimento da linha suburbana entre os municípios de Charqueada e Piracicaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE TRÂNSITO E TRANSPORTE, 16., out., 2007, Maceió. **Anais...** Maceió: Associação Nacional de Transportes Públicos (ANTP), 2007.

GALVES, M. L.; WATANABE, J. S.; CORREIA, L. F. M.; SARTORI, I. Structuring and evaluation of the railroad connection between São Paulo Metropolitan Region and Viracopos International Airport. In: **WORLD CONFERENCE ON TRANSPORT RESEARCH**, 12., 2010, Lisboa. **Proceedings...**, v. 1, pp.1-22, Lisboa, 2010.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2009.

GEURS, K., VAN WEE, B. Backcasting as a tool to develop a sustainable transport scenario assuming emission reductions of 80-90%. **Innovation**, v. 13, n. 1, pp. 47-62, 2000.

GHIDINI JR., R. O desenho urbano pode influir sobre os atropelamentos? **Revista dos Transportes Públicos**, v. 126, p. 55-72, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOLDMAN, T.; GORHAM, R. Sustainable urban transport: four innovative directions. **Technology in Society**, n. 28, pp. 261-273, 2006.

GORHAM, R. **Air pollution from ground transportation**. An assessment of causes, strategies and tactics, and proposed actions for the international community. [S/l.]: United Nations, 2002. Disponível em: <<http://www.un.org/esa/gite/csd/gorham.pdf>>. Acesso em: 12/04/2017.

GÖSSLING, S. Urban transport justice. **Journal of Transport Geography**, n. 54, jun., pp. 1–9, 2016.

GREENE, D. L.; WEGENER, M. Sustainable transport. **Journal of Transport Geography**, v. 5, n. 3, pp. 177-190, 1997.

GRUPO CCR. **Movimentação de Passageiros no Serviço de Travessia de Passageiros no Rio de Janeiro em 2014** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <luizfmc7@terra.com.br> em 10 de fevereiro de 2017.

GUDMUNDSSON, H.; HÖJER, M. Sustainable development principles and their implications for transport. **Ecological Economics**, v. 19, pp. 269-282, 1996.

HIMANEN, V.; LEE-GOSSELIN, M.; PERRELS, A. Sustainability and the interactions between external effects of transport. **Journal of Transport Geography**, v. 13 pp. 23-28, 2005.

HULL, A. Policy integrations: what will it take to achieve more sustainable transport solutions in cities? **Transport Policy**, v. 15, pp. 94-103, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Frota de Veículos por município**. Diário Oficial da União nº 167. Brasília, 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10/09/2017.

_____. **Resolução Nº 4, de 28 de agosto de 2017**. Diário Oficial da União nº 167. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=30/08/2017&jornal=1&pagina=58&totalArquivos=192>>. Acesso em: 10/09/2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas aglomerações urbanas brasileiras**. Brasília: IPEA, 2003.

_____. **Logística e transportes no Brasil: uma análise do programa de investimentos 2013-2017 em rodovias e ferrovias**. Relatório de pesquisa. Brasília: IPEA, 2016.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (IGC). **Divisão Municipal do Estado de São Paulo**. Mapa. São Paulo: IGC, 1998. Disponível em: <http://www.igc.sp.gov.br/produtos/mapas_ra.aspx?>. Acesso em: 12/12/2017.

INSTITUTO PÓLIS. **Litoral sustentável: desenvolvimento com inclusão social – Resumo executivo**. São Paulo: 2013. Disponível em: <<http://litoralsustentavel.org.br/wp-content/uploads/2013/09/Resumo-Executivo-Regional-Litoral-Sustentavel.pdf>>. Acesso em: 10/02/2016.

JEON, C. M.; AMEKUDZI, A. Addressing sustainability in transportation systems: definitions, indicators, and metrics. **Journal of Infrastructure Systems**, v. 11, n. 1, pp. 31-50, 2005.

JONES, S.; TEFE, M.; APPIAH-OPOKU, S. Proposed framework for sustainability screening of urban transport projects in developing countries: a case study of Accra, Ghana. **Transportation Research Part A**, v. 49, pp. 21–34, 2013.

KEENEY, R. L. **Value focused thinking: a path to creative decision making**. Cambridge: Harvard University Press, 1992.

KITAMURA, R.; MOKHTANAN, P.; LAIDET, L. **A micro-analysis of land use and travel in five neighborhoods in the San Francisco Bay area**. Davis: University of California at Davis, 1994.

LALEHPOUR, M. Recognition of management structure and spatial planning in Tehran metropolitan area. **Journal of Urban Management**, v. 5, pp. 3-15, 2016.

LARWIN, T.; GRAY, G.; KELLEY, N. **Bus Rapid Transit: a handbook for partners**. San Jose: Mineta Transportation Institute, 2007. Disponível em: <<http://trid.trb.org/view.aspx?id=863306>>. Acesso em: 10/01/2016.

LERNER, J.; CENEVIVA, C. **Avaliação comparativa das modalidades de transporte público urbano** [online]. Brasília: Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos, 2009. Disponível em: <<http://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub635109537433018893.pdf>>. Acesso em: 10/02/2017.

LITMAN, T. **Reinventing transportation** – Exploring the paradigm shift needed to reconcile transportation and sustainability objectives. Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2003. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/e639/18634cd4777fe0c200192a0f839837a209a2.pdf>>. Acesso em: 05/10/2017.

LITMAN, T. Sustainable transportation and TDM. **Online TDM Encyclopedia**. Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2009. Disponível em: <<http://www.vtpi.org/tdm/tdm67.htm>>. Acesso em: 10/03/2015.

LITMAN, T. **Well measured**: developing indicators for sustainable and livable transport planning. Canada: Victoria Transport Policy Institute, 2012. Disponível em: <<http://www.vtpi.org/wellmeas.pdf>>. Acesso em: 1º/02/2015.

LIU, L.; ALAIN, L. H. Transport and land use interaction: a French case of suburban development in the Lille Metropolitan Area (LMA). **Transportation Research Procedia**, v. 4, pp. 120–139, 2014. Doi: 10.1016/j.trpro.2014.11.011.

MACHADO, M. L. L.; ARY, J. C. A. **Bicicleta**: uma opção de transporte. Brasília: Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes/Ministério dos Transportes, 1986.

MAGALHÃES, G. **Introdução à metodologia da pesquisa**: caminhos da ciência e tecnologia. São Paulo: Ática, 2005.

MARTENS, K. The bicycle as a feeding mode: experiences from three European countries. **Transportation Research Part A – Policy and Practice**, v. 31, p. 4, pp. 326-338, 2004.

MELO, F. B., MOREIRA, M. E. P. O pedestre como componente básico da concepção dos espaços públicos. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE – ANPET, XIX, 2005, Recife. **Anais...** Recife: ANPET, 2005.

MOHAN, D.; TIWARI, G. **Traffic safety in low income countries**: reflections on the transfer of traffic safety knowledge to motorizing nations. Victoria: ARRB Transport Research Ltd., 1998. pp. 27–56.

MONTIBELLER, G.; FRANCO, L. A.; LORD, E.; IGLESIAS, A. Structuring resource allocation decisions: a framework for building multi-criteria portfolio models with area-grouped options. **European Journal of Operational Research**, v. 199, pp. 846-856, 2009.

MORRIS, B. The car user's perspective. In: BANISTER, D.; BUTTON, K (eds.). **Transport, the environment and sustainable development**. London: E. & F. N., 1996.

MUSÉE DES TRANSPORTS URBAINS DE FRANCE (AMTUIR). **Histoire générale des transports**, 2014. Disponível em: <http://www.amtuir.org/03_htu_generale/htu_1_avant_1870/htu_1.htm>. Acesso em: 10/10/2017.

NETO, W. A. P.; MOREIRA, M. E. P. Avaliação do Índice de Desempenho Operacional de Transporte Metropolitano e Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES – ANPET, XIV, 2000, Gramado. **Relatórios de teses e dissertações em andamento**. Recife: ANPET, 2000. v. 1, p. 125-128.

NEW YORK CITY DEPARTMENT OF HEALTH AND MENTAL HYGIENE (NYCH). **Health Benefits of active transportation in New York City**. NYC Vital Signs Special Report. New York: NYCH, 2011. Disponível em: <<http://www1.nyc.gov/assets/doh/downloads/pdf/survey/survey-2011active-transport.pdf>>. Acesso em: 1º/06/2017.

NIJKAMP, P. Roads toward environmentally sustainable transport. **Transportation Research – Part A: Policy and Practice**, v. 28a, n. 4, pp. 261-271, 1994.

OBELHEIRO, M. O desenho de cidades seguras. **WRI Brasil – Ross Center**. Porto Alegre, julho, 2016. Disponível em: <<http://wricidades.org/research/publication/o-desenho-de-cidades-seguras>>. Acesso em: 20/12/2017.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Guidelines towards environmentally sustainable transport**. [S/l.]: OECD, 2002.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Scenarios for environmentally sustainable transport**. v. 1 e 2. [S/l.]: OECD, 1998.

OLIVEIRA, A. C. C. Vibrações e amortecimento no metrô. **Revista Engenharia**, n. 617, pp. 223-227, 2013. Disponível em: <https://issuu.com/www.viapapel.com.br/docs/617_web>. Acesso em: 02/08/2017.

ORTÚZAR, J. D.; IACOBELLI, A.; VALEZE, C. Estimating demand for cycleway networks. **Transportation Research Part A** 34, pp. 353-373, 1999.

PAIVA, C. Análise socioeconômica das viagens de bicicleta e das viagens a pé passíveis de serem convertidas em viagens de bicicleta na Região Metropolitana de São Paulo. **Revista dos Transportes Públicos**, ano 35, 3º quadrimestre, 2012. Disponível em: <http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/01/10/3B638861-6026-4B48-96FD-B0CB044E47FF.pdf>. Acesso em: 05/05/2017.

PEDROSO, F. F. F.; NETO, V. C. L. Transportes e metrópoles: um manifesto pela integração. In: FURTADO, B. A.; KRAUSE, C.; FRANÇA, K. C. B. (eds.). **Território Metropolitano, políticas municipais: por soluções conjuntas de problemas urbanos no âmbito metropolitano**. Brasília: IPEA, 2013.

PEREIRA, E.; BALAGO, R. Muita tinta e 2 anos depois, ciclovias passam a fazer parte da vida da cidade. Dois anos de ciclovias em São Paulo. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 4 jun. 2016. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/saopaulo/2016/06/1778012-muita-tinta-e-2-anos-depois-ciclovias-passam-a-fazer-parte-da-vida-da-cidade.shtml>>. Acesso em: 20/09/2017.

PEZZUTO, C. C.; SANCHES, S. P. Identificação dos fatores que influenciam o uso da bicicleta. In: ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XVIII, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANPET, 2004.

PONTES, T. F. **Avaliação da mobilidade urbana na área metropolitana de Brasília**, 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

PUCHER, J.; DIJKSTRA, L. Promoting safe walking and cycling to improve public health: lessons from the Netherlands and Germany. **American Journal of Public Health**, v. 93, n. 9, pp. 1509-1516, Sep., 2003.

PUCHER, J.; KOMANOFF, C.; SCHIMEK, P. Bicycling Renaissance in North America? Recent trends and alternative policies to promote bicycling. **Transportation Research Part A**, v. 33, n. 7/8, pp. 625-654, 1999.

QURESHI, I. A. Urban transport and sustainable transport strategies: a case study of Karachi, Pakistan. **Tsinghua Science and Technology**, v. 12, n. 3, pp. 309-317, Jun., 2007.

RAHMAN, A. U. Urban sustainability through strategic planning: a case of metropolitan planning in Khulna city, Bangladesh. **Journal of Urban Management**, v. 5, pp. 16-22, 2016.

REZENDE, M. A. **Influência do transporte sobre o nível de estresse dos trabalhadores: trajeto entre residência e local de trabalho**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2012.

RIBEIRO, D. M. S.; FREITAS, I. M. D. P. A bicicleta como moda de transporte alternativo e integrado – o caso de Salvador. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE – ANPET, XIX, 2005, Recife. **Anais...** Recife: ANPET, 2005.

RIBEIRO, L. C. Q.; RODRIGUES, J. M. **Estado da Motorização Individual no Brasil – Relatório 2015**. Rio de Janeiro: Observatório das Metrôpoles, 2015.

RIBEIRO, L. C. Q.; RODRIGUES, J. M. **Evolução da frota de automóveis e motos no Brasil 2001-2012 (Relatório 2013)**. Rio de Janeiro: Observatório das Metrôpoles, 2013.

RICHARDSON, B. C. Sustainable transport: analysis frameworks. **Journal of Transport Geography**, v. 13, pp. 29-39, 2005.

ROY, B. **Multicriteria methodology for decision aiding**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.

ROY, B.; BOUYSSOU, D. **Aide multicritère à la décision**: méthodes et cas. Paris-Londres: London School of Economics and Political Science, 1993.

Rupprecht Consult: Guidelines. **Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan**. P. 8, Jan, 2014. Disponível em: <<http://www.eltis.org/mobility-plans/sump-concept>>. Acesso em: 08/01/2018.

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. **Decreto nº 60.865**, de 28 de outubro de 2014. Dispõe sobre a aplicação na Região Metropolitana de Sorocaba da legislação regulamentadora do transporte coletivo de passageiros, por ônibus, da Região Metropolitana de S. Paulo, da Região Metropolitana da Baixada Santista e da Região Metropolitana de Campinas e da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, e dá providências correlatas. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2014/decreto-60865-28.10.2014.html>>. Acesso em: 09/04/2018.

_____. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Secretaria Geral Parlamentar. **Lei Complementar nº 815**, de 30 de julho de 1996. Cria a Região Metropolitana da Baixada Santista e autoriza o Poder Executivo a instituir o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana da Baixada Santista, a criar entidade autárquica, a construir o Fundo de Desenvolvimento Metropolitano da Baixada Santista, e dá providências correlatas. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/legislacao/norma.do?id=10177>>. Acesso em: 09/04/2018.

_____. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Secretaria Geral Parlamentar. **Lei Complementar nº 870**, de 19 de junho de 2000. Cria a Região Metropolitana de Campinas, o Conselho de Desenvolvimento da Região Metropolitana de Campinas e autoriza o Poder Executivo a instituir entidade autárquica, a constituir o Fundo de Desenvolvimento Metropolitano da Região de Campinas, e dá providências correlatas. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=5198>>. Acesso em: 09/04/2018.

_____. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Secretaria Geral Parlamentar. **Lei Complementar nº 1.166**, de 09 de janeiro de 2012. Cria a região metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, e dá providências correlatas. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=165017>>. Acesso em: 09/04/2018.

_____. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Secretaria Geral Parlamentar. **Lei Complementar nº 1.241**, de 08 de maio de 2014. Cria a Região Metropolitana de Sorocaba e dá providências correlatas. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=172854>>. Acesso em: 09/04/2018.

_____. **Lei Complementar Estadual nº 1.290**, 6 de julho de 2016. Cria a Região Metropolitana de Ribeirão Preto. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/norma/?tipo=Lei%20Complementar&numero=1290&ano=2016>>. Acesso em: 09/04/2018.

SHAHEEN, S.A. MARTIN, E.W. CHAN, N.D. COHEN, A.P. POGODZINSKI, M. **Public bikesharing in North America during a period of rapid expansion**: understanding

business models, industry trends and user impacts. San Jose: Mineta Transportation Institute, 2014.

SHIFTAN, Y.; KAPLAN, S.; HAKKERT, S. Scenario building as a tool for planning a sustainable transportation system. **Transportation Research D – Transport and Environment**, v. 8, n. 5, pp. 323-342, 2003.

SHÖN, D. A. **Beyond the stable state**. New York: Norton Library, 1971.

SILVA, A. N. R.; COSTA, M. S.; MACEDO, M. H. Multiple views of sustainable urban mobility: the case of Brazil. **Transport Policy**, v. 15, n. 6, special issue, pp. 350-360, 2008.

STEG, L.; GIFFORD, R. Sustainable transportation and quality of life. **Journal of Transport Geography**, v. 13, pp. 59-69, 2005.

TESTA, J. F. A poluição atmosférica por veículos automotores na Região Metropolitana de São Paulo: causas e impactos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1209-1221, 2015.

TOBIAS, M. Transporte hidroviário em Belém: realidade e perspectivas. **Revista dos Transportes Públicos**, São Paulo, ano 29, 1. trim., pp. 59-68, 2007.

TOBIAS, M. S. G.; CARDOSO, A. S. C. S. A problemática do transporte fluvial para a integração do transporte urbano: o caso da região metropolitana de Belém. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, XXVII, 2013, Belém. **Anais...** Belém, 2013.

TOMAS, K. Inter-municipal disparities in the Czech Republic. **China-USA Business Review**, v. 10, n. 4, pp. 265-277, Ap. 2011.

TRANSPORTATION ASSOCIATION OF CANADA (TAC). Sustainable urban transportation initiatives in Canada. In: APEC FORUM ON URBAN TRANSPORTATION SEOUL, nov. 20-22, 1996, Seoul, 1996. Disponível em: < <http://www.tac-atc.ca/sites/tac-atc.ca/files/site/doc/resources/report-sustainableinitiatives.pdf> >. Acesso em: 04/05/2017.

TRANSPORTATION ASSOCIATION OF CANADA (TAC). Achieving livable cities – Municipal leaders face a major challenge. In: URBAN TRANSPORTATION COUNCIL, 4th, nov. 1998. **Proceedings...**, Ottawa, Canada, 1998.

TRANSPORT FOR LONDON. **Interchange Best Practice** – Guideline 2009. Quick Reference Guide. London: Transport for London, 2009. Disponível em: <http://wricitieshub.org/sites/default/files/pdf_7.pdf>. Acesso em: 12/04/2018.

ULIAN, F. **Sistemas de transportes terrestres de passageiros em tempos de reestruturação produtiva na Região Metropolitana de São Paulo**, 2008. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

UNIÃO EUROPEIA. **Orientações sobre as melhores práticas para limitar, atenuar ou compensar a impermeabilização de solos.** Luxemburgo/Bélgica: União Europeia, 2012.

VALENTE, A. M.; NOVAES, A. G.; PASSAGLIA, E.; VIEIRA, H. **Gerenciamento de Transporte e Frotas.** 3. ed. [S/l.]: Cengage Learning, 2016.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano, espaço e equidade:** análise das políticas públicas. 3. ed. São Paulo: Anablume, 2001.

VASCONCELLOS, E. A. **Mobilidade urbana e cidadania.** Rio de Janeiro: SENAC Nacional, 2012.

VINCKE, P. **Multicriteria decision-aid.** Chichester: Wiley, 1992.

VOLVO. **Guia de mobilidade inteligente.** Programa Mobilidade Volvo [Programa de Computador]. Volvo, 2014.

WILLIAMS, K. **Spatial planning, urban form and sustainable transport (urban planning and environment.** Hardcover, May, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Night noise guidelines (NNGL).** Bonn: European Centre for Environment and Health, 2007. Disponível em: <http://ec.europa.eu/health/ph_projects/2003/action3/docs/2003_08_frep_en.pdf>. Acesso em: 05/05/2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Night noise guidelines for Europe.** Copenhagen: WHO, 2009. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf>. Acesso em: 05/05/2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Global recommendations on physical activity for health.** Geneva: WHO, 2010. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979_eng.pdf>. Acesso em: 10/11/2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Assessment of needs for capacity-building for health risk assessment of environmental noise:** case studies. Copenhagen: World Health Organization (WHO), 2012. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/179116/Assessment-of-needs-for-capacity-building-for-health-risk-assessment-of-environmental-noise,-case-studies-ver-2.pdf?ua=1>. Acesso em: 05/05/2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Make listening safe.** Geneva: WHO, 2015. Disponível em: <http://www.who.int/pbd/deafness/activities/MLS_Brochure_English_lowres_for_web.pdf>. Acesso em: 05/05/2017.

WRIGHT, C. **Transporte rodoviário de ônibus**. Brasília: IPEA, 1992.

XAVIER J. C. A nova política de mobilidade urbana no Brasil: uma mudança de paradigma. **Revista dos Transportes Públicos**, São Paulo, v. 1, n. 111, p. 59-68, 3. trim., 2006.

YEDLA, S.; SHRESTHA, R. M. Multi-criteria approach for the selection of alternative options for environmentally sustainable transport system in Delhi. **Transportation Research Part A**, v. 37, pp. 717–729, 2003.

ZAGATTO, P. A.; LORENZETTI, M. L.; LAMPARELLI, M. C.; SALVADOR, M. E. P.; MENEGON JR., N.; BERTOLETTI, E. Aperfeiçoamento de um índice de qualidade de águas. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 11, n. 2, pp. 111-126, 1999.

ZÜNDT, C. **Baixada Santista: uso, expansão e ocupação do solo, estruturação de rede urbana regional e metropolização**, 2006. Disponível em: <http://www.nepo.unicamp.br/publicacoes/livros/vulnerabilidade/arquivos/arquivos/vulnerab_cap_11_pgs_305_336.pdf>. Acesso em: 05/10/2017.

ANEXO A – FLUXOGRAMA DE APOIO PARA AS ENTREVISTAS INDIVIDUAIS

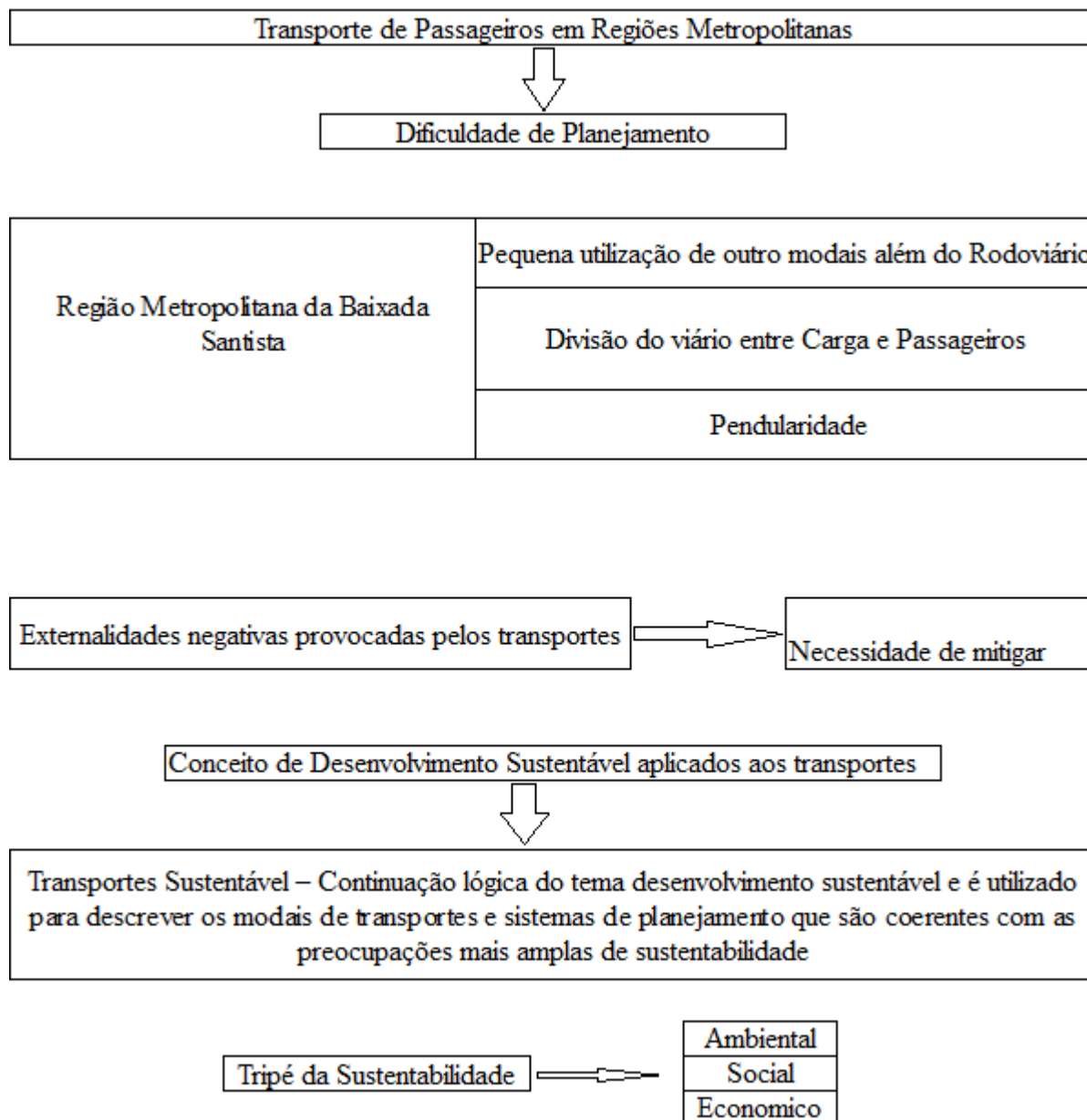


Figura AA1. Fluxograma de apoio para as entrevistas individuais. Fonte: Elaboração do autor.

ANEXO B – HIERARQUIAS INDIVIDUAIS DE TODOS OS ATORES

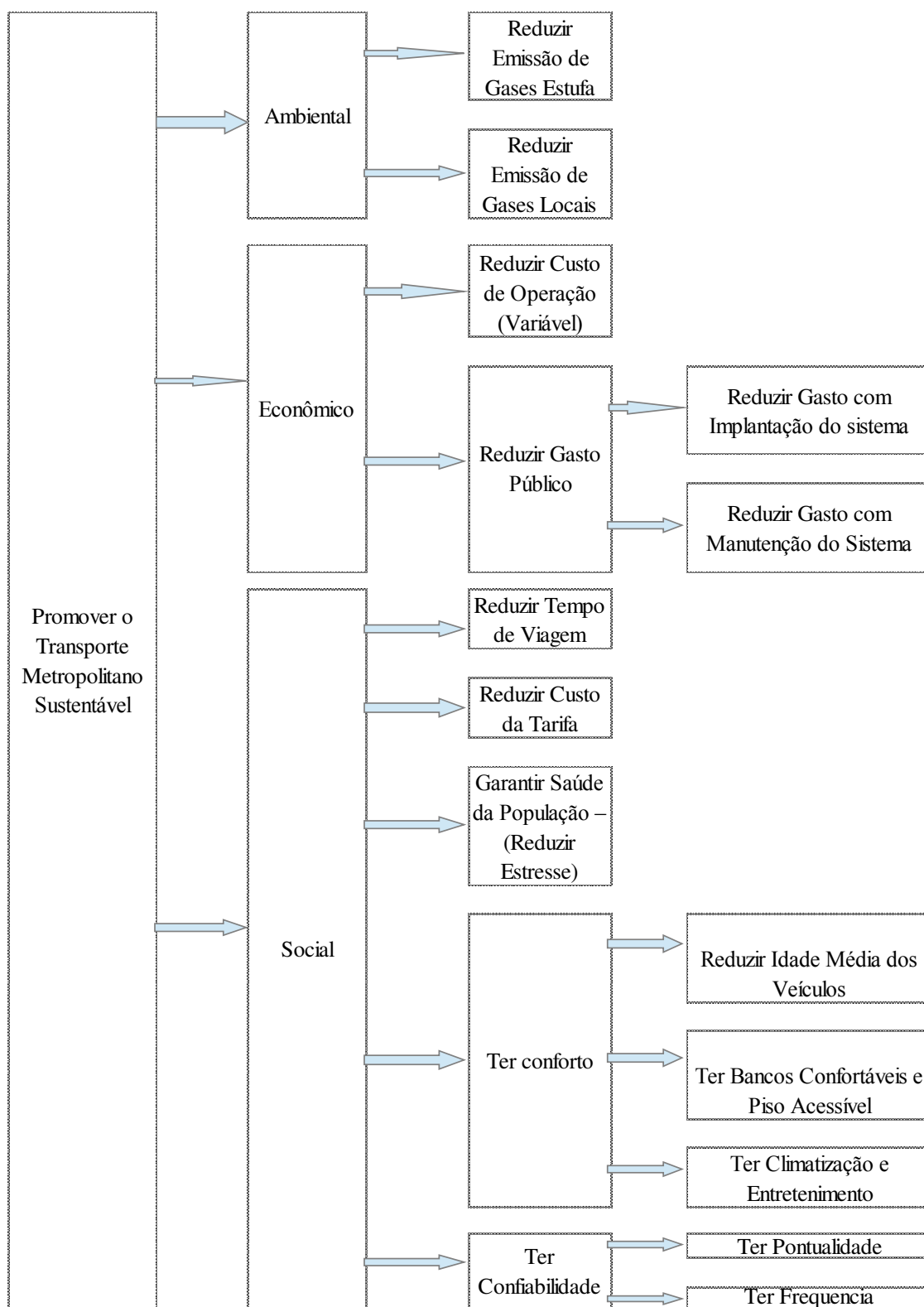


Figura AB1. Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Santos. Fonte: Elaboração do autor.

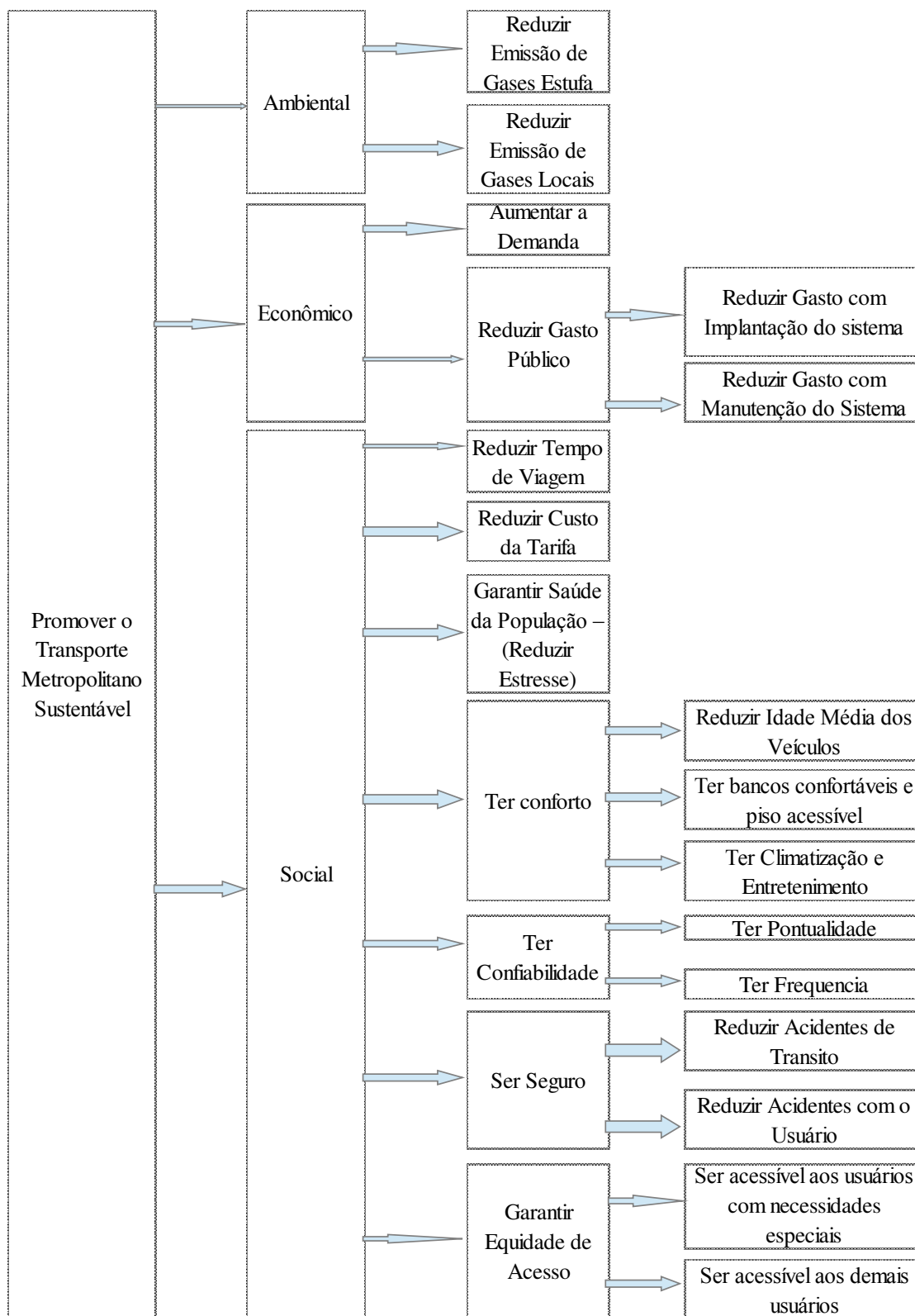


Figura AB2. Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Bertioga. Fonte: Elaboração do autor.

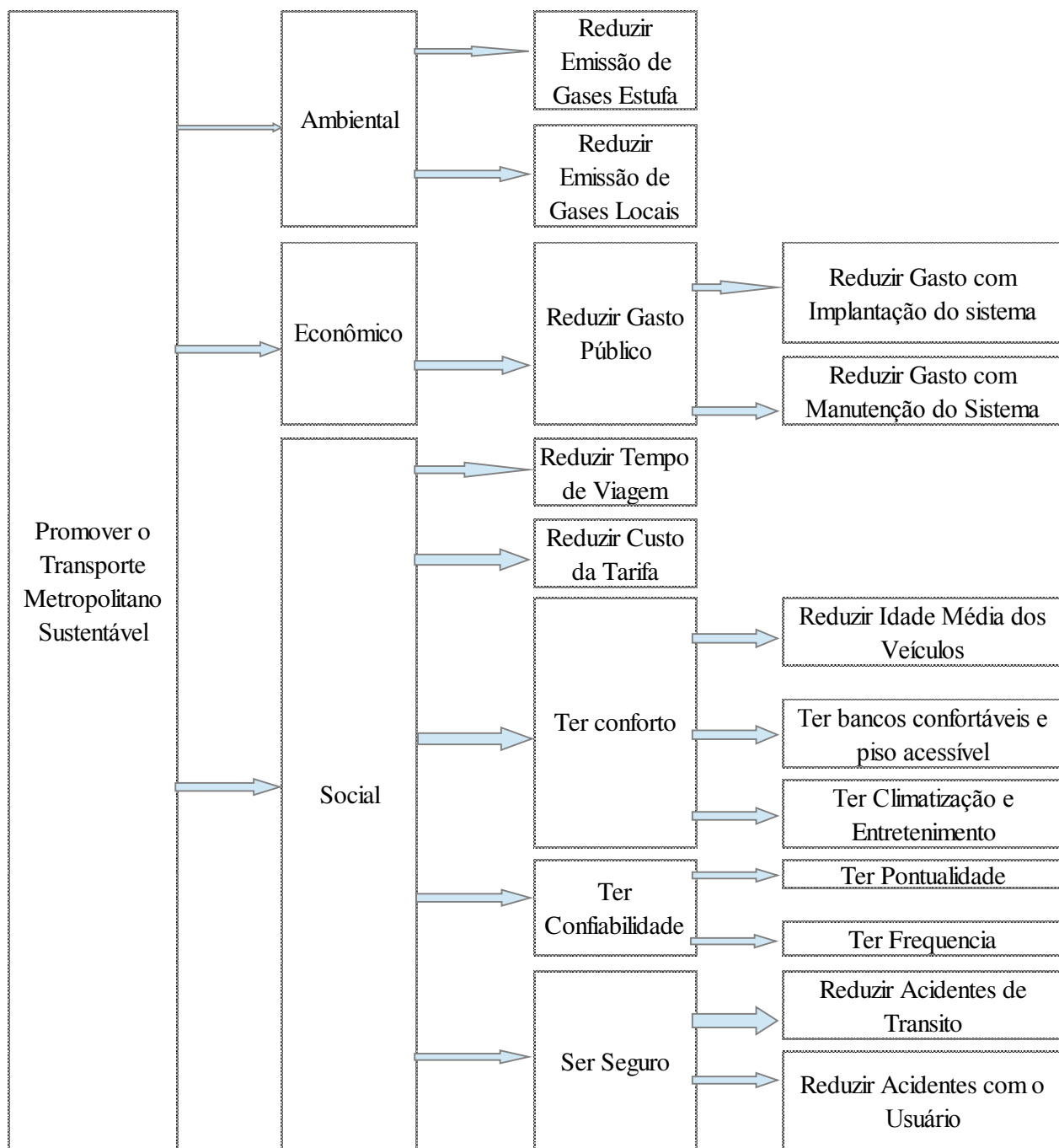


Figura AB3. Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Cubatão. Fonte: Elaboração do autor.

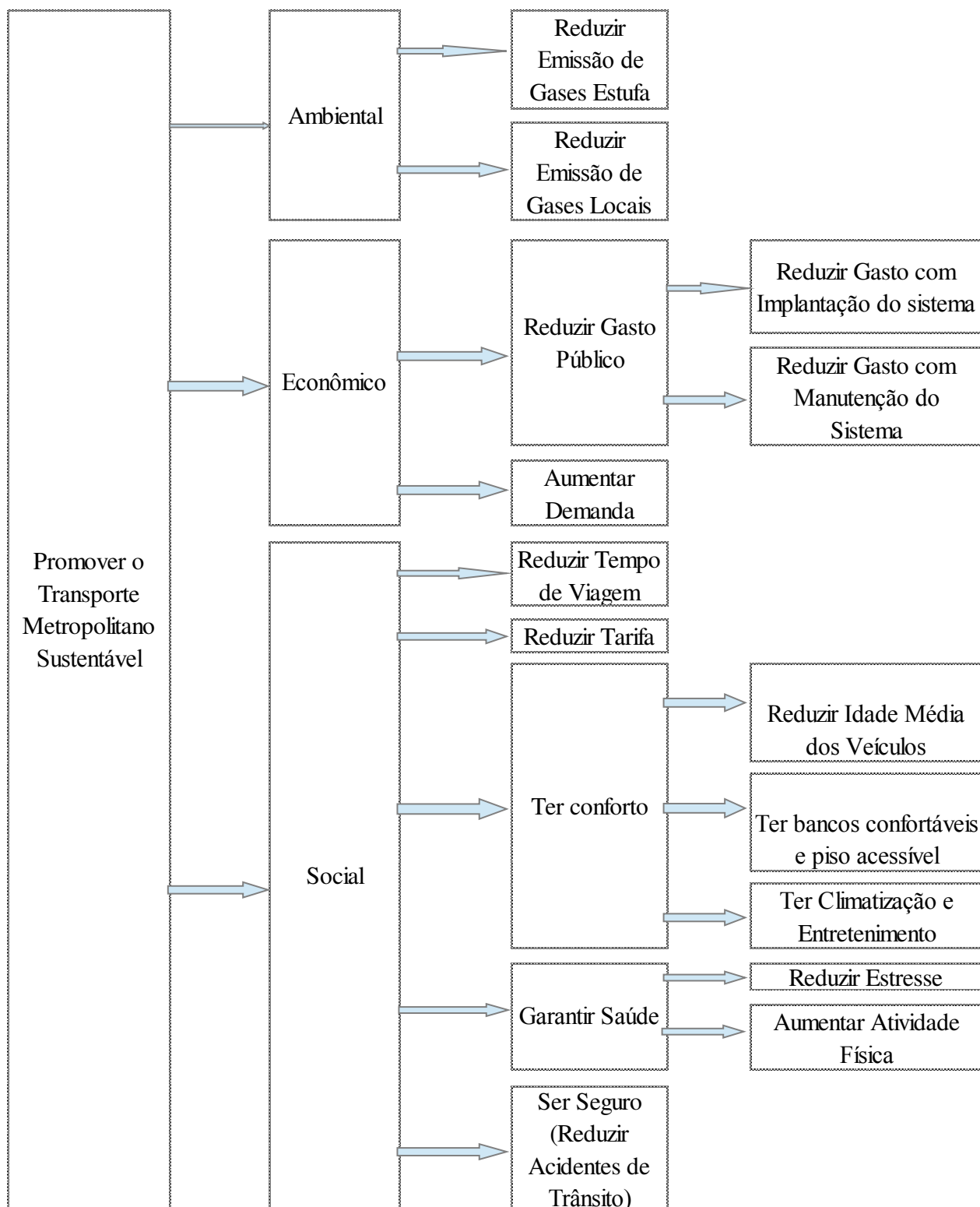


Figura AB4. Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de São Vicente. Fonte: Elaboração pelo Autor.

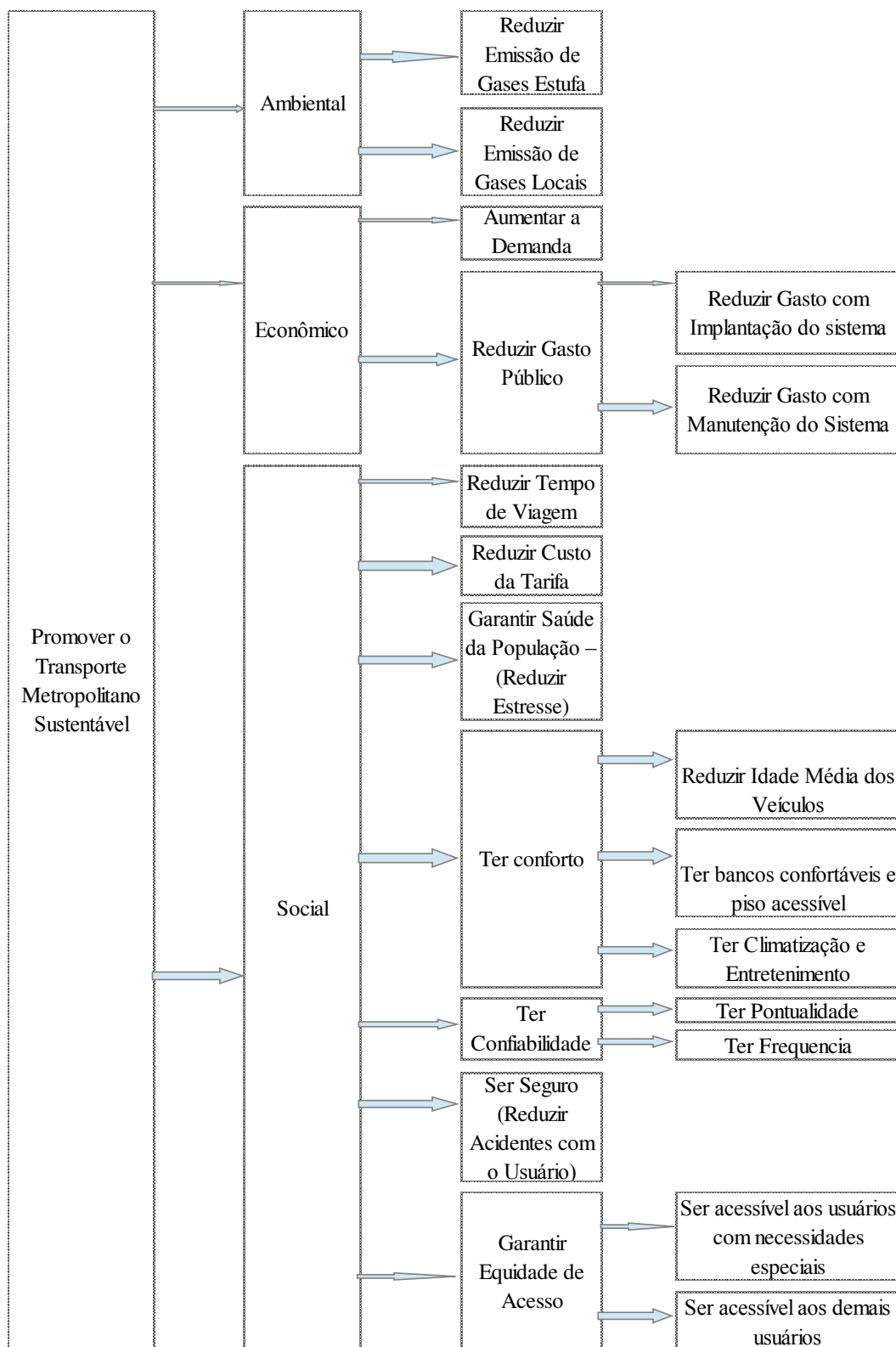


Figura AB5. Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Praia Grande. Fonte: Elaboração do autor.

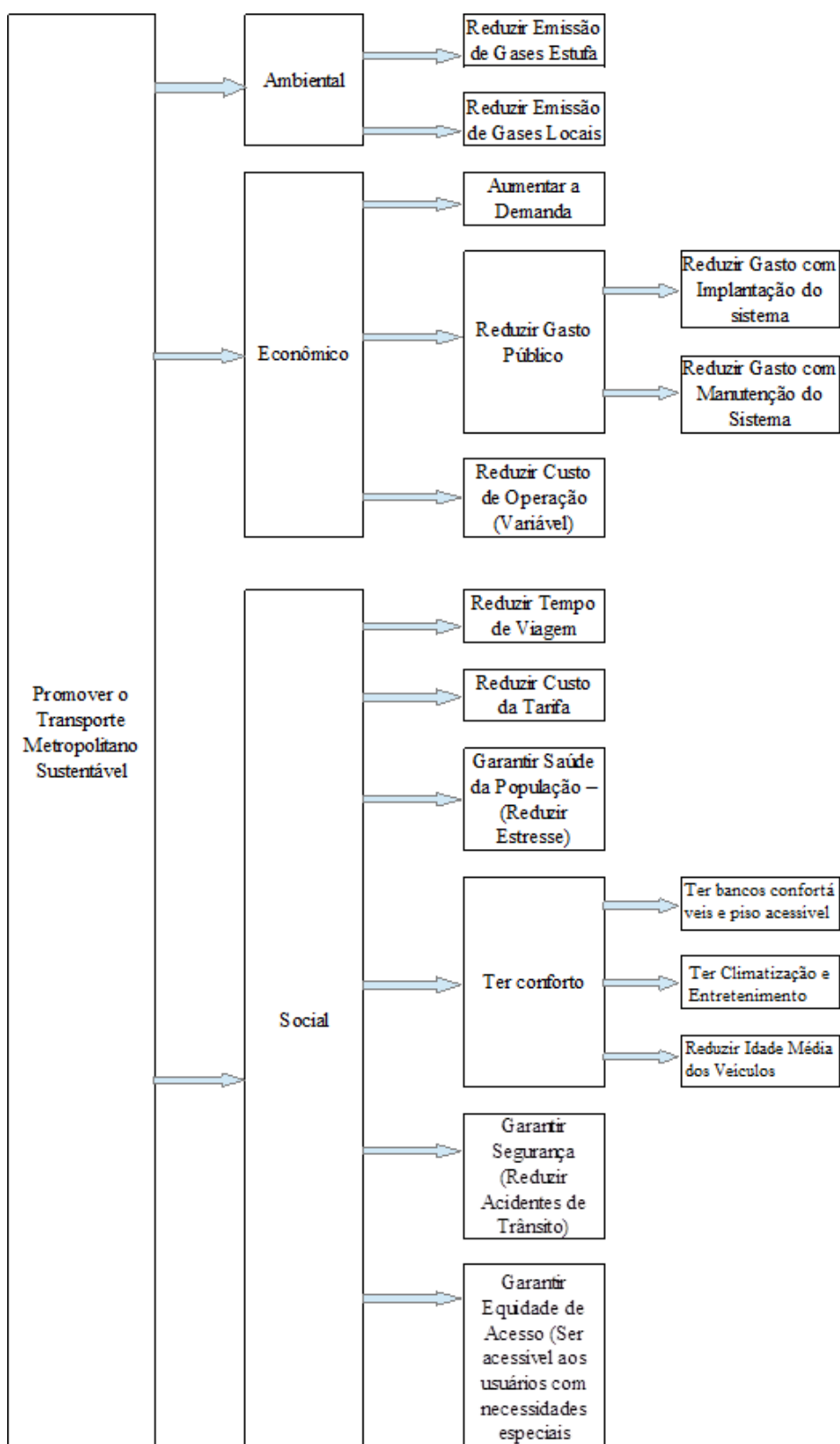


Figura AB6. Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Itanhaém. Fonte: Elaboração do autor.

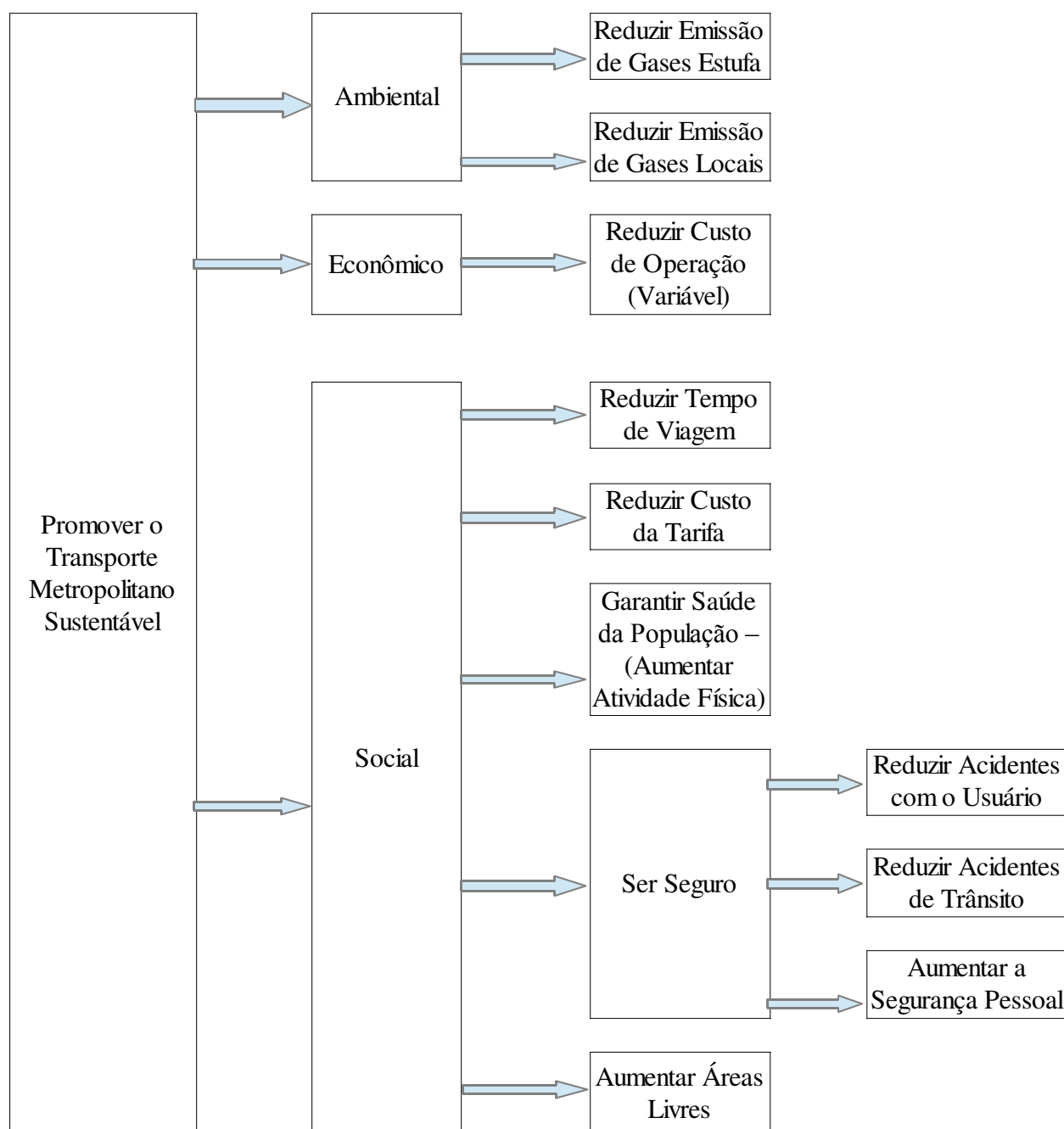


Figura AB7. Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Mongaguá. Fonte: Elaboração do autor.

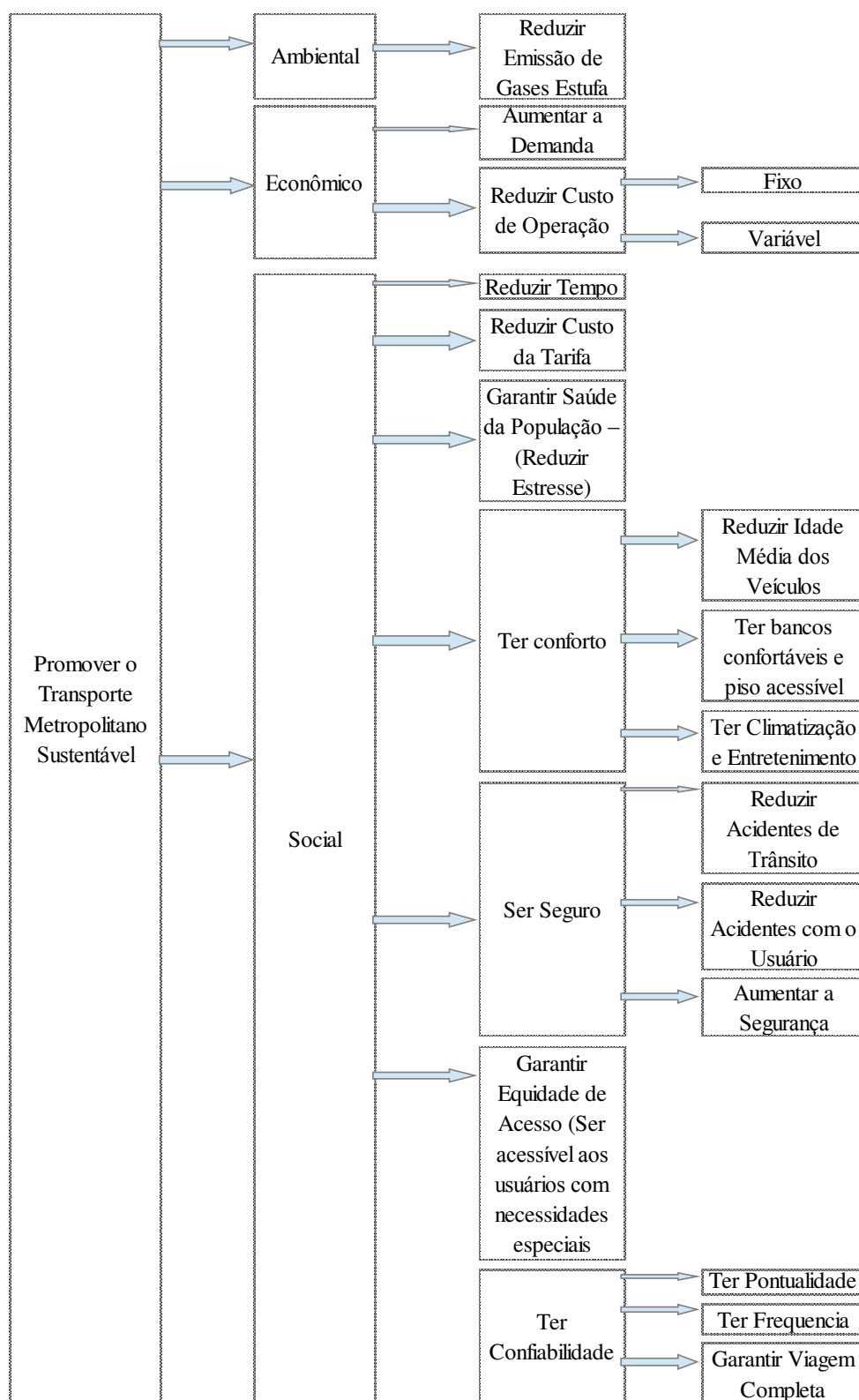


Figura AB8. Hierarquia individual da Prefeitura Municipal de Peruíbe. Fonte: Elaboração do autor.

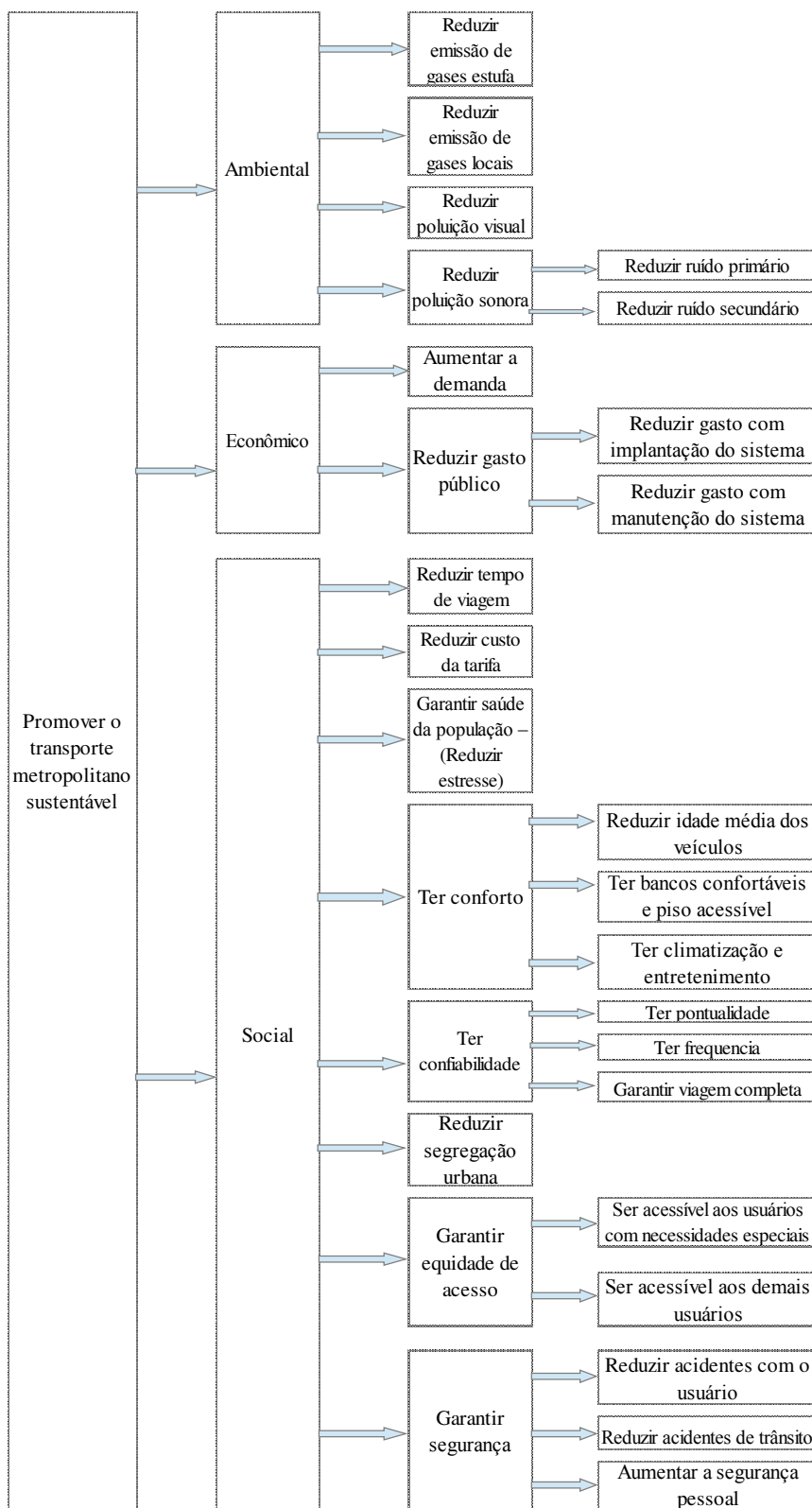


Figura AB9. Hierarquia individual da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos (EMTU). Fonte: Elaboração do autor.

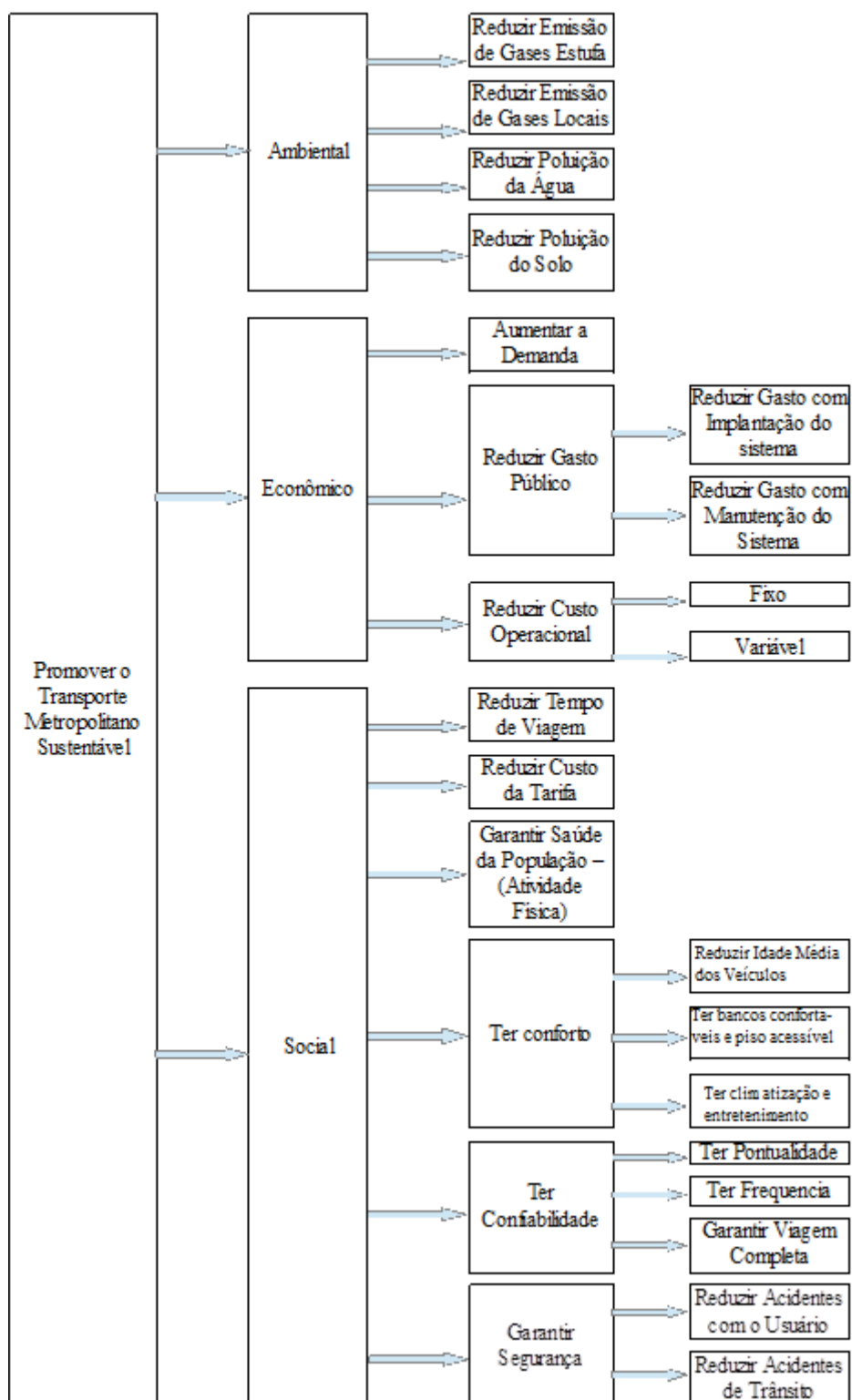


Figura AB10. Hierarquia individual da Desenvolvimento Rodoviário S. A. (DERSA). Fonte: Elaboração do autor.

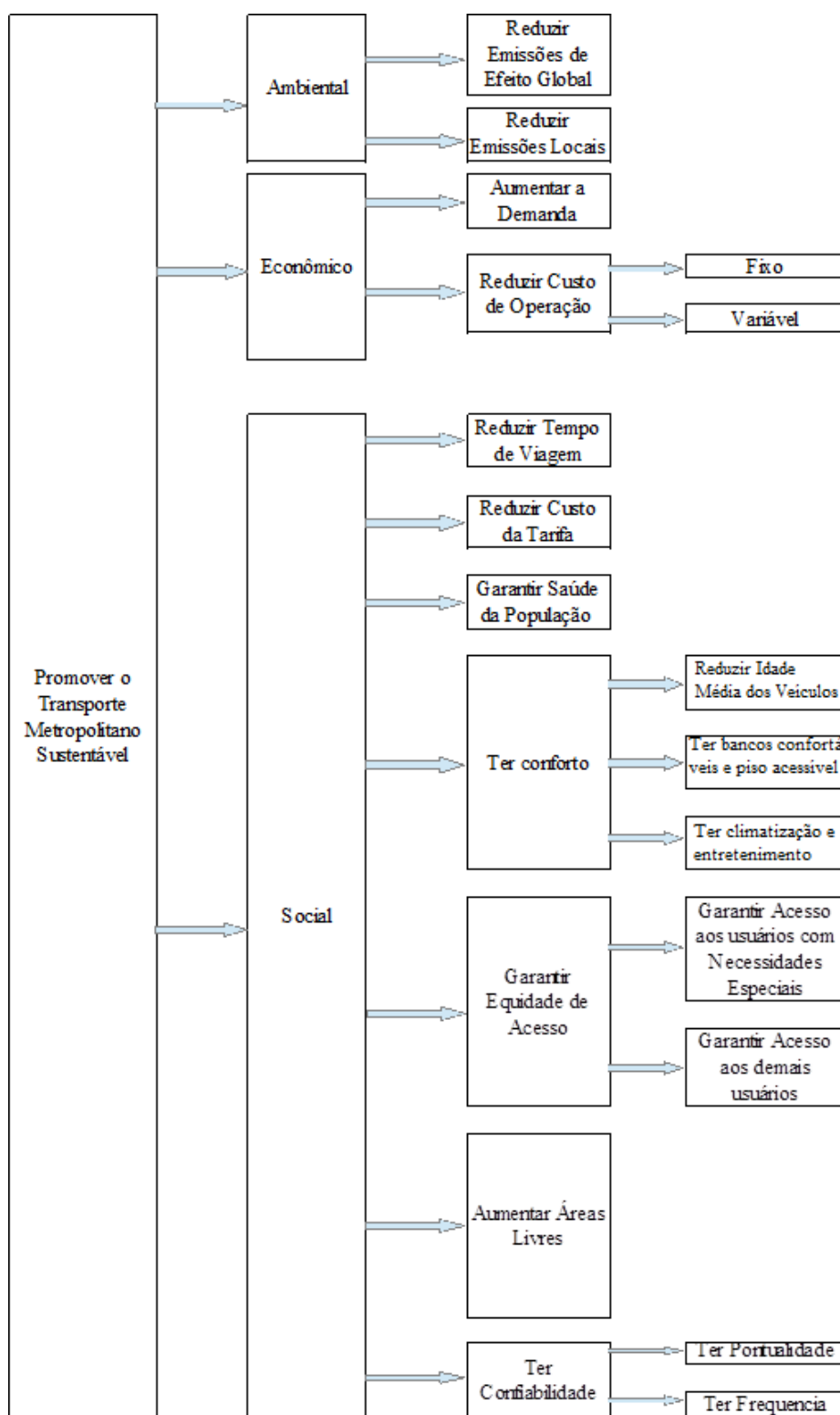


Figura AB11. Hierarquia individual da Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM-BS).

Fonte: Elaboração do autor.

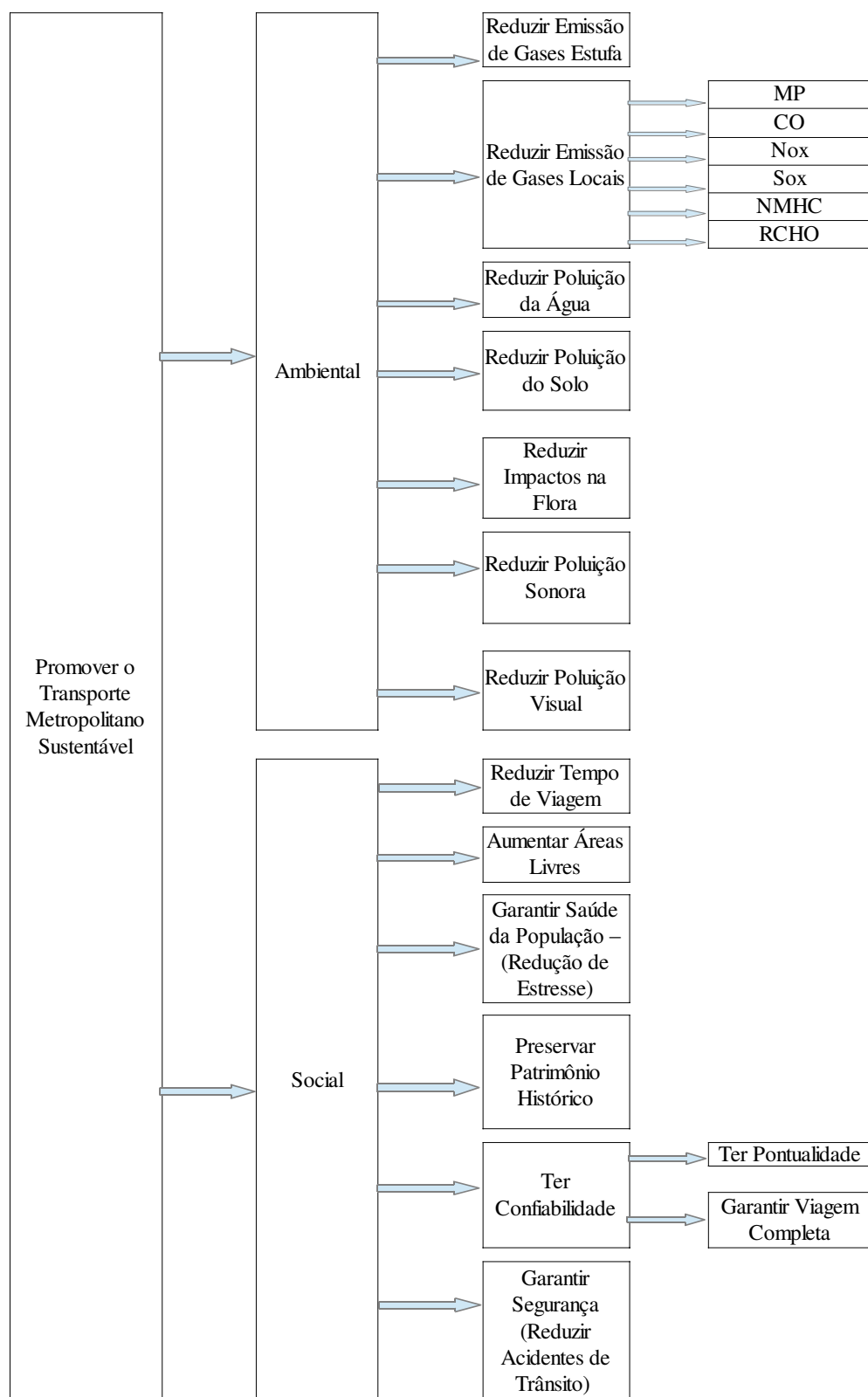


Figura AB12. Hierarquia individual da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Fonte: Elaboração do autor.

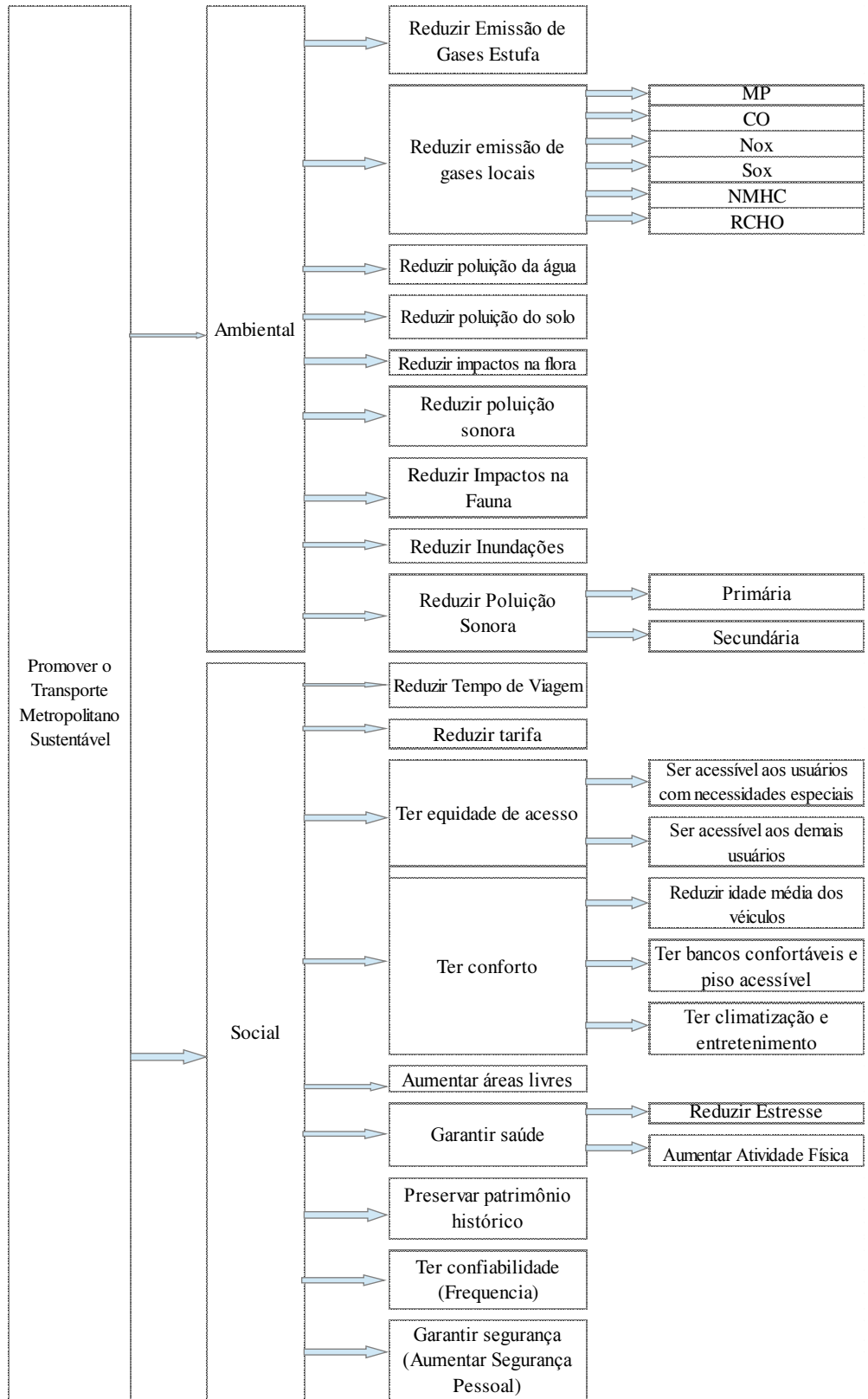


Figura AB13. Hierarquia individual do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA). Fonte: Elaboração do autor.

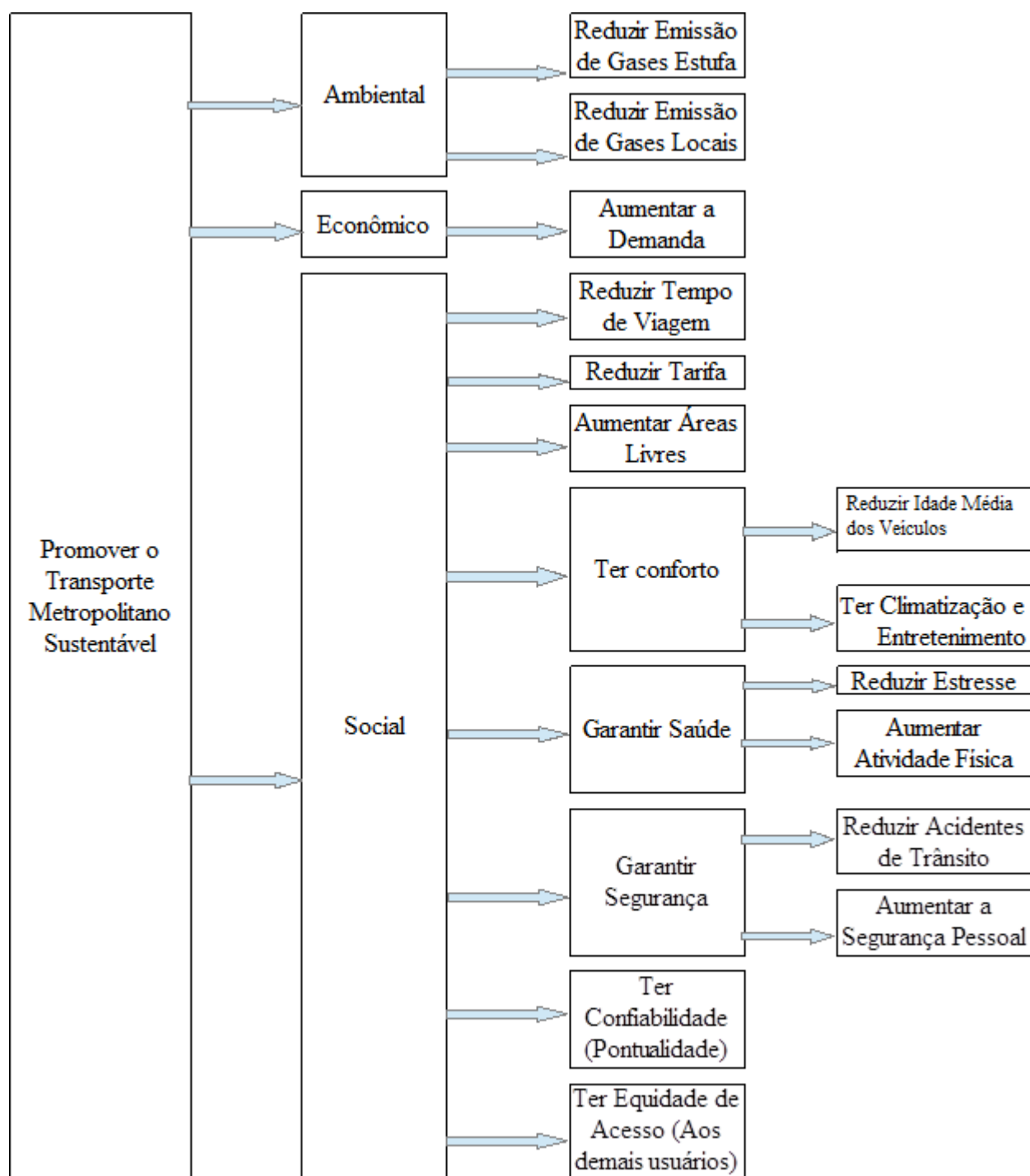


Figura AB14. Hierarquia individual da Associação Brasileira de Ciclistas (ABC). Fonte: Elaboração do autor.

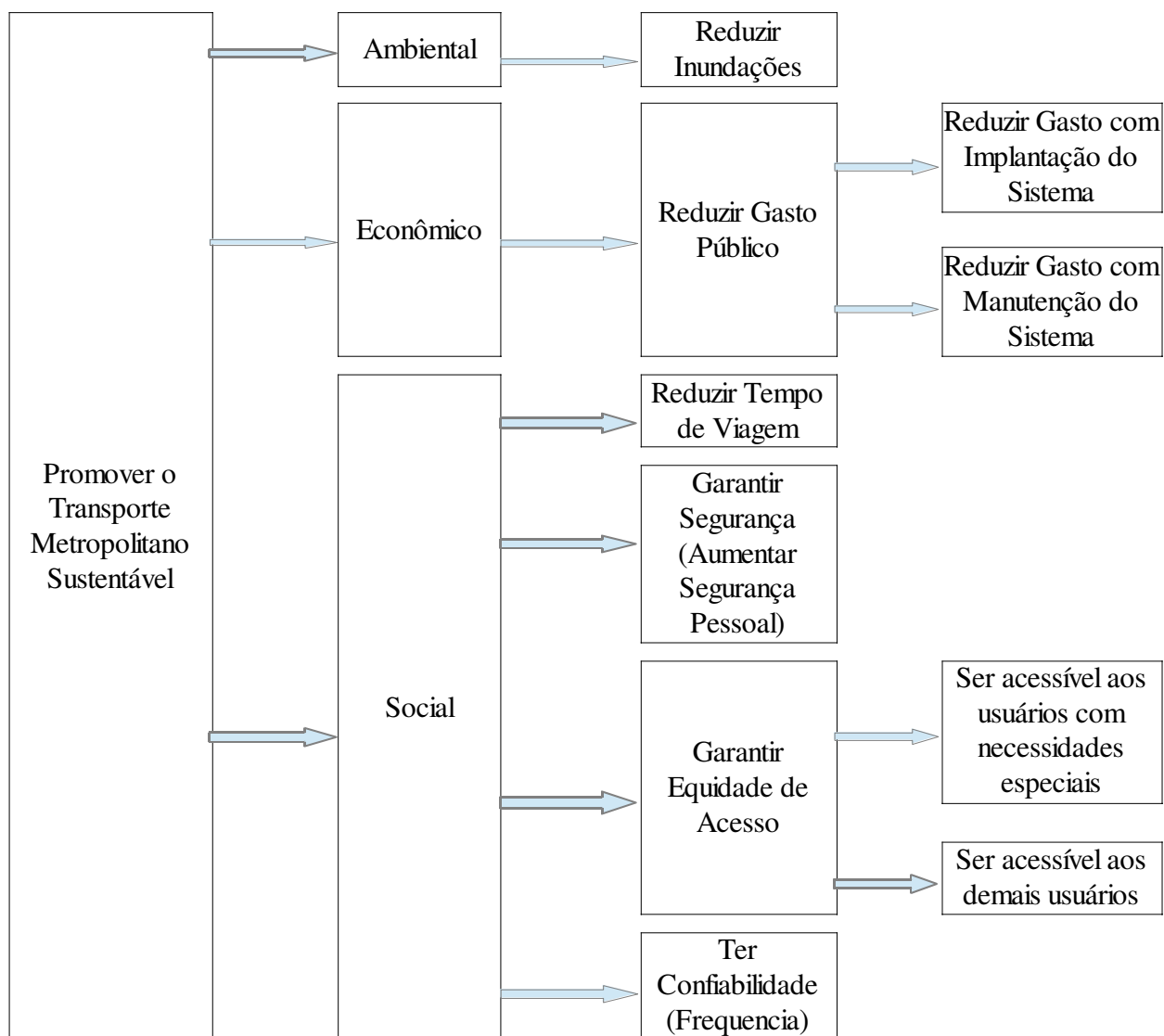


Figura AB15. Hierarquia individual dos Moradores de Santos. Fonte: Elaboração do autor.

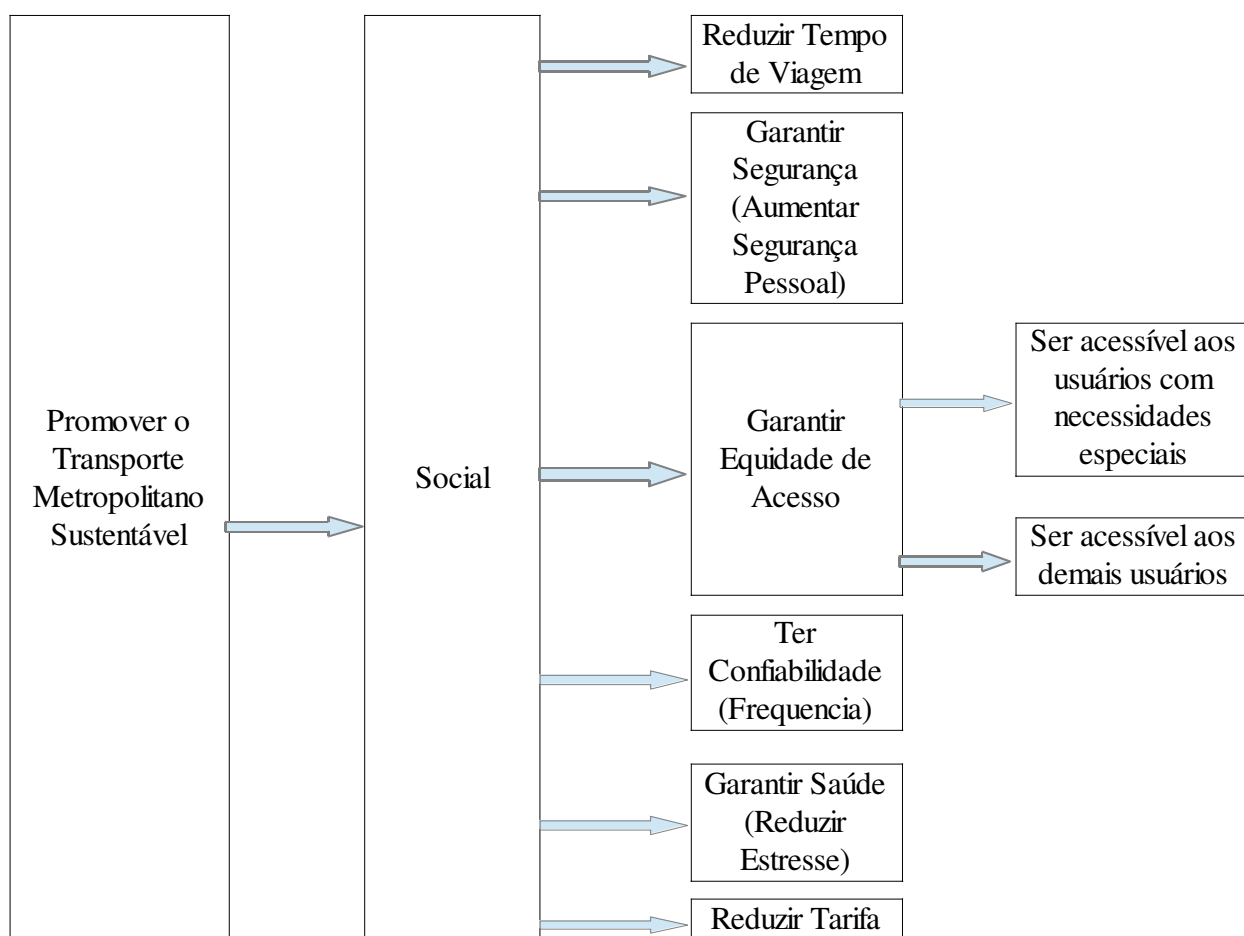


Figura AB16. Hierarquia individual dos Usuários de transporte de Santos. Fonte: Elaboração do autor.

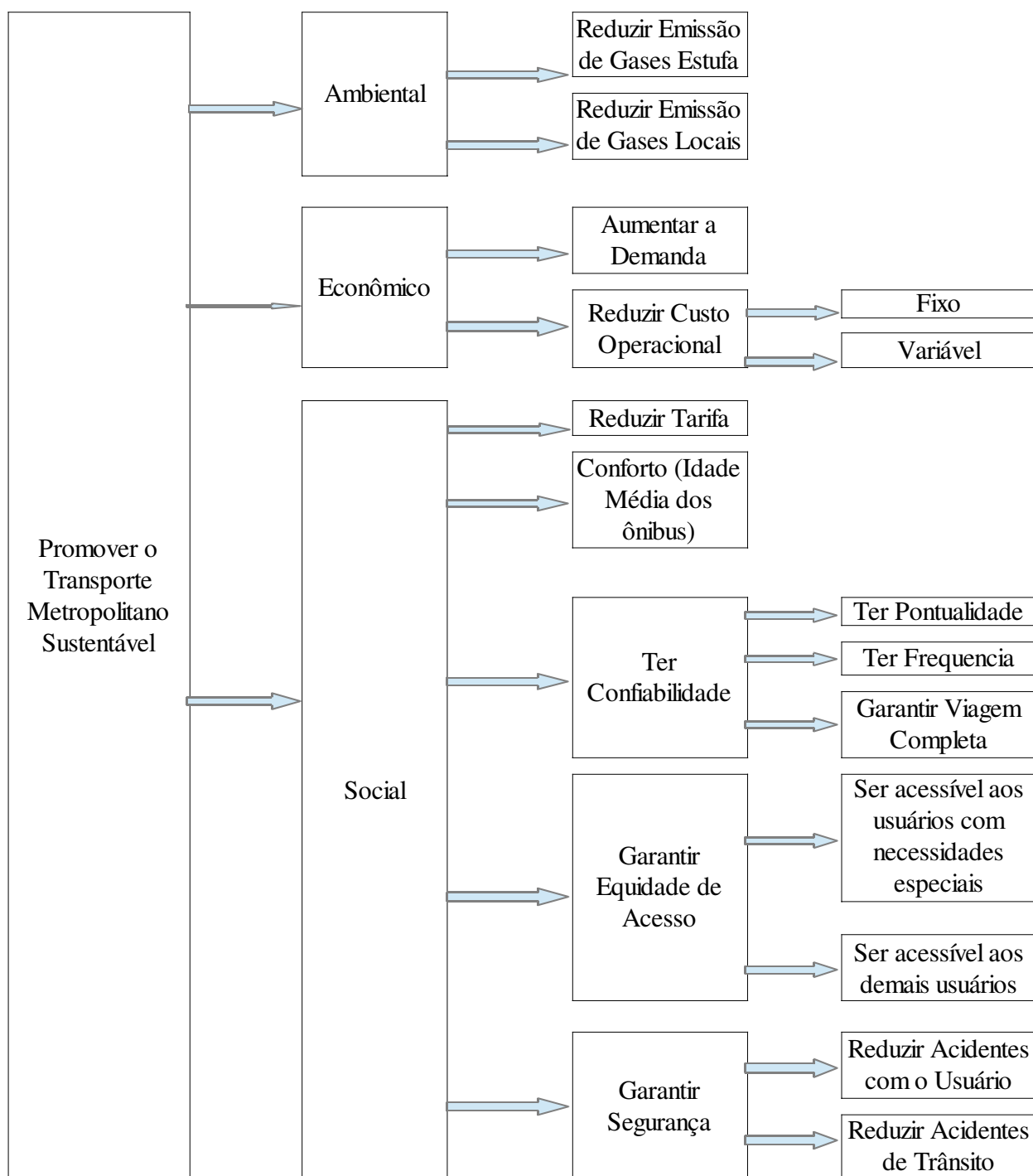


Figura AB17. Hierarquia individual do Operador de Transporte Privado – BR Mobilidade.

Fonte: Elaboração do autor.

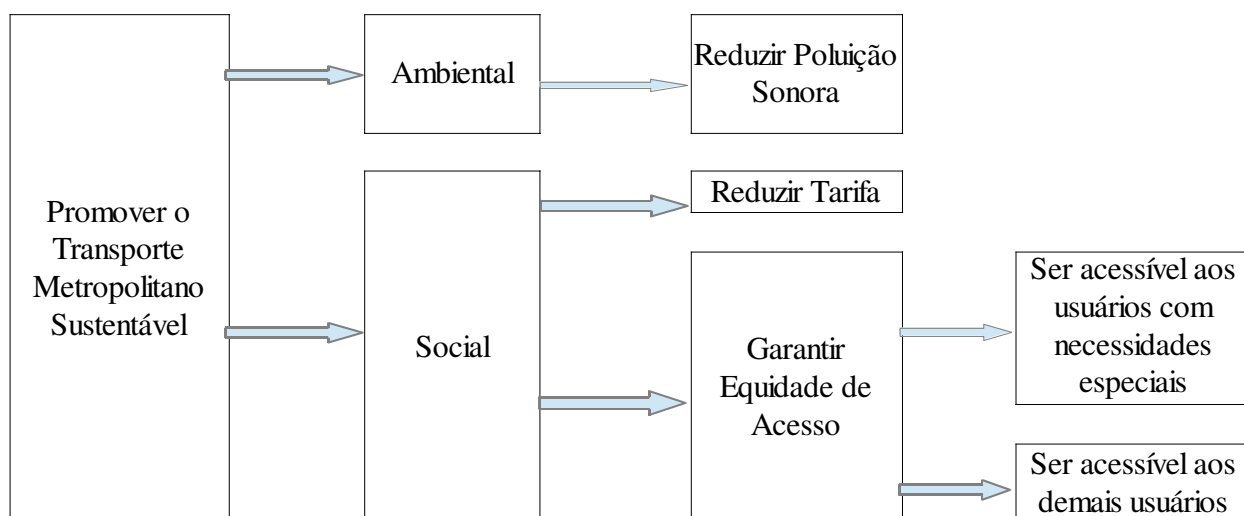


Figura AB18. Hierarquia individual dos Moradores de Bertioga. Fonte: Elaboração do autor.

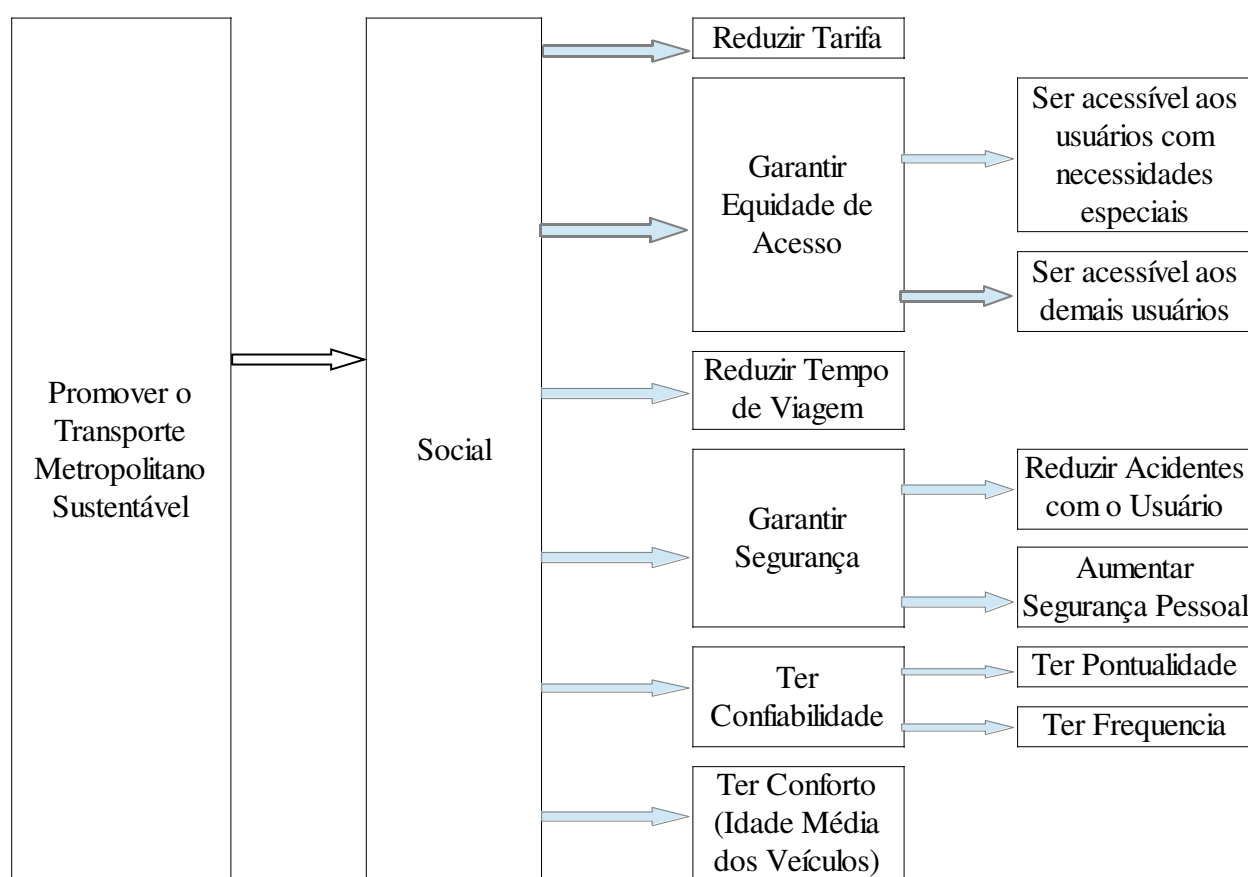


Figura AB19. Hierarquia individual dos Usuários de transporte de Bertioga. Fonte: Elaboração do autor.

ANEXO C – LISTA DE PARTICIPANTES DA REUNIÃO DE CONCILIAÇÃO

Reunião de Conciliação

“Promover um Transporte Metropolitano Sustentável”

AGEM – BS

22 de Março de 2017

Participantes		
Nome	Órgão/Empresa	Contato
CLAUDINE BARROS (maio)	Pol. Pac. Grd	3096 5085
Fabio Ferreira dos Santos Carlos	ENTU/SP - DEB	11440008 3478-1300
Meire Naveira	ABC	1399/350560
SANIA C D BAPTISTA	AGEM/EMPLASA	(13) 3202-7000
Jose Marques Garrido	PM Santos	3128 8500

Figura AC1. Lista de participantes da reunião de conciliação.

ANEXO D – FUNÇÕES DE VALOR

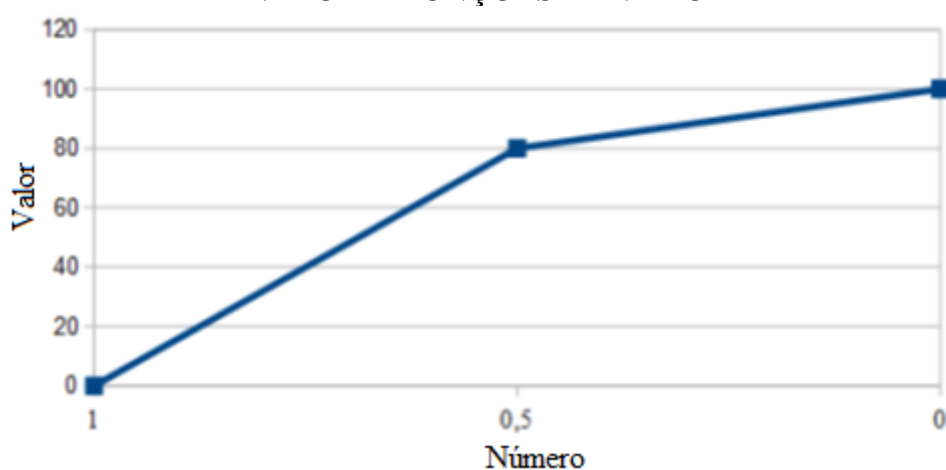


Figura AD1. Função de valor para acidentes com o usuário. Fonte: Elaboração do autor.

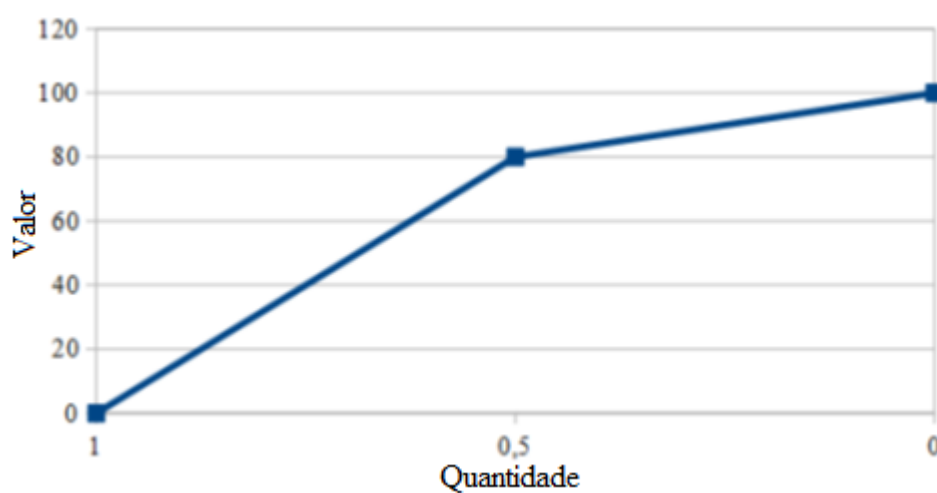


Figura AD2. Função de valor para acidentes de trânsito. Fonte: Elaboração do autor.

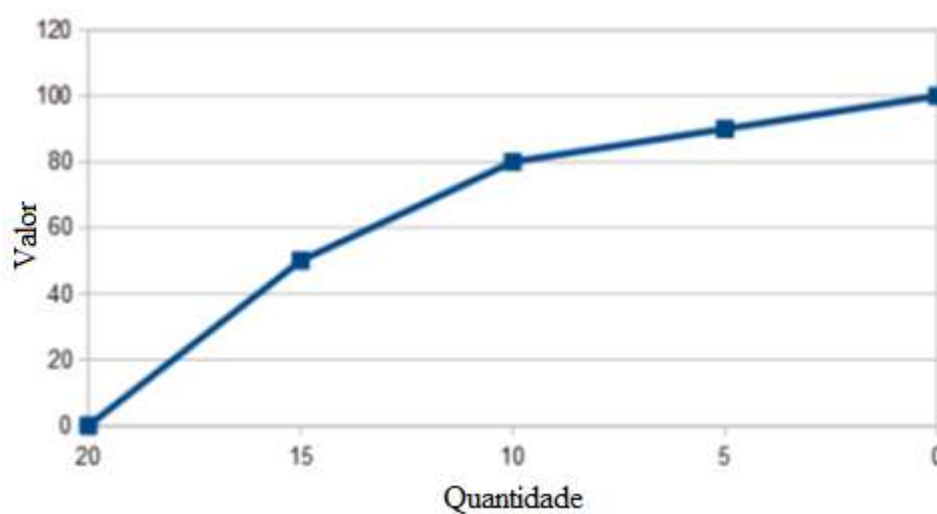


Figura AD3. Função de valor para assaltos aos veículos de transporte público. Fonte: Elaboração do autor.

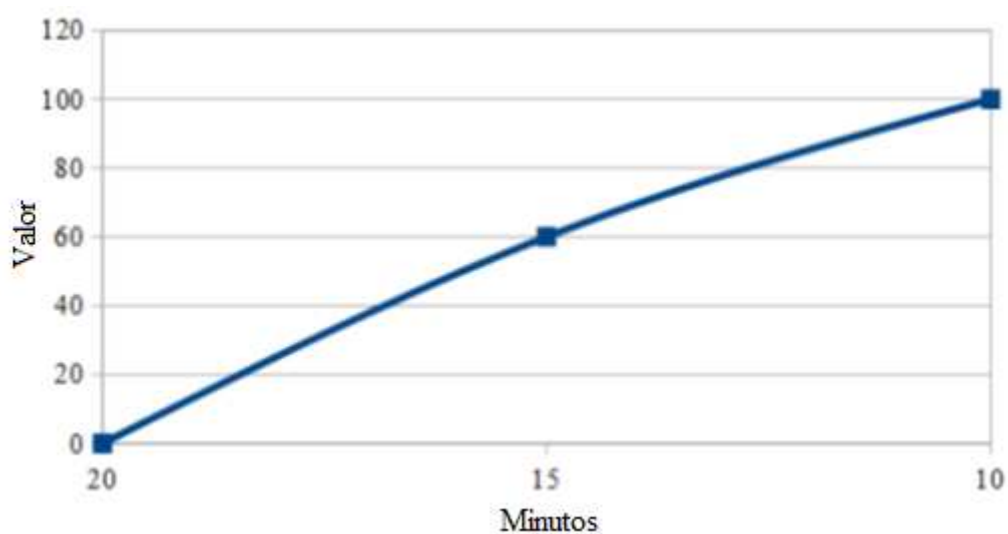


Figura AD4. Função de valor para tempo máximo de espera do usuário no horário de pico.

Fonte: Elaboração do autor.

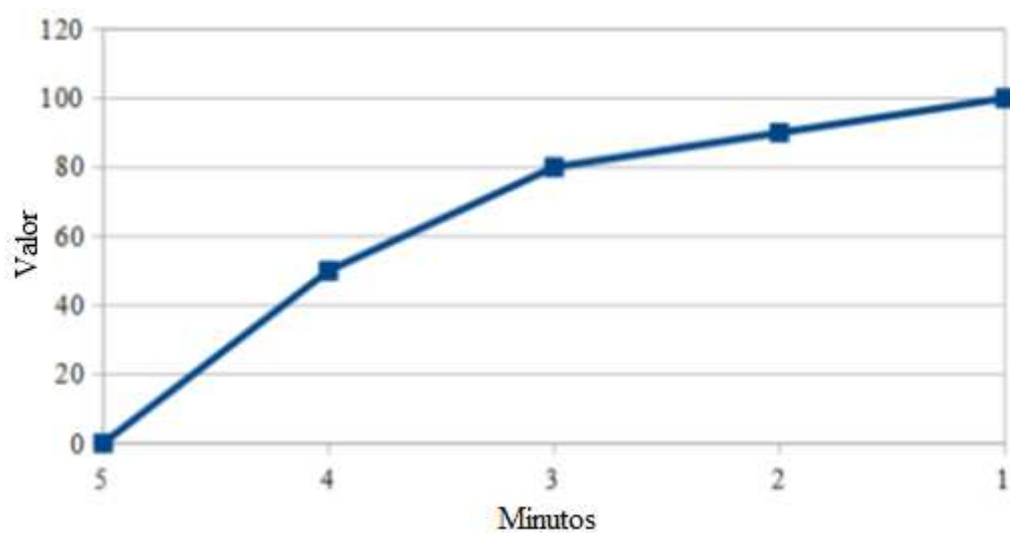


Figura AD5. Função de valor para índice de cumprimento de horários. Fonte: Elaboração do autor.

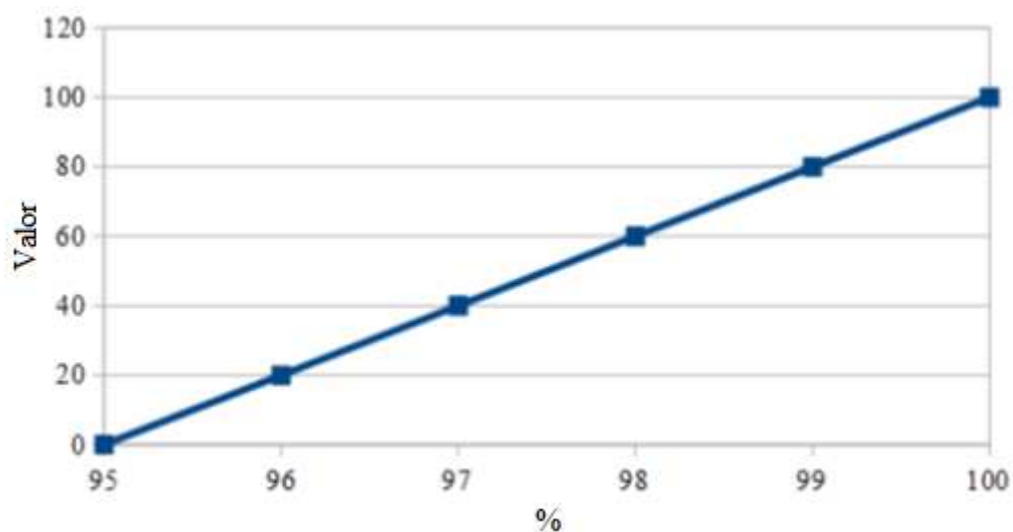


Figura AD6. Função de valor para índice de cumprimento de viagens. Fonte: Elaboração do autor.

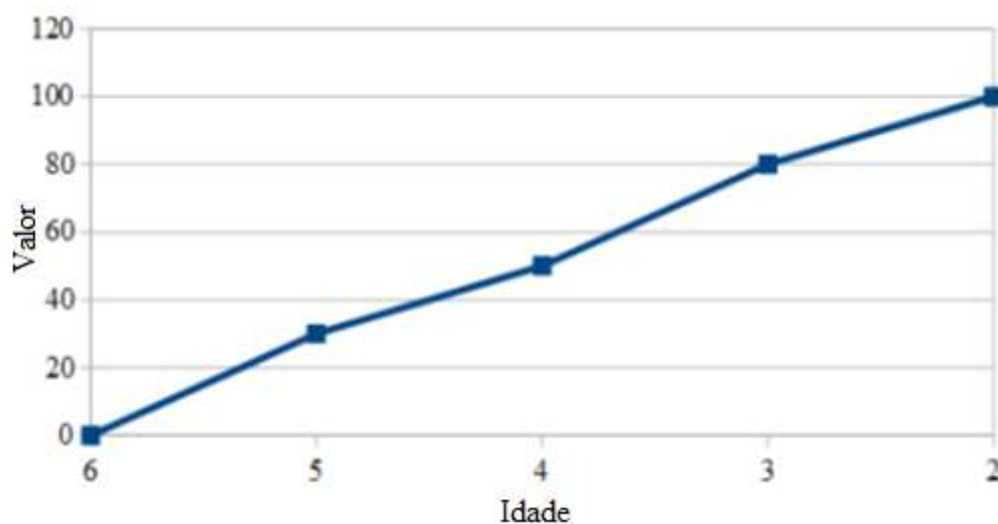


Figura AD7. Função de valor para idade média dos veículos. Fonte: Elaboração do autor.

Tabela AD1. Função de valor para climatização e entretenimento.

Função de Valor – Climatização e Entretenimento		
Nível do Atributo	Descrição	Valor
N5	Ar Condicionado + wi-fi + TV	100
N4	Ar Condicionado + wi-fi	90
N3	Ar condicionado	80
N2	Wi-fi	50
N1	Sem nada	0

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela AD2. Função de valor para tipo de piso e banco

Função de Valor – Tipo de Piso e Banco		
Nível do Atributo	Descrição	Valor
N4	Piso Rebaixado, Bancos estofado	100
N3	Escada de Acesso e Bancos Estofados	60
N2	Piso Rebaixado e Bancos Rígidos	30
N1	Escada de Acesso e Bancos Rígidos	0

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela AD3. Função de valor para índice de estresse provocado pelo transporte.

Função de Valor – Índice de Estresse provocado pelo Transporte		
Nível do Atributo	Descrição	Valor
N4	0 = inexistente	100
N3	$0 < x \leq 3,33\%$ - Baixo	66
N2	$3,33\% < x \leq 66,67\%$ - Médio	33
N1	$> 66,67\%$ - Alto	0

Fonte: Elaboração do autor.

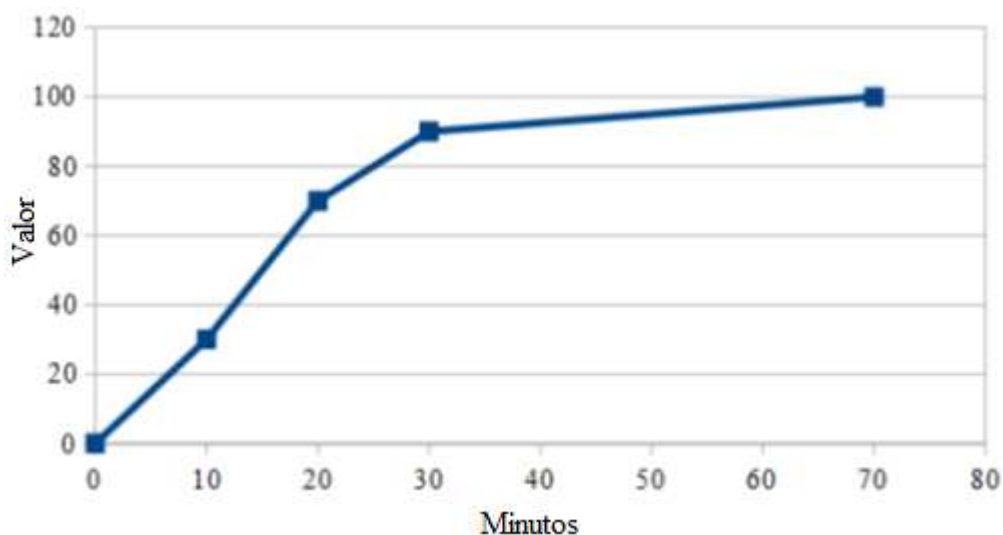
**Figura AD8.** Função de valor para tempo médio diário de atividade física para fins de transporte. Fonte: Elaboração do autor.

Tabela AD4. Função de valor para nível de restrição a intervenções de acordo com o patrimônio.

Função de Valor – Nível de Restrição a Intervenções de acordo com o Patrimônio		
Nível do Atributo	Descrição	Valor
N3	Não existem jazidas arqueológicas, sítios arqueológicos, bens tombados e patrimônio imateriais registrados	100
N2	Existência de jazidas, sítios arqueológicos e/ou inscrições rupestres com a devida pesquisa e possibilidade de remoção.	50
N1	Existência de jazidas, sítios arqueológicos e/ou inscrições rupestres sem a devida pesquisa, bens tombados e patrimônio imaterial registrado. Existência de bens em processo de tombamento e processo de registro de patrimônio imaterial	0

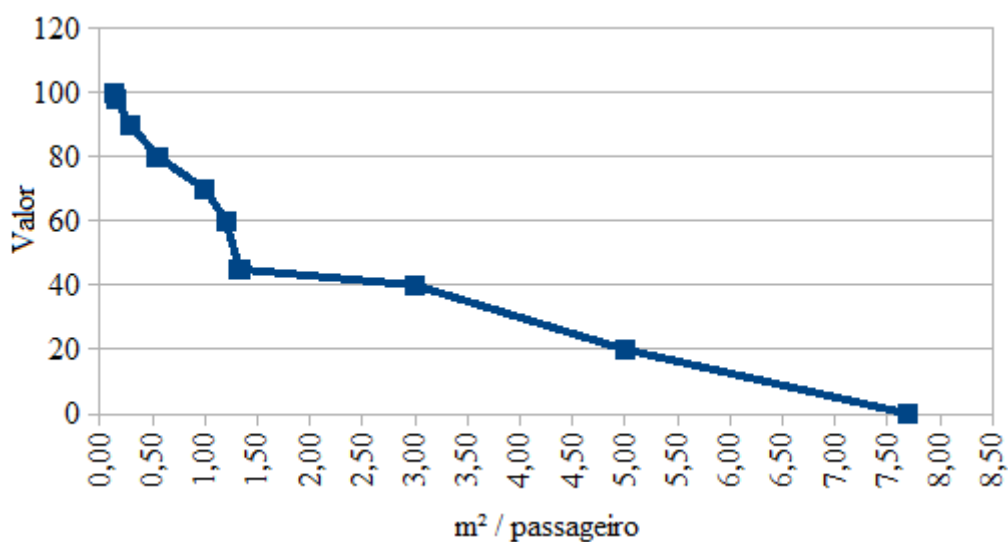


Figura AD9. Razão de eficiência espacial estática. Fonte: Elaboração do autor.

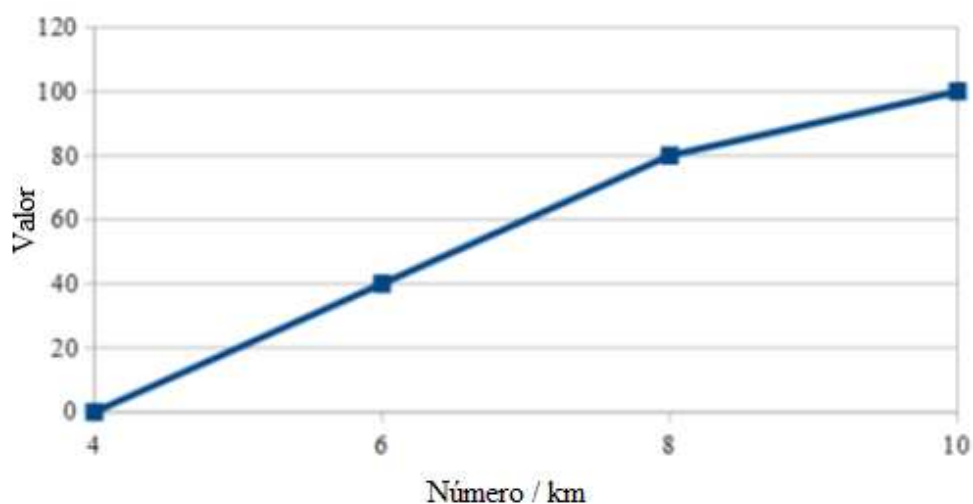


Figura AD10. Número de passagens para pedestres e ciclistas por Km de infraestrutura de transporte. Fonte: Elaboração do autor.

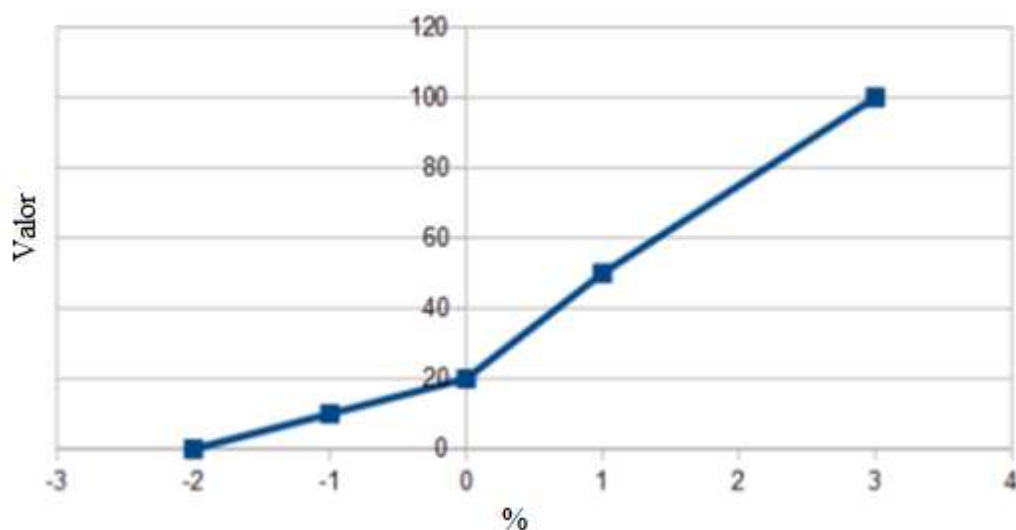


Figura AD11. Função de valor para variação média da demanda anual em relação à demanda atual. Fonte: Elaboração do autor.

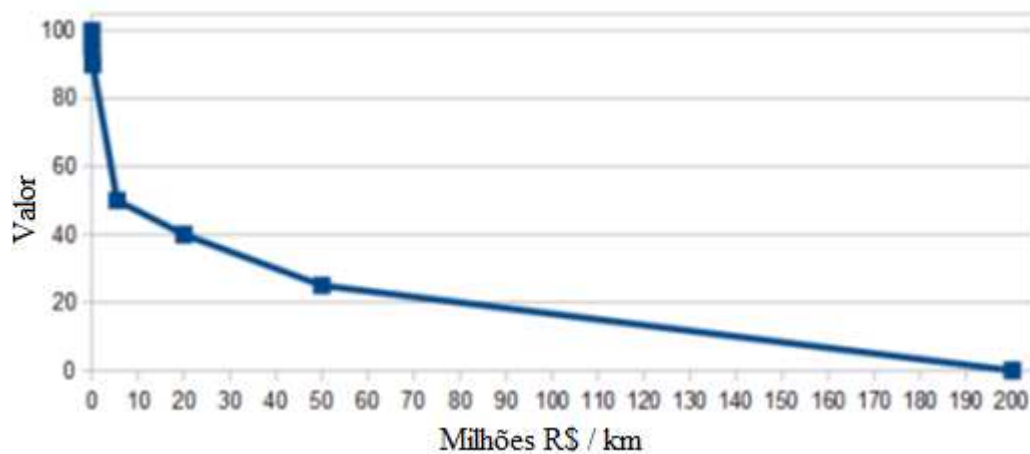


Figura AD12. Função de valor para custo de implantação do sistema. Fonte: Elaboração do autor.

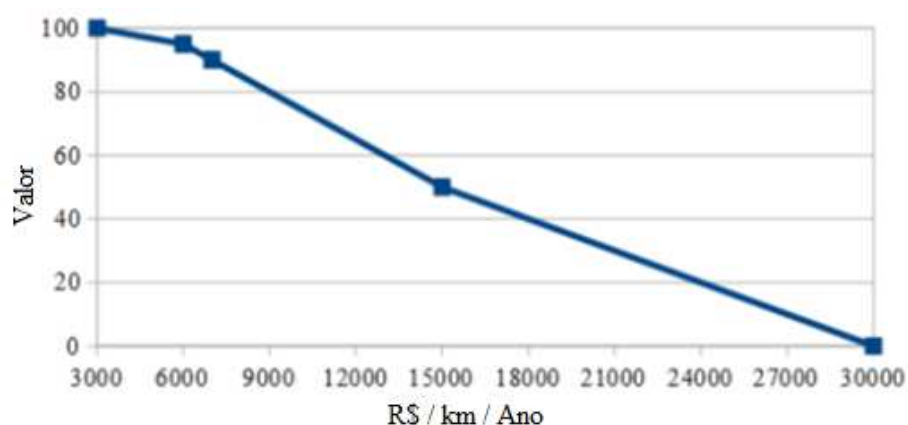


Figura AD13. Função de valor para custo de manutenção médio do sistema. Fonte: Elaboração do autor.

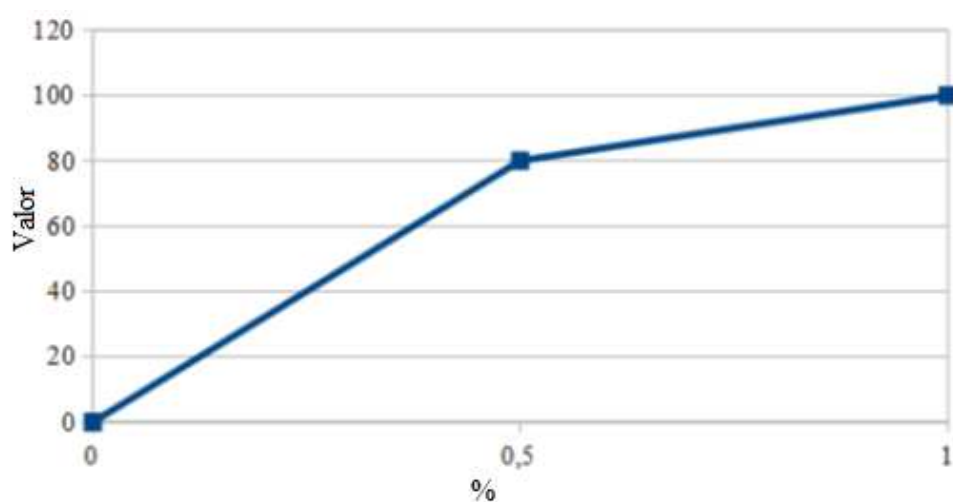


Figura AD14. Função de valor para variação do custo fixo médio do sistema. Fonte: Elaboração do autor.

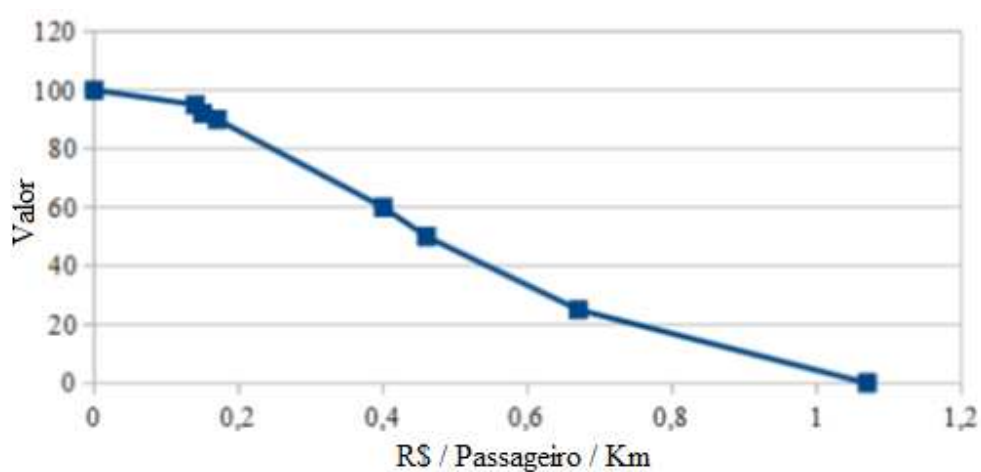


Figura AD15. Função de valor para custo médio do sistema por passageiro. Fonte: Elaboração do autor.

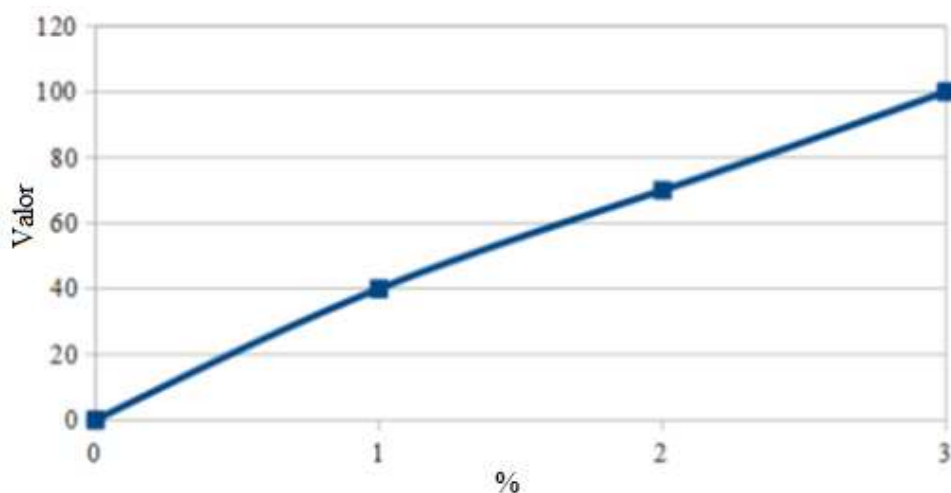


Figura AD16. Receita acessória sobre a receita operacional média. Fonte: Elaboração do autor.

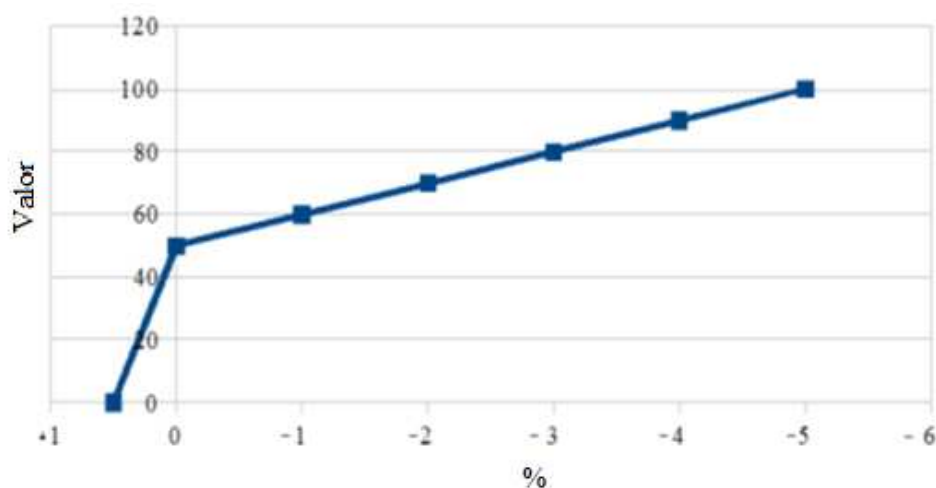


Figura AD17. Função de valor para variação % de CO dos meios de transportes de passageiros. Fonte: Elaboração do autor.

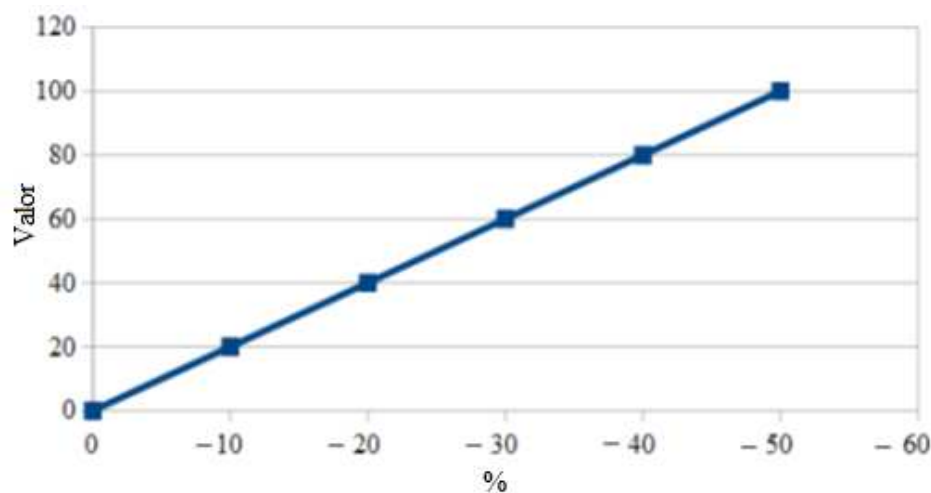


Figura AD18. Função de valor para variação % de MP dos meios de transportes de passageiros. Fonte: Elaboração do autor.

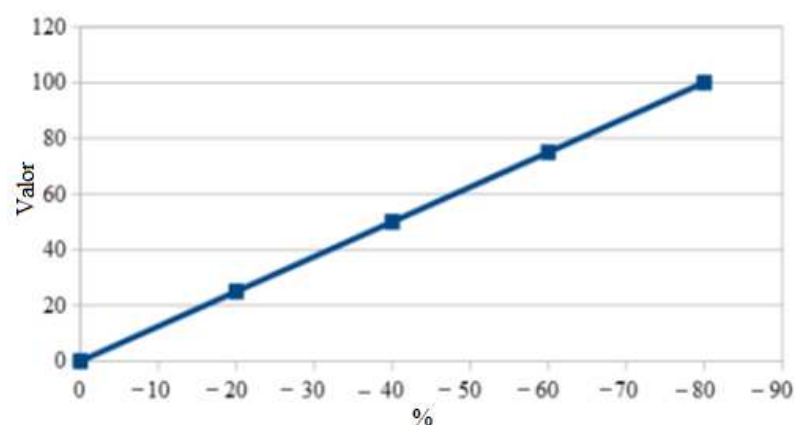


Figura AD19. Função de valor para variação % de NOx dos meios de transportes de passageiros. Fonte: Elaboração do autor.

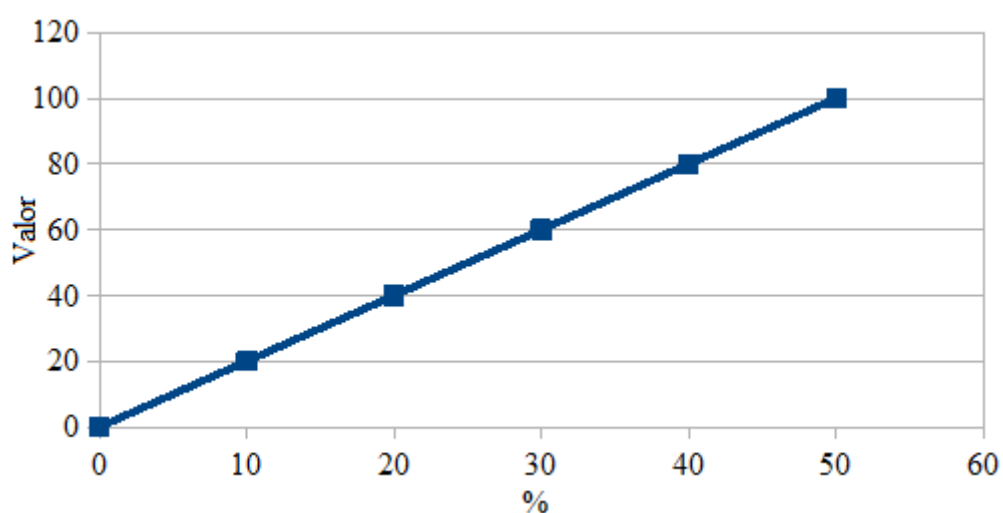


Figura AD20. Função de valor para variação % de SOx dos meios de transportes de passageiros. Fonte: Elaboração do autor.

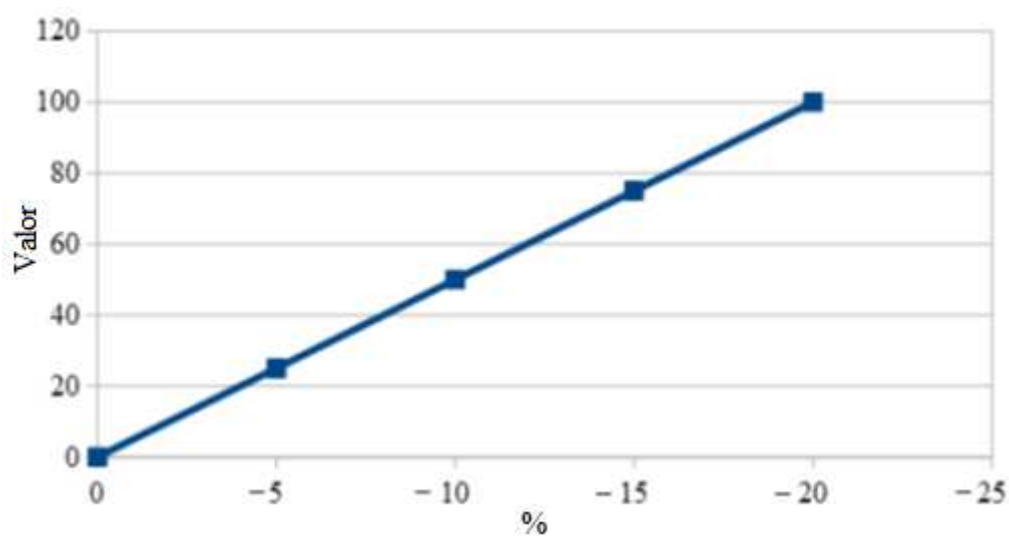


Figura AD21. Função de valor para variação % de RCHO dos meios de transportes de passageiros. Fonte: Elaboração do autor.

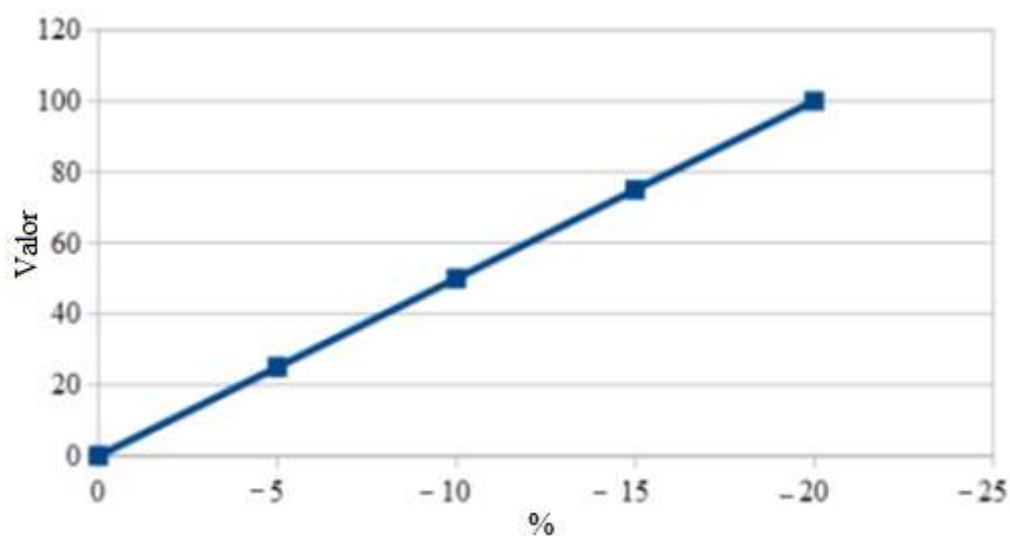


Figura AD22. Função de valor para variação % de NMHC dos meios de transportes de passageiros. Fonte: Elaboração do autor.

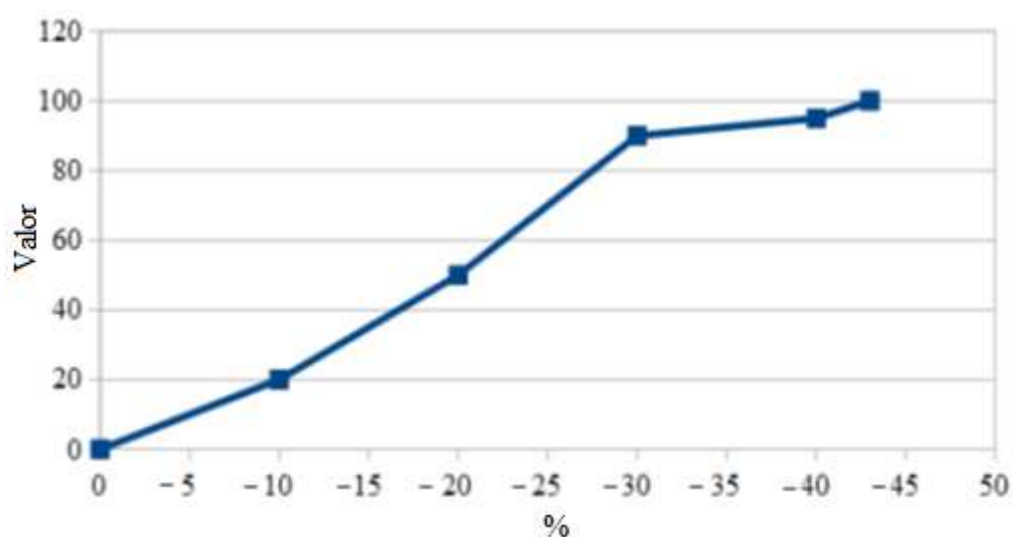


Figura AD23. Função de valor para variação % de CO₂ equivalente dos meios de transportes de passageiros. Fonte: Elaboração do autor.

Tabela AD5. Função de valor para nível de ruído primário provocado pelo transporte.

Função de Valor – Nível de Ruído Primário provocado pelo Transporte		
Nível do Atributo	Descrição	Valor
N7	< 30 dBa	100
N6	30 ≤ x < 40	90
N5	40 ≤ x < 55	80
N4	55 ≤ x < 65	60
N3	65 ≤ x < 70 dBa	40
N2	70 ≤ x < 85 dBa	20
N1	≥ 85 dBa	0

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela AD6. Função de valor para nível de ruído secundário provocado pelo transporte.

Função de Valor – Nível de Ruído Secundário provocado pelo Transporte		
Nível do Atributo	Descrição	Valor
N3	< 30 dBa	100
N2	Entre 30 e 45 dBa	50
N1	> 45 dBa	0

Fonte: Elaboração do autor.

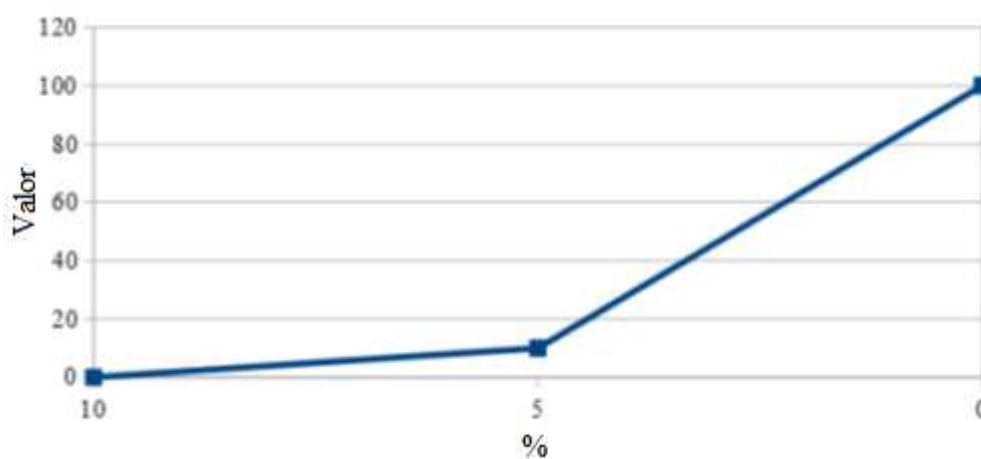
**Figura AD24.** Função de valor para variação da impermeabilização dos solos provocado pelas infraestruturas de transportes. Fonte: Elaboração do autor.

Tabela AD7. Função de valor para descaracterização da paisagem local devido à infraestrutura de transportes.

Função de Valor para Descaracterização da Paisagem Local devido a Infraestrutura de Transportes		
Nível do Atributo	Descrição	Valor
N7	Enterrado	100
N6	Em nível sem Barreiras Físicas	90
N5	Em nível, com barreiras físicas, calha > 25 metros, 1/3 do total do percurso	70
N4	Em nível, com barreiras físicas, calha > 25 metros, 2/3 do total do percurso	50
N3	Em nível, com barreiras físicas, calha < 25 metros, 1/3 do total do percurso	40
N2	Em nível, com barreiras físicas, calha < 25 metros, 2/3 do total do percurso	30
N1	Elevado	0

Tabela AD8. Função de valor para índice de qualidade das águas para proteção da vida aquática e de comunidades aquáticas.

Função de Valor – Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática e de Comunidades Aquáticas (IVA)		
Nível do Atributo	Descrição	Valor
N5	$\leq 2,5$	100
N4	$2,6 \leq IVA \leq 3,3$	75
N3	$3,4 \leq IVA \leq 4,5$	50
N2	$4,6 \leq IVA \leq 6,7$	25
N1	$6,8 \leq IVA$	0

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela AD9. Função de valor para supressão de vegetação em relação à infraestrutura de transportes.

Função de Valor - Supressão de Vegetação em Relação a Infraestrutura de Transportes - %		
Nível do Atributo	Descrição	Valor
N8	Qualquer % de supressão em área agrícolas, florestas plantadas, ou desprovidas de vegetação nativa, fora de APP	100
N7	Necessidade de Supressão de Vegetação de até 20 % em florestas da Amazônia Legal, 65 % em áreas de Cerrado ou 80 % em campos gerais, fora de APP	80
N6	Qualquer % de Supressão de Vegetação em Regiões da Mata Atlântica com Vegetação Secundária em Estágio Inicial de Regeneração, áreas urbanas	65
N5	Qualquer % de Supressão de Vegetação em Regiões da Mata Atlântica com Vegetação Secundária em Estágio Médio de Regeneração, áreas urbanas	50
N4	Até 10 % de supressão de vegetação em Regiões da Mata Atlântica com Vegetação em Estágio Avançado de Regeneração, áreas urbanas	40
N3	Até 50 % de supressão de vegetação em Regiões da Mata Atlântica com Vegetação em Estágio Avançado de Regeneração, áreas urbanas	30
N2	Mais de 50 % de supressão de vegetação em Regiões da Mata Atlântica com Vegetação em Estágio Avançado de Regeneração, áreas urbanas	20
N1	Regiões de Mata Atlântica com Vegetação Primária, Florestas em áreas rurais, Qualquer necessidade de supressão em locais com espécies da flora nas listas de extinção, classificadas como “Extinta da Natureza”, “Criticamente em Perigo”, “Em Perigo” e “Vulnerável”	0

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela AD10. Função de valor para quantidade de contaminante por Kg de solo seco.

Função de Valor – Quantidade de Contaminante por Kg de Solo Seco		
Nível do Atributo	Descrição	Valor
N3	VRQ	100
N2	VP	50
N1	VI	0

Fonte: Elaboração do autor.

Tabela AD11. Função de valor para impacto da infraestrutura de transportes em relação ao grau de extinção das espécies.

Função de Valor – Impacto da infraestrutura de transportes em relação ao Grau de Extinção das espécies		
Nível do Atributo	Descrição	Valor
N3	Existência de espécies com a classificação de “Menos Preocupante”, “Dados Insuficientes”, “Não Aplicável” e “Não Avaliada”	100
N2	Existência de espécies classificadas como “Quase ameaçada de Extinção”, com possibilidade de manejo	50
N1	Existência de espécies classificadas como “Extinta da Natureza”, “Criticamente em Perigo”, “Em Perigo” e “Vulnerável”, sem possibilidade de manejo	0

Fonte: Elaboração do autor.