



Relatório Final
Transporte Metropolitano
Modelo de Operação e Delegação

TRANSPORTE METROPOLITANO MODELO DE OPERAÇÃO E DELEGAÇÃO

Elaboração do Estudo

Governo do Estado do Ceará

Secretaria de Infra-Estrutura – SEINFRA

Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Ceará – ARCE

Departamento Estadual de Trânsito do Ceará – DETRAN/CE

Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos - METROFOR

Governador

Cid Ferreira Gomes

Vice-Governador

Domingos Gomes de Aguiar Filho

Grupo Decisor

Casa Civil

Arialdo de Melo Pinho

Chefia de Gabinete

Ivo Ferreira Gomes

Procuradoria Geral do Estado

Fernando Antônio Costa de Oliveira

Grupo Gestor

Secretaria de Infra-Estrutura – SEINFRA

Francisco Adail de Carvalho Fontenele

Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Ceará – ARCE

José Luis Lins dos Santos

Haroldo Rodrigues de Albuquerque Júnior

Guaracy Diniz Aguiar

Departamento Estadual de Trânsito do Ceará – DETRAN/CE

João de Aguiar Pupo

Igor Vasconcelos Ponte

Companhia Cearense de Transportes Metropolitanos – METROFOR

Rômulo dos Santos Fortes

Equipe Técnica

ARCE

Luis Alberto A. Sabóia – Coordenação Geral

Hélio Henrique H. de Souza – Coordenação Técnica

Lúcio Correia Lima - Equipe Técnica

George M. Colares – Equipe Técnica

José Roberto Sales – Equipe Técnica

Dante Diego de M. Rosado e Souza – Equipe Técnica (Consultoria)

DETRAN/CE

Joaquim Costa Rolim – Equipe Técnica

Ricardo de A. Cavalcanti – Equipe Técnica

Maria de Fátima Holanda Costa – Equipe Técnica

José Nauri C. de Sousa Júnior – Equipe Técnica

METROFOR

Clademir dos Santos – Equipe Técnica

Erismar Silva Maia – Equipe Técnica

ÍNDICE

1. Apresentação	13	4.3. Calibração e Validação do Modelo de Alocação	60
2. Planejamento e Realização das Pesquisas	14	4.4. Obtenção da Matriz OD Sintética	62
2.1. Pesquisa Sobe e desce	14	4.5. Alocação da demanda	79
2.2. Pesquisa de origem e destino com os usuários do Serviço Regular Metropolitano	16	4.5.1. Alocação do cenário atual	79
2.3. Pesquisa de origem e destino com os usuários do Serviço Regular Complementar Metropolitano	17	4.5.1.1. Apresentação dos resultados	79
2.4. Pesquisa de ocupação visual	18	4.5.2. Alocação do cenário proposto	89
3. Consolidação da Base de dados	24	4.5.2.1. Descrição do cenário proposto	89
3.1. Sistema viário (Eixos Viários)	24	4.5.2.2. Apresentação dos resultados	98
3.2. Municípios	27	4.5.2.3. Dimensionamento da frota das linhas propostas	109
3.3. Bairros de Fortaleza	29	5. Definição da Política Tarifária	112
3.4. Terminais Urbanos de Fortaleza	30	5.1. Conceito e Escopo da Política Tarifária	112
3.5. Distritos da RMF	31	5.1.1. Objetivos da Política Tarifária	112
3.6. Zonas de Tráfego	32	5.1.2. Estrutura Tarifária	113
3.7. Anéis Tarifários	35	5.1.3. Tarifa de Uso Igual à Tarifa de Remuneração	114
3.8. Setores Censitários	35	5.1.4. Tarifa de Remuneração independente da tarifa de utilização	116
4. Modelagem do Sistema de Transporte	38	5.1.5. Tecnologia de Cobrança e Controle de Acesso	117
4.1. Elaboração da rede	38	5.2. Política Tarifária Vigente	122
4.1.1. Definição do zoneamento	39	5.3. Tomada de Decisão	123
4.1.2. Consolidação do Sistema de rotas	45	5.3.1. Itens de Custo	133
4.1.3. Definição de conectores e paradas	45	5.3.1.1. Custos Variáveis com a Quilometragem	134
4.1.4. Obtenção dos dados de entrada	49	5.3.1.2. Custos Variáveis com a Frota	134
4.2. Obtenção da matriz OD semente	54	5.3.2. Indicadores e Parâmetros Operacionais	134
4.2.1. Avaliação crítica da matriz base	54	5.3.2.1. Consumo de Combustível	135
4.2.1.1. Viagens em Aquiraz	58	5.3.2.2. Durabilidade de Pneus	136
4.2.2. Revisão do zoneamento	58	5.3.2.3. Peças e Acessórios	136
4.2.3. Incorporação dos Resultados de Pesquisas	59	5.3.2.4. Lubrificantes	137
		5.3.2.5. Mão de Obra	138
		5.3.2.6. Quilometragem Percorrida e Passageiros Transportados	138

5.3.3.	Metodologia – Tratamento Estatístico e Seleção de Valores Representativos do STIP-CE	138
5.3.3.1.	Coleta de Dados	138
5.3.3.2.	Transportadoras	139
5.3.3.3.	Órgão Gestor do STIP-CE	139
5.3.3.4.	Tratamento Estatístico Preliminar	139
5.3.4.	Cálculo e Definição dos Coeficientes e Parâmetros de Custo	139
5.3.4.1.	Combustível.....	139
5.3.4.3.	Gasto com peças e acessórios	144
5.3.4.4.	Lubrificantes	144
5.3.4.5.	Mão de obra.....	145
5.3.4.6.	Caracterização da Frota.....	145
5.3.5.	Parâmetros econômicos (preços e coeficientes)	147
5.3.5.1.	Veículo padrão	147
5.3.5.2.	Combustível.....	147
5.3.5.3.	Rodagem.....	148
5.3.5.4.	Peças e acessórios	148
5.3.5.5.	Lubrificantes	148
5.3.5.6.	Mão-de-obra	148
5.3.5.7.	Idade média da frota	149
5.3.5.8.	Demais coeficientes e parâmetros.....	149
5.3.5.9.	Despesas de administração.....	149
5.3.5.10.	Tributação	149
5.3.5.11.	Conclusão.....	149
6.	Considerações finais	151

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1:	Ocupação média das linhas pesquisadas	15
Quadro 2.2:	Metas de entrevistas por linha.....	17
Quadro 3.1:	Atributos relacionais da base de dados geográfica do sistema viário	24
Quadro 3.2:	Atributos relacionais da base de dados geográfica dos municípios.....	27
Quadro 3.3:	Atributos relacionais da base de dados geográfica de bairros de Fortaleza	29
Quadro 3.4:	Atributos relacionais da base de dados geográfica de terminais urbanos de Fortaleza 30	
Quadro 3.5:	Atributos relacionais da base de dados geográfica de distritos da RMF	31
Quadro 3.6:	Atributos relacionais base de dados geográfica de zonas de tráfego	32
Quadro 3.7:	Atributos relacionais da base de dados geográfica de anéis tarifários	35
Quadro 3.8:	Atributos relacionais da base de dados geográfica de setor censitário de 2010.....	35
Quadro 4.1:	Quantidade de zonas de tráfego por município	41
Quadro 4.2:	Viagens originadas por município	55
Quadro 4.3:	Viagens atraídas por município	55
Quadro 4.4:	Viagem inter/entre municípios	55
Quadro 4.5:	Dez maiores linhas de desejo da matriz OD de 2010 (Matriz Base)	56
Quadro 4.6:	Localidade das viagens originadas em Aquiraz - Matriz Base (2010)	58
Quadro 4.7:	Localidade das viagens destinadas à Aquiraz - Matriz Base (2010)	58
Quadro 4.8:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas.....	79
Quadro 4.9:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	80
Quadro 4.10:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)	80
Quadro 4.11:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas (por município)	80
Quadro 4.12:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Centro em Fortaleza	85
Quadro 4.13:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Aldeota em Fortaleza	85
Quadro 4.14:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Messejana em Fortaleza	85
Quadro 4.15:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Edson Queiroz em Fortaleza	85
Quadro 4.16:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Distrito Industrial em Maracanaú.....	85
Quadro 4.17:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao Pecém em São Gonçalo do Amarante	85
Quadro 4.18:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Centro em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	86
Quadro 4.19:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Centro em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)	86
Quadro 4.20:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Aldeota em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	86
Quadro 4.21:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Aldeota em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante) ..	86
Quadro 4.22:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Messejana em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	87
Quadro 4.23:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Messejana em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante) ..	87
Quadro 4.24:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Edson Queiroz em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	87
Quadro 4.25:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Edson Queiroz em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)	87
Quadro 4.26:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao Distrito Industrial em Maracanaú (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	88
Quadro 4.27:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao Distrito Industrial em Maracanaú (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante) ..	88
Quadro 4.28:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao Pecém em São Gonçalo do Amarante (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	88
Quadro 4.29:	Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao Pecém em São Gonçalo do Amarante (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)	88
Quadro 4.30:	informações das áreas de operação propostas.....	89
Quadro 4.31:	Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas.....	98
Quadro 4.32:	Indicadores Cenário Proposto x Cenário Atual - Viagens Metropolitanas	98
Quadro 4.33:	Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	99

Quadro 4.34: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)	99	Quadro 4.52: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao Pecém em São Gonçalo do Amarante (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	108
Quadro 4.35: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas (por município)	99	Quadro 4.53: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao Pecém em São Gonçalo do Amarante (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)	108
Quadro 4.36: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Centro em Fortaleza	105	Quadro 4.54: Demanda estimada de passageiros por Área de Operação	109
Quadro 4.37: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Aldeota em Fortaleza	105	Quadro 4.55: Demanda estimada de passageiros da Área de Operação 03 por modo de transporte	109
Quadro 4.38: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Messejana em Fortaleza	105	Quadro 4.56: Dimensionamento da frota - Cenário 0	110
Quadro 4.39: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Edson Queiroz em Fortaleza	105	Quadro 4.57: Dimensionamento da frota - Cenário 1	110
Quadro 4.40: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Distrito Industrial em Maracanaú	105	Quadro 4.58: Dimensionamento da frota - Cenário 2	110
Quadro 4.41: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao Pecém em São Gonçalo do Amarante	105	Quadro 4.59: Dimensionamento da frota - Cenário 3	110
Quadro 4.42: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Centro em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	106	Quadro 4.60: Quantidade e viagens semanais - Cenário 0	111
Quadro 4.43: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Centro em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)	106	Quadro 4.61: Quantidade e viagens semanais - Cenário 1	111
Quadro 4.44: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Aldeota em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	106	Quadro 4.62: Quantidade e viagens semanais - Cenário 2	111
Quadro 4.45: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Aldeota em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)	106	Quadro 4.63: Quantidade e viagens semanais - Cenário 3	111
Quadro 4.46: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Messejana em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	107	Quadro 4.64: Percurso Médio Anual por veículo - Cenário 0	111
Quadro 4.47: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Messejana em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)	107	Quadro 4.65: Percurso Médio Anual por veículo - Cenário 1	111
Quadro 4.48: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Edson Queiroz em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	107	Quadro 4.66: Percurso Médio Anual por veículo - Cenário 2	111
Quadro 4.49: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Edson Queiroz em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)	107	Quadro 4.67: Percurso Médio Anual por veículo - Cenário 3	111
Quadro 4.50: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao Distrito Industrial em Maracanaú (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)	108	Quadro 5.1: Distâncias médias de cada anel tarifário	122
Quadro 4.51: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao Distrito Industrial em Maracanaú (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)	108	Quadro 5.2: Códigos dos setores censitários que definem os setores tarifários da área de operação 01	125
		Quadro 5.3: Códigos dos setores censitários que definem os setores tarifários da área de operação 02	127
		Quadro 5.4: Códigos dos setores censitários que definem os setores tarifários da área de operação 03	129
		Quadro 5.5: Códigos dos setores censitários que definem os setores tarifários da área de operação 04	131
		Quadro 5.6: Itens de custo	134
		Quadro 5.7: Índices de consumo de lubrificantes	137
		Quadro 5.8: percursos médios anuais	138

Quadro 5.9:	índice de consumo de lubrificantes.....	145
Quadro 5.10:	fatores de utilização	145
Quadro 5.11:	Quantidade de veículos por empresa (fonte SIGET).	145
Quadro 5.12:	Quantidade de veículos por marca do chassi (fonte SIGET).	145
Quadro 5.13:	Quantidade de veículos por modelo do chassi (fonte SIGET).	145
Quadro 5.14:	Quantidade de veículos por marca da carroceria (fonte SIGET).	146
Quadro 5.15:	Quantidade de veículos por modelo da carroceria (fonte SIGET).	146
Quadro 5.16:	Quantidade de veículos por marca do chassi (fonte Vitória, Viametro e Anfrolanda). 146	
Quadro 5.17:	Quantidade de veículos por modelo do chassi (fonte Vitória, Viametro e Anfrolanda). 146	
Quadro 5.18:	Quantidade de veículos por modelo da carroceria (fonte Vitória, Viametro e Anfrolanda). 147	
Quadro 5.19:	Composição de preços da carroceria	147
Quadro 5.20:	Preços dos lubrificantes	148
Quadro 5.21:	Fatores de utilização e salários.....	148
Quadro 5.22:	Custos quilométricos e coeficientes tarifários	150

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Questionário da pesquisa OD	16
Figura 2.2: Modelo de formulário utilizado na pesquisa de ocupação visual de vans.	18
Figura 2.3: Rotas da pesquisa de ocupação visual.....	19
Figura 2.4: Pontos da pesquisa principal de ocupação visual	20
Figura 2.5: Resultados pesquisa de ocupação visual – ida e volta	21
Figura 2.6: Resultados pesquisa de ocupação visual – ida.....	22
Figura 2.7: Resultados pesquisa de ocupação visual –volta	23
Figura 3.1: Disposição espacial da base de dados geográfica do sistema viário.....	25
Figura 3.2: Detalhe da disposição espacial da base de dados geográfica do sistema viário 26	
Figura 3.3: Disposição espacial da base de dados geográfica dos municípios da RMF.....	28
Figura 3.4: Disposição espacial da base de dados geográfica dos bairros de Fortaleza ...	29
Figura 3.5: Disposição espacial da base de dados geográfica dos terminais urbanos de Fortaleza 30	
Figura 3.6: Disposição espacial da base de dados geográfica dos distritos da RMF	31
Figura 3.7: Disposição espacial da base de dados geográfica de zonas de tráfego	33
Figura 3.8: Disposição espacial da base de dados geográfica de zonas de tráfego - detalhe 34	
Figura 3.9: Disposição espacial da base de dados geográfica de anéis tarifários.....	36
Figura 3.10: Disposição espacial da base de dados geográfica dos setores censitários de 2010 37	
Figura 4.1: Fluxograma das atividades desenvolvidas na modelagem.....	39
Figura 4.2: Exemplo de subdivisão das zonas de tráfego	40
Figura 4.3: Exemplo de subdivisão das zonas de tráfego	40
Figura 4.4: Disposição espacial da base de dados geográfica de zonas de tráfego revisada 42	
Figura 4.5: Disposição espacial da base de dados geográfica de zonas de tráfego revisada- Destaque para as zonas subdivididas.....	43
Figura 4.6: Exemplos de definição de centróide - Zona 125B.....	44
Figura 4.7: Exemplos de definição de centróide - Zona 12.....	44
Figura 4.8: Sistema de rotas (linhas rodoviárias metropolitanas - Sistema Regular)	46
Figura 4.9: Sistema de rotas (linhas ferroviárias metropolitanas).....	47
Figura 4.10: Exemplo de definição de ponto de parada	48
Figura 4.11: Exemplo de definição de ponto de parada	48
Figura 4.12: Exemplo de definição de ponto de parada	49
Figura 4.13: Fluxo horário de ônibus (oferta) no sistema viário durante o pico do tráfego da manhã - Sistema Metropolitano Regular.....	50
Figura 4.14: Fluxo horário de ônibus (oferta) no sistema viário durante o pico do tráfego da manhã - Sistema Metropolitano Regular - Detalhe.....	51
Figura 4.15: Fluxo horário de ônibus (oferta) no sistema viário durante o pico do tráfego da manhã - Sistema Urbano de Fortaleza	52
Figura 4.16: Fluxo horário de ônibus (oferta) no sistema viário durante o pico do tráfego da manhã - Sistema Urbano de Fortaleza - Detalhe	53
Figura 4.17: Etapas do método de reconstrução da Matriz OD	54
Figura 4.18: Viagens originadas e atraídas por município (matriz base)	55
Figura 4.19: Histórico Mensal da Demanda por Ônibus em Fortaleza (Fonte: Etufor, 2010) 56	
Figura 4.20: Dez maiores linhas de desejo da matriz OD de 2010 (Matriz Base).....	57
Figura 4.21: Zonas de destinos das viagens originadas no município de Aquiraz – Matriz Base (2010) 58	
Figura 4.22: Matriz OD base e identificação das células que foram alteradas	60
Figura 4.23: Etapas da Validação do modelo de alocação	60
Figura 4.24: Diagrama de dispersão Carregamentos Observado x Alocado	61
Figura 4.25: Etapas do método de obtenção da Matriz OD sintética	62
Figura 4.26: Diagrama de dispersão Carregamentos Observado x Alocado (Alocação da Matriz OD Sintética).....	62
Figura 4.27: Diagrama de dispersão Carregamentos Observado x Alocado - (a) Matriz OD Base, (b) Matriz OD Semente e (c) Matriz OD Sintética	63
Figura 4.28: Quantidade de viagens produzidas por município: Matriz OD Base X Matriz OD Sintética (Caucaia, Maracanaú, Pacatuba e Maranguape)	64

Figura 4.29: Quantidade de viagens produzidas por município: Matriz OD Base X Matriz OD Sintética (Guaiúba, Aquiraz, São Gonçalo do Amarante e Pacajus).....64	Figura 4.54: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Pacatuba).... 77
Figura 4.30: Quantidade de viagens produzidas por município: Matriz OD Base X Matriz OD Sintética (Horizonte, Eusébio, Itaitinga e Chorozinho)64	Figura 4.55: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (São Gonçalo do Amarante) 78
Figura 4.31: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética.....65	Figura 4.56: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (São Gonçalo do Amarante) 78
Figura 4.32: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética.....66	Figura 4.57: Etapas da alocação da demanda 79
Figura 4.33: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Aquiraz)...67	Figura 4.58: Indicador <i>Tempo de Viagem</i> por município - Cenário Atual 81
Figura 4.34: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Aquiraz).....67	Figura 4.59: Indicador <i>Tempo de Viagem com Penalidade</i> por município - Cenário Atual 82
Figura 4.35: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Caucaia) ..68	Figura 4.60: Indicador <i>Custo Generalizado</i> por município - Cenário Atual 83
Figura 4.36: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Caucaia)68	Figura 4.61: Indicador <i>Custo de Viagem</i> por município - Cenário Atual..... 84
Figura 4.37: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Chorozinho) 69	Figura 4.62: <i>Principais corredores de transporte da RMF</i> 92
Figura 4.38: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Chorozinho) .69	Figura 4.63: <i>Áreas de operação propostas</i> 93
Figura 4.39: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Eusébio) ..70	Figura 4.64: <i>Áreas de operação 01 e seus respectivos setores tarifários (s1, s2, s3 e s4)</i> 94
Figura 4.40: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Eusébio)70	Figura 4.65: <i>Áreas de operação 02 e seus respectivos setores tarifários (s1, s2 e s3)</i> . 95
Figura 4.41: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Guaiúba)..71	Figura 4.66: <i>Áreas de operação 03 e seus respectivos setores tarifários (s1, s2 e s3)</i> . 96
Figura 4.42: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Guaiúba).....71	Figura 4.67: <i>Áreas de operação 04 e seus respectivos setores tarifários (s1, s2, s3, s4 e s5)</i> 97
Figura 4.43: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Horizonte) 72	Figura 4.68: Indicadores Cenário Proposto x Cenário Atual - Viagens Metropolitanas .100
Figura 4.44: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Horizonte)....72	Figura 4.69: Indicador <i>Tempo de Viagem</i> por município - Cenário Proposto101
Figura 4.45: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Itaitinga)..73	Figura 4.70: Indicador <i>Tempo de Viagem com Penalidade</i> por município - Cenário Proposto 102
Figura 4.46: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Itaitinga)73	Figura 4.71: Indicador <i>Custo Generalizado</i> por município - Cenário Proposto103
Figura 4.47: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Maracanaú) 74	Figura 4.72: Indicador <i>Custo de Viagem</i> por município - Cenário Proposto.....104
Figura 4.48: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Maracanaú) ..74	Figura 4.73: Demanda estimada de passageiros da Área de Operação 03 por modo de transporte 109
Figura 4.49: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Maranguape) 75	Figura 5.1: Posicionamento da política tarifária frente a seus objetivos. Fonte NTU (2005) 113
Figura 4.50: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Maranguape) 75	Figura 5.2: Alternativas de estrutura tarifária113
Figura 4.51: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Pacajus)...76	Figura 5.3: Funcionamento das câmaras de compensação.....117
Figura 4.52: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Pacajus).....76	
Figura 4.53: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Pacatuba) 77	

Figura 5.4: Modelo de receita pública	117
Figura 5.5: Ficha metálica	119
Figura 5.6: Bilhete Edmonson	119
Figura 5.7: Cartão Magnético	120
Figura 5.8: Cartão Inteligente	121
Figura 5.9: – Linha Serrote / Fortaleza	126
Figura 5.10: Linha Bom Princípio / Fortaleza	128
Figura 5.11: Linha Água Verde/Mondubim.....	130
Figura 5.12: Chorozinho / Fortaleza	133
Figura 5.13: Composição do pneu	136
Figura 5.14: Quilometragem percorrida ao longo dos meses – Empresa Vitória.....	140
Figura 5.15: Consumo em litros – Empresa Vitória	140
Figura 5.16: Consumo em litros/km– Empresa ViaMetro	141
Figura 5.17: Quilometragem percorrida ao longo dos meses – Empresa ViaMetro	141
Figura 5.18: Consumo em litros– Empresa ViaMetro.....	142
Figura 5.19: Consumo em litros/km – Empresa ViaMetro	142
Figura 5.20: Quilometragem percorrida	142
Figura 5.21: Consumo em litros.....	143
Figura 5.22: Consumo em litros por quilômetro	143

1. Apresentação

A ARCE, DETRAN/CE, METROFOR e SEINFRA, em trabalho conjunto, desenvolveram estudo sobre o transporte público da Região Metropolitana de Fortaleza. O objetivo deste estudo foi elaborar um novo modelo para o sistema de transporte público rodoviário metropolitano através da modelagem da oferta e demanda dos sistemas de transporte público rodoviário e metroviário. Esse modelo será materializado através de editais de licitação e de mudanças na oferta (rede de transporte rodoviária metropolitana).

Para a execução deste estudo foram estabelecidas algumas premissas básicas que se seguem:

- Esforço conjunto ARCE, DETRAN/CE, METROFOR e SEINFRA
- O estudo fundamentado em:
 - Qualidade de vida do usuário;
 - Viabilização do sistema metroviário;
 - Fortalecimento do sistema rodoviário.
- O prazo previsto para conclusão do estudo era fevereiro de 2012, entretanto, foi postergado em função das complexidade do mesmo.
- Foco técnico com o objetivo de subsidiar as instâncias decisórias do Estado

Dentro dos objetivos apresentados e das premissas estabelecidas concebeu-se o escopo do estudo aborda entre outros aspectos:

- Proposição de cenários estratégicos para tomada de decisão pelo Grupo Decisor;
- Caracterização dos sistemas existentes (metroviário, urbanos e metropolitano);
- Modelagem da rede de transporte da RMF, incluindo sistemas metroviários existentes e planejados, sistemas urbanos e metropolitanos rodoviários;
- Estimativa de matriz OD sintética;
- Previsão de demanda futura a partir da modelagem;
- Elaboração de cenários de rede (oferta) para atender a demanda de acordo com os cenários estratégicos estabelecidos;

- Seleção do cenário de rede a ser detalhado;
- Detalhamento da oferta no cenário escolhido, planejamento e programação operacional dos sistemas para fins de licitação;
- Proposição de cenários de política tarifária de acordo com o cenário de rede selecionado para tomada de decisão pelo Grupo Decisor;
- Detalhamento da política tarifária do cenário selecionado e determinação da tarifa para efeitos de licitação e para os demais subsistemas;
- Elaboração das minutas dos editais de licitações do sistema metropolitano para início das audiências públicas.

O presente documento está dividido em seis capítulos, incluindo este introdutório, no qual é destacado as premissas e os objetivos do estudo. No Capítulo 2, são apresentadas as pesquisas realizadas no escopo do estudo, detalhando suas metodologias e discutindo seus resultados. O Capítulo 3 é dedicado a apresentação das bases de dados geográficas consolidadas, que foram necessárias para embasar o estudo e apoiaram a tomada de decisão. Já no Capítulo 4, são apresentadas todas as etapas desenvolvidas durante a execução da modelagem da demanda: Elaboração da Rede; Obtenção da Matriz OD Semente; Validação do Modelo de Alocação; Obtenção da Matriz OD Sintética e Alocação da Demanda. No Capítulo 5, a política tarifária é delineada e é feita uma explanação com o intuito de facilitar seu entendimento e justificar as escolhas realizadas. Por fim, no Capítulo 6 são apresentadas as considerações finais.

2. Planejamento e Realização das Pesquisas

As pesquisas realizadas forneceram dados de entrada necessários para a realização da modelagem do sistema de transportes da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), bem como, caracterizar tal sistema e propor cenários alternativos. Para tanto, foram realizadas quatro pesquisas ao longo do estudo, listadas a seguir:

- Pesquisa “Sobe e Desce” nas linhas do Serviço Regular Metropolitano de Transporte Rodoviário Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará;
- Pesquisa de origem e destino com os usuários do Serviço Regular Metropolitano de Transporte Rodoviário Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará;
- Pesquisa de origem e destino com os usuários do Serviço Regular Complementar Metropolitano de Transporte Rodoviário Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará;
- Pesquisa de ocupação visual nas linhas do Serviço Regular Complementar Metropolitano de Transporte Rodoviário Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará;

Nos próximos tópicos, a metodologia utilizada em cada pesquisa é descrita e é apresentado um resumo dos dados obtidos.

2.1. Pesquisa Sobe e desce

Em estudos de modelagem de transporte, os dados fornecidos por esta pesquisa são bastante relevantes, permitindo obter o carregamento das linhas entre os seus seccionamentos, dentre outras informações, como ocupação média, por exemplo. Nesta pesquisa é coletada a quantidade de passageiros que embarca e desembarca em um determinado ponto de parada, explicando assim o termo “Sobe e Desce”.

No estudo em questão, definiu-se como seccionamento de cada linha os limites das zonas de tráfego. Desta forma, obteve-se a quantidade de passageiros que embarca e desembarca em cada zona de tráfego e a quantidade de passageiros embarcado

(carregamento) em cada seccionamento. Esta agregação no nível de zona de tráfego foi realizada apenas para o pico da manhã e só foi concluída após a definição das zonas de tráfego utilizadas na modelagem.

Para cada viagem realizada foram utilizados dois pesquisadores embarcados localizados próximos as portas de entrada e saída do veículo identificando quantas pessoas embarcam e desembarcam a cada parada, além da localização aproximada da parada e o horário que acontece o embarque e desembarque. Foram pesquisadas 64 linhas de um total de 77, abrangendo todas as empresas do sistema. Apenas algumas linhas foram pesquisadas os sete dias da semana e serviram como padrão para expansão dos dados das demais. As pesquisas também foram realizadas em três turnos totalizando 16 horas por dia. As equipes foram dimensionadas de maneira a cobrir cerca de 20% das viagens realizadas.

De posse da programação operacional de cada linha, foi possível determinar a ocupação média por período, com base no valor da ocupação média das viagens pesquisadas. A partir da ocupação média por período, determinou-se a ocupação média da linha ponderando-se a ocupação média por período pela quantidade de viagens programadas para cada faixa de horário. A título de exemplo, se uma determinada linha foi pesquisada três vezes durante a manhã, duas vezes durante a tarde e uma vez à noite, para cada período foi calculado a quantidade de passageiro transportados por cada anel tarifário, determinando, assim, a ocupação média para cada faixa de horário (manhã, tarde e noite). De posse da programação operacional oficial da linha (ex: seis viagens pela manhã, quatro a tarde e duas à noite), determinou-se a ocupação média para cada período, considerando a quantidade de viagens programadas para o respectivo período. Determinada a ocupação média de cada período, recorreu-se, novamente, à programação operacional para calcular a ocupação média da linha, ponderando-se a ocupação por período pela quantidade de viagens programadas dentro de cada faixa de horário.

Para a estimativa da ocupação do sistema metropolitano utilizou-se o somatório de passageiros transportados de todo sistema dividido pelo total de viagens realizadas no período, chegando-se ao valor de: 34,48 passageiros/viagem. O Quadro 2.1 apresenta a quantidade de passageiros equivalente por viagem por linha.

No Anexo I, são apresentados os dados de carregamento e embarque e desembarque (sobe e desce) das linhas pesquisadas.

Quadro 2.1: Ocupação média das linhas pesquisadas

Transportadora	Linha	Sentido	Km	Pass-eq
Vitória	Fortaleza-Araturi Rota 1	Ida	17	41,45
	Fortaleza-Araturi Rota 2	Ida	17	71,5
	Fortaleza-Bom Princípio	Ida	50	33,29
	Fortaleza-Capuan	Ida	24	33,99
	Fortaleza-Caucaia	Ida	16	35,67
	Fortaleza-Coité/Matões	Ida	54	24,18
	Fortaleza-Conj. Metropolitano	Ida	17	27,76
	Fortaleza-Cumbuco via Mister Hull	Ida	33	26,86
	Fortaleza-Cumbuco via Beira Mar	Ida	33	7,91
	Fortaleza-Icarai via Barra do Ceará	Ida	33	36,11
	Fortaleza-Jurema	Ida	16	26,92
	Fortaleza-Nova Metrôpole Rota 1	Ida	17	36,35
	Fortaleza-Nova Metrôpole Rota 2	Ida	17	36,21
	Fortaleza-Parque Albano	Ida	15	32,71
	Fortaleza-Parque Portira Rota 1	Ida	14	26,15
	Fortaleza-Parque Portira Rota 2	Ida	16	25,63
	Fortaleza-Planalto Caucaia	Ida	18	38,89
	Fortaleza-Planalto Caucaia via BR 020	Ida	18	23,75
	Fortaleza-Sítios Novos	Ida	56	45,89
	Fortaleza-Tabapuá	Ida	10	29,4
	Fortaleza-Terminal Metrôpole	Ida	17	40,34
	Fortaleza-Vicente Arruda	Ida	16	37,73
	Fortaleza-Araturi Rota 1	Volta	17	27,37
	Fortaleza-Araturi Rota 2	Volta	17	44,93
	Fortaleza-Bom Princípio	Volta	50	28,04
	Fortaleza-Capuan	Volta	24	26,88
	Fortaleza-Caucaia	Volta	16	37,87
	Fortaleza-Coité/Matões	Volta	54	24,9
	Fortaleza-Conj. Metropolitano	Volta	17	40,87
	Fortaleza-Cumbuco via Mister Hull	Volta	33	20,53
	Fortaleza-Cumbuco via Beira Mar	Volta	33	10,1
	Fortaleza-Icarai via Barra do Ceará	Volta	33	28,74
	Fortaleza-Jurema	Volta	16	30,6
	Fortaleza-Nova Metrôpole Rota 1	Volta	17	42,62
	Fortaleza-Nova Metrôpole Rota 2	Volta	17	39,03
	Fortaleza-Parque Albano	Volta	15	34,84
	Fortaleza-Parque Portira Rota 1	Volta	14	32,09
	Fortaleza-Parque Portira Rota 2	Volta	16	41,54
	Fortaleza-Planalto Caucaia	Volta	18	26,55
	Fortaleza-Planalto Caucaia via BR 020	Volta	18	28,57
	Fortaleza-Sítios Novos	Volta	56	27,66
	Fortaleza-Tabapuá	Volta	10	19,97
Fortaleza-Terminal Metrôpole	Volta	17	42,4	
Fortaleza-Vicente Arruda	Volta	16	43,6	
Viametro	Fortaleza-Acaracuzinho	Ida	20	31,77
	Fortaleza-Cidade Nova	Ida	18	22,33
	Fortaleza-Conj. Industrial	Ida	17	34,11
	Fortaleza-Conj. Timbó	Ida	23	28,22
	Fortaleza-Maranguape/CEASA	Ida	28	58,33
	Fortaleza-Novo Maracanaú	Ida	25	37,48
	Fortaleza-Pajuçara	Ida	20	27,62
	Fortaleza-Pavuna	Ida	25	20,85

Transportadora	Linha	Sentido	Km	Pass-eq	
	Fortaleza-Pitaguary	Ida	24	28,91	
	Fortaleza-Sem. Carlos Jereissati Rota 1	Ida	30	38,94	
	Fortaleza-Taquara	Ida	24	31,52	
	Fortaleza-Acaracuzinho	Volta	20	33,18	
	Fortaleza-Cidade Nova	Volta	18	10	
	Fortaleza-Conj. Industrial	Volta	17	33,79	
	Fortaleza-Conj. Timbó	Volta	23	29,27	
	Fortaleza-Maranguape/CEASA	Volta	28	46,11	
	Fortaleza-Novo Maracanaú	Volta	25	32,68	
	Fortaleza-Pajuçara	Volta	20	23,48	
	Fortaleza-Pavuna	Volta	25	15,41	
	Fortaleza-Pitaguary	Volta	24	31,9	
	Fortaleza-Sem. Carlos Jereissati Rota 1	Volta	30	36,3	
	Fortaleza-Taquara	Volta	24	28,62	
	São Benedito	Fortaleza-Aquiraz	Ida	-	-
		Fortaleza-Iguape	Ida	49	53,39
		Fortaleza-Itaitinga	Ida	25	33,13
		Fortaleza-Itaitinga/São Bento	Ida	44	32,3
		Fortaleza-Pacajus	Ida	49	25,86
		Fortaleza-Porto das Dunas Rota 1	Ida	39	55,98
Fortaleza-Porto das Dunas Rota 2		Ida	39	13,44	
Fortaleza-Prainha		Ida	42	35,25	
Fortaleza-Tapuiú		Ida	24	38,3	
Fortaleza-Tipuiú		Ida	29	40,32	
Fortaleza-Iguape		Volta	49	42,58	
Fortaleza-Itaitinga		Volta	25	29,26	
Fortaleza-Itaitinga/São Bento		Volta	44	31,23	
Fortaleza-Pacajus		Volta	49	20,31	
Fortaleza-Porto das Dunas Rota 1		Volta	39	27,56	
Fortaleza-Porto das Dunas Rota 2		Volta	39	24,85	
Fortaleza-Prainha		Volta	42	22,81	
Fortaleza-Tapuiú		Volta	24	25,49	
Fortaleza-Tipuiú		Volta	29	26,14	
Penha		Fortaleza-Jubaia	Ida	52	112,03
	Fortaleza-Maranguape	Ida	29	41,44	
	Fortaleza-Sapupara	Ida	39	95,41	
	Fortaleza-Tito	Ida	51	80,05	
	Maranguape-Maracanaú	Ida	12	22,13	
	Maranguape-Mucunã	Ida	10	25,46	
	Fortaleza-Jubaia	Volta	52	89,62	
	Fortaleza-Maranguape	Volta	29	26,21	
	Fortaleza-Sapupara	Volta	39	66,09	
	Fortaleza-Tito	Volta	51	30,07	
	Maranguape-Maracanaú	Volta	12	27,94	
	Maranguape-Mucunã	Volta	10	21,42	
Fretcar	Fortaleza-Guaiuba	Ida	36	28,77	
	Fortaleza-Itacima	Ida	66	40,59	
	Fortaleza-Redenção	Ida	54	52,57	
	Fortaleza-Tanques	Ida	58	28,97	
	Fortaleza-Guaiuba	Volta	36	27	
	Fortaleza-Itacima	Volta	66	14,9	
	Fortaleza-Redenção	Volta	54	35,96	
	Fortaleza-Tanques	Volta	58	34,93	

2.2. Pesquisa de origem e destino com os usuários do Serviço Regular Metropolitano

A pesquisa de origem e destino consistiu na realização de entrevistas com os usuários das linhas do transporte regular metropolitano rodoviário de passageiros que operam na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), questionando sobre o local de origem e destino das viagens realizadas.

Inicialmente, definiu-se o horário de realização da pesquisa. Como a modelagem do sistema de transportes da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) realizada, contempla o período do pico da manhã, optou-se por executar esta pesquisa entre 5h00 e 9h00 da manhã, durante os dias úteis (segunda-feira a sexta-feira) do mês de maio de 2011.

A referida pesquisa foi embarcada, ou seja, o pesquisador entrevistava os usuários do serviço dentro do veículo e questionava sobre a viagem realizada no momento da entrevista. Nesta pesquisa, foi aplicado o questionário apresentado a seguir:

1	Linha (Código/Nome):	
2	Qual a Origem da viagem? De onde você veio?	
3	Qual o Destino da Viagem? Para onde você vai?	
4	Qual o Modo de transporte utilizado para acessar o ônibus/Van?	<input type="checkbox"/> Ônibus Urbano <input type="checkbox"/> Pé <input type="checkbox"/> Complementar (Topic/Van) <input type="checkbox"/> Moto-Táxi <input type="checkbox"/> Outro: _____
5	Qual o Modo de transporte utilizado para acessar o destino final?	<input type="checkbox"/> Ônibus Urbano <input type="checkbox"/> Pé <input type="checkbox"/> Complementar (Topic/Van) <input type="checkbox"/> Moto-Táxi <input type="checkbox"/> Outro: _____
6	Qual o Motivo da Viagem?	<input type="checkbox"/> Trabalho <input type="checkbox"/> Lazer <input type="checkbox"/> Estudo <input type="checkbox"/> Saúde <input type="checkbox"/> Compras <input type="checkbox"/> Outro: _____ <input type="checkbox"/> Retorno Residência
7	Qual a Frequência da Viagem durante a semana?	<input type="checkbox"/> Raramente realiza <input type="checkbox"/> 1 a 2 vezes na semana <input type="checkbox"/> 3 a 4 vezes na semana <input type="checkbox"/> 5 ou + vezes na semana

Figura 2.1: Questionário da pesquisa OD

Observa-se que, além dos dados de origem e destino da viagem realizada, foram levantados outros atributos, como modo de transporte utilizado para acessar o ônibus,

modo de transporte utilizado para acessar o destino final, o motivo da viagem e, por fim, a frequência da realização da viagem ao longo da semana.

O Quadro 2.2 apresenta as linhas que foram pesquisadas, bem como a quantidade (amostra) de questionários a ser aplicada em cada uma (meta). Observa-se que o tamanho da amostra variou por linha, sendo o valor máximo igual a 100 questionários por sentido. Essa variação é justificada pelo o fato de algumas linhas terem sido agrupadas em função de possuírem rotas semelhantes e atenderem as mesmas regiões. Por exemplo, ao agrupar duas linhas, ao invés de serem aplicados 100 questionários em cada uma, reduziu-se essa quantidade para 50 questionários. Esta simplificação foi fundamentada na consideração de que os usuários dessas linhas pertencem à mesma população.

O valor de 100 questionários foi encontrado aplicando-se a fórmula a seguir, pelo fato da variável Origem/Destino ser uma variável categórica e por não se ter uma estimativa dos valores das variáveis pesquisadas. Nesse caso, utilizou-se um erro amostral de 10% e um grau de confiança de 95% ($z=1,96$).

$$n = \frac{z^2}{e^2} \times \frac{1}{4} \quad (2.1)$$

em que:

n : Quantidade de questionários a ser aplicado (tamanho da amostra)

e : Erro amostral

z : Parâmetro da curva normal em função do grau de confiança

Quadro 2.2: Metas de entrevistas por linha

Código	Nome	Empresa	Entrevista (meta)
43	JUBAIA/FORTALEZA	Anfrolanda	30
44	SAPUPARA/FORTALEZA	Anfrolanda	30
67	MARANGUAPE/FORTALEZA	Anfrolanda	100
122	TITO/FORTALEZA	Anfrolanda	30
373	MARACANAÚ/MARANGUAPE	Anfrolanda	80
999	MUCUNÃ/MARANGUAPE	Anfrolanda	80
199	FORTALEZA/ÁGUA VERDE/REDENÇÃO	Fretcar	100
199	FORTALEZA/GUAIUBA	Fretcar	100
211	FORTALEZA/TANQUES	Fretcar	50
325	FORTALEZA/ITACIMA	Fretcar	50
10180	BARRA DO CEARÁ/CEASA	MS Turismo	80
45	FORTALEZA/IGUAPE	São Benedito	50
46	FORTALEZA/PRAINHA	São Benedito	50
75	FORTALEZA/PACAJUS	São Benedito	100
81	FORTALEZA/ANCURI	São Benedito	30
107	FORTALEZA/CARACANGA	São Benedito	30
108	FORTALEZA/TAPUIO	São Benedito	80
207	FORTALEZA/TIPUIO	São Benedito	80
274	FORTALEZA/SÃO BENTO VIA ITAITINGA	São Benedito	100
284	FORTALEZA/TELHA	São Benedito	30
367	FORTALEZA/PORTO DAS DUNAS	São Benedito	60
374	MARANGUAPE/PARQUE LUZARDO VIANA	São Paulo	80
60	FORTALEZA/SANTO ANT. DO PITAGUARI	Viametro	80
92	FORTALEZA/TAQUARA	Viametro	80
99	FORTALEZA/PAVUNA	Viametro	80
179	FORTALEZA/PAJUÇARA	Viametro	100
324	FORTALEZA/CONJUNTO ACARACUZINHO	Viametro	100
326	FORTALEZA/CONJUNTO TIMBÓ	Viametro	50
338	MARANGUAPE/CEASA	Viametro	100
350	FORTALEZA/NOVO MARACANAÚ	Viametro	50
1331	FORTALEZA/CONJ. CARLOS JEREISSATI R 1	Viametro	50
1332	FORTALEZA/CONJ. CARLOS JEREISSATI R 2	Viametro	50
39	CAPUAN	Vitória	80
40	SITIOS NOVOS	Vitória	80
140	COITE/MATOES	Vitória	80
142	JUREMA	Vitória	25
263	BOM PRINCIPIO	Vitória	80
363	CUMBUCO VIA MISTER HALL	Vitória	100
366	CUMBUCO / JARDINEIRA	Vitória	80
368	PARQUE ALBANO	Vitória	20
10038	CAUCAIA-ROTA1	Vitória	35
10332	METRÓPOLE R 1	Vitória	40
10333	ARATURI R 1	Vitória	50
10348	PLANALTO CAUCAIA	Vitória	35
10364	POTIRA R 1	Vitória	25
20038	CAUCAIA R 2	Vitória	35
20332	METRÓPOLE R 2	Vitória	40
20348	PLANALTO CAUCAIA R 2	Vitória	80
363	ICARAI VIA BARRA DO CEARÁ	Vitória	80

Código	Nome	Empresa	Entrevista (meta)
66	FORTALEZA / PECEM	Litorânea	80
30	FORTALEZA / SÃO GONÇALO	Litorânea	80
65	FORTALEZA / SERROTE	Litorânea	80
235	FORTALEZA / TAÍBA	Litorânea	80
303	LAGOA REDONDA / CEASA	Expresso União	80

Os resultados desta pesquisa, com todas as 4.050 entrevistas validadas, encontram-se no Anexo II.

2.3. Pesquisa de origem e destino com os usuários do Serviço Regular Complementar Metropolitano

Esta pesquisa também consistiu na realização de entrevistas, questionando, contudo, sobre o local de origem e destino das viagens realizadas pelos usuários do transporte regular complementar rodoviário metropolitano de passageiros que operam na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Neste caso, existiram algumas particularidades que não permitiram que esta pesquisa fosse realizada com a mesma metodologia da pesquisa anterior, que foi aplicada apenas com os usuários do transporte regular.

Devido ao espaço reduzido dos veículos que operam o serviço de transporte regular complementar, a pesquisa embarcada tornou-se inviável. Deste modo, optou-se por aplicar as entrevistas em pontos de embarque que concentrassem uma demanda numerosa de passageiros. Entretanto, durante o pico da manhã, a maioria das viagens tem como destino Fortaleza, não havendo no município de origem um ponto de embarque concentrador de passageiros. Já durante o pico da tarde, as viagens possuem o padrão inverso, tendo como Fortaleza o local de origem. Neste caso, há alguns pontos concentradores de embarque de passageiros, onde optou-se por realizar a entrevista durante o pico da tarde, entre 16h30 e 19h30, nos dias úteis (segunda-feira a sexta-feira), do mês de maio de 2011. Ressalta-se, todavia, que apesar da entrevista ser realizada à tarde, foi questionado ao usuário sobre os atributos da viagem realizada durante a ida para Fortaleza. O questionário é semelhante ao apresentado na Figura 2.5.

Utilizando-se a mesma metodologia de dimensionamento da amostra da pesquisa do regular, calculou-se que, para cada linha do Serviço Regular complementar Metropolitano de Transporte Rodoviário Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará. Os resultados desta pesquisa, com todas as 3.350 entrevistas validadas, encontram-se no Anexo III.

2.4. Pesquisa de ocupação visual

O objetivo principal da pesquisa foi a estimativa do número de passageiros transportados pelo transporte complementar, incluindo o transporte informal, nas principais rotas de acesso a cidade de Fortaleza (Ver Figura 2.3). A referida pesquisa foi do tipo censitária e foi realizada entre os dias 20 e 24 de maio, iniciando as 05h00 e terminando as 21h00. Ao todo foram pesquisados dez pontos, listados a seguir e identificados na Figura 2.4:

- P1. BR-020 (Conjunto Metr pole);
- P2. BR-222 (Av. Dom Almeida Lustosa);
- P3. BR-222 (Rotatória do Icarai);
- P4. CE-065 (Anel Viário);
- P5. CE-060 (Bal o do Mondubim);
- P6. BR-116 (Rua Padre Pedro de Alencar);
- P7. CE-025 (Av. Maestro Lisboa);
- P8. CE-040 (Anel Viário);
- P9. CE-040 (Rua José Hipólito);
- P10. Av. Ulisses Guimarães (Pedágio da Barra do Ceará).

Além de estimar o número de passageiros transportados os pesquisadores foram instr idos a coletar a hora de passagem; o tipo de veículo (P – Informal, R – regular, O – outro); a placa do veículo e o nome da linha. Para coleta de todos estes dados foi utilizando o formulário apresentado na Figura 2.2.

Por consequência da coleta das informa es básicas também foram obtidos dados volumétricos dos veículos complementares, pois foram coletados dados de todos os veículos do transporte complementar que passaram nos pontos de pesquisa durante os cinco dias. Vale ressaltar que os pesquisadores foram instr idos a coletar de modo primordial a informa o relativa   estimativa do número de passageiros transportados, deste modo, caso não fosse possível coletar todas as informa es do formulário de pesquisa deveria ser dado prioridade a coleta da informa o principal.

Pesquisador: _____ Supervisor: _____
Ponto de Pesquisa _____ Data: ___/___/___
Dire o do Veículo: Ida (Reg. Metropolitana – Fortaleza) Volta (Fortaleza – Reg. Metropolitana)

N�	HORÁRIO DE PASSAGEM	QUANTIDADE DE PASSAGEIROS										TIPO DE VEÍCULO*			PLACA DO VEÍCULO	LINHA DO VEÍCULO	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	P	R	O			
1	_____																
2	_____																
3	_____																
4	_____																
5	_____																
6	_____																
7	_____																
8	_____																
9	_____																
10	_____																
11	_____																
12	_____																
13	_____																
14	_____																
15	_____																

Figura 2.2: Modelo de formulário utilizado na pesquisa de ocupa o visual de vans.

Logo após as figuras que identificam os corredores e pontos de pesquisa, seguem mapas temáticos que apresentam alguns resultados obtidos com a pesquisa de ocupa o visual.

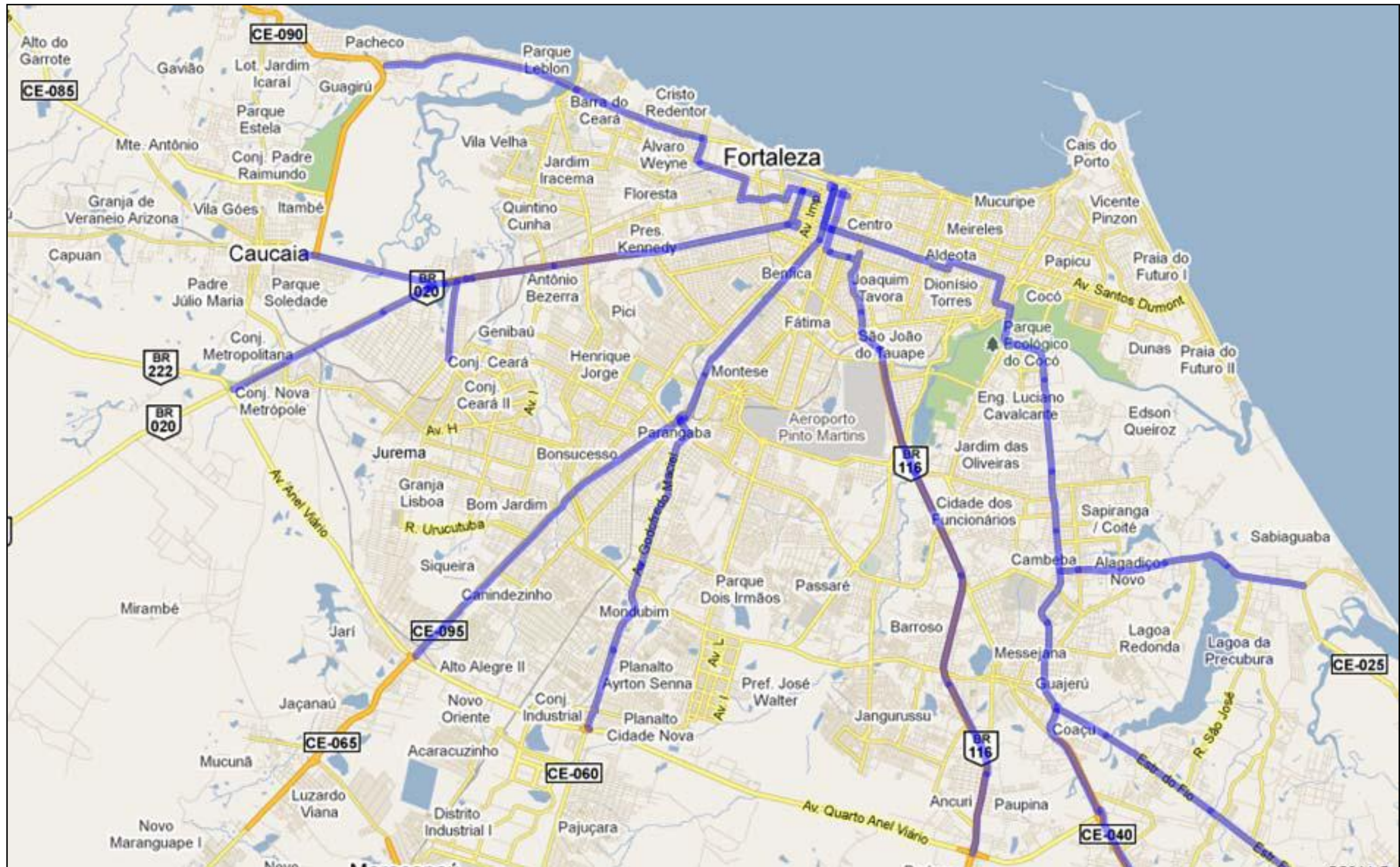


Figura 2.3: Rotas da pesquisa de ocupação visual.

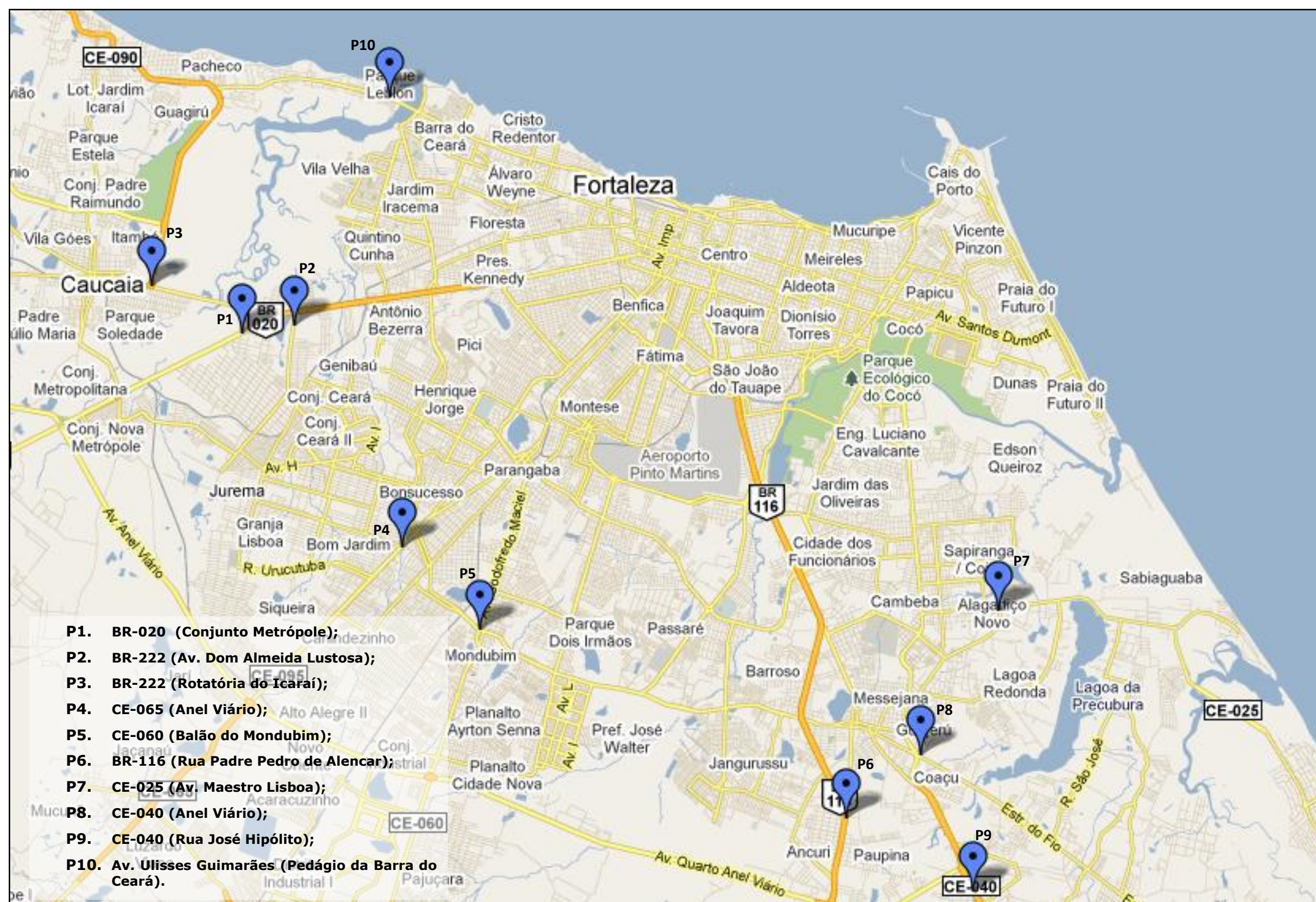


Figura 2.4: Pontos da pesquisa principal de ocupa o visual

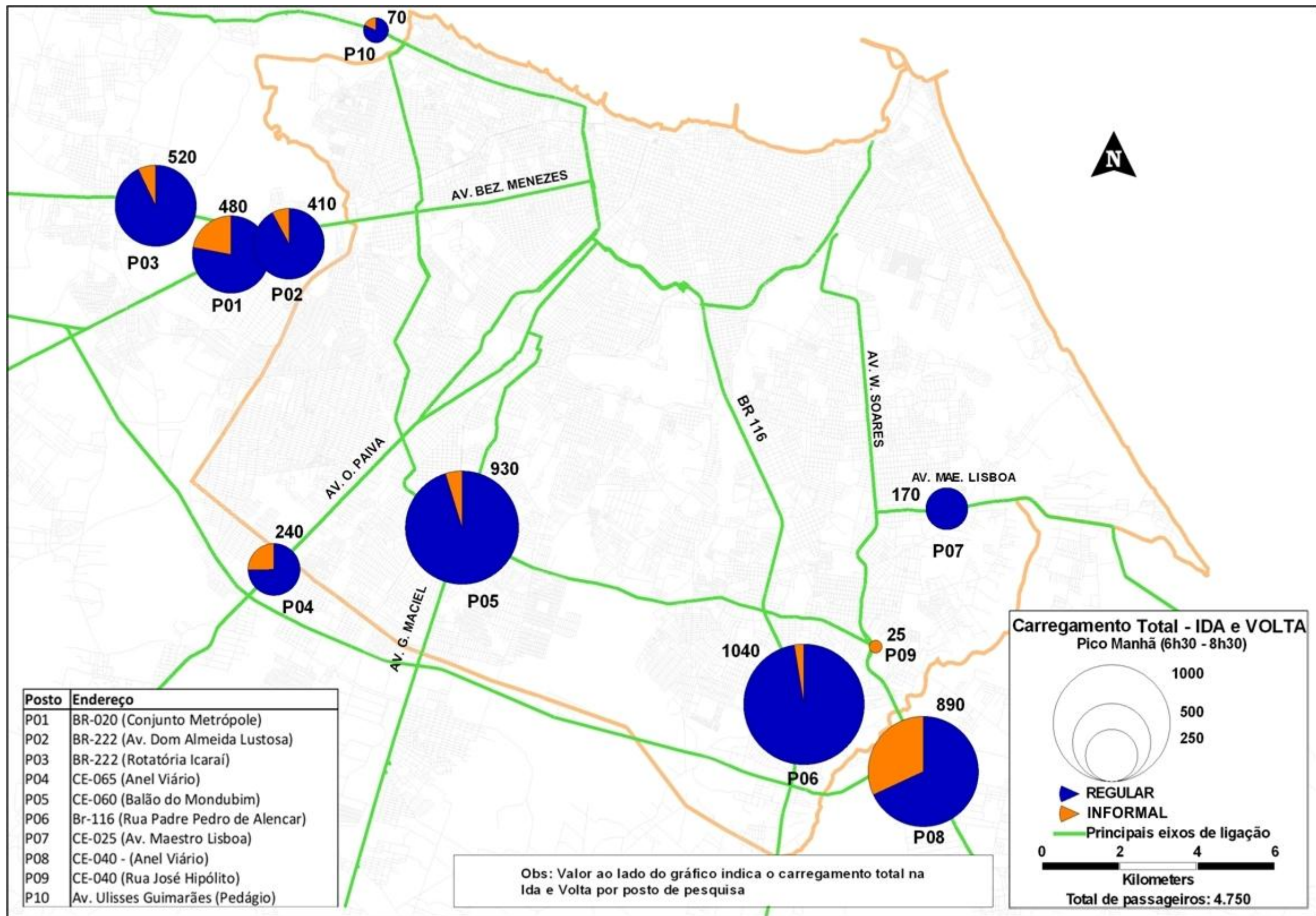


Figura 2.5: Resultados pesquisa de ocupação visual – ida e volta

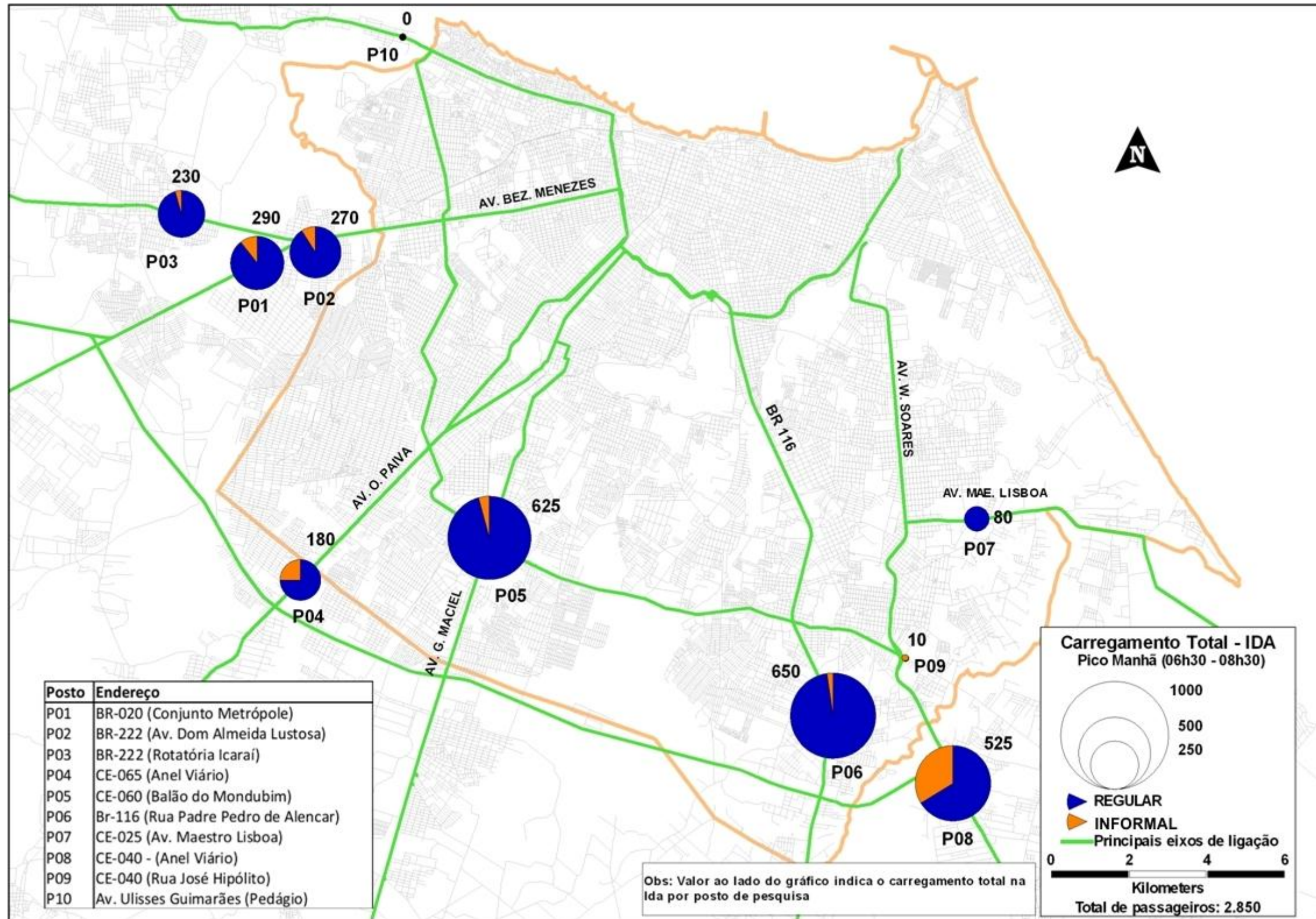


Figura 2.6: Resultados pesquisa de ocupa o visual – ida

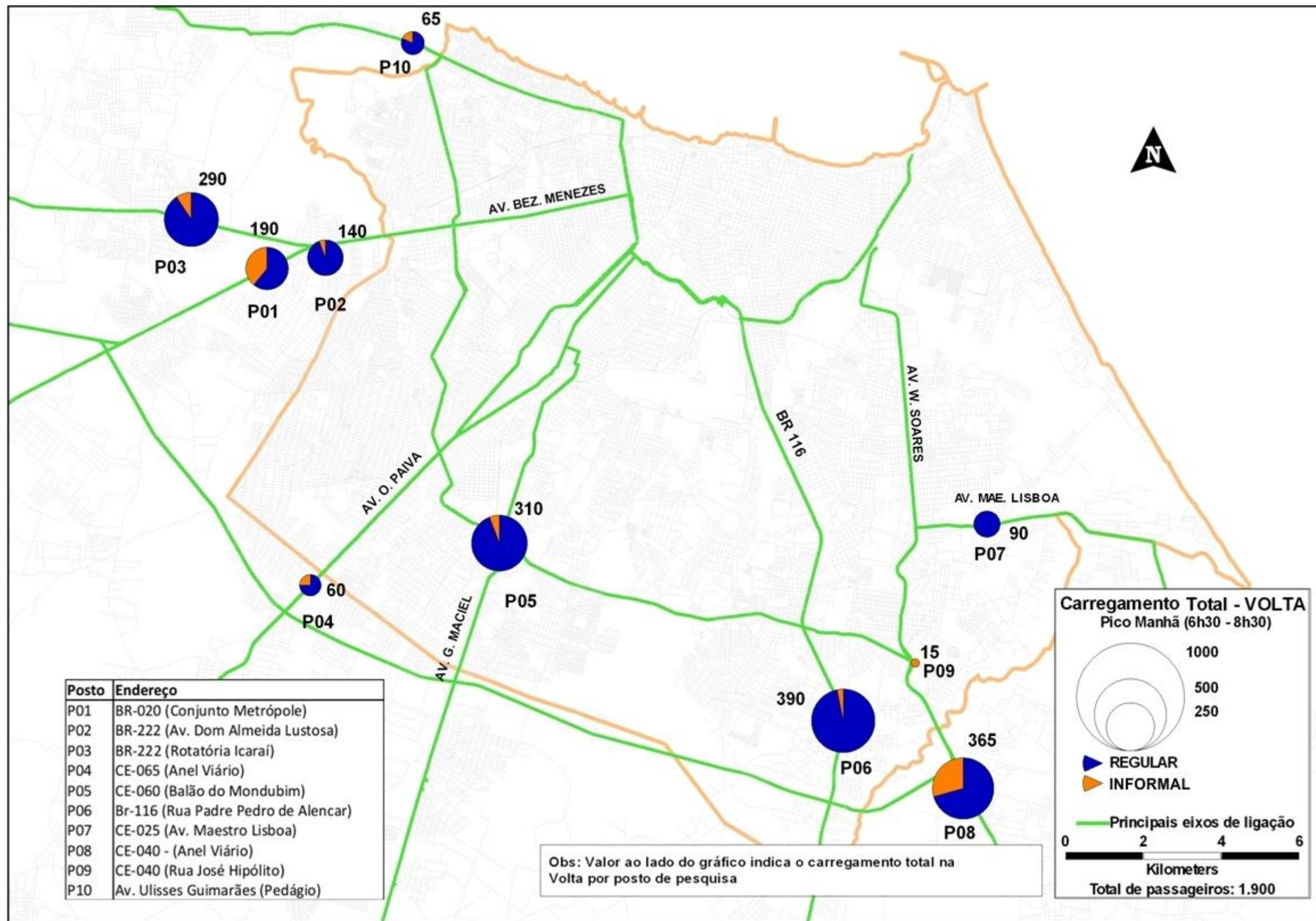


Figura 2.7: Resultados pesquisa de ocupação visual –volta

3. Consolidação da Base de dados

Antes de modelar o sistema de transporte e, por conseguinte, possibilitar as simulações de novos cenários houve a necessidade e consolidar uma base de dados georreferenciados (BDG). Ao longo do estudo essas bases tiveram diversas funcionalidades e apoiaram a tomada de decisão. Nos itens são descritas as principais bases consolidadas.

3.1. Sistema viário (Eixos Viários)

A Base de Dados Geográfica (BDG) do Sistema Viário é uma base de linhas que representa o arruamento existente na RMF de forma simplificada. Nesta base o sistema viário é simbolizado apenas por linhas que representam o eixo viário do arruamento.

A consolidação dessa BDG deu-se a partir da junção da base de eixo viário da cidade de Fortaleza, fornecida pela prefeitura de Fortaleza, com a base de eixo viário da RMF, elaborada anteriormente pela CTR/ARCE. Nesta última base, o arruamento de Fortaleza também estava representado, entretanto, a base fornecida pela prefeitura encontrava-se mais completa, abrangendo uma quantidade superior de vias e de informações no banco de dados.

Assim, optou-se por complementar a base de eixos viários, fornecida pela prefeitura, com os demais eixos viários da RMF da base da CTR/ARCE, mantendo a estrutura de banco de dados da primeira.

O Quadro 3.1 apresenta a descrição dos atributos relacionais da base de sistema viário consolidada e as Figuras 3.1 e 3.2 mostram a disposição espacial da referida base. A partir dessa base do sistema viário foi possível elaborar um BDG de Sistemas de Rotas composto pelos sistemas de transporte existentes na RMF, conforme descrito no próximo capítulo.

Quadro 3.1: Atributos relacionais da base de dados geográfica do sistema viário

ATRIBUTOS RELACIONAIS		
Nome	Tipo da Variável	Descrição
ID	Inteiro	Código Identificador (ID) que relaciona a tabela de atributos relacionais com um trecho viário (atributo espacial) da base geográfica
Length	Real	Comprimento do trecho viário (Km).
Dir	Inteiro	Código que representa o sentido do trânsito no trecho viário (atributo espacial). Se igual '0' o trecho possui sentido duplo, se igual a 1 o trecho possui sentido único, com o mesmo sentido da topologia do atributo espacial, se igual a -1 o trecho possui sentido único, com sentido contrário da topologia do atributo espacial. A topologia de um atributo espacial tem o mesmo sentido de como o trecho viário foi desenhado.
CODLOG	Inteiro	Representa o código do logradouro a que o trecho viário pertence. Todos os trechos viários de um mesmo logradouro possuem o mesmo CODLOG.
TIPOLOG	Caractere	Nome do tipo de logradouro do trecho viário (ex: Rua, Avenida, Travessa e etc).
TITLOG	Caractere	Nome Título do Logradouro se houver do trecho viário (ex: São, Desembargador, Deputado, Padre e etc).
NOMLOG	Caractere	Nome do Logradouro do trecho viário.
CLASSE_LUOS	Caractere	Descrição da classificação funcional da via do trecho viário. (Ex: Via Coletora, Local, Arterial e Expressa)
PNE	Inteiro	Primeiro Número a Esquerda (PNE). Número da primeira edificação a esquerda do trecho viário.
UNE	Inteiro	Último Número a Esquerda (UNE). Número da última edificação a esquerda do trecho viário.
PND	Inteiro	Primeiro Número a Direita (PND). Número da primeira edificação a direita do trecho viário.
UND	Inteiro	Último Número a Direita (UND). Número da última edificação a direita do trecho viário.

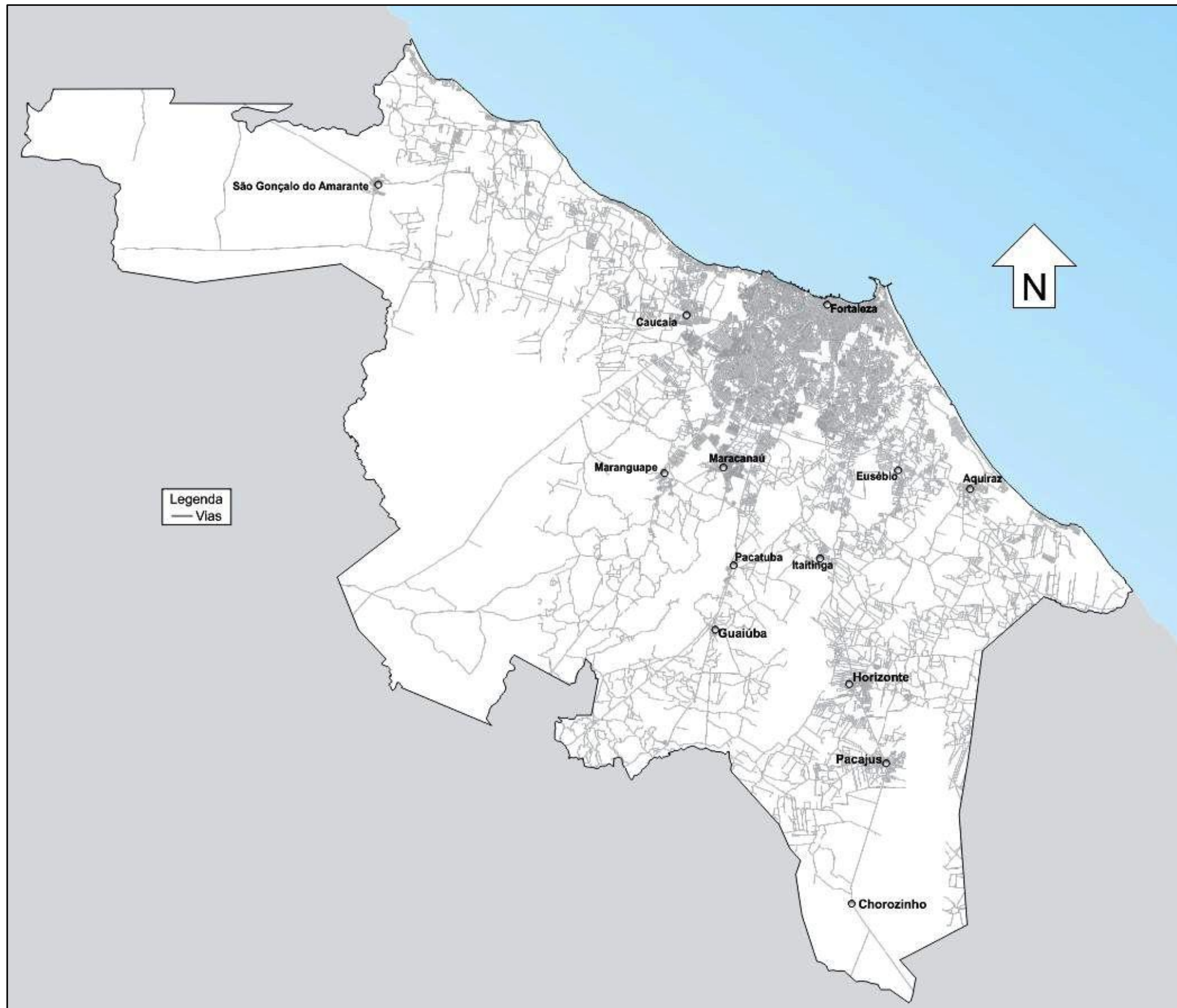


Figura 3.1: Disposição espacial da base de dados geográfica do sistema viário

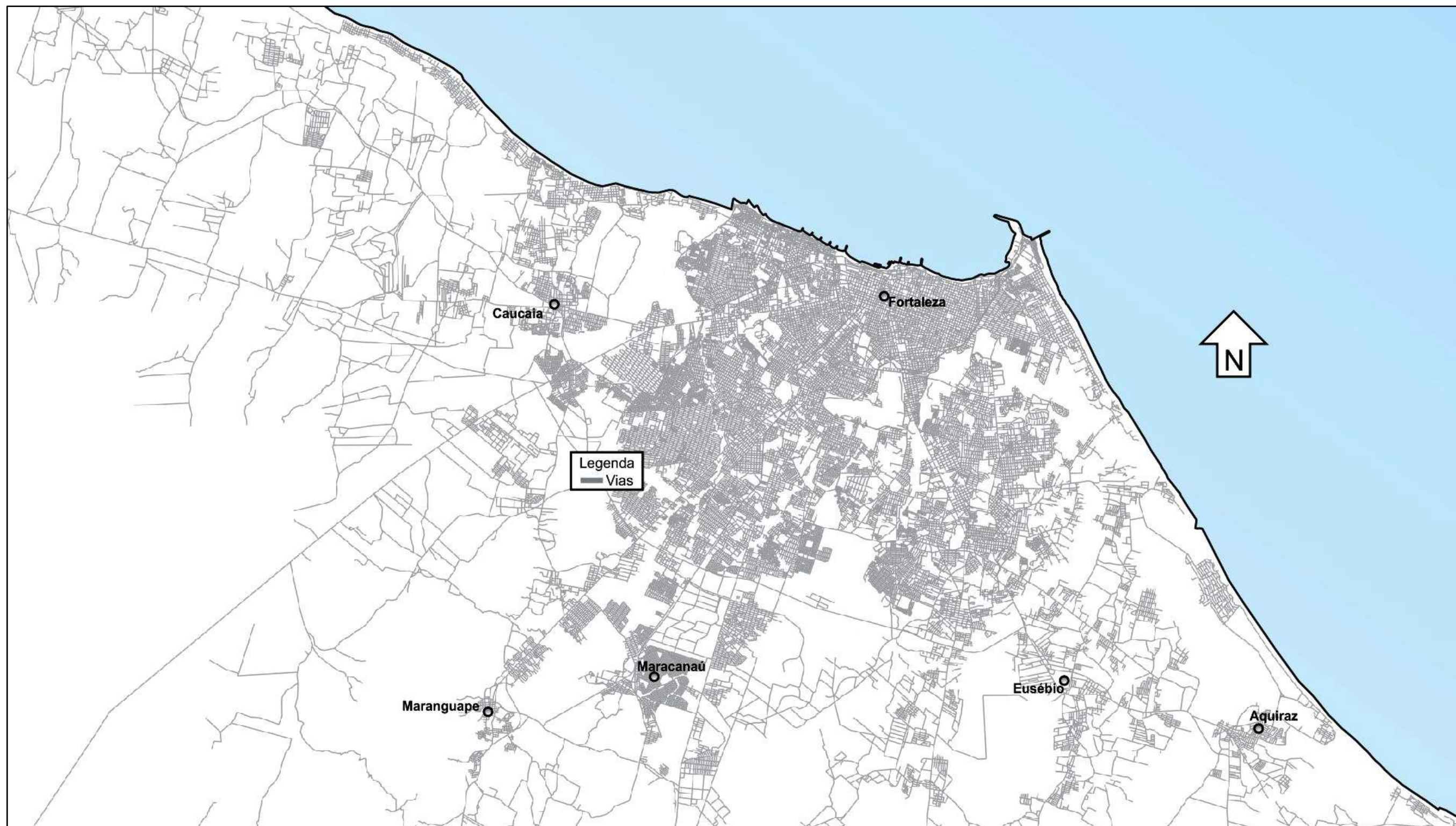


Figura 3.2: Detalhe da disposição espacial da base de dados geográfica do sistema viário

3.2. Municípios

A Base de Dados Geográfica (BDG) dos municípios representa a delimitação geográfica de cada um dos 13 municípios que fazem parte do estudo, a saber: Fortaleza, Caucaia, Aquiraz, Pacatuba, Maranguape, Maracanaú, Eusébio, Guaiúba, Itaitinga, Chorozinho, Pacajus, Horizonte e São Gonçalo do Amarante. Nesta base, cada município é representado por uma área, correspondente a sua delimitação geográfica.

Esta base de dados foi consolidada a partir da base de municípios do Estado do Ceará fornecida pelo Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN/CE). O Quadro 3.2 apresenta a descrição dos atributos relacionais da base de municípios consolidada e a Figura 3.3 mostra a disposição espacial da referida base.

Quadro 3.2: Atributos relacionais da base de dados geográfica dos municípios

ATRIBUTOS RELACIONAIS		
Nome	Tipo da Variável	Descrição
ID	Inteiro	Código Identificador (ID) que relaciona a tabela de atributos relacionais com um município (atributo espacial) da base geográfica.
Area	Real	Área total do município em Km ² .
Cod_mun	Inteiro	Código identificador do município.
Nome	Caractere	Nome do município sem acentuação.
Nome_2	Caractere	Nome oficial do município.
Área Urb (km ²)	Real	Área urbana do município em Km ² .
Area Urb_TT(%)	Real	Relação entre a área urbana e área total do município.
Den Dem_00 (hab/km ²)	Real	Densidade demográfica do município em 2000 (hab/km ²)
Den Dem_04 (hab/km ²)	Real	Densidade demográfica do município em 2004 (hab/km ²)
Pop TT_91	Inteiro	População total em 1991.
Pop TT_96	Inteiro	População total em 1996.
Pop TT_00	Inteiro	População total em 2000.
Pop TT_01	Inteiro	População total em 2001.
Pop TT_02	Inteiro	População total em 2002.
Pop TT_03	Inteiro	População total em 2003.
Pop TT_04	Inteiro	População total em 2004.
Pop TT_10	Inteiro	População total em 2010.
Pop Urb_91	Inteiro	População urbana em 1991.
Pop Urb_96	Inteiro	População urbana em 1996.
Pop Urb_00	Inteiro	População urbana em 2000.
Pop Urb_01	Inteiro	População urbana em 2001.
Pop Urb_02	Inteiro	População urbana em 2002.
Pop Urb_03	Inteiro	População urbana em 2003.
Pop Urb_04	Inteiro	População urbana em 2004.

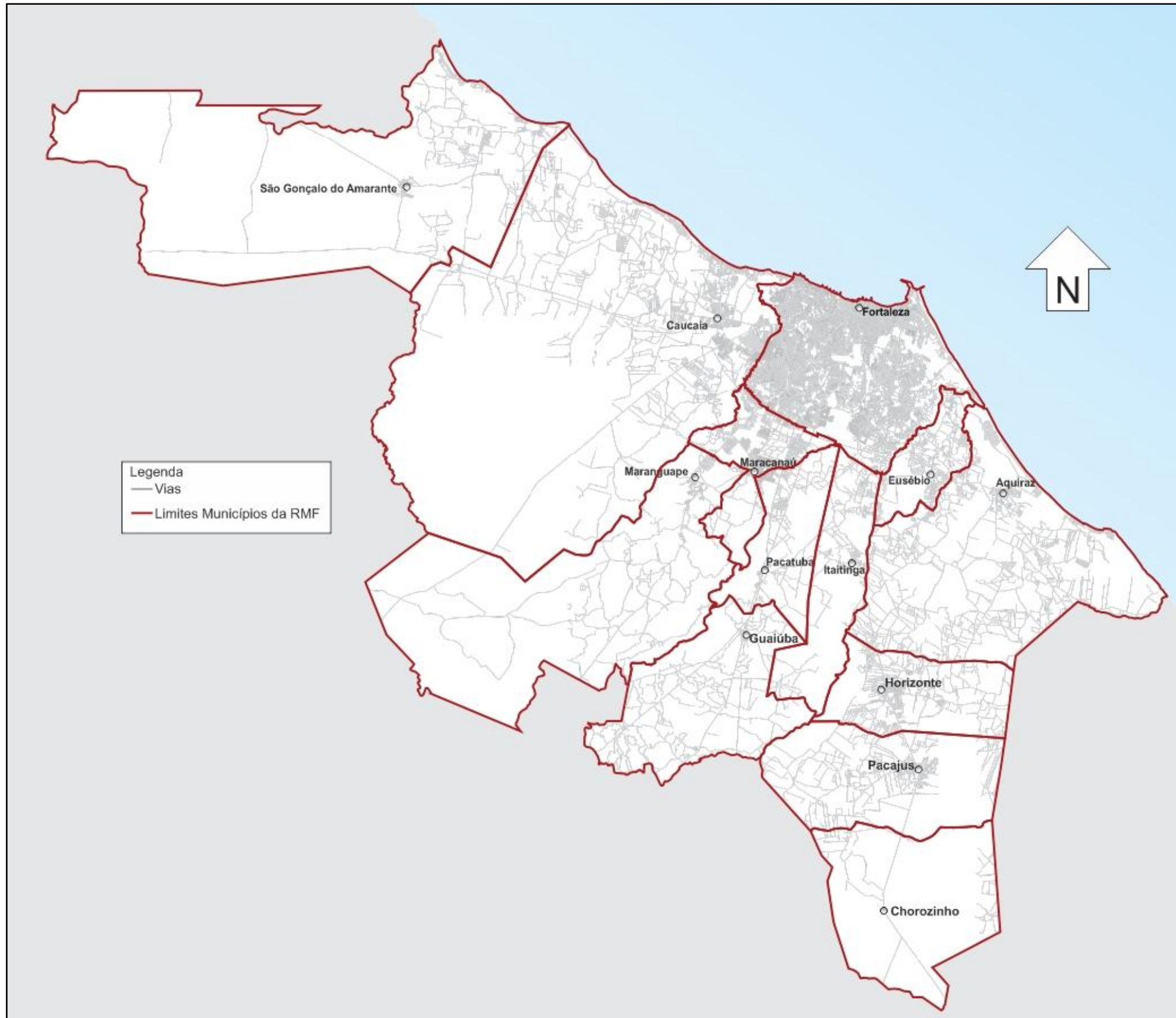


Figura 3.3: Disposição espacial da base de dados geográfica dos municípios da RMF

3.3. Bairros de Fortaleza

A Base de Dados Geográfica (BDG) dos bairros representa a delimitação geográfica de cada um dos bairros de Fortaleza. Nesta base cada bairro é representado por uma área, correspondente a sua delimitação geográfica.

O Quadro 3.3 apresenta a descrição dos atributos relacionais da base de bairros consolidada e a Figura 3.4 mostra a disposição espacial da referida base.

Quadro 3.3: Atributos relacionais da base de dados geográfica de bairros de Fortaleza

ATRIBUTOS RELACIONAIS		
Nome	Tipo da Variável	Descrição
ID	Inteiro	Código Identificador (ID) que relaciona a tabela de atributos relacionais com um bairro (atributo espacial) da base geográfica.
Área	Real	Área total do bairro em Km ² .
NOME	Caractere	Nome oficial do bairro.
SER	Inteiro	Número da Secretaria Executiva Regional (SER) a que o bairro pertence

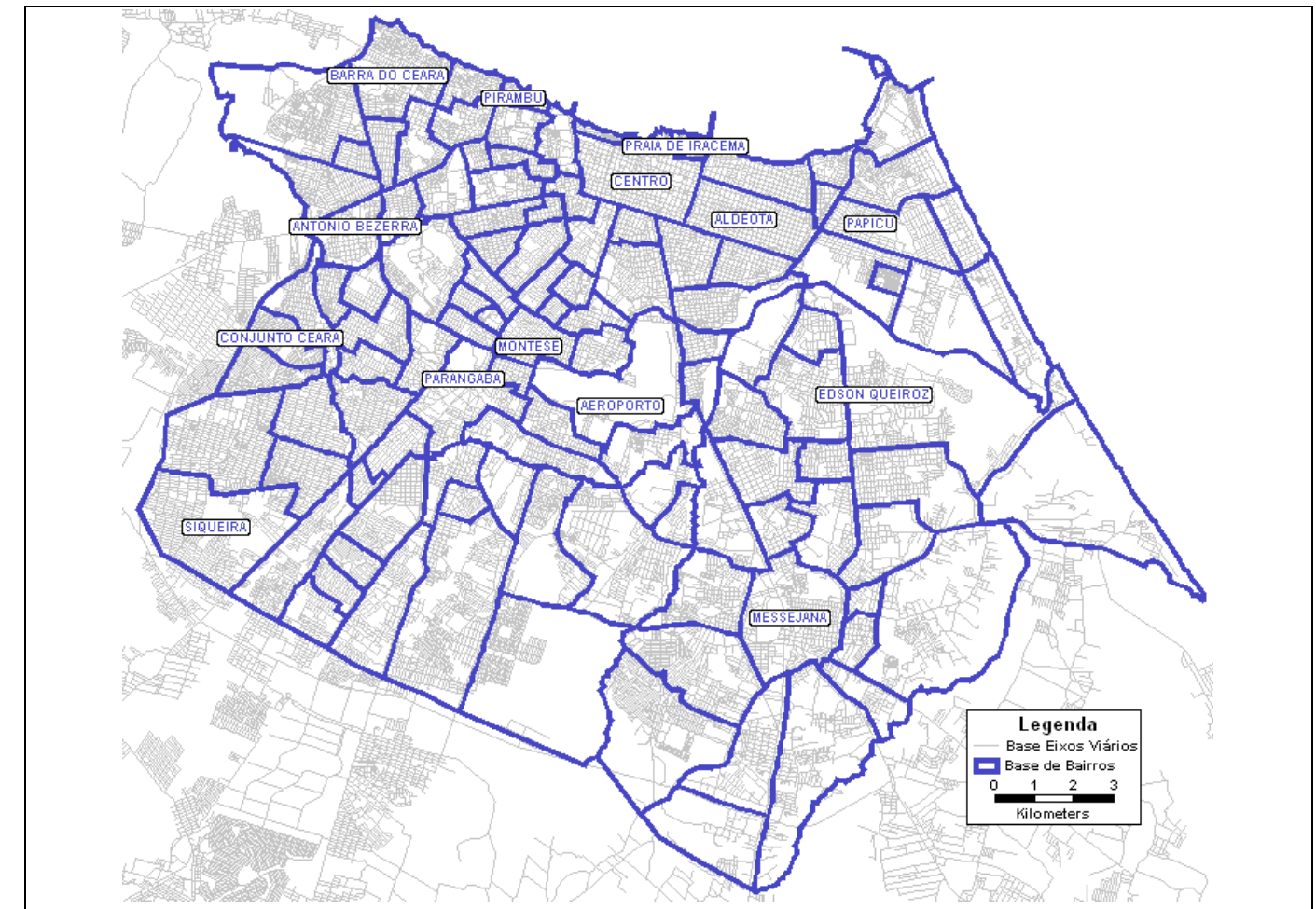


Figura 3.4: Disposição espacial da base de dados geográfica dos bairros de Fortaleza

3.4. Terminais Urbanos de Fortaleza

A Base de Dados Geográfica (BDG) dos terminais representa a localização dos terminais urbanos de Fortaleza operados pela ETUFOR. Nesta base cada terminal é representado por um ponto com a sua localização geográfica

O Quadro 3.4 apresenta a descrição dos atributos relacionais da base de terminais consolidada e a Figura 3.5 mostra a disposição espacial da referida base.

Quadro 3.4: Atributos relacionais da base de dados geográfica de terminais urbanos de Fortaleza

ATRIBUTOS RELACIONAIS		
Nome	Tipo da Variável	Descrição
ID	Inteiro	Código Identificador (ID) que relaciona a tabela de atributos relacionais com um terminal (atributo espacial) da base geográfica.
Longitude	Inteiro	Longitude da coordenada geográfica do atributo espacial.
Latitude	Inteiro	Latitude da coordenada geográfica do atributo espacial.
Nome	Caractere	Nome do Terminal
Tipo	Caractere	Descreve se o terminal é aberto ou fechado.

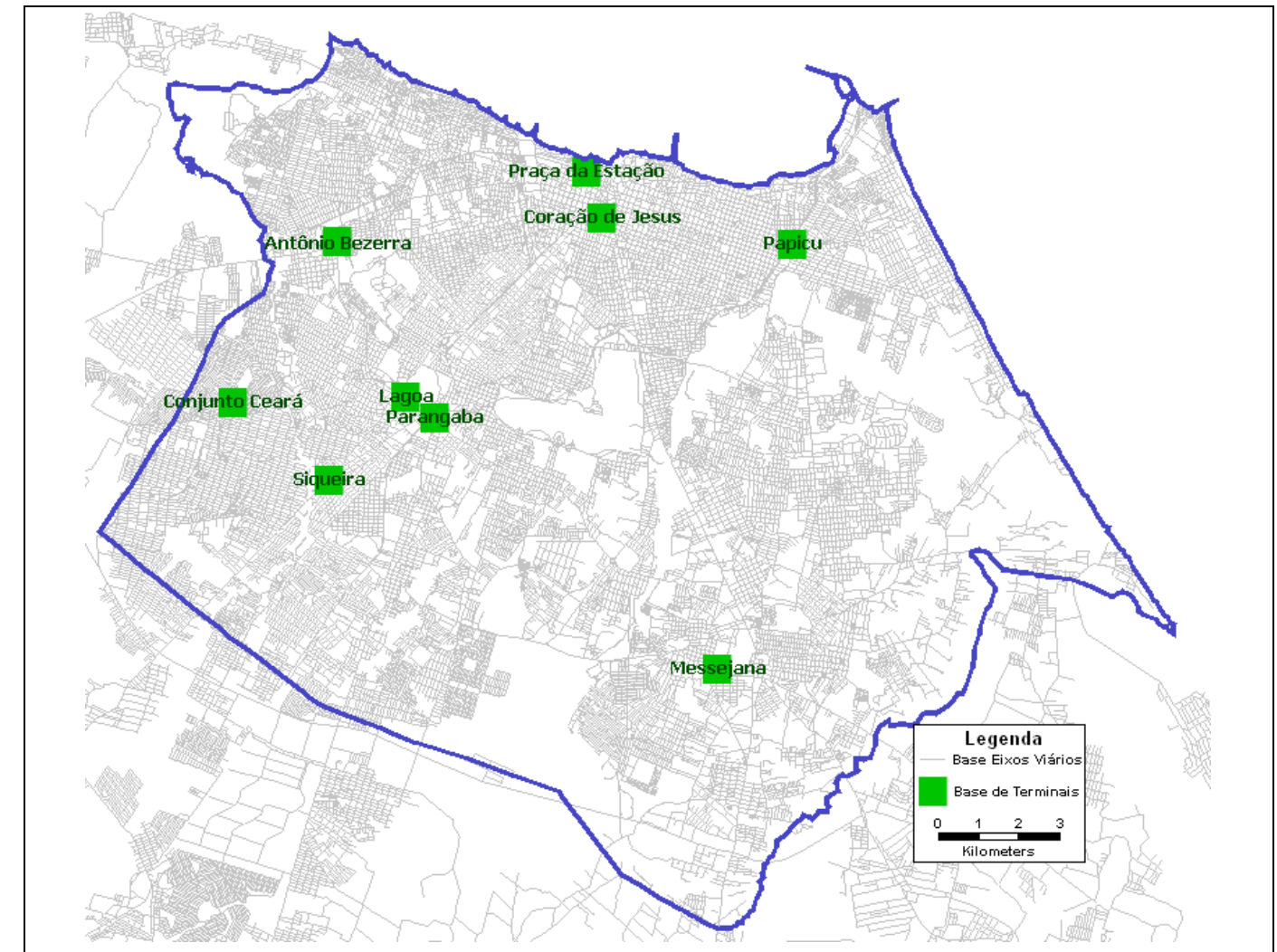


Figura 3.5: Disposição espacial da base de dados geográfica dos terminais urbanos de Fortaleza

3.5. Distritos da RMF

A Base de Dados Geográfica (BDG) dos distritos da RMF representa a localização dos distritos de todos os 15 municípios que compõem a RMF. Nesta base cada distrito é representado por um ponto com a sua localização geográfica.

Esta base de dados foi consolidada a partir da base de distritos de todo o Estado do Ceará fornecida pelo DETRAN/CE. O Quadro 3.5 apresenta a descrição dos atributos relacionais da base de terminais consolidada e a Figura 3.6 mostra a disposição espacial da referida base.

Quadro 3.5: Atributos relacionais da base de dados geográfica de distritos da RMF

ATRIBUTOS RELACIONAIS		
Nome	Tipo da Variável	Descrição
ID	Inteiro	Código Identificador (ID) que relaciona a tabela de atributos relacionais com um distrito (atributo espacial) da base geográfica.
Longitude	Inteiro	Longitude da coordenada geográfica do atributo espacial.
Latitude	Inteiro	Latitude da coordenada geográfica do atributo espacial.
DISTRITOS	Caractere	Nome do distrito sem acentuação.
DIST_ACENT	Caractere	Nome oficial do distrito.
MUNICIPIO	Caractere	Nome do município o qual o distrito pertence.
SEDE	Caractere	Descreve se o distrito é ou não sede do município. Assume Valor "S" caso o distrito seja a sede e "N" para caso contrário.
ANO_CRIA	Inteiro	Ano de criação do distrito.

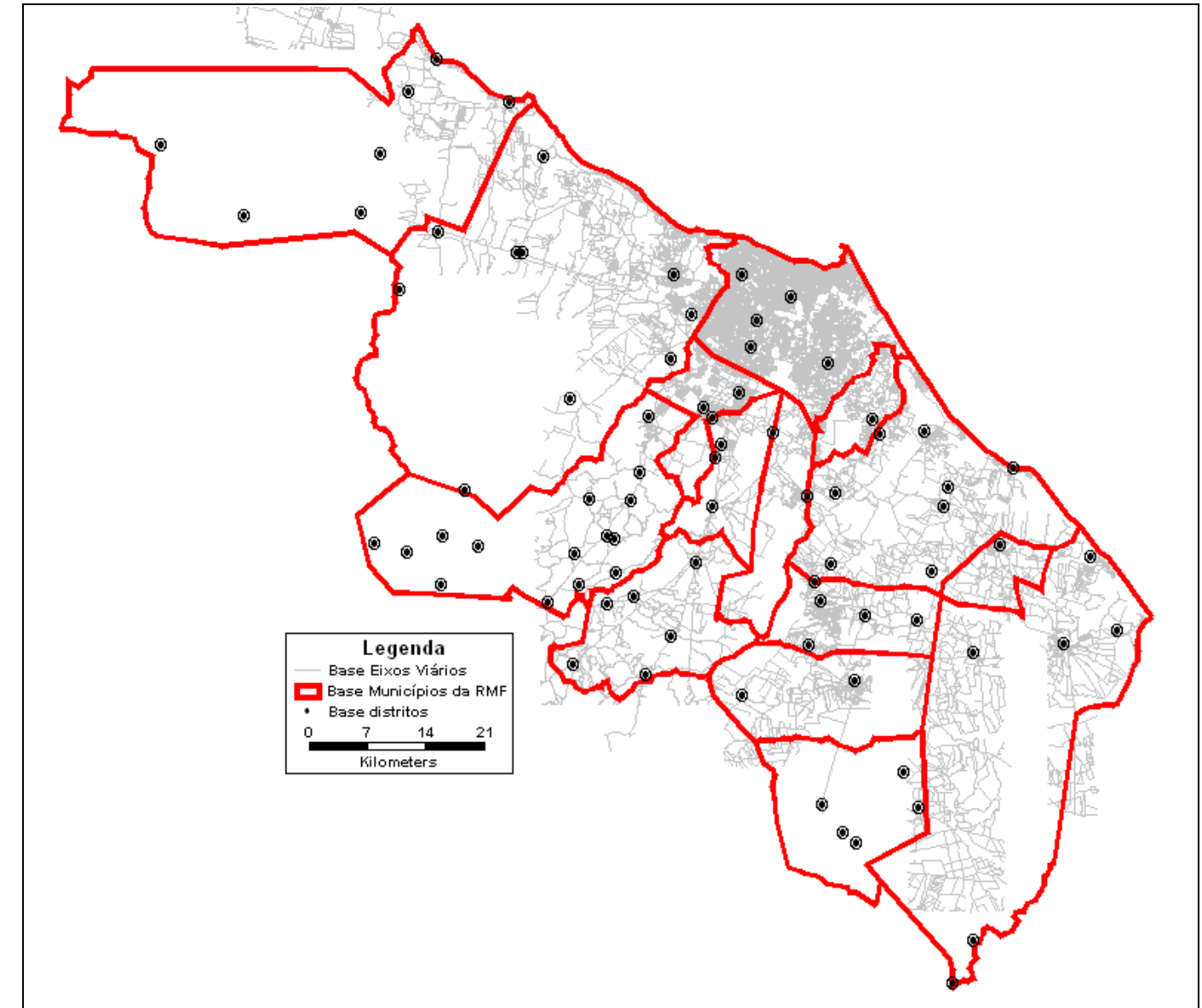


Figura 3.6: Disposição espacial da base de dados geográfica dos distritos da RMF

3.6. Zonas de Tráfego

A Base de Dados Geográfica (BDG) "Zonas de Tráfego" representa a delimitação geográfica das zona de tráfego. Sua consolidação foi feita a partir da base utilizada no estudo de integração contratado pelo METROFOR entre 2001 e 2007.

Nas Figuras 3.7 e 3.8 essa base é apresentada. Verifica-se que no zoneamento não foram considerados os municípios de Cascavel e Pindoretama. As linhas que ligam estes municípios as demais cidades da RMF foram recentemente licitadas pelo Governo do Estado em um dos lotes de linhas interurbanas

O Quadro 3.6 apresenta a descrição dos atributos relacionais da base de zonas de tráfego consolidada. Da base original, foram mantidos os atributos "ID_name", "Pop_2000" e "Emprego". Ressalta-se que nos dois últimos atributos só estão preenchidos os dados para as zonas de tráfego de Fortaleza.

Quadro 3.6: Atributos relacionais base de dados geográfica de zonas de tráfego

ATRIBUTOS RELACIONAIS		
Nome	Tipo da Variável	Descrição
ID	Inteiro	Código Identificador (ID) que relaciona a tabela de atributos relacionais com uma zona de tráfego (atributo espacial) da base geográfica.
Area	Real	Área da zona de tráfego (Km ²).
Id_Name	Caractere	Código da zona de tráfego na modelagem.
Pop_2000	Inteiro	População total em 2000. Obtido a partir dos dados dos setores censitários. Dados preenchidos apenas para as zonas de tráfego de Fortaleza.
Emprego	Inteiro	Quantidade de empregos em 2000. Dados preenchidos apenas para as zonas de tráfego de Fortaleza.
Município	Caractere	Nome do município a qual a zona de tráfego está inserida.

Mapa das Zonas de Tráfego



Figura 3.7: Disposição espacial da base de dados geográfica de zonas de tráfego

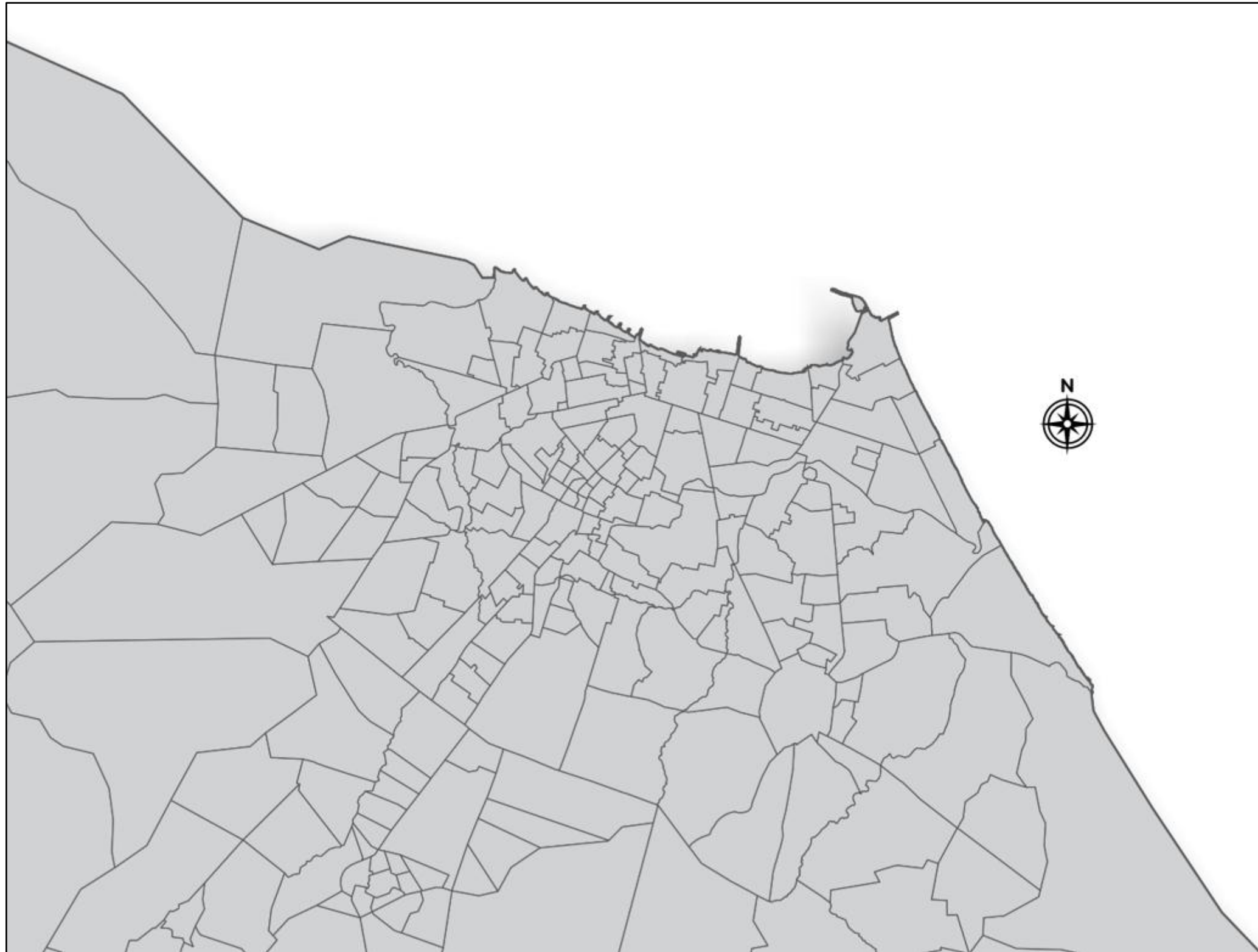


Figura 3.8: Disposição espacial da base de dados geográfica de zonas de tráfego - detalhe

3.7. Anéis Tarifários

A Base de Dados Geográfica (BDG) dos Anéis Tarifários representa os limites dos anéis tarifários utilizados atualmente pelo sistema de transporte metropolitano. Nesta base cada limite é representado por uma linha.

Esta base de dados foi consolidada a partir de um mapa fornecido pelo DETRAN/CE no formato .pdf, podendo assim haver pequenas imprecisões nos limites de cada anel. O Quadro 3.7 apresenta a descrição dos atributos relacionais da base de anéis tarifários consolidada e a Figura 3.9 mostra a disposição espacial da referida base.

Quadro 3.7: Atributos relacionais da base de dados geográfica de anéis tarifários

ATRIBUTOS RELACIONAIS		
Nome	Tipo da Variável	Descrição
ID	Inteiro	Código Identificador (ID) que relaciona a tabela de atributos relacionais com um anel tarifário (atributo espacial) da base geográfica.
ANEL TARIFARIO	Caractere	Nome do anel tarifário.

3.8. Setores Censitários

A Base de Dados Geográfica (BDG) dos setores censitários representa a delimitação geográfica de cada um dos setores censitário da RMF Fortaleza, definidos pelo IBGE no censo de 2010. Nesta base cada setor é representado por uma área, correspondente a sua delimitação geográfica.

Esta base de dados foi consolidada a partir da base de setor censitário obtida no site do IBGE, em outubro de 2011. O Quadro 3.8 apresenta a descrição dos atributos relacionais da base de setores consolidada e a Figura 3.10 mostra a disposição espacial da referida base.

A partir dessa nova base foi possível definir a quantidade de pessoas residentes em 2010 na base de zonas de tráfego. Durante a incorporação dessa informação na base de zonas, verificou-se que os limites geográficos dos setores censitários não coincidem exatamente com os limites das zonas de tráfego, especialmente considerando regiões fora de Fortaleza. Esta diferença pode ser decorrência da revisão dos limites dos setores censitários, entre os censos de 2000 e 2010, ou de erros na posição geográfica dos limites

das zonas de tráfego. Destaca-se que se optou por não alterar a base de zonas de tráfego, visto que várias informações do estudo já tinham sido consolidadas considerando os limites atuais. Entretanto, em estudos futuros, recomenda-se que o zoneamento da RMF seja revisto, em função da base de setores censitários de 2010.

Quadro 3.8: Atributos relacionais da base de dados geográfica de setor censitário de 2010

ATRIBUTOS RELACIONAIS		
Nome	Tipo da Variável	Descrição
ID	Inteiro	Código Identificador (ID) que relaciona a tabela de atributos relacionais com um setor censitário (atributo espacial) da base geográfica.
Área	Real	Área do setor censitário (Km ²).
CD_GEOCODI	Caractere	Código do setor censitário
TIPO	Caractere	Define se o setor censitário é urbano ou rural.
CD_GEOCODB	Inteiro	Código do Bairro.
NM_BAIRRO	Caractere	Nome do bairro.
CD_GEOCODS	Inteiro	Código do subdistrito
NM_SUBDIST	Caractere	Nome do subdistrito.
CD_GEOCODD	Inteiro	Código do Distrito
NM_DISTRIT	Caractere	Nome do distrito.
CD_GEOCODM	Inteiro	Código do município
NM_MUNICIP	Caractere	Nome do município.
NM_MICRO	Caractere	Nome da microrregião.
NM_MESO	Caractere	Nome da mesorregião.
POP_2010	Inteiro	População residente (Censo 2010).
SITUAÇÃO	Inteiro	Código de situação do setor: <i>Situação urbana</i> - Códigos: 1) Área urbanizada de cidade ou vila; 2) Área não-urbanizada de cidade ou vila e 3) Área urbana isolada
		<i>Situação rural</i> - Códigos: 4) Aglomerado rural de extensão urbana; 5) Aglomerado rural isolado - povoado; 6) Aglomerado rural isolado - núcleo; 7) - Aglomerado rural isolado - outros aglomerados e 8) Zona rural, exclusive aglomerado rural.

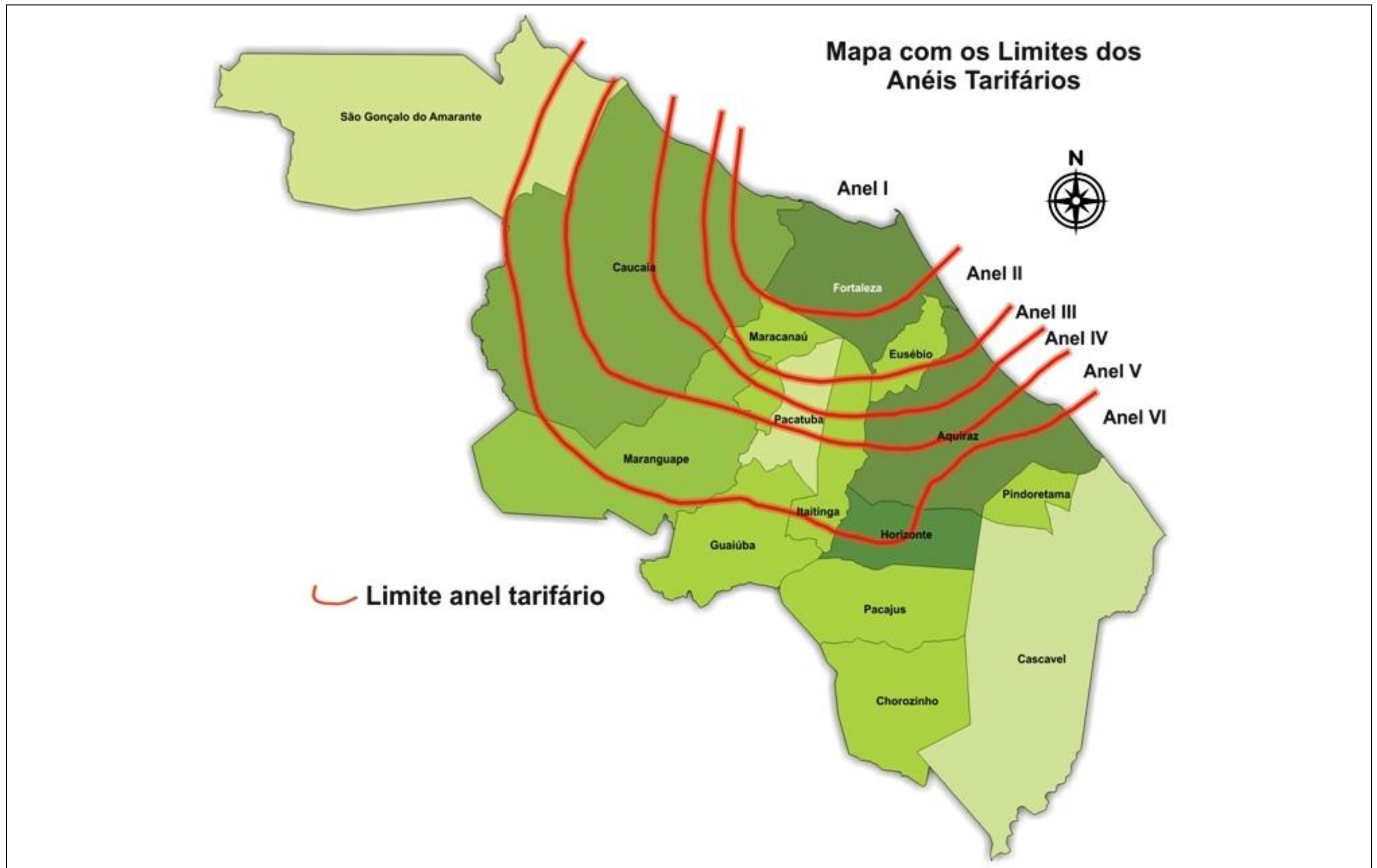


Figura 3.9: Disposição espacial da base de dados geográfica de anéis tarifários



Figura 3.10: Disposição espacial da base de dados geográfica dos setores censitários de 2010

dados geográficas. Ressalta-se que essa última etapa foi fundamental para a montagem da rede utilizada na modelagem.

Conforme indicado no fluxograma, dentro desta macro-atividade foram definidos o zoneamento da área de estudo, o sistema de rotas, os conectores e paradas e foram compilados os dados de entrada da rede modelada, como tempo de viagem, tarifa, etc.

4. Modelagem do Sistema de Transporte

Entende-se como modelagem, o conjunto de processos realizados para obtenção de um modelo que simule a realidade de forma simplificada. No estudo em questão, executou-se a modelagem do sistema de transporte coletivo da Região Metropolitana de Fortaleza, permitindo a elaboração de análises sobre sua operação e dando subsídios a tomada de decisão. Ressalta-se que não foi modelada a escolha modal Transporte Individual x Transporte Coletivo, ou seja, foi desconsiderada a possibilidade de migração de usuários entre esses modos.

A modelagem do sistema de transporte coletivo da Região Metropolitana de Fortaleza compreendeu duas horas do pico da manhã, entre 6h30 e 8h30, e foi executada em um ambiente SIG-T (Sistema de Informação Geográfica aplicada a Transporte), mais especificamente no software TransCAD, versão 5.0 R4. Definiu-se como modelo de alocação o Equilíbrio do Usuário Estocástico.

A Figura 4.1 apresenta o fluxograma das atividades desenvolvidas na modelagem. Destacam-se cinco macro-atividades, são elas:

1. Elaboração da Rede;
2. Revisão da Matriz Semente;
3. Validação do Modelo de Alocação;
4. Obtenção da Matriz OD sintética;
5. Avaliação dos cenários.

4.1. Elaboração da rede

A elaboração da rede, efetivamente, foi a primeira macro atividade desenvolvida para a execução da modelagem, sucedendo as etapas das pesquisas e consolidação das bases de

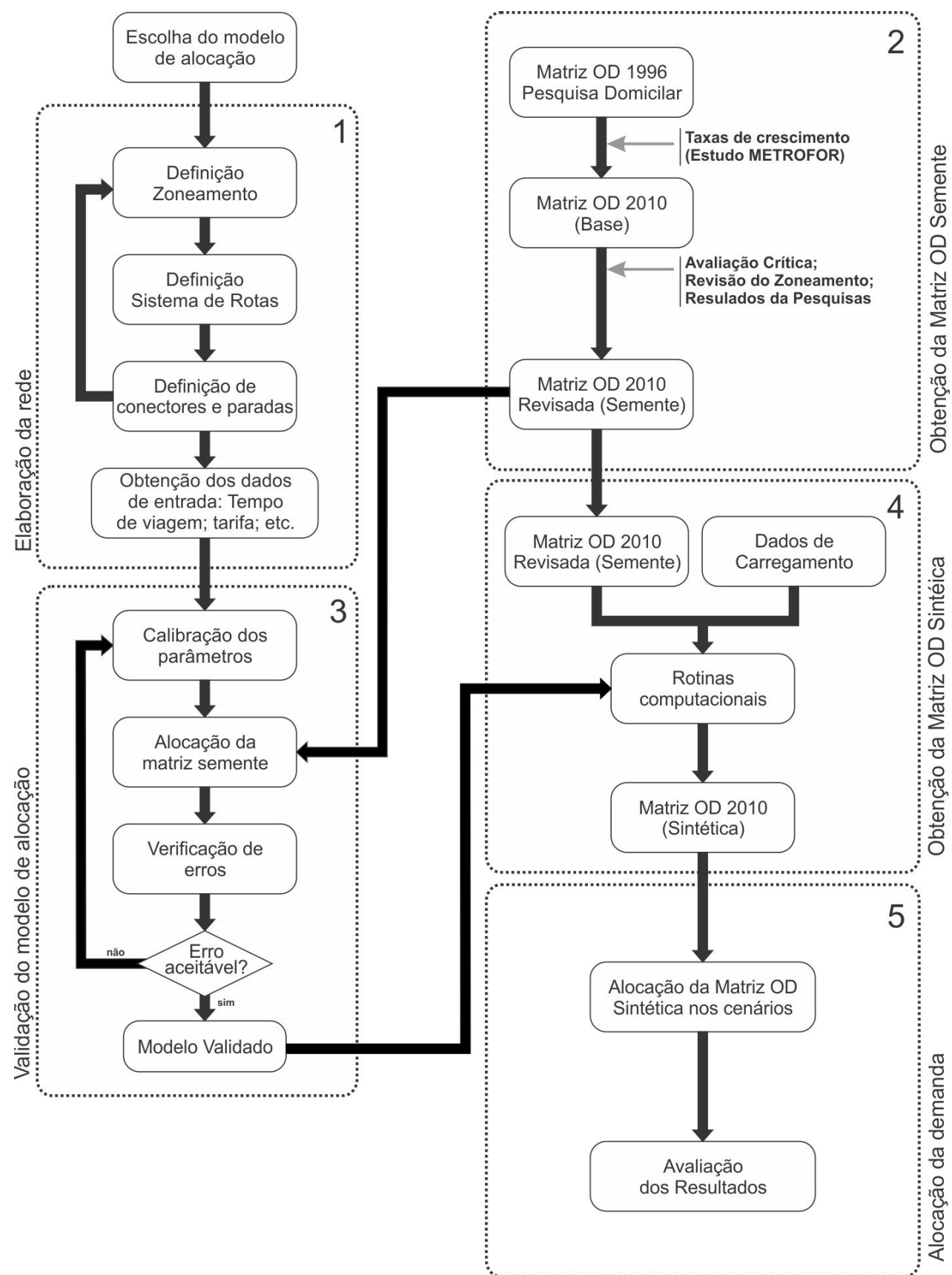


Figura 4.1: Fluxograma das atividades desenvolvidas na modelagem

4.1.1. Definição do zoneamento

Na modelagem de transporte a Zona de Tráfego é a unidade primária de análise. Na delimitação dessas zonas, busca-se agregar áreas com características semelhantes e considera-se a infraestrutura de transporte existente, a presença de delimitadores naturais entre outros aspectos.

Após a delimitação, a representação de cada Zona de Tráfego é simplificada em apenas um ponto, denominado centróide, a partir de onde, as viagens serão originadas e destinadas.

Na definição desse zoneamento, utilizou-se como referência a base de zonas de tráfego utilizada no estudo de integração contrato pelo METROFOR entre 2001 e 2007. De forma geral, os limites originais foram mantidos, entretanto algumas zonas foram subdivididas, obedecendo aos limites dos setores censitários definidos no Censo de 2000 e dos anéis tarifários. Esta subdivisão buscou detalhar a modelagem do transporte metropolitano, com o objetivo de desagregar e aprimorar os seus resultados.

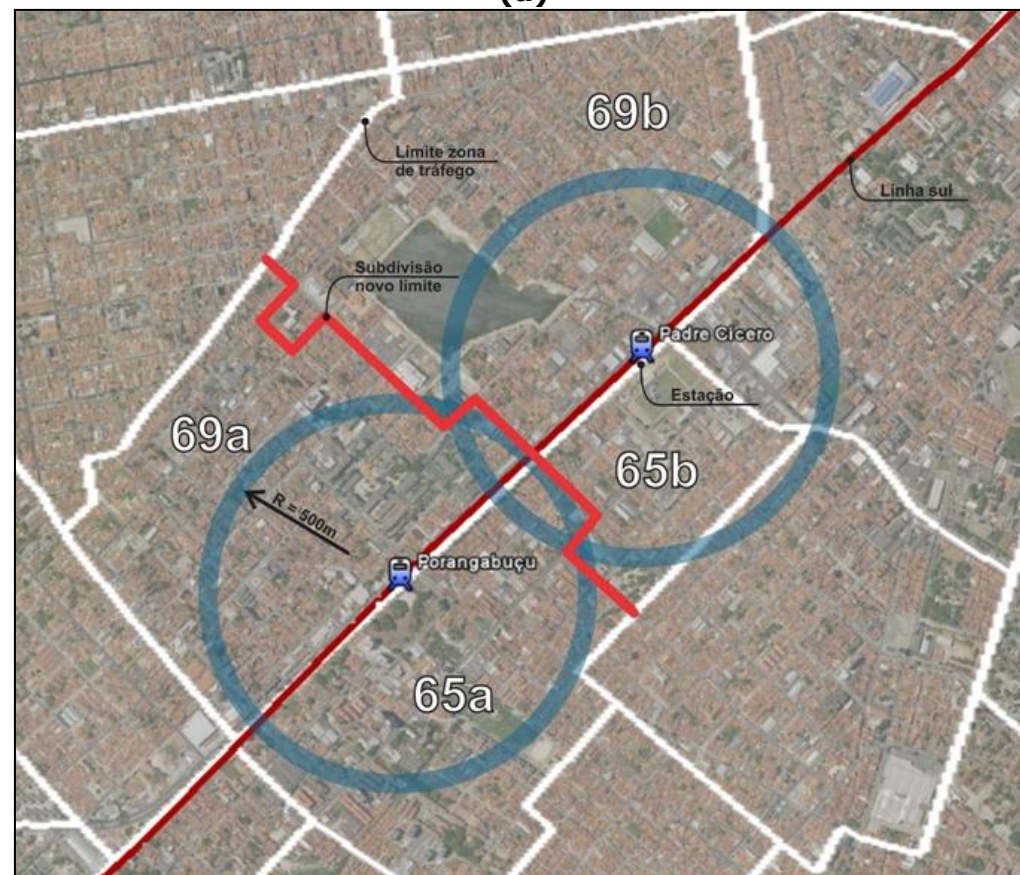
Deste modo, esta subdivisão focou nas zonas que possuíam algum tipo de sistema do transporte metropolitano, como metrô, ônibus regular, VLT, etc. As zonas na área de influência dos terminais fechados do sistema urbano de Fortaleza e que interagem com o transporte metropolitano também foram subdivididas. As demais zonas, não foram subdivididas, pois não interfeririam consideravelmente nos resultados da modelagem do transporte metropolitano. As zonas subdivididas possuem o mesmo ID da zona original acrescido uma letra no final. Exemplo: a zona 102 foi subdivida nas zonas 102A e 102B.

As análises das zonas de tráfego foram realizadas com o auxílio do programa computacional Google Earth, que permitiu identificar os vazios de cada zona analisada e a existência de obstáculos naturais (rios, lagoas, etc.) e artificiais (linhas férreas, rodovias, etc.).

Inicialmente, base original possuía 237 zonas de tráfego. Entretanto, após a análise realizada, 38 foram subdivididas, totalizando, no final, 283 zonas de tráfego. A seguir são apresentados alguns exemplos de subdivisão.



(a)

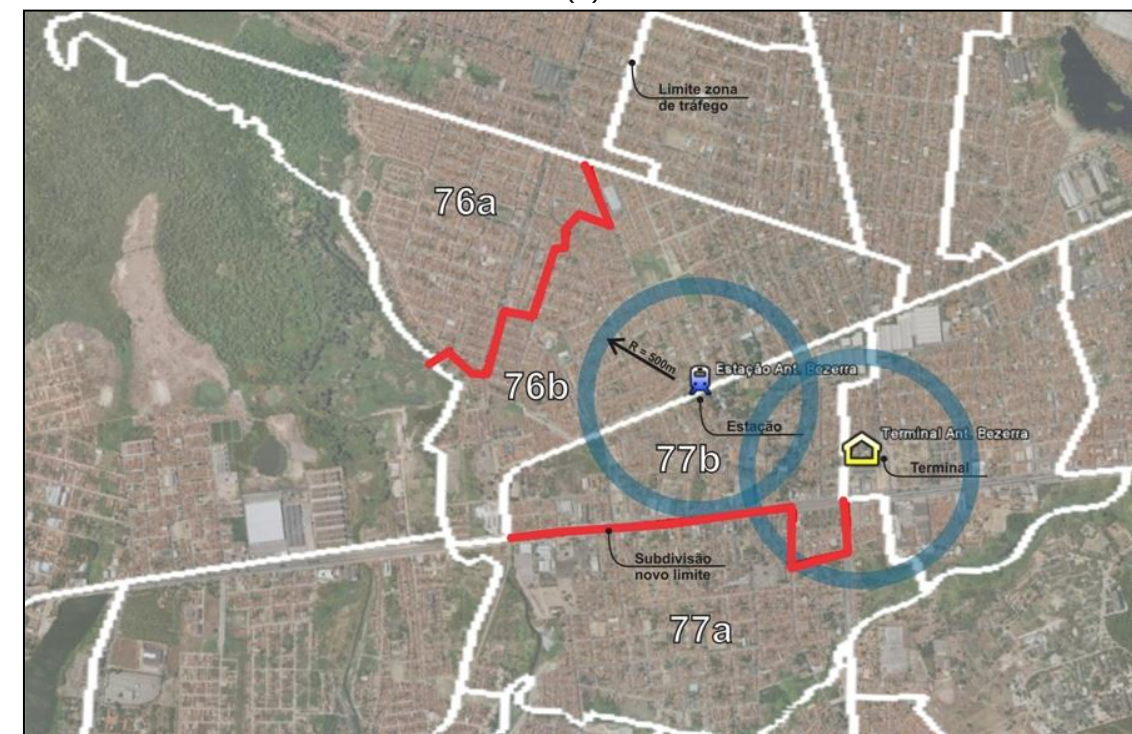


(b)

Figura 4.2: Exemplo de subdivisão das zonas de tráfego



(a)



(b)

Figura 4.3: Exemplo de subdivisão das zonas de tráfego

A Figura 4.4 mostra a base geográfica com os limites das zonas de tráfego. Na Figura 4.5 é possível verificar as zonas que foram subdivididas. Observa-se que a maioria concentra-

se em Fortaleza. Das 38 zonas subdivididas, 33 estão dentro do município de Fortaleza, duas em Caucaia e uma em Aquiraz, Guaiúba e São Gonçalo do Amarante. Destaca-se, ainda, que nesta divisão 32 zonas foram subdivididas em duas, duas zonas foram subdivididas em três e uma foi dividida em quatro e outra em cinco.

No Quadro 4.1 é apresentada a quantidade de zonas de tráfego por município. Observa-se que Fortaleza agrega a maioria das zonas, totalizando 173 que representa cerca de 60%. Em seguida, aparece Maracanaú com 27 zonas (10%) e Caucaia com 25 (9%). No zoneamento proposto, verifica-se que não foram considerados os municípios de Cascavel e Pindoretama. As linhas que ligam estes municípios as demais cidades da RMF não são consideradas metropolitanas por possuírem características interurbanas. Destaca-se inclusive que essas linhas foram recentemente licitadas pelo Governo do Estado em um dos lotes de linhas interurbanas.

Quadro 4.1: Quantidade de zonas de tráfego por município

Município	Quantidade de Zonas
Fortaleza	173
Aquiraz	10
Caucaia	25
Chorozinho	4
Eusébio	7
Guaiúba	4
Horizonte	3
Itaitinga	2
Maracanaú	27
Maranguape	16
Pacajus	2
Pacatuba	5
São Gonçalo do Amarante	5
Total	283

Após a delimitação das zonas de tráfego, definiu-se o centróide de cada uma, em função, principalmente, da ocupação espacial, obtida a partir de fotos aéreas do programa computacional Google Earth. Assim, buscou-se posicionar o centróide no ponto geométrico dessa ocupação.

Destaca-se que os centróides foram definidos no próprio Google Earth e depois foram importados para o TransCAD como uma base geográfica de dados. Nas Figuras 4.6 e 4.7, são apresentados alguns exemplos de definição desses centróides.

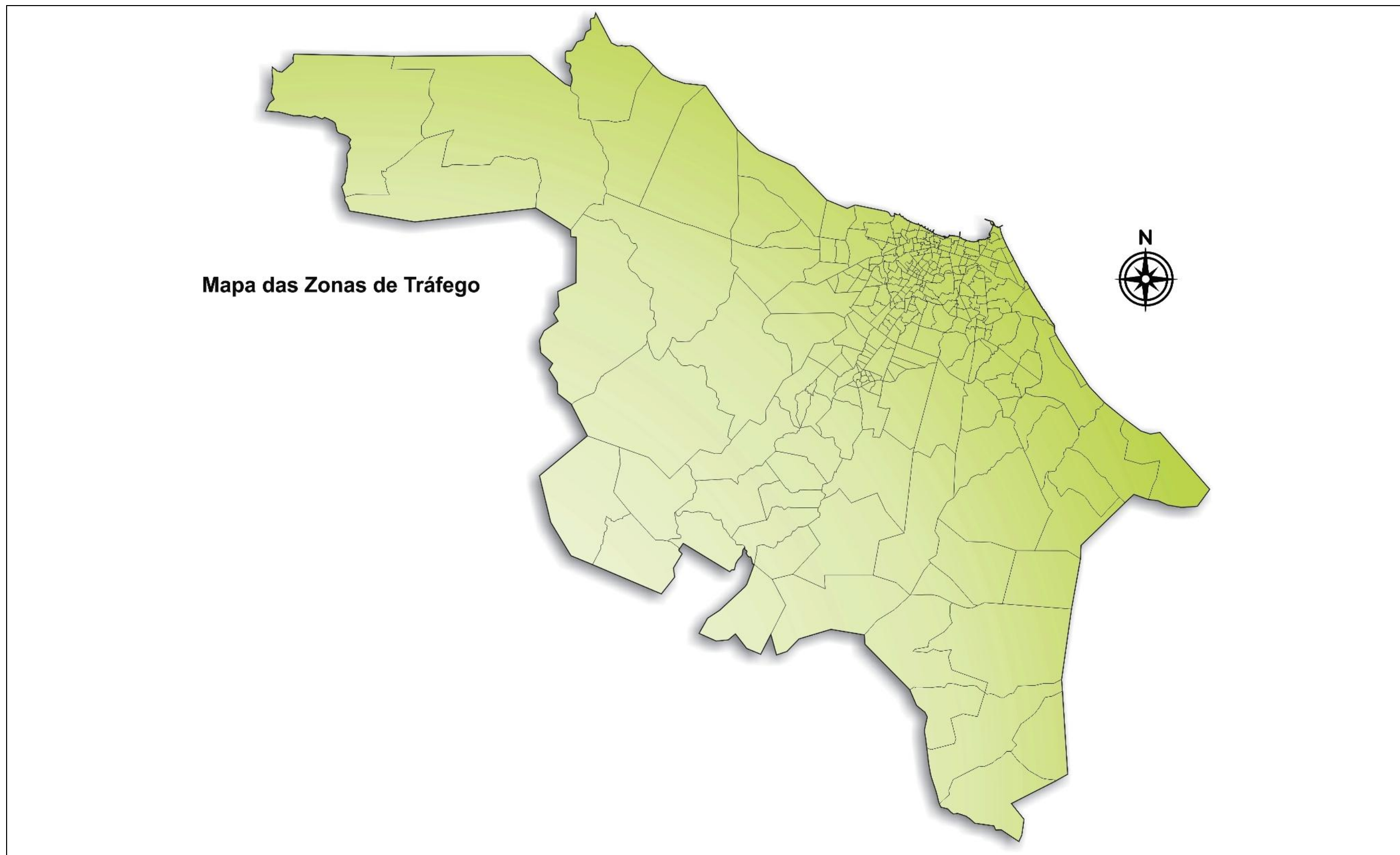


Figura 4.4: Disposição espacial da base de dados geográfica de zonas de tráfego revisada

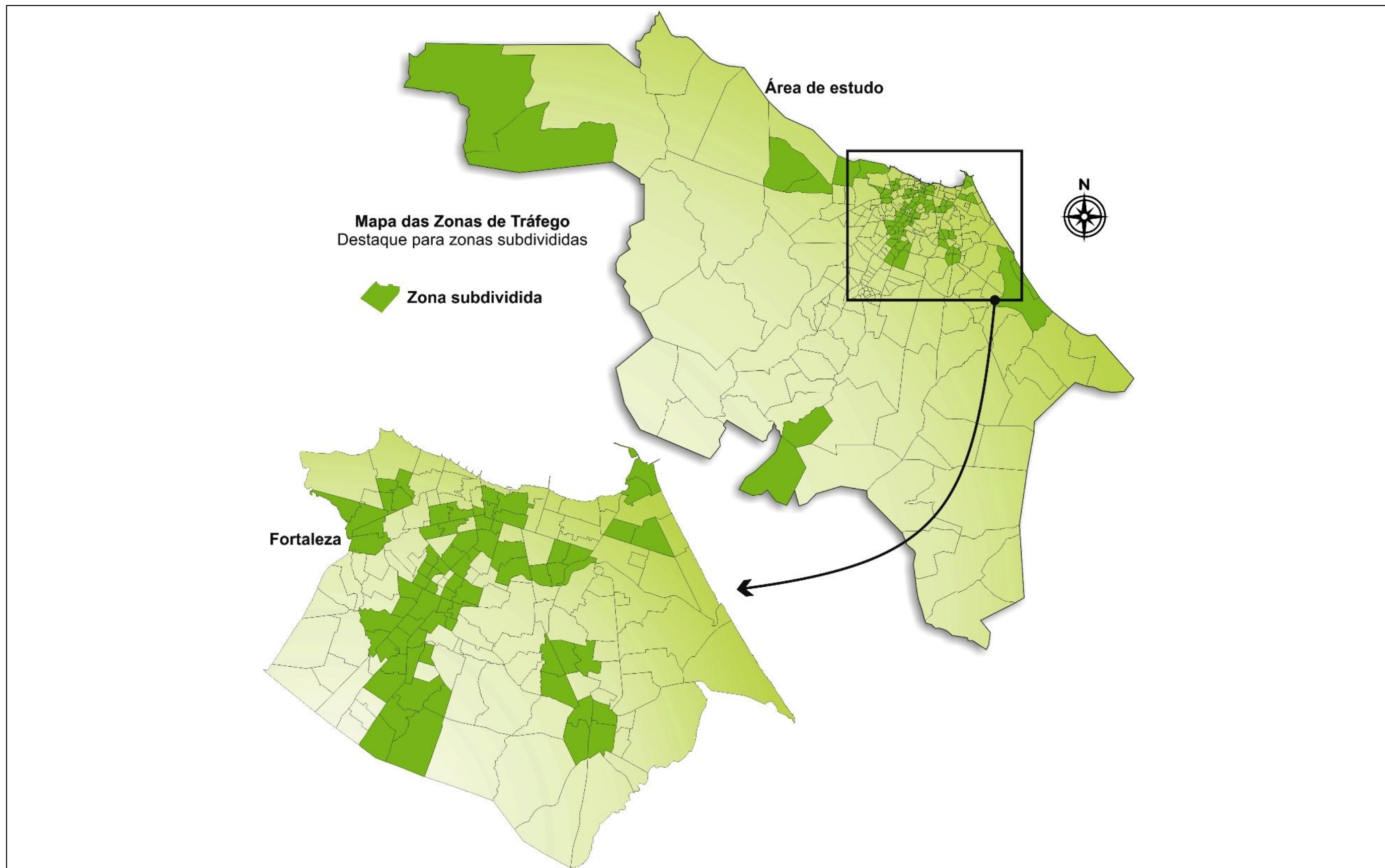


Figura 4.5: Disposição espacial da base de dados geográfica de zonas de tráfego revisada- Destaque para as zonas subdivididas



Figura 4.6: Exemplos de definição de centróide - Zona 125B

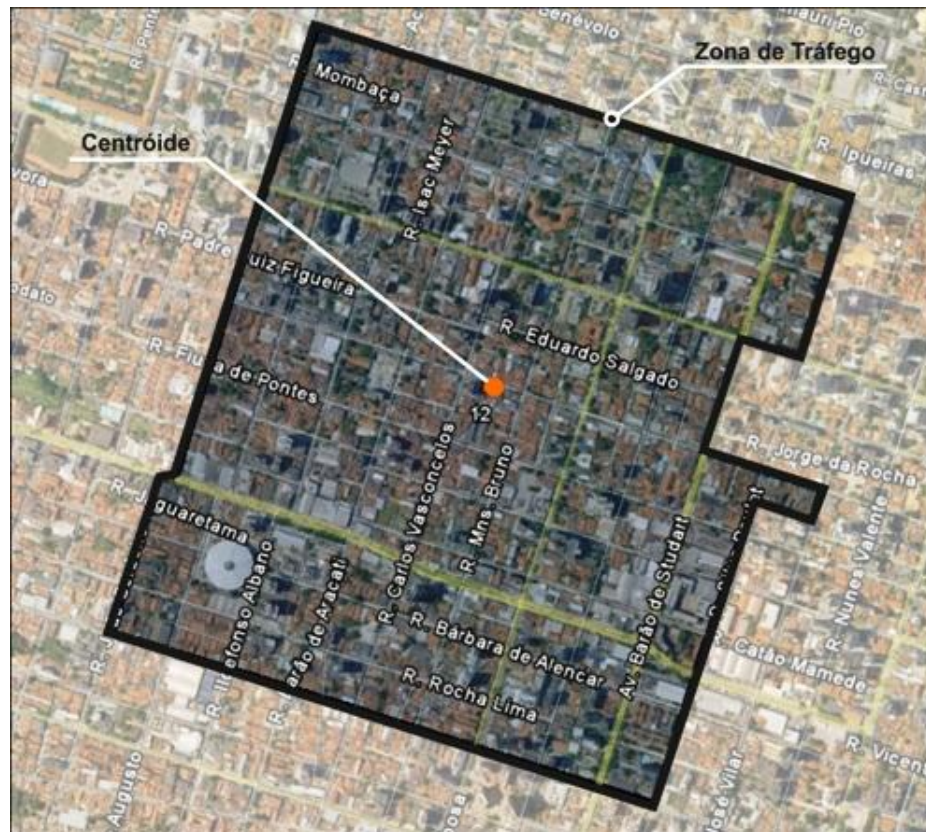


Figura 4.7: Exemplos de definição de centróide - Zona 12

4.1.2. Consolidação do Sistema de rotas

Após a conclusão das etapas anteriores, foi realizada a consolidação da base de sistema de rotas (*Route System*) no Transcad, iniciando, assim, a rede de transporte a ser utilizada na modelagem. Nessa base, foram consolidadas as linhas dos sistemas de transporte público coletivo metropolitano rodoviário (regular e regular complementar) e ferroviário (Linhas sul e oeste) e dos sistemas de transporte público coletivo urbano por ônibus de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú e Maranguape.

Destaca-se que se optou por utilizar um sistema de rotas que emprega *Route stops* e *Physical Stops*. Neste caso, cada linha possui um conjunto de *Route Stops* (Pontos de Paradas da Linha), no qual cada elemento desse conjunto está obrigatoriamente associado a um *Physical Stop* (Ponto de Parada Físico) que pode ser comum a várias linhas. Foram definidos como atributos desse sistema de rotas as seguintes variáveis: *Headway* (intervalo), Sistema da Linha, Tempo de espera, Capacidade e os parâmetro Alpha e Beta. Estas três últimas variáveis são necessárias, em virtude da escolha do Equilíbrio Estocástico do Usuário como modelo de alocação.

As Figuras 4.8 e 4.9 apresentam as linhas de alguns dos sistemas de transportes que foram consolidados.

4.1.3. Definição de conectores e paradas

Com a consolidação do sistema de rotas, definiram-se os conectores e os pontos de paradas da rede a ser modelada. Para que uma viagem, originada em um determinado centróide, possa acessar os sistema de rotas (rede de transporte) é necessário a existência de conectores, ligando o centróide da zona de tráfego a alguma parada dessa rede. O trajeto entre o centróide e o ponto de parada representa a caminhada realizada pelo usuário para acessar a rede modelada. A partir deste, o TransCAD calcula o tempo de caminhada utilizado na modelagem para definir o custo generalizado da viagem.

Neste estudo, optou-se por não realizar a representação tradicional de conectores em que uma linha reta liga o centróide à rede de transporte. Na modelagem realizada pelo TransCAD é possível utilizar a própria base de eixos viários para conectar o centróide a essa rede. Neste caso, é modelado o trajeto a ser percorrido a partir do tempo de caminhada mínimo entre o centróide e o ponto de parada. Como vantagens desse método, pode-se afirmar que o tempo de caminhada modelado é mais preciso e não há necessidade de definir a qual ponto de parada o centróide está associado.

Após a definição da forma como os usuários acessarão a rede a partir dos centróides, iniciou-se a definição dos pontos de paradas das linhas. Inicialmente, estabeleceu-se a localização dos *Physical Stops* e, em seguida, definiu-se o conjunto de *Route Stops* de cada linha individualmente. A seguir são apresentadas as premissas para a elaboração dos pontos de parada do sistema de rotas:

Na rede de transporte, cada linha tem pelo menos uma parada (*Route Stop*) por zona de tráfego que é a unidade de análise utilizada no estudo. A posição do ponto de parada foi definida em função da posição do centróide da zona de tráfego e do itinerário da linha dentro da zona, buscando sempre que o tempo de caminhada seja próximo ao valor médio do tempo de caminhada de acesso à linha em questão. Para as linhas de ônibus, não houve a necessidade da localização de um *Route Stop* coincidir com um ponto de parada verdadeiro. Já para as linhas do metrô, as paradas foram localizadas nas próprias estações. Destaca-se que foi necessário, ainda, identificar as paradas metropolitanas dentro de Fortaleza, para inibir a subida de passageiro nas linhas no sentido ida e inibir a descida no sentido contrário.

Nas Figuras 4.10, 4.11e 4.12 são apresentados exemplos de definição de pontos de parada para algumas linhas, nas quais estão destacados os trajetos de caminhada a ser realizado para alcançar o ponto de parada.

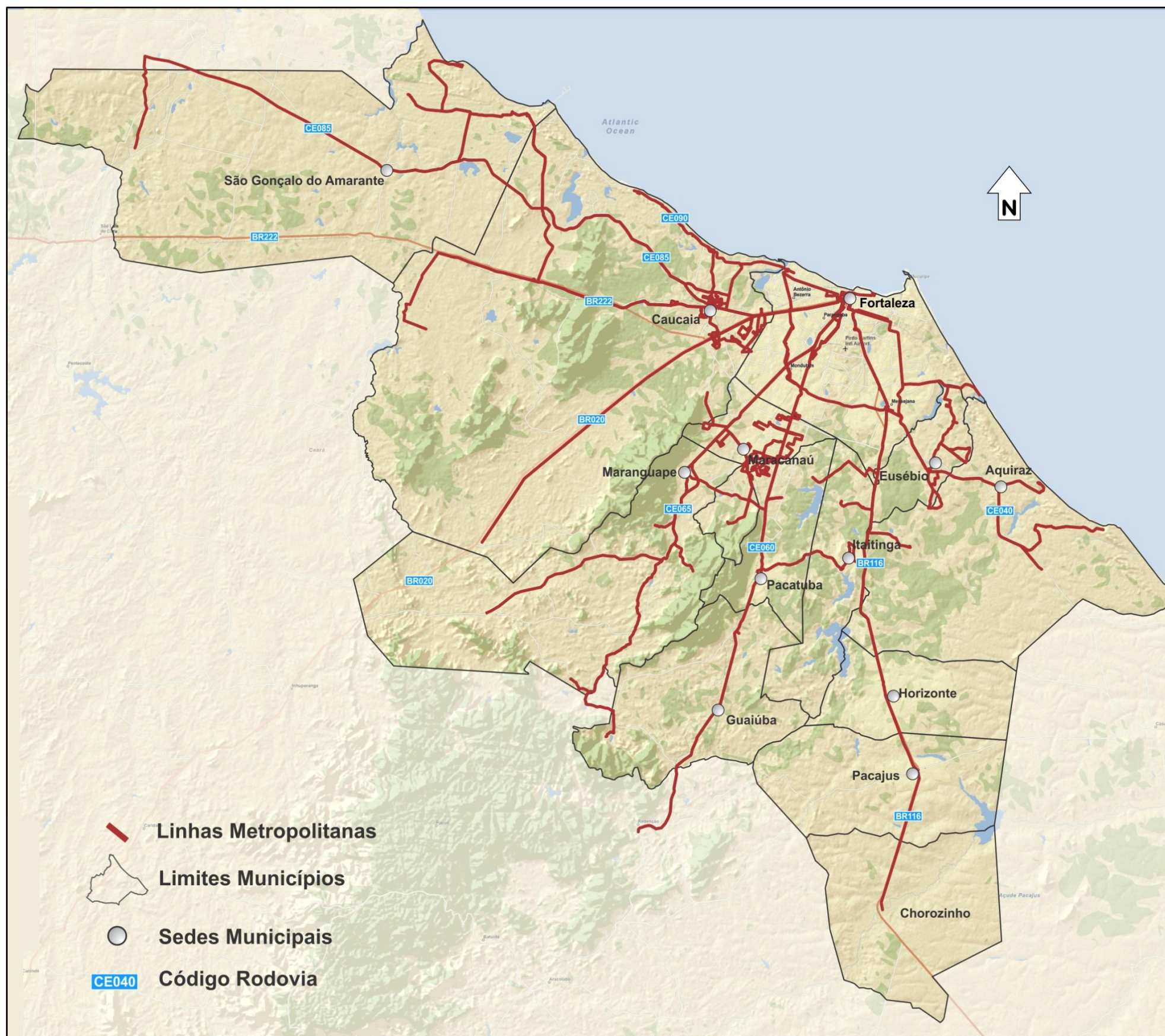


Figura 4.8: Sistema de rotas (linhas rodoviárias metropolitanas - Sistema Regular)

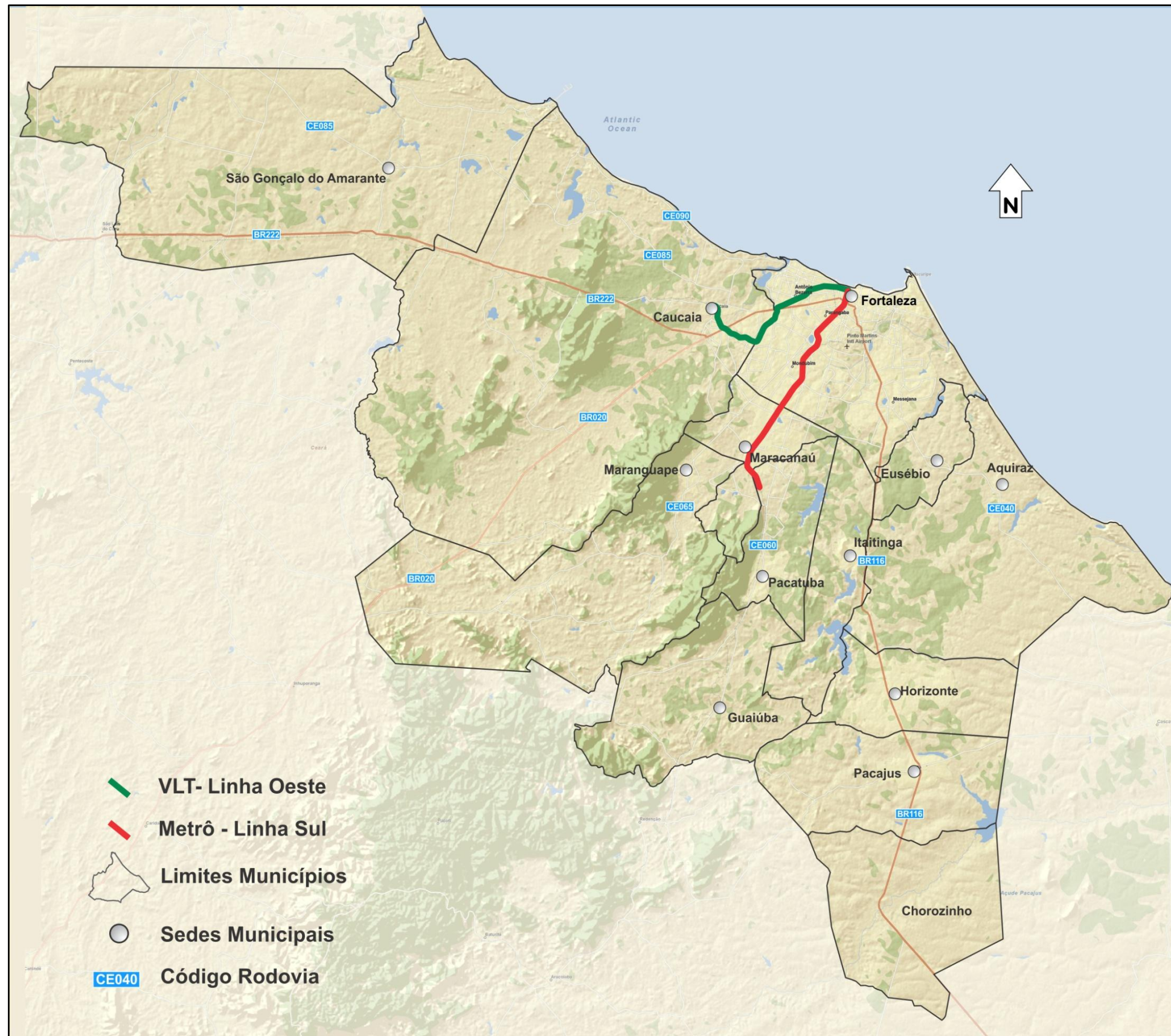


Figura 4.9: Sistema de rotas (linhas ferroviárias metropolitanas)

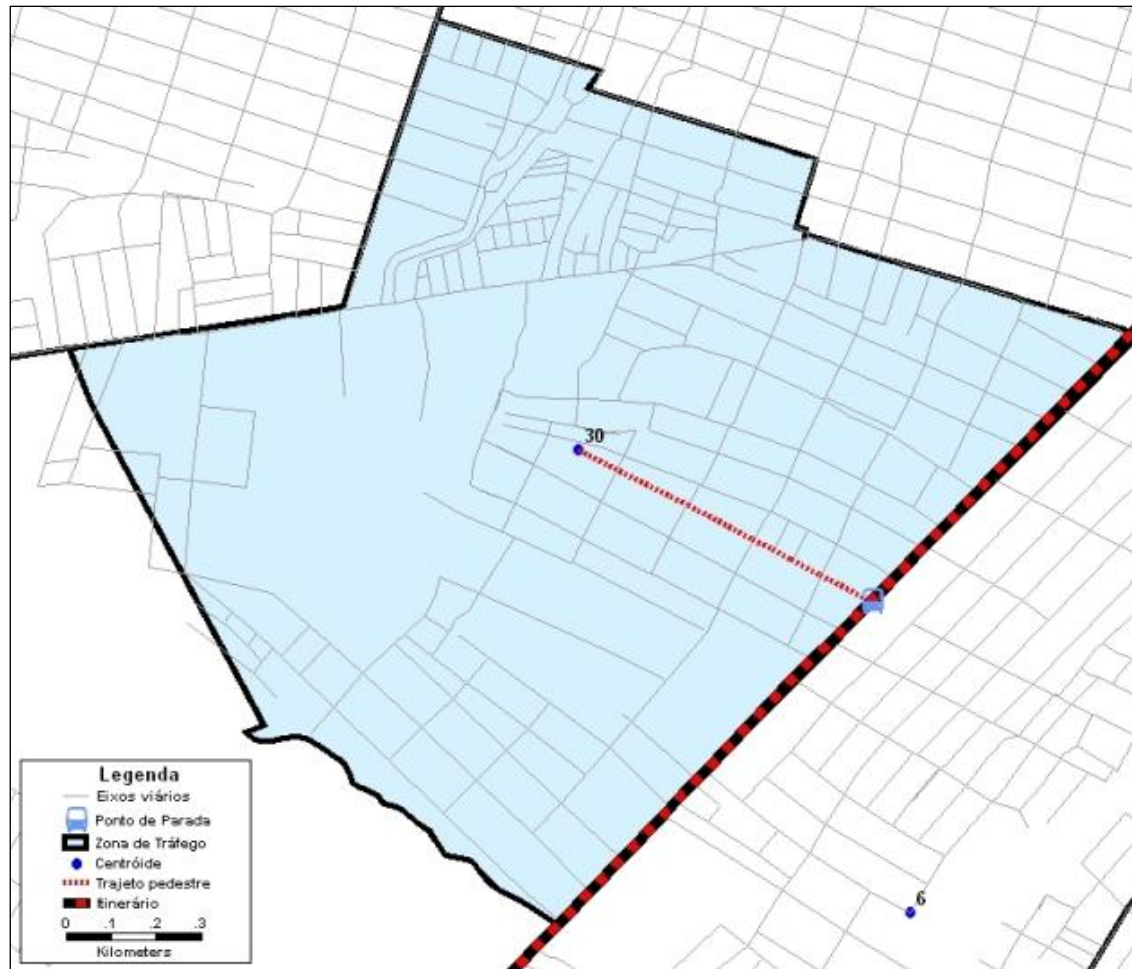


Figura 4.10: Exemplo de definição de ponto de parada

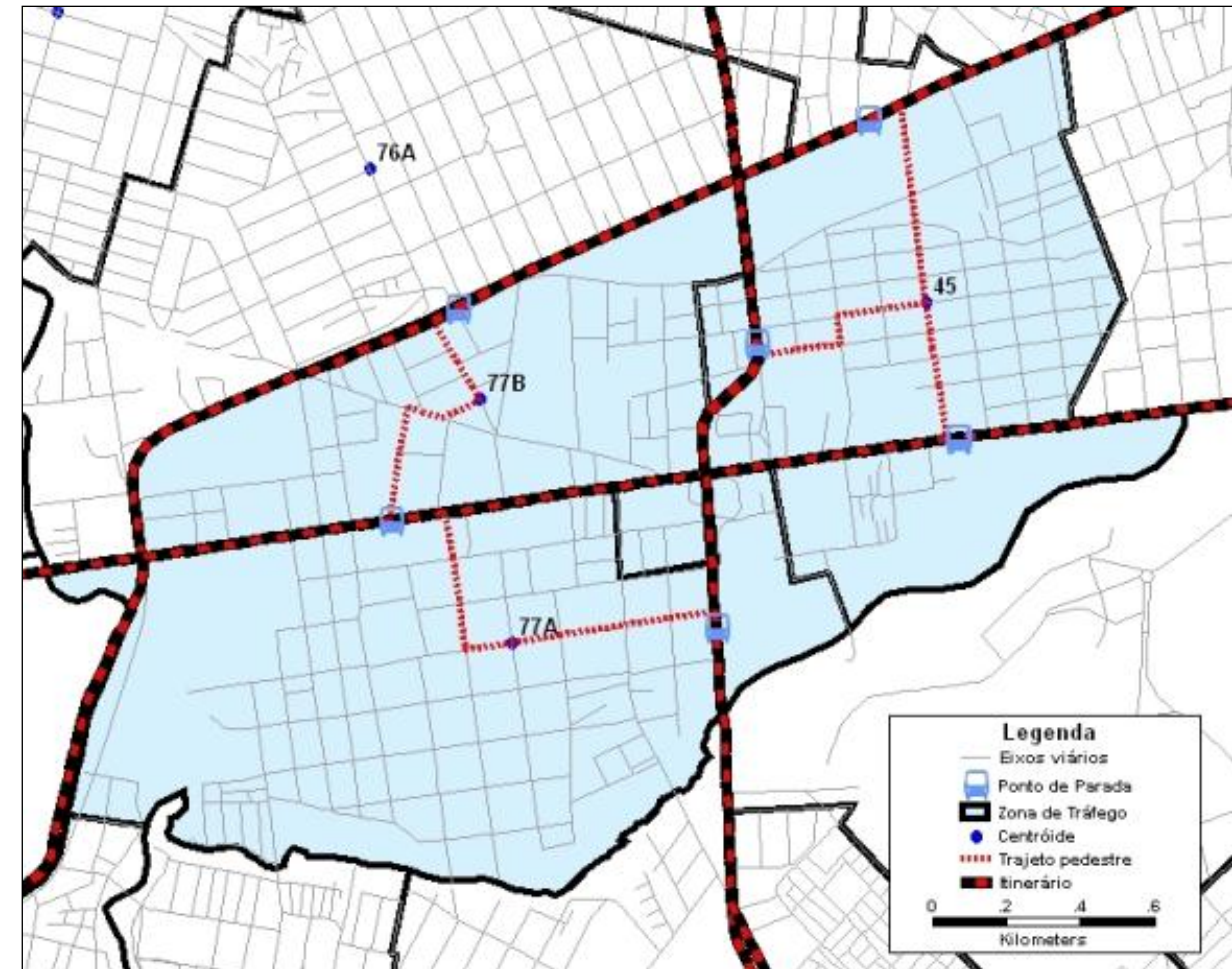


Figura 4.11: Exemplo de definição de ponto de parada

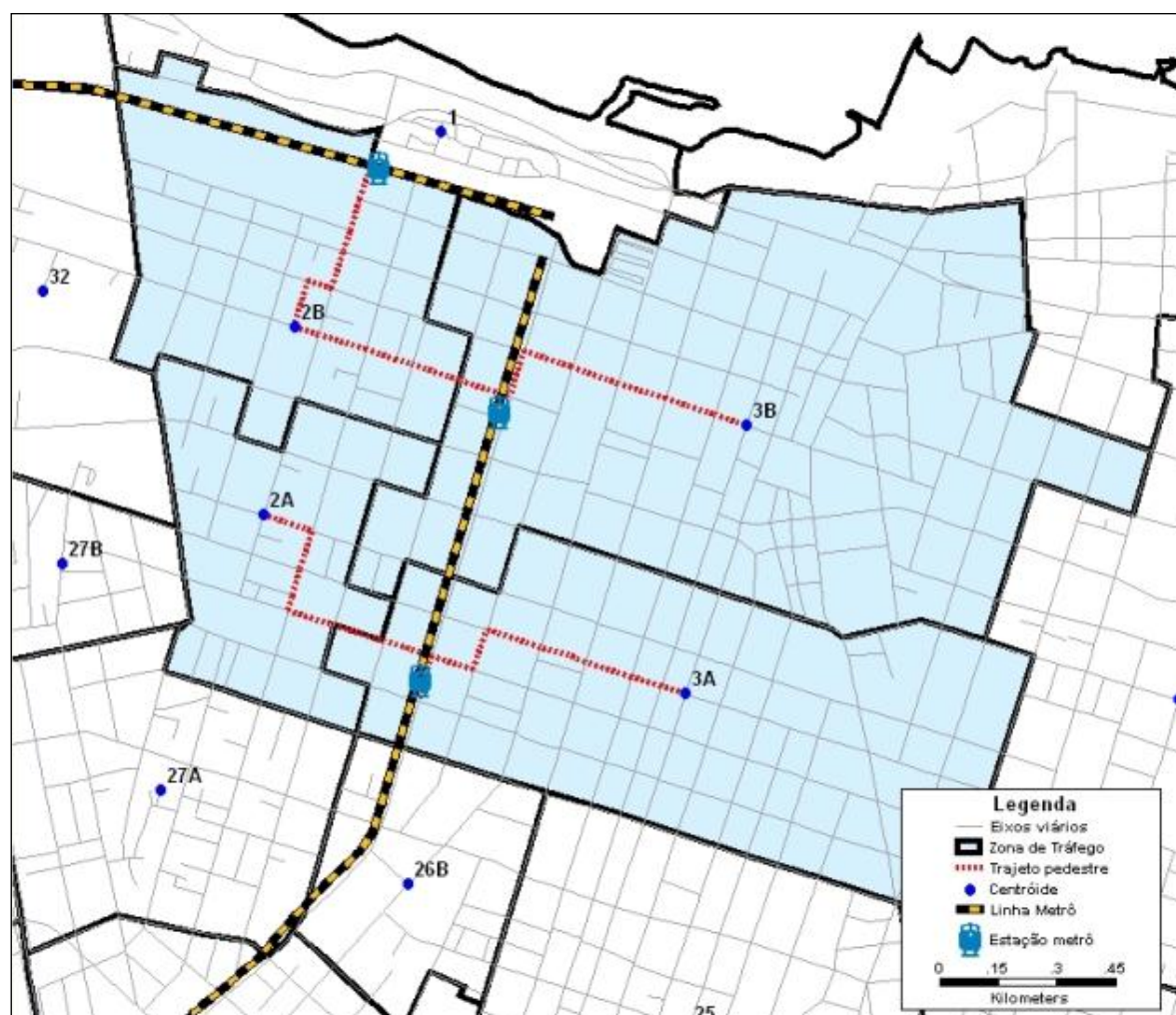


Figura 4.12: Exemplo de definição de ponto de parada

4.1.4. Obtenção dos dados de entrada

A última etapa da elaboração da rede foi a obtenção/consolidação dos dados de entrada, necessário para realizar modelagem, como velocidade, *headway* das linhas, política tarifária, etc.

Na modelagem realizada pelo TRANSCAD os dados de velocidade podem ser fornecidos por linha (rota) ou por segmento viário. Na primeira opção, a velocidade é incorporada a base de rotas e cada linha possui uma velocidade para toda a viagem. Já na segunda opção, a velocidade é incorporada aos segmentos viários da base de eixos viários e a velocidade da linha varia ao longo da rede.

Diante deste contexto, optou-se por definir a velocidade por segmento viário, pois se tem uma representação mais precisa das linhas do sistema e, conseqüentemente, a escolha do usuário é mais bem modelada.

Deste modo, após esta definição, obteve-se a velocidade para cada segmento viário da rede que possuía alguma linha de ônibus. Inicialmente, foram considerados os dados obtidos com a pesquisa sobre e desce realizada nas linhas do sistema metropolitano. Essas velocidades foram associadas a diversos segmentos da base de eixos viários. Em seguida, a velocidade dos demais segmentos foi definida por associação, ou seja, segmentos sem dados de velocidade foram associados a segmento com dados. Foi definido também que as linhas urbanas de Fortaleza possuem velocidades semelhantes ao sistema metropolitano.

Os dados de tarifa foram preparados de forma que o modelo represente fielmente a política tarifária da RMF. Atualmente, o sistema metropolitano possui um sistema de tarifa cobrado por distância da viagem, que é computada a partir dos anéis tarifários. Deste modo, foi necessário identificar o anel tarifário de cada centróide das zonas de tráfego e de cada ponto de parada do sistema metropolitano. A base geográfica de anel tarifário que foi consolidada foi fundamental para a execução dessa atividade. Em seguida, definiu-se as tarifas entre cada anel e coletou-se os dados dos demais sistemas que operam com tarifa única. Diante destas características da rede, foi necessário implementar, no Transcad, o sistema de tarifa denominado *Mixed Fare*, que mescla na modelagem tarifas únicas e tarifas por distância.

Em seguida, definiu-se o *headway* das linhas e, a partir dessa variável, o tempo de espera. Para definição dos *headways* utilizou-se o quadro de horário das linhas, fornecidos pelos operadores, calculando, para tanto, a média entre o intervalo dos veículos durante o período de pico. Destaca-se que as informações do sistema urbano de Fortaleza foram obtidas a partir do quadro de horário fornecido no *site* da ETUFOR, empresa responsável por gerenciar a operação desse sistema.

A partir do *headway* definiu-se a frequência de ônibus (oferta). Deste modo, foi possível identificar o volume de ônibus, a partir da soma das frequências das linhas que transitam em cada segmento viário da base de eixos viários. As Figuras 4.13, 4.14, 4.15 e 4.16 mostram o volume de ônibus por hora.

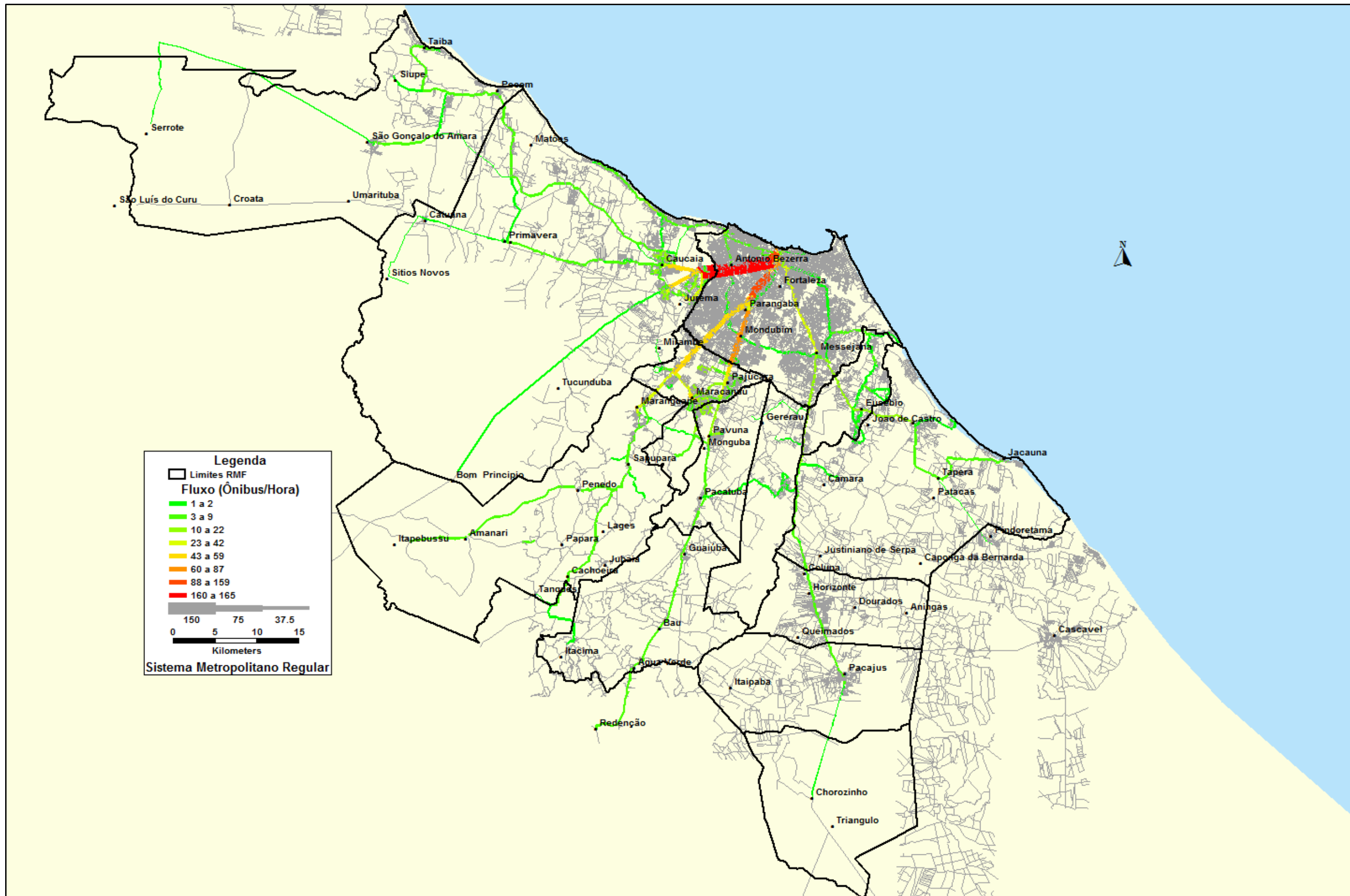


Figura 4.13: Fluxo horário de ônibus (oferta) no sistema viário durante o pico do tráfego da manhã - Sistema Metropolitano Regular

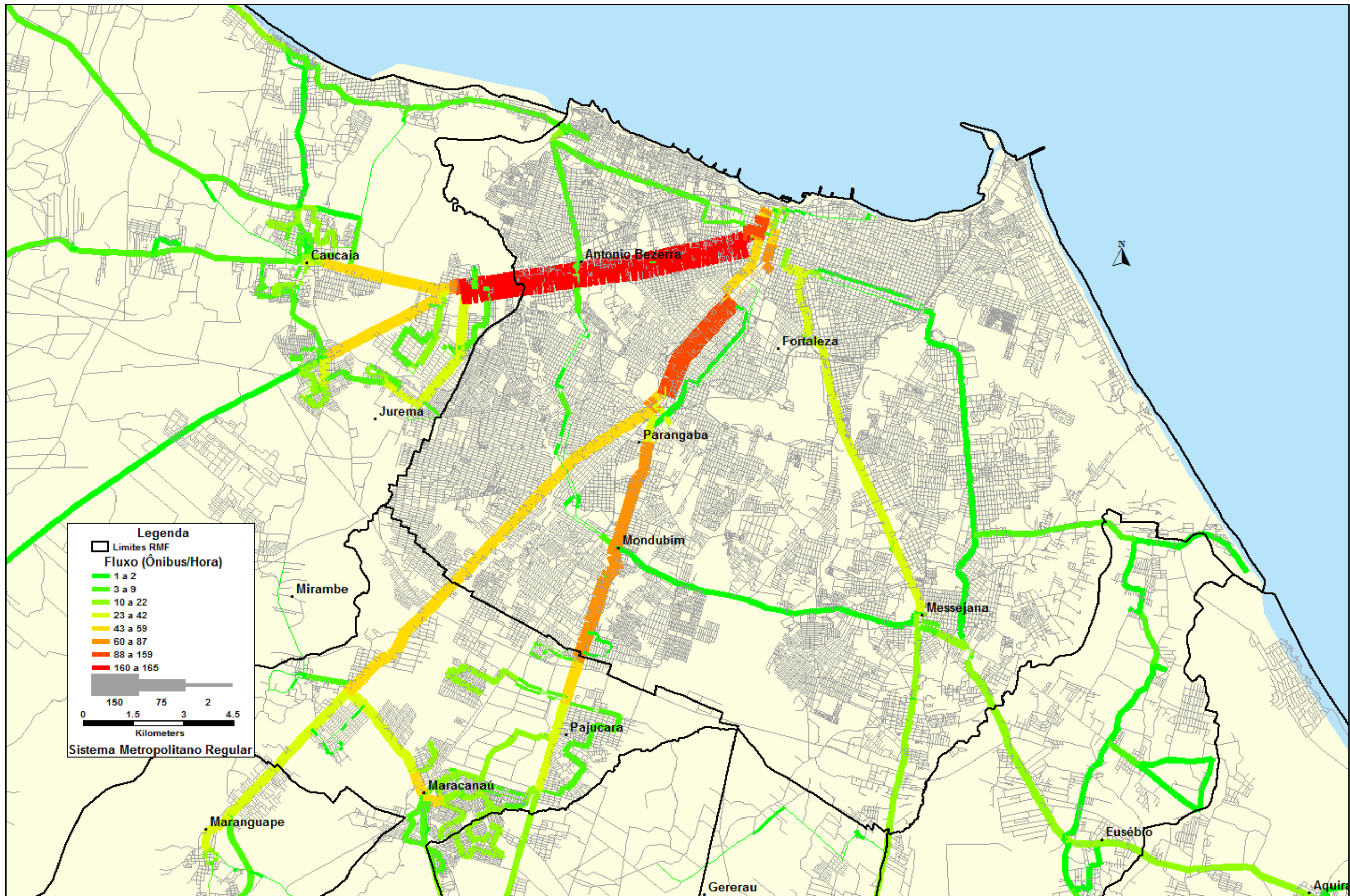


Figura 4.14: Fluxo horário de ônibus (oferta) no sistema viário durante o pico do tráfego da manhã - Sistema Metropolitano Regular - Detalhe

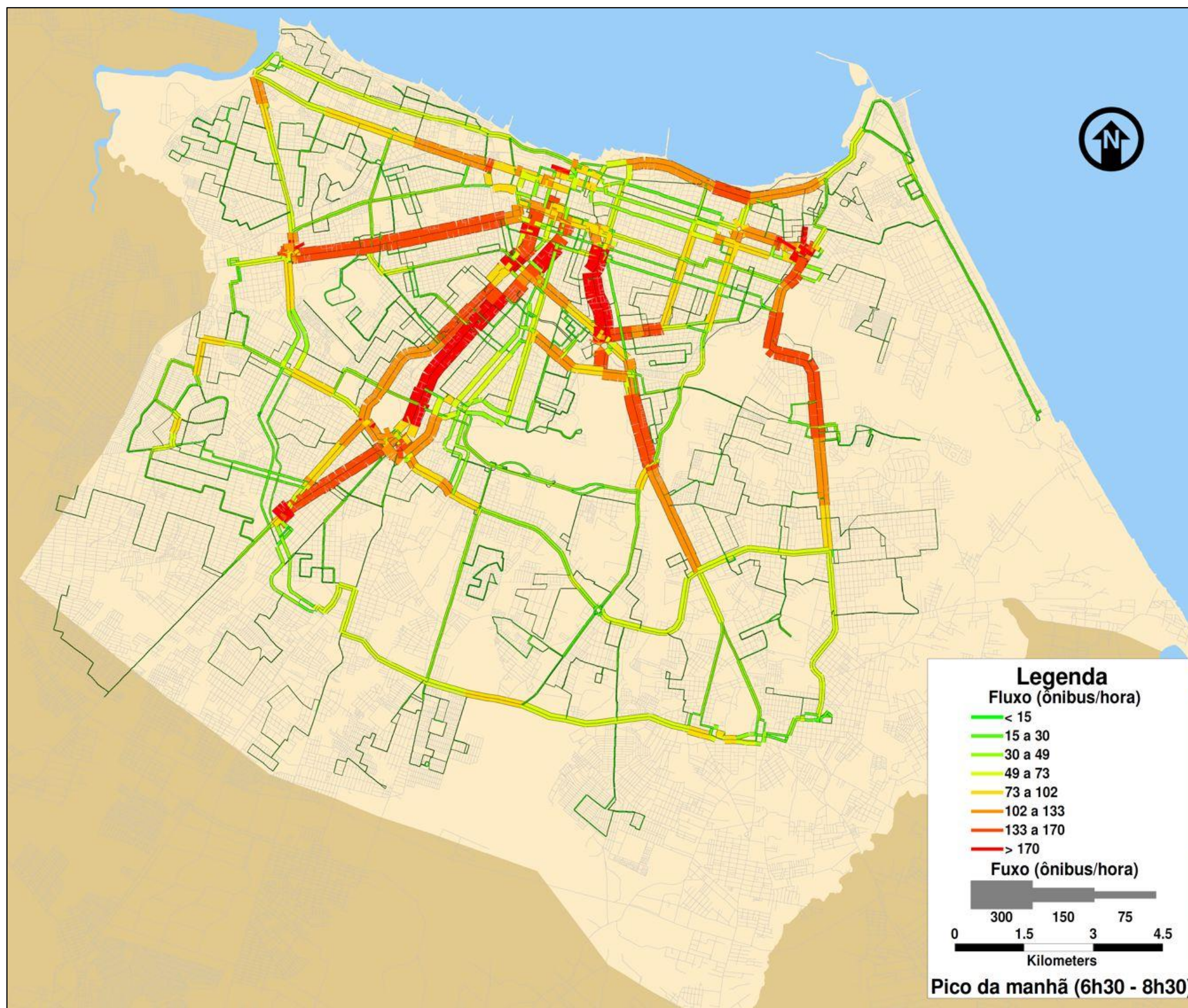


Figura 4.15: Fluxo horário de ônibus (oferta) no sistema viário durante o pico do tráfego da manhã - Sistema Urbano de Fortaleza



Figura 4.16: Fluxo horário de ônibus (oferta) no sistema viário durante o pico do tráfego da manhã - Sistema Urbano de Fortaleza - Detalhe

4.2. Obtenção da matriz OD semente

Para a execução de modelagem é necessário a obtenção de uma matriz de origem e destino (Matriz OD), que represente o deslocamento dos usuários do transporte coletivo entre as diversas zonas de tráfego. No estudo em questão, esta matriz OD foi reconstruída a partir de rotinas computacionais (métodos) que utilizam, para tal fim, dados das rotas (carregamentos, quantidade de subidas e descidas, etc.) das diversas linhas de transporte que operam na RMF e uma matriz OD semente da área de estudo.

A obtenção dessa matriz OD semente deu-se a partir da revisão da matriz OD (base) que foi utilizada no estudo intitulado "Relatório Final da Pesquisa de identificação do Processo de Escolha dos Potenciais Usuários da Linha Sul do METROFOR", elaborado em 2007 pelo METROFOR. Esta matriz base, que representa os deslocamentos na RMF apenas durante o pico da manhã, teve origem na matriz OD obtida com a pesquisa domiciliar realizada em 1996, que vem sendo sistematicamente atualizada, em função de taxas de crescimento populacional. Acredita-se que o padrão de deslocamento da população mudou significativamente ao longo dos últimos anos, justificando a utilização desta matriz apenas como ponto de partida para obtenção matriz semente.

A figura a seguir apresenta as etapas para obtenção da matriz OD semente, a partir da revisão da matriz OD base, já citada. Verifica-se que foram realizadas, para tanto, três atividades intituladas: Avaliação Crítica da Matriz; Revisão do Zoneamento; e Incorporação dos Resultados de Pesquisas.

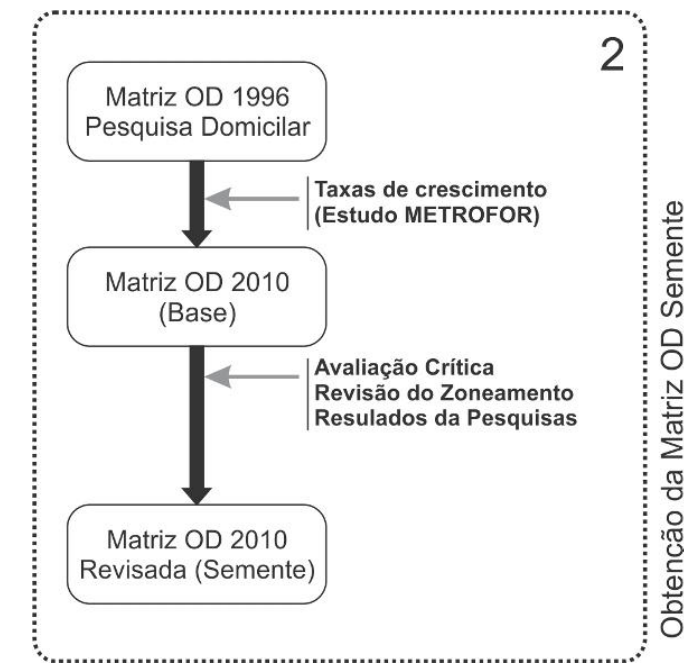


Figura 4.17: Etapas do método de reconstrução da Matriz OD

4.2.1. Avaliação crítica da matriz base

As primeiras etapas da avaliação crítica da matriz base consistiram na caracterização das viagens no nível de município. Verificou-se que a maioria das viagens é produzida pelo município de Fortaleza. Do total de aproximadamente 200.000 viagens existente na matriz base, 83% e 93% são originadas e atraídas por este município respectivamente. Caucaia e Maracanaú vêm em seguida com as maiores produções de viagem. Os Quadros 4.2 e 4.3 e a Figuras 4.18 apresentam os dados de produção de viagem por município na RMF. Verifica-se que os municípios de São Gonçalo do Amarante, Horizonte, Pacajus e Chorozinho, não atraem nenhuma viagem nesta matriz OD. Esta informação não corrobora com a realidade, visto, por exemplo, a interação de viagens entre os municípios de Horizonte e Pacajus e o caso do porto do Pecém em São Gonçalo do Amarante, que atualmente destaca-se como pólo atrator de viagem.

O Quadro 4.4 apresenta a distribuição das viagens inter e entre municípios. Observa-se que 80% das viagens ocorrem apenas dentro de Fortaleza, ou seja, tem origem e destino dentro deste município. A segunda maior linha de desejo é entre Caucaia/Fortaleza, com cerca de 10.000 viagens (5%), seguida da linha de desejo entre Maracanaú/Fortaleza com aproximadamente 7.000 viagens (3%).

Quadro 4.2: Viagens originadas por município

Município de Origem	Quantidade de Viagens 2010	Percentual
Fortaleza	167.700	82,8%
Caucaia	13.800	6,8%
Maracanaú	8.900	4,4%
Pacatuba	4.300	2,1%
Maranguape	2.200	1,1%
Aquiraz	1.100	0,5%
Guaiúba	1.100	0,5%
S. G. do Amarante	1.100	0,5%
Pacajus	600	0,3%
Eusébio	500	0,2%
Horizonte	500	0,2%
Itaitinga	500	0,2%
Chorozinho	200	0,1%

Quadro 4.3: Viagens atraídas por município

Município de Atração	Quantidade de Viagens 2010	Percentual
Fortaleza	187.800	92,7%
Maracanaú	6.400	3,2%
Caucaia	4.400	2,2%
Maranguape	2.000	1,0%
Pacatuba	800	0,4%
Eusébio	400	0,2%
Aquiraz	300	0,1%
Guaiúba	200	0,1%
Itaitinga	300	0,1%

Quadro 4.4: Viagem inter/entre municípios

Origem-Destino	Viagens 2010 (arredondado)	Percentual
Fortaleza - Fortaleza	162.640	80%
Caucaia - Fortaleza	10.130	5%
Maracanaú - Fortaleza	6.770	3%
Caucaia - Caucaia	3.400	2%
Fortaleza - Maracanaú	3.220	2%
Pacatuba - Fortaleza	3.810	2%
Maracanaú - Maracanaú	1.890	1%
Maranguape - Maranguape	1.240	1%
Outros	9.450	4%

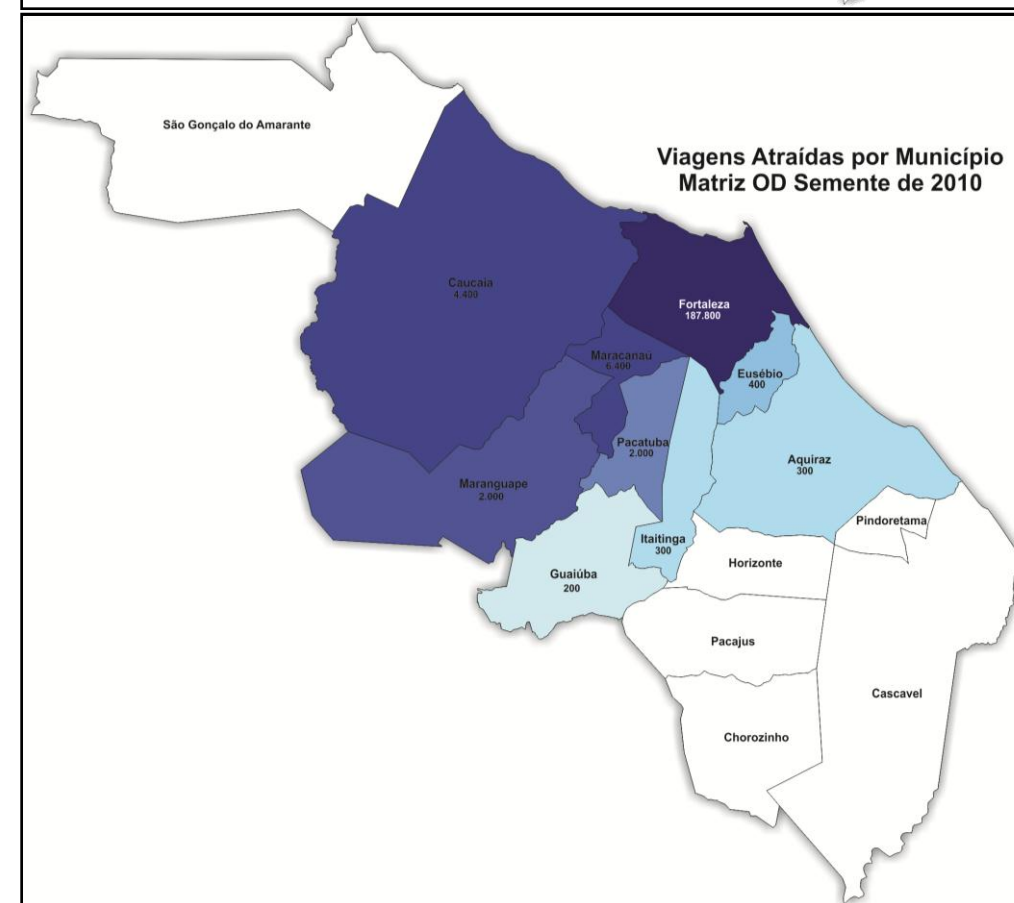
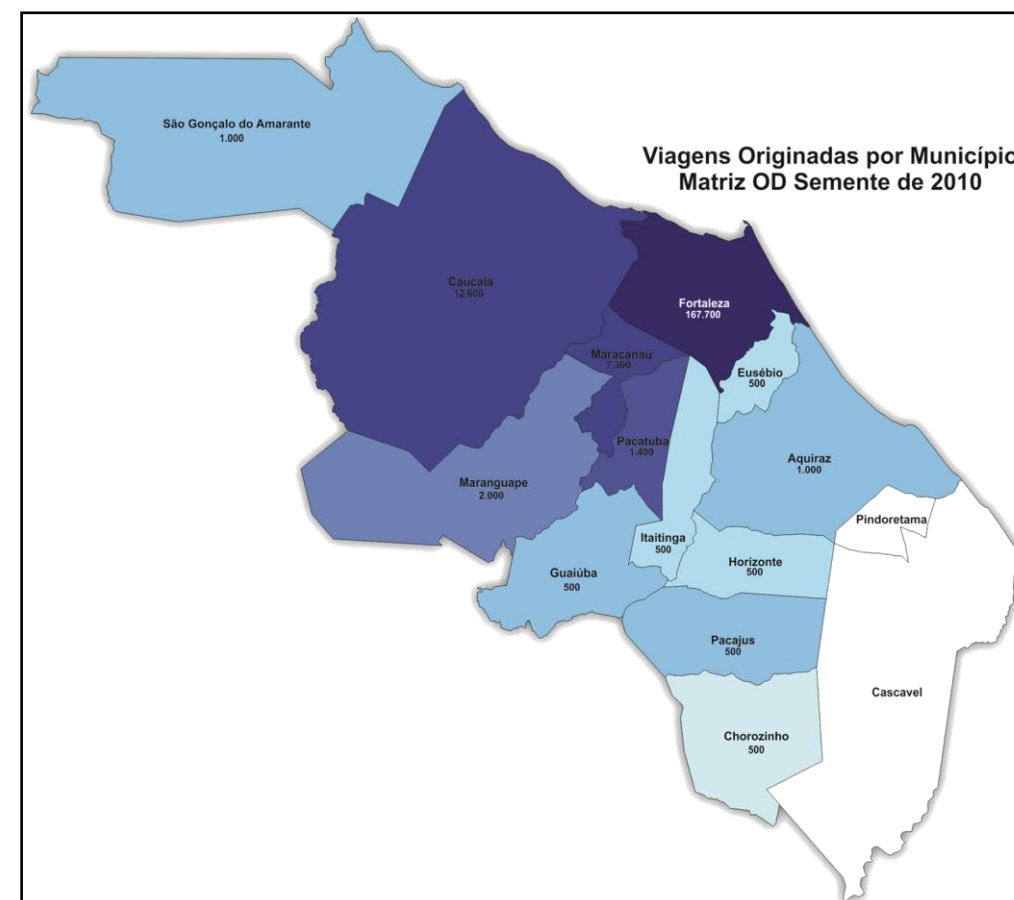


Figura 4.18: Viagens originadas e atraídas por município (matriz base)

Acredita-se que as 200.000 viagens da matriz base estejam superestimadas. Esta hipótese está fundamentada na evolução da demanda por ônibus. Ao longo dos últimos anos os sistemas por ônibus perderam demanda para o transporte individual motorizado (carro e motocicleta) em virtude de diversos fatores. Entretanto, a matriz OD foi atualizada em função de taxa de crescimento populacional, desconsiderando a perda de demanda citada. Um caso emblemático é o sistema urbano de Fortaleza (Ver Figura 4.19). Em meados da década de 90, a demanda mensal desse sistema aproximava-se de 26 milhões de passageiros por mês. Em 2004, esse valor alcançou a marca de 21,6 milhões de passageiros transportados. Apenas em 2009, foi que essa quantidade de passageiros superou a demanda da década de 90, com o sistema transportando cerca de 26,1 milhões de passageiros por mês ou 1 milhão por dia útil.

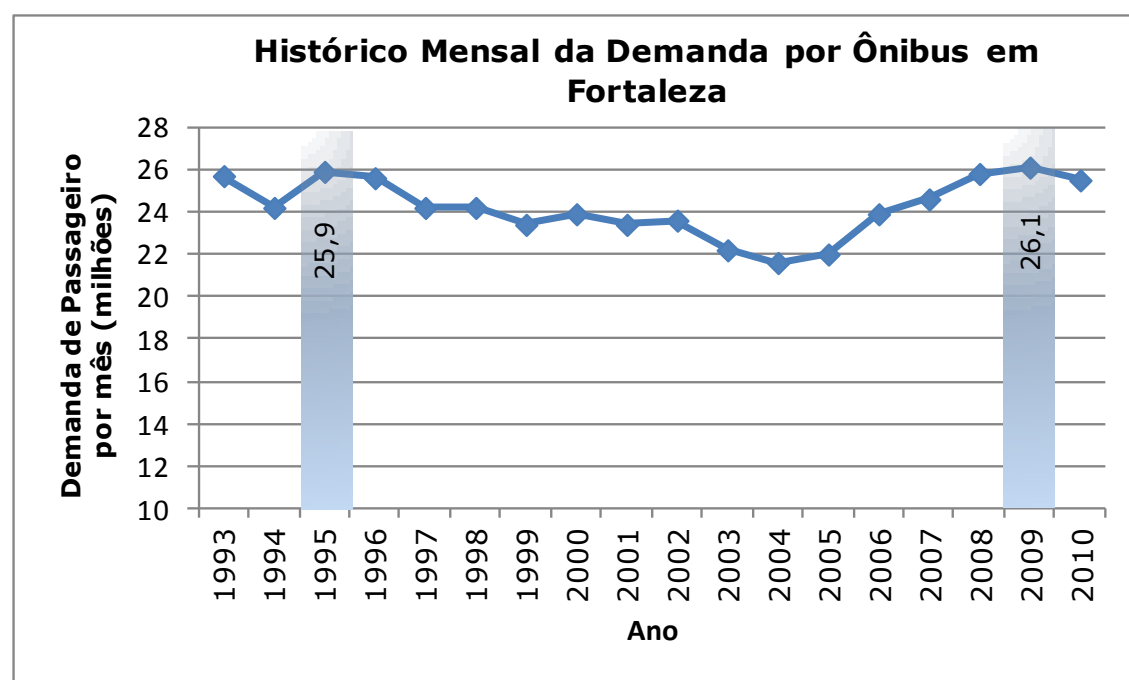


Figura 4.19: Histórico Mensal da Demanda por Ônibus em Fortaleza (Fonte: Etufor, 2010)¹

Posteriormente, passou-se a analisar as viagens no nível de região e zonas de tráfego. Destaca-se que essa análise foi realizada considerando ainda o zoneamento antigo, sem a subdivisão realizada. A seguir no Quadro 4.5 são apresentados os primeiros resultados dessa análise, sendo possível verificar as dez maiores linhas de desejo da matriz base (maiores demandas por par OD). Constata-se que todas essas linhas possuem origem e

destino no município de Fortaleza, sendo a de maior demanda com origem na zona 123, no bairro Mondubim, e destino à zona 3, no bairro Centro.

Quadro 4.5: Dez maiores linhas de desejo da matriz OD de 2010 (Matriz Base)

Ordem	Origem		Destino		Viagens 2010	Percentual das Viagens
	Zona Origem	Bairro/Região Origem	Zona Destino	Bairro/Região Destino		
1	123	MONDUBIM I	3	CENTRO	2050	1,0%
2	12	ALDEOTA	14	ALDEOTA	1900	1,0%
3	31	SIQUEIRA	112	MESSEJANA	1850	0,9%
4	28	GRANJA LISBOA	26	BENFICA	1600	0,8%
5	70	PICI	76	QUINTINO CUNHA	1450	0,7%
6	30	SIQUEIRA	128	PRAIA DO FUTURO II	1150	0,6%
7	117	PALMEIRAS	58	FATIMA	1050	0,5%
8	125	VILA MANOEL SATIRO	3	CENTRO	1050	0,5%
9	36	CRISTO REDENTOR	14	ALDEOTA	1000	0,5%
10	119	PASSARE	3	CENTRO	950	0,5%

A Figura 4.20 mostra os dados do Quadro 4.5 de forma espacial. Verifica-se que nessas linhas de desejo há uma concentração das viagens vindo da periferia de Fortaleza para a área central. As exceções são as linhas de desejo que vão do bairro Siqueira para os bairros Messejana e Praia do Futuro e do bairro Pici para o bairro Quintino Cunha.

Por fim, os dados de demanda por zona de tráfego foram analisados por município. Esta fase da avaliação crítica foi fundamental para compreender a matriz base e permitir sua revisão. A seguir apresenta-se a análise realizada para as viagens de Aquiraz. No Anexo IV, são apresentadas as análises realizadas para os demais municípios.

¹ ETUFOR (2010) Anuário de Transportes Públicos de Fortaleza. Fortaleza, CE.

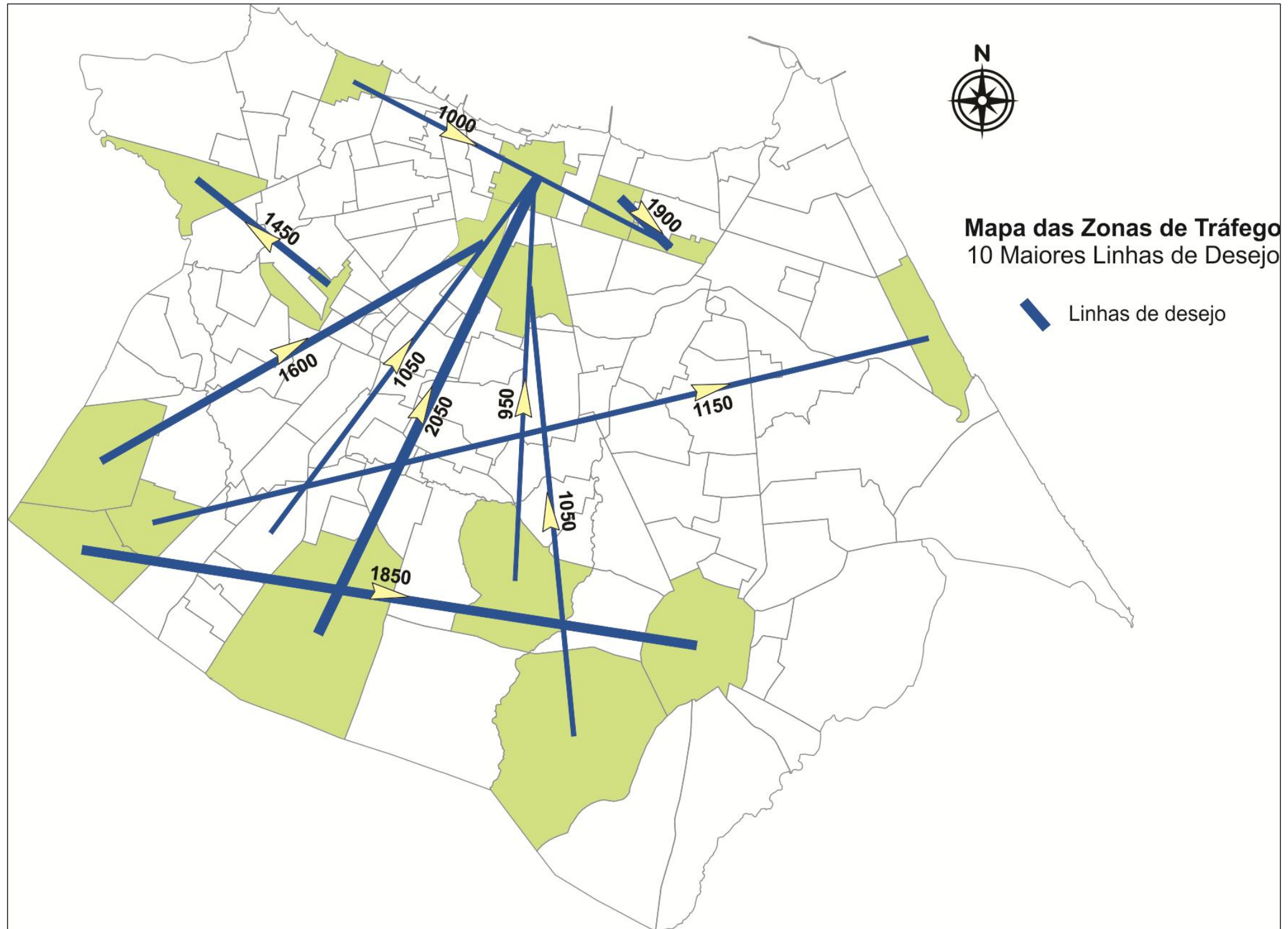


Figura 4.20: Dez maiores linhas de desejo da matriz OD de 2010 (Matriz Base)

4.2.1.1. Viagens em Aquiraz

A seguir são apresentados os dados das viagens originadas e destinadas ao município de Aquiraz. No Quadro 4.6 são apresentadas as localidades das viagens iniciadas nesse município. Já no Quadro 4.7 são apresentadas as localidades das viagens terminadas.

Quadro 4.6: Localidade das viagens originadas em Aquiraz - Matriz Base (2010)

Localidade	Viagens originadas
Aquiraz	1.045
Centro Aquiraz	344
Outros	136
Camará/Telha	118
João de Castro	108
Iguape/Jaçanau	108
Tapera	50
Coluna	69
Patacas	61
Caponga da Bernarda	21

Quadro 4.7: Localidade das viagens destinadas à Aquiraz - Matriz Base (2010)

Localidade	Viagens destinadas
Aquiraz	284
Centro Aquiraz	238
Tapera	13
Iguape/Jacauna	13
Outros	8
Coluna	5
Caponga da Bernarda	2
Patacas	2
Camara/Telha	2
João de Castro	1

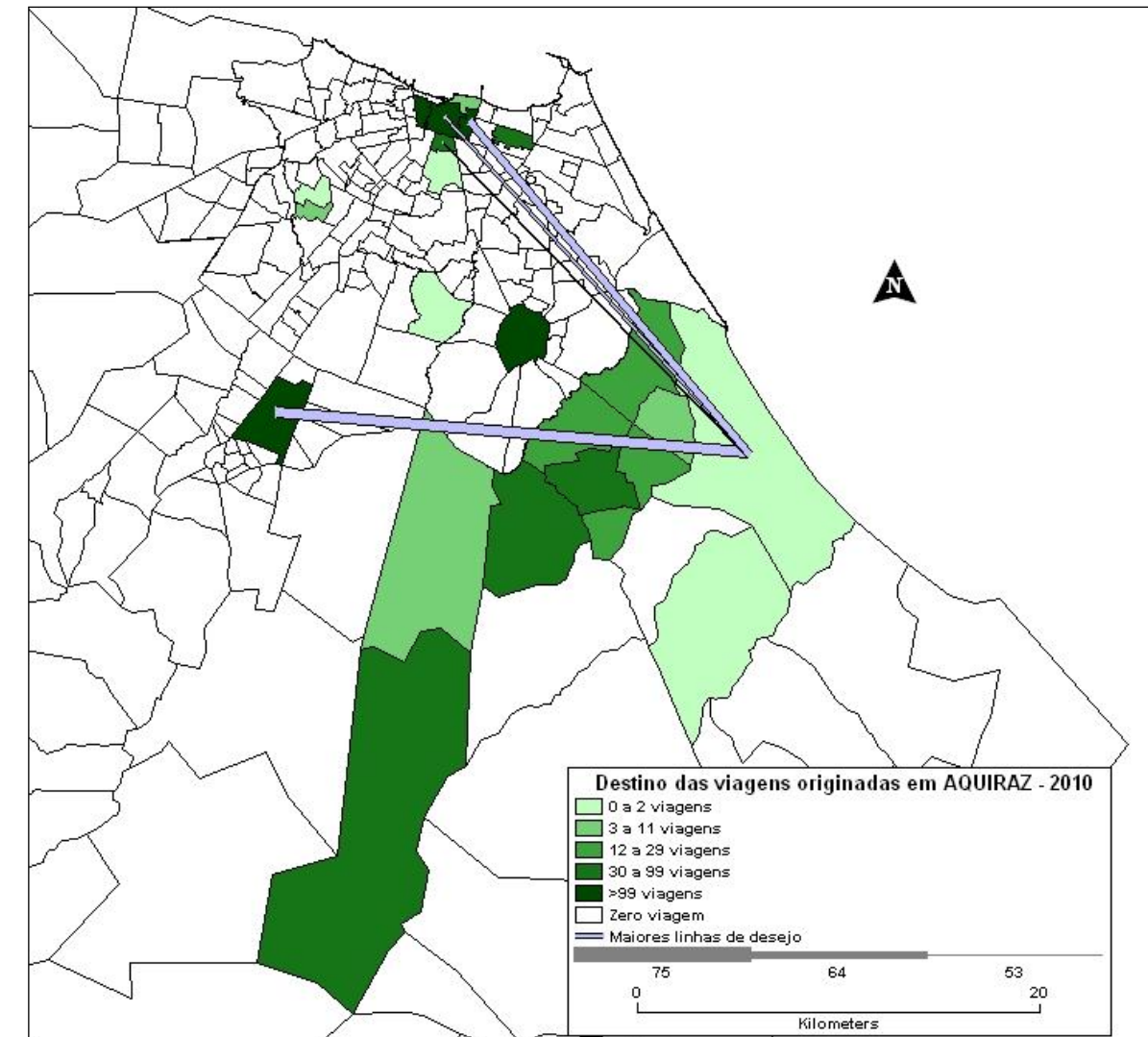


Figura 4.21: Zonas de destinos das viagens originadas no município de Aquiraz – Matriz Base (2010)

4.2.2. Revisão do zoneamento

A etapa de Revisão do Zoneamento consistiu em repartir as viagens, na matriz base, das zonas de tráfego que foram subdivididas. Ressalta-se que foram usados critérios distintos para dividir as viagens produzidas e atraídas por cada zona, descritos a seguir.

Primeiro subdividiu-se as viagens produzidas em cada zona, a partir dos dados de população a partir da base geográfica de setores censitários de 2000. Para tanto, calculou-se a população (P_i) de cada zona de tráfego que foi subdividida, para, em seguida, obter a proporção (f_i) da população de todas essas zonas em relação a população total (P_i) da zona de tráfego original. Essa proporção foi utilizada como fator de repartição das viagens

produzidas para cada par OD (T_{ij}) na zona de tráfego original. As equações a seguir detalham como esse processo ocorreu.

$$T_{i'j} = f_{i'} \cdot T_{ij} \quad (3.1)$$

$$f_{i'} = P_{i'} / P_i \quad (3.2)$$

Em que:

T_{ij} : Quantidade de viagem originadas na zona i' (zona revisada) com destino a zona j (zona original);

$f_{i'}$: Fator para a zona i' ;

T_{ij} : Quantidade de viagens entre a zona i e j na matriz OD base.

$P_{i'}$: População da nova zona de tráfego i' , originária da subdivisão da zona de tráfego i ;

P_i : População da zona de tráfego i , que foi subdividida na revisão do zoneamento.

Destaca-se que nesse primeiro momento foram repartidas apenas as viagens produzidas. Assim, no final desse processo obteve-se uma nova matriz OD em que apenas as zonas origens (i') estavam subdivididas, enquanto as zonas de destinos (j) continuaram com a estrutura inicial.

Após a repartição das viagens originadas em cada zona, realizou-se a repartição das viagens atraídas, a partir da informação de consumo de energia industrial e comercial em cada zona de tráfego. Esta informação foi obtida a partir do georreferenciamento dos dados de consumo, de maio de 2011, fornecidos pela COELCE que é a concessionária de energia do estado do Ceará. Nesse caso, a metodologia de repartição foi semelhante ao anterior, sendo o fator de divisão calculado em função do consumo de energia. As equações a seguir detalham o processo.

$$T_{i'j'} = f_{j'} \cdot T_{i'j} \quad (3.3)$$

$$f_{j'} = E_{j'} / E_j \quad (3.4)$$

Em que:

$T_{i'j'}$: Quantidade de viagem atraída para a zona j' (zona revisada) com origem na zona i' (zona revisada)

$f_{j'}$: Fator para a zona j' ;

$T_{i'j}$: Quantidade de viagem atraída para a zona j (zona original) com origem na zona i' (zona revisada);

$E_{j'}$: Consumo de energia da nova zona de tráfego j' , originária da subdivisão da zona de tráfego j ;

E_j : Consumo de energia da zona de tráfego j , que foi subdividida na revisão do zoneamento.

Por fim, obteve-se uma matriz OD base considerando a revisão do zoneamento proposto nas etapas anteriores.

4.2.3. Incorporação dos Resultados de Pesquisas

A última etapa para obtenção da Matriz OD semente foi incorporar as informações obtidas com as pesquisas Sobe e Desce e de Origem e Destino, que foram realizadas nas linhas do sistema metropolitano.

A partir da consolidação dos dados da pesquisa Sobe e Desce foi obtida quantidade de passageiros transportados e a quantidade de passageiros que sobem e descem em cada zona de tráfego por linha de ônibus. Assim, ao somar todas as subidas e descidas em cada zona de tráfego, obteve-se uma estimativa das viagens produzidas e atraídas em cada zona de tráfego.

A informação da quantidade de passageiros transportados por linha foi útil para dimensionar a amostra da pesquisa de Origem e Destino e para permitir a expansão dos dados amostrais coletados. Já os dados de viagens produzidas e atraídas permitiram realizar um ajuste fino na quantidade de viagens de cada par OD.

Após a consolidação e expansão dos dados da pesquisa de Origem e Destino, calculou-se a quantidade de viagens entre cada par OD, incorporando em seguida essa informação na matriz OD base para obtenção da matriz OD semente.

Ressalta-se que a matriz OD base representa os deslocamentos de apenas uma hora do pico da manhã e que os dados oriundos das pesquisas representam os deslocamentos de duas horas, já que se optou por trabalhar com o pico iniciando às 6h30 e terminando às 8h30. Deste modo, antes de incorporar os dados das pesquisas citadas, a matriz OD base foi adaptada, a partir de fatores de expansão, para representar os deslocamentos de duas horas. Para as viagens urbanas utilizou-se um fator de 1,74, já para as viagens metropolitanas utilizou-se um fator de 1,58.

A Figura 4.22 descreve como as células da matriz OD base foram alteradas a partir dos dados obtidos. Nesta figura, percebe-se que as células dos pares OD das viagens urbanas (realizadas entre zonas de um mesmo município) em Fortaleza (identificadas na cor cinza) tiveram o valor mantido, visto que não foram coletados dados de origem e destino desses usuários. Neste caso, essa parcela da matriz foi corrigida apenas em função das rotinas computacionais de reconstrução da matriz, baseada no volume de passageiros ao longo da rede. As células dos pares OD das viagens metropolitanas (identificadas na cor verde) tiveram o valor substituído, em função das pesquisas já citadas. As células dos pares OD das viagens urbanas dos demais municípios (identificadas na cor em tons de amarelo) também foram substituídas em função das pesquisas. Entretanto, é importante destacar que essas células, passaram a representar apenas as viagens urbanas que utilizam o sistema metropolitano de transporte. Deste modo, essa matriz não pode ser utilizada para avaliar/estudar os sistemas de transporte coletivo municipais.

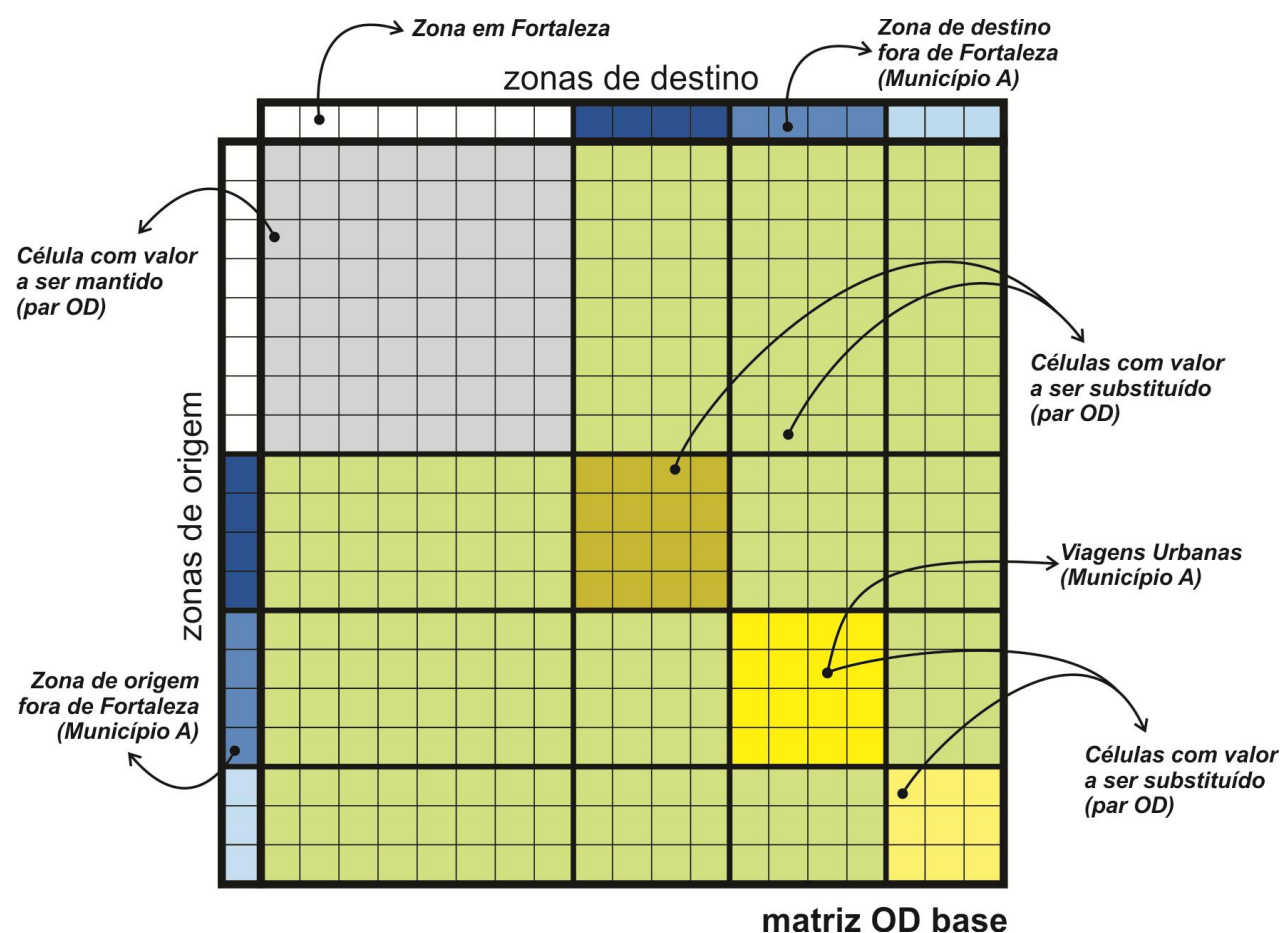


Figura 4.22: Matriz OD base e identificação das células que foram alteradas

4.3. Calibração e Validação do Modelo de Alocação

A validação é o processo em que o analista verifica o desempenho do modelo a ser utilizado em representar o fenômeno desejado, a partir da verificação de alguma variável coletada em campo, não utilizada como dado de entrada. A Figura 4.23 apresenta as etapas da validação do modelo de alocação escolhido para representar os deslocamentos dos usuários na rede de transporte de passageiros da RMF.

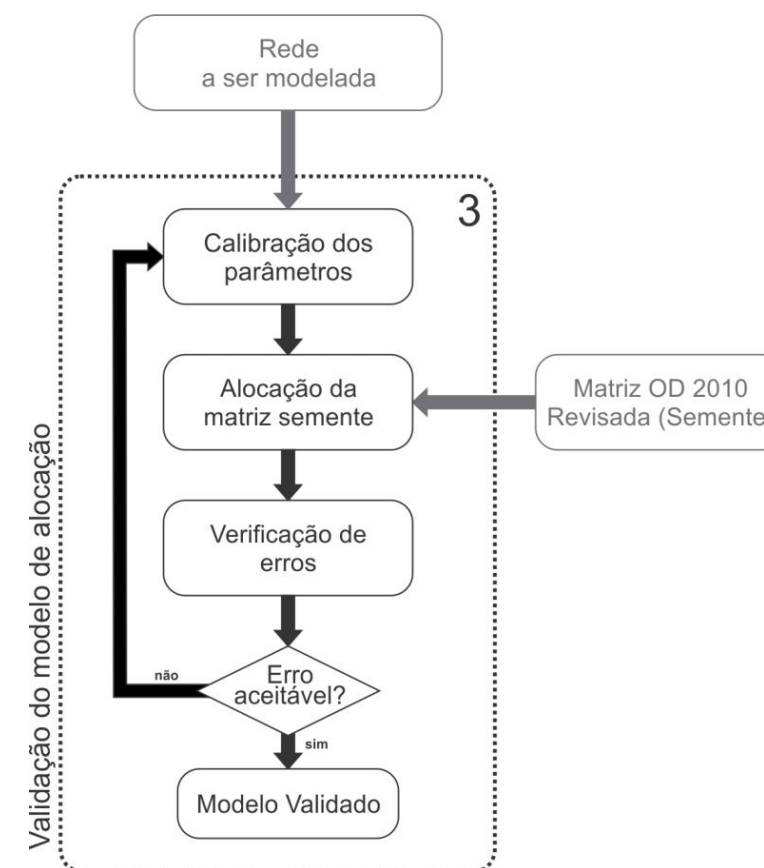


Figura 4.23: Etapas da Validação do modelo de alocação

A princípio cogitou-se utilizar o *Pathfinder* como método de alocação, que utiliza lógica similar ao método de Estratégias Ótimas (*Optimal Strategies*). Entretanto, após alguns testes de alocação, verificou-se que esses métodos não são indicados para representar a escolha de rotas dos usuários na rede modelada, que se caracteriza por ter uma elevada densidade de linhas, com múltiplas rotas alternativas entre os diversos pares OD. Nas alocações, constatou-se que o *Pathfinder* restringe a escolha dessas múltiplas rotas, na medida em que ele limita o conjunto de rotas utilizadas entre um par OD (*hyperpath*), ao permitir embarques em apenas um ponto de parada. Isto significa que, para um

determinado por OD, o conjunto de linhas escolhidas para o deslocamento terá que passar por um mesmo ponto de parada. Esta limitação dificulta, por exemplo, a representação da escolha dos usuários entre modos que utilizam vias separadas como é o caso dos Sistemas de Ônibus e Trem/Metrô. Neste caso, o modelo escolhe apenas um dos sistemas para alocar as viagens do par OD em questão.

Diante deste contexto, optou-se por utilizar o método Equilíbrio Estocástico do Usuário (*Stochastic User Equilibrium*). Além de superar as deficiências citadas no *Pathfinder*, este método utiliza a capacidade da oferta como restrição, o que é fundamental para a reconstrução da matriz, já que os carregamentos observados são consequências das restrições da oferta.

Durante o processo de validação do modelo foram calibrados os seguintes parâmetros do modelo de alocação: Valor do Tempo; Peso para o tempo de caminhada, tempo de espera e tempo de transbordo; Penalidade para o transbordo; Parâmetros da função custo (função BPR). A princípio utilizaram-se os parâmetros definidos no último estudo realizado pelo Metrofor, com exceção dos parâmetros da função BPR. A calibração consistiu no ajuste desses parâmetros, com o objetivo de aprimorar os resultados de alocação, permitindo que o modelo escolhido representasse com mais precisão a realidade.

Ao final da calibração foram obtidos os seguintes valores:

- Valor do tempo dentro do veículo: R\$ 0,03/minuto ou R\$ 1,8/minuto
- Peso do tempo de caminhada: 3,25;
- Peso do tempo de espera e tempo de transbordo: 1,4;
- Penalidade para transbordo: 13,7 minutos.
- Função custo: 1 (α) e 6 (β)

Verifica-se a partir da Figura 4.23, que durante a validação do modelo utilizou-se a matriz OD semente que será aprimorada ainda a partir das rotinas computacionais de estimação da matriz OD. Assim, os testes de alocação não poderiam ser muito rigorosos no critério do erro.

A verificação de erros foi feita analisando os valores de carregamentos nas linhas metropolitanas apenas, ou seja, foram confrontados os valores de carregamento alocados e observados em campo, a partir da pesquisa sobe e desce. A Figura 4.24, apresenta o gráfico de dispersão desses carregamentos. No eixo das abscissas tem-se o carregamento observado e no eixo das ordenadas tem-se o carregamento alocado.

Após a aprovação do erro, considerou-se a rede calibrada e validada para utilização do método de alocação Equilíbrio do Usuário Estocástico, sendo possível a elaboração de diversos indicadores para avaliar a oferta atual dos sistemas e a aplicação das rotinas para a reconstrução da matriz OD.

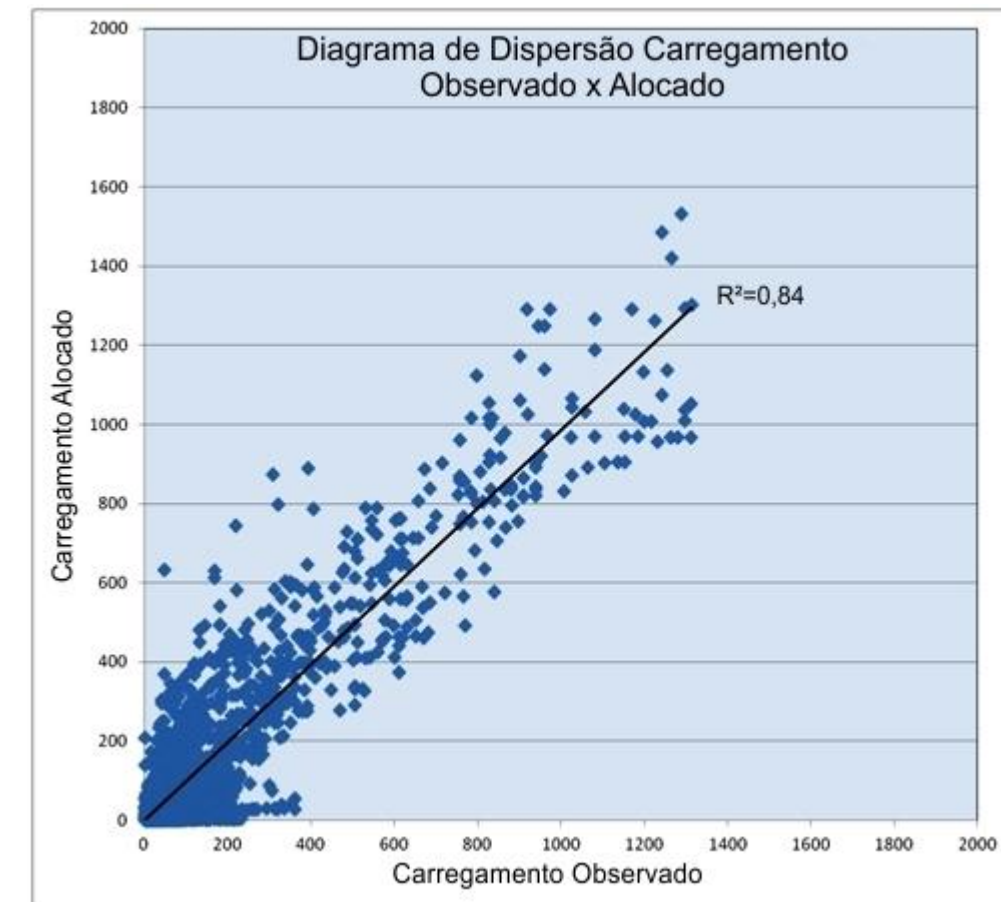


Figura 4.24: Diagrama de dispersão Carregamentos Observado x Alocado

Por fim, cabe destacar que na alocação não foram validados modelos de escolhas modais, ou seja, não foi definida função utilidade para cada modo. O modelo de escolha é entre rotas. Neste caso, por exemplo, não há distinção direta entre o trem/metrô e o ônibus. O que vai diferir entre esses modos são aspectos operacionais que irão refletir no custo generalizado da viagem, como: tarifa, tempo de viagem, etc. Destaca-se entretanto que esta limitação não representa um problema para a modelagem, visto que em termos metropolitanos, não há concorrência entre o sistema rodoviário e ferroviário, como apresentado nos próximos itens que tratam das redes simuladas.

4.4. Obtenção da Matriz OD Sintética

Após a validação do modelo de alocação, aplicou-se a rotina para a reconstrução da matriz OD, conforme indicado na figura a seguir.

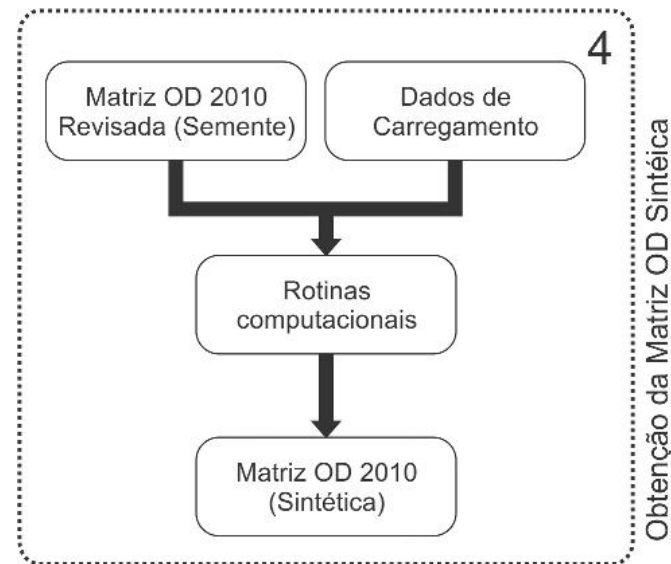


Figura 4.25: Etapas do método de obtenção da Matriz OD sintética

Essas rotinas computacionais, conhecidas como métodos de estimação sintética, podem ser interpretadas como o inverso das técnicas de alocação de tráfego, pois ao invés de obter os dados de carregamento ao longo da rede, a partir da alocação de uma matriz OD, ele busca reconstruir uma matriz OD que, quando alocada na rede, reproduza os dados observados das rotas. Deste modo, os dados de entradas necessários para a utilização dessas rotinas consistem em uma matriz OD semente e em dados de carregamento de passageiros (Volume de Passageiros) em diversos pontos da rede modelada. A matriz OD semente é importante neste processo, pois serve como solução inicial e auxilia o método de reconstrução a encontrar um resultado de matriz OD mais próximo da realidade.

No estudo em questão, foi utilizada como semente a matriz OD oriundo do processo de revisão da matriz OD base e foram utilizados os dados de carregamento apenas das linhas metropolitanas. Deste modo, não é recomendado utilizar a matriz OD, produto da aplicação desses métodos de estimação, para avaliar/estudar os sistemas de transporte coletivo municipais.

A Figura 4.26 apresenta o diagrama de dispersão dos carregamentos observados e alocados, esse último obtido já a partir da alocação da matriz OD sintética obtida. Percebe-se que o erro entre essas duas variáveis analisadas foi reduzido, indicando que o método utilizado foi capaz de melhorar a matriz OD. Ressalta-se que o referido gráfico apresenta apenas os carregamentos metropolitanos.

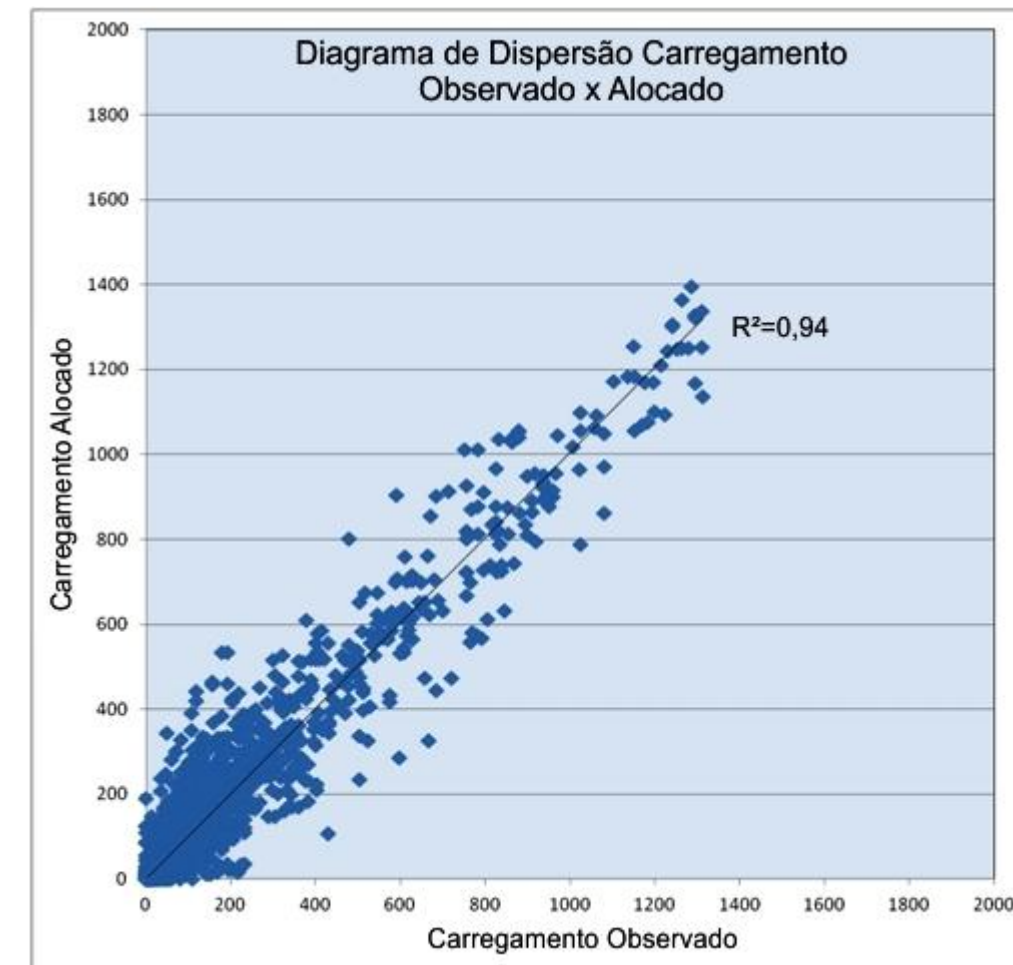
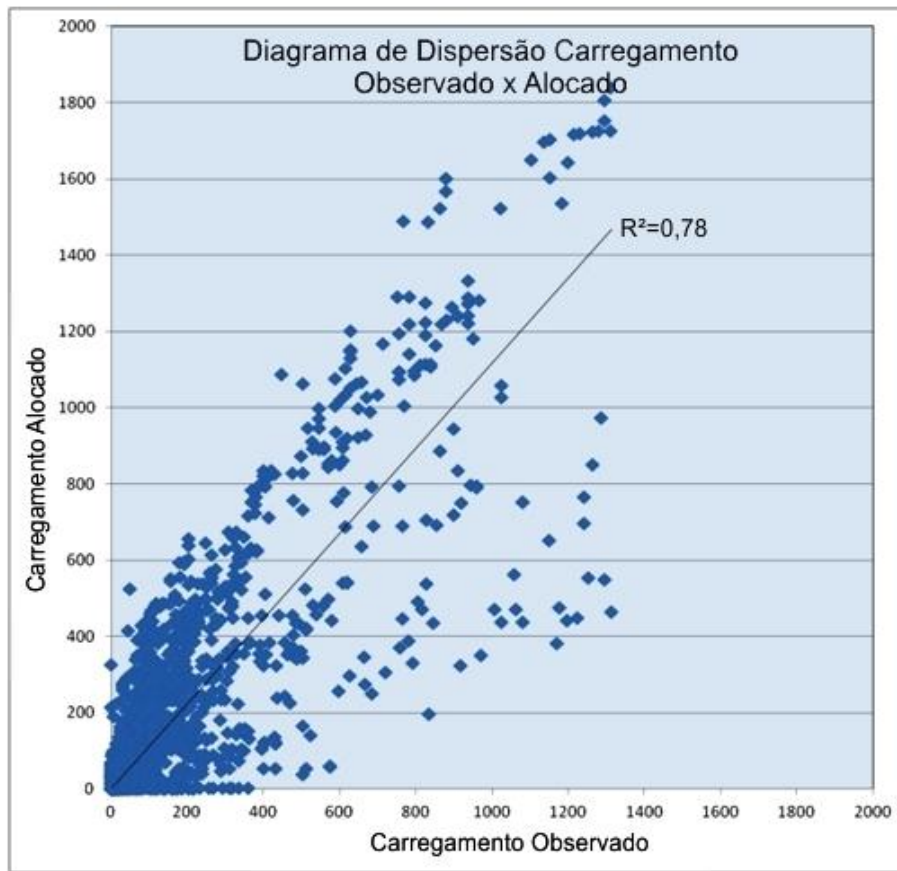


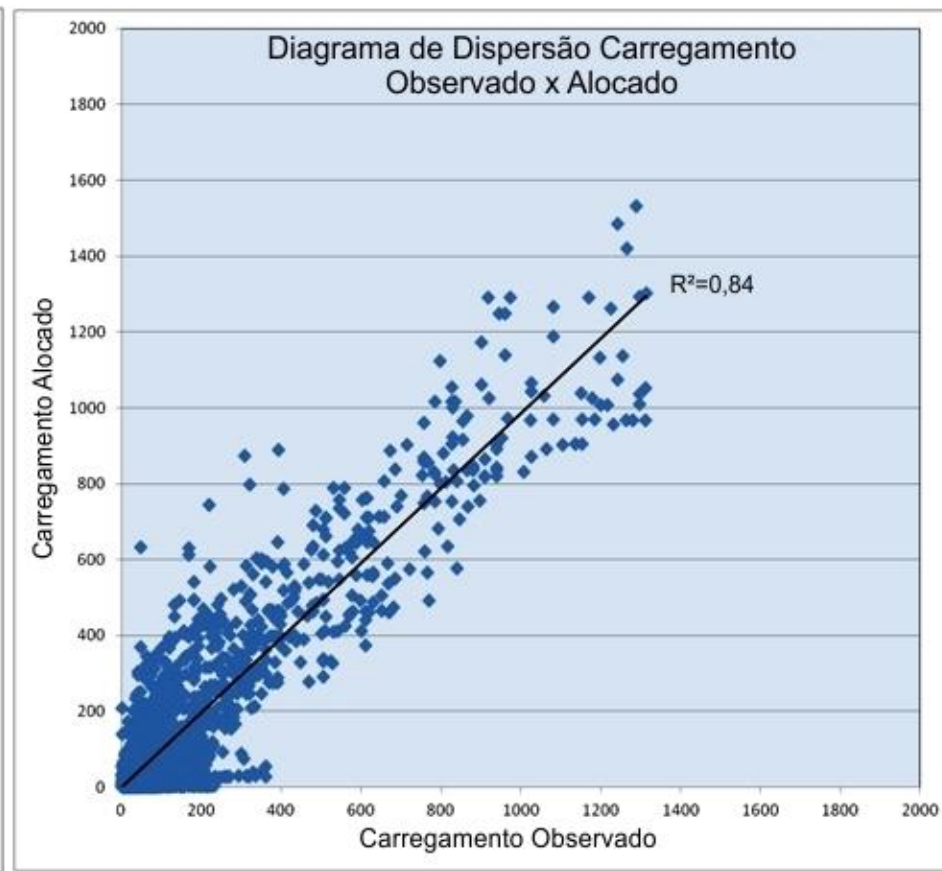
Figura 4.26: Diagrama de dispersão Carregamentos Observado x Alocado (Alocação da Matriz OD Sintética)

A Figura 4.27 apresenta o diagrama de dispersão das mesmas variáveis para a alocação da matriz OD base, matriz OD semente e da matriz OD sintética, sendo possível verificar a evolução da matriz ao longo das etapas realizadas.

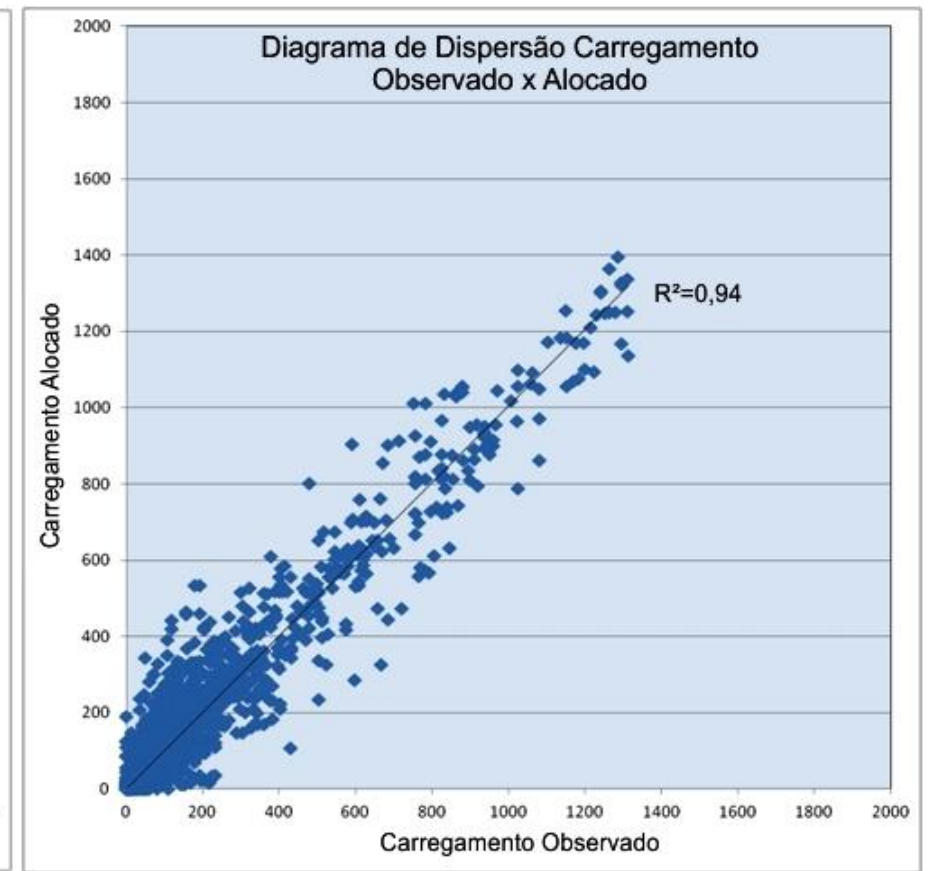
Em seguida é apresentada uma breve caracterização da matriz OD sintética.



(a)



(b)



(c)

Figura 4.27: Diagrama de dispersão Carregamentos Observado x Alocado - (a) Matriz OD Base, (b) Matriz OD Semente e (c) Matriz OD Sintética

As Figuras a seguir apresentam a quantidade de viagens produzidas (passageiros) por Município, durante o período de duas horas do pico da manhã, na matriz OD base e na matriz OD sintética.

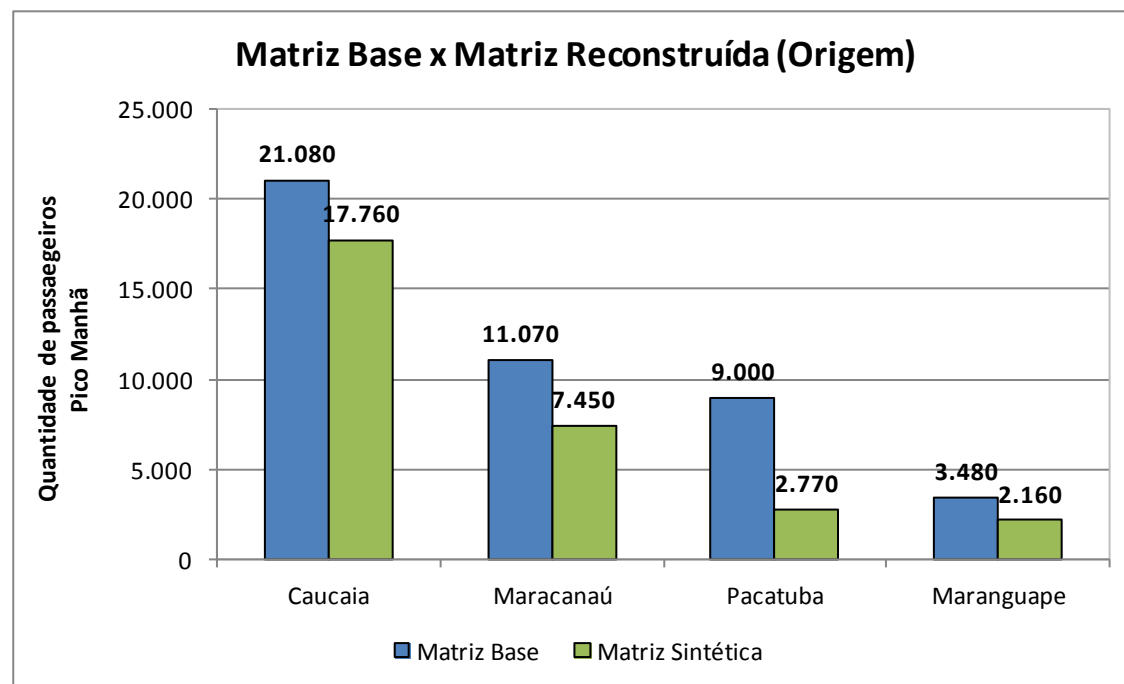


Figura 4.28: Quantidade de viagens produzidas por município: Matriz OD Base X Matriz OD Sintética (Caucaia, Maracanaú, Pacatuba e Maranguape)

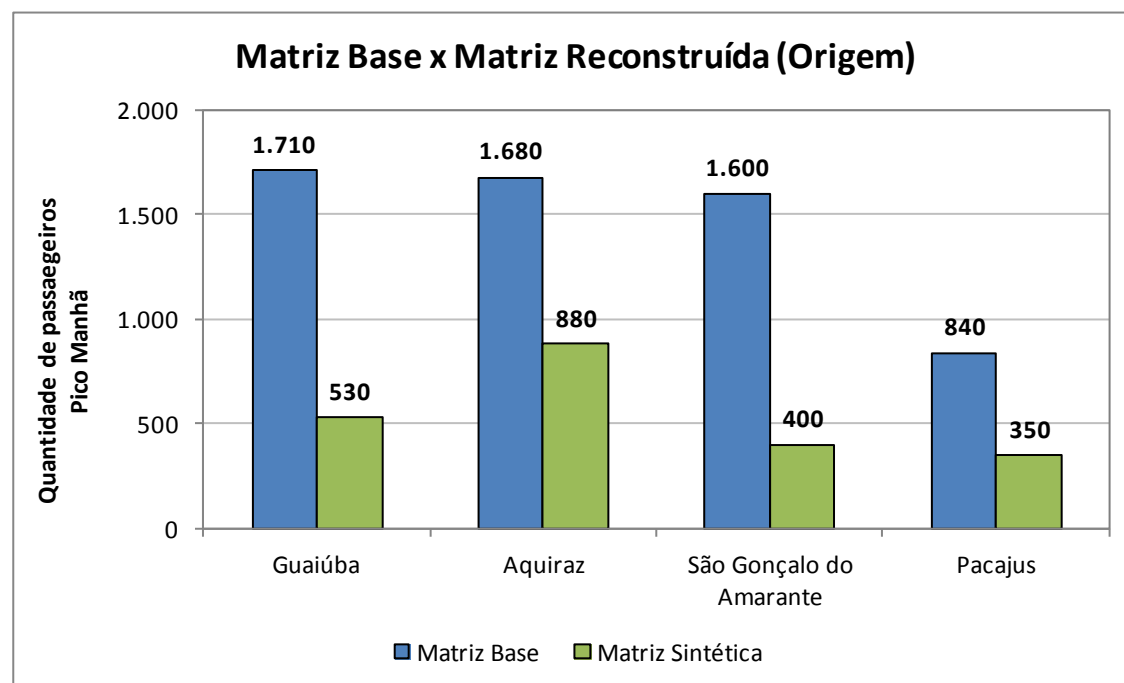


Figura 4.29: Quantidade de viagens produzidas por município: Matriz OD Base X Matriz OD Sintética (Guaiúba, Aquiraz, São Gonçalo do Amarante e Pacajus)

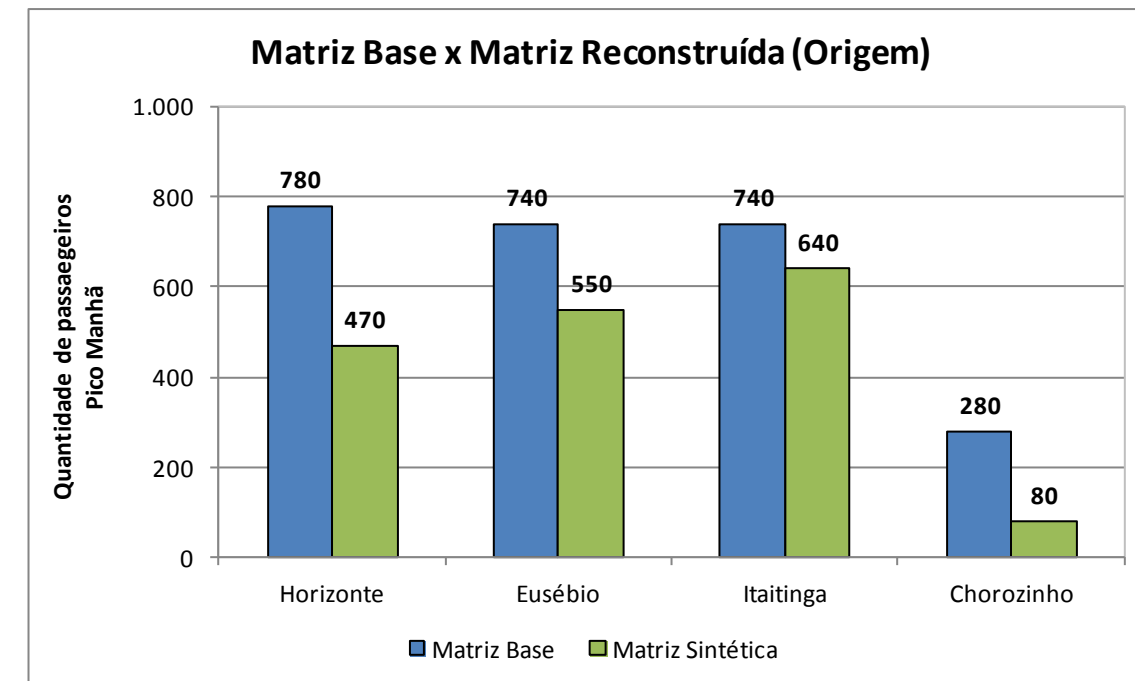


Figura 4.30: Quantidade de viagens produzidas por município: Matriz OD Base X Matriz OD Sintética (Horizonte, Eusébio, Itaitinga e Chorozinho)

Percebe-se que em todos os municípios as viagens produzidas na matriz OD sintética foram inferiores ao da matriz OD base. O município com mais viagens produzidas na matriz OD sintética, excluindo Fortaleza, é Caucaia, totalizando cerca de 18.000 viagens, seguido por Maracanaú, Pacatuba e Maranguape, com 7.500, 2.800 e 2.200 viagens respectivamente, conforme apresentado na Figura 4.28. Já Chorozinho é o município com menos viagens produzidas, totalizando 80 viagens, conforme indicado na Figura 4.30.

No total, essa matriz possui cerca de 61.000 viagens metropolitanas (passageiros), enquanto a matriz OD sintética possui cerca de 43.000, representando uma redução de 30%. Essa redução corrobora com a observação feita anteriormente sobre a demanda da matriz base. Apesar dos sistemas por ônibus terem perdido demanda para o transporte individual motorizado (carro e motocicleta), a matriz OD base foi atualizada em função de taxa de crescimento populacional, desconsiderando esta perda de demanda. A partir do total de viagens da matriz OD sintética, estima-se que durante o dia útil o sistema metropolitano de transporte coletivo (ônibus e trem) transporte entre 170.000 e 220.000 passageiros.

As figuras a seguir apresentam mapas com as viagens produzidas e atraídas na matriz OD sintética por zona de tráfego. No Anexo V são apresentadas as linhas de desejo com as viagens dessa matriz para cada zona de tráfego.

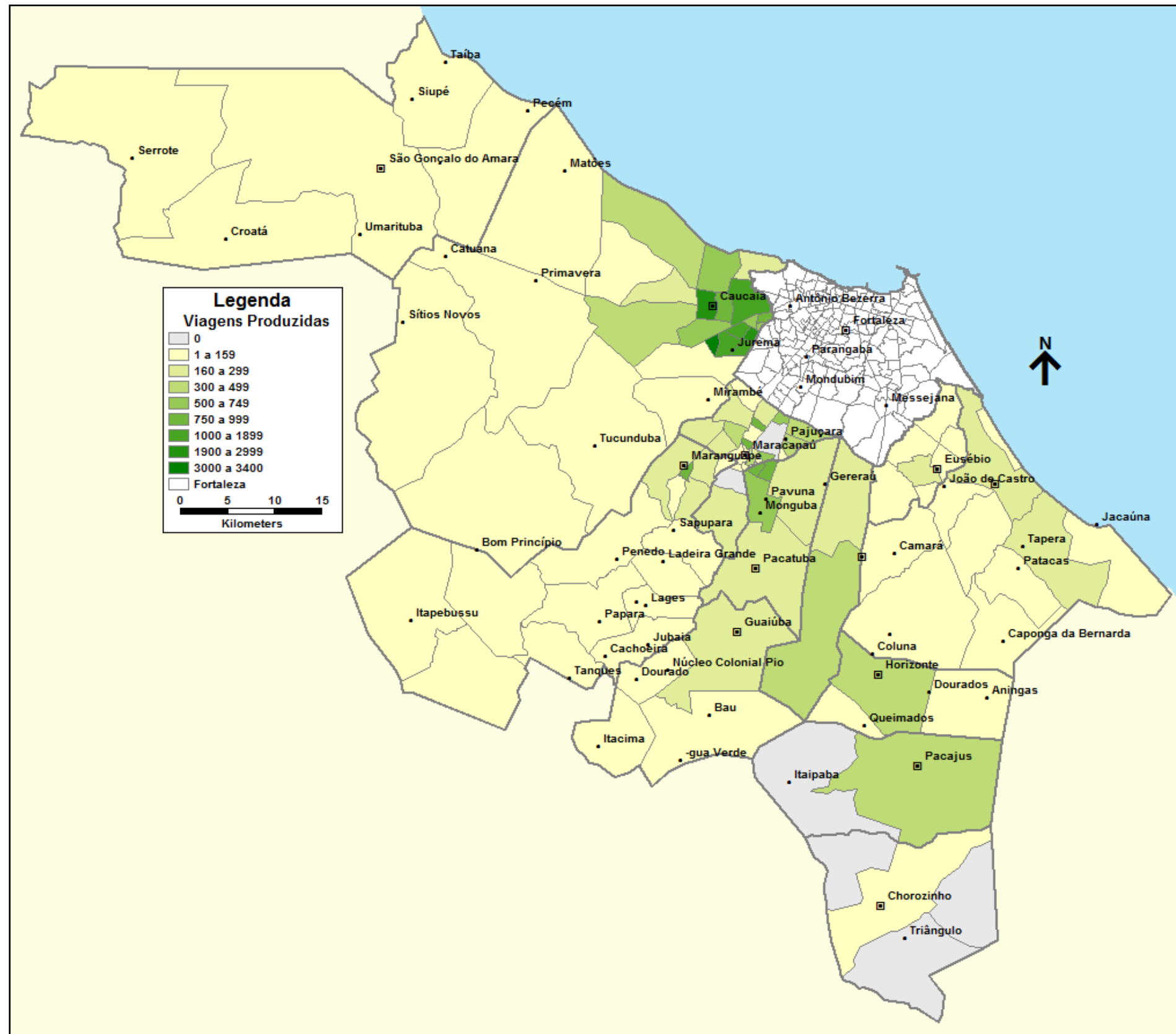


Figura 4.31: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética

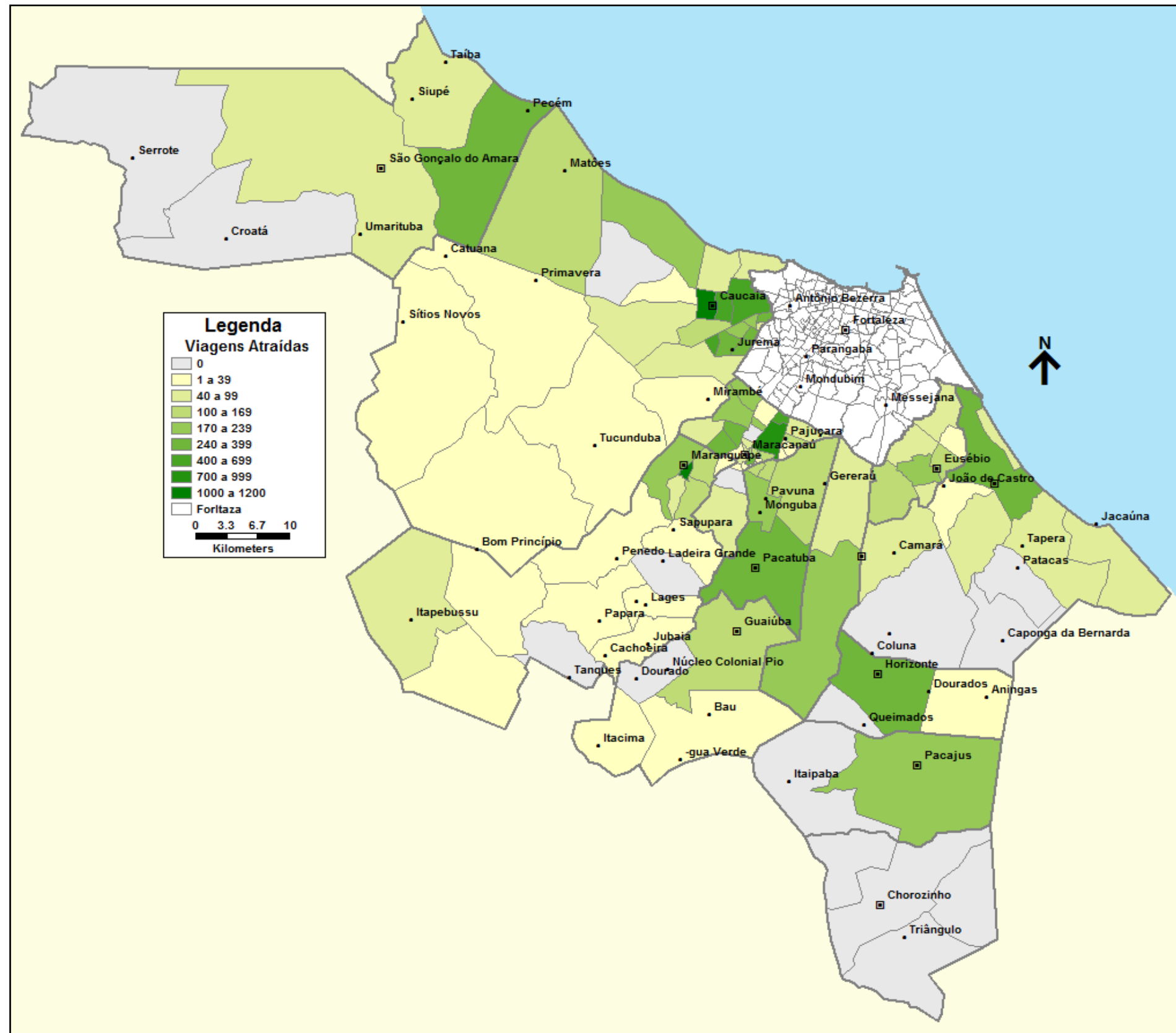


Figura 4.32: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética

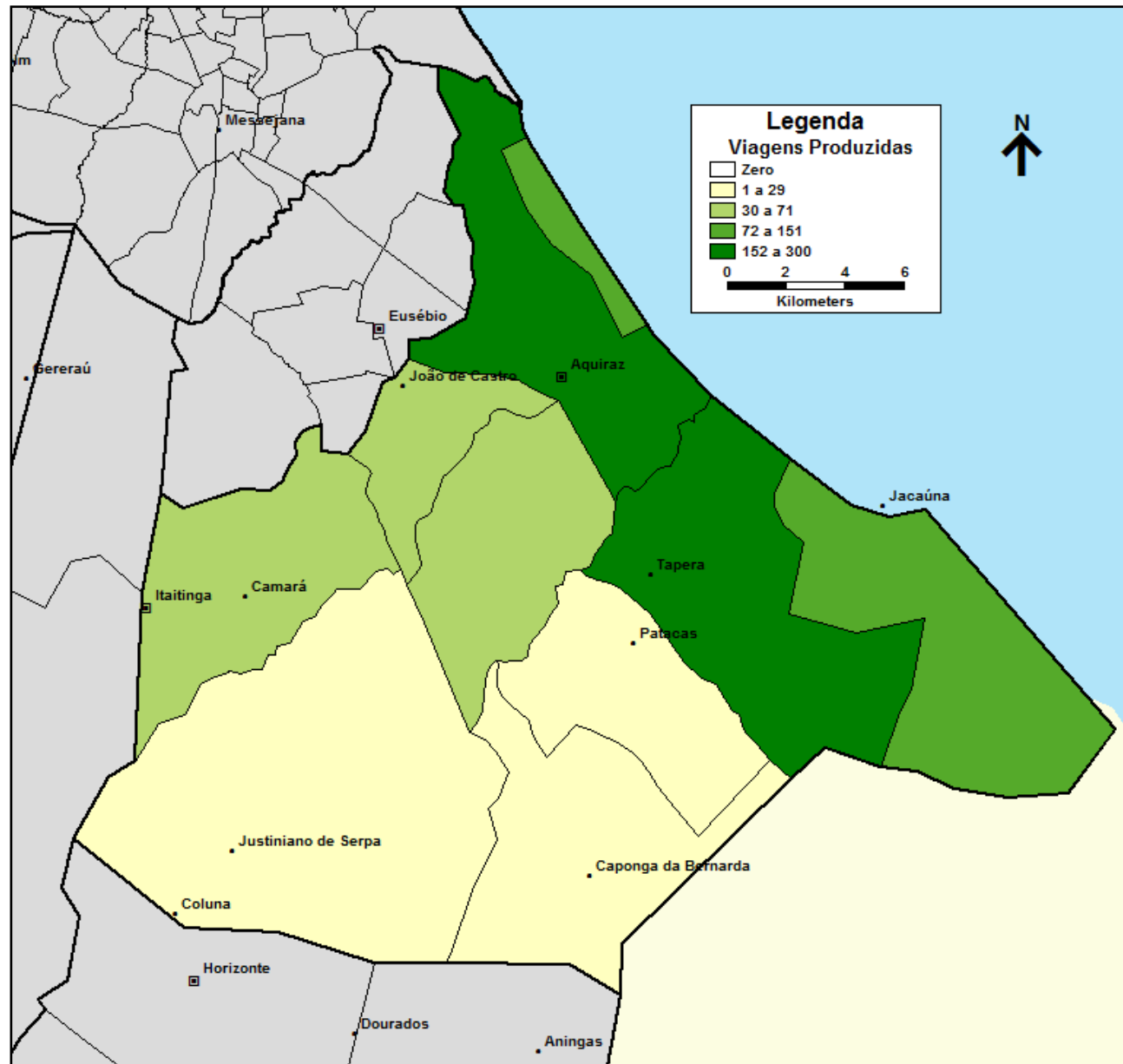


Figura 4.33: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Aquiraz)

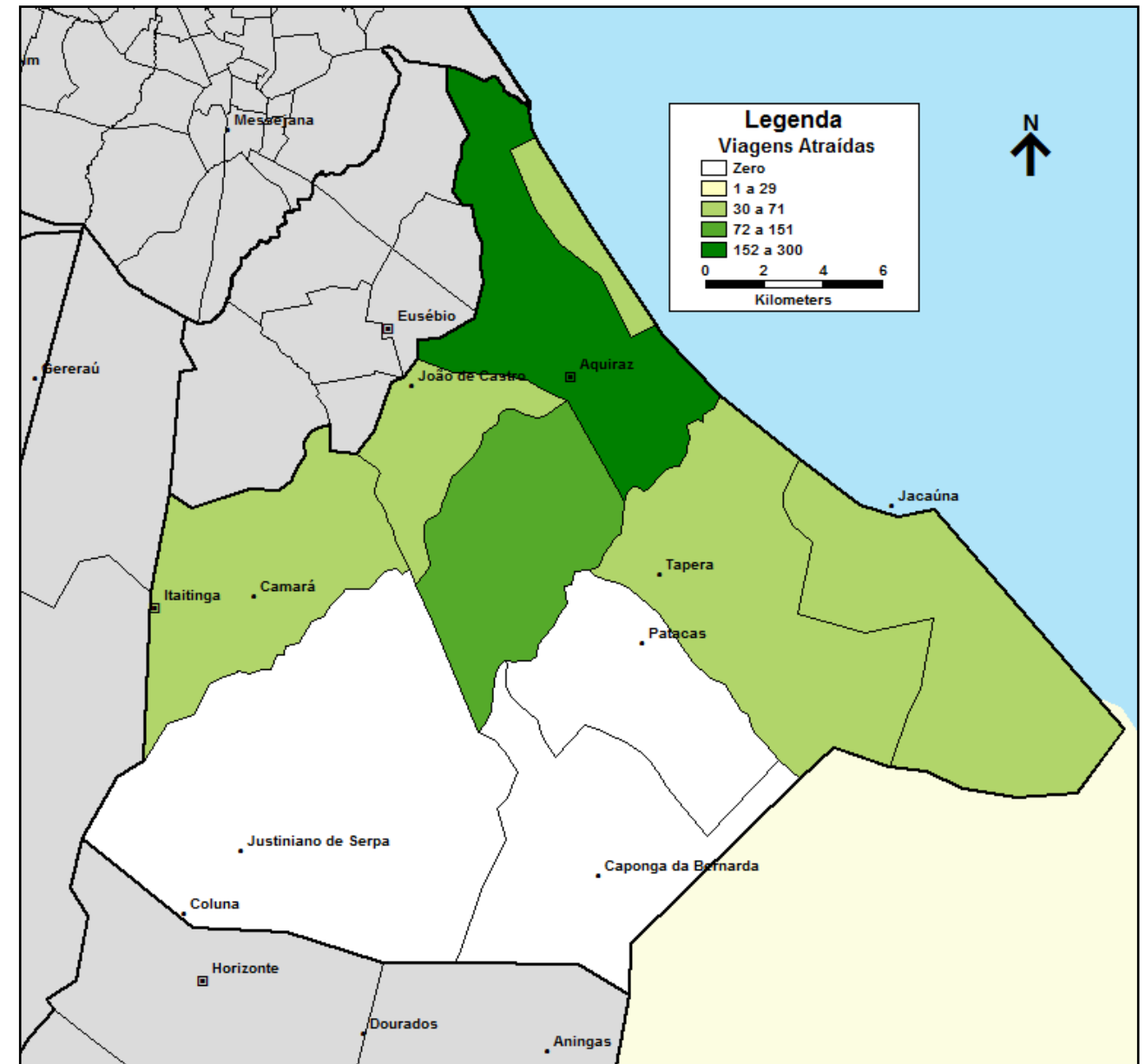


Figura 4.34: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Aquiraz)

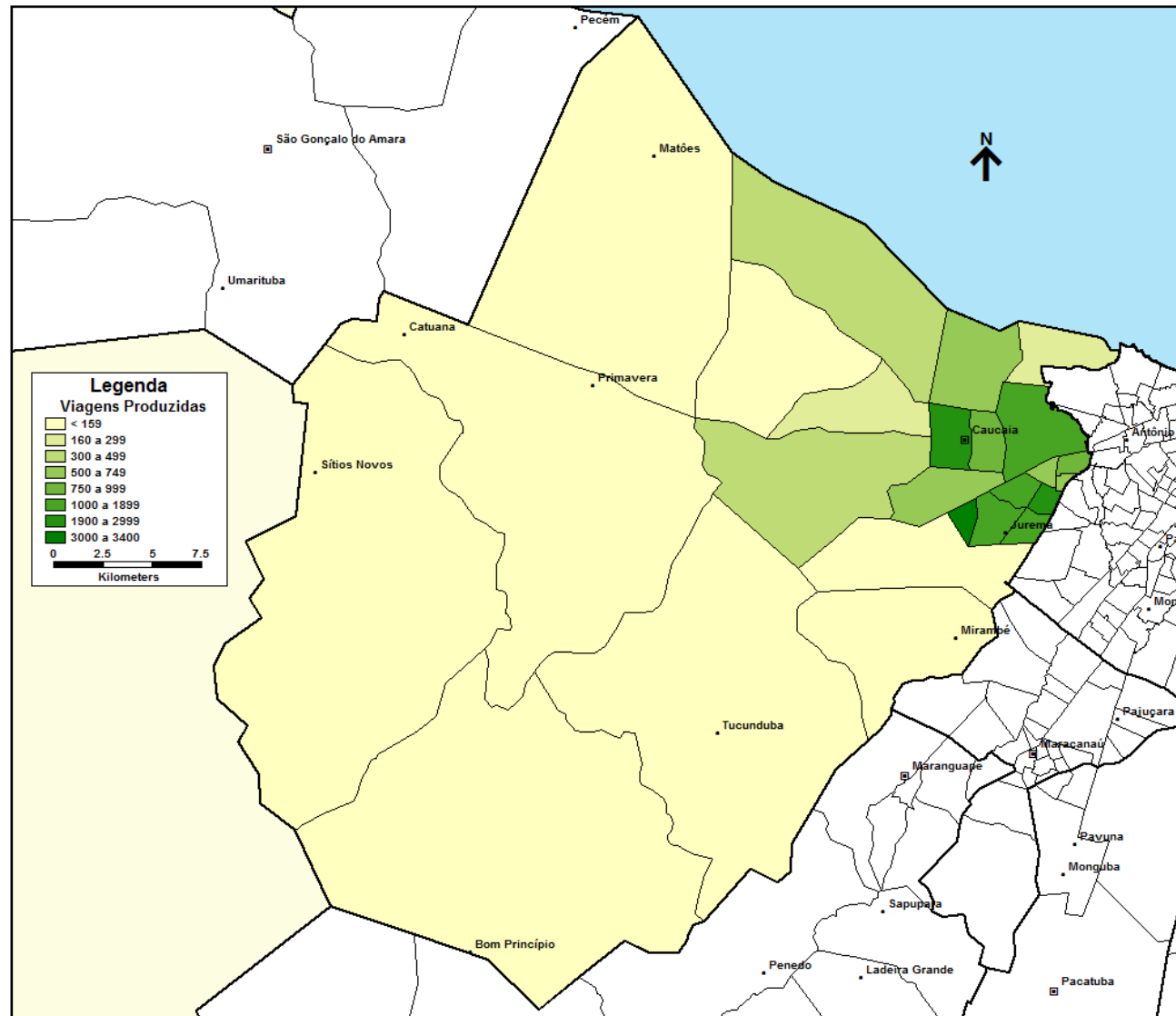


Figura 4.35: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Caucaia)

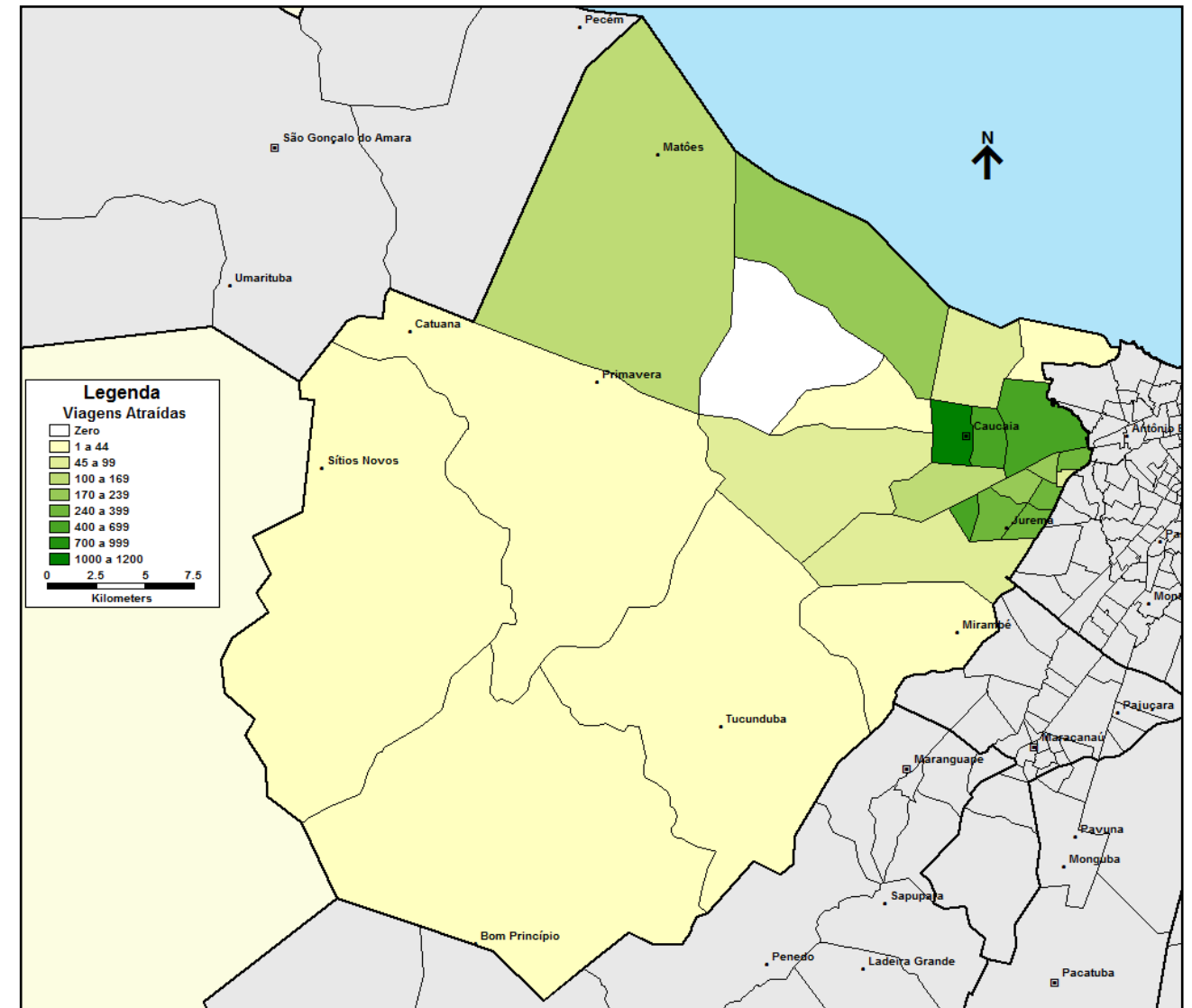


Figura 4.36: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Caucaia)

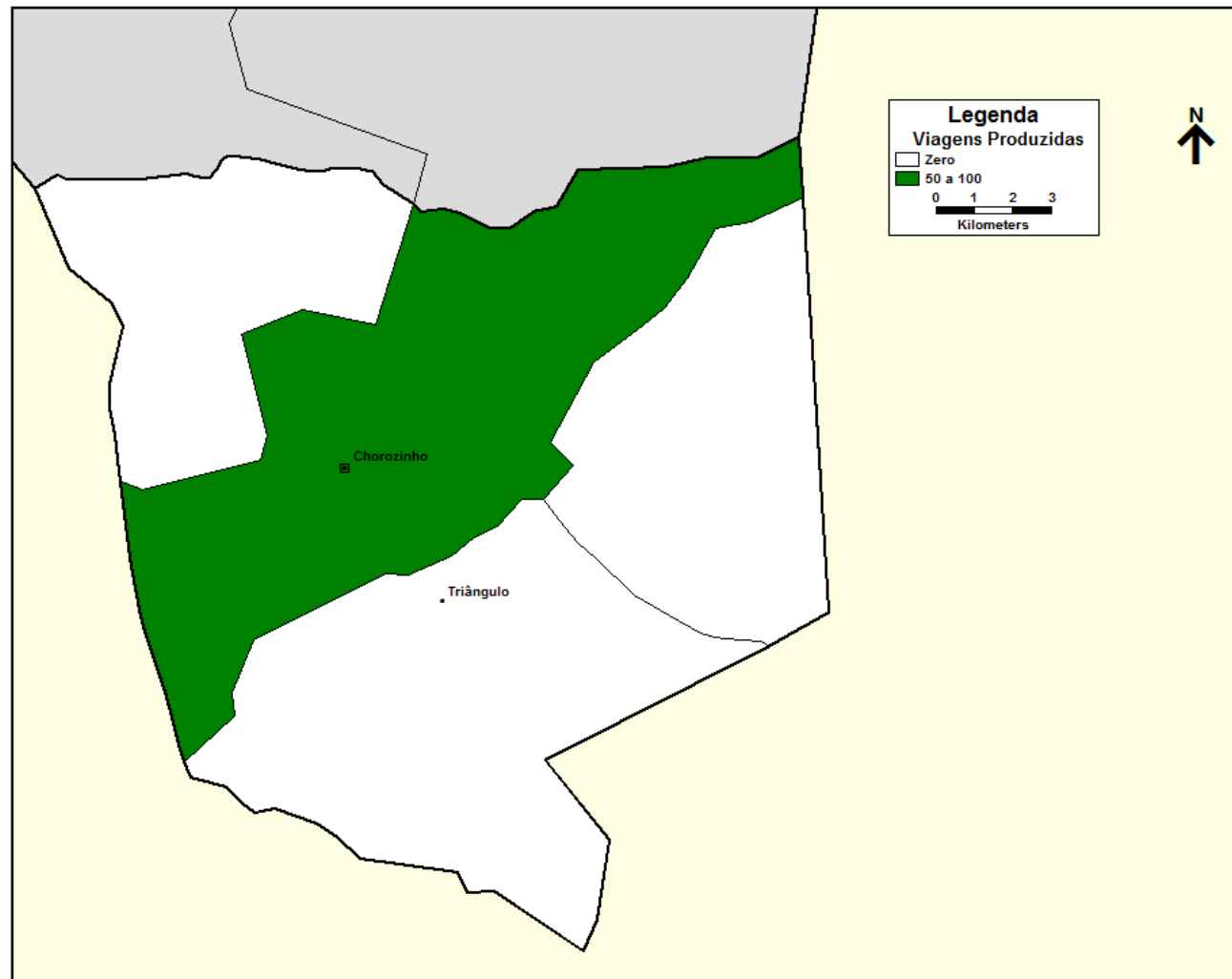


Figura 4.37: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Chorozinho)

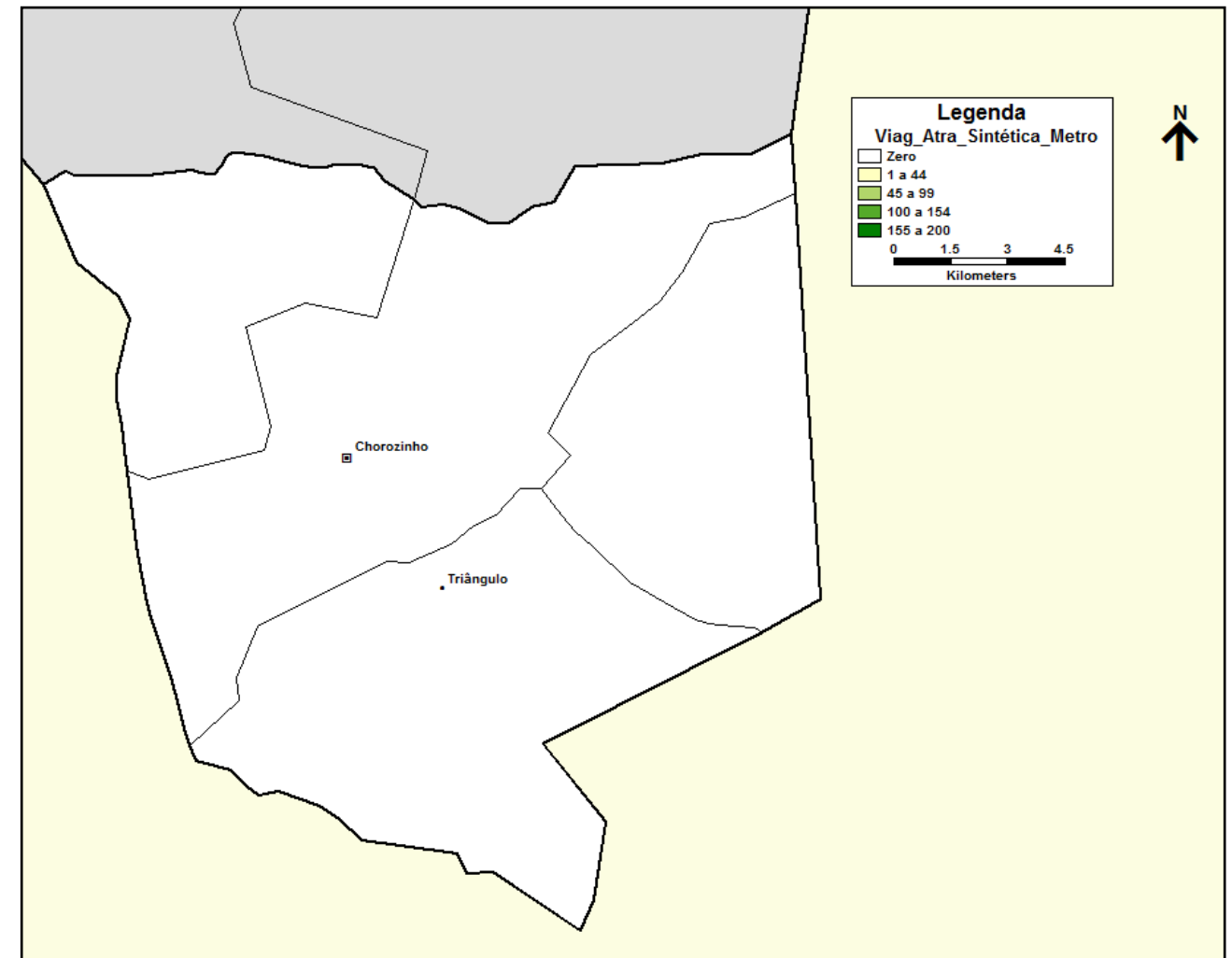


Figura 4.38: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Chorozinho)

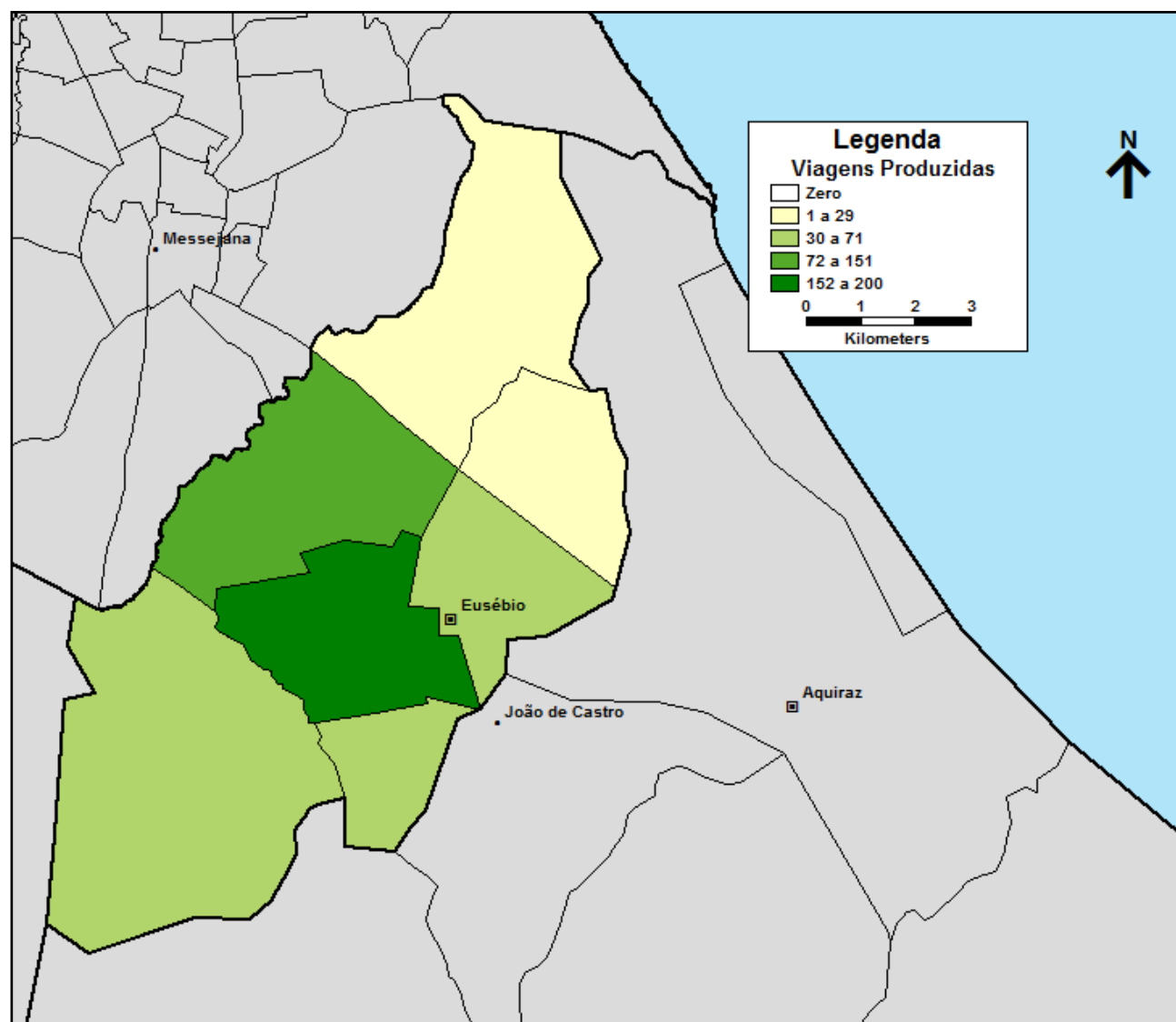


Figura 4.39: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Eusébio)

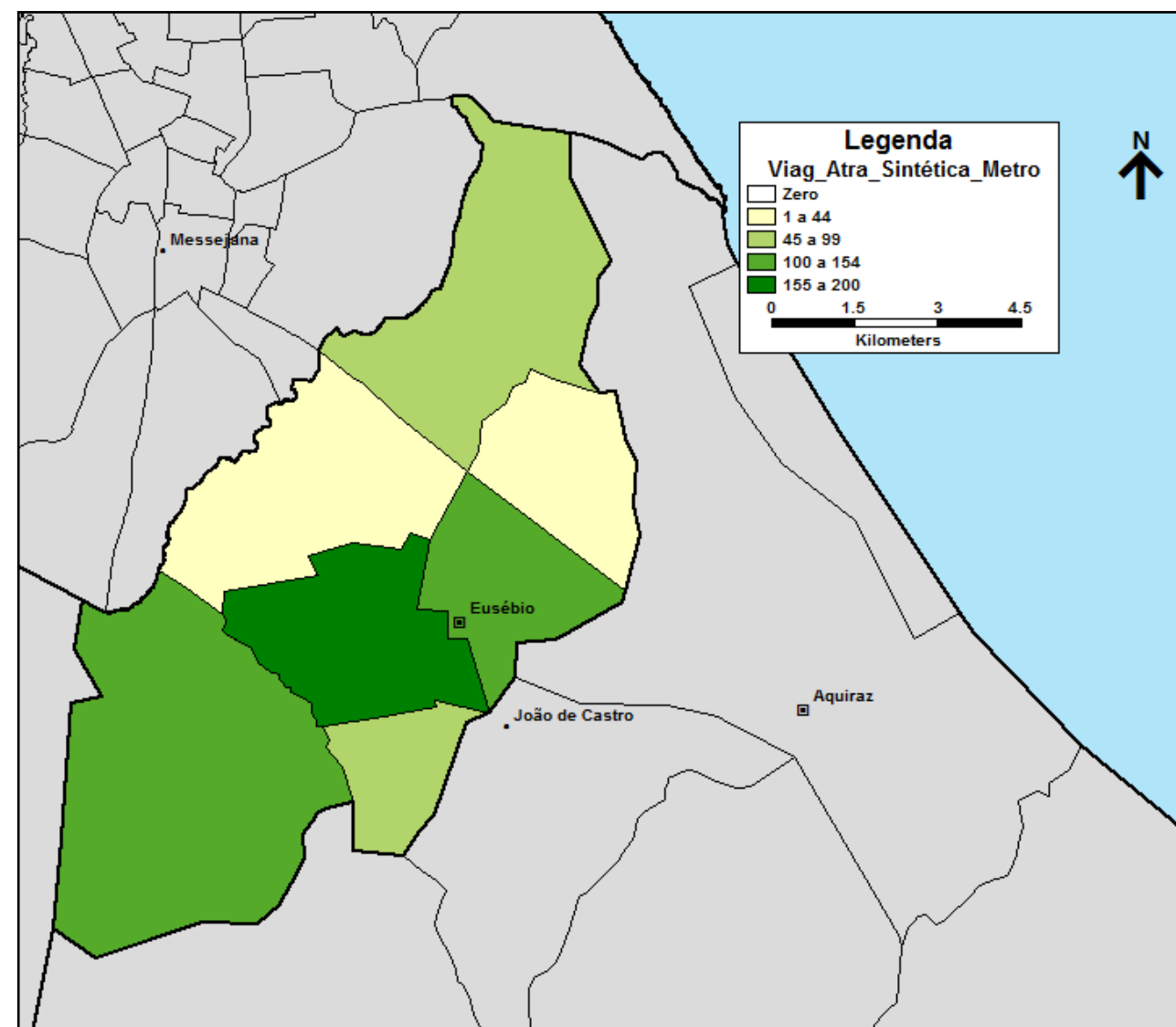


Figura 4.40: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Eusébio)

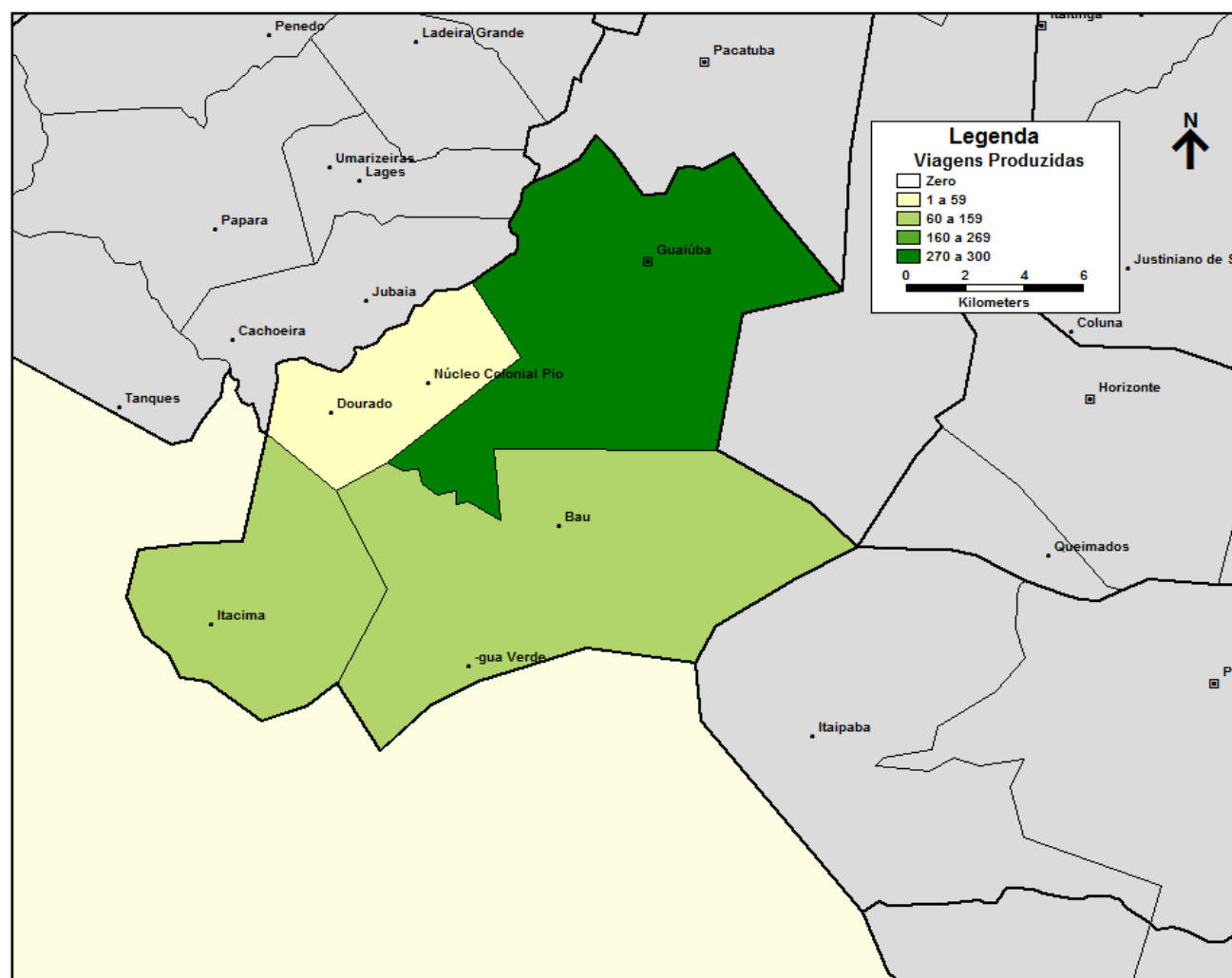


Figura 4.41: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Guaiúba)

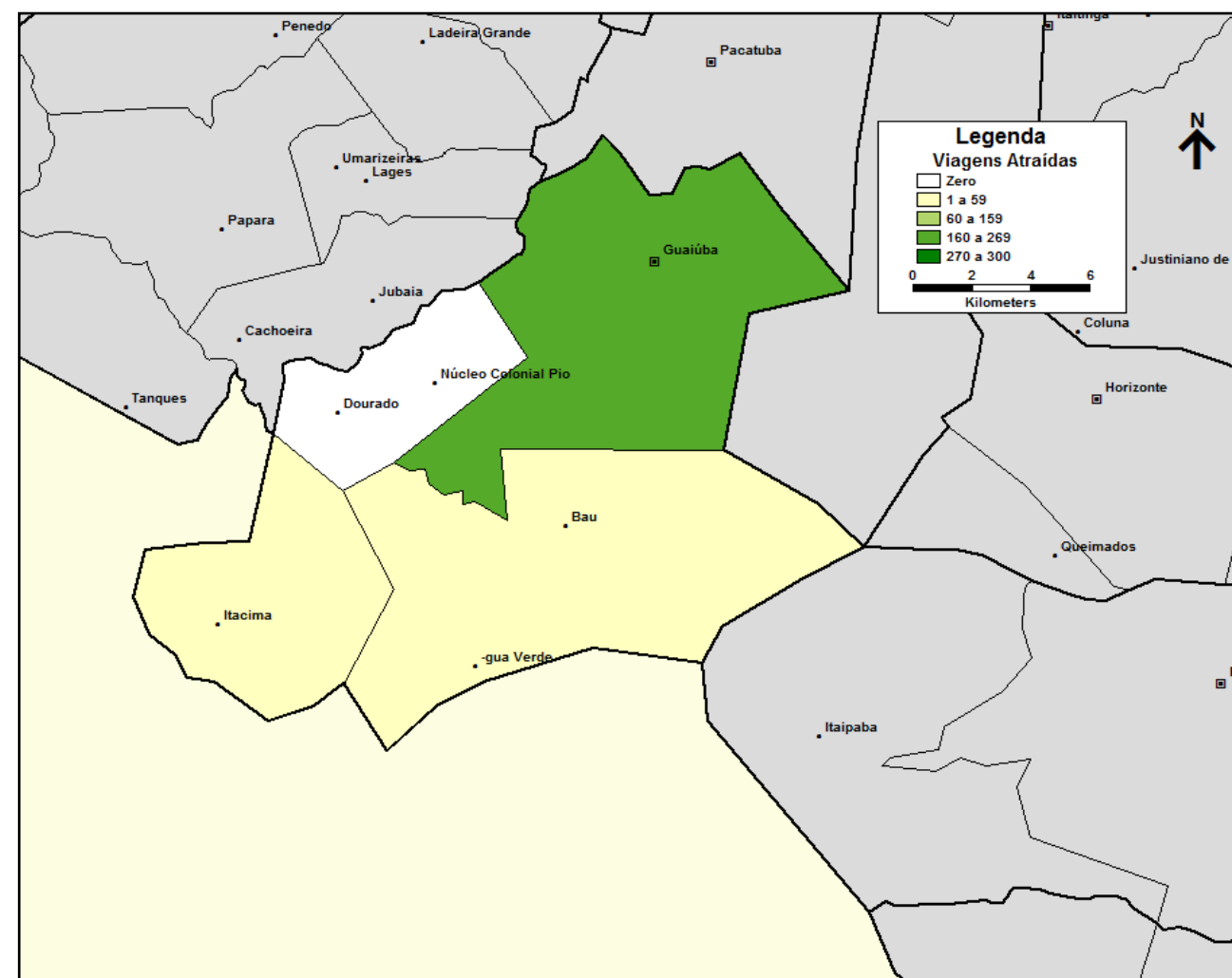


Figura 4.42: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Guaiúba)

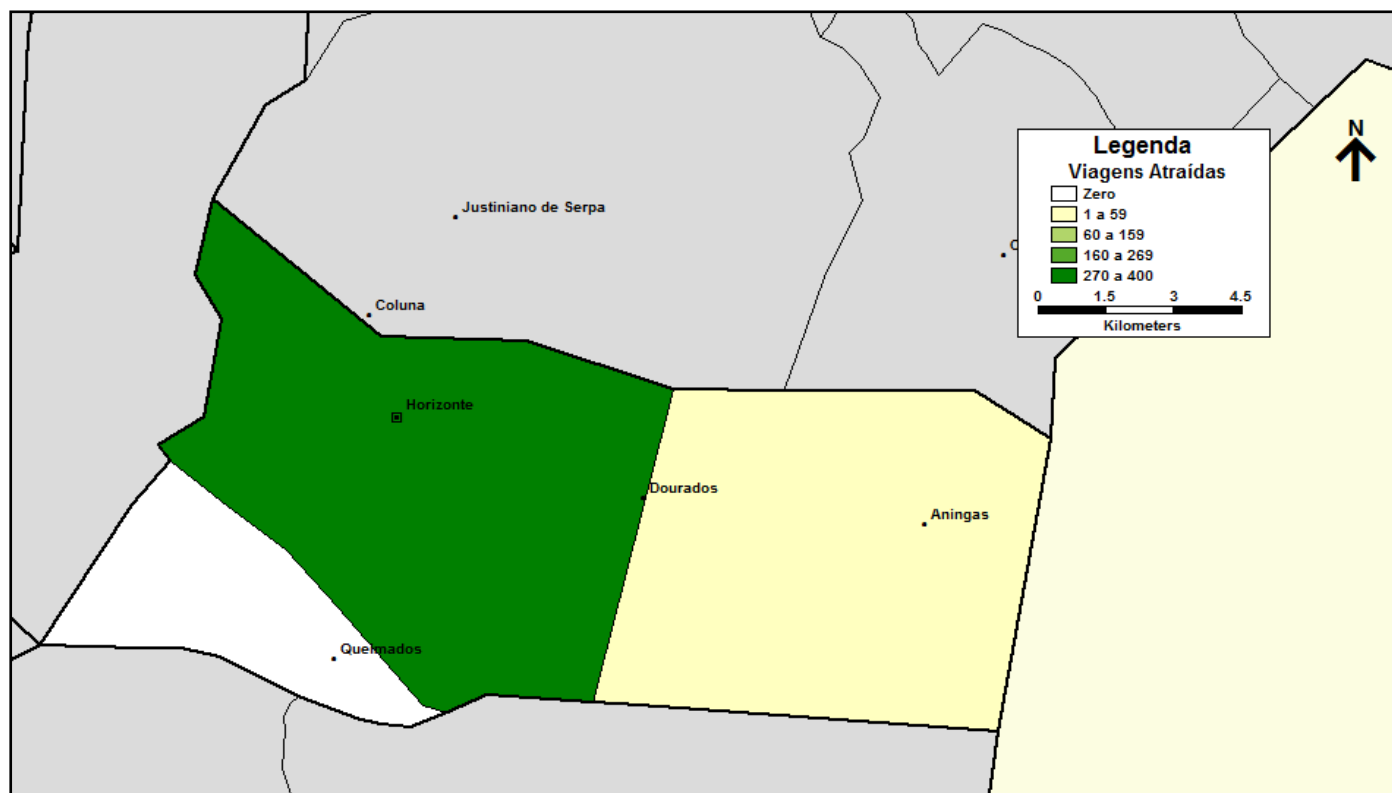


Figura 4.43: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Horizonte)

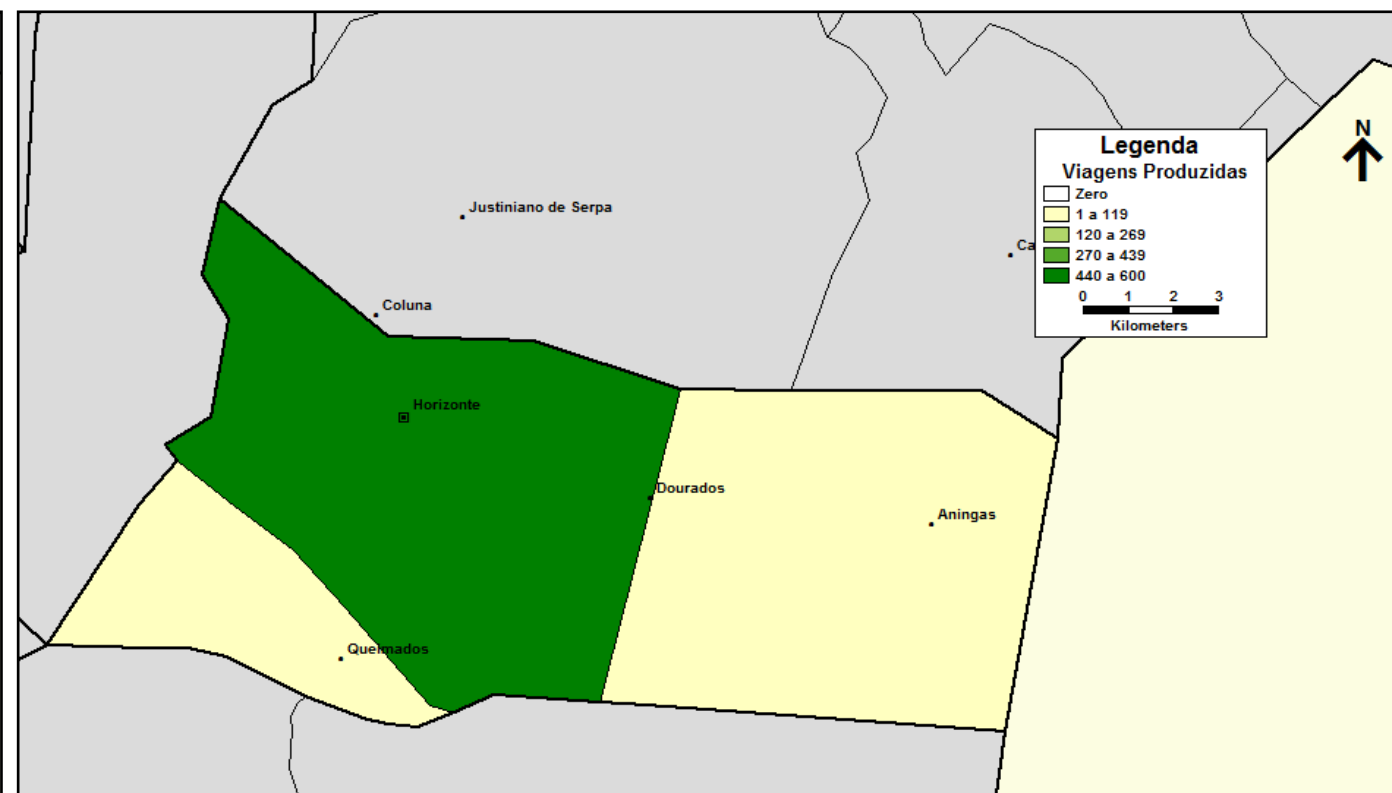


Figura 4.44: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Horizonte)

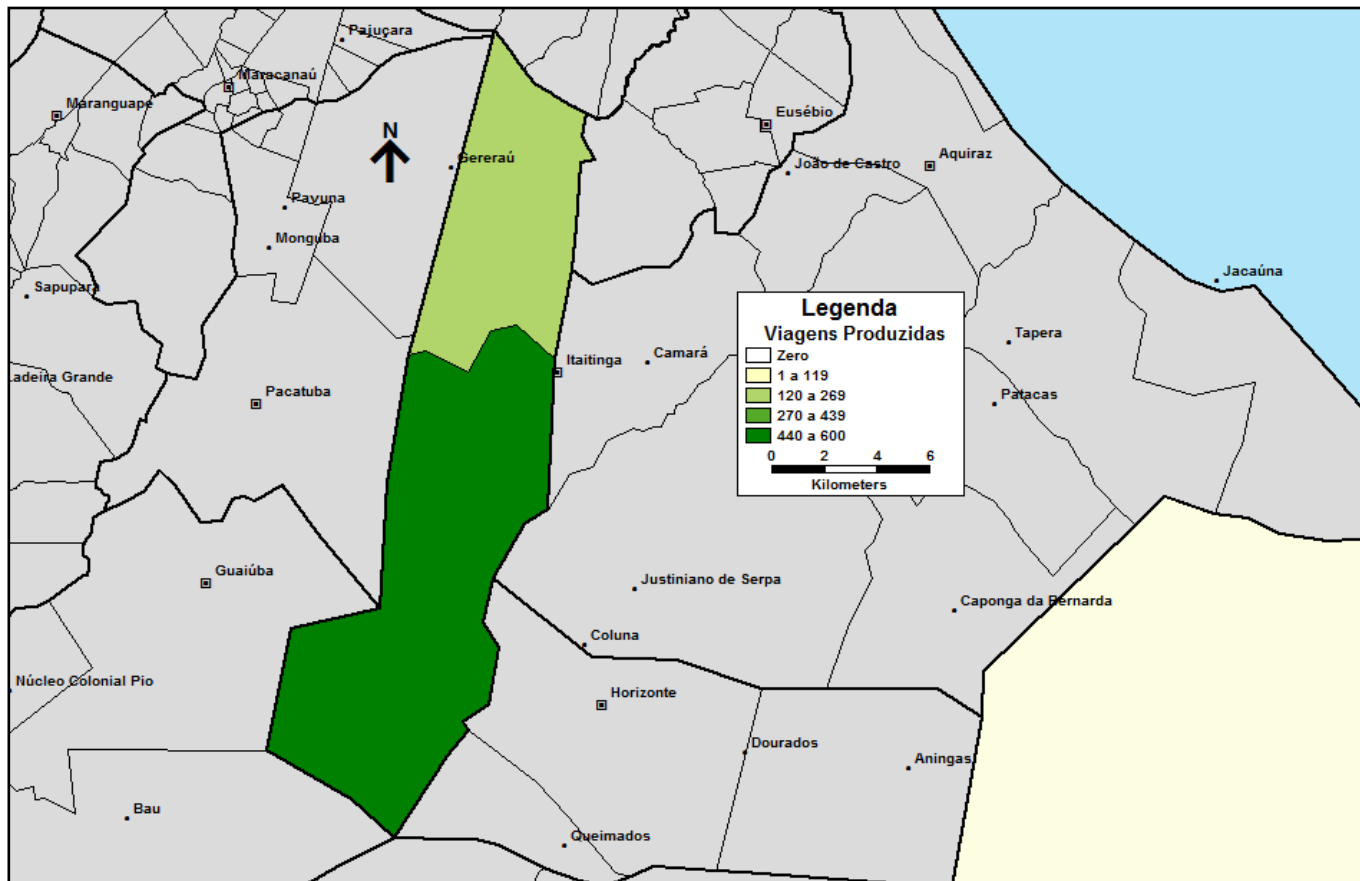


Figura 4.45: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Itaitinga)

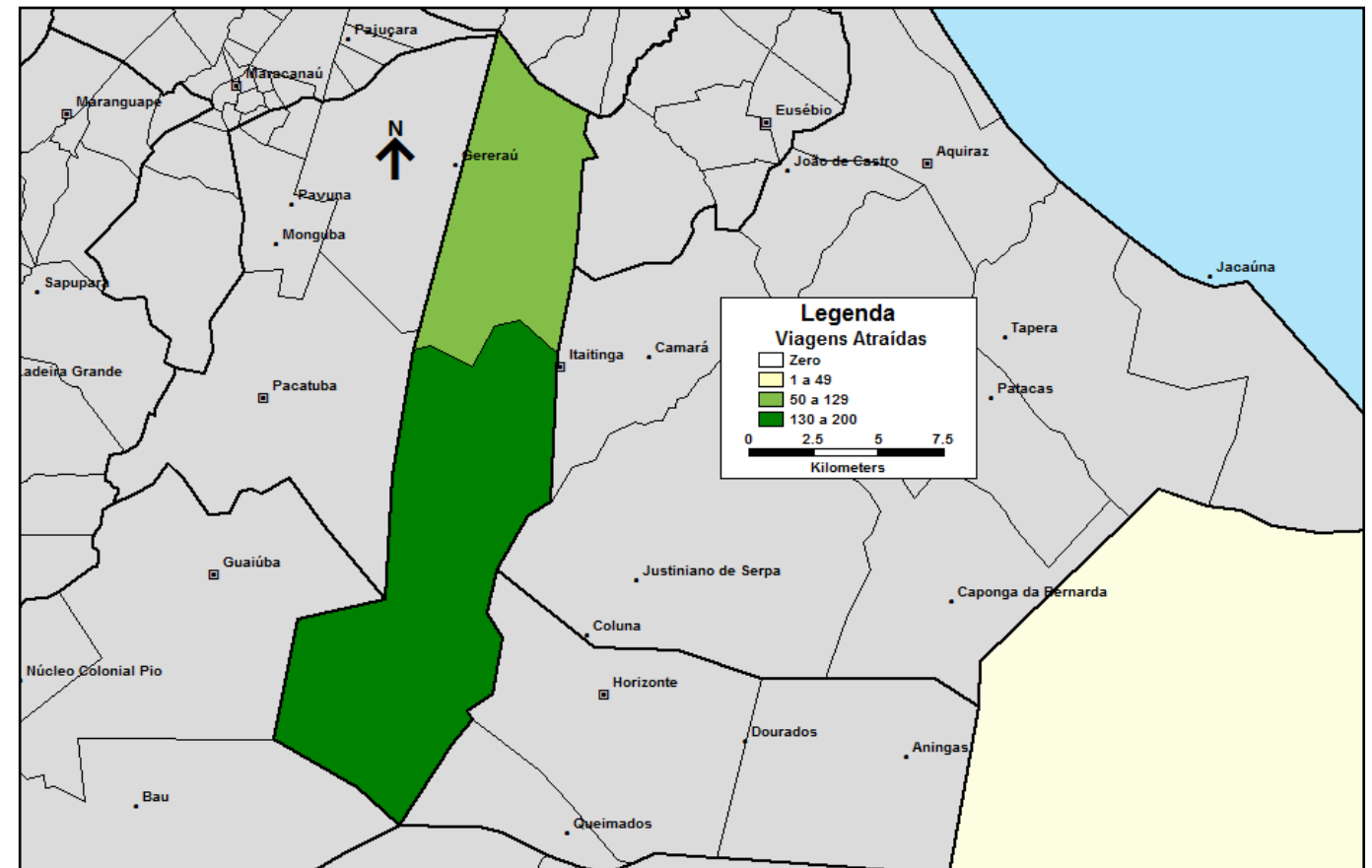


Figura 4.46: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Itaitinga)

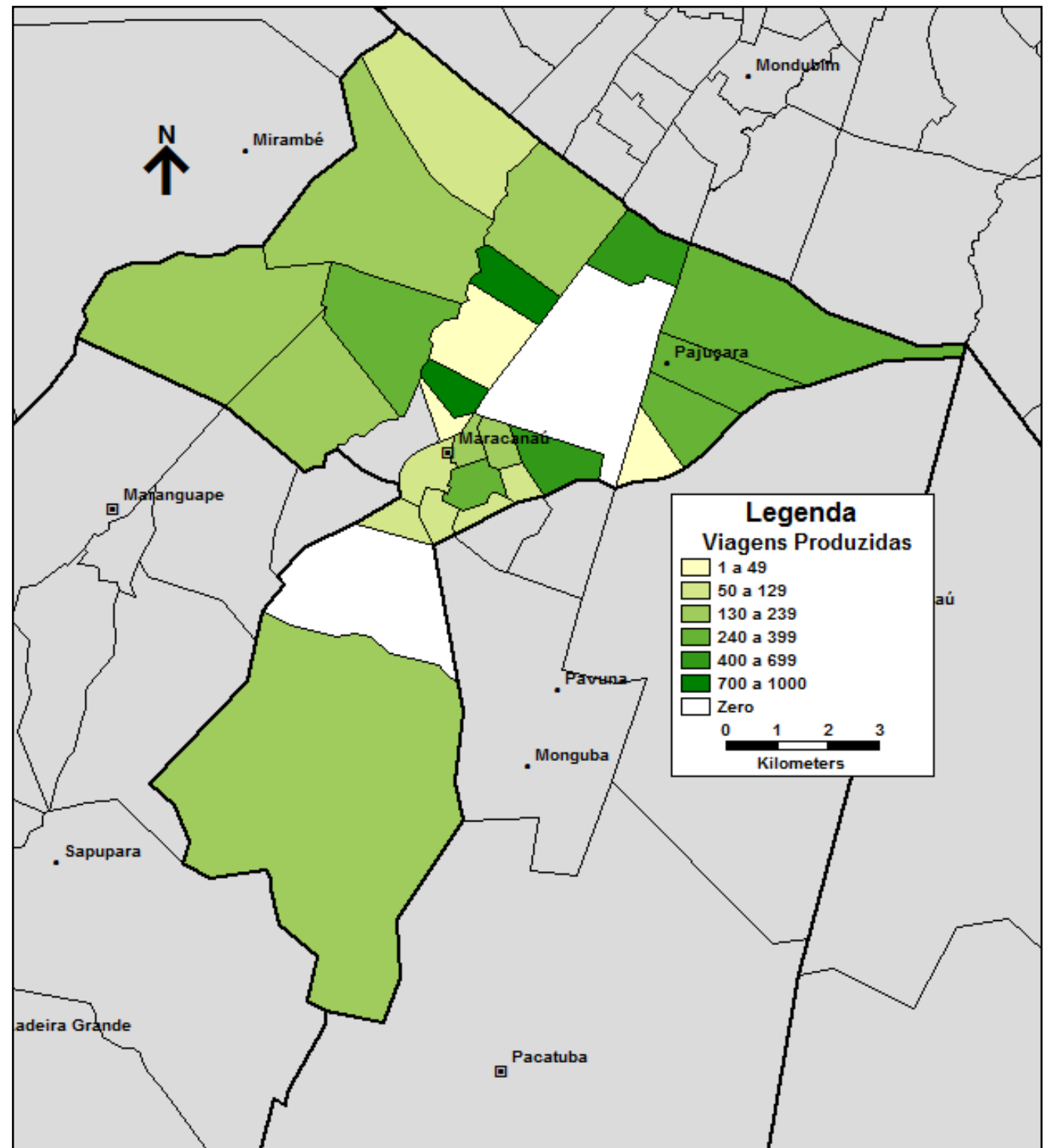
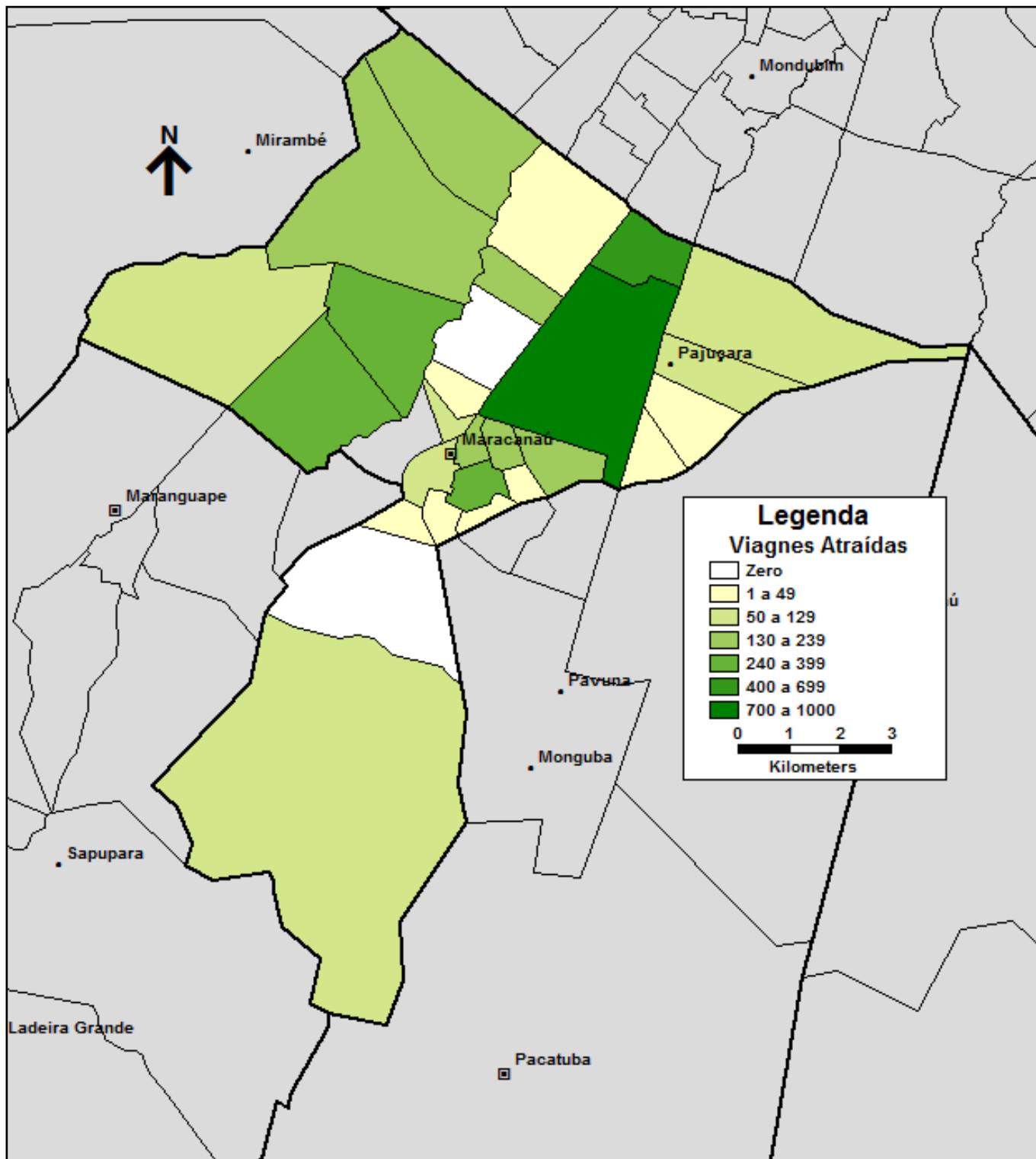


Figura 4.47: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Maracanaú)

Figura 4.48: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Maracanaú)

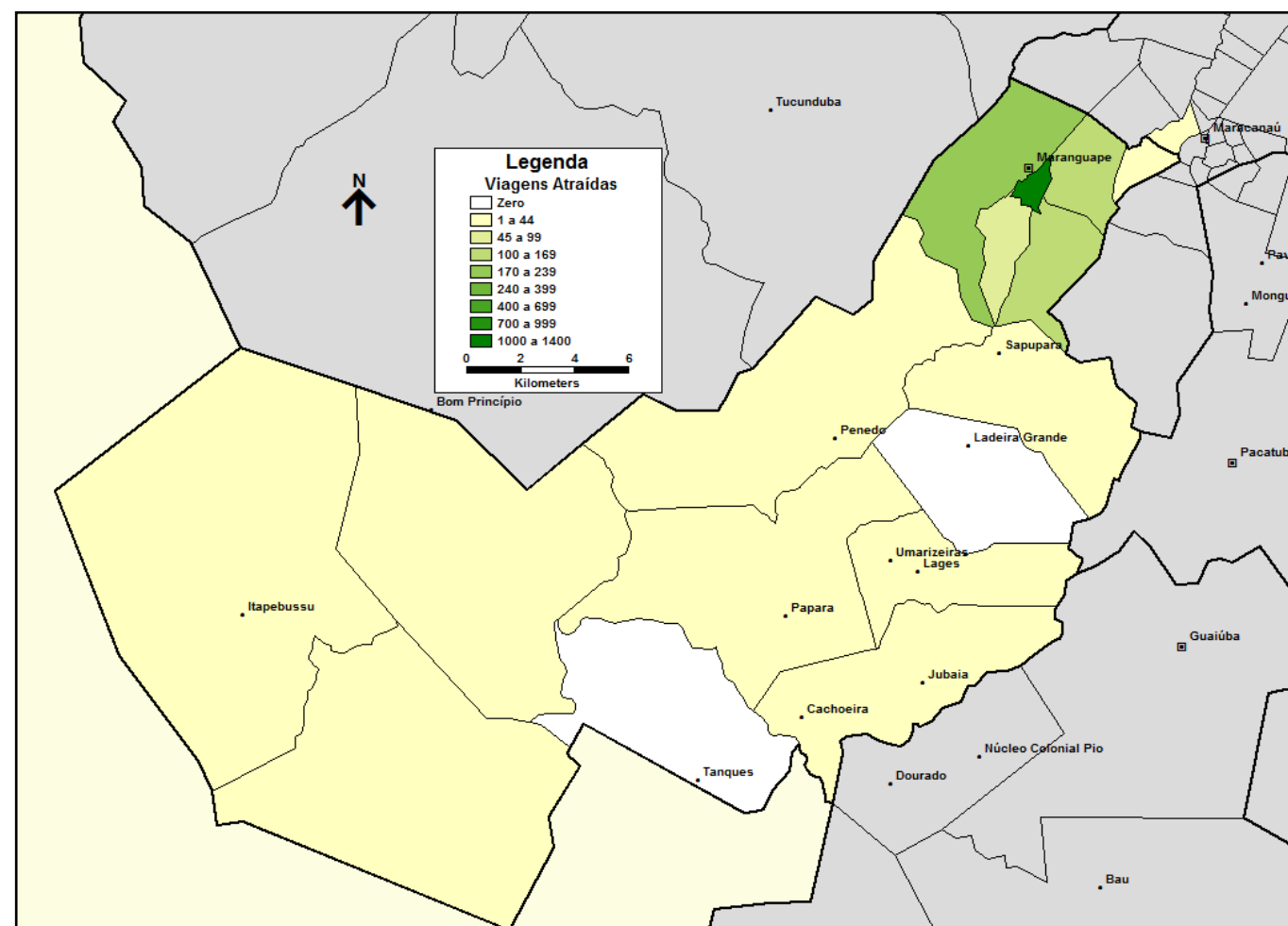
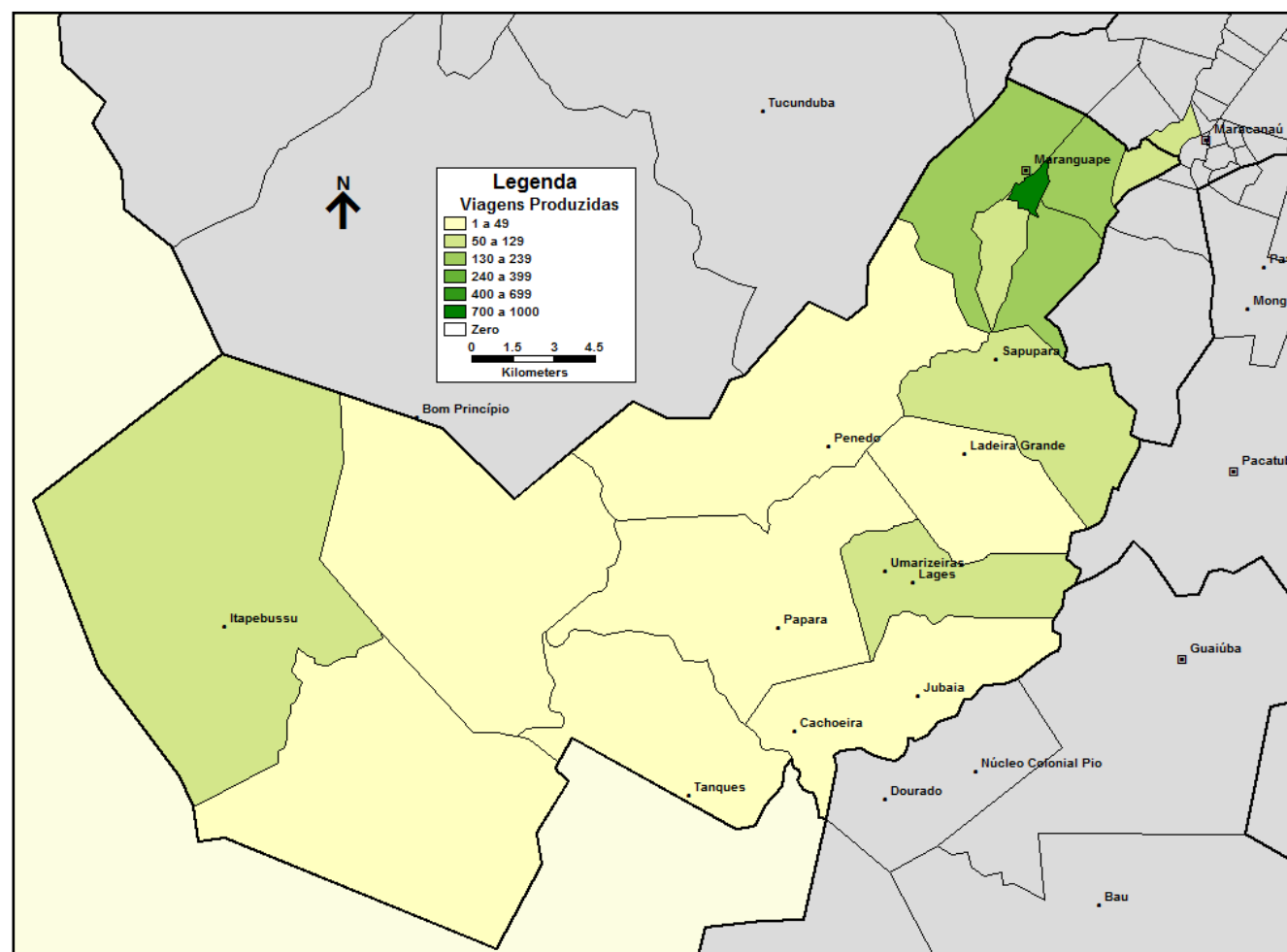


Figura 4.49: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Maranguape)

Figura 4.50: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Maranguape)

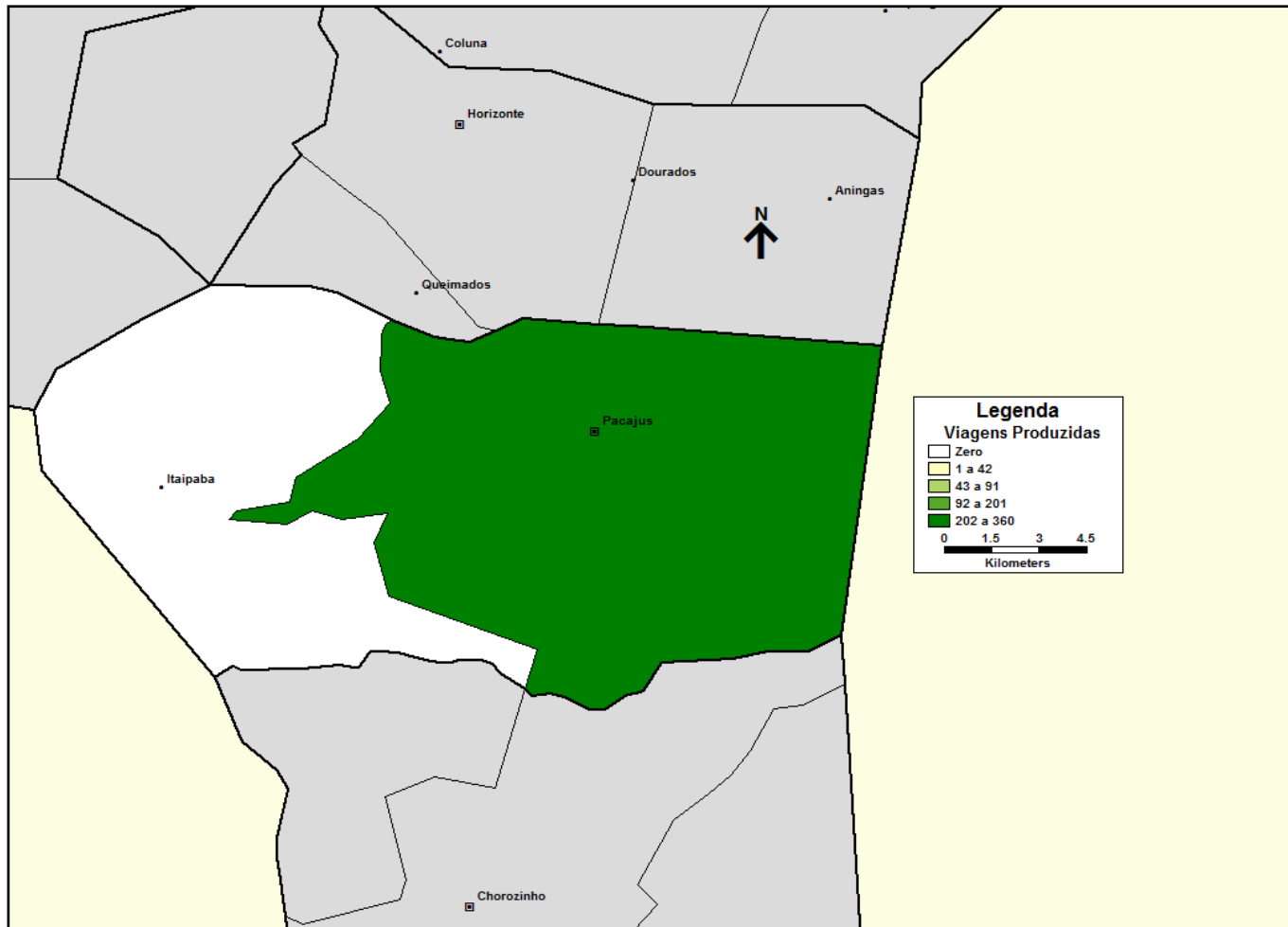


Figura 4.51: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Pacajus)

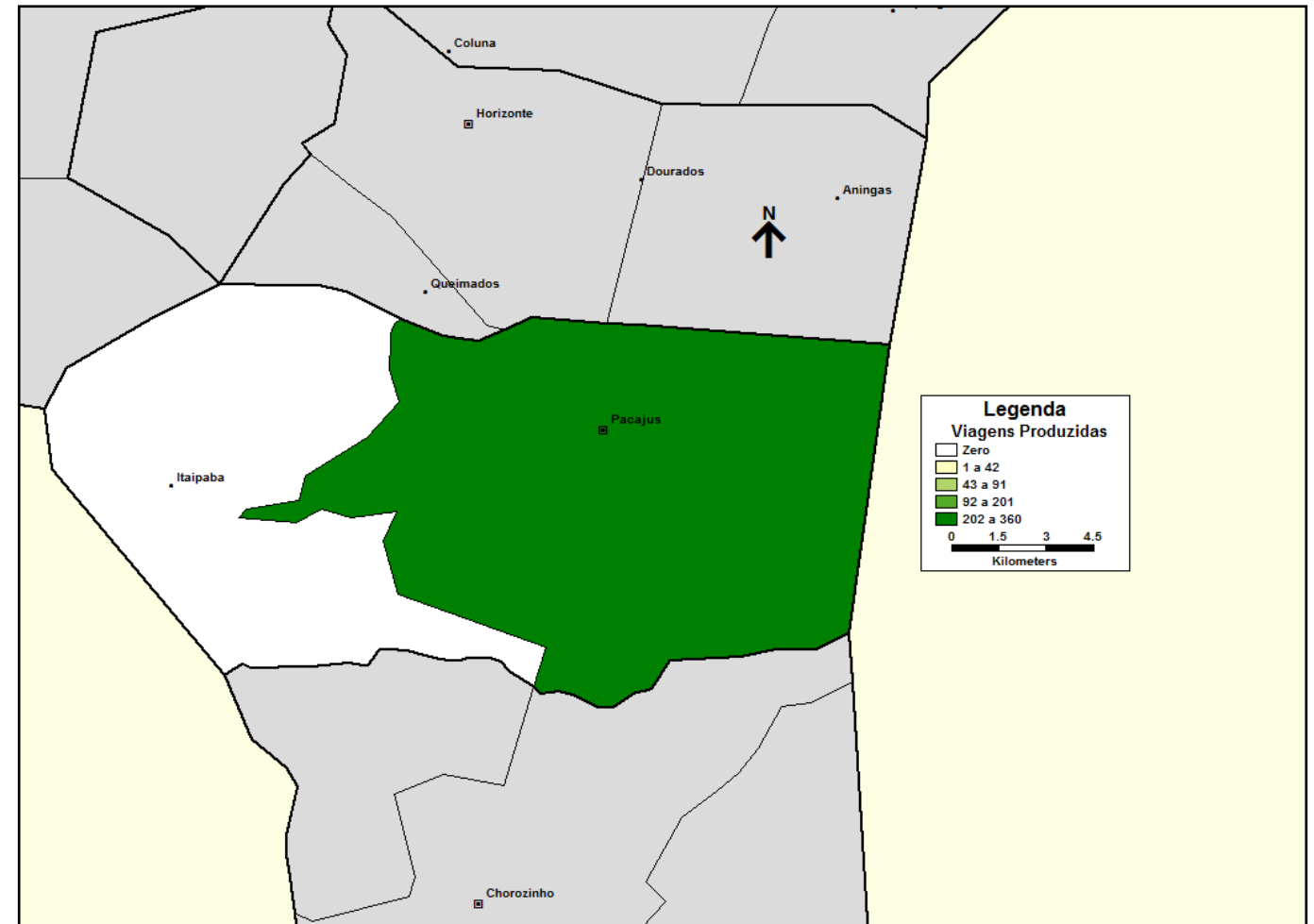


Figura 4.52: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Pacajus)

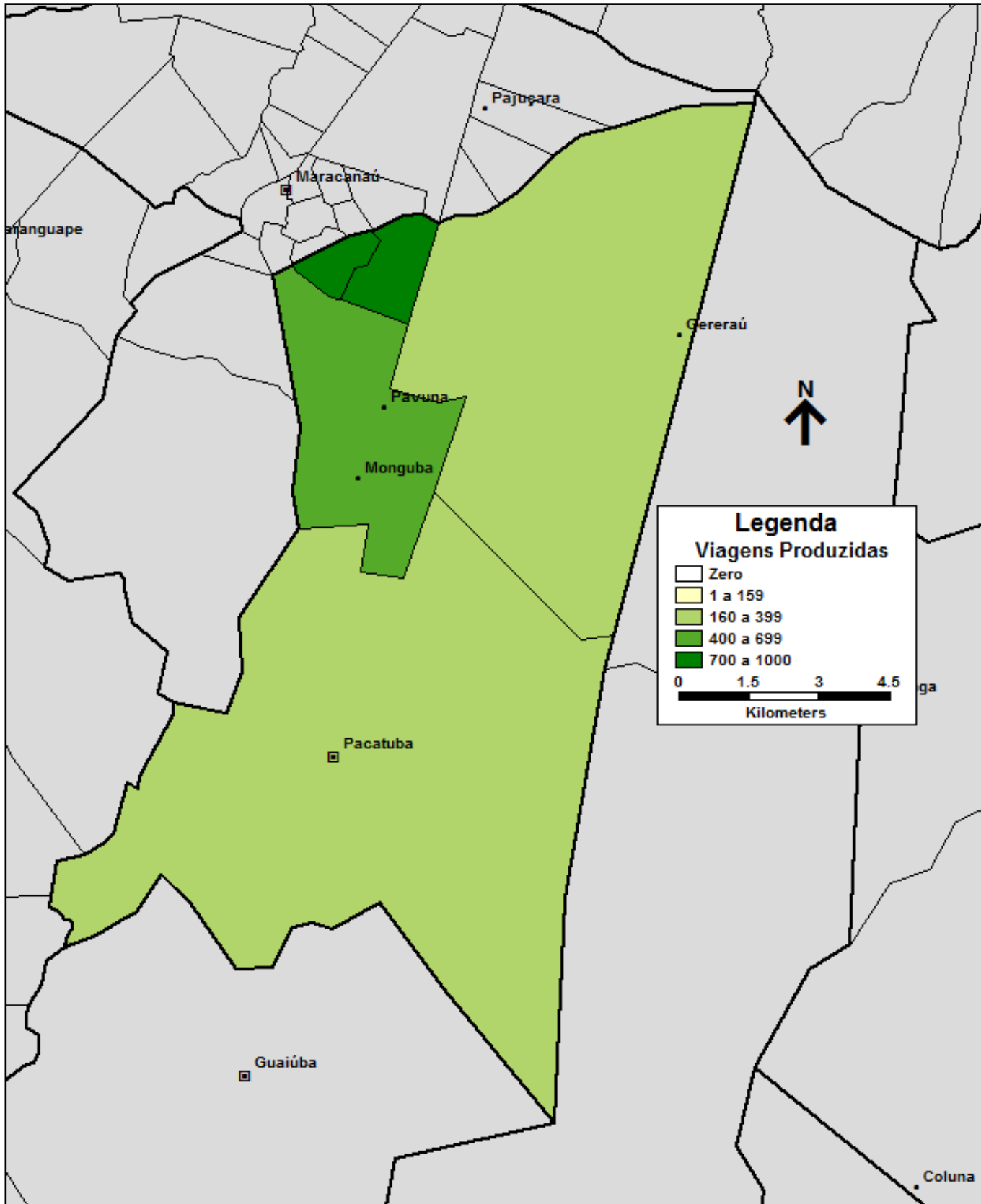


Figura 4.53: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Pacatuba)

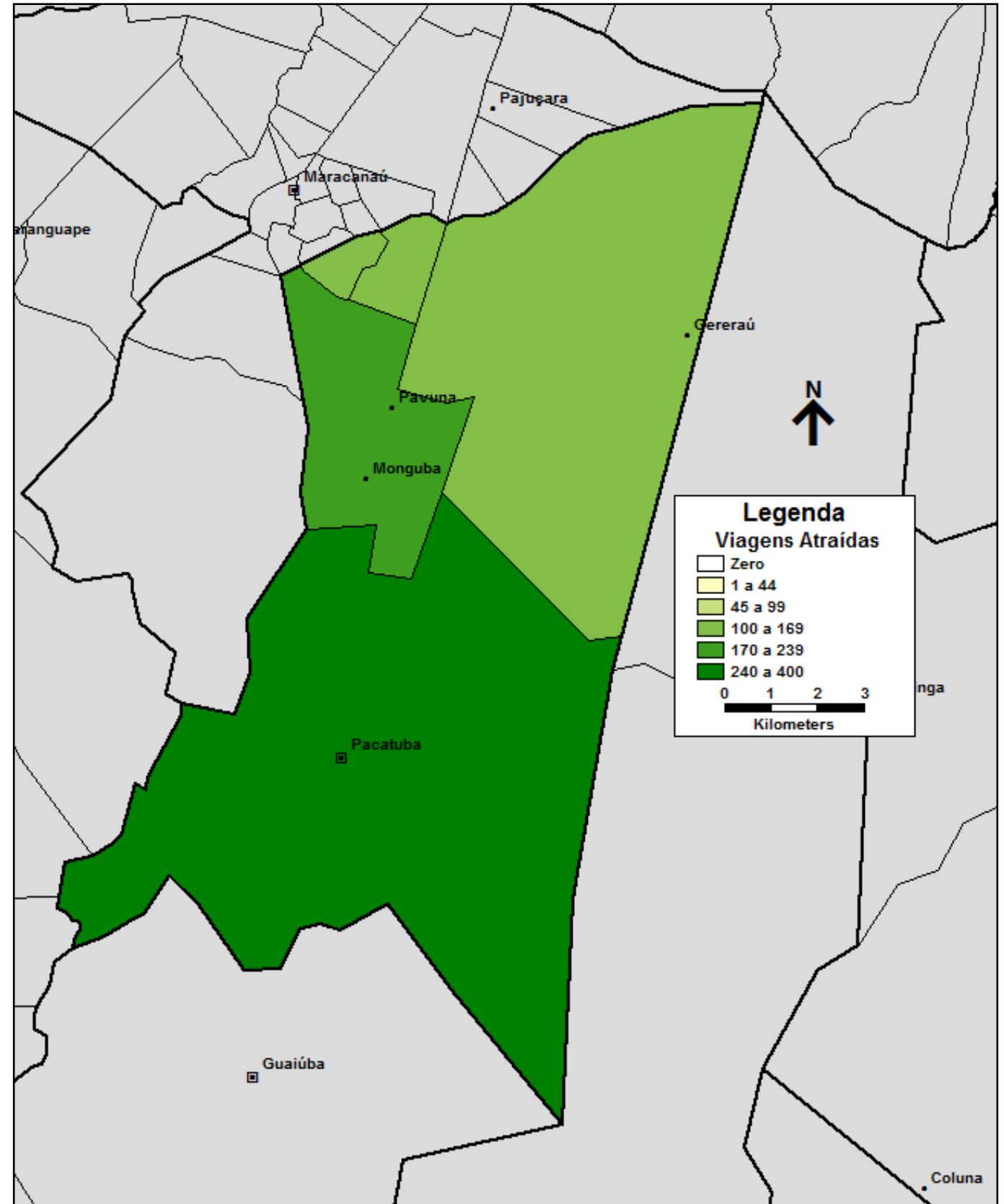


Figura 4.54: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (Pacatuba)

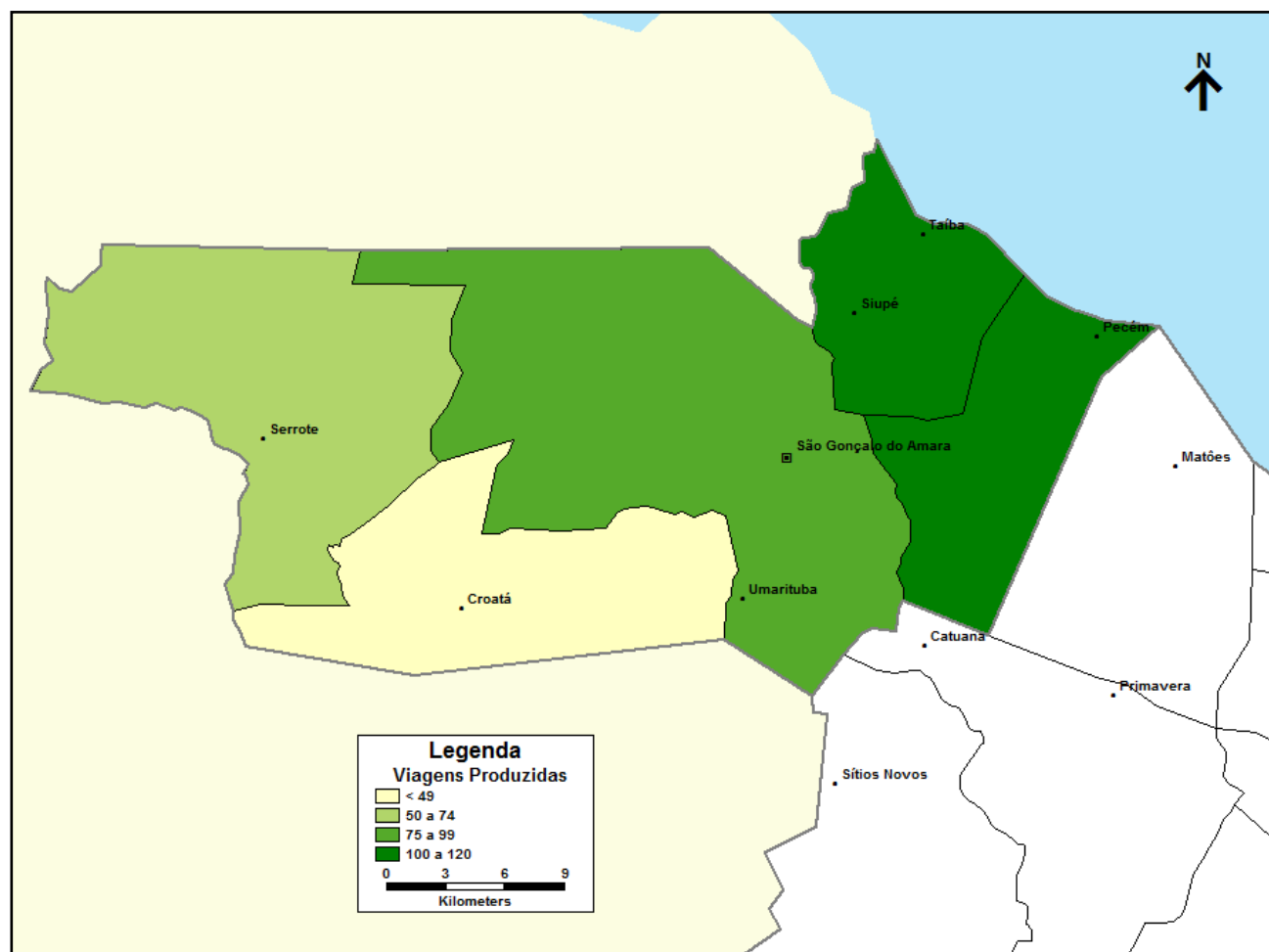


Figura 4.55: Viagens produzidas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (São Gonçalo do Amarante)

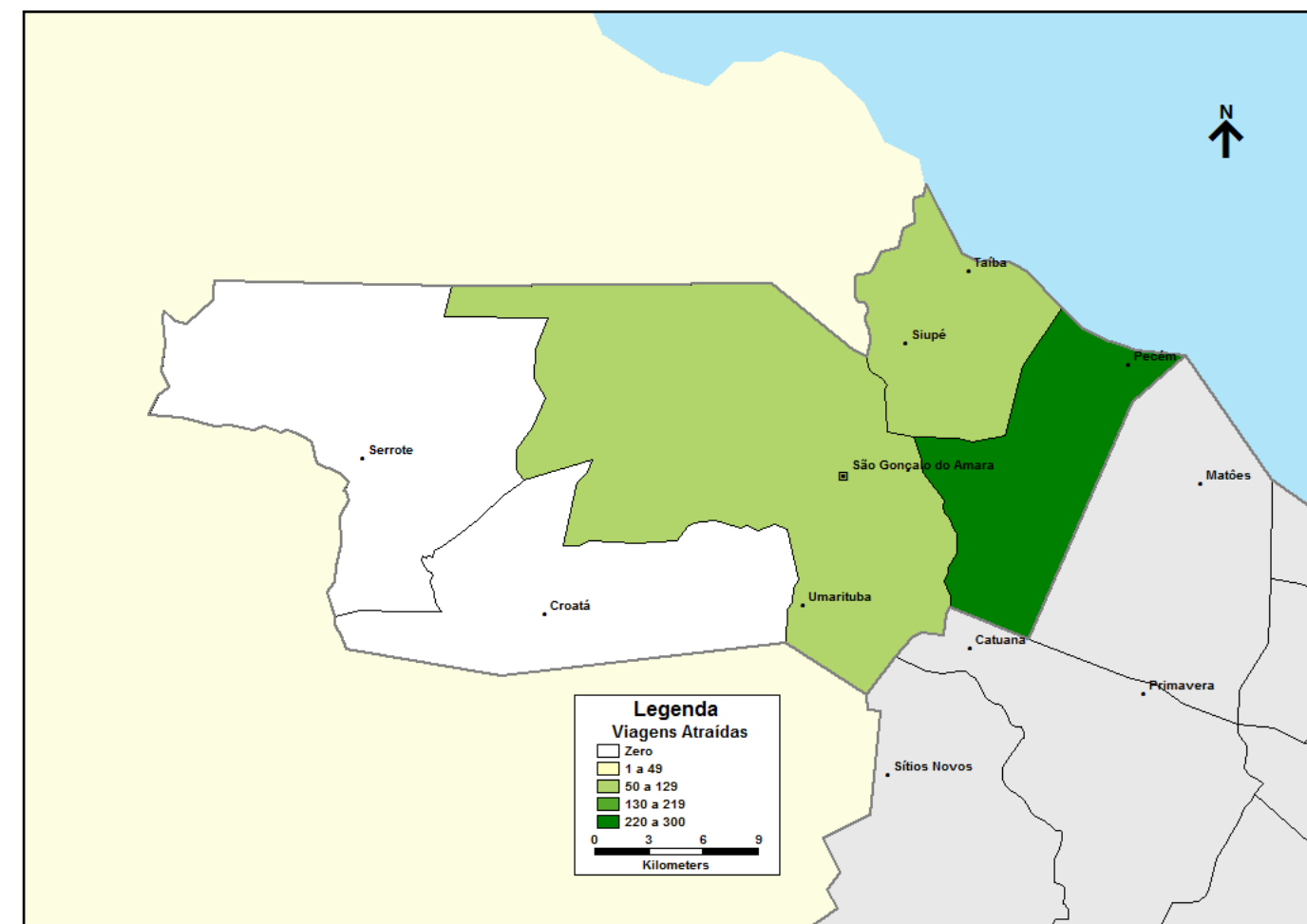


Figura 4.56: Viagens atraídas por zona de tráfego - Matriz OD sintética (São Gonçalo do Amarante)

4.5. Alocação da demanda

Após a obtenção da matriz OD sintética, realizou-se a alocação da demanda nos cenários de avaliação. Conforme indicado, utilizou-se, para tanto, o modelo intitulado Equilíbrio Estocástico do Usuário, validado em etapa anterior. Inicialmente, foi realizada a alocação no cenário atual, com o sistema de rotas (rede de transporte) calibrado representando os sistemas de transporte em operação na atualidade. Em seguida, a partir dos resultados obtidos e de uma avaliação da cobertura espacial das linhas foi delineado o cenário proposto.

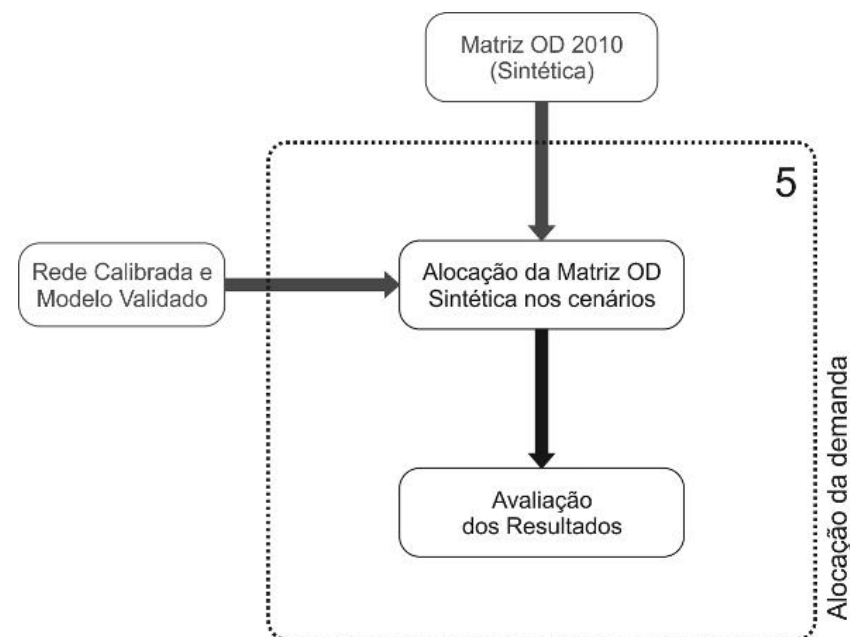


Figura 4.57: Etapas da alocação da demanda

4.5.1. Alocação do cenário atual

Na representação do cenário atual, foi utilizado o sistema de rotas consolidado, representando os sistemas de transporte público coletivo metropolitano rodoviário (regular e regular complementar) e ferroviário (Linha oeste) e os sistemas de transporte público coletivo urbano por ônibus de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú e Maranguape. Neste cenário foi desconsiderada a Linha sul do Trem, visto que a mesma foi desativada para a construção do metrô.

Durante o processo de alocação foram utilizados os seguintes parâmetros:

- Valor do tempo dentro do veículo: R\$ 0,03/minuto ou R\$ 1,8/minuto
- Peso do tempo de caminhada: 3,25;
- Peso do tempo de espera e tempo de transbordo: 1,4;
- Penalidade para transbordo: 13,7 minutos.
- Função custo: 1 (α) e 6(β)

4.5.1.1. Apresentação dos resultados

Após a alocação, os resultados das viagens metropolitanas foram compilados, sendo elaborados os indicadores apresentados no Quadro 4.8. Neste caso, o *Tempo de Viagem* representa o tempo despendido pelos usuários durante todas as etapas da viagem (Tempo de acesso, espera, embarcado, transbordo, difusão, etc.). O indicador *Tempo de Viagem com Penalidades* agrega, ao tempo de viagem, a penalidade para a realização do transbordo. Já o *Custo de Viagem* representa o custo dos usuários gastos com tarifa para alcançar o seu destino e o indicador *Custo Generalizado* representa todo o custo do usuário, a partir da monetarização dos tempos perdidos durante a viagem que são somados aos gastos com tarifas. Destaca-se que esses indicadores são dependentes tanto da origem, quanto do destino dessas viagens.

Quadro 4.8: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	107	52
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	111	56
Custo Generalizado (R\$)	7,80	3,20
Custo de Viagem (R\$)	3,10	1,50

Verifica-se que, durante o pico de tráfego da manhã, as viagens metropolitanas possuem uma duração média de aproximadamente 1 hora e 50 minutos, sendo pago uma tarifa média de R\$3,10. Verifica-se também que a penalidade de transbordo, na média das viagens metropolitanas, tem pouca interferência no tempo total de viagem. Já o Custo Generalizado médio é de R\$7,80.

Nos Quadros 4.9, 4.10 e 4.11 são apresentadas as médias e os desvios padrões desses indicadores por município. Constata-se que município de Caucaia apresenta os melhores indicadores. Em contrapartida, tem-se o município de Chorozinho com os piores. Enquanto em Caucaia, o Tempo de Viagem médio é de 1 hora e 30 minutos, sendo pago uma tarifa média de R\$ 2,60, em Chorozinho, o Tempo de Viagem médio é de 3 horas, sendo pago uma tarifa média de R\$ 5,40.

As Figuras 4.58 a 4.61 apresentam esses indicadores graficamente.

Quadro 4.9: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz		Caucaia		Chorozinho		Eusébio		Guaiúba		Horizonte	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	103	51	94	37	181	57	104	37	145	54	173	40
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	106	56	98	41	182	57	107	42	147	58	176	45
Custo Generalizado (R\$)	8,80	3,30	6,70	2,30	12,40	4,50	8,40	2,70	10,80	4,20	13,00	2,70
Custo de Viagem (R\$)	3,60	1,50	2,60	1,00	5,40	2,60	3,10	1,40	4,90	2,40	5,60	1,10

Quadro 4.10: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga		Maracanaú		Maranguape		Pacajus		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	153	37	122	46	124	61	152	62	138	45	143	58
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	157	40	126	50	127	66	158	68	144	50	146	62
Custo Generalizado (R\$)	10,80	2,30	8,20	2,50	9,00	3,70	12,80	4,40	8,80	2,90	12,50	4,60
Custo de Viagem (R\$)	4,60	0,90	3,00	1,00	3,90	1,80	6,40	2,50	3,30	1,30	6,70	2,50

Quadro 4.11: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas (por município)

Município	Tempo de Viagem (min.)	Município	Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	Município	Custo Generalizado (R\$)	Município	Custo de Viagem (R\$)
Caucaia	94	Caucaia	98	Caucaia	6,70	Caucaia	2,60
Aquiraz	103	Aquiraz	106	Maracanaú	8,20	Maracanaú	3,00
Eusébio	104	Eusébio	107	Eusébio	8,40	Eusébio	3,10
Maracanaú	122	Maracanaú	126	Pacatuba	8,80	Pacatuba	3,30
Maranguape	124	Maranguape	127	Aquiraz	8,80	Aquiraz	3,60
Pacatuba	138	Pacatuba	144	Maranguape	9,00	Maranguape	3,90
São G. do Amarante	143	São G. do Amarante	146	Guaiúba	10,80	Itaitinga	4,60
Guaiúba	145	Guaiúba	147	Itaitinga	10,80	Guaiúba	4,90
Pacajus	152	Itaitinga	157	Chorozinho	12,40	Chorozinho	5,40
Itaitinga	153	Pacajus	158	São G. do Amarante	12,50	Horizonte	5,60
Horizonte	173	Horizonte	176	Pacajus	12,80	Pacajus	6,40
Chorozinho	181	Chorozinho	182	Horizonte	13,00	São G. do Amarante	6,70
Todos os Municípios	107	Todos os Municípios	111	Todos os Municípios	7,80	Todos os Municípios	3,10

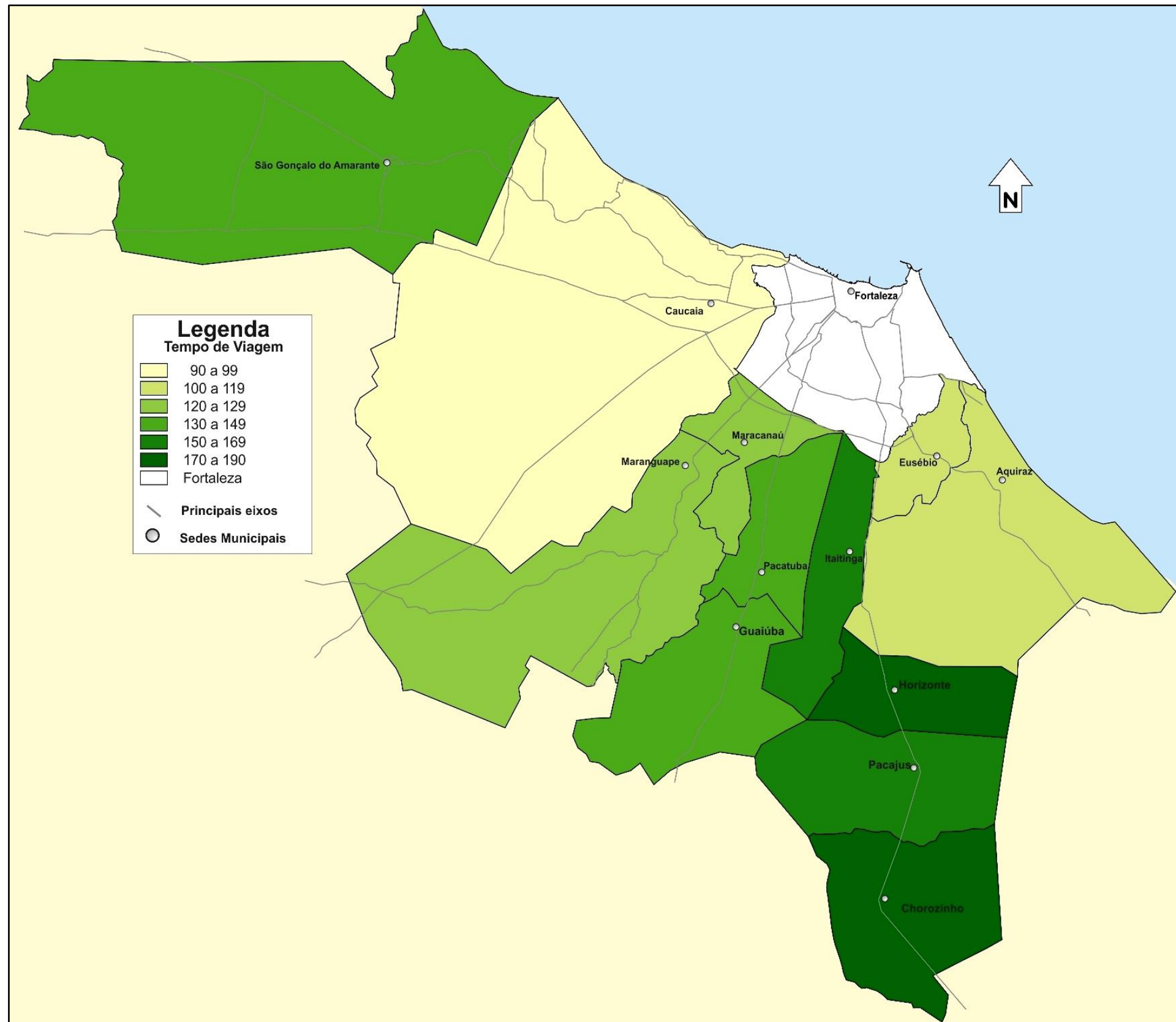


Figura 4.58: Indicador *Tempo de Viagem* por município - Cenário Atual

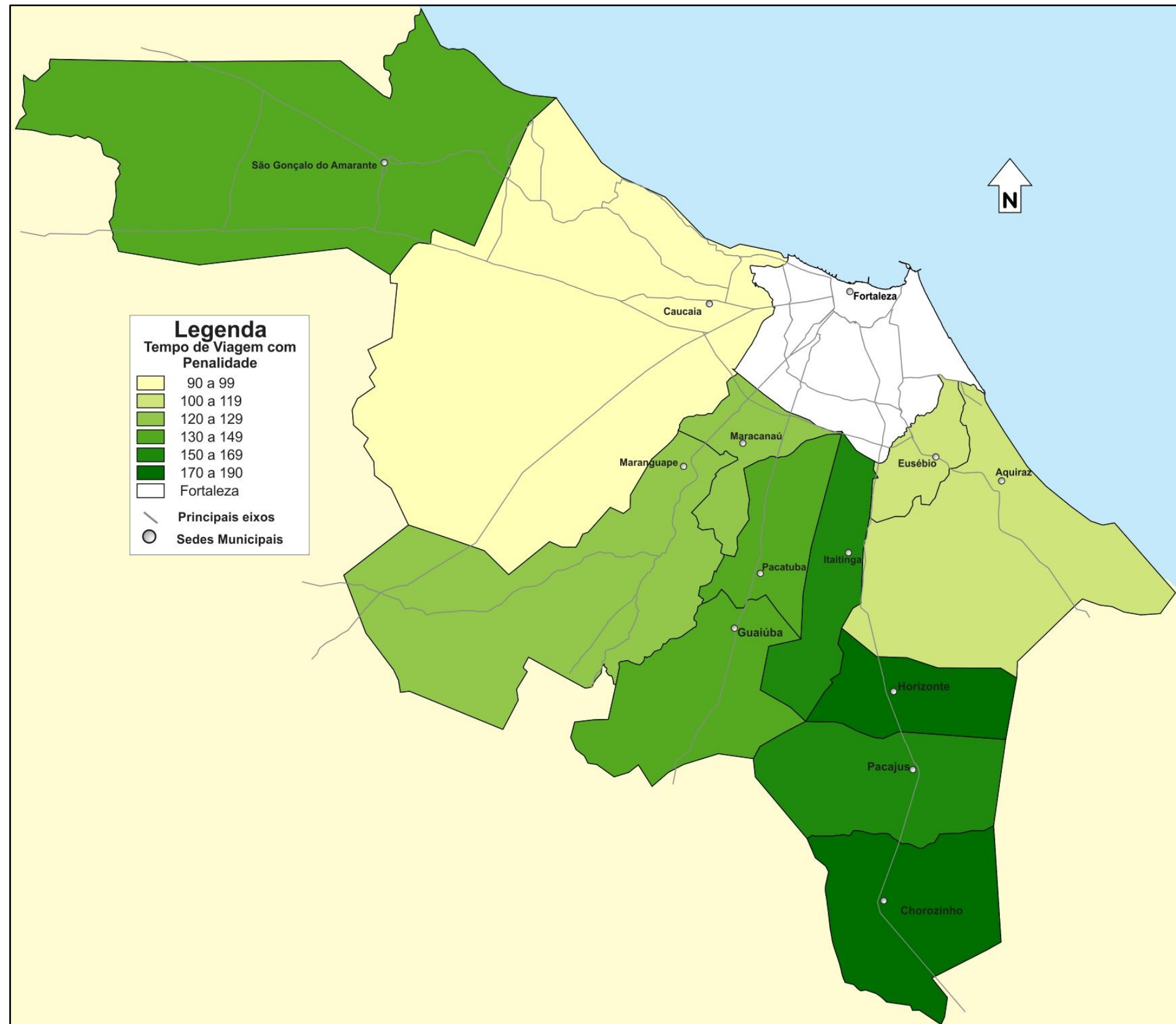


Figura 4.59: Indicador *Tempo de Viagem com Penalidade* por município - Cenário Atual

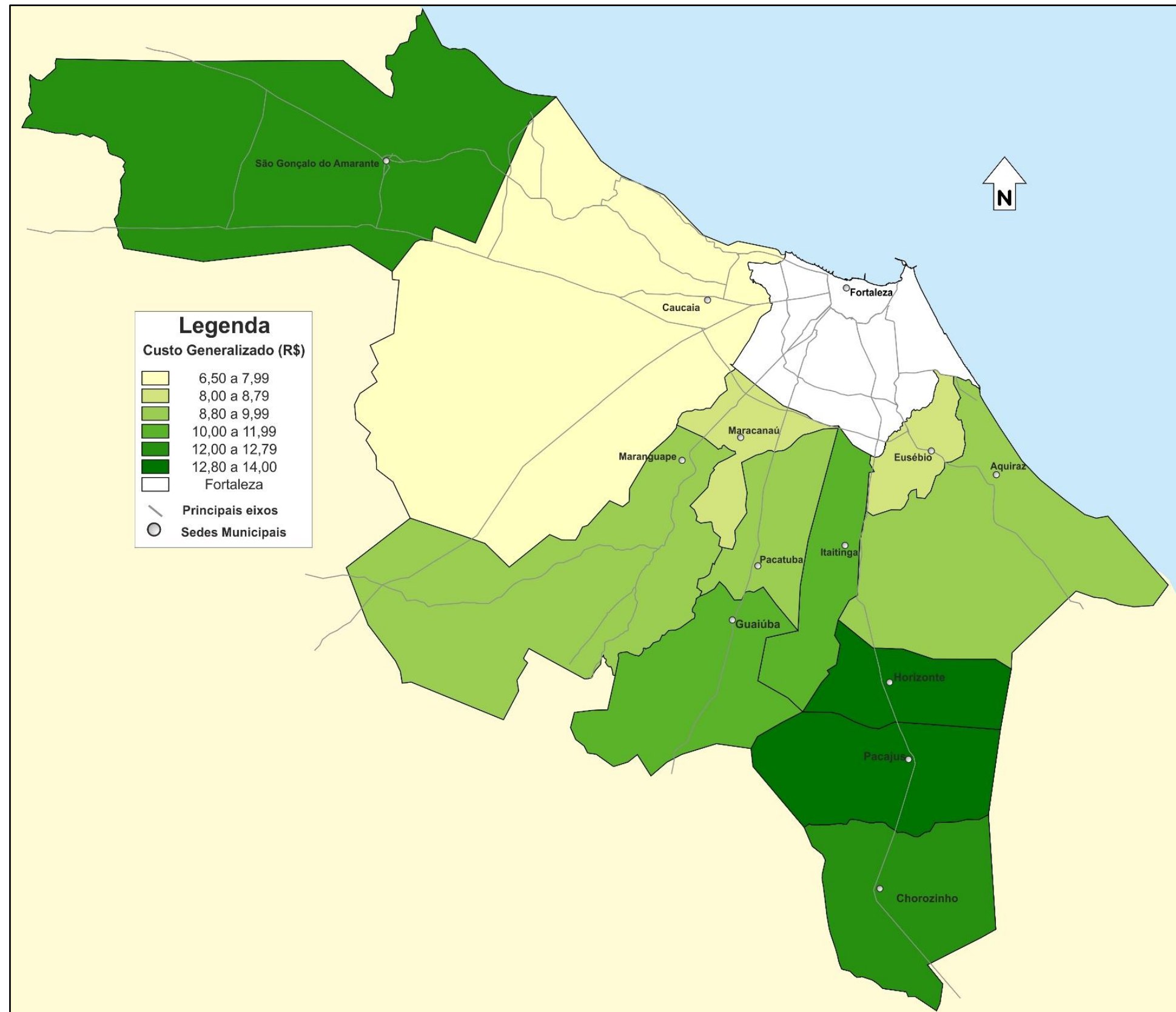


Figura 4.60: Indicador *Custo Generalizado* por município - Cenário Atual

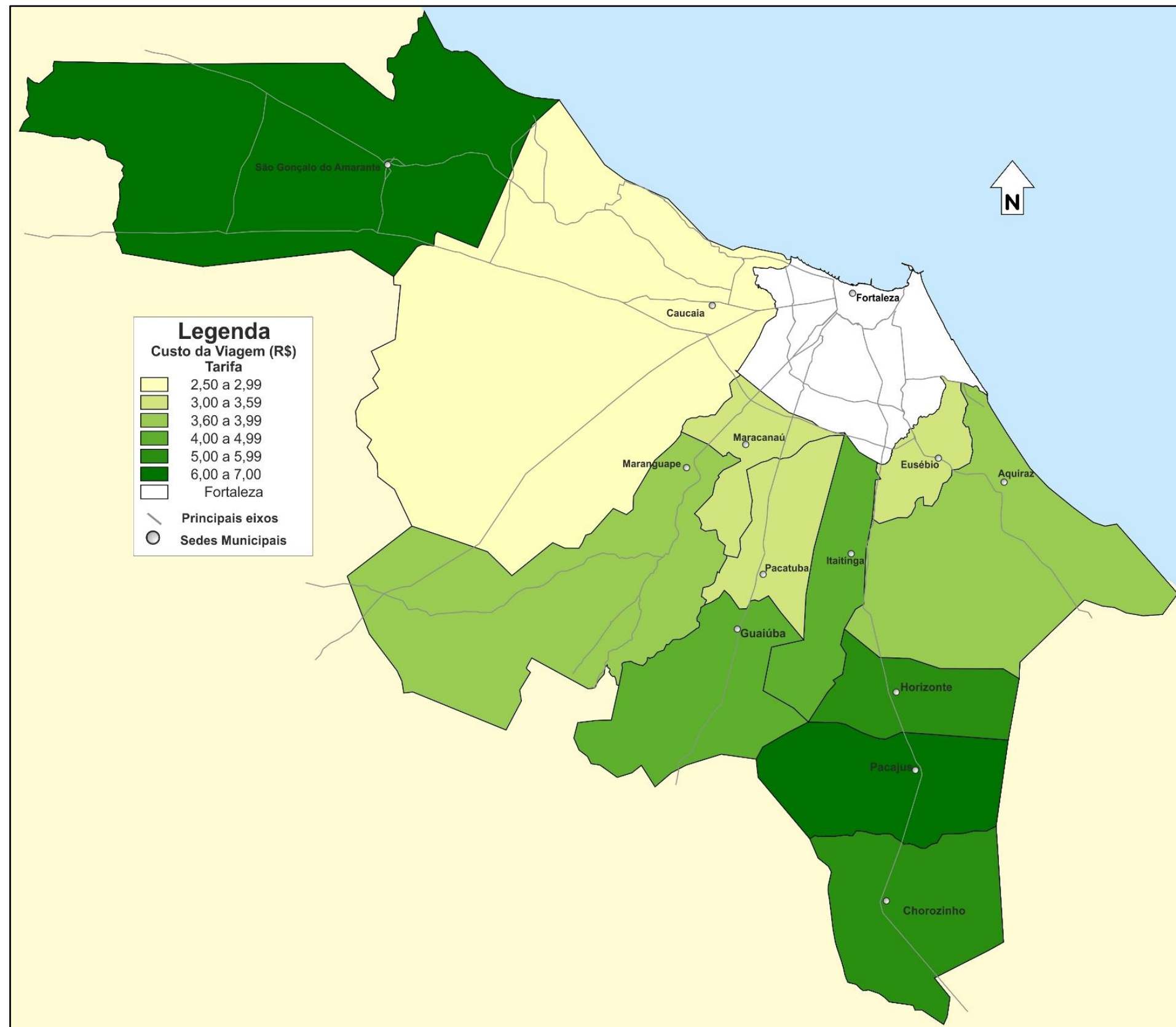


Figura 4.61: Indicador *Custo de Viagem* por município - Cenário Atual

Essa mesma análise foi realizada para avaliar a acessibilidade à determinadas zonas de interesse, com o objetivo de verificar a capacidade que os usuários tem de acessar as principais regiões da RMF a partir do sistema de transporte modelado. Elencou-se como área de interesse os bairros Centro, Aldeota, Edson Queiroz e Messejana em Fortaleza, o Distrito Industrial em Maracanaú e o Porto do Pecém em São Gonçalo do Amarante. Os quadros a seguir apresentam a compilação dos dados dessa análise.

Quadro 4.12: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Centro em Fortaleza

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	115	36
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	116	36
Custo Generalizado (R\$)	7,50	2,30
Custo de Viagem (R\$)	2,80	1,10

Quadro 4.13: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Aldeota em Fortaleza

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	145	34
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	156	32
Custo Generalizado (R\$)	10,20	1,70
Custo de Viagem (R\$)	3,90	0,80

Quadro 4.14: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Messejana em Fortaleza

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	130	44
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	141	54
Custo Generalizado (R\$)	9,10	2,10
Custo de Viagem (R\$)	3,40	1,20

Quadro 4.15: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Edson Queiroz em Fortaleza

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	147	34
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	165	38
Custo Generalizado (R\$)	10,40	1,60
Custo de Viagem (R\$)	4,20	0,50

Quadro 4.16: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Distrito Industrial em Maracanaú

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	84	37
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	93	43
Custo Generalizado (R\$)	7,40	2,70
Custo de Viagem (R\$)	3,60	1,50

Quadro 4.17: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao Pecém em São Gonçalo do Amarante

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	305	60
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	322	70
Custo Generalizado (R\$)	17,80	4,10
Custo de Viagem (R\$)	7,00	1,90

Quadro 4.18: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Centro em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz		Caucaia		Chorozinho		Eusébio		Guaiúba		Horizonte	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	150	39	94	22	244	0	119	25	191	21	174	11
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	150	40	94	22	245	0	119	25	191	21	174	11
Custo Generalizado (R\$)	11,30	2,20	6,10	1,10	17,30	0,00	8,60	1,40	13,70	1,60	12,7	0,90
Custo de Viagem (R\$)	4,40	0,70	2,30	0,30	7,90	0,00	2,90	0,40	7,00	1,10	5,60	0,00

Quadro 4.19: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Centro em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga		Maracanaú		Maranguape		Pacajus		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	162	6	136	20	162	34	184	7	155	12	164	20
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	162	6	136	20	163	36	190	3	158	17	164	20
Custo Generalizado (R\$)	10,80	0,80	8,20	0,90	10,60	1,90	14,70	0,80	8,90	1,40	13,50	1,80
Custo de Viagem (R\$)	4,80	0,00	2,80	0,40	4,50	1,00	7,80	0,00	3,10	0,90	7,30	1,00

Quadro 4.20: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Aldeota em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz		Caucaia		Chorozinho*		Eusébio		Guaiúba		Horizonte	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	147	27	126	19	-	0	164	20	285	0	196	9
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	148	29	140	19	-	0	165	20	286	0	196	9
Custo Generalizado (R\$)	11,80	2,20	9,30	0,70	-	0,00	11,80	1,20	20,10	0,00	15,00	0,90
Custo de Viagem (R\$)	4,30	1,00	3,90	0,60	-	0,00	3,40	0,50	7,80	0,00	5,60	0,00

*Não foi detectada viagem para o bairro Aldeota

Quadro 4.21: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Aldeota em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga		Maracanaú		Maranguape		Pacajus		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	185	10	170	27	155	62	214	3	189	18	211	15
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	185	10	177	24	174	51	214	3	207	22	211	15
Custo Generalizado (R\$)	13,60	1,00	10,80	0,90	11,90	3,10	17,80	0,30	12,30	1,90	18,10	0,50
Custo de Viagem (R\$)	4,80	0,00	3,40	0,80	4,90	1,40	7,80	0,00	4,40	0,90	7,80	0,00

Quadro 4.22: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Messejana em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz		Caucaia		Chorozinho		Eusébio		Guaiúba*		Horizonte	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	109	25	161	13	201	0	74	16	-	0	115	9
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	109	25	183	15	202	0	74	16	-	0	115	9
Custo Generalizado (R\$)	9,40	1,50	10,80	0,80	12,30	0,00	5,90	1,30	-	0,00	9,20	0,30
Custo de Viagem (R\$)	3,90	1,30	4,20	0,60	4,90	0,00	2,00	0,90	-	0,00	3,70	0,00

*Não foi detectada viagem para a Messejana.

Quadro 4.23: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Messejana em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga		Maracanaú		Maranguape*		Pacajus		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante*	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	105	10	165	29	-	0	136	0	157	18	-	0
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	105	10	192	33	-	0	136	0	162	21	-	0
Custo Generalizado (R\$)	7,70	1,20	10,10	0,70	-	0,00	10,50	0,00	9,70	0,60	-	0,00
Custo de Viagem (R\$)	3,40	1,00	3,30	0,80	-	0,00	4,80	0,00	3,00	0,80	-	0,00

*Não foi detectada viagem para o bairro Messejana.

Quadro 4.24: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Edson Queiroz em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz		Caucaia		Chorozinho*		Eusébio		Guaiúba*		Horizonte	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	99	27	149	28	-	0	149	19	-	0	114	0
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	105	33	167	29	-	0	162	19	-	0	127	0
Custo Generalizado (R\$)	8,6	1,9	10,4	1,3	-	0,0	11,1	1,5	-	0,0	11,8	0
Custo de Viagem (R\$)	3,5	0,8	4,2	0,4	-	0,0	3,3	0,3	-	0,0	5,7	0

*Não foi detectada viagem para o bairro Edson Queiroz.

Quadro 4.25: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Edson Queiroz em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga		Maracanaú		Maranguape		Pacajus*		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante*	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	126	0	186	19	209	1	-	0	215	0	-	0
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	140	0	208	27	245	5	-	0	236	0	-	0
Custo Generalizado (R\$)	10,1	0	12,3	1,3	13,5	0,7	-	0,0	14,3	0,0	-	0,0
Custo de Viagem (R\$)	4,8	0	4,5	0,5	5,2	0,4	-	0,0	4,2	-	-	0,0

*Não foi detectada viagem para o bairro Edson Queiroz.

Quadro 4.26: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao Distrito Industrial em Maracanaú (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz		Caucaia		Chorozinho*		Eusébio*		Guaiúba		Horizonte*		Fortaleza	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	173	16	129	9	-	0	-	0	113	7	190	-	76	26
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	204	17	143	9	-	0	-	0	113	7	218	-	84	33
Custo Generalizado (R\$)	15,30	1,80	10,10	0,40	-	0,00	-	0,00	8,40	0,70	17,30	-	7,10	2,00
Custo de Viagem (R\$)	7,50	0,80	5,00	0,00	-	0,00	-	0,00	4,30	0,60	8,70	-	3,60	1,00

*Não foi detectada viagem para o Distrito Industrial.

Quadro 4.27: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao Distrito Industrial em Maracanaú (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga*		Maracanaú		Maranguape		Pacajus*		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante*	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	-	0	37	15	117	46	-	0	78	0	-	0
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	-	0	42	19	120	48	-	0	78	0	-	0
Custo Generalizado (R\$)	-	0,00	3,30	1,30	7,30	2,30	-	0,00	5,70	0,00	-	0,00
Custo de Viagem (R\$)	-	0,00	1,00	0,80	2,10	1,00	-	0,00	2,20	0,00	-	0,00

*Não foi detectada viagem para o Distrito Industrial.

Quadro 4.28: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao Pecém em São Gonçalo do Amarante (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz*		Caucaia		Chorozinho*		Eusébio*		Guaiúba*		Horizonte*		Fortaleza	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	-	0	240	54	-	0	-	0	-	0	-	0	320	40
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	-	0	249	60	-	0	-	0	-	0	-	0	336	0
Custo Generalizado (R\$)	-	0,00	13,80	3,90	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	18,40	0,00
Custo de Viagem (R\$)	-	0,00	5,40	2,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	7,20	0,00

*Não foi detectada viagem para o Pecém.

Quadro 4.29: Indicadores Cenário Atual - Viagens Metropolitanas com destino ao Pecém em São Gonçalo do Amarante (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga*		Maracanaú		Maranguape		Pacajus*		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	-	0	358	12	383	0	-	0	387	0	-	0
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	-	0	393	11	414	0	-	0	431	0	-	0
Custo Generalizado (R\$)	-	0,00	22,00	0,80	25,50	0,00	-	0,00	26,40	0,00	-	0,00
Custo de Viagem (R\$)	-	0,00	8,80	0,60	11,40	0,00	-	0,00	11,40	0,00	-	0,00

*Não foi detectada viagem para o Pecém.

4.5.2. Alocação do cenário proposto

Após a alocação do cenário atual e da análise dos indicadores, delineou-se o cenário proposto para o sistema de transporte coletivo da Região Metropolitana de Fortaleza. Nessa proposta, foi avaliada ainda a cobertura especial das linhas atuais e considerado a futura operação da linha sul do Metrô. Para tanto, foram realizadas ainda reuniões com os técnicos e gestores dos seguintes órgãos do estado: DETRAN, ARCE e METROFOR.

4.5.2.1. Descrição do cenário proposto

Os modelos existentes no Brasil de organização básica de rede de transportes coletivos de passageiros podem ser resumidos em 3 grupos: baseados em linhas (outorgas onde o objeto são as linhas individualmente), baseado em lotes de linhas e baseados em áreas e/ou bacias (outorga onde o objeto é um conjunto de linhas que guardam relação espacial entre si). No contexto de grandes cidades ou de regiões metropolitanas os modelos baseados em área apresentam vantagens. Entre elas destacam-se os ganhos de escala e eficiência produtiva, maior liberdade operacional, maior racionalização da rede, maior facilidade de integração com outros sistemas, subsídio cruzado entre linhas, e a possibilidade de implementação de diversas políticas tarifárias inclusive socialmente mais justas. O único inconveniente é a redução do número de operadores no sistema que poderia reduzir a concorrência. Entretanto, tal problema é resolvido com prazos de delegação não muito extensos, implicam em licitações frequentes, ou seja, concorrência pela entrada e aumento da contestabilidade, e com a presença de mais de um operador por área de operação (1 operador regular e 1 operador regular complementar, solução adotada no presente estudo).

Expostas essas possibilidades de organização de rede e de delegação ao Grupo Decisor, bem como as vantagens e desvantagens esperadas chegou-se a decisão de organizar a rede em áreas. Foram formuladas inicialmente várias possibilidades, mas as que maximizariam a eficiência produtiva e diminuiriam os conflitos operacionais estavam sempre associadas aos principais corredores de transporte (ver Figura 4.62, corredores das BR's e CE's que ligam à RMF à Fortaleza), ou seja organização em bacias.

Definida a organização em bacias havia a necessidade de decidir quantas bacias. O Máximo possível em função dos corredores e das características do sistema de transporte eram 6, entretanto outros aspectos devem ser considerados.

Áreas (bacias) muito pequenas significariam mercados muito pequenos e pouco atrativos à iniciativa privada, em alguns casos dificultariam ou até inviabilizariam o subsídio cruzado o que indiretamente provocaria tarifas muito diferentes entre áreas ou até inviáveis para o usuário. Por outro lado, bacias muito grandes formadas pela junção de vários corredores reduziriam o número de operadores e aumentariam a concentração de mercado. Desta forma e considerando a limitação legal de concentração máxima de 40% do mercado, buscou-se uma situação intermediária considerada a melhor alternativa e que contempla um total de 4 bacias, conforme descrição e figuras a seguir.

Para efeito da licitação, estas áreas de operação foram separadas em lotes em que a ordem dos mesmos foi definida de acordo com a ordem decrescente da receita anual estimada, conforme Anexo V, da seguinte forma: Lote 1 = Área de Operação 02; Lote 2 = Área de Operação 01; Lote 3 = Área de Operação 03 e Lote 4 = Área de Operação 04.

Vale salientar que na elaboração do cenário proposto cada área de operação apresenta uma divisão de setores tarifários, eliminando os anéis tarifários vigentes atualmente, para toda RMF. Estes setores serão detalhados no capítulo que trata da política tarifária.

A partir das 4 áreas/bacias e das análises das linhas de desejo foram delineadas 68 linhas. As figuras a seguir apresentam essas áreas e seus respectivos setores tarifários. O Quadro 4.30 apresenta alguns dados dessas áreas de operação. Foi considerado também que as linhas metropolitanas teriam integração tarifária com o sistema metroviário. A tarifa foi computada em função da origem e do destino da viagem, independente do fato do usuário utilizar ou não o metrô.

Quadro 4.30: informações das áreas de operação propostas

Área de Operação	População*	Qtd. de linhas propostas	Qtd. de setores tarifários	Municípios
01	220.000	20	04	São Gonçalo do Amarante e Parte de Caucaia
02	145.000	10	03	Parte de Caucaia
03	419.000	19	03	Maranguape; Maracanaú; Pacatuba e Guaiúba
04	290.000	19	04	Aquiraz; Eusébio; Itaitinga; Horizonte; Pacajus e Chorozinho

*Fonte: IBGE

Área de Operação 01

Verifica-se que a Área de Operação 01 é composta pelo município de São Gonçalo do Amarante e parte do município de Caucaia, incluindo o litoral e a área central desse município, abrangendo uma população de 220.000 habitantes. A referida área foi dividida em quatro setores tarifários. Para atender a demanda de passageiros dessa região foram projetadas 20 linhas, a saber:

1. Capuan / Fortaleza
2. Caucaia / Aldeota
3. Caucaia / Fortaleza
4. Caucaia / Fortaleza (Via Vicente Arruda)
5. Conjunto Metropolitano / Fortaleza
6. Cumbuco / Beira Mar (Via Barra do Ceará)
7. Cumbuco / Beira Mar (Via Mr. Hull)
8. Cumbuco / Fortaleza (Via Mr. Hull)
9. Icaraí / Fortaleza (Via Barra do Ceará)
10. Pecém / Fortaleza (Via BR-222)
11. Planalto Caucaia / Aldeota
12. Planalto Caucaia / Fortaleza (Rota 1)
13. Planalto Caucaia / Fortaleza (Via BR - 020)
14. São Gonçalo do Amarante / Fortaleza
15. São Gonçalo do Amarante/ Fortaleza (Via Umarituba)
16. Serrote / Fortaleza
17. Siupé / Pecém / Fortaleza (Via Estruturante)
18. Sítios Novos / Fortaleza
19. Tabapuá / Fortaleza
20. Taíba / Fortaleza

Área de Operação 02

A Área de Operação 02 é formada apenas por parte do município de Caucaia, incluindo o distrito de Jurema, abrangendo uma população de 145.000 habitantes. Foi dividida em três setores tarifários. Para atender a demanda de passageiros dessa região foram projetadas 10 linhas, a saber:

1. Araturi / Fortaleza 01
2. Araturi / Fortaleza 02

3. Bom Princípio / Fortaleza
4. Jurema / Fortaleza
5. Jurema / Aldeota
6. Conjunto Nova Metrópole / Fortaleza 01
7. Conjunto Nova Metrópole / Fortaleza 02
8. Parque Albano / Fortaleza
9. Parque Potira / Fortaleza 01
10. Parque Potira / Fortaleza 02

Área de Operação 03

Já a Área de Operação 03 é formada pelos municípios de Maranguape, Maracanaú, Pacatuba e Guaiúba, abrangendo uma população de 419.000 habitantes . A referida área foi dividida em três setores tarifários. Destaca-se que na elaboração da rede dessa área, foi definido que as linhas originárias de Maranguape e Maracanaú não atenderiam mais o centro de Fortaleza, já que a linha sul do metrô cumpriria tal função. Assim, os usuários dessas linhas terão que integrar com o metrô, para alcançar o centro de Fortaleza. Para atender a demanda de passageiros dessa região foram projetadas 19 linhas, a saber:

1. Água Verde / Mondubim
2. Ceasa / Barra do Ceara
3. Cj. Industrial / Mondubim
4. Conjunto Carlos Jereissati 1
5. Conjunto Carlos Jereissati 2
6. Guaiuba / Mondubim
7. Itacima / Maracanaú
8. Itaitinga / Aracapé
9. Itapebussu / Maracanaú
10. Jubaia / Maracanaú
11. Maracanaú / Messejana
12. Maranguape / Ceasa (Circular 1)
13. Maranguape / Ceasa (Circular 2)
14. Maranguape / Maracanaú
15. Maranguape / Mirambé
16. Maranguape / Vila Pery
17. Pacatuba / Maracanaú

18. Sapupara / Maracanaú
19. Taquara / Alto Alegre

Área de Operação 04

Por fim , tem-se a Área de Operação 04, formada pelos municípios de Aquiraz, Eusébio, Itaitinga, Horizonte, Pacajus, Chorozinho, sendo a mesma dividida em cinco setores tarifários. A referida área abrange um total 290.000 habitantes. Para atender a demanda de passageiros dessa região foram projetadas 19 linhas, a saber:

1. Ancuri / Fortaleza
2. Aquiraz / Fortaleza
3. Aquiraz / Fortaleza (Via WS)
4. Arueira / Fortaleza
5. Beach Park / Fortaleza
6. Caracanga / Fortaleza
7. Chorozinho / Fortaleza
8. Eusébio / Fortaleza (Via Tipuiu)
9. Horizonte / Fortaleza
10. Horizonte / Pacajus
11. Iguape / Fortaleza
12. Itaitinga / Eusébio
13. Pacajus / Fortaleza
14. Pacajus / Fortaleza (Via WS)
15. Pacatuba / Fortaleza (Via Itaitinga)
16. Porto das Dunas / Fortaleza
17. Prainha / Fortaleza
18. Tapuio / Fortaleza
19. Telha / Fortaleza

No Anexo VI é apresentado o itinerário de cada linha projetada.

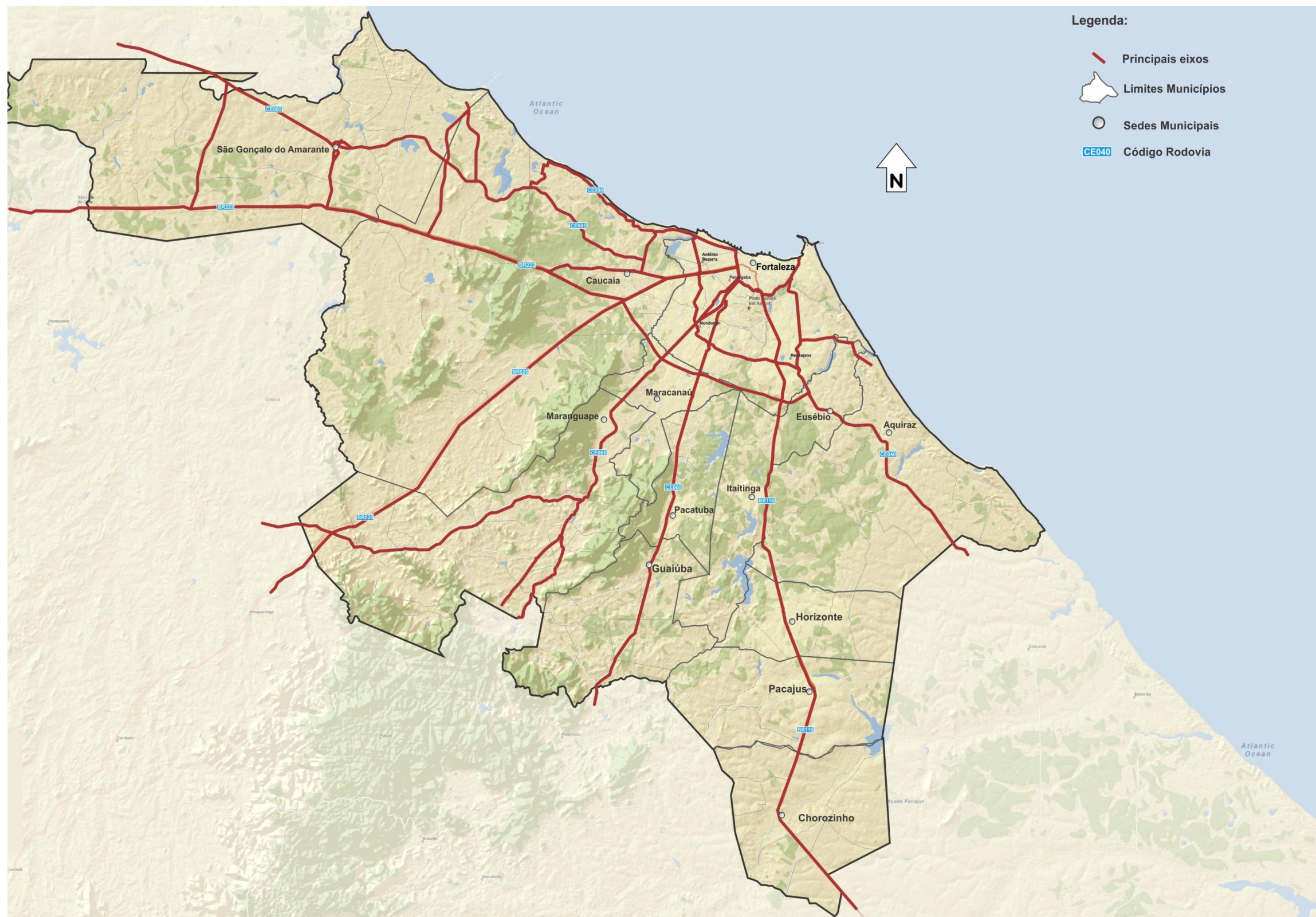


Figura 4.62: Principais corredores de transporte da RMF

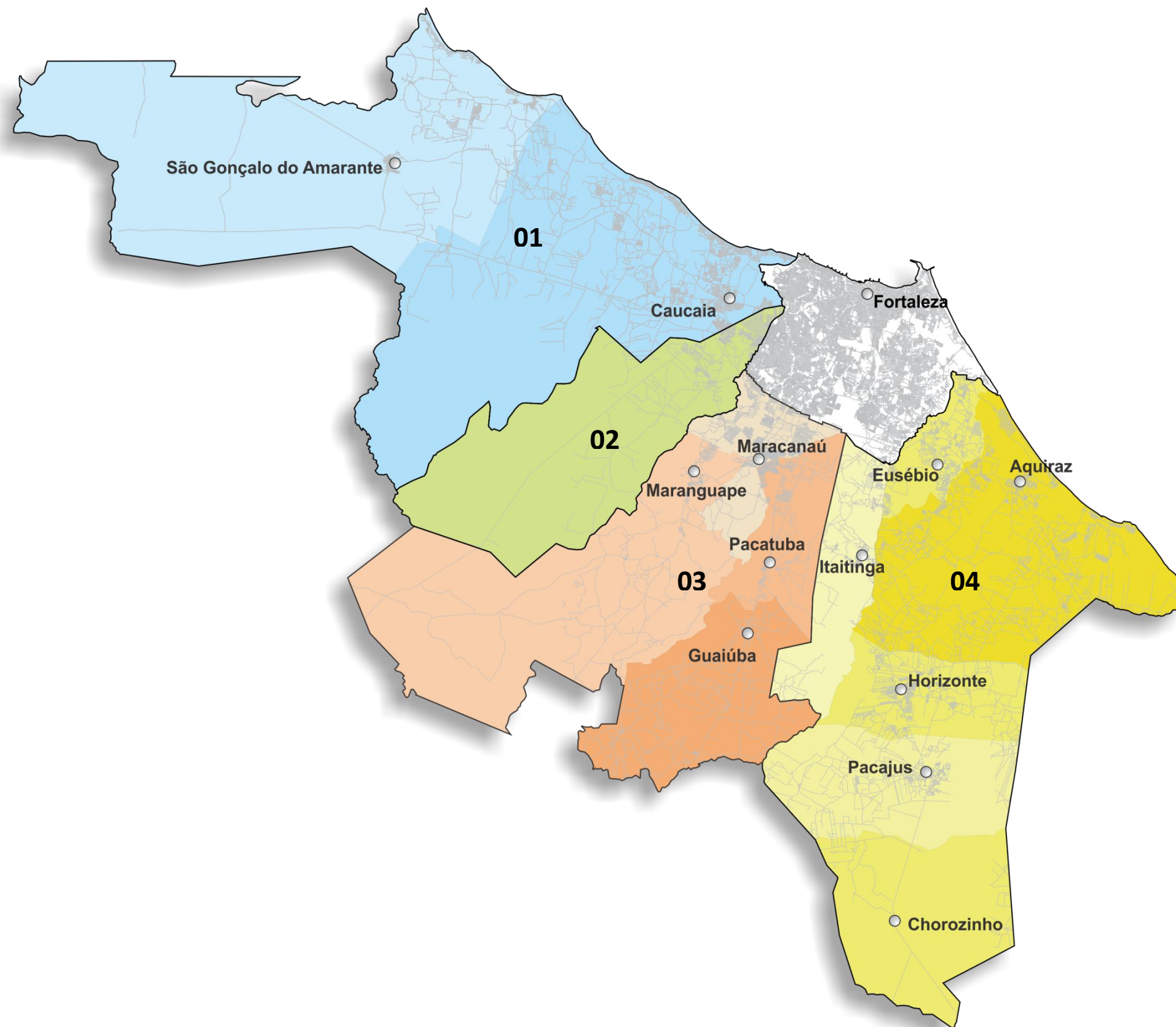


Figura 4.63: Áreas de operação propostas

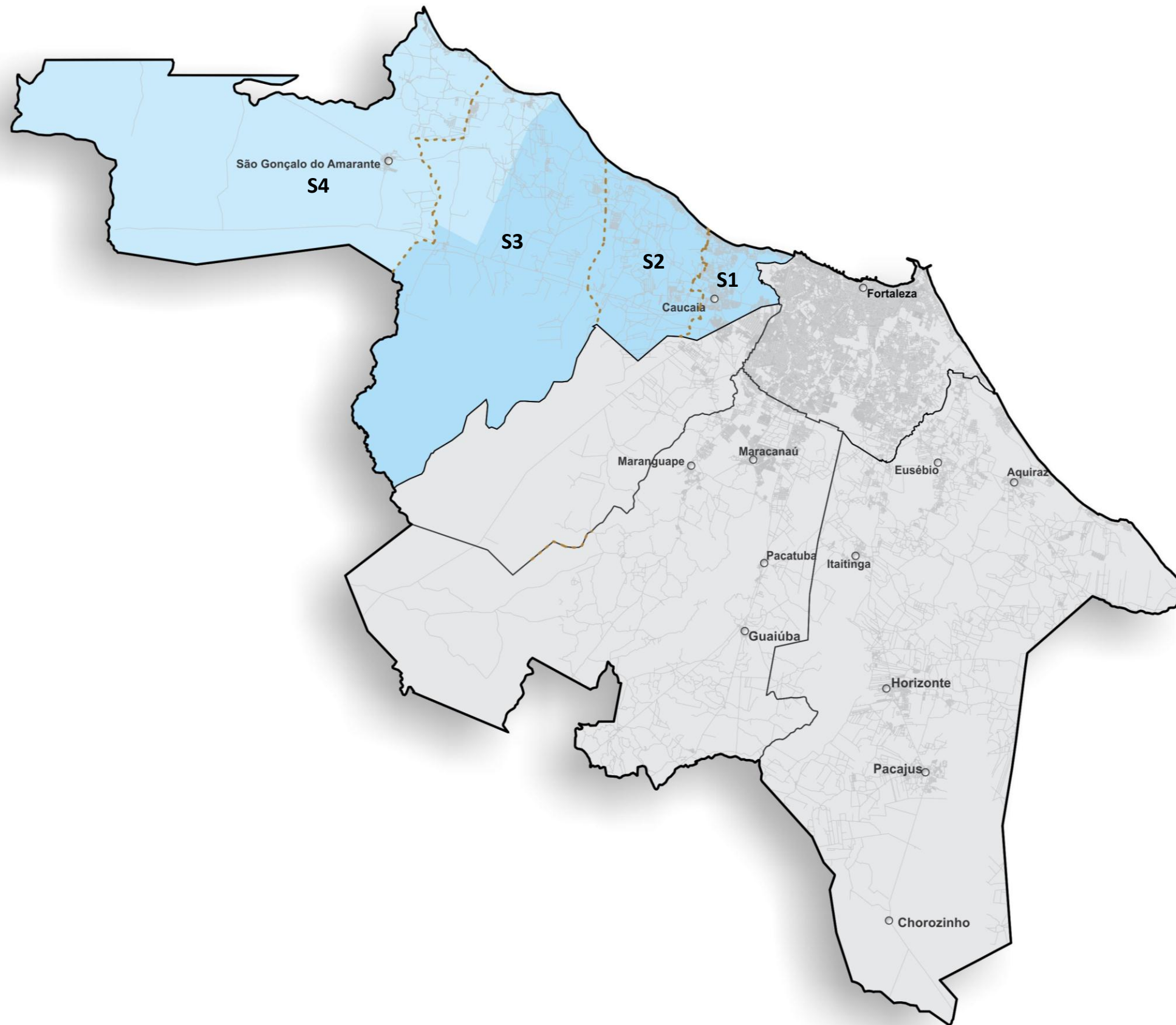


Figura 4.64: Áreas de operação 01 e seus respectivos setores tarifários (s1, s2, s3 e s4)

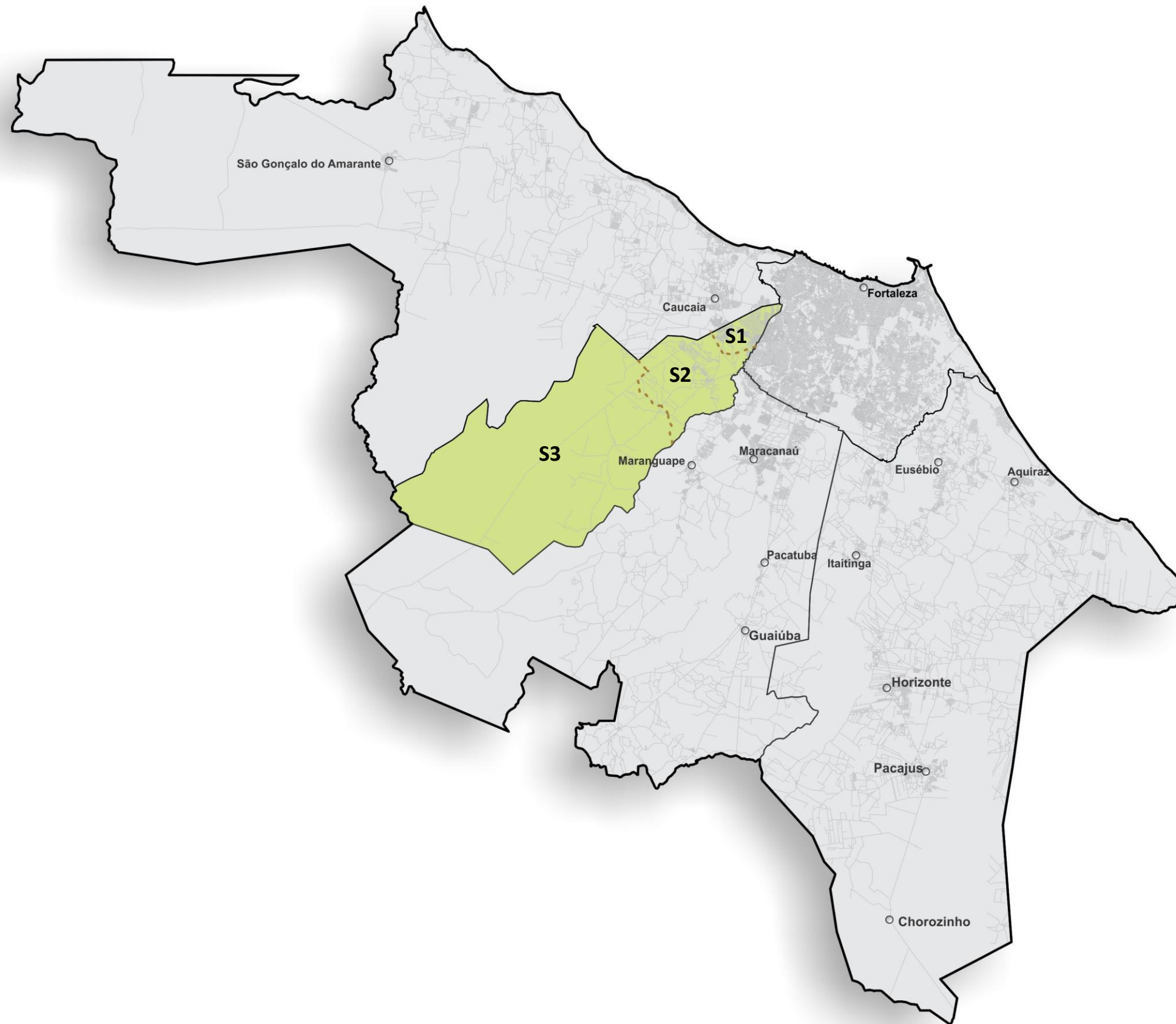


Figura 4.65: Áreas de operação 02 e seus respectivos setores tarifários (s1, s2 e s3)

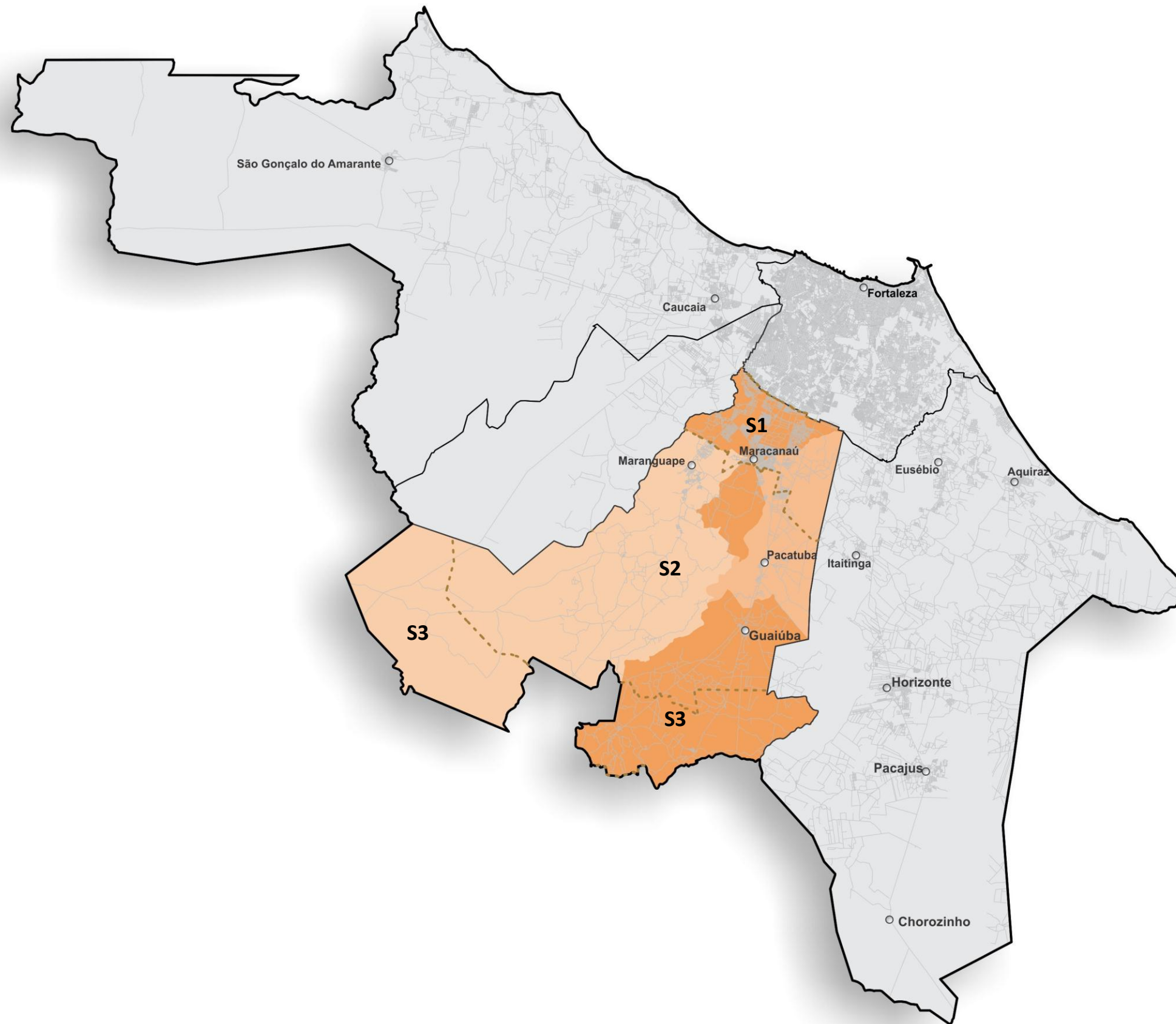


Figura 4.66: Áreas de operação 03 e seus respectivos setores tarifários (s1, s2 e s3)

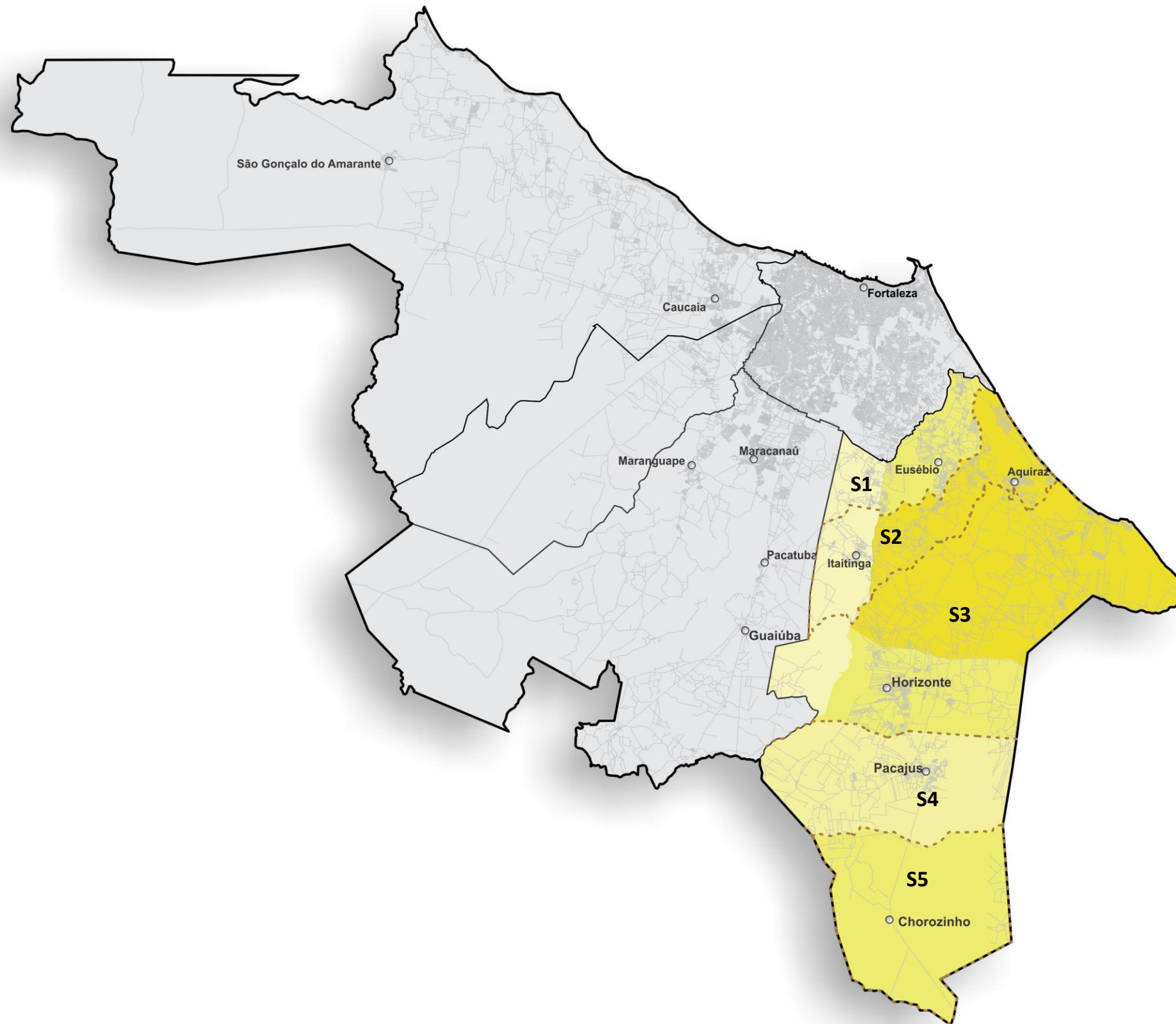


Figura 4.67: Áreas de operação 04 e seus respectivos setores tarifários (s1, s2, s3, s4 e s5)

4.5.2.2. Apresentação dos resultados

Após a alocação da matriz OD sintética na rede proposta, os resultados das viagens metropolitanas foram compilados, sendo elaborados os quadros apresentados a seguir. Analisando esses dados percebe-se que para os quatro indicadores o cenário proposto obteve melhor desempenho. Verifica-se uma redução em torno de 15% no tempo total de viagem e de 7% nos custos. Durante o pico de tráfego da manhã, as viagens metropolitanas na rede proposta, possuem uma duração média de aproximadamente 1 hora e 30 minutos, sendo pago uma tarifa média de R\$2,90. Já o Custo Generalizado médio reduziu para R\$7,25.

Quadro 4.31: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	89	47
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	94	51
Custo Generalizado (R\$)	7,25	3,00
Custo de Viagem (R\$)	2,90	1,50

Quadro 4.32: Indicadores Cenário Proposto x Cenário Atual - Viagens Metropolitanas

Indicador	Atual (Média)	Proposto (Média)	Variação Atual e Proposto
Tempo de Viagem (min.)	107	89	-16,8%
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	111	94	-15,3%
Custo Generalizado (R\$)	7,80	7,25	-7,0%
Custo de Viagem (R\$)	3,10	2,90	-6,5%

Os quadros e figuras a seguir apresentam os dados desagregados no nível de município. Percebe-se que os benefícios da nova rede alcançaram a maioria dos usuários. Na análise desses dados destaca-se a melhora dos indicadores dos usuários de Maracanaú, Pacatuba, Horizonte, Itaitinga e Pacajus. Os usuários de Maracanaú e Pacatuba foram beneficiados com a linha sul do metrô, que permitiu uma redução no tempo de viagem médio de 122 para 83 minutos. Já os usuários de Horizonte, Itaitinga e Pacajus, foram beneficiados com as linhas que deram acesso direto as Avenida Washington Soares e região de Aldeota em Fortaleza. Constata-se que nessa nova rede os municípios de Caucaia e Maracanaú apresentam os melhores indicadores. Em contrapartida, tem-se o município de Chorozinho com os piores.

Quadro 4.33: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz		Caucaia		Chorozinho		Eusébio		Guaiúba		Horizonte	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	91	34	84	37	150	38	91	35	171	46	117	25
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	93	37	86	39	150	38	95	40	181	53	119	29
Custo Generalizado (R\$)	8,70	2,60	6,30	2,10	15,10	4,00	8,80	2,40	10,20	2,90	11,20	1,90
Custo de Viagem (R\$)	4,00	1,40	2,60	0,70	9,20	2,80	4,10	1,20	3,20	1,40	5,60	0,80

Quadro 4.34: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga		Maracanaú		Maranguape		Pacajus		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	119	32	83	40	119	85	113	40	84	34	140	54
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	120	34	91	48	128	92	114	42	97	38	145	60
Custo Generalizado (R\$)	10,10	7,30	7,40	2,80	8,40	4,20	12,10	3,00	7,50	2,50	11,40	4,10
Custo de Viagem (R\$)	5,00	7,60	2,50	1,10	2,80	1,40	7,00	1,80	3,00	1,20	5,60	2,00

Quadro 4.35: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas (por município)

Município	Tempo de Viagem (min.)	Município	Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	Município	Custo Generalizado (R\$)	Município	Custo de Viagem (R\$)
Maracanaú	83	Caucaia	86	Caucaia	6,3	Maracanaú	2,5
Caucaia	84	Maracanaú	91	Maracanaú	7,4	Caucaia	2,6
Pacatuba	84	Aquiraz	92	Pacatuba	7,5	Maranguape	2,8
Aquiraz	90	Eusébio	95	Maranguape	8,4	Pacatuba	3,0
Eusébio	91	Pacatuba	97	Aquiraz	8,6	Guaiúba	3,2
Pacajus	113	Pacajus	114	Eusébio	8,8	Aquiraz	3,9
Horizonte	117	Horizonte	119	Itaitinga	10,1	Eusébio	4,1
Itaitinga	119	Itaitinga	120	Guaiúba	10,2	Itaitinga	5,0
Maranguape	119	Maranguape	128	Horizonte	11,2	Horizonte	5,6
São Gonçalo do Amarante	140	São Gonçalo do Amarante	145	São Gonçalo do Amarante	11,4	São Gonçalo do Amarante	5,6
Chorozinho	150	Chorozinho	150	Pacajus	12,1	Pacajus	7,0
Guaiúba	171	Guaiúba	181	Chorozinho	15,1	Chorozinho	9,2
Todos os Municípios	89	Todos os Municípios	94	Todos os Municípios	7,25	Todos os Municípios	2,9

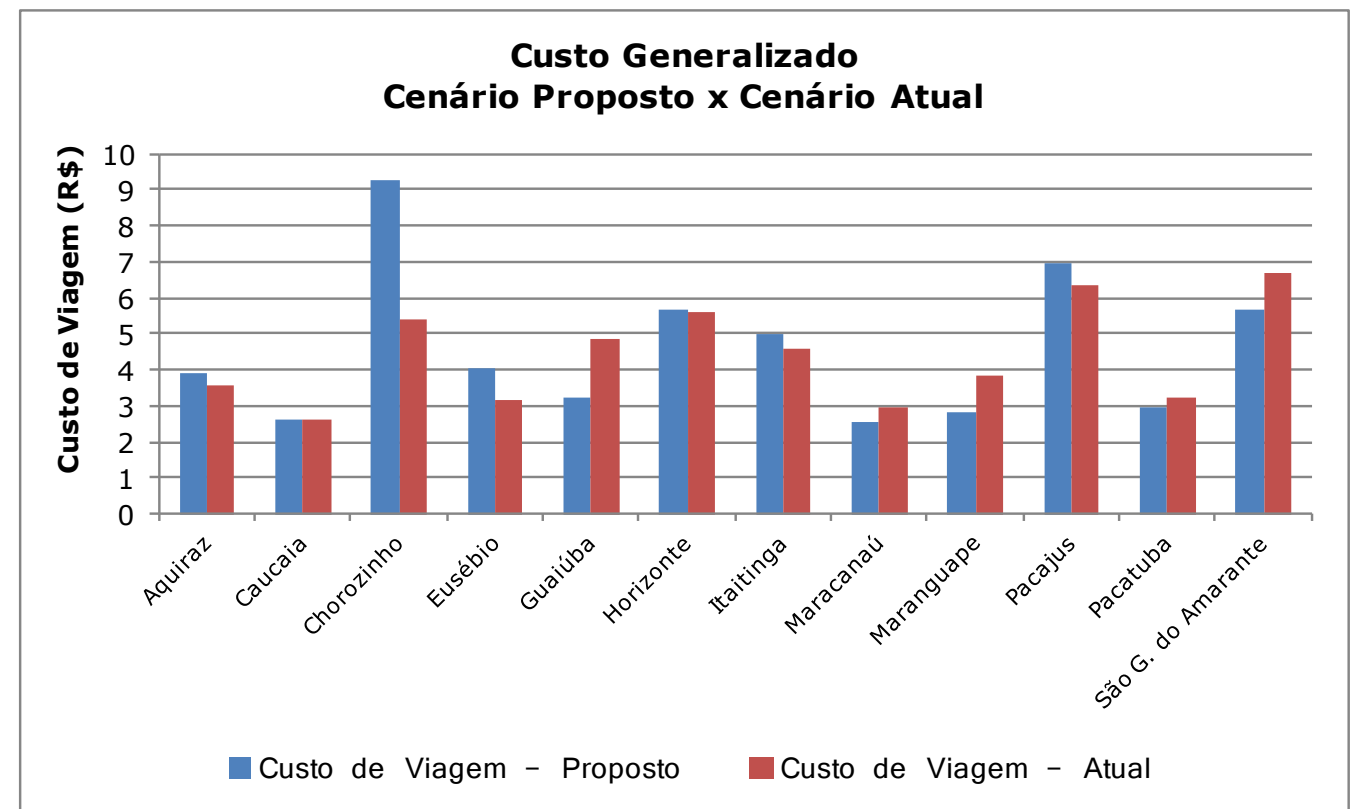
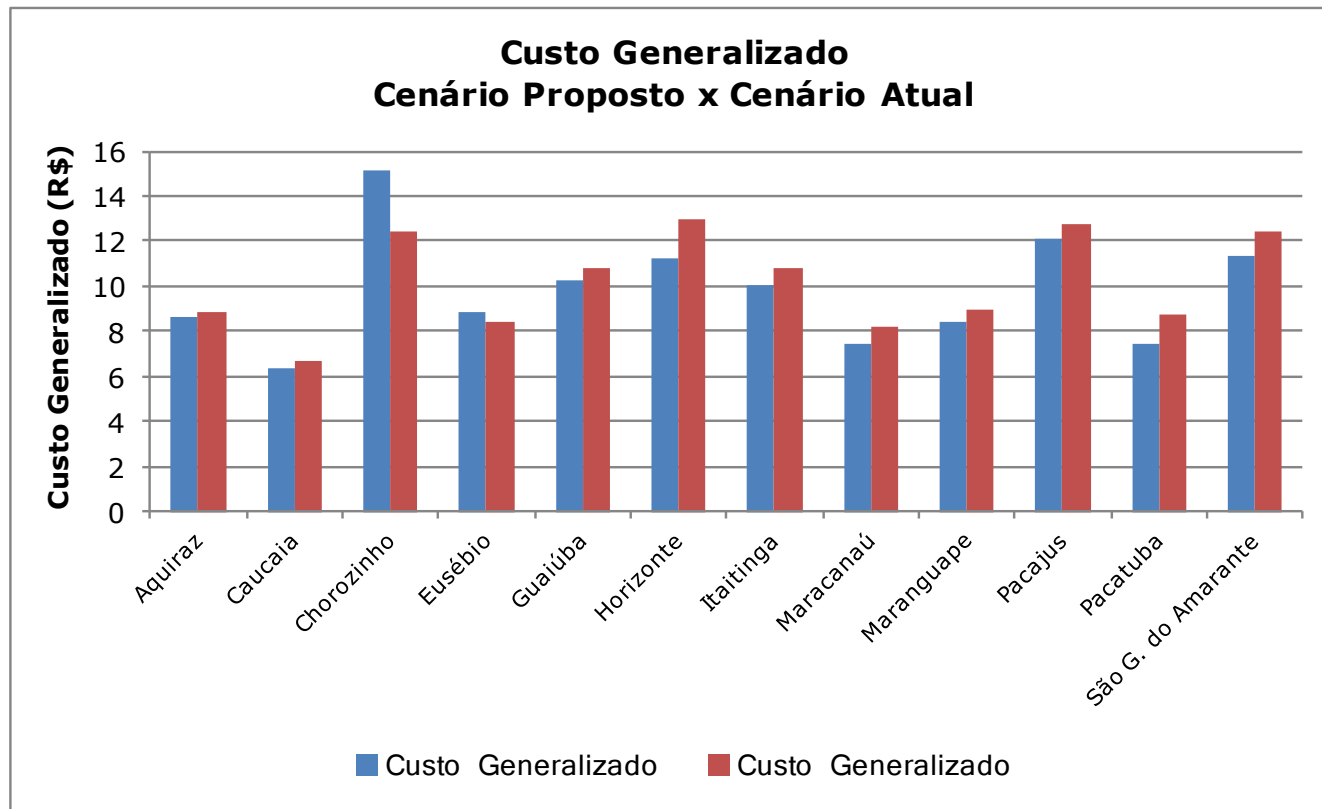
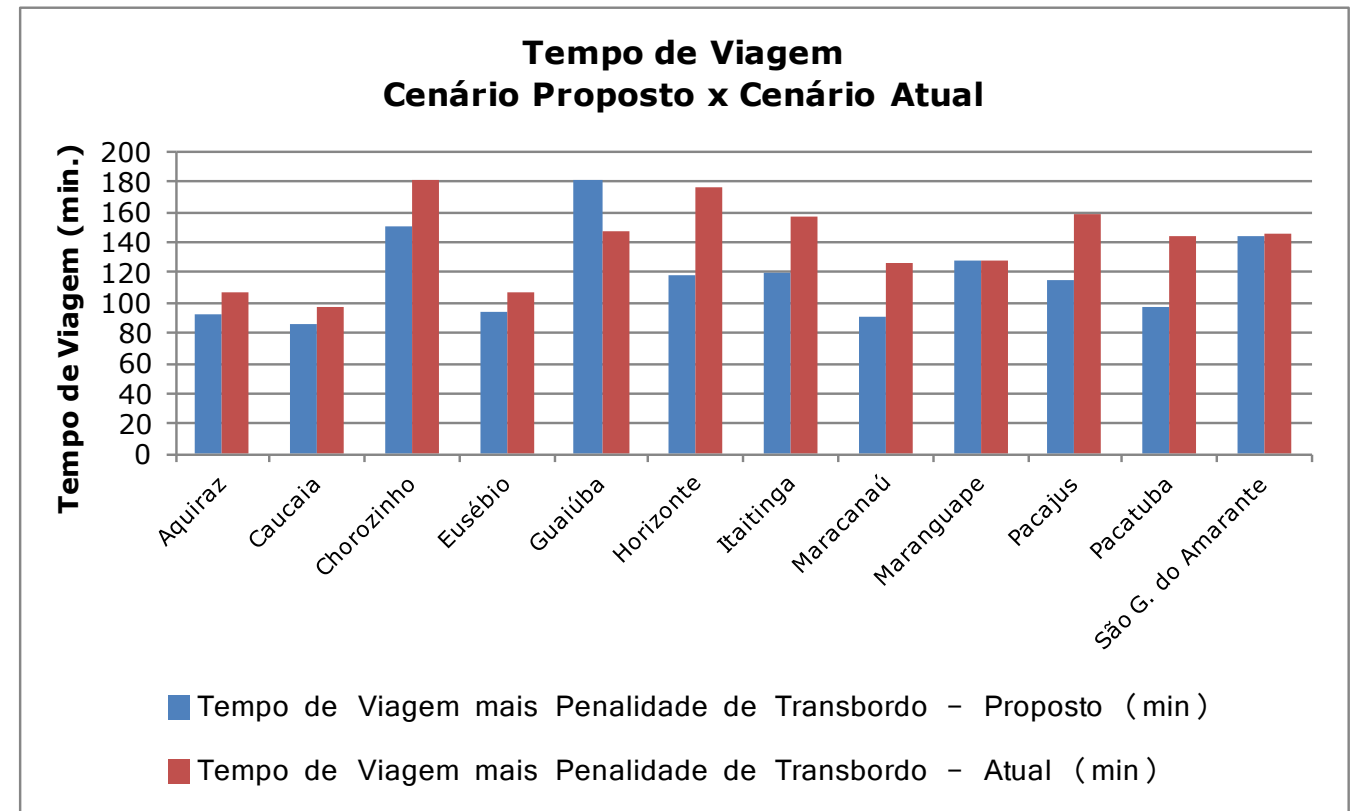
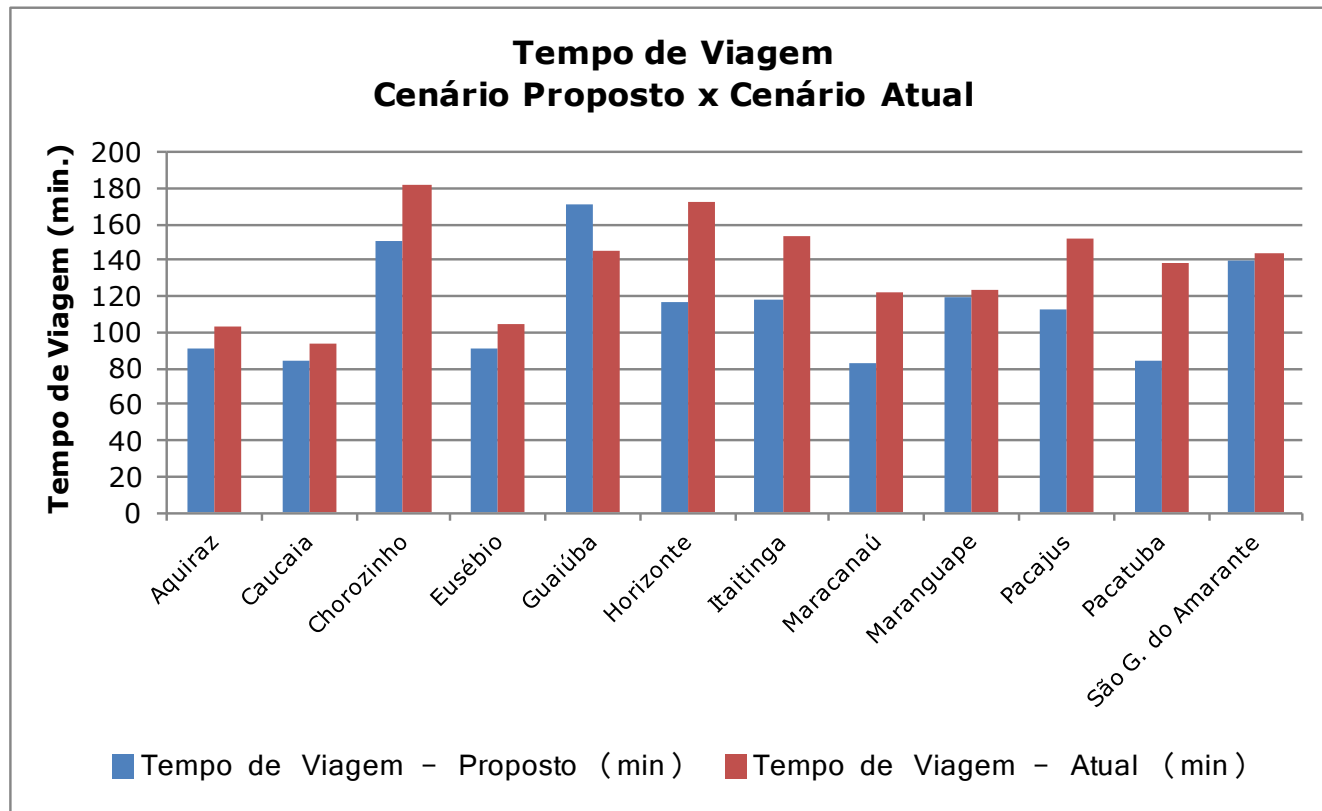


Figura 4.68: Indicadores Cenário Proposto x Cenário Atual - Viagens Metropolitanas

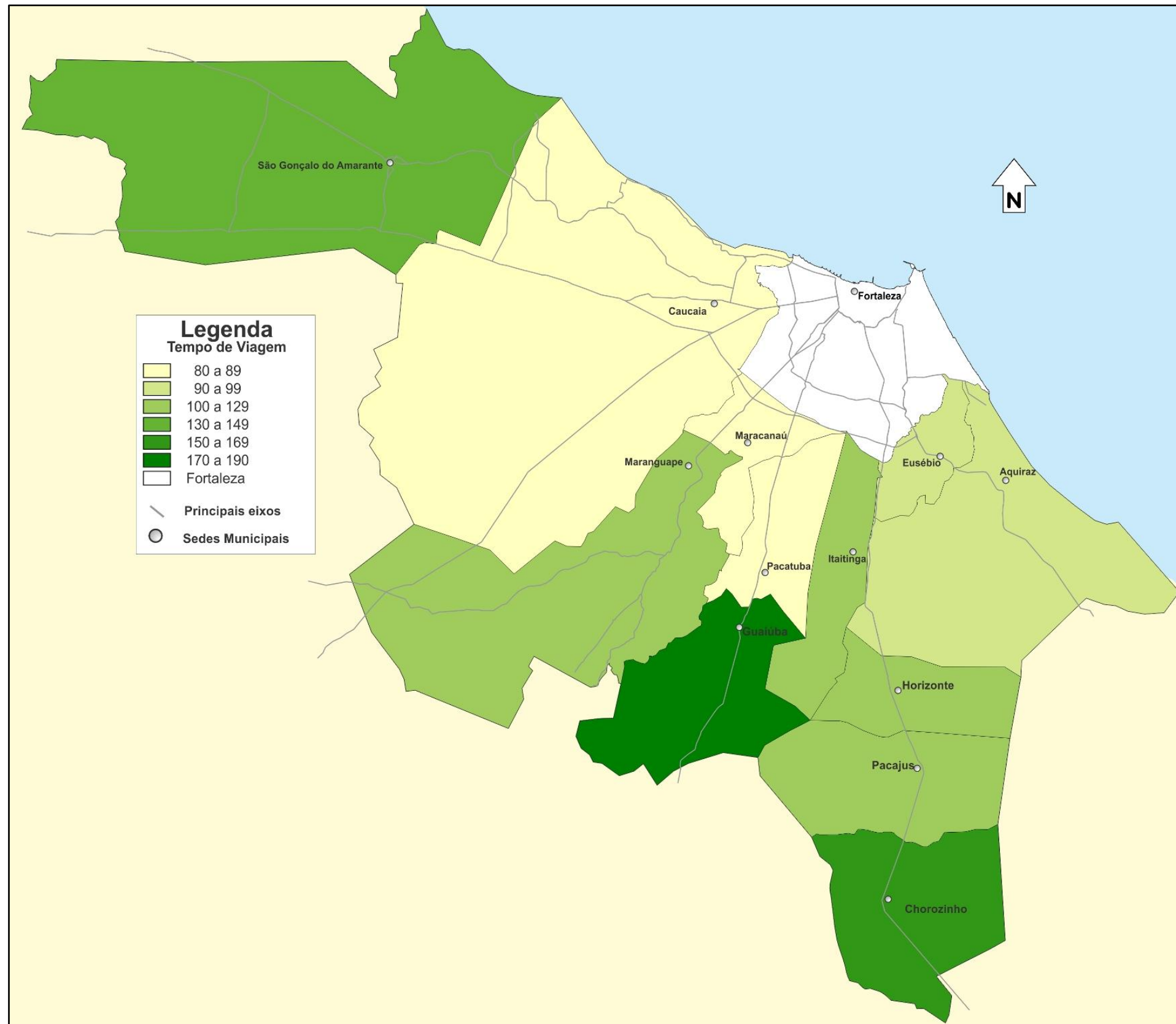


Figura 4.69: Indicador *Tempo de Viagem* por município - Cenário Proposto

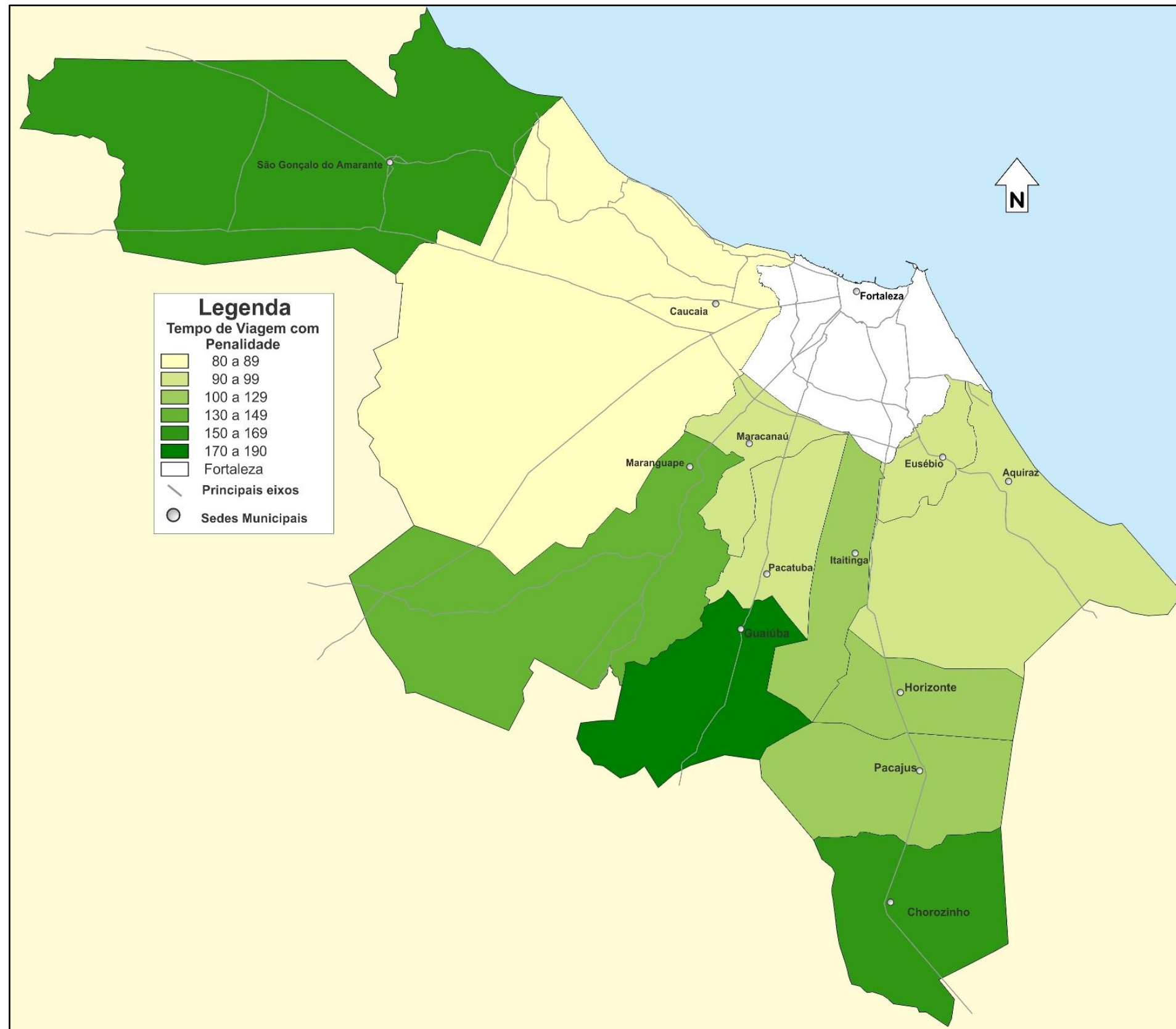


Figura 4.70: Indicador *Tempo de Viagem com Penalidade* por município - Cenário Proposto

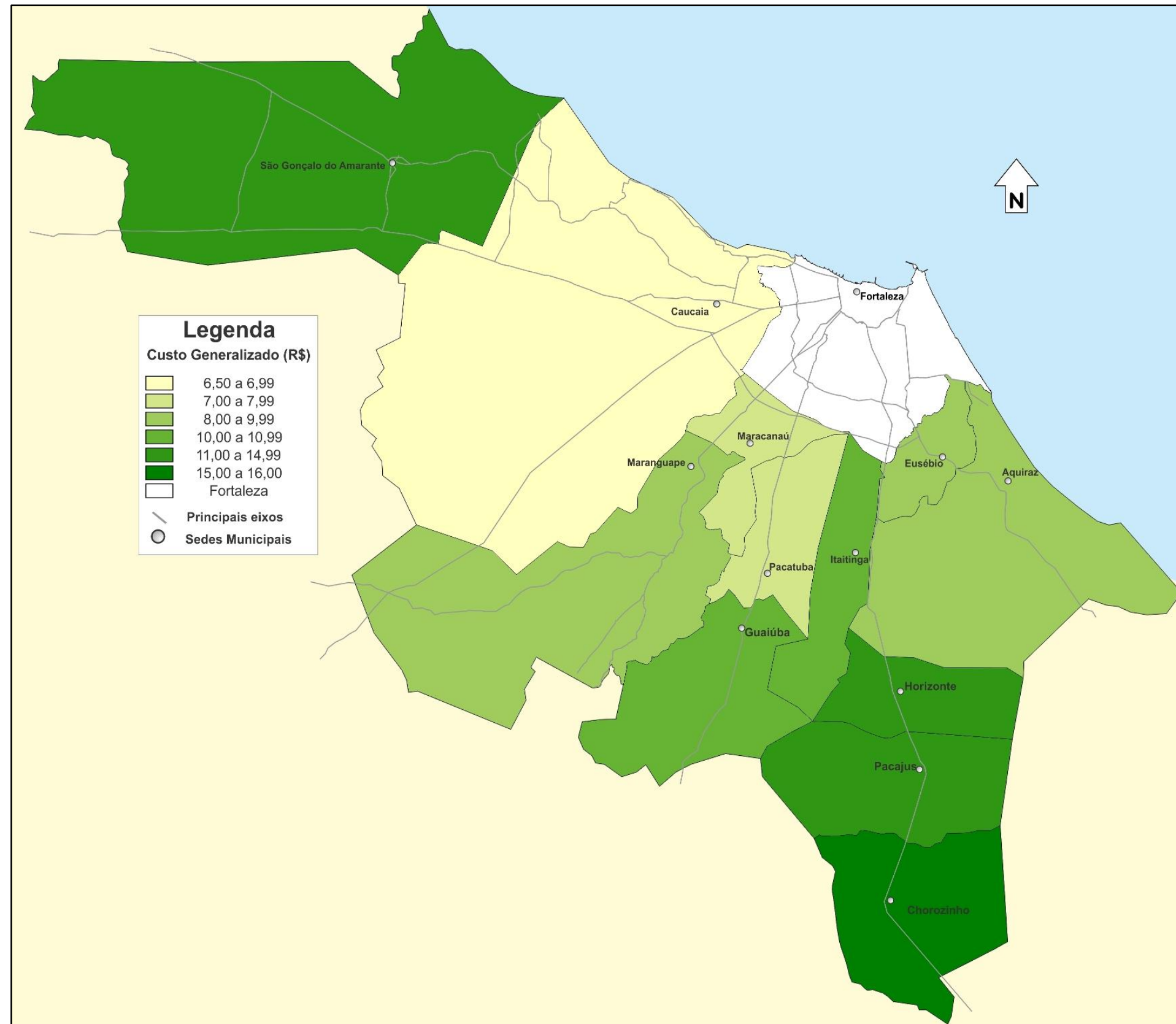


Figura 4.71: Indicador *Custo Generalizado* por município - Cenário Proposto

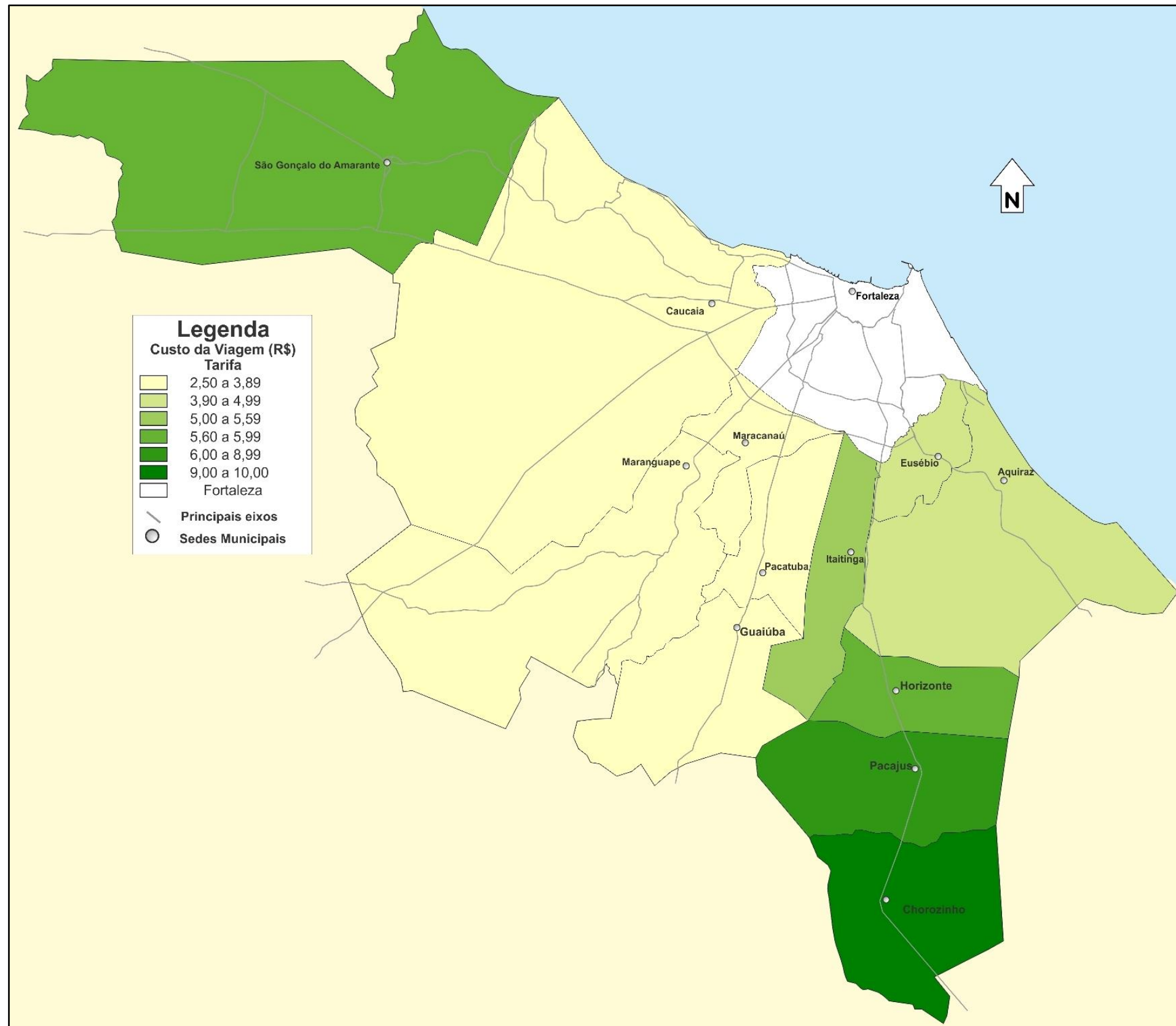


Figura 4.72: Indicador *Custo de Viagem* por município - Cenário Proposto

Também foi realizada a análise para avaliar a acessibilidade à determinadas zonas de interesse, com o objetivo de verificar a capacidade que os usuários tem de acessar as principais regiões da RMF a partir do sistema de transporte modelado. Como já destacado no item anterior, elencou-se como área de interesse os bairros Centro, Aldeota, Edson Queiroz e Messejana em Fortaleza, o Distrito Industrial em Maracanaú e o Porto do Pecém em São Gonçalo do Amarante. Os quadros a seguir apresentam a compilação dos dados dessa análise.

Quadro 4.36: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Centro em Fortaleza

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	85	27
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	88	29
Custo Generalizado (R\$)	6,80	2,00
Custo de Viagem (R\$)	2,75	1,00

Quadro 4.37: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Aldeota em Fortaleza

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	121	23
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	128	27
Custo Generalizado (R\$)	8,60	1,90
Custo de Viagem (R\$)	3,20	1,00

Quadro 4.38: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Messejana em Fortaleza

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	110	39
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	118	45
Custo Generalizado (R\$)	9,20	2,30
Custo de Viagem (R\$)	4,10	1,80

Quadro 4.39: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Edson Queiroz em Fortaleza

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	139	27
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	145	31
Custo Generalizado (R\$)	9,00	1,20
Custo de Viagem (R\$)	3,34	1,00

Quadro 4.40: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Distrito Industrial em Maracanaú

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	75	28
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	81	33
Custo Generalizado (R\$)	6,80	2,30
Custo de Viagem (R\$)	2,60	1,30

Quadro 4.41: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao Pecém em São Gonçalo do Amarante

Indicador	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	333	44
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	359	57
Custo Generalizado (R\$)	18,00	3,70
Custo de Viagem (R\$)	6,00	1,90

Quadro 4.42: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Centro em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz		Caucaia		Chorozinho		Eusébio		Guaiúba		Horizonte	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	126	23	81	21	200	0	103	24	200	26	115	10
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	126	23	81	21	200	0	104	28	214	26	115	10
Custo Generalizado (R\$)	9,50	1,30	6,10	1,20	17,90	0,00	8,70	1,70	13,00	1,20	10,60	0,70
Custo de Viagem (R\$)	4,10	0,50	2,60	0,30	10,90	0,00	4,00	0,50	5,00	0,50	5,50	0,00

Quadro 4.43: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Centro em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga		Maracanaú		Maranguape		Pacajus		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	118	9	76	25	124	64	126	9	80	15	153	23
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	118	9	83	31	137	69	126	9	93	14	153	23
Custo Generalizado (R\$)	7,00	0,70	6,90	2,10	9,80	2,90	12,90	0,30	7,20	0,80	12,30	1,70
Custo de Viagem (R\$)	2,60	0,00	2,40	0,70	3,60	0,90	7,80	0,00	2,90	0,40	6,40	0,90

Quadro 4.44: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Aldeota em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz		Caucaia		Chorozinho*		Eusébio		Guaiúba		Horizonte	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	128	24	121	16	-	0	123	26	269	0	147	12
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	128	24	125	20	-	0	123	26	283	0	147	12
Custo Generalizado (R\$)	10,80	2,60	7,70	1,20	-	0,00	10,30	1,30	17,20	0,00	13,00	0,40
Custo de Viagem (R\$)	4,30	0,70	2,80	0,50	-	0,00	3,90	0,00	4,50	0,00	5,50	0,00

*Não foi detectada viagem para o bairro Aldeota

Quadro 4.45: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Aldeota em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga		Maracanaú		Maranguape		Pacajus		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	141	5	112	27	159	43	167	0	113	21	201	17
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	141	6	126	35	174	49	167	0	137	16	201	17
Custo Generalizado (R\$)	10,40	1,10	9,60	1,70	11,70	1,90	15,50	0,20	10,40	0,80	16,80	0,40
Custo de Viagem (R\$)	3,30	0,50	3,20	1,20	4,30	1,40	7,80	0,00	4,70	1,00	6,90	0,00

Quadro 4.46: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Messejana em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz		Caucaia		Chorozinho		Eusébio		Guaiúba*		Horizonte	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	101	12	140	13	160	0	60	12	-	0	79	2
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	101	12	165	16	160	0	60	12	-	0	79	2
Custo Generalizado (R\$)	10,40	1,10	9,90	0,90	17,10	0,00	7,40	0,70	-	0,00	9,90	0,10
Custo de Viagem (R\$)	5,00	0,70	3,80	0,70	10,90	0,00	3,90	0,00	-	0,00	5,50	0,00

*Não foi detectada viagem para a Messejana.

Quadro 4.47: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Messejana em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga		Maracanaú		Maranguape*		Pacajus		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante*	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	76	5	139	30	-	0	95	0	119	6	-	0
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	76	5	153	28	-	0	95	0	119	5	-	0
Custo Generalizado (R\$)	6,00	0,10	8,70	1,00	-	0,00	12,40	0,00	8,60	1,50	-	0,00
Custo de Viagem (R\$)	2,60	0,00	2,80	0,60	-	0,00	7,80	0,00	3,00	1,70	-	0,00

*Não foi detectada viagem para o bairro Messejana.

Quadro 4.48: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Edson Queiroz em Fortaleza (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz		Caucaia		Chorozinho*		Eusébio		Guaiúba*		Horizonte	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	84	11	145	19	-	0	84	0	-	0	171	0
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	84	11	151	22	-	0	84	0	-	0	171	0
Custo Generalizado (R\$)	8,20	0,50	10,00	1,10	-	0,00	8,30	0,00	-	0,00	14,5	0,00
Custo de Viagem (R\$)	3,90	0,00	3,20	1,00	-	0,00	3,90	0,00	-	0,00	5,5	0,00

*Não foi detectada viagem para o bairro Edson Queiroz.

Quadro 4.49: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao bairro Edson Queiroz em Fortaleza (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga		Maracanaú		Maranguape		Pacajus*		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante*	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	139	0	138	26	174	7	-	0	172	0	-	0
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	147	0	160	32	202	7	-	0	189	0	-	0
Custo Generalizado (R\$)	10,8	0,0	10,5	1,0	11,9	0,8	-	0,0	11,6	0,0	-	0,0
Custo de Viagem (R\$)	4,2	0,0	4,0	0,4	4,7	0,1	-	0,0	3,8	0,0	-	0,0

*Não foi detectada viagem para o bairro Edson Queiroz.

Quadro 4.50: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao Distrito Industrial em Maracanaú (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz		Caucaia		Chorozinho*		Eusébio*		Guaiúba		Horizonte*		Fortaleza	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	156	26	99	9	-	0	-	0	140	27	-	0	71	19
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	169	26	113	9	-	0	-	0	140	27	-	0	77	25
Custo Generalizado (R\$)	13,30	2,30	9,60	0,30	-	0,00	-	0,00	7,30	1,10	-	0,00	6,70	1,60
Custo de Viagem (R\$)	6,40	0,80	4,30	0,00	-	0,00	-	0,00	2,20	0,40	-	0,00	2,50	0,90

*Não foi detectada viagem para o Distrito Industrial.

Quadro 4.51: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao Distrito Industrial em Maracanaú (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga*		Maracanaú		Maranguape		Pacajus*		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante*	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	-	0	43	25	78	18	-	0	42	0	-	0
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	-	0	45	29	79	22	-	0	42	0	-	0
Custo Generalizado (R\$)	-	0,00	3,60	1,50	5,60	1,40	-	0,00	4,20	0,00	-	0,00
Custo de Viagem (R\$)	-	0,00	0,80	0,70	1,60	0,70	-	0,00	1,80	0,00	-	0,00

*Não foi detectada viagem para o Distrito Industrial.

Quadro 4.52: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao Pecém em São Gonçalo do Amarante (Aquiraz, Caucaia, Chorozinho, Eusébio, Guaiúba e Horizonte)

Indicador	Aquiraz*		Caucaia		Chorozinho*		Eusébio*		Guaiúba*		Horizonte*		Fortaleza	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	-	0	291	46	-	0	-	0	-	0	-	0	340	27
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	-	0	300	52	-	0	-	0	-	0	-	0	370	35
Custo Generalizado (R\$)	-	0,00	13,90	3,30	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	18,80	1,90
Custo de Viagem (R\$)	-	0,00	3,70	1,50	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	6,50	1,00

*Não foi detectada viagem para o Pecém.

Quadro 4.53: Indicadores Cenário Proposto - Viagens Metropolitanas com destino ao Pecém em São Gonçalo do Amarante (Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante)

Indicador	Itaitinga*		Maracanaú		Maranguape		Pacajus*		Pacatuba		São Gonçalo do Amarante	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Tempo de Viagem (min.)	-	0	382	13	398	0	-	0	389	0	-	0
Tempo de Viagem com Penalidade (min.)	-	0	429	17	446	0	-	0	438	0	-	0
Custo Generalizado (R\$)	-	0,00	22,50	1,20	24,00	0,00	-	0,00	23,90	0,00	-	0,00
Custo de Viagem (R\$)	-	0,00	7,90	0,60	9,20	0,00	-	0,00	9,30	0,00	-	0,00

*Não foi detectada viagem para o Pecém.

Após a compilação dos indicadores, foi estimada demanda de passageiros por área de operação. Destaca-se entretanto que estas demandas foram estimadas a partir da matriz OD sintética, ou seja, não estão computadas possíveis novas viagens oriunda de uma demanda reprimida existente atualmente.

O Quadro 4.54 apresenta a quantidade de usuários estimadas por dia, semana e ano. Estima-se que o sistema metropolitano transportará cerca de 170 mil passageiros por dia, um milhão por semana e 55 milhões por ano. Verifica-se que a Área de Operação 03 possui a maior demanda de passageiros, seguida pela área de operação 02, 01 e 04, respectivamente.

Quadro 4.54: Demanda estimada de passageiros por Área de Operação

Área de Operação	Volume diário ajustado	Volume médio semanal	Volume médio anual
1	37.000	233.000	12.121.000
2	50.000	313.000	16.287.000
3	60.500	363.000	18.876.000
4	23.000	138.000	7.176.000

No caso particular da Área de Operação 03 os dados de demanda foram segregados em função do tipo de transporte: Metrô e Ônibus (Ver Quadro 4.55 e Figura 4.72). Nesta área de operação, o sistema rodoviário transportará 43.000 passageiros por dia e o ferroviário 50.000. Cerca de 32.500 passageiros, ou 54% da demanda, realizarão integração entre os dois modais para alcançar o destino final da viagem.

Quadro 4.55: Demanda estimada de passageiros da Área de Operação 03 por modo de transporte

Modo de transporte	Volume diário ajustado	Volume médio semanal	Volume médio anual
Ônibus apenas	10.500	63.000	3.276.000
Ônibus e Metrô	32.500	195.000	10.140.000
Metrô apenas	17.500	105.000	5.460.000

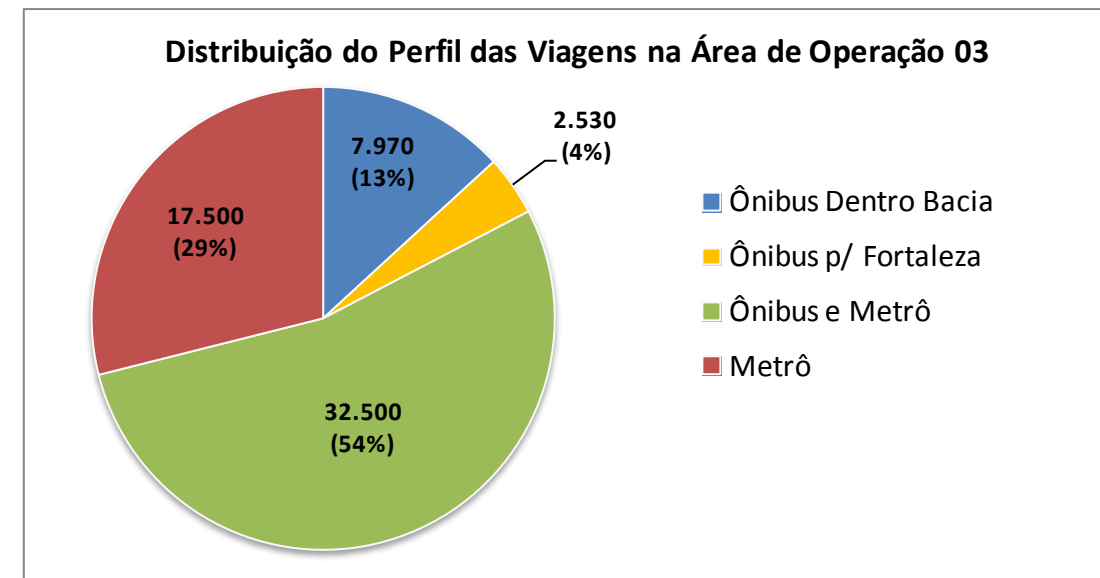


Figura 4.73: Demanda estimada de passageiros da Área de Operação 03 por modo de transporte

4.5.2.3. Dimensionamento da frota das linhas propostas

Após a compilação dos resultados da alocação do cenário proposto, realizou-se o dimensionamento da frota de veículos (oferta) de cada linha metropolitana proposta. Neste caso, considerou-se que a frota operante dimensionada para o período da modelagem (pico da manhã) atenderia de forma satisfatória a demanda ao longo do dia.

Inicialmente, foi identificada a frequência de viagens necessárias para atender a demanda de passageiros modelada. Para tanto, foram especificados o ônibus e o miniônibus como veículos de projeto e definidos seus respectivos níveis de ocupação máxima de passageiros. Para os ônibus considerou-se uma ocupação máxima satisfatória de 70 passageiros por viagem. Já para os miniônibus foi estabelecida uma ocupação máxima de 30 passageiros. A frequência de viagens foi obtida a partir da equação 4.1.

$$f_i = \frac{\Omega_i}{C} \quad (4.1)$$

Em que:

f_i : Frequência de viagens para atender a demanda de passageiros durante o pico da manhã da linha i (viagem);

Ω_i : Carregamento de passageiros no trecho crítico durante o pico da manhã da linha i (passageiros).

c: Ocupação máxima de passageiros por veículo de projeto (passageiros/viagem);

A partir da frequência, calculou-se o intervalo entre as viagens (*headway*) e em seguida a quantidade de veículos necessários em cada linha a partir das Equações 4.2 e 4.3 para atender a demanda do pico da manhã. A primeira equação é utilizada quando o tempo de pico é maior ou igual ao tempo de ciclo da viagem ($T_p \geq T_c$) e a segunda quando o tempo de pico é menor que o tempo de ciclo ($T_p < T_c$).

Quando $T_p \geq T_c$:

$$N_i = \frac{T_{c_i}}{H_{p_i}} \quad (4.2)$$

Em que:

- N_i : Número de Veículos necessário para a linha i ;
- T_{c_i} : Tempo de ciclo de uma viagem da linha i (minutos);
- H_{p_i} : Intervalo entre veículos na linha i durante o pico (minutos).

Quando $T_p < T_c$:

$$N_i = \frac{T_{c_i}}{H_{p_i}} + \frac{T_{c_i} + T_{p_i}}{H_{s_i}} \quad (4.3)$$

Em que:

- N_i : Número de Veículos necessário para a linha i ;
- T_{c_i} : Tempo de ciclo de uma viagem da linha i (minutos);
- T_{p_i} : Tempo de pico (minutos);
- H_{p_i} : Intervalo entre veículos na linha i durante o pico (minutos);
- H_{s_i} : Intervalo entre veículos na linha i após o pico (minutos).

Esse dimensionamento foi realizado para quatro cenários distintos, a saber:

- Cenário 0: Cenário de referência somente com ônibus;
- Cenário 1: Miniônibus somente nas linhas com frequência muito baixa, nas demais linhas somente ônibus;
- Cenário 2: 70% a 60% da frota de cada área de operação sendo ônibus e 30% a 40% sendo miniônibus;
- Cenário 3: Paridade na frota entre ônibus e miniônibus.

Os resultados do dimensionamento de cada cenário são apresentados nos quadros a seguir.

Quadro 4.56: Dimensionamento da frota - Cenário 0

Área de operação	Frota Ônibus	Frota Miniônibus
1	78	-
2	86	-
3	59	-
4	71	-
Total	294	-

Quadro 4.57: Dimensionamento da frota - Cenário 1

Área de operação	Frota Ônibus	Frota Miniônibus
1	72	13
2	84	5
3	52	17
4	48	44
Total	256	79

Quadro 4.58: Dimensionamento da frota - Cenário 2

Área de operação	Frota Ônibus	Frota Miniônibus
1	62	35
2	69	37
3	45	36
4	35	73
Total	211	181

Quadro 4.59: Dimensionamento da frota - Cenário 3

Área de operação	Frota Ônibus	Frota Miniônibus
1	58	50
2	62	53
3	41	40
4	32	80
Total	193	223

Em seguida foi definida a quantidade de viagens necessárias ao longo de toda a semana. Esses dados são apresentados nos quadros a seguir.

Quadro 4.60: Quantidade e viagens semanais - Cenário 0

Área de operação	Viagens semanais por Ônibus	Viagens semanais por Miniônibus
1	2.736	-
2	3.551	-
3	4.061	-
4	2.211	-
Total	12.559	-

Quadro 4.61: Quantidade e viagens semanais - Cenário 1

Área de operação	Viagens semanais por Ônibus	Viagens semanais por Miniônibus
1	2.609	216
2	3.516	71
3	3.868	383
4	1.430	1.524
Total	11.423	2.194

Quadro 4.62: Quantidade e viagens semanais - Cenário 2

Área de operação	Viagens semanais por Ônibus	Viagens semanais por Miniônibus
1	2.147	1.140
2	2.861	1.380
3	3.257	1.600
4	1.000	2.385
Total	9.265	6.505

Quadro 4.63: Quantidade e viagens semanais - Cenário 3

Área de operação	Viagens semanais por Ônibus	Viagens semanais por Miniônibus
1	1.892	1.648
2	2.493	2.116
3	3.034	2.047
4	906	2.572
Total	8.325	8.383

A partir da quantidade de viagens semanais foi possível calcular o Percurso Médio Anual (PMA) para os dois tipos de veículos em cada área de operação. Os quadros a seguir apresentam este indicador.

Quadro 4.64: Percurso Médio Anual por veículo - Cenário 0

Área de operação	PMA ônibus	PMA Miniônibus
1	92.848	-
2	75.759	-
3	107.802	-
4	132.511	-

Quadro 4.65: Percurso Médio Anual por veículo - Cenário 1

Área de operação	PMA ônibus	PMA Miniônibus
1	90.336	95.462
2	75.303	77.023
3	110.741	70.269
4	146.231	107.384

Quadro 4.66: Percurso Médio Anual por veículo - Cenário 2

Área de operação	PMA ônibus	PMA Miniônibus
1	88.626	93.110
2	75.385	71.148
3	105.234	89.852
4	144.465	118.590

Quadro 4.67: Percurso Médio Anual por veículo - Cenário 3

Área de operação	PMA ônibus	PMA Miniônibus
1	83.809	90.365
2	73.562	73.835
3	108.635	94.995
4	141.310	121.499

5. Definição da Política Tarifária

A política tarifária foi definida por meio de reuniões técnicas realizadas com o Grupo Decisor. A metodologia para a tomada de decisão foi apresentar ao grupo os vários cenários possíveis para a política tarifária da RMF e seus possíveis desdobramentos, bem como os prós e contras de cada situação sobre o ponto de vista técnico.

A partir destas informações e de algumas simulações relativas a receitas, custos e estimativas de tarifas o Grupo Decisor chegou a algumas indicações e decisões.

Alem de apresentar a política tarifária proposta se faz neste relatório uma breve explanação conceitual com vistas a facilitar o entendimento e justificar os cenários propostos e a escolha realizada.

5.1. Conceito e Escopo da Política Tarifária

A tarifa, bem como o preço público, é a remuneração paga pelo usuário por utilizar determinado serviço público divisível e específico. O que diferencia a tarifa do preço público é que a primeira é receita do particular. Nos transportes públicos não é diferente.

Mesmo não havendo uma formulação explícita, as tarifas no setor de transportes acabam por refletir uma política tarifária do setor e esta, por sua vez, está associada a outras políticas públicas.

Entenda-se como política pública, como bem define NTU (2005), um conjunto de ações que manifesta uma determinada maneira de intervenção do Estado em relação a um aspecto de suas responsabilidades ou questões/problemas que despertam a atenção e o interesse de mobilização dos diferentes atores da sociedade civil.

Dentro deste contexto e segundo VERRONI e FLEURY (2011), outros aspectos ou políticas públicas estão associadas à política tarifária do setor de transportes. Destas destaca-se:

- Política Social: atendimento à população de baixa renda, idosos, estudantes e objetivos finais do transporte coletivo;
- Política de transporte: incentivo ao uso e a forma de uso do transporte público;
- Política fiscal: necessidades de aportes públicos / equilíbrio do sistema;
- Política urbana: uso do transporte público como forma de incentivo a determinados padrões de desenvolvimento urbano;
- Estratégia de marketing: bases de competição contra modais alternativos: autos, clandestinos e outras formas de transporte;
- Estratégia de incentivos: definição do perfil desejado de operador do sistema.

Segundo a NTU (2005) para a formulação da política tarifária de transportes devem se definir os seguintes aspectos:

- Objetivos da política tarifária: resultados que se espera com a aplicação da política;
- Estrutura tarifária: maneira de cobrar pelos serviços, envolvendo o nível de preços, as estratégias de cobrança e as opções de pagamento;
- Tecnologia de cobrança: ferramentas utilizadas para operacionalizar a venda de bilhete e o controle do pagamento de tarifas.

5.1.1. Objetivos da Política Tarifária

Toda política tarifária de transporte público traz em seu cerne, de forma explícita ou implícita, um conjunto de objetivos gerais que podem ser agrupados em 3 classes: objetivos econômicos, objetivos financeiros e objetivos sociais. No momento em que estes são estabelecidos, obtêm-se o relacionamento e o grau de influência dessa política com as demais políticas públicas e estratégias citadas no item anterior.

Os objetivos financeiros normalmente dizem respeito à cobertura dos custos das empresas operadoras da operação do serviço de transporte e de serviços complementares. Os objetivos econômicos em sua maior parte tratam da indução a que escolhas dos usuários ocorram de forma economicamente ótima ou a aspectos relacionados a indução de desenvolvimento econômico advindo da oferta de transporte. E por sua vez, os objetivos

sociais, dizem respeito à redistribuição de renda e a inclusão social e se misturam a objetivos de políticas sociais e urbanas.

Segundo a NTU (2005), o ponto de vista financeiro representado pela cobertura dos custos operacionais pelos passageiros pagantes foi, até recentemente, o único objetivo de política tarifária na maioria das cidades brasileiras.

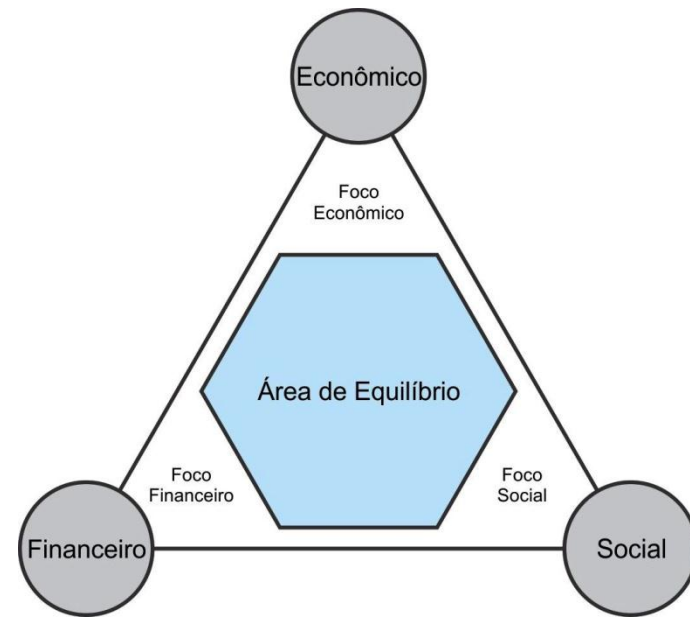


Figura 5.1: Posicionamento da política tarifária frente a seus objetivos. Fonte NTU (2005)

5.1.2. Estrutura Tarifária

Ao tratarmos de alternativas de política tarifária, cabe inicialmente consolidar dois conceitos que versam sobre o tema:

- Tarifa de Uso ou Utilização: tarifa paga pelo usuário para acessar o sistema de transporte, de acordo com a sua categorização dentro da política tarifária vigente em suas diversas vertentes;
- Tarifa de Remuneração: É a tarifa recebida pelos operadores privados pela prestação dos serviços na forma, quantidade e qualidade definida pelo Poder Concedente nos diversos instrumentos contratuais e na norma legal que permeia o setor, podendo haver diversas fontes pagadoras, dentre as quais a tarifa paga pelo usuário, subvenções operacionais ou contraprestação pecuniária, em um modelo de Parceria Público Privada.

A primeira questão colocada no âmbito da política tarifária é se a tarifa de uso será igual ou não à tarifa de remuneração. A partir desta questão, diversos são os cenários possíveis de construção da política tarifária. A figura a seguir sintetiza as várias alternativas de política tarifária que poderão ser praticadas a partir de diferentes combinações de tarifa de remuneração com a tarifa de utilização.



Figura 5.2: Alternativas de estrutura tarifária

Considerando a situação em que a tarifa de utilização é igual à tarifa de remuneração (ou seja, a remuneração da empresa operadora advém integralmente da tarifa paga pelo usuário), caberá apenas estruturar a forma final da tarifa paga pelo usuário. As principais questões a ser definidas são:

- Tarifa única para todo o sistema ou tarifa diferenciada de acordo com a distância percorrida pelo usuário?
- Quais usuários possuem direito a gratuidade ou a descontos tarifários?
- Haverá diferenciação não discriminatória da política tarifária, como por exemplo, tarifa diferenciada por faixa horária, compra antecipada ou frequência de uso?
- Qual agente possui a discricionariedade para propor e implementar políticas tarifárias diferenciadas, o Poder Concedente ou a empresa operadora?

Note-se que estas questões deverão ser avaliadas, detalhadas e definidas de acordo com os diversos indicadores associados a cada uma das vertentes de transporte público citadas no capítulo precedente.

Quanto às políticas sociais envolvidas na estruturação da política tarifária do sistema, podemos apresentar os seguintes comentários:

- Gratuidades: Deve ser previsto o atendimento à obrigação constitucional, associada a usuários de mais de 65 anos e deficientes físicos. Contudo, políticas específicas podem reduzir idade mínima ou passar a abranger novas categorias;
- Estudantes e professores devem, por definição, contar com sistemas específicos, vales ou descontos tarifários;
- Não há políticas de transporte sistêmicas que favoreçam usuários de baixa renda.

Em um segundo caso, em se desvinculando a tarifa de utilização da tarifa de remuneração das empresas operadoras, o leque de opções para cada uma das variáveis se abre e as alternativas que resultam das combinações diversas se multiplicam. Haverá maior flexibilidade para a adoção de políticas sociais com base na política tarifária, uma vez que o seu objetivo não mais será maximizar o resultado financeiro do sistema, ou ao menos garantir seu equilíbrio. Ao mesmo tempo, o critério de remuneração das empresas operadoras deverá contribuir de forma decisiva para o atendimento aos objetivos do sistema. As combinações de política tarifária poderão adequar-se ou não aos os objetivos prioritários preconizados pelo Poder Concedente para o sistema de transporte público de passageiros. A seguir são abordadas algumas questões associadas à política de utilização e à política de remuneração.

5.1.3. Tarifa de Uso Igual à Tarifa de Remuneração

As situações mais frequentes em que a remuneração do operador se dá pela tarifa de remuneração são:

- Serviços com contratos precários, situação esta observada em muitos sistemas na situação prévia à licitações;
- Similaridade na estrutura de custos das empresas operadoras: produtividade semelhante nos serviços delegados;
- Serviços delegados em lote único, conforme se observa em Municípios de menor porte, sendo necessário agregar a totalidade do sistema como forma de garantir economias de escala;
- Serviços delegados em mais de um lote, porém divisível em subsistemas altamente independentes;
- Possibilidade de delegação de serviços que contemplem “subsídios cruzados”: prestação de serviços rentáveis e deficitários pela mesma empresa, como em sistemas de transporte rodoviário de longo percurso a cargo da União e Estados;
- Sistemas em que a tarifa de utilização é estabelecida como a máxima entre as tarifas de remuneração de diferentes operadores calculadas pelo órgão gestor. Os demais operadores, com tarifas de remuneração calculadas inferiores à tarifa de uso, pagam outorgas fixas ou variáveis para o órgão gestor.

O modelo de tarifa de uso equivalente à tarifa de remuneração possui forte apelo para o setor público, principalmente pelas seguintes características.

- Simplicidade para os usuários, que não precisam considerar razões para a existência de diferentes tarifas;
- Garantia de equilíbrio financeiro para o sistema, visto que eventuais desequilíbrios são absorvidos pelos operadores;
- Ausência de pressões fiscais por complemento de tarifa.

Por outro lado, a autorregulação econômica dos serviços tende a gerar as seguintes implicações:

- Risco de desatendimento de serviços sociais: Empresas desequilibradas podem abandonar os serviços;
- Concentração de mercado: Empresas de baixo custo tendem a comprar empresas de alto custo, com elevados “riscos de transição”; e
- Incentivo à redução excessiva da oferta em casos de brecha na regulamentação ou dificuldade de fiscalização.

Uma questão adicional que se coloca refere-se à impossibilidade de praticar uma política tarifária mais flexível para o usuário, uma vez que haveria natural indeterminação sobre a prerrogativa de cada agente na questão tarifária. Não caberia ao Poder Concedente formular a política tarifária, uma vez que o risco de receita é incorrido pela empresa operadora. Também não caberia ao Poder Concedente delegar por completo a determinação da tarifa ao ente particular, pois esta é uma prerrogativa indelegável do Estado. Assim, a adoção deste modelo acaba por reduzir os graus de liberdade existentes no planejamento da política tarifária.

Isso posto, cabe escolher entre um regime de tarifa única ou uma tarifa que tenha maior correspondência com os custos do sistema. As principais vantagens da tarifa única são:

- Simplicidade de entendimento do sistema pelos usuários;
- Favorece os usuários de baixa renda, que muitas vezes moram em localidades mais distantes do que os usuários de alta renda;
- Favorece uma política urbana de expansão territorial (até o limite da tarifa única).

A principal desvantagem da tarifa única é que esta é pouco competitiva em relação aos modos individuais para viagens curtas e muito competitiva para viagens longas, criando uma distorção na “política mercadológica” do sistema. Assim, o efeito dinâmico que se produz é a elevação dos usuários de longo percurso e a progressiva perda de usuários de curto percurso, o que poderá resultar na desestrutura financeira do sistema.

As tarifas diferenciadas são calculadas com base em tarifa quilométrica exata (como nos sistemas sob gestão da ANTT), por faixa tarifária (maioria dos casos de transporte metropolitano) ou por Anel Tarifário (quando o sistema possui clara característica rádio concêntrica que permita traçar claramente os limites dos anéis). A vantagem deste

modelo é preservar a proporcionalidade entre o preço e uso dos serviços, sendo este elemento um dos pontos críticos para a transparência do sistema.

Segundo a NTU (2004b) a cobrança das tarifas pode ter por base:

- O tipo de trajeto realizado:
 - Distâncias percorridas pelo usuário: o valor da tarifa é proporcional à distância percorrida pelo usuário (tarifa quilométrica ou por seção) ou ao comprimento da linha de transporte utilizada (tarifa por linha); ou, ainda, é definida a partir de uma organização por áreas geográficas (tarifa por zona);
 - Horário de realização da viagem: tarifas para horas de pico e de vale (entre-picos);
 - Ausência de diferenciação em relação ao tipo de trajeto: a tarifa é a mesma para qualquer serviço de transporte (tarifa única), podendo também variar em função do modo utilizado;
- O tipo de usuário do serviço:
 - Diferenciação comercial do usuário: que visa criar tarifas adaptadas aos diferentes segmentos do mercado de transporte, considerando especialmente sua frequência de uso;
 - Diferenciação social: apoiada por princípios de redistribuição de rendas em favor das classes sociais menos favorecidas.

Quanto à política de integração tarifária, cabe tecer as seguintes considerações:

- Observa-se que uma política de integração tarifária adequada, principalmente entre os sistemas municipais e metropolitanos, permite a construção de redes de transporte mais racionais, utilizando o modelo de tronco alimentação ou *hub and spoke*, conforme a configuração dos municípios abrangidos pela região metropolitana. A integração tarifária tem sido utilizada em diversas regiões metropolitanas no Brasil, abrangendo a totalidade do sistema ou apenas parte do mesmo;
- A tarifa integrada representa forte incentivo ao uso do sistema, mas cria o risco equivalente de “sobreuso”. No caso, os usuários passam a fazer viagens mais

longas por utilizarem o sistema integrado do que viagens mais racionais (diretas) como seria o caso em um sistema não integrado.

Um dos pontos de maior complexidade observados em todo o Brasil e no exterior refere-se à política de integração entre sistemas sob gestão de diferentes entes públicos, particularmente no caso de sistemas municipais e metropolitanos. Existem três formas jurídicas praticadas no Brasil visando à perfeita integração dos sistemas de transporte municipais ou metropolitanos.

- Em Recife, no início da década de 1980, a municipalidade delegou para o Estado, por meio da EMTU – PE, a gestão do sistema municipal. O planejamento municipal e metropolitano passou a ser feito em conjunto;
- Em 2007 o esgotamento do modelo precedente fez com que a opção passasse a ser em favor de um Consórcio Metropolitano, constituído pelo Estado e pelas Prefeituras que viessem a aderir ao Consórcio. Por hora, apenas Recife e Olinda fazem parte do Consórcio Metropolitano, mas as características conceituais deste modelo o fazem o mais recomendado para a gestão destes sistemas; e
- Em Curitiba, o sistema metropolitano está sob gestão da municipalidade, que tem sobre o mesmo a responsabilidade operacional e financeira.

5.1.4. Tarifa de Remuneração independente da tarifa de utilização

As razões mais frequentes em que a remuneração do operador se dá de forma independente tarifa de utilização são:

- Desejo de autonomia do ente público para formular política tarifária sem produzir insegurança jurídica para operadores;
- Maior nível de planejamento público sobre o sistema;
- Sistemas com elevada estrutura de integração física e tarifária;
- Operadores com estruturas de custos distintas (ex., trilhos e pneus).

Normalmente as razões para a formulação de políticas tarifárias independentes (na questão do uso e da remuneração) são mais relevantes do que os motivos que levam à sua vinculação. Assim, na maior parte das regiões metropolitanas observa-se a dissociação entre as duas tarifas.

Neste modelo, a independência entre as duas tarifas faz com que seja necessário institucionalizar a figura jurídica que tratará da arrecadação da tarifa do usuário e da remuneração das empresas operadoras. As estruturas aplicadas mais comuns são a câmara de compensação tarifária e a receita pública.

Salvador institucionalizou em 1992 o Fundetrans, câmara de compensação sob gestão da Secretaria de Transportes e Infraestrutura do Município. Os operadores depositam valor equivalente a 30% da arrecadação diária. A conta compensação é feita pelo custo do passageiro transportado;

Em Recife, a Câmara de Compensação Tarifária, CCT, testou diversos modelos de remuneração para as empresas operadoras. Atualmente a remuneração de cada empresa é calculada a partir de uma fórmula onde 30% dependem do custo intrínseco de cada empresa e 70% da demanda transportada.

Um dos principais desafios das câmaras de compensação tarifária é sustentar o nível da tarifa em patamar suficiente para a cobertura da totalidade dos custos do sistema ao longo de todo o tempo. A CCT em Recife é parte em um processo de elevada monta no qual os operadores apontam a insuficiência de recursos para cobrir os custos das empresas registrados pela própria CCT. No município de São José do Rio Preto, interior de São Paulo, o mesmo fato foi observado. Nestes casos, as possíveis implicações para o futuro do sistema são alarmantes.

Um segundo desafio em câmaras de compensação tarifária é o controle adequado do custo operacional das empresas operadoras. Inicialmente é necessário montar um modelo que “mimetiza” a estrutura de custos de uma empresa. Porém, com o passar dos anos esta estrutura de custos teórica não mais atende à realidade, não sendo viável saber se a estrutura de custos efetiva é inferior ou superior à aplicável pela câmara. Os dois casos são observados em diversas localidades no Brasil, por vezes no mesmo sistema (empresas mais eficientes convivendo com empresas menos eficientes do que os valores registrados na câmara).

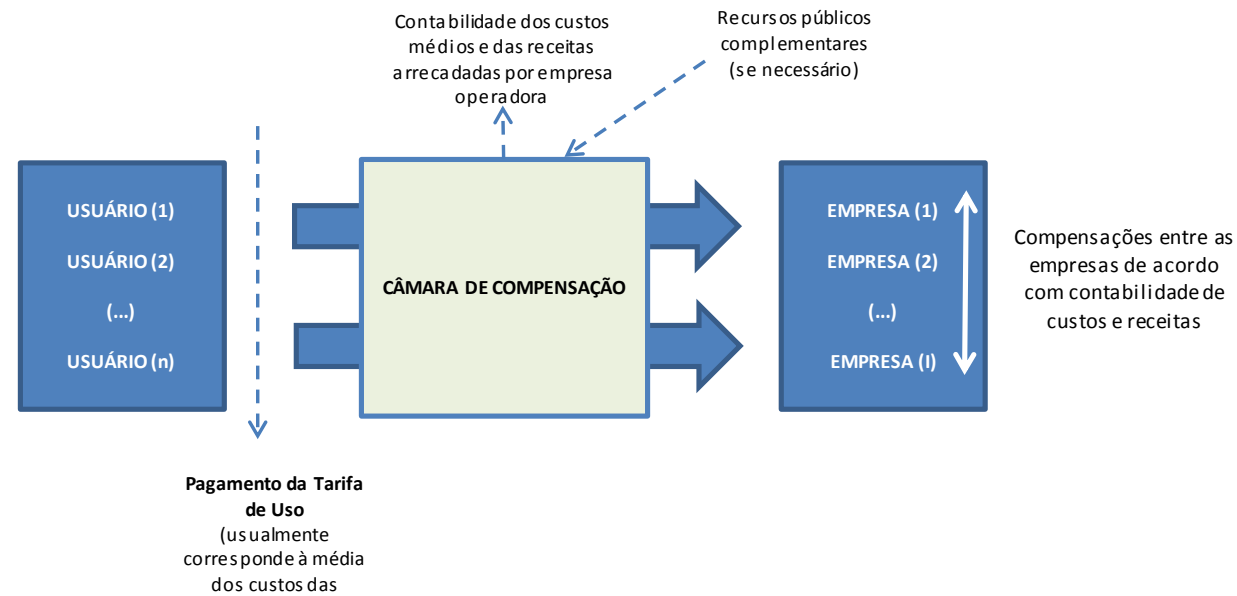


Figura 5.3: Funcionamento das câmaras de compensação

Um segundo modelo adotado é o de receita pública, prevalecente em Curitiba e mais recentemente no Rio de Janeiro. Nestes municípios o ente responsável pela arrecadação tarifária é o Poder Concedente, que posteriormente paga a tarifa de remuneração para as empresas operadoras. Na maioria dos casos, a atividade de arrecadação acaba por ser igualmente delegada, em estruturas contratuais independente da estrutura de delegação da estrutura de operação, conforme a figura apresentada a seguir:

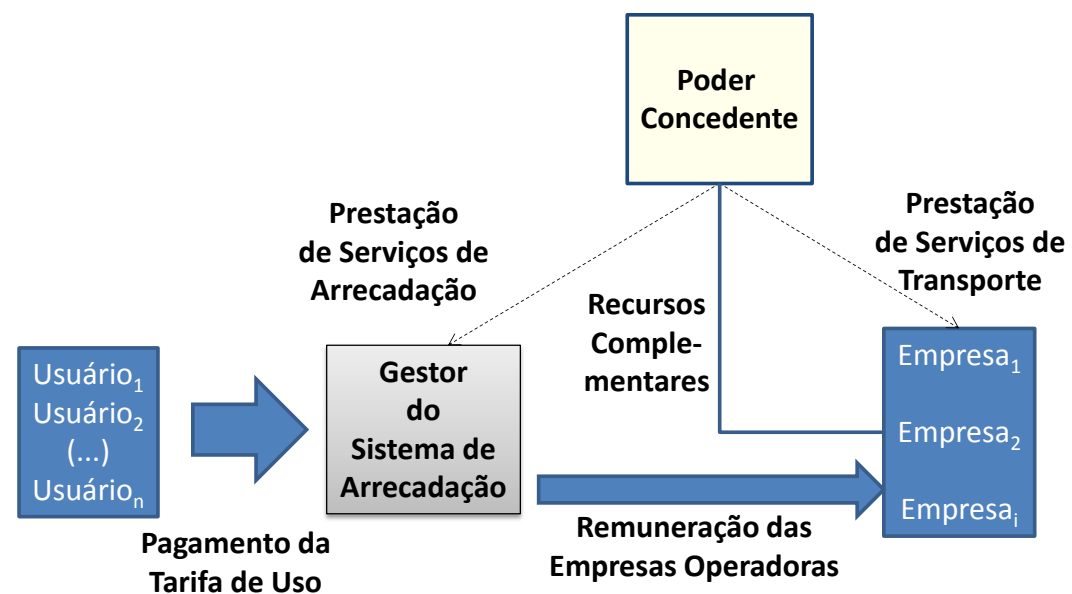


Figura 5.4: Modelo de receita pública

Um terceiro modelo adotado é o subsídio complementar à receita arrecadada pela própria empresa em sua catraca. Nestes casos, não há uma câmara de compensação ou receita pública, apenas o complemento de receita por parte do Poder Concedente em relação à tarifa de remuneração.

Uma observação que se faz, extremamente importante neste estágio, é a rubrica contábil que será utilizada para complementação da tarifa. Como exemplo, a rubrica subvenção operacional possui implicações contábeis e fiscais muito diferentes da rubrica subvenção para investimentos, ainda que ambas tratem simplesmente da transferência de recursos públicos para as empresas operadoras.

5.1.5. Tecnologia de Cobrança e Controle de Acesso

A bilhetagem é definida como o conjunto que abrange políticas tarifárias, organização, equipamentos e recursos humanos envolvidos na arrecadação, distribuição e controle das receitas provenientes da cobrança de tarifas. (Magalhães, 1995)

A aplicação de sistemas de bilhetagem eletrônica ao transporte já é uma realidade nos sistemas urbanos das principais cidades brasileiras. Seu surgimento decorre da evolução natural do uso de tecnologias de informação, as quais vêm facilitando o planejamento e a operação dos sistemas de transporte, além de melhorarem o controle da demanda e da receita, pois as informações contínuas podem ser coletadas utilizando dispositivos de tecnologia da informação, tais como computadores de bordo, receptores GPS, leitores de cartões e impressoras portáteis.

O pagamento da tarifa pode se dar no momento de acesso ao sistema (embarcado ou nos pontos de acesso como terminais e estações) ou de forma antecipada com a utilização de algum tipo de comprovante. Nos meios eletrônicos há uma espécie de aquisição de crédito de forma antecipada, crédito este que é descontado a cada utilização.

A bilhetagem eletrônica possibilita:

- Emissão eletrônica dos bilhetes para os usuários;
- Controle efetivo da demanda, incluindo a identificação de gratuidades e estudantes, origem e destino das viagens;
- Eliminação da evasão de receitas pelo maior controle da receita operacional;
- Possibilidade da aplicação de tarifas diferenciadas conforme programação do órgão gestor;
- Maior agilidade no embarque;
- Redução dos custos operacionais com a agilização do processo de prestação de contas dos agentes de bordo;
- Possibilidade de obtenção de dados que facilitem o gerenciamento da frota.

Com dispositivos de cobrança e controle de acessos associados à dispositivos de localização e comunicação (GPS e GPRS) todas essas capacidades são potencializadas permitindo amplo monitoramento e controle, planejamento e gestão do sistema.

O sistema de bilhetagem automática é constituído pelos seguintes componentes (Campinas, 1996):

- Validador, sendo o equipamento instalado no interior do ônibus, junto à catraca, processando a leitura de fichas, bilhetes ou cartões e permitindo ou não o acesso do passageiro;
- Catraca, que pode ser a mesma utilizada no sistema de transporte antes da automatização, precisando apenas ser ligada ao validador para liberar ou não o acesso do usuário;
- Fichas, Bilhetes ou Cartões, dependendo da tecnologia adotada pela cidade;
- Coletor ou Carregador de dados, equipamento instalado nas garagens com a função de ler as informações contidas no validador ou passá-las a ele por intermédio de raios infravermelho ou rádio-freqüência;
- Central de Operações, composta por microcomputadores e responsável em receber, armazenar e passar as informações dos validadores e dos postos de venda;
- Postos de Venda, que são os locais destinados à comercialização dos cartões.

Os sistemas automatizados para controle de acesso ao transporte público de passageiros possuem uma variedade de alternativas, algumas já em desuso, outras ainda em desenvolvimento. Dentre estas destacam-se:

Cartão resistivo:

Segundo Tancon (2000) esses cartões foram os primeiros a serem utilizados no Brasil, tratando-se de um bilhete de papel cartão que possui pequenas partes demarcadas correspondentes ao número de viagens, onde, em cada utilização, uma dessas partes é picotada.

Segundo Corrêa (1996), pode ser apresentado em duas formas: como cartão unitário ou como cartão múltiplo, contendo no máximo duas viagens.

O validador é um equipamento mecânico que picota o cartão de papel no local correspondente à viagem e aciona o controle da catraca.

Código de barras:

É uma tecnologia voltada para identificação de itens em estabelecimentos comerciais, sendo o código composto por um conjunto de barras de diferentes espessuras e que são lidos por leitores óticos. Em sistemas de transporte público, esse tipo de cartão é limitado à identificação de passageiros previamente cadastrados, que possuem o código de barras inserido em um documento de identificação.

O validador faz a leitura pela passagem do cartão com o código por uma fenda, e por meio de raios infravermelhos, o equipamento verifica a validade.

A indicação da liberação ou não da catraca geralmente é realizada através de sinal sonoro e/ou visual.

Ficha plástica magnetizada

Consiste em uma ficha plástica circular contendo em seu interior uma quantidade de partículas magnéticas, cujas características provocam a leitura pelo equipamento automático. Só pode ser utilizada como passe unitário, mas permite se apresentar em cores distintas para diferentes tipos de passes além de poder ser diferenciada em configurações próprias com o objetivo de identificar o sistema de transporte a que pertence.

O validador aciona o controle da catraca identificando a autenticidade da ficha pelas características magnéticas e óticas.

Ficha metálica

É uma ficha de metal, como pode ser vista na figura 5.5, com características funcionais semelhantes às fichas plásticas magnetizadas.



Figura 5.5: Ficha metálica

Assim como as fichas plásticas, o validador de fichas metálicas também aciona o controle da catraca identificando a autenticidade da ficha pelas características magnéticas e óticas.

Bilhete Edmonson

Trata-se de um bilhete de papel com dimensões de 30, 66 e 0,25 mm, possuindo uma tarja magnética para registrar informações codificadas, sendo possível armazenar até 64 bits. (Corrêa, 1996)

Pode ser utilizado como passe unitário ou múltiplo, possui tipos diferenciados de passe e permite a integração de linhas de ônibus.

É um tipo de cartão utilizado em metrôs, sendo de baixo custo mas descartável, pois não pode ser recarregado. Um exemplo dele está na figura 5.6.

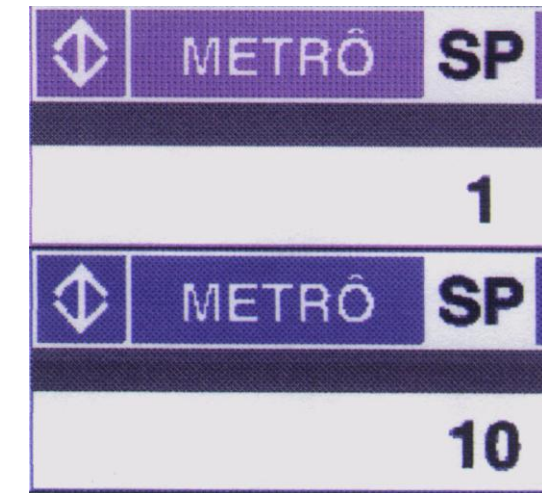


Figura 5.6: Bilhete Edmonson

O bilhete é inserido no equipamento validador e detectado pelo sensor, onde as informações são coletadas através de leitura magnética. A validade do bilhete é conferida e em seguida, a catraca é liberada ou não, conforme sinal sonoro ou visual emitido pela máquina.

Cartão indutivo

É um cartão flexível, padrão ISO, com dimensões de 54, 85 e 0,25 mm, onde são gravados um código de identificação e os créditos de viagens. (Corrêa, 1996)

É composto por uma liga trimetálica, recoberta por uma camada de PVC e que contém anéis microfusíveis, que são queimados a medida que passam pela unidade leitora.

Possui a vantagem de não poder ser regravado, coibindo fraudes, mas sendo descartável, acarreta em maiores custos.

Esse tipo de cartão pode se apresentar das seguintes maneiras:

- Cartão unitário, com crédito para uma viagem;
- Cartão simples, possuindo vários créditos, cada um para uma viagem;
- Cartão integrado, possui um ou mais créditos e permite integração temporal de linhas de ônibus;
- Cartão linha, que é identificado no início e no final da viagem a fim de identificar a linha e sua respectiva tarifa;

- Cartão cobrador, que é utilizado para identificação do cobrador no início e no final de cada viagem;
- Cartão reserva, que é gravado na hora de sua comercialização, quando são gravados o número de créditos, o nível tarifário, código e outras informações.

O validador é composto por uma parte que faz leitura e/ou gravação (queima de microfusível), armazena os dados, possui um microprocessador que controla o sistema, informa aos usuários sobre o número de créditos disponíveis no cartão e aciona o mecanismo de controle da catraca, liberando-a ou não, conforme a validade do cartão.

Cartão magnético

É um tipo de cartão fabricado em papel ou PVC, padrão ISO, possuindo tarja magnética em toda extensão do cartão, como pode ser visto na Figura 3.3, e com capacidade de armazenamento de até 192 bits. Metade da trilha magnética é pré-gravada com o tipo, número de série e data de validade do cartão; e a outra metade contém a data de utilização, saldo de viagens e dígito de conferência, que é regravada e conferida durante sua passagem pelo validador. (Corrêa, 1996)



Figura 5.7: Cartão Magnético

Possui a característica de ser regravável, possibilita o uso de passes múltiplos, as tarifas podem ser diferenciadas e permite a integração tarifária. Além de ser usado pelos usuários para o pagamento da tarifa, esse cartão também pode ser aplicado pelos motoristas, cobradores ou fiscais, como:

Cartão de recolhimento, que permite a retirada de informações armazenadas no validador ao longo da operação;

Cartão de ajuste de relógio, que acerta minuto, hora, dia, mês e ano do relógio;

Cartão de inicialização, que fixa parâmetros iniciais como identificação do carro, identificação do motorista e cobrador, horário de entrada e saída, etc.

A grande desvantagem deste tipo de cartão é a perda das informações contidas em seu interior quando submetido a campos magnéticos.

Os validadores de cartão magnético e bilhete Edmonson possuem praticamente o mesmo princípio de funcionamento.

Primeiramente, o cartão é detectado pelo sensor e as informações nele contidas são coletadas por leitura magnética. Em seguida, a validade do cartão é conferida e a catraca é liberada ou não, através de sinal sonoro e/ou visual. Após a liberação da catraca, o cartão é recodificado e devolvido, caso contrário, é recolhido.

Todas as informações efetuadas, válidas ou inválidas, sobre a operação no validador são registradas com data, hora e número de série do cartão.

Dependendo das informações contidas em sua memória, esses validadores têm capacidade para leitura de cartões múltiplos, permitem a utilização de várias linhas por viagem durante um determinado período de tempo, impedem o acesso de usuários portando cartão falsificado ou contido em lista negra, e ainda comunicam-se com outro equipamento eletrônico para transferência de dados armazenados.

Cartão inteligente com contato (smart card)

É um tipo de cartão, padrão ISO, fabricado em PVC, com um chip eletrônico incorporado (ver Figura 5.8) e diferentes capacidades de armazenamento de informações e, de acordo com a natureza do chip, podem ser cartões de memória com segurança ou cartões microprocessados.

Os cartões de memória com segurança têm capacidade de até 416 bits de memória, onde 348 bits são para aplicação e 68 bits para controle do acesso. Possuem proteção contra adulteração através de senha pessoal e código emissor.

Os cartões microprocessados são utilizados quando há necessidade de maior capacidade de memória (1 a 2 Kbytes). Possui vida útil estimada em 10 mil operações e pode reter dados por um período de 10 anos. (Corrêa, 1996)



Figura 5.8: Cartão Inteligente

O validador é composto de leitora/gravadora de cartões com chips, memória para armazenamento dos dados e um processador que permite ser utilizado como microcomputador de bordo.

Esse equipamento executa todas as operações do validador de cartão magnético e ainda processa as informações dos cartões contidos em sua memória.

Cartão inteligente sem contato (smart card contactless)

É um tipo de cartão, padrão ISO, com capacidade de até 8 Kbytes, fabricado em PVC e com acesso aos dados protegido contra ações fraudulentas. (Corrêa, 1996)

As informações contidas no cartão podem ser lidas à distância através de rádio-freqüência, não necessitando de contato direto com o equipamento leitor.

Possui vida útil estimada em 100 mil operações de escrita e um número ilimitado de operações de leitura.

Ambos os tipos de cartão inteligente permitem uso em outras áreas, podendo ser utilizados em bancos, escolas, hospitais, etc., devido a sua alta capacidade de memória.

A leitura de informações nesse tipo de validador é feita por rádio-freqüência e sua lógica operacional é semelhante aos validadores de cartões magnéticos e inteligentes com contato.

Segundo Corrêa (1996), a operação do processamento do cartão é desempenhada por meio de dispositivos adequados para a execução das seguintes funções:

- Apresentação do cartão à antena instalada na parte frontal do validador;
- Leitura das informações contidas no bilhete por meio de rádio-freqüência;
- Conferência da validade do bilhete;
- Tomada de decisão, por meio de circuito lógico, conforme o tipo de bilhete apresentado;
- Indicação visual e sonora da tomada de decisão;
- Recodificação do cartão por meio de rádio-freqüência;
- Liberação ou travamento da catraca conforme a validação do cartão.

As informações obtidas pelo sistema de bilhetagem, associadas ou não a um sistema de localização podem ser coletadas e armazenadas de várias formas de acordo com a tecnologia adotada por isso ela pode ser manual, semi-automática ou automática.

Coleta Semi-Automática

Esse tipo de coleta pode ser feita através de cartões de recolhimento, como no caso da utilização de cartões magnéticos, onde o validador transfere para o cartão todas as informações armazenadas durante a operação do veículo.

Outra forma de coleta semi-automática é realizada por um funcionário portando um micro-coletor que é conectado ao validador e armazena as informações nele contidas para depois transferi-las para o computador onde os dados são processados.

Coleta Automática

A coleta automática consiste em um dispositivo acoplado ao veículo, que através de antenas instaladas na garagem, transfere as informações do validador para o computador na garagem da empresa.

Em sistemas de bilhetagem que fazem uso de cartões magnéticos ou inteligentes é possível a utilização de rastreadores instalados em pontos estratégicos ao longo do percurso, permitindo às empresas obter a localização dos veículos e informações de embarque de passageiros em cada ponto e em tempo real.

A ARCE e o DETRAN estão desenvolvendo um sistema de informações que entre outros objetivos irá se apropriar destas informações citadas e definir as características obrigatórias a cada equipamento.

5.2. Política Tarifária Vigente

O sistema metropolitano de transporte rodoviário de passageiros do Ceará atende os seguintes municípios integrantes da Região Metropolitana de Fortaleza: Fortaleza; São Gonçalo do Amaranto; Caucaia; Pacatuba; Pacajus; Horizonte; Eusébio; Aquiraz; Itaitinga; Guaiuba; Chorozinho; Maracanaú e Maranguape. As linhas que servem tais municípios são operadas por 11 (onze) empresas e são enquadradas pelo Departamento Estadual de Trânsito do Ceará (DETRAN-CE) em 6 (seis) "anéis tarifários"², cujas distâncias médias são apresentadas na tabela seguir:

Quadro 5.1: Distâncias médias de cada anel tarifário

	Distância Média (Km)
Anel 1	18,13
Anel 2	24,53
Anel 3	31,99
Anel 4	42,95
Anel 5	48,87
Anel 6	68,00

O objetivos dos anéis tarifários são: garantir o princípio da cobrança proporcional a extensão do deslocamento e facilitar a cobrança das passagens, pois seria inviável a cada ponto de embarque/desembarque cobrar uma tarifa diferente.

Uma alternativa a essa forma de cobrança seria a tarifa única de maneira semelhante a lógica usada em Fortaleza, entretanto isso implicaria em forte subsídio cruzado entre os usuários mais próximos da Capital e os mais distantes.

²además, o segmento metropolitano dos serviços de transporte rodoviário de passageiros compreende a realização de operações específicas, tais como, aquelas relativas aos seccionamentos em um mesmo "anel tarifário" e às viagens noturnas realizadas a partir de horário determinado pelo Órgão Gestor ("corujão").

A partir do coeficiente tarifário estabelecido em revisões tarifárias (expresso em R\$/Km x Passageiros) multiplica-se a quilometragem média de cada anel por tal valor, resultando na tarifa a ser paga pelo usuário final.

Assim, após um dado processo de revisão tarifária definia-se um novo coeficiente tarifário médio, a partir do qual resultava na alteração das tarifas dos seis anéis referidos.

Com relação aos instrumentos tarifários ora à disposição dos agentes públicos e privados que compõem o setor, tem-se os reajustes e revisões.

Reajuste tarifário, de acordo com Souza Jr. (2004), é uma ferramenta que permite a manutenção do pré-estabelecido patamar de equilíbrio econômico-financeiro, mediante atualização monetária das tarifas. Logo, reajustes ligam-se intimamente à perda de valor real das tarifas pela inflação. A ARCE tem a competência de homologar os cálculos de reajustes realizados pelo Departamento Estadual de Trânsito do Ceará (DETRAN-CE). Na prática, aplica-se a seguinte fórmula matemática:

$$IRT = (0,2 \times IPOD) + (0,8 \times IPCA) \quad (5.1)$$

Em que:

- IPCA é a variação percentual acumulada do Índice de Preços ao Consumidor Amplo - número índice calculado e divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
- IPOD é a variação percentual acumulada do Índice de Preços do Óleo Diesel - número índice calculado a partir dos preços médios do diesel ao consumidor, divulgados pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) e coletados pelo IBGE, para fins de cálculo do IPCA e do Índice Nacional de Preço ao Consumidor (INPC).

Como pode ser observado, a aplicação de reajuste apenas recompõe o poder aquisitivo dos empresários, dada a sua "corrosão" por efeitos inflacionários. Não há qualquer preocupação com os índices de consumo e demais preços de insumos que fazem parte da operação. Veja-se que esta modalidade, portanto, não representa ganhos nem perdas em relação ao principal, mas mera atualização dos montantes que sofreram uma redução de seu valor real pela passagem do tempo.

Já a revisão tarifária consiste em ampla análise de todos os componentes que formam a equação econômico-financeira dos contratos de permissão, cujo equilíbrio pode ser afetado por fatores relacionados aos custos e outras variáveis da mencionada equação, além daqueles decorrentes de impactos inflacionários. Tal instabilidade gera tarifas aquém ou além do suficiente para remunerar o serviço prestado, situações de, respectivamente, prejuízo empresarial (o que compromete a oferta) ou de lucro excessivo (em detrimento dos interesses dos usuários e do poder concedente).

Seguindo o método do *cost plus*, tradicionalmente utilizado no setor, são levantados custos que constituem o processo produtivo das concessionárias, desde o consumo de combustíveis e lubrificantes (índices de consumo e preços respectivos), passando pelo cálculo da depreciação dos veículos, da remuneração do capital aplicado e pelo pessoal de operação necessário (englobando motoristas, cobradores, fiscais, levando-se em conta suas correspondentes remunerações e quantidade necessárias), até gastos com material de expediente, água, energia e telefone. Trata-se, assim, de um amplo estudo, devendo ser realizado em um horizonte temporal bem mais extenso do que o do reajuste e empregando grande quantidade de servidores e colaboradores.

Isso posto, cabe observar que existem duas espécies de revisão: extraordinária e ordinária. A primeira acontece por evento não previsto e que causa desequilíbrio no contrato (como uma forte alta nos preços do diesel). Nela, a atuação da ARCE é semelhante ao procedimento adotado nos reajustes, em que o cálculo é realizado pelo DETRAN-Ce, seguido da devida homologação do ente regulador. A outra, por sua vez, deve ser realizada um ano após o terceiro reajuste e é calculada por completo pela ARCE³. De qualquer forma, seja ordinária ou não, o patamar oriundo de uma revisão deve ser considerado uma nova tarifa, que tem por objetivo recompor a equação econômico-financeira dos contratos, a qual foi distorcida por motivos diversos, não derivados da inflação apenas.

Por fim, atualmente, a maioria dos operadores do STIP adota algum tipo de mecanismo para cobrança, controle de acesso, localização e comunicação. O ideal é que esse tipo de política seja estendida à totalidade dos operadores.

³ Conforme Lei Estadual nº 14.288/2009, em seu art. 43, §§1º e 2º.

Deve-se salientar que as informações coletadas por estes equipamentos são públicas e cabe ao Estado a sua apropriação. Desta forma nos sistemas a serem licitados deve estar claro que as operadoras, no que tange aos equipamentos de cobrança, controle de acesso, localização e comunicação deverão atender necessariamente às determinações do poder público quanto as suas características tecnológicas.

5.3. Tomada de Decisão

A política tarifária foi definida por meio de reuniões técnicas realizadas com o Grupo Decisor. A metodologia para a tomada de decisão foi apresentar ao grupo os vários cenários possíveis para a política tarifária da RMF e seus possíveis desdobramentos, bem como os prós e contras de cada situação sobre o ponto de vista técnico.

A partir destas informações e de algumas simulações relativas a receitas, custos e estimativas de tarifas o Grupo Decisor chegou a algumas indicações e decisões, as quais constam nos editais publicados e ao longo do presente relatório.

Das análises realizadas e por meio das reuniões com o Grupo Decisor chegou-se as definições sobre a política tarifária a se adotar. Primeiramente optou-se em dividir a RMF (excluídos os municípios de Cascavel e Pindoretama) em 4 áreas de operação. Os objetivos dessa divisão eram: garantir concorrência na entrada e possibilidade de comparação entre empresas na operação, não vinculação contratual a uma única empresa ou consórcio, possibilidade de subsídio cruzado dentro de mesma área de operação, ganhos de escala, maior organização da rede, busca da eficiência produtiva em ter outros.

A partir do momento em que se subdividiu a RMF em quatro partes e se decidiu que cada parte seria delegada a apenas um concessionário e um permissionário surgiu várias possibilidades, como exposto anteriormente, de política de cobrança, divisão de custos e de remuneração das empresas.

Optou-se por não haver subsídio público direto implicado num sistema *Cost Plus* e, portanto, que cada área de operação deveria ser por si só sustentável. Ou seja, para cada área deveria ser determinado um custo, uma tarifa de remuneração e uma tarifa de uso de forma independente das outras áreas. Mesmo assim ainda restava a decisão de como

determinar essa tarifa para cada grupo de usuário, se uma tarifa única, uma tarifa quilométrica, um misto destas ou um outro critério qualquer.

A decisão foi no sentido de primeiro eliminar os anéis tarifários já que as tarifas de cada área seriam definidas de forma independente uma da outra e em segundo lugar definiu-se que havia a necessidade de algum subsídio entre os usuários mais próximos a Fortaleza e que estão em regiões mais adensadas, e por conseguinte com custos quilométricos menores, e os usuários mais distantes e em áreas menos adensadas. Desta forma criou-se a figura de setores tarifários que funcionam de forma semelhante aos anéis mas tem abrangência restrita a cada área de operação. Esse formato possibilita descomplicações na cobrança das passagens pois reduz o número de tarifas diferentes, permite o subsídio entre linhas rentáveis e deficitárias e o subsídio entre regiões diferentes.

5.3.1. Detalhamento das áreas e setores tarifários

Como já explicitado anteriormente, o Serviço Metropolitano foi dividido em 04 (quatro) áreas de operação com parâmetros técnicos e econômicos independentes, a saber:

- Área de Operação 01: compreende o município de São Gonçalo do Amarante e o município de Caucaia até a BR-020;
- Área de Operação 02: compreende o município de Caucaia a partir da BR-020;
- Área de Operação 03: compreende os municípios de Maracanaú, Maranguape, Pacatuba e Guaiúba;
- Área de Operação 04: compreende os municípios de Itaitinga, Eusébio, Aquiraz, Horizonte, Pacajus e Chorozinho.

Nos trabalhos desenvolvidos observou-se que cada área de operação acima definida, possuía duas características merecedoras de consideração. Primeiramente, as distâncias percorridas são bastante heterogêneas, havendo passageiros que desembarcam do extremo no município de São Gonçalo do Amarante, procedentes de Fortaleza (trajeto com cerca de 97 Km), até outros que se deslocam de Caucaia para Fortaleza (e vice-versa), por exemplo, percorrendo apenas 17 Km. Além disso, há concentração de passageiros com relação a outras regiões, como no município de Caucaia versus o extremo oeste de São Gonçalo do Amarante⁴.

⁴ Para a linha que liga o centro do município de Caucaia a Fortaleza está prevista uma frequência média semanal de 319 viagens, enquanto que para a ligação do oeste de São Gonçalo do Amarante até a capital cearense tem-se apenas 28.

Por esses motivos, a adoção de uma única tarifa para cada área de operação tenderia a comprometer a sustentabilidade do sistema (já que desestimularia passageiros mais próximos a Fortaleza a fazer uso do transporte público), a isonomia/equidade (na medida em que haveria consumidores que pagariam muito além do que deveriam para um pequeno deslocamento). No extremo oposto uma tarifa que se considerasse apenas o critério distância além de dificultar a cobrança no dia a dia da operação também inviabilizaria possíveis subsídios entre usuários do sistema em melhores condições geográficas, bem como a universalidade (por força de princípio constitucional estabelecido ao art. 5º). Desta forma optou-se por criar setores dentro de cada área de operação, pois o uso de anéis tarifários (realidade atual) obrigaria a tratar áreas completamente diferentes em termos de eficiência produtiva como iguais.

Dada essas evidentes e sérias distorções, optou-se por dividir cada área em número suficiente para atender aos usuários da forma mais confortável, tarifariamente justa e viável quanto possível, tendo por base os seguintes princípios:

- modicidade tarifária;
- razoabilidade;
- qualidade e segurança na prestação do serviço; e
- eficiência (financeira e operacional).

Assim, a área de operação 01 foi dividida em 4 (quatro) setores tarifários, as áreas de operação 02 e 03 foram divididas em 3 (três) setores tarifários e, a área de operação 04 foi dividida em 5 (cinco) setores tarifários. A delimitação de cada setor tarifário foi realizada tendo como referência um agrupamento de setores censitários, em alguns poucos casos optou-se por seccionar setores censitários.

Por sua vez, o setor censitário se caracteriza como uma unidade territorial de coleta das operações censitárias, definido pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e, formado por uma área contínua, observada a divisão político-administrativa do Brasil

Vale ressaltar que para efeito desta delimitação utilizou-se os setores censitários definidos por ocasião da realização do Censo Demográfico de 2010 realizado pelo IBGE obtidos no site do referido instituto: <http://www.ibge.gov.br> (CENSO 2010 → RESULTADOS DO UNIVERSO → MALHA DIGITAL DE SETORES CENSITÁRIOS).

$$\text{Coef.Tarif.} \times \text{MT} = \text{TarifaA}$$

Para a área de operação 01, tem-se o seguinte:

$$\text{MT}_{\text{Área01}} = \frac{\text{TarifaA}_{\text{Área01}}}{\text{Coef.Tarif.}_{\text{Área01}}}$$

$$\text{MT}_{\text{Área01}} = 17,1833$$

Sendo assim, os deslocamentos entre os setores de uma dada área de operação serão tarifados da seguinte forma⁷:

Destino \ Origem	Destino				
	Fortaleza	ST - 01	ST - 02	ST - 03	ST - 04
Fortaleza	*	a	b	c	d
ST - 01	a	*	b	c	d
ST - 02	b	b	*	b	c
ST - 03	c	c	b	*	b
ST - 04	d	d	c	b	*

Área de Operação 01	
ST - 01	Setor Tarifário 01
ST - 02	Setor Tarifário 02
ST - 03	Setor Tarifário 03
ST - 04	Setor Tarifário 04

a = valor da tarifa definido por ocasião da Concorrência Pública Nº XXX/2012/DETRAN/CCC
b = 1,25a c = 1,75a d = 2,5a

(*) No caso da existência de deslocamento Intra-setores, a tarifa a ser cobrada do usuário será a tarifa "a".

Onde ST-01, ST-02, ST-03 e ST-04 são os setores tarifários definidos na área de operação 01;

Para exemplificar o exposto, segue tarifa a ser praticada em algumas possibilidades de deslocamento na linha Serrote/Fortaleza (Figura 5.9):

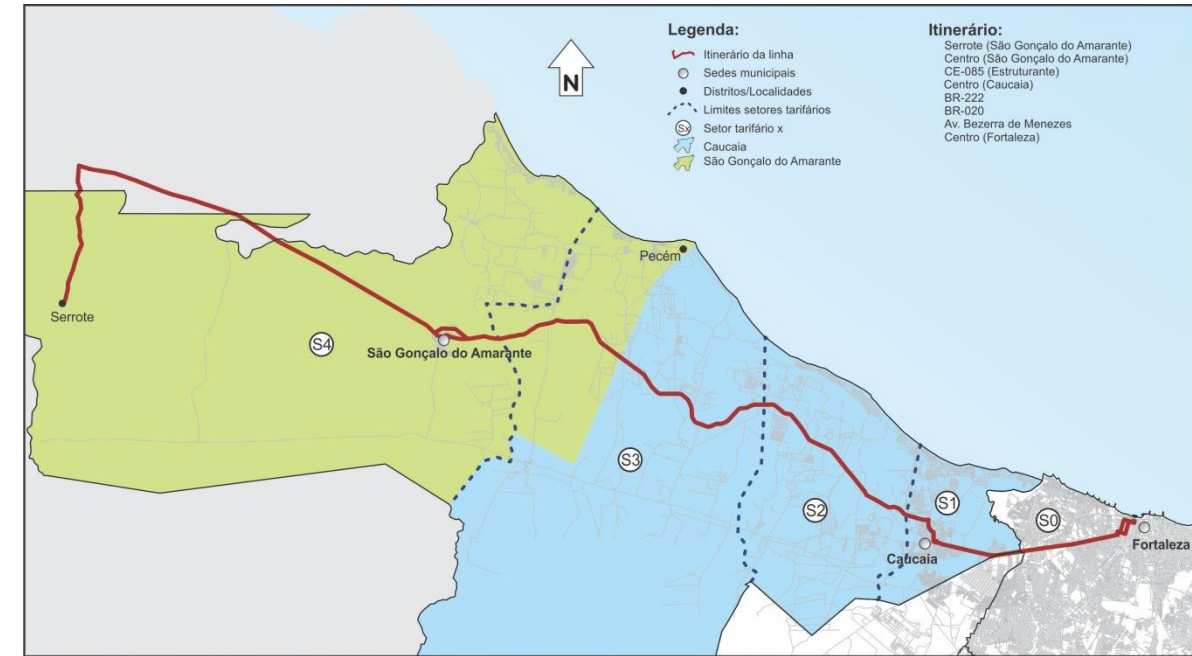


Figura 5.9: – Linha Serrote / Fortaleza

- 1) Se o passageiro iniciar sua viagem de Serrote (setor tarifário 04 da área de operação 01) com destino a Fortaleza (setor tarifário 0) ele irá pagar a “tarifa d”;
- 2) Caso o deslocamento seja realizado do Alto do Garrote (setor tarifário 02 da área de operação 01) para Fortaleza (setor tarifário 0), a tarifa a ser cobrada será a “tarifa b”;
- 3) Quando o usuário se deslocar de Serrote (setor tarifário 04 da área de operação 01) para o Alto do Garrote (setor tarifário 02 da área de operação 01), a tarifa será a “tarifa c”;
- 4) Se o usuário não ultrapassar o limite de um setor tarifário, ou seja, deslocar-se dentro do próprio setor tarifário, terá que desembolsar o valor da “tarifa a”;
- 5) Caso o usuário se desloque para uma outra Área de Operação, a tarifa cobrada terá por base o número de setores tarifários pelos quais passar (inclusive o de destino). Logo, se o usuário sair setor tarifário 04 da área de operação 01 para o setor tarifário 03 da área de operação 02, pagará a “tarifa b” (já que se deslocou por apenas uma área diferente da que estava originalmente). Nesse sentido, se sair do mesmo ponto (setor tarifário 04 da área de operação 01) para o setor tarifário 02 da Área de Operação 02, sendo obrigado a cruzar pelo setor tarifário 03, o desembolso será igual à “tarifa C”. Destaque-se que a tarifa desembolsada (A, B, C ou D) será a do lote que contém a linha.

⁷ Deslocamentos dentro de um mesmo setor tarifário terão o valor da “tarifa a”.

Área de Operação 02

A área de operação 02 foi dividida em 3 (três) setores tarifários distintos, consistindo a delimitação de cada um definida pelos setores censitários indicados no Quadro 5.3, sendo:

- Setor Tarifário 01: resultado do agrupamento de 141 setores censitários;
- Setor Tarifário 02: composto de 10 setores censitários;
- Setor Tarifário 03: formado por 09 setores censitários.

Quadro 5.3: Códigos dos setores censitários que definem os setores tarifários da área de operação 02

ÁREA DE OPERAÇÃO 02			
Setor Tarifário 1- Setores Censitários (IBGE,2010)		Setor Tarifário 2- Setores Censitários (IBGE,2010)	
230370917000065	230370917000082	230370917000001	230370917000031
230370917000130	230370917000086	230370917000103	230370917000050
230370917000024	230370917000087	230370917000002	230370917000051
230370917000084	230370917000066	230370917000111	230370917000052
230370917000126	230370917000088	230370917000004	230370917000095
230370917000138	230370917000127	230370917000005	230370917000053
230370917000139	230370917000047	230370917000006	230370917000136
230370917000102	230370917000118	230370917000008	230370917000133
230370917000125	230370917000025	230370917000007	230370917000132
230370917000140	230370917000020	230370917000091	230370917000037
230370917000122	230370917000026	230370917000131	230370917000134
230370917000069	230370917000027	230370917000009	230370917000117
230370917000083	230370917000089	230370917000011	230370917000039
230370917000100	230370917000114	230370917000010	230370917000038
230370905000185	230370917000018	230370917000017	230370917000055
230370917000099	230370917000116	230370917000016	230370917000054
230370917000068	230370917000021	230370917000113	230370917000061
230370917000067	230370917000028	230370917000093	230370917000060
230370917000070	230370917000029	230370917000040	230370917000059
230370917000123	230370917000034	230370917000041	230370917000058
230370917000101	230370917000036	230370917000097	230370917000057
230370917000071	230370917000048	230370917000043	230370917000121
230370917000109	230370917000049	230370917000044	230370917000056
230370917000124	230370917000092	230370917000042	230370917000128
230370917000072	230370917000033	230370917000045	230370917000063
230370917000073	230370917000115	230370917000046	230370917000137
230370917000074	230370917000135	230370917000119	230370917000062
230370917000075	230370917000035	230370917000019	230370917000105
230370917000076	230370917000129	230370917000015	230370917000106
230370917000077	230370917000030	230370917000013	230370917000104
230370917000078	230370917000098	230370917000012	230370917000107
230370917000096	230370917000120	230370917000014	230370917000064
230370917000085	230370917000022	230370917000003	230370917000108
230370917000080	230370917000090	230370917000112	
230370917000079	230370917000094	230370917000023	
230370917000081	230370917000110	230370917000032	

Nesse ponto, é importante salientar que à medida em que a divisão geográfica das áreas foi sendo realizada, níveis tarifários para cada setor foram simulados a partir de dados de custos (R\$/Km), de “quilometragem percorrida” e “ocupação” estimados para o novo sistema e expandidas para uma base anual⁸. Para tanto, por um lado, levou-se em conta a problemática atualmente encontrada (heterogeneidade das distâncias percorridas pelos usuários e a

⁸ Cada simulação era avaliada sob égide duas principais referências: (1) relação de tarifas entre cada setor e (2) valor atualmente praticado, assim como as abordagens em conjunto.

concentração geográfica da demanda) e, por outro lado, a isonomia/equidade, sustentabilidade e universalidade almejada à nova rede⁹.

A partir dessa aplicação de alguns princípios pré-estabelecidos aos dados estimados para o futuro sistema, deu-se origem às “tarifa a”, “tarifa b” e “tarifa c”, bem como à relação proporcional entre elas. A título de simplificação, definiu-se que todas as outras são derivadas da “tarifa a” da seguinte forma:

$$TarifaB_{Área02} = 125\% \times TarifaA_{Área02}$$

$$TarifaC_{Área02} = 175\% \times TarifaA_{Área02}$$

Ademais, como as planilhas propostas no âmbito da Concorrência Pública poderão ser alteradas nos itens “consumo de combustíveis”, “vida útil de pneus” e “taxa de remuneração”, a “tarifa a” proposta pelo vencedor poderá ser diferente da inicialmente calculada, gerando, por conseguinte, diferentes “tarifa b” e “tarifa c”.

Aqui cabe apresentar a figura do “multiplicador tarifário”, uma ferramenta matemática que fará o elo entre o “coeficiente tarifário” (R\$/Km x Pass) e a “tarifa a” apresentada na ilustração a seguir, mediante a divisão simples de uma pela outra.

$$MT = \frac{TarifaA}{Coef.Tarif.}$$

Sua relevância reside no fato de que, em vindouras revisões tarifárias, será estimado um novo “coeficiente tarifário”, o qual, multiplicado pelo “multiplicador tarifário” da respectiva área, gerará a tarifa a ser paga pelos usuários. Funciona de maneira análoga à distância média de cada anel tarifário utilizada no modelo vigente. Isto se dá da seguinte forma:

$$Coef.Tarif. \times MT = TarifaA$$

Para a área de operação 02, tem-se o seguinte:

$$MT_{Área02} = \frac{TarifaA_{Área02}}{Coef.Tarif.Área02}$$

$$MT_{Área02} = 12,5356$$

⁹ Para maiores detalhes, verificar tópico inicial desta seção.

Sendo assim, os deslocamentos entre os setores de uma dada área de operação serão tarifados da seguinte forma¹⁰:

Tarifa a ser cobrada ao usuário - Área de Operação 02

Destino \ Origem	Destino			
	Fortaleza	ST - 01	ST - 02	ST - 03
Fortaleza	*	a	b	c
ST - 01	a	*	b	c
ST - 02	b	b	*	b
ST - 03	c	c	b	*

Área de Operação 02	
ST - 01	Setor Tarifário 01
ST - 02	Setor Tarifário 02
ST - 03	Setor Tarifário 03
a = valor da tarifa definido por ocasião da Concorrência Pública N° XXX/2012/DETRAN/CCC	
b = 1,25a c = 1,75a	

(*) No caso da existência de deslocamento Intra-setores, a tarifa a ser cobrada do usuário será a "tarifa a".

Onde ST-01, ST-02 e ST-03 são os setores tarifários definidos na área de operação 02;

Para exemplificar o exposto, segue tarifa a ser praticada em algumas possibilidades de deslocamento na linha Bom Princípio / Fortaleza:

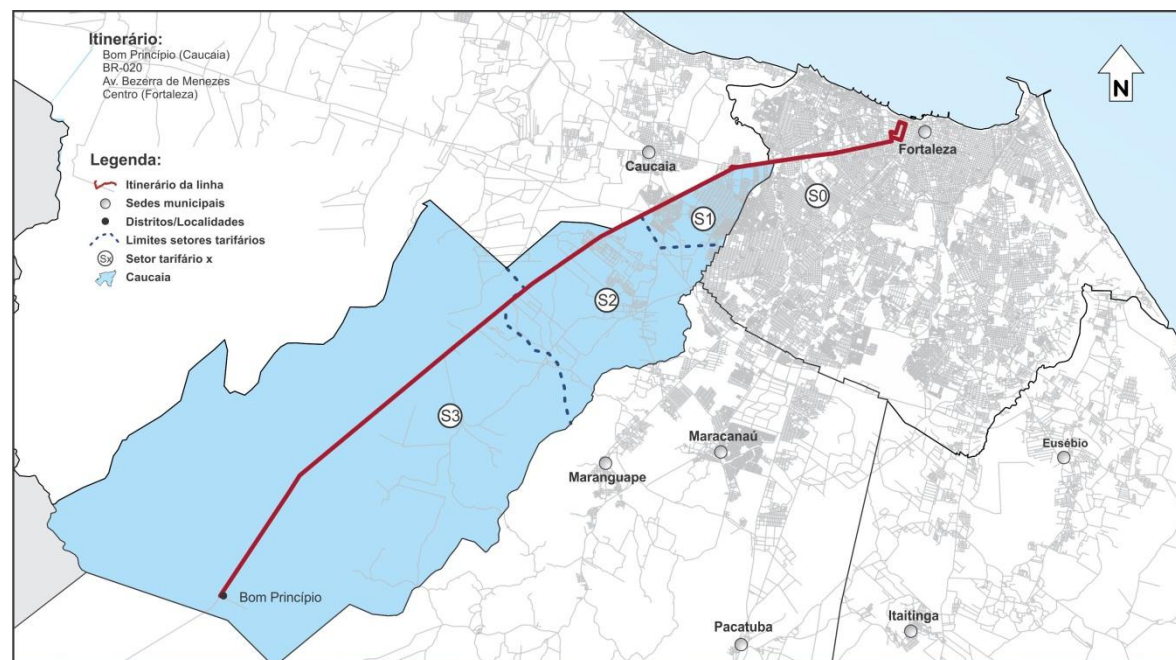


Figura 5.10: Linha Bom Princípio / Fortaleza

1) Se o passageiro iniciar sua viagem de Bom Princípio (setor tarifário 03 da área de operação 02) com destino a Fortaleza (setor tarifário 0) ele irá pagar a "tarifa c";

2) Caso o deslocamento seja realizado do setor tarifário 02 da área de operação 02 para Fortaleza (setor tarifário 0), a tarifa a ser cobrada será a "tarifa b";

3) Quando o usuário se deslocar de Bom Princípio (setor tarifário 03 da área de operação 02) para o setor tarifário 02 da área de operação 02, a tarifa será a "tarifa b";

4) Se o usuário não ultrapassar o limite de um setor tarifário, ou seja, deslocar-se dentro do próprio setor tarifário, terá que desembolsar o valor da "tarifa a";

5) Caso o usuário se desloque para uma outra Área de Operação, a tarifa cobrada terá por base o número de setores tarifários pelos quais passar (inclusive o de destino). Logo, se o usuário sair setor tarifário 03 da área de operação 02 para o setor tarifário 03 da área de operação 03, pagará a "tarifa b" (já que se deslocou por apenas uma área diferente da que estava originalmente). Nesse sentido, se sair do mesmo ponto (setor tarifário 03 da área de operação 02) para o setor tarifário 02 da Área de Operação 01, sendo obrigado a cruzar pelo setor tarifário 03, o desembolso será igual à "tarifa C". Destaque-se que a tarifa desembolsada (A, B ou C) será a do lote que contém a linha.

Área de Operação 03

A área de operação 03 foi dividida em 3 (três) setores tarifários distintos, consistindo a delimitação de cada um definida pelos setores censitários indicados no Quadro 5.4, sendo:

- Setor Tarifário 01: resultado do agrupamento de 256 setores censitários;
- Setor Tarifário 02: composto de 196 setores censitários;
- Setor Tarifário 03: formado por 32 setores censitários.

¹⁰ Deslocamentos dentro de um mesmo setor tarifário terão o valor da "tarifa a".

Quadro 5.4: Códigos dos setores censitários que definem os setores tarifários da área de operação 03

ÁREA DE OPERAÇÃO 03			
Setor Tarifário 1- Setores Censitários (IBGE,2010)		Setor Tarifário 2- Setores Censitários (IBGE,2010)	
230765005000077	230765005000040	230765005000091	230970650000010
230765005000078	230765005000039	230765030000020	230970650000012
230765005000006	230970650000030	230765030000039	230970650000014
230765005000007	230970650000017	230765030000040	230970650000013
230765005000017	230970650000031	230970635000008	230970650000029
230765005000010	230970650000032	230970635000007	230970650000028
230765005000011	230970650000015	230765030000021	230970650000027
230765005000012	230970650000016	230765030000022	230970650000026
230765005000013	230970650000018	230765030000023	230970633000015
230765005000014	230765005000019	230765030000024	230970633000009
230765005000027	230765005000020	230765005000028	230765005000057
230765005000072	230765005000021	230765030000037	230765005000056
230765005000144	230765005000024	230765030000035	230765005000140
230765005000118	230765005000033	230765030000002	230765005000061
230765005000126	230765005000034	230765030000005	230765005000058
230765005000127	230765005000036	230765030000007	230765005000060
230765005000133	230765005000037	230765030000008	230765005000142
230765005000134	230765005000038	230765030000025	230765005000059
230765005000150	230765005000022	230765030000029	230765005000062
230765005000180	230765005000023	230765030000030	230765005000063
230765005000179	230765005000120	230765030000032	230765005000064
230765030000009	230765005000025	230765030000038	230765005000065
230765030000010	230765005000132	230765030000042	230765005000117
230765030000012	230765005000026	230765030000006	230770005000069
230765030000033	230765005000178	230765030000011	230770005000071
230765030000018	230765005000083	230765030000031	230770005000068
230765030000019	230765005000084	230765030000003	230765005000143
230970650000002	230765005000098	230765005000016	230765005000003
230765005000125	230765005000122	230765005000130	230765005000075
230765005000008	230765005000177	230765005000123	230765005000164
230765005000136	230765005000176	230765005000015	230765005000162
230765005000029	230765005000079	230765005000121	230765005000160
230765005000030	230765005000073	230765005000129	230765005000161
230765005000031	230765005000074	230765030000004	230765005000163
230765005000032	230765005000146	230765030000014	230765005000175
230765005000038	230765005000173	230765030000015	230765005000159
230765005000041	230765005000071	230765030000017	230765005000145
230765005000042	230765005000080	230765030000034	230765005000076
230765005000047	230765005000009	230765030000036	230765005000081
230765005000048	230765005000099	230765030000016	230765005000147
230765005000049	230765005000100	230765030000026	230765005000082
230765005000050	230765005000104	230970635000010	230765005000088
230765005000051	230765005000105	230970635000014	230765005000155
230765005000141	230765005000107	230970635000013	230765005000087
230765005000137	230765005000111	230970635000004	230765005000156
230765005000052	230765005000109	230970635000005	230765005000149
230765005000138	230765005000110	230970635000009	230765005000148
230765005000139	230765005000128	230970635000006	230765005000090
230765005000054	230765005000152	230970650000004	230765005000092
230765005000053	230765005000153	230970650000021	230765005000171
230765005000055	230765005000154	230970650000022	230765005000093
230765005000119	230765005000174	230970650000003	230765005000094
230765005000135	230765005000108	230970650000005	230765005000095
230970650000001	230765005000114	230970650000006	230765005000096
230970650000019	230765005000101	230970650000023	230765005000097
230970650000020	230765005000102	230970650000007	230765005000112
230765005000001	230765005000103	230970650000008	230765005000113
230765005000002	230765005000106	230970650000009	230765005000018
230765005000004	230765005000151	230970650000024	230765005000131
230765005000005	230765005000172	230970633000016	230765030000027
230765005000043	230765005000086	230970633000012	230765030000041
230765005000044	230765005000089	230970633000008	230765030000001
230765005000045	230765005000115	230970650000011	230765030000013
230765005000046	230765005000085	230970650000025	230765030000028
230770032000003	230770025000003	230770005000023	230770005000010
230770032000005	230770027000003	230770005000020	230770005000062
230770033000004	230770027000001	230770005000021	230770005000013
230770010000002	230770035000005	230770005000045	230770005000052
230770010000001	230770035000003	230770005000043	230770005000018
230770037000001	230770035000004	230770005000044	230970633000004
230770037000002	230770035000007	230770005000055	230765005000165
230770037000004	230770035000009	230770005000005	230770005000042
230770010000003	230770026000003	230770005000006	230765005000170
230770010000006	230770026000001	230770005000024	230970633000010
230770040000004	230770035000001	230770005000065	230765005000067
230765005000068	230770035000002	230770005000037	230765005000116
230970605000012	230770035000008	230770005000064	230495405000010
230765005000124	230970605000010	230770005000029	230495413000002
230765005000166	230970605000017	230770005000030	230770017000002
230765005000168	230970605000011	230770005000031	230495405000011
230765005000169	230495405000009	230770005000032	230970605000014
230770005000028	230495405000028	230770005000033	230970605000013
230770005000046	230495405000016	230770005000038	230770040000002
230770033000003	230495405000019	230770005000059	230770040000005
230770033000005	230495405000005	230770005000035	230770040000003
230970633000001	230495405000008	230770005000036	230770010000005
230970633000002	230495405000020	230770005000057	230770037000003
230970633000014	230495405000021	230770005000033	230770010000004
230495425000002	230495405000002	230770005000056	230770033000002
230770025000004	230495405000015	230770005000061	230770005000047
230770025000002	230495405000003	230770005000026	230770005000063
230770026000005	230495405000013	230770005000027	230770005000015
230770035000006	230495405000004	230770005000060	230770005000016
230770027000004	230495405000014	230770005000067	230770005000017
230770035000010	230495405000012	230770005000004	230770005000053
230495413000001	230495405000006	230770005000008	230770005000054
230770040000001	230495405000007	230770005000009	230770005000019
230770017000001	230495405000018	230770005000050	230770005000022
230495425000001	230495405000017	230770005000011	230770005000070
230495425000003	230765005000158	230770005000014	230765005000069
230770026000002	230765005000167	230770005000012	230765005000157
230770026000004	230970605000005	230770005000040	230765005000066
230770026000006	230970605000015	230770005000041	230970633000013
230770032000006	230970605000001	230770005000051	230970633000006
230770032000004	230970605000008	230770005000001	230970633000007
230770042000002	230970605000002	230770005000007	230970633000005
230770042000001	230970605000003	230770005000049	230970633000011
230770032000002	230970605000004	230770005000002	230970633000003
230770032000001	230970605000007	230770005000003	230970633000011
230770033000001	230970605000009	230770005000058	230970635000001
230770033000006	230970605000016	230770005000066	230970635000002
230770027000002	230970605000018	230770005000048	230970635000003
230770025000001	230970605000006	230770005000025	230970635000012
230770015000001	230770029000001	230495415000003	230495415000004
230770015000002	230770020000003	230770020000002	230495410000001
230770045000002	230770020000005	230495410000003	230495410000004
230770031000001	230770020000007	230495411000002	230495410000006
230770045000001	230770029000002	230495411000001	230495410000005
230770020000006	230770031000003	230495415000001	230495410000002
230770031000002	230770020000004	230495415000003	230495411000003
230770015000003	230770029000001	230495415000005	230495415000002

A partir dessa aplicação de alguns princípios pré-estabelecidos aos dados estimados para o futuro sistema, deu-se origem às “tarifa a”, “tarifa b” e “tarifa c”, bem como à relação proporcional entre elas. A título de simplificação, definiu-se que todas as outras são derivadas da “tarifa a” da seguinte forma:

$$TarifaB_{Área03} = 150\% \times TarifaA_{Área03}$$

$$TarifaC_{Área03} = 200\% \times TarifaA_{Área03}$$

Ademais, como as planilhas propostas no âmbito da Concorrência Pública poderão ser alteradas nos itens “consumo de combustíveis”, “vida útil de pneus” e “taxa de remuneração”, a “tarifa a” proposta pelo vencedor poderá ser diferente da inicialmente calculada, gerando, por conseguinte, diferentes “tarifa b” e “tarifa c”.

Aqui cabe apresentar a figura do “multiplicador tarifário”, uma ferramenta matemática que fará o elo entre o “coeficiente tarifário” (R\$/Km x Pass) e a “tarifa a” apresentada na ilustração a seguir, mediante a divisão simples de uma pela outra.

$$MT = \frac{TarifaA}{Coef.Tarif.}$$

Sua relevância reside no fato de que, em vindouras revisões tarifárias, será estimado um novo “coeficiente tarifário”, o qual, multiplicado pelo “multiplicador tarifário” da respectiva área, gerará a tarifa a ser paga pelos usuários. Funciona de maneira análoga à distância média de cadaanel tarifário utilizada no modelo vigente. Isto se dá da seguinte forma:

$$Coef.Tarif. \times MT = TarifaA$$

Para a área de operação 03, tem-se o seguinte:

$$MT_{Área03} = \frac{TarifaA_{Área03}}{Coef.Tarif.Área03}$$

$$MT_{Área03} = 21,1231$$

Nesse ponto, é importante salientar que à medida em que a divisão geográfica das áreas foi sendo realizada, níveis tarifários para cada setor foram simulados a partir de dados de custos (R\$/Km), de “quilometragem percorrida” e “ocupação” estimados para o novo sistema e expandidas para uma base anual¹¹. Para tanto, por um lado, levou-se em conta a problemática atualmente encontrada (heterogeneidade das distâncias percorridas pelos usuários e a concentração geográfica da demanda) e, por outro lado, a isonomia/equidade, sustentabilidade e universalidade almejada à nova rede¹².

¹¹ Cada simulação era avaliada sob égide duas principais referências: (1) relação de tarifas entre cada setor e (2) valor atualmente praticado, assim como as abordagens em conjunto.

¹² Para maiores detalhes, verificar tópico inicial desta seção.

Sendo assim, os deslocamentos entre os setores de uma dada área de operação serão tarifados da seguinte forma¹³:

Tarifa a ser cobrada ao usuário - Área de Operação 03

Destino \ Origem	Área de Operação 03			
	Fortaleza	ST - 01	ST - 02	ST - 03
Fortaleza	*	a	b	c
ST - 01	a	*	b	c
ST - 02	b	b	*	b
ST - 03	c	c	b	*

Área de Operação 02	
ST - 01	Setor Tarifário 01
ST - 02	Setor Tarifário 02
ST - 03	Setor Tarifário 03

a = valor da tarifa definido por ocasião da Concorrência Pública N° XXX/2012/DETRAN/CCC
 b = 1,25a c = 1,75a

(*) No caso da existência de deslocamento Intra-setores, a tarifa a ser cobrada do usuário será a "tarifa a".

Onde ST-01, ST-02 e ST-03 são os setores tarifários definidos na área de operação 03;

Para exemplificar o exposto, segue tarifa a ser praticada em algumas possibilidades de deslocamento na linha Água Verde/Mondubim:

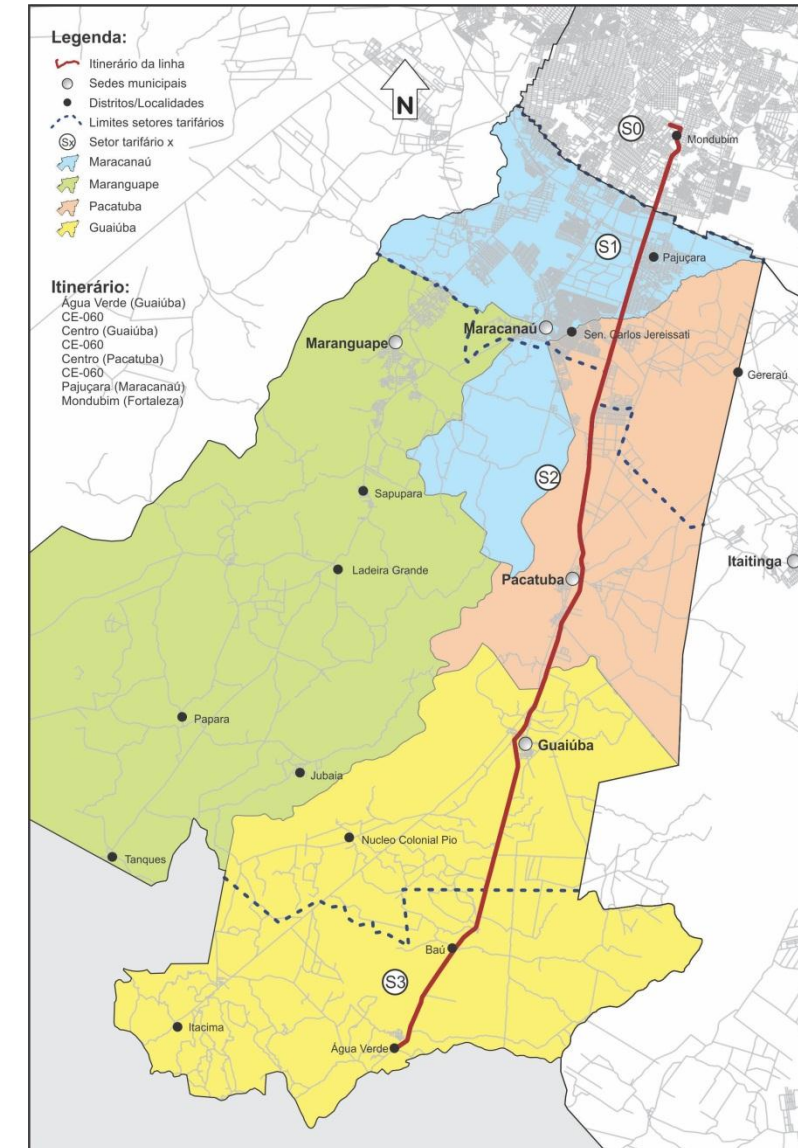


Figura 5.11: Linha Água Verde/Mondubim

- 1) Se o passageiro iniciar sua viagem de Água Verde (setor tarifário 03 da área de operação 03) com destino a Fortaleza (setor tarifário 0) ele irá pagar a "tarifa c";
- 2) Caso o deslocamento seja realizado de Guaiúba (setor tarifário 02 da área de operação 03) para Fortaleza (setor tarifário 0), a tarifa a ser cobrada será a "tarifa b";
- 3) Quando o usuário se deslocar de Água Verde (setor tarifário 03 da área de operação 03) para o Guaiúba (setor tarifário 02 da área de operação 03), a tarifa será a "tarifa b";
- 4) Se o usuário não ultrapassar o limite de um setor tarifário, ou seja, deslocar-se dentro do próprio setor tarifário, terá que desembolsar o valor da "tarifa a";

¹³ Deslocamentos dentro de um mesmo setor tarifário terão o valor da "tarifa a".

concentração geográfica da demanda) e, por outro lado, a isonomia/equidade, sustentabilidade e universalidade almejada à nova rede¹⁵.

A partir dessa aplicação de alguns princípios pré-estabelecidos aos dados estimados para o futuro sistema, deu-se origem às “tarifa a”, “tarifa b”, “tarifa c”, “tarifa d” e “tarifa e”, bem como à relação proporcional entre elas. A título de simplificação, definiu-se que todas as outras são derivadas da “tarifa a” da seguinte forma:

$$TarifaB_{Área04} = 125\% \times TarifaA_{Área04}$$

$$TarifaC_{Área04} = 200\% \times TarifaA_{Área04}$$

$$TarifaD_{Área04} = 250\% \times TarifaA_{Área04}$$

$$TarifaE_{Área04} = 275\% \times TarifaA_{Área04}$$

Ademais, como as planilhas propostas no âmbito da Concorrência Pública poderão ser alteradas nos itens “consumo de combustíveis”, “vida útil de pneus” e “taxa de remuneração”, a “tarifa a” proposta pelo vencedor poderá ser diferente da inicialmente calculada, gerando, por conseguinte, diferentes “tarifa b”, “tarifa c”, “tarifa d” e “tarifa e”.

Aqui cabe apresentar a figura do “multiplicador tarifário”, uma ferramenta matemática que fará o elo entre o “coeficiente tarifário” (R\$/Km x Pass) e a “tarifa a” apresentada à Figura 03, mediante a divisão simples de uma pela outra.

$$MT = \frac{TarifaA}{Coef.Tarif.}$$

Sua relevância reside no fato de que, em vindouras revisões tarifárias, será estimado um novo “coeficiente tarifário”, o qual, multiplicado pelo “multiplicador tarifário” da respectiva área, gerará a tarifa a ser paga pelos usuários. Funciona de maneira análoga à distância média de cada anel tarifário utilizada no modelo vigente. Isto se dá da seguinte forma:

$$Coef.Tarif. \times MT = TarifaA$$

Para a área de operação 04, tem-se o seguinte:

$$MT_{Área04} = \frac{TarifaA_{Área04}}{Coef.Tarif.Área04}$$

$$MT_{Área04} = 36,1038$$

Sendo assim, os deslocamentos entre os setores de uma dada área de operação serão tarifados da seguinte forma¹⁶:

Tarifa a ser cobrada ao usuário - Área de Operação 04

Destino \ Origem	Fortaleza	ST - 01	ST - 02	ST - 03	ST - 04	ST - 05
Fortaleza	*	a	b	c	d	e
ST - 01	a	*	b	c	d	e
ST - 02	b	b	*	b	c	d
ST - 03	c	c	b	*	b	c
ST - 04	d	d	c	b	*	b
ST - 05	e	e	d	c	b	*

Área de Operação 04	
ST - 01	Setor Tarifário 01
ST - 02	Setor Tarifário 02
ST - 03	Setor Tarifário 03
ST - 04	Setor Tarifário 04
ST - 05	Setor Tarifário 05

a = valor da tarifa definido por ocasião da Concorrência Pública Nº **XXX/2012/DETRAN/CCC**
b = 1,25a c = 2,00a d = 2,5a e = 2,75a

(*) No caso da existência de deslocamento Intra-setores, a tarifa a ser cobrada do usuário será a “tarifa a”.

Onde ST-01, ST-02, ST-03, ST-04 e ST-05 são os setores tarifários definidos na área de operação 04;

Para exemplificar o exposto, segue tarifa a ser praticada em algumas possibilidades de deslocamento na linha Chorozinho/Fortaleza:

¹⁵ Para maiores detalhes, verificar tópico inicial desta seção.

¹⁶ Deslocamentos dentro de um mesmo setor tarifário terão o valor da “tarifa a”.

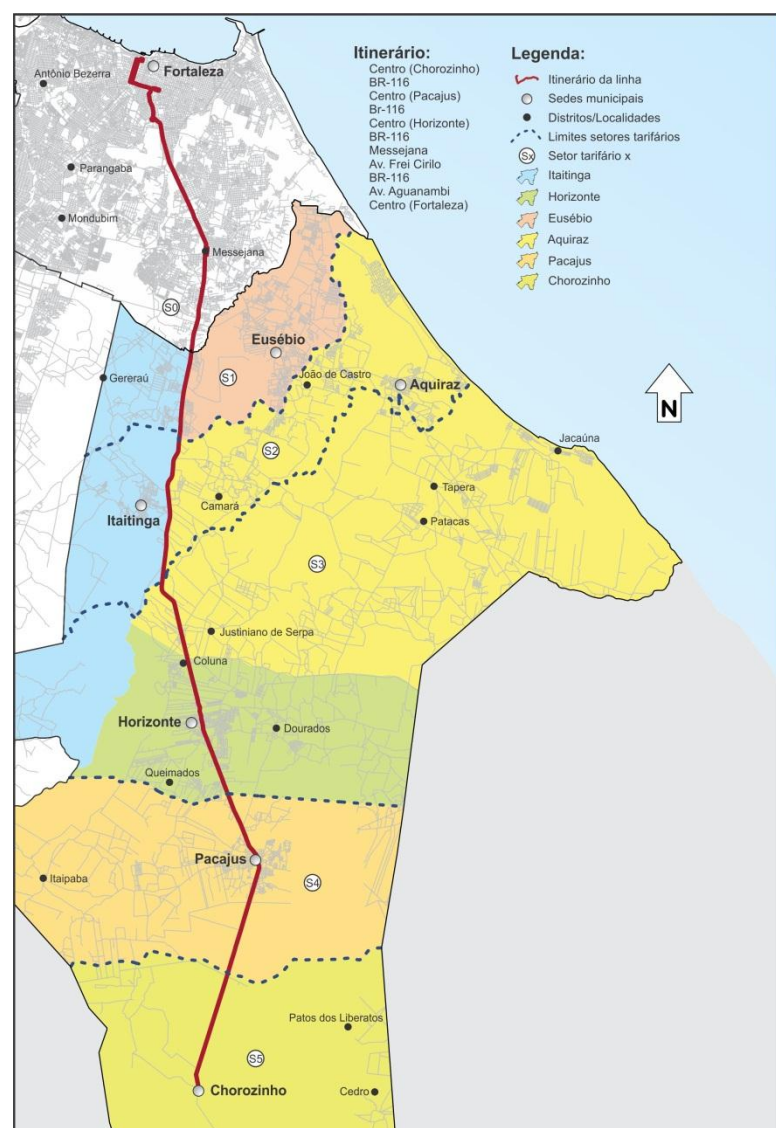


Figura 5.12: Chorozinho / Fortaleza

5) Caso o usuário se desloque para uma outra Área de Operação, a tarifa cobrada terá por base o número de setores tarifários pelos quais passar (inclusive o de destino). Logo, se o usuário sair setor tarifário 04 da área de operação 04 para o setor tarifário 03 da área de operação 03, pagará a “tarifa b” (já que se deslocou por apenas uma área diferente da que estava originalmente). Nesse sentido, se sair do mesmo ponto (setor tarifário 04 da área de operação 04) para o setor tarifário 02 da Área de Operação 03, sendo obrigado a cruzar pelo setor tarifário 03, o desembolso será igual à “tarifa C”. Destaque-se que a tarifa desembolsada (A, B, C, D ou E) será a do lote que contém a linha.

5.3.2. Estimativa das tarifas (preço máximo para a licitação)

As tarifas são definidas por planilha padronizada com base, principalmente, na quilometragem rodada, no número de passageiros equivalentes médios transportados e na frota contratada por tipo de serviço. A planilha de custos até hoje usada no STIP-CE foi elaborada nos moldes da metodologia de cálculo tarifário proposta em 1982 por técnicos do GEIPOT (Grupo de Integração da Política de Transportes) e da EBTU (Empresa Brasileira de Transportes Urbanos).

A tarifa calculada pela metodologia do GEIPOT deve cobrir os custos fixos (pessoal e encargos, depreciação dos veículos, remuneração do serviço, administração e tributos) e os custos variáveis (combustível, peças/acessórios, lubrificantes e material de rodagem). Nesta metodologia, a receita do sistema é estimada com base em dados operacionais da rede de transporte (passageiros transportados, quilometragem rodada, etc).

Segundo a Nota Técnica 076/2003/SUREF da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), a estrutura da planilha tarifária pode ser dividida nos seguintes quesitos:

- itens de custos;
- parâmetros operacionais; e
- adicionais incidentes.

5.3.3. Itens de Custo

Os itens de custos são aqueles essenciais ao desempenho da atividade e subdividem-se em:

- 1) Se o passageiro iniciar sua viagem de Chorozinho (setor tarifário 04 da área de operação 04) com destino a Fortaleza (setor tarifário 0) ele irá pagar a “tarifa d”;
- 2) Caso o deslocamento seja realizado de Itaitinga (setor tarifário 02 da área de operação 04) para Fortaleza (setor tarifário 0), a tarifa a ser cobrada será a “tarifa b”;
- 3) Quando o usuário se deslocar de Chorozinho (setor tarifário 04 da área de operação 04) para Itaitinga (setor tarifário 02 da área de operação 04), a tarifa será a “tarifa c”;
- 4) Se o usuário não ultrapassar o limite de um setor tarifário, ou seja, deslocar-se dentro do próprio setor tarifário, terá que desembolsar o valor da “tarifa a”;

- variáveis com a quilometragem;
- variáveis com a frota;
- depreciação;
- administração; e
- remuneração.

Para cada item de custo considerado, é fixado um coeficiente básico de consumo, relacionado diretamente com a produção de quilômetro ou com a frota disponível. O quadro 66 apresenta alguns coeficientes básicos dos itens de custo:

Quadro 5.6: Itens de custo

TIPO	ITEM DE CUSTO
Custos variáveis com a quilometragem	Combustível
	Lubrificantes
	Rodagem
Custos variáveis com a frota	Pessoal de Operação
	Peças e Acessórios
	Pessoal de Manutenção
	Veículos
Depreciação	Outros Ativos
Administração	Pessoal Administrativo
Remuneração	Despesas Gerais
	Veículos
	Outros Ativos

5.3.3.1. Custos Variáveis com a Quilometragem

O custo variável com a quilometragem consiste em parcela do custo operacional que mantém relação direta com a quilometragem percorrida, isto é, sua incidência só ocorre quando o veículo está em operação. Estão compreendidos nesses custos: combustível, lubrificantes e rodagem.

5.3.3.2. Custos Variáveis com a Frota

Os custos variáveis com a frota são aqueles que sofrem alterações em função do volume de produção expresso em quilometragem percorrida. Pertencem a esse grupo os custos de: pessoal de operação, peças e acessórios e pessoal de manutenção.

5.3.4. Indicadores e Parâmetros Operacionais

Seguindo o disposto na Nota Técnica NT/CTR/002/2009, elaborada pela Coordenadoria de Transportes da ARCE por ocasião da Revisão Tarifária do Serviço Regular Metropolitano, o rol de indicadores e parâmetros de consumo operacionais que será utilizado para definição dos procedimentos de coleta de dados operacionais visando a definição dos custos é:

- Consumo de combustível;
- Durabilidade dos pneus incluindo possíveis recapagens;
- Gastos com peças e acessórios;
- Gastos com lubrificantes;
- Fator de utilização de mão de obra;
- Quilometragem percorrida; e
- Número de passageiros transportados.

Todos estes indicadores ou parâmetros serão determinados em vários níveis de agregação e períodos diferentes, sendo expressos, portanto, em unidades diferentes.

Saliente-se que, tendo em vista a oportunidade de ampliar a base de dados para efetivar o cálculo da tarifa no processo licitatório em curso, o parâmetro de gastos com lubrificantes, apesar de sua reduzida participação na composição dos custos da prestação do serviço, foi inserido como forma de avaliar sua efetiva participação no valor da tarifa.

Além disso, a definição do veículo padrão (modelo de chassi, modelo de carroceria e ano de fabricação), para fins de cálculo da remuneração do investimento e da depreciação, deve ser realizada no momento em que se dará a revisão tarifária. Vale dizer, definir, previamente, itens como ano de fabricação do veículo padrão tornaria o estudo, no momento de realização da revisão tarifária, defasado.

5.3.4.1. Consumo de Combustível

O gasto com combustível para efeito de cálculo tarifário normalmente é calculado pela seguinte equação:

$$G_{comb} = ConxPxKm$$

Onde:

Gcomb = Gasto com combustível por período de tempo em R\$;

Con = consumo médio de combustível em l/km;

P = preço do litro de combustível;

Km = quilometragem total percorrida durante o período.

O coeficiente de consumo é um dos parâmetros para o cálculo do custo com combustível. Segundo FERRAZ (2004) o consumo médio de combustível depende de diversos fatores: tipo de ônibus, características topográficas da cidade, porcentagem do percurso realizado em vias não revestidas, condições do trânsito, distância média entre paradas, quantidade de semáforos e vias preferenciais cruzadas pelos ônibus, idade da frota, estado de manutenção dos ônibus, qualidade dos motoristas, etc.

Ainda segundo FERRAZ (2004), o consumo médio de diesel em geral apresenta-se nos seguintes intervalos:

- Microônibus (de 6,5m a 8,5m)= 0,27 a 0,34 l/Km;
- Ônibus convencional (de 9m a 13m)= 0,33 a 0,55 l/Km;
- Ônibus articulado (18m)= 0,53 a 0,70 l/Km;
- Ônibus biarticulado (24m) = 0,76 a 0,86 l/Km.

Esses valores são valores típicos e observados ao longo dos anos, principalmente para sistemas urbanos e metropolitanos e como tal devem ser usados apenas como referência. Fato que também não pode ser desconsiderado é que hoje, os sistemas de transporte vivem, seguramente, uma realidade diferente da vivenciada quando das primeiras pesquisas relacionadas à estimativa de consumo de combustível. A tecnologia passou por uma grande evolução, principalmente os motores de combustão, que incorporaram sistemas eletrônicos de injeção e mecanismos de redução de consumo e do nível de poluentes emitidos.

Todavia, não obstante a evolução tecnológica e a existência de programas de economia e redução de poluentes emitidos no processo de queima de óleo diesel, que sem dúvida representam melhoria significativa de produtividade e eficiência na operação dos sistemas de transporte coletivo por ônibus, algumas planilhas de custos utilizadas no Brasil ainda possuem como referência os antigos parâmetros de consumo de combustíveis.

No caso do STIP esse parâmetro é levantado em cada revisão tarifária e acompanhado constantemente pela ARCE.

Vale a pena comentar também acerca das mudanças pelas quais o mercado de diesel vem passando, a partir da substituição do S500 pelo S50.

Em 1986, o Conama (Conselho Nacional do Meio Ambiente) estabeleceu o programa de controle da poluição do ar, pelo qual eram estabelecidos limites para emissão de gases de efeito estufa.

Dentro desse contexto, em 2002, mediante a Resolução nº 315, fora estabelecido que um novo diesel com 50 (cinquenta) partículas por milhão (ppm) de enxofre deveria ser utilizado, em oposição ao que possuía 500 ppm (S500).

Juntamente com o novo combustível, um fluido à base de uréia (ARLA 32) deverá compor a saída dos catalisadores dos veículos. Ele tem a função de se misturar aos gases da combustão, formando nitrogênio e água, o que contribui ainda mais para a redução da poluição atmosférica.

As conseqüências dessas novas práticas são sentidas de imediato no preço dos chassis (cerca de 15% mais caros) e no valor do diesel (R\$ 0,05 maior que o S500). Por outro lado, o consumo de combustíveis deve diminuir, seguido de uma redução na freqüência de trocas de óleo e aumento da durabilidade de alguns componentes do veículo.

Com relação às estimativas constantes à planilha tarifária elaborada no âmbito deste certame, ainda não foi incorporado o novo coeficiente de consumo de combustível com os novos motores, dado que os novos chassis ainda não se encontram em circulação no Ceará. Porém, no que tange aos preços (dos chassis e do diesel S50), os dados foram devidamente atualizados.

Entretanto considera-se que os coeficientes estimados com base na operação atual são adequados, pois ao mesmo tempo que há um aumento do combustível espera-se uma futura redução do combustível.

5.3.4.2. Durabilidade de Pneus

A durabilidade dos pneus utilizados na operação, da mesma forma que o consumo de combustível, é parâmetro para o cálculo do custo variável da prestação do serviço. Este custo, normalmente denominado de "rodagem", é definido pelo somatório entre os gastos com pneus e recapagens. Anteriormente, também se acrescia valores relativos a câmaras de ar e protetores, mas, com a mudança na composição dos pneus, estes não são mais usados.

A durabilidade dos pneus, também denominada de vida útil, é definida pela duração da borracha original (banda de rodagem, ver figura a seguir) acrescidas da duração das várias recapagens realizadas.

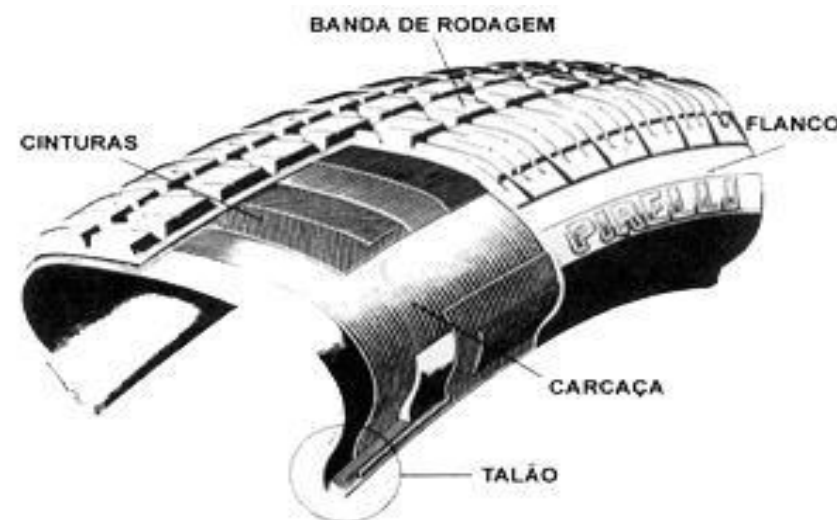


Figura 5.13: Composição do pneu

Essa durabilidade, segundo estudo da MAIA MELO (1989), está diretamente relacionada ao seu tipo, à sua utilização no veículo, ao tipo e condições do sistema viário onde os veículos trafegam e ao próprio controle exercido pela empresa.

Geralmente, são adotados parâmetros médios de consumo, considerando-se que esses valores refletirão condições médias de utilização, tendo em vista que um mesmo veículo

trafega em diferentes tipos de pavimentos e que o mesmo pneu pode ser usado em veículos distintos.

Segundo a MAIA MELO (1989) a vida útil dos pneus encontra-se nas seguintes faixas:

- Pneu novo = de 40.000 a 60.000 Km;
- Recapagens = de 25.000 a 35.000 Km;
- Número de recapagens = de 2 a 4.

Desta forma considerando-se apenas 2 recapagens, teríamos uma durabilidade total entre 90.000 e 130.000 Km. Por sua vez, FERRAZ (2004) apresenta os seguintes valores típicos:

- Pneus diagonais = de 70.000 a 92.000 Km;
- Pneus radiais = de 85.000 a 125.000 Km;
- Número de recapagens para pneus diagonais = de 2,5 a 3,5;
- Número de recapagens para pneus radiais = de 2 a 3.

Entretanto, esse mesmo autor não traz valores típicos para durabilidade das recapagens. Desta forma compondo os valores apresentados por FERRAZ (2004) com os do estudo da MAIA MELO (1989) e considerando o limite inferior para o número de recapagens, temos como durabilidade total:

- Pneus diagonais = de 132.500 a 179.500 Km;
- Pneus radiais = de 147.500 a 212.500 Km.

Como mencionado anteriormente, estes valores são variáveis de acordo com algumas condicionantes, portanto devem ser apurados para que represente a realidade de cada região. Estes valores apresentados devem ser utilizados apenas como referência.

5.3.4.3. Peças e Acessórios

O gasto com peças e acessórios é de difícil apuração, principalmente pela falta de controle por parte de número considerável das empresas, bem como, pela dificuldade de rateio entre os diversos serviços prestados e veículos utilizados.

A maioria dos estudos realizados com o objetivo de apurar os custos com peças e acessórios para fins de determinação de tarifas recomendam estabelecer uma relação entre esses gastos e o valor de um veículo novo (um fator de peças e acessórios). Este fator, por sua vez, é função da idade e tipo do ônibus, condições de operação, condução dos motoristas, qualidade da manutenção, entre outros.

O GEIPOT desenvolveu uma metodologia para aferição dos gastos com peças e acessórios baseada em um fator "k" que representa o percentual de gastos mensais de manutenção, com reposição de peças e acessórios de veículos, em relação ao preço de venda de um veículo novo.

$$k = \frac{GMMRP}{PVN}$$

Onde:

GMMRP = gastos mensais com manutenção e reposição de peças

PVN = preço do veículo novo.

O ideal é que por meio de pesquisas possa-se determinar esse gasto de forma direta ou mediante fator de peças e acessórios. Também deve-se considerar que esse custo não é constante para as transportadoras ao longo do ano, exigindo, desta forma, que os levantamentos sejam realizados num período mínimo de 12 meses.

5.3.4.4. Lubrificantes

Inserem-se no item lubrificantes as despesas relativas a:

- Óleo do motor (Carter);
- Óleo da caixa de marcha;
- Óleo do diferencial;
- Fluido de freio;
- Óleo hidráulico; e
- Graxa.

As despesas com lubrificantes são, tradicionalmente, apropriadas multiplicando-se os coeficientes de consumo de cada componente pelos seus respectivos preços.

Há grande dificuldade na obtenção periódica dos preços de cada um dos componentes, em razão da grande variedade de marcas disponíveis e da conseqüente diferença de durabilidade. Além disso, estudos técnicos indicavam a pequena participação deste no custo operacional total (inferior a 2%), recomendando a simplificação de sua estimativa.

Levantamentos realizados pelo GEIPOT mostravam que o consumo de lubrificantes podia ser correlacionado ao do óleo diesel e que, sem margem significativa de erro, era possível substituir o consumo de lubrificantes por quilômetro por um equivalente consumo de óleo diesel.

Na elaboração da Nota Técnica NT/CTR/002/2009, a Coordenadoria de Transportes entendeu, justamente em função da grande variedade de marcas disponíveis e da conseqüente diferença de durabilidade, ser melhor usar os dados do Plano Diretor e Operacional do Transporte Intermunicipal de Passageiros do Estado do Ceará (PDOTIP-CE).

Quadro 5.7: Índices de consumo de lubrificantes

Componente	Índice de Consumo
Óleo do motor (carter)	0,001 l/km
Óleo da caixa de marcha (câmbio)	0,00018 l/km
Óleo do diferencial (transmissão)	0,00017 l/km
Fluido de freio	0,00025 l/km
Óleo hidráulico	0,00009 l/km
Graxa	0,00002 kg/km

Fonte: ARCE

Entretanto, o GEIPOT (1996) também afirma que o consumo dos lubrificantes pode ser associado ao consumo de combustível (óleo diesel) sem margem significativa de erro. O GEIPOT (1996) sugere a adoção de um coeficiente com valor variando entre 0,04 l/km a 0,06 l/km. Esse coeficiente é multiplicado pelo preço do diesel obtendo-se o custo quilométrico dos lubrificantes.

Em função da dificuldade de apuração comentada acima, sugere-se adotar o valor destacado na última revisão extraordinária realizada no âmbito do DETRAN-ce e ARCE, os quais são exatamente iguais aos parâmetros levantados pelo PDOTIP.

5.3.4.5. Mão de Obra

Considera-se no item mão-de-obra alocada na operação, o custo associado à categoria funcional diretamente envolvida na prestação dos serviços, como as despesas com motorista, cobrador, fiscal e despachante.

Comumente, para efeito de determinação das tarifas, apuram-se estes custos por meio da determinação de fatores de utilização que é a relação entre o número de pessoas de determinada função e a frota utilizada na prestação dos serviços. Ou seja, define-se como fator de utilização do pessoal de operação a relação entre a quantidade total de pessoal ligado à operação e a frota operacional.

$$FU = \frac{\sum QUANTIDADEDEPESSOALDEOPERAÇÃO}{FROTAOPERACIONAL}$$

Considera-se pessoal de operação: motoristas, cobradores, fiscais (empresas operadoras), despachantes, pessoal de manutenção e manobreiros. Este último já em desuso.

Para efeito de determinação dos fatores de utilização visando à realização da licitação corrente existem duas alternativas: por meio dos planos de contas, exigência imposta pela ARCE a todas as transportadoras que a cada 3 meses devem apresentar seus balancetes, ou por meio do método de cálculo proposto pelo GEIPOT.

O método do GEIPOT parte da programação operacional e da determinação, para cada faixa horária (dias úteis, sábado e domingo), do número de veículos utilizados e da duração equivalente de operação. Juntando-se essa informação com a jornada de trabalho chega-se ao número de profissionais necessários. Posteriormente estima-se a quantidade de pessoal necessário para cobrir folgas, férias e faltas.

5.3.4.6. Quilometragem Percorrida e Passageiros Transportados

Para fins da licitação do sistema metropolitano de passageiros do Ceará, o atual perfil de viagens fora consolidado em uma base de dados computacional a fim de que se pudesse manipulá-los e, a partir daí, várias simulações foram realizadas, dando origem ao sistema proposto para o futuro certame, o qual já fora explicitado em outros capítulos.

Como a malha de linhas sofreu alterações, é natural que a quilometragem percorrida pelos veículos que operarão o sistema seja também alterada com relação ao que atualmente se observa. Sendo assim, tendo como fonte as simulações realizadas a partir da consolidação dos dados coletados em campo, chegou-se a um novo Percurso Médio Anual para cada área de operação, como segue abaixo:

Quadro 5.8: percursos médios anuais

Área	PMA (Km)
1	88.626
2	74.776
3	105.234
4	144.465

Da mesma forma, estimou-se a quantidade de passageiros transportado por viagem, de acordo com a capacidade dos veículos e da nova estruturação do sistema.

5.3.5. Metodologia – Tratamento Estatístico e Seleção de Valores Representativos do STIP-CE

Os subitens a seguir visam a explicitar o procedimento que foi empregado no tratamento estatístico dos dados coletados, bem como a definição dos valores representativos do STIP-CE, uma vez que os resultados a serem alcançados dependem, em grande proporção, das premissas adotadas.

5.3.5.1. Coleta de Dados

Os dados necessários para determinação de índices e parâmetros de consumo, indicadores de eficiência, bem como para benchmarking poderiam ser obtidos das seguintes fontes:

- Transportadoras por meio de solicitações específicas da ARCE ou por meio da obrigatoriedade de apresentação de dados operacionais (Resolução 145 – REO);
- DETRAN/CE;
- Outros órgãos gestores e reguladores;
- Pesquisa direta; e
- Outros estudos técnicos.

5.3.5.2. Transportadoras

As transportadoras do STIP-CE, exatamente por essa qualidade, constituem a fonte de dados mais apropriada. Todavia, em virtude da assimetria de informações a que a ARCE está sujeita, os dados informados não podem ser usados sem antes passar por uma análise crítica e comparativa.

Atualmente, em cumprimento aos preceitos estabelecidos na Resolução/ARCE nº 145/2010, as transportadoras enviam à ARCE, a cada trimestre, Relatório de Estatísticas Operacionais (REO) contendo, entre outras, as seguintes informações:

I – horário de saída e de chegada da viagem;

II – placa e número de ordem do veículo utilizado na viagem;

III – quantidade de passageiros transportados na viagem, por seccionamento, classificados em pagantes, não pagantes e descontos;

IV – relação dos bilhetes emitidos contendo data e hora da emissão, nome do passageiro, origem e destino da viagem, identificação do assento e tarifa;

V – anotação das ocorrências que possam ter interrompido a viagem ou comprometido a prestação do serviço de forma adequada;

VI – anotação da espécie de serviço (convencional, executivo ou leito) e tipo de viagem (programada ou extra);

VII – quilometragem percorrida na viagem;

VIII – receita bruta tarifária;

IX – receita bruta com o transporte de encomendas e outros serviços acessórios.

Tendo em vista a previsão legal constante no artigo 16, inciso II da Lei Estadual nº 13.094/2001, as transportadoras têm como encargo, entre outros, o correto fornecimento e atendimento de informações, dados, planilhas de custo, fontes de receitas principal, alternativa, acessória, complementar ou global, documentos e outros elementos, sempre na forma e periodicidade requisitados.

5.3.5.3. Órgão Gestor do STIP-CE

O DETRAN/CE, por ocupar a função de Órgão Gestor do Sistema, deveria possuir dados que refletissem, com grande proximidade, aqueles realmente praticados na operação do

STIP-CE. Entretanto, este órgão sofre do mesmo problema de assimetria sofrido pela ARCE, tornando-se uma fonte importante apenas quando se trata de dados cadastrais.

Pelo exposto, verifica-se a necessidade de coletar dados tanto do Órgão Gestor quanto das transportadoras, mas estes dados precisam ser validados. O objetivo é que, no futuro, a maioria destes dados seja coletada de forma direta por meio de equipamentos embarcados, sendo este o escopo do Sistema de Informações de Transportes (SIT). Enquanto isso não é possível, faz-se necessária realização de levantamentos de campo. Estes levantamentos possibilitam obter, in loco, dados operacionais que possibilitam determinar, de maneira amostral, alguns índices e parâmetros de consumo, bem como indicadores de eficiência.

Os valores obtidos em campo e de forma amostral servem para validar os dados informados por empresas e pelo Órgão Gestor.

5.3.5.4. Tratamento Estatístico Preliminar

Além de determinar parâmetros representativos de cada área de operação, tem-se como objetivo determinar parâmetros representativos por sistema (interurbano e metropolitano) em diversos níveis de agregação. Desta forma, utilizar-se-á a estatística descritiva para tratamento e definição de parâmetros representativos. Serão calculadas medidas de tendência central (média, mediana, moda) e de dispersão (variância, desvio padrão, amplitude) de acordo com a necessidade.

O objetivo é verificar os dados da forma como foram encaminhados e analisar as diferenças entre empresas, áreas e sistemas.

5.3.6. Cálculo e Definição dos Coeficientes e Parâmetros de Custo

5.3.6.1. Combustível

O atual sistema de transporte metropolitano de passageiros é operado por cerca de 11 (onze) empresas, as quais possuem linhas abrangendo 6 (seis) anéis tarifários, diferenciados por suas distâncias médias em relação à capital cearense. Desse universo empresarial, duas companhias (Empresas Vitória e Viação Metropolitana) detêm cerca de 75% de participação no setor.

Dentro desse contexto, optou-se por levantar os mais diversos aspectos concernentes ao consumo de combustíveis dessas duas aziendas, obtendo-se, dessa forma, as características de operação do sistema de forma representativa. Para tanto, catalogou-se as informações relativas à quilometragem percorrida e ao consumo (em litros) de combustível, obtendo-se o parâmetro em l/km (ou km/l). O motivo de selecionar essas duas empresas, além de garantir a representatividade, foi de se obter coeficientes que representassem operações eficientes.

A seguir apresentam-se os principais resultados de cada empresa, abrangendo não apenas gráficos diversos (a fim de se evidenciar a baixa variabilidade de variáveis), como estatísticas de tendência central e de dispersão.

Vitória

Seguem informações operacionais básicas da Empresa Vitória e o cálculo do consumo e do rendimento, respectivos.

Abaixo segue a quilometragem mensal percorrida durante o ano de 2011, que, como pode ser observado, sofre baixa variabilidade

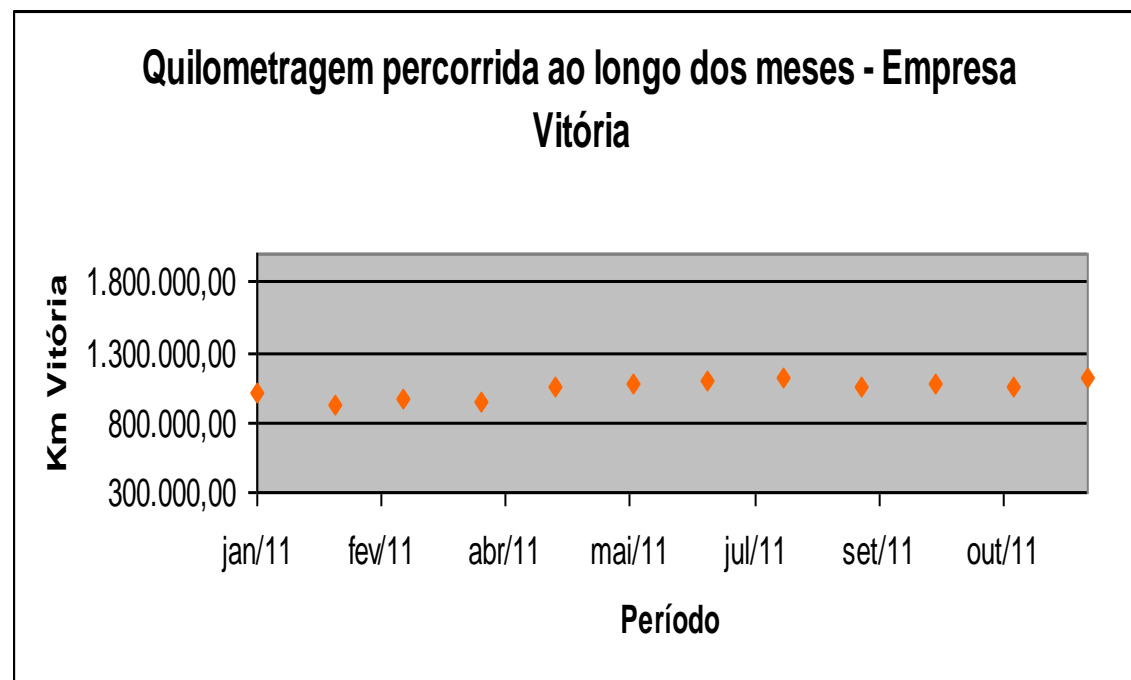


Figura 5.14: Quilometragem percorrida ao longo dos meses – Empresa Vitória

No que diz respeito às medidas de tendência central, obteve-se:

Média = 1.042.067,28 km

Mediana = 1.057.345,00 km

Desvio padrão = 63.844,62 km

Com relação ao consumo de litros de diesel por mês verifica-se um padrão muito semelhante ao da quilometragem. Resultado esperado, já que o rendimento do combustível (km/litro) tende a ser relativamente constante ao longo dos meses.

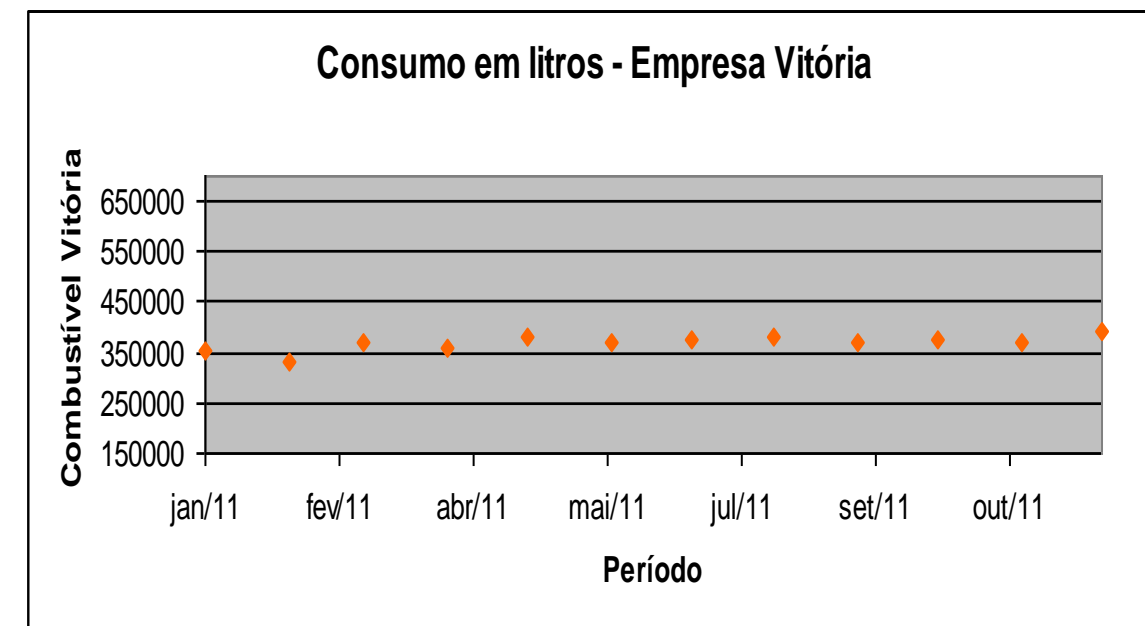


Figura 5.15: Consumo em litros – Empresa Vitória
Com relação às medidas de tendência central e de dispersão obteve-se:

Média = 369.578,08

Mediana = 372.040,35

Desvio padrão = 16.530,26

Por sua vez, o consumo em litros por quilômetro ou rendimento (km/l) teve o seguinte comportamento ao longo dos meses do ano de 2011.

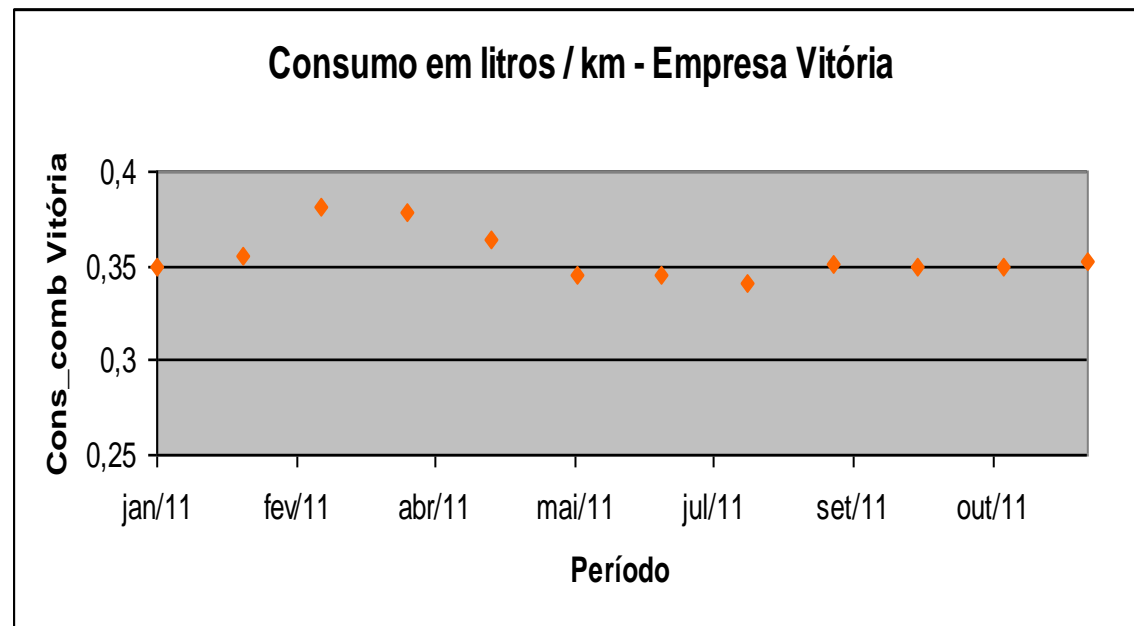


Figura 5.16: Consumo em litros/km- Empresa ViaMetro

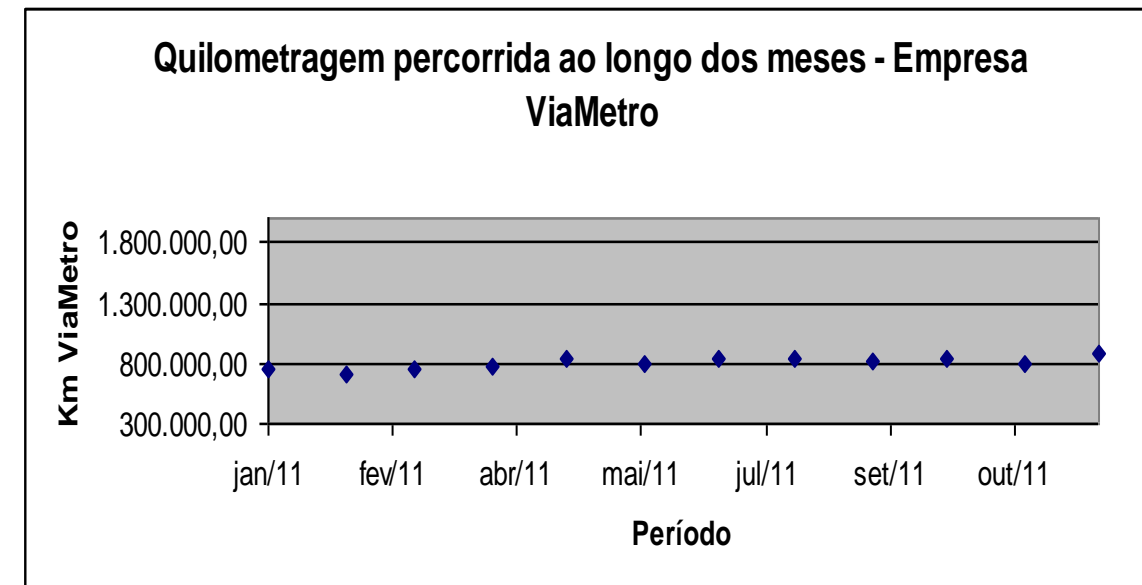


Figura 5.17: Quilometragem percorrida ao longo dos meses – Empresa ViaMetro

Que representam as seguintes medidas:

Consolidado¹⁷ = 0,3547 litros/km que dá um rendimento de 2,8196 km/litro

Média = 0,3552 litros/km que dá um rendimento de 2,8157 km/litro

Mediana = 0,3503 litros/km

Desvio padrão = 0,0128 litros/km

Observa-se que o desvio padrão é muito pequeno, o que denota uma homogeneidade do consumo ao longo do ano e que a média está compatível com resultados esperados em uma transportadora que opera no sistema metropolitano.

ViaMetro.

Seguem informações operacionais básicas da Empresa ViaMetro e o cálculo do consumo e do rendimento, respectivos.

Com relação à quilometragem percorrida durante o ano de 2011, observa-se pouca variabilidade ao longo do ano, assim como com a Empresa Vitória.

Para as medidas de tendência central e de dispersão calculadas para a quilometragem percorrida obteve-se:

Média = 799.238,89 km

Mediana = 807.188,00 km

Desvio padrão = 47.795,33 km

Com relação ao consumo de litros de diesel por mês verifica-se um padrão muito semelhante ao da quilometragem. Resultado esperado, já que o rendimento do combustível (km/litro) tende a ser relativamente constante ao longo dos meses.

¹⁷ $Consolidado = \frac{ConsumoCombust2011}{QuilometragemPerc2011}$

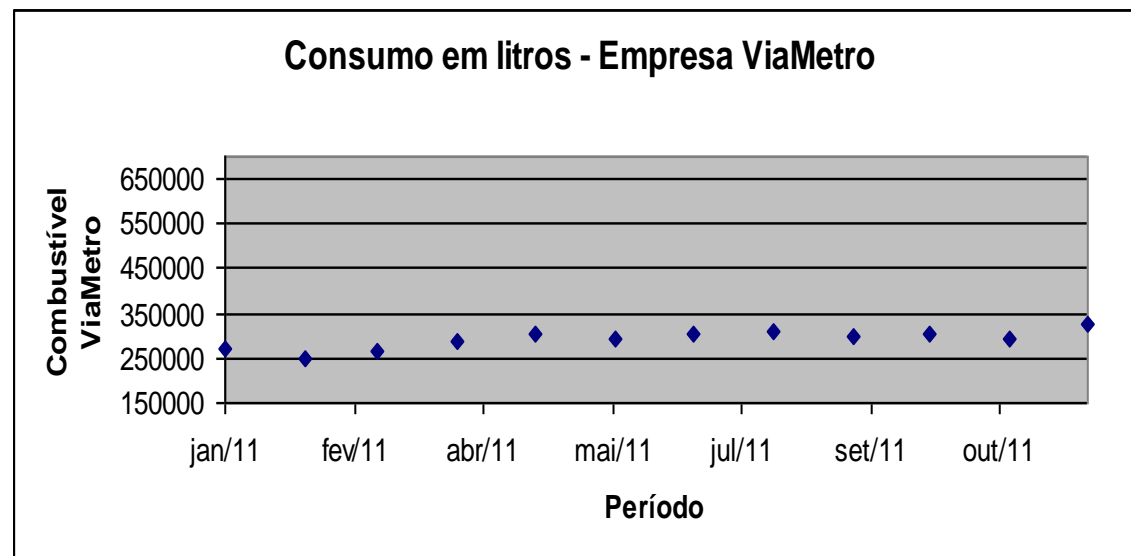


Figura 5.18: Consumo em litros– Empresa ViaMetro

Seguem, assim, as medidas de tendência central e de dispersão obtive-se

Média = 292.233,67 litros
Mediana = 296.943,50 litros
Desvio padrão = 20.415,79 litros

Por sua vez, com relação ao consumo em litros por quilômetro ou ao rendimento (km/l) verificou-se o seguinte comportamento ao longo dos meses do ano de 2011.

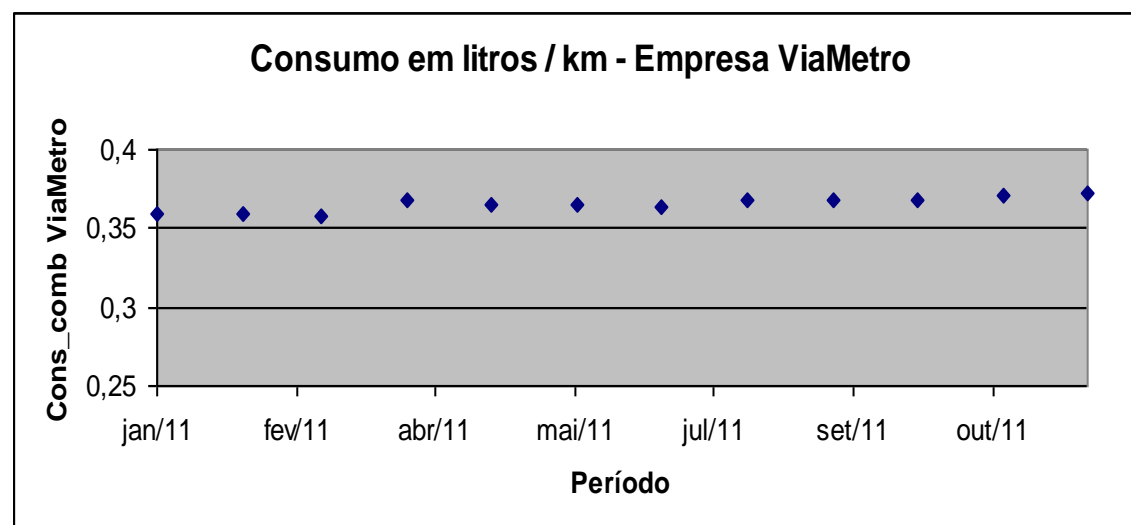


Figura 5.19: Consumo em litros/km – Empresa ViaMetro

Sendo assim, em termos de litros por quilômetro, tem-se:

Consolidado = 0,3656 litros/km que dá um rendimento de 2,7349 km/litro

Média = 0,3654 litros/km que dá um rendimento de 2,7364 km/litro

Mediana = 0,3663 litros/km

Desvio padrão = 0,0048 litros/km

Observa-se que o desvio padrão é muito pequeno que denota uma homogeneidade do consumo ao longo do ano e que a média está compatível com resultados esperados em um sistema metropolitano.

Dados Consolidados.

Após a coleta, catalogação, manipulação e análise dos dados das duas empresas mais representativas no sistema de transporte metropolitano de passageiros do Ceará, procedeu-se a consolidação dos dados mês a mês, tudo com fins de gerar uma visão geral e representativa do respectivo objeto de estudo, dando condições à geração de propostas o mais próximo possível da realidade da região.

Dado que os gráficos individuais de quilometragem das empresas estudadas não apresentam grande variabilidade, natural esperar que o gráfico abaixo também apresente semelhante característica.

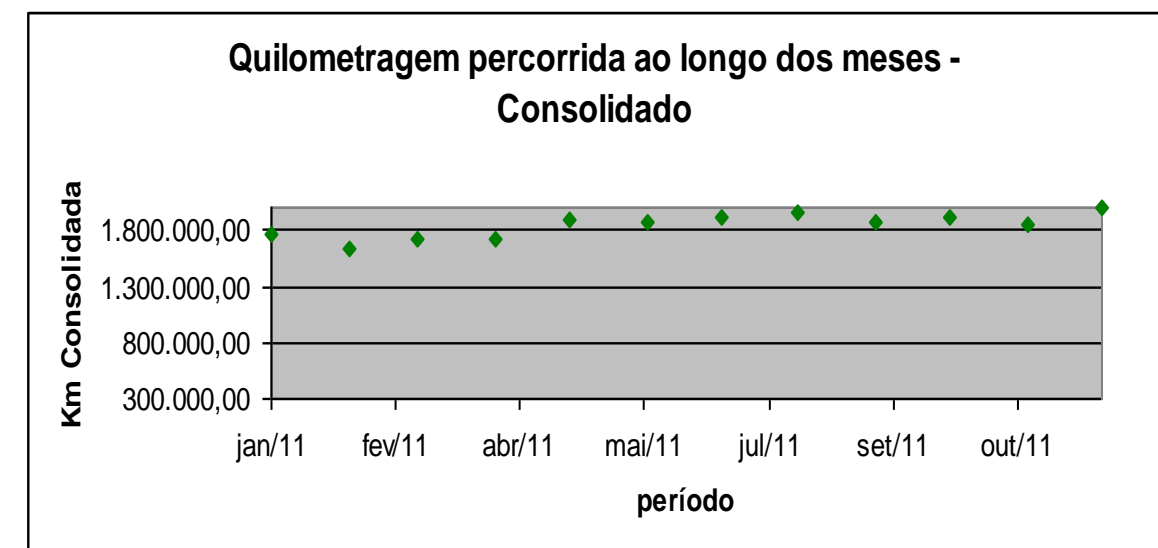


Figura 5.20: Quilometragem percorrida

Seguem os dados estatísticos respectivos.

Média dos dados consolidados= 1.841.306,17 km

Mediana dos dados consolidados= 1.874.116,00 km

Desvio padrão dos dados consolidados = 108.996,44 km

Por sua vez, com relação ao consumo em litros por quilômetro ou ao rendimento (km/l) verificou-se o seguinte comportamento ao longo dos meses do ano de 2011.

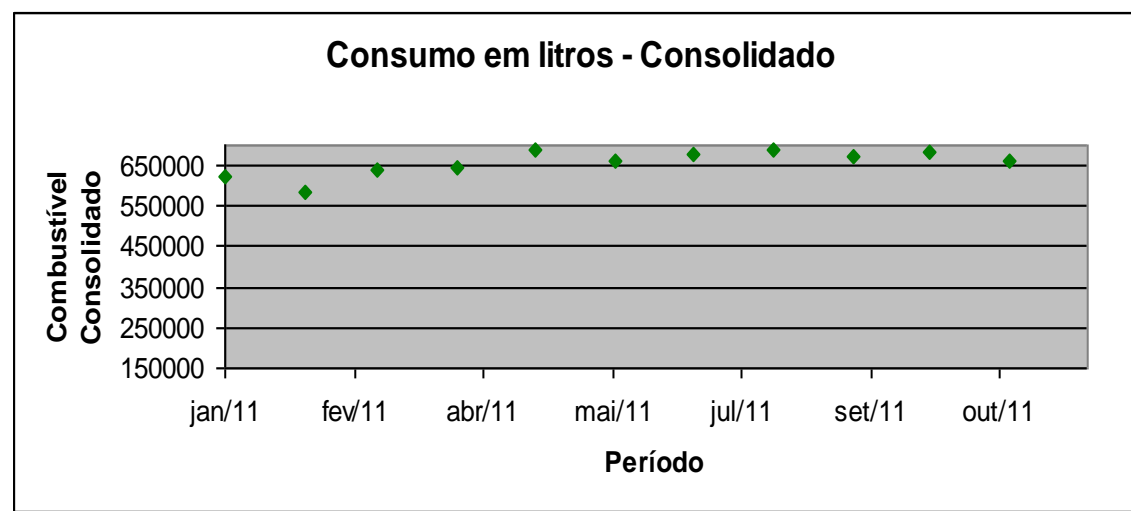


Figura 5.21: Consumo em litros

Seguem as respectivas medidas de tendência central e dispersão relacionadas ao consumo total de combustíveis, expresso em litros.

Média = 661.811,75 litros

Mediana = 667.327,85 litros

Desvio padrão = 35.997,23 litros

Por fim, segue o consumo em litros por quilômetro ou ao rendimento (km/l).

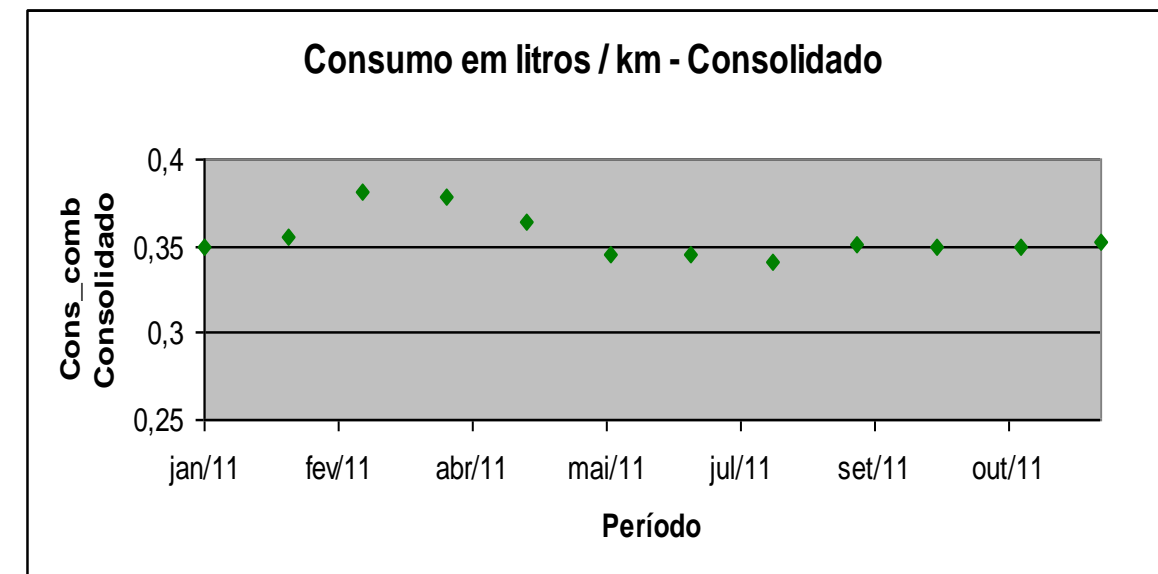


Figura 5.22: Consumo em litros por quilômetro

Seguem os dados estatísticos respectivos.

Consolidado = 0,3594 litros/km que dá um rendimento de 2,7822 km/litro¹⁸

Média = 0,3596 litros/km que dá um rendimento de 2,7811 km/litro

Mediana = 0,3578 litros/km

Desvio padrão = 0,0069 litros/km

Já que deriva de valores globais do sistema (empresas mais eficientes e representativas), a monta de 0,3594 litros/km é a mais recomendada para utilização nas planilhas tarifárias do certame em curso, a fim de referencial inicial aos participantes.

Porém, o cálculo desse parâmetro não para nesse estágio: por determinação do Grupo Decisor, todos os veículos do sistema deverão ter ar-condicionado, que, por informação do fabricante de carrocerias e de alguns operadores que já testaram o equipamento, há um incremento de cerca de 20% no consumo de combustível. Isso fez com que o valor escolhido para constar à planilha tarifária seja de 0,43128 litros/km.

¹⁸ Que representa a soma, mês a mês, dos litros de diesel consumidos pelas duas companhias, dividida pela soma, também a cada mês, da quilometragem das duas empresas.

5.3.6.2. Durabilidade de Pneus

Para determinar a durabilidade dos pneus, parte-se da seguinte fórmula:

$$DurabilidadeCalculada = \frac{6 \times KmPercorrida}{NúmPneus}$$

Para calculá-la, procedimento semelhante ao da determinação do consumo de combustível foi utilizado. Inicialmente solicitou-se das empresas o número de pneus comprados a cada mês em 2011. Complementarmente, mediante as informações enviadas no âmbito da Resolução ARCE nº 145 (que trata do Relatório de Estatísticas Operacionais – Reo), levantou-se a quilometragem percorrida também em periodicidade mensal.

A seguir, tem-se os principais resultados de cada empresa e a determinação do rendimento representativo para o sistema metropolitano.

Vitória.

Quilometragem percorrida em 2011 = 12.504.807,36 km

Número de pneus comprados = 692,00

Durabilidade calculada = 108.423,1852 km

ViaMetro.

Quilometragem percorrida = 9.590.866,72 km

Número de pneus comprados = 388,00

Durabilidade Calculada = 148.312,3720 km

Dados Consolidados.

Quilometragem percorrida = 22.095.674,08 km

Número de pneus comprados = 1.080,00

Durabilidade Calculada = 122.753,7449 km

Já que é obtido por meio de valores globais das empresas mais representativas do sistema, recomenda-se a utilização de 122.753,74 km como a vida útil dos pneus a ser utilizada como referência à proposta tarifária no corrente certame.

5.3.6.3. Gasto com peças e acessórios

Seguindo a mesma lógica utilizada nas rubricas anteriores, requereu-se das empresas mais representativas do sistema o gasto (em R\$) com peças e acessórios. Dividindo-se esse gasto pela quilometragem percorrida, chega-se a um valor R\$/Km para os gastos dessa rubrica. Algebricamente, tem-se:

$$DurabilidadeCalculada = \frac{GastoPeçasAcessórios2011}{KmPercorrida2011}$$

Seguem os resultados individuais e consolidado.

Vitória

Quilometragem percorrida em 2011 = 12.504.807,36 km

Gasto com peças e acessórios = R\$ 2.915.524,33

Gasto quilométrico com peças e acessórios = 0,23315 R\$/km

ViaMetro

Quilometragem percorrida em 2011 = 9.590.866,72 km

Gasto com peças e acessórios = R\$ 2.522.782,00

Gasto quilométrico com peças e acessórios = 0,26304 R\$/km

Dados Consolidados.

Quilometragem percorrida em 2011 = 22.095.674,08 km

Gasto com peças e acessórios = R\$ 5.438.306,33

Gasto quilométrico com peças e acessórios = 0,24613 R\$/km

Recomenda-se a utilização de 0,24613 R\$/km como o valor quilométrico com peças e acessórios a ser utilizado como referência à proposta tarifária da presente licitação.

5.3.6.4. Lubrificantes

Composto por óleo carter (motor), de câmbio, diferencial, hidráulico, fluido de freio e graxa, esse item possui grande dificuldade de aferição, haja vista as inúmeras marcas, tipos e preços disponíveis no mercado, acarretando fortes variações nas mais diversas relações custo-benefício. Atrelado a esse fato, tem-se a baixa participação no valor final

das tarifas (cerca de 0,3%), optando-se, assim, por adotar os mesmos parâmetro utilizados à revisão extraordinária de tarifas ocorrida em 2011 quais sejam:

Quadro 5.9: Índice de consumo de lubrificantes

Componente	Índice de Consumo
Óleo do motor (carter)	0,001 l/km
Óleo da caixa de marcha (câmbio)	0,00018 l/km
Óleo do diferencial (transmissão)	0,00017 l/km
Fluido de freio	0,00025 l/km
Óleo hidráulico	0,00009 l/km
Graxa	0,00002 kg/km

5.3.6.5. Mão de obra

O coeficiente operacional que mede a utilização de pessoal é denominado de "fator de utilização": número de trabalhadores por veículo necessário à operacionalização. Esse item foi levantado pela CTR no âmbito da revisão extraordinária de 2011, tendo por base as informações operacionais remetidas pelas empresas atuantes no segmento (quadro de horário, sobretudo). Como resultado obteve-se o fator de utilização de motoristas e cobradores no valor de 2,28.

Além dessa fonte de dados, foi solicitado às operadoras que remetessem o número de veículos e de empregados alocados no serviço metropolitano, o que sedimentou o entendimento deste setor em números mais aderentes a uma realidade eficiente na operação do sistema, os quais seguem abaixo.

Quadro 5.10: fatores de utilização

Categorias profissionais	Fatores de utilização (homem/veículo)
Motoristas	2,200
Cobradores	2,200
Fiscais	0,310
Manutenção	0,970

5.3.6.6. Caracterização da Frota

Para a caracterização da frota foi extraído do SIGET (Sistema de Gestão de Transporte) do DETRAN/CE relação de frota por empresas que apresentam a relação de todos os veículos cadastrados marca e modelo do chassi e da carroceria. Desta forma deveria ser possível determinar a frequência de cada tipo de chassi e carroceria, entretanto o cadastro do DETRAN/CE apresentou algumas inconsistências.

Segundo o cadastro do DETRAN/CE, relatório extraído no dia 09/08/2011, existem 551 veículos cadastrados, destes apenas 3 são microônibus distribuídos conforme quadros a seguir.

Quadro 5.11: Quantidade de veículos por empresa (fonte SIGET).

EMPRESA	QTD
ANFROLANDA	16
FRETCAR	107
LITORANEA	19
MARANGUAPE	11
MS TURISMO	4
SÃO BENEDITO	95
SÃO PAULO	14
VIAMETRO	141
VITÓRIA	144

Quadro 5.12: Quantidade de veículos por marca do chassi (fonte SIGET).

MARCA	QTD
FORD	5
MERCEDES BENZ	401
VOLKSWAGEN	144
MON/PROTÓTIPO	1
Total	551

Quadro 5.13: Quantidade de veículos por modelo do chassi (fonte SIGET).

MERCEDES BENZ	
MODELO	QTD
709	1
OF 1315	1
OF 1318	1
OF 1418	2
OF 1620	4
OF 1721	5
OF 1722	26
OH 418	3
OH 1628	2
NÃO IDENTIFICADOS	356
FORD	
B 1618	5
VOLKSWAGEN	
17210	1
NÃO IDENTIFICADOS	143

Como pode-se observar a quantidade de veículos cujo modelo do chassi não foi identificado é muito superior aos identificados, impossibilitando a determinação de um chassi típico para o sistema metropolitano por meio do cadastro do SIGET. De fato, ficou impossível até mesmo determinar com precisão quais destes veículos operam no sistema metropolitano e no interurbano, já que algumas destas empresas operam nos dois sistemas. Desta forma optou-se por questionar 3 das empresas, as 2 maiores empresas do sistema metropolitano e uma outra, sobre quantidade de veículos que eles apresentam para cada modelo.

Com relação à carroceria um pouco menos da metade dos veículos apresentam a informação da marca (254) e destes 248 apresentam o modelo, conforme pode-se observar pelos quadros a seguir. Entretanto, dos registros onde a informação é completa existem uma grande predominância do Marco Polo – Torino

Quadro 5.14: Quantidade de veículos por marca da carroceria (fonte SIGET).

MARCA	QTD
CAIO	10
CIFERAL	12
COMIL	12
MARCO POLO	201
NIELSON BUSSCAR	19

Quadro 5.15: Quantidade de veículos por modelo da carroceria (fonte SIGET).

CAIO	QTD
ALPHA	7
MAGIRUS	1
NÃO	1
CIFERAL	QTD
ALVORADA	1
CITMAX	4
APACHE	6
TURQUESA	1

COMIL	
CAMPIONE	1
SVETO	11
MARCO POLO	
TORINO	174
VOLARE	2
SENIOR GV	3
VIAGGIO	10
PARADISO	12
NIELSON / BUSSCAR	
EL	15
NÃO IDENTIFICADO	4

Com os dados encaminhados pelas empresas (Vitória, Viametro e Anfrolanda) obtiveram-se as seguintes informações:

Quadro 5.16: Quantidade de veículos por marca do chassi (fonte Vitória, Viametro e Anfrolanda).

MARCA	QTD	%
M. BENZ	251	97%
FORD	3	1%
VW	9	3%

Quadro 5.17: Quantidade de veículos por modelo do chassi (fonte Vitória, Viametro e Anfrolanda).

MARCA / MODELO	QTD	% DO TOTAL
M. BENZ		
LO 915	4	1,50%
OF 1315	1	0,40%
OF 1318	1	0,40%
OF 1418	56	21,50%
OF 1620	3	1,20%
OF 1721	3	1,20%
OF 1722	183	70,40%
FORD		
1621	3	1,20%
VW		
16210	3	1,20%
17230 EOD	3	1,20%

Quadro 5.18: Quantidade de veículos por modelo da carroceria (fonte Vitória, Viometro e Anfrolanda).

MARCA / MODELO	QTD	% DO TOTAL
BUSSCAR		
NÃO IDENT.	5	1,90%
CAIO		
VITÓRIA	5	1,90%
ALPHA	3	1,20%
NÃO IDENT.	1	0,40%
CIFERAL		
CITMAX	10	3,80%
COMIL		
NÃO IDENT.	7	2,70%
MARCOPOLO		
VIALE	11	4,20%
TORINO	131	50,40%
SENIOR GV	1	0,40%
NÃO IDENT.	71	27,30%
NEOBUS MEGA		
NÃO IDENT.	12	4,60%
MASCA GRANMID		
NÃO IDENT.	3	1,20%

Analisando-se os dados acima em conjunto com os dados oriundos do SIGET pode-se se concluir que, mesmo com os problemas cadastrais do SIGET e com apenas as informações de 3 transportadoras, no sistema metropolitano o chassi típico é o Mercedes Benz OF 1722 e a carroceria é a Marcopolo Torino.

5.3.7. Parâmetros econômicos (preços e coeficientes)

5.3.7.1. Veículo padrão

O veículo padrão é definido como aquele mais representativo no sistema, sendo formado por dois fatores principais: o chassi (estrutura basilar) e carroceria. Foi verificado que o chassi OF .1722, da Mercedes Benz, juntamente com a carroceria Marcopolo Torino formam o conjunto mais comum no sistema de transporte de passageiros metropolitano do Ceará.

A fim de captar valores módicos realmente praticados pelo mercado, a Coordenadoria de Transportes da ARCE solicitou às empresas atuantes no setor que apresentassem as últimas 10 (dez) notas fiscais de compras de veículos. Além disso, procedeu-se pesquisa junto ao fornecedor respectivo.

Como resultado, obteve-se o preço de R\$ 184.000,00, dadas as condições de mercado levantadas.

Quanto à carroceria, coletou-se o valor de R\$ 106.924,00, advindo das Notas Fiscais apresentadas. Porém, é importante salientar que alguns equipamentos, fundamentais para o funcionamento do sistema, são adicionados em período posterior ao da aquisição. Tratam-se de câmeras de segurança, validadores (a fim de registro de carteira estudantil e vale-transporte), dentre outros itens. Portanto, devem ser adicionados ao montante pago pela carroceria, demais componentes, de acordo com o demonstrado abaixo:

Quadro 5.19: Composição de preços da carroceria

Item	Valor
Carroceria	106.924,00
Diferença de ICMS (5%)	5.346,20
Câmeras de Vídeo	2.560,00
Validadores	2.663,21
Rastreador GPRS	554,91
Frete do ônibus RDJ/FOR	4.035,69
TOTAL*	122.084,00

Portanto, tem-se como preço do veículo novo a ser incorporado no cálculo tarifário à planilha anexa a este estudo R\$ 306.084,00 (sendo R\$ 184.000,00 de chassi e R\$ 122.084,00 de carroceria). Caso haja o advento de ar-condicionado nos veículos do sistema, acrescenta-se ao valor da carroceria cerca de R\$ 30.000,00, tendo-se por valor final do veículo de R\$ 336.084,00

5.3.7.2. Combustível

O cálculo dos custos com combustível se processa da seguinte forma: multiplica-se o preço unitário pelo seu parâmetro de consumo, expresso em litros por quilômetro, gerando-se um valor do gasto por quilômetro.

O coeficiente de consumo fora calculado pela Coordenadoria de Transportes da Agência (CTR), mediante análise estatística dos dados de desempenho das empresas atuantes no setor, tendo por resultado 0,43128 l/km (com ar-condicionado).

Com relação ao preço do combustível, da mesma forma que no item anterior, foram solicitadas Notas Fiscais de compra de combustível pelas 02 (duas) maiores empresas

atuantes no sistema metropolitano. Além disso, consultou-se a Petrobras Distribuidora S/A, principal distribuidora do Estado do Ceará.

Calculando-se a média ponderada dos valores encontrados pela Empresa Vitória e ViaMetro chega-se ao montante R\$1,84145, tendo por base Notas Fiscais emitidas pela Petrobrás distribuidora nos meses de janeiro e fevereiro de 2012. Salienta-se que o fator de ponderação utilizado foi a receita anual de 2011 de ambas as empresas.

Saliente-se que tal levantamento refere-se ao diesel tipo S50, que já está aderente às novas normas ambientais impostas pela Resolução Conama nº 315/2002.

5.3.7.3. Rodagem

O item rodagem refere-se tanto à vida útil do pneu como ao seu valor. Seu cálculo por quilômetro é feito pela multiplicação do preço de um pneu novo por seis (na medida em que esse é o número de rodas que compõe o veículo), dividido pela vida útil.

O valor unitário mais módico obtido por esta coordenadoria foi encontrado mediante levantamento de documentos fiscais no valor de R\$ 1.230,00. Já a recapagem, levantou-se o valor de R\$ 360,00.

5.3.7.4. Peças e acessórios

Esse item representa relevantes componentes que contribuem para a eficiência, segurança e durabilidade do veículo. Incluem partes do sistema hidráulico e peças do motor.

Para obtenção do coeficiente adequado de consumo, a CTR utilizou técnicas de amostragem mediante exame de informações prestadas pelas duas maiores delegatárias em operação no sistema metropolitano, recomendando a utilização de: R\$ 0,2461258/km.

5.3.7.5. Lubrificantes

O valor dos lubrificantes, assim como o de diesel, foi obtido por mais de uma fonte, a saber:

- 1) coleta de valores junto à Petrobrás S/A;
- 2) levantamento de preços junto às empresas, por meio de solicitação de notas fiscais de compras desses produtos.

A partir dos dados recebidos optou-se por aqueles mais módicos, os quais seguem o quadro abaixo:

Quadro 5.20: Preços dos lubrificantes

Lubrificante	R\$
Óleo cárter	5,93
Óleo câmbio	5,25
Óleo transmissão	5,81
Fluido freio	15,37
Óleo hidráulico	6,52
Graxa	5,39

5.3.7.6. Mão-de-obra

O fator técnico de aferição de mão-de-obra, o fator de utilização, já foi comentado em seção anterior, restando assim, tecer comentários sobre salários e benefícios das categorias atuantes no sistema.

No que diz respeito aos valores salariais, levou-se em consideração os montantes atuais estabelecidos na Convenção Coletiva de Trabalho (remetidos pelo sindicato). Abaixo, seguem os resultados obtidos.

Quadro 5.21: Fatores de utilização e salários

Categorias profissionais	Fatores de utilização (homem/veículo)	Salários	Produtividade (4%)
Motoristas	2,200	1.224,68	48,99
Cobreadores	2,200	734,81	29,39
Fiscais	0,310	857,28	34,29
Manutenção	0,970	800,19	32,01

Com exceção do salário de pessoal de manutenção, que fora obtido mediante consolidação dos dados contábeis referentes a 2010 (levando-se em conta o número de funcionários de manutenção apresentados, bem como o reajuste salarial de 8% das categorias envolvidas no setor), as remunerações de motoristas, fiscais e cobreadores foram obtidas mediante análise das negociações trabalhistas entre Sindiônibus e Sintro (Sindicado dos Trabalhadores em Transportes Rodoviários no Estado do Ceará).

Ainda com fulcro na convenção mencionada, foram considerados os benefícios percebidos pelo trabalhador no exercício de sua função, a saber: cestas básicas e vale-refeição. Os

valores de cesta básica e vale-refeição são estabelecidos à Convenção Coletiva de Trabalho, sendo de R\$ 60,00 e R\$ 7,00, respectivamente.

Por fim, salienta-se que o valor gasto por funcionário e por mês com fardamento foi mantido em R\$ 44, 86, o qual foi retirado da última revisão ordinária realizada pela ARCE.

5.3.7.7. Idade média da frota

De acordo com a revisão extraordinária de tarifas procedida em 2011, chegou a uma idade média de frota em torno de 4,5 anos.

Tendo em vista o processo licitatório e suas peculiaridades com relação ao prazo de concessão de 5 anos e exigências de equipamentos adicionais, tem-se como razoável a escolha de 2,5 anos.

5.3.7.8. Demais coeficientes e parâmetros.

Primeiramente, a depreciação pode ser definida como a perda do valor de eficiência produtiva dos bens investidos no negócio em decorrência do passar do tempo, pelo uso, pela ação da natureza e/ou obsolescência. Depende de 2 (dois) parâmetros principais: vida útil e valor residual.

Seus valores foram mantidos de acordo com o adotado na última revisão tarifária realizada pela ARCE, a saber: 7 (sete) anos de vida útil e 20% de valor residual.

Também mantidos no mesmo patamar da revisão ordinária passada, tem-se o percentual para base de cálculo de depreciação de instalações e equipamentos (12% sobre o veículo novo sem rodagem), de remuneração de almoxarifado (3% sobre o preço veículo com rodagem) e remuneração de instalações e equipamentos (5% sobre o valor do veículo com rodagem), além do próprio percentual de remuneração do capital, o qual foi mantido em 12%.

5.3.7.9. Despesas de administração

Referem-se aos custos de manutenção e administração da empresa necessários à operação dos veículos. É subdividido em cinco itens detalhados abaixo:

1) Os valores de seguro obrigatório e licenciamento são estabelecidos anualmente, tendo em 2012 os montantes de, respectivamente, R\$ 396,49 e R\$ 45,38. Tais montas, que foram obtidas a partir de <http://www.dpvatseguro.com.br> e <http://www.detran.ce.gov.br>;

2) Repasse referente à Lei Estadual nº 14.024/2007 é vinculado à Ufir-CE, a qual foi atualizada no início do corrente exercício, tendo seu valor total passado a R\$ 565,72; e

3) Despesas relativas a gastos com administração (relativas a material de expediente, energia e água, entre outros), pessoal administrativo e seguro de responsabilidade civil, que tiveram seus valores mantidos da última revisão ordinária realizada pela ARCE, respectivamente, R\$ 747, 32 (por veículo e por mês), R\$ 789, 27 (por veículo e por mês) e R\$ 1.300 (por veículo e por ano).

5.3.7.10. Tributação

Engloba todas as espécies tributárias indiretas incidentes sobre a operação do setor, a exemplo do programa de integração social (PIS) e da contribuição para financiamento da seguridade social (COFINS), nos percentuais de 0,65% e 3,00%, respectivamente.

No tocante ao imposto sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS), destaque-se que, conforme informação prestada pela Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará, referendada nas disposições normativas do respectivo imposto, o sistema metropolitano é isento.

5.3.7.11. Conclusão

Os dados acima foram lançados às planilhas tarifárias (anexas a este documento) a fim de proceder aos cálculos referentes ao custo total por quilômetro.

Porém, para o cálculo das tarifas pagas por cada passageiro, necessita-se introduzir o conceito de Lotação Pagante Média (ou Ocupação Equivalente).

Em uma dada viagem realizada por um veículo rodoviário de passageiros, deve ser levado em conta o número de usuários que efetivamente paga pelo serviço, já que os demais usufruem de benefícios que os isentam ou reduzem sua contribuição para o custeio do percurso realizado. Logo, grupos específicos como estudantes e idosos, não devem participar do rateio dos custos da mesma forma que um passageiro comum, mas, respectivamente pela metade (já que pagam meia passagem) e de forma nula (pois não desembolsam pelo deslocamento). Para fins de estimação do valor final da tarifa também deve-se considerar aqueles passageiros que pagam valores inferiores ao valor cobrado pela viagem "completa" tarifa cheia.

Conclui-se, assim, que a Ocupação Equivalente é obtida pela média ponderada dos passageiros transportados por cada viagem realizada, sendo o fator de ponderação a tarifa respectivamente paga.

As fontes para sua estimativa estão contidas nas matrizes origem/destino e nos dados e resultados obtidos na modelagem, disponíveis nos relatórios técnicos e seus anexos.

Isso posto, dividindo-se o custo total quilométrico (encontrado com auxílio das planilhas tarifárias anexas) pela Lotação Pagante Média (ou Ocupação Equivalente), chega-se a um coeficiente tarifário proposto (expresso em R\$/Km x Passageiros), que dará origem às tarifas pagas por cada usuário. Abaixo seguem os valores obtidos para cada área de operação:

Quadro 5.22: Custos quilométricos e coeficientes tarifários

Área	R\$/KM	R\$/KMxPassag
1	3,840928	0,128031
2	4,331652	0,144388
3	3,422798	0,114093
4	2,816869	0,093896

Salienta-se que podem variar, a depender das propostas apresentadas pelos licitantes.

6. Considerações finais

Os principais objetivos do presente estudo eram estabelecer cenários para a Tomada de Decisão e possibilitar a elaboração de editais de licitação para ambos os sistemas que servem a Região Metropolitana de Fortaleza. Os cenários foram desenvolvidos por meio de técnicas e metodologias consagradas no setor de transportes e tiveram como princípios fundamentais a melhoria na qualidade dos deslocamentos e na integração entre os sistemas rodoviário e ferroviário.

O trabalho foi desenvolvido por profissionais com reconhecido conhecimento na área e em sua ampla maioria dos quadros do próprio Estado e apesar do tempo exíguo os objetivos foram atingidos. Do estudo gerou-se quatro produtos principais: o presente relatório, os dois editais de licitação e seus anexos e a base de dados georreferenciada que pode ser utilizada para estudos futuros e no dia a dia do DETRAN e da ARCE.

Por fim é importante ressaltar que o presente relatório é apenas uma referência para as decisões que foram e que ainda serão tomadas. Os editais passarão por audiências públicas e é natural no processo democrático que alterações e negociações sejam estabelecidas.