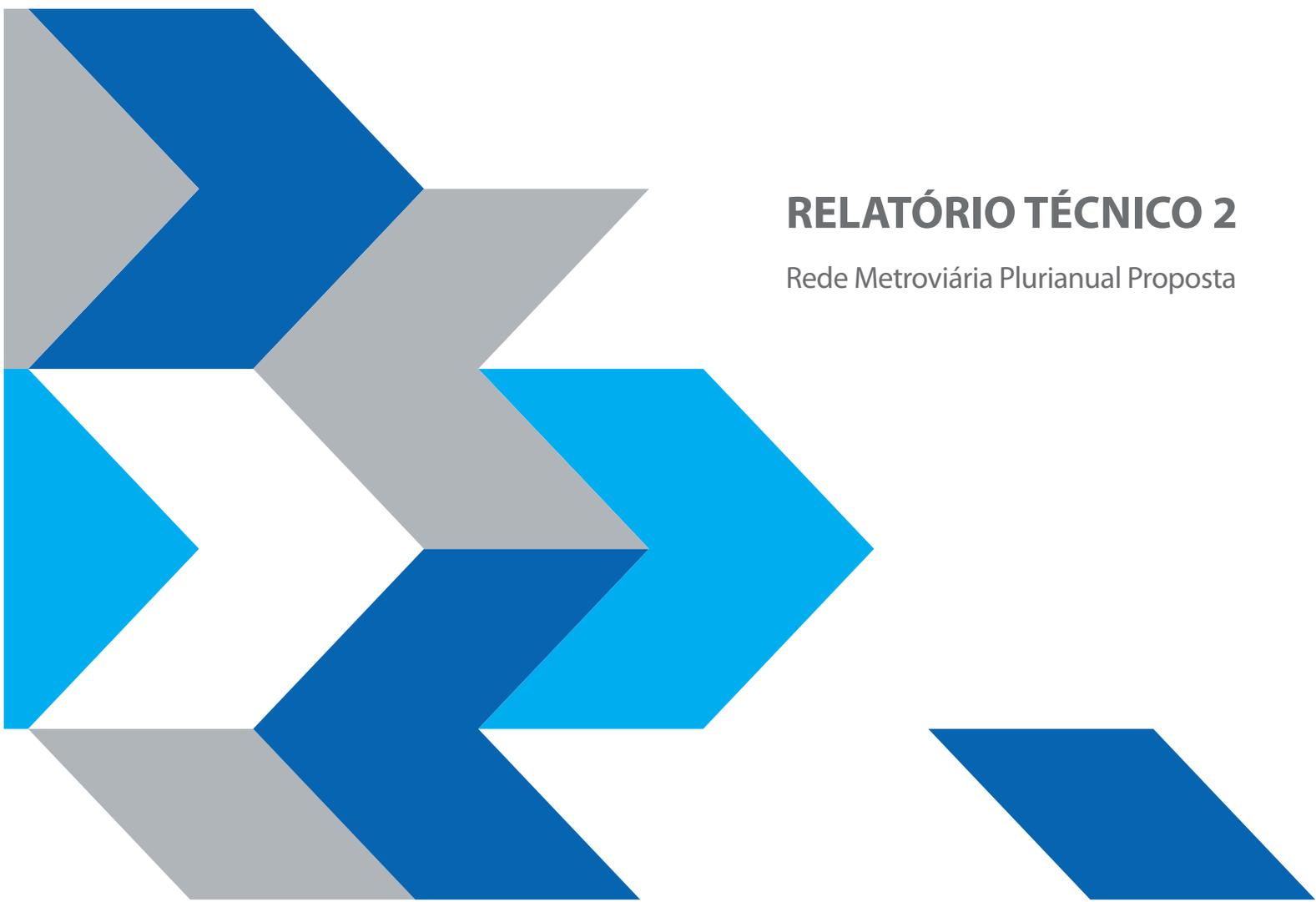


PdM

PLANO DIRETOR METROVIÁRIO
REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

RELATÓRIO TÉCNICO 2

Rede Metroviária Plurianual Proposta



Relatório Técnico 2

Rede Metroviária Plurianual Proposta

Novembro de 2016

HISTÓRICO DO DOCUMENTO

Esse documento foi produzido e alterado conforme o quadro abaixo:

RELATÓRIO TÉCNICO 2 - CONTROLE DE EMISSÕES					
Versão	Data	Descrição	Criado por:	Verificado por:	Aprovado por:
EMISSÃO 1	Nov./15	Relatório Técnico 2 – Rede Metroviária Plurianual Proposta	David Escalante e Álvaro Gonzalez	Ivanice Schutz	João Carlos Scatena
EMISSÃO 2	Jul./16	Relatório Técnico 2 – Rede Metroviária Plurianual Proposta	David Escalante e Álvaro Gonzalez	Ivanice Schutz	João Carlos Scatena
EMISSÃO 3	Nov./16	Relatório Técnico 2 – Rede Metroviária Plurianual Proposta	David Escalante e Álvaro Gonzalez	Ivanice Schutz	João Carlos Scatena

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

PDM Plano Diretor Metroviário da Região Metropolitana do Rio de Janeiro

PDTU Plano Diretor de Transporte Metropolitano do Rio de Janeiro

RMRJ Região Metropolitana do Rio de Janeiro

TRANUS Software

O/D Pesquisa Origem-Destino

BRT Bus Rapid Transit

SETRANS Secretaria de Estado de Transportes

PDM_RMRJ Plano Diretor Metroviário da Região Metropolitana do Rio de Janeiro

CCR BARCAS Sub-sistema barcas

SUPERVIA Sub-sistema trens urbanos

TRANUS Sistema completo de modelagem de transporte e uso do solo

IPTU Imposto Predial e Territorial Urbano

FIPE Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

CNAE Classificação Nacional de Atividades Econômicas

P&R Park and Ride

RAIS Relação Anual de Informações Sociais

FOV Pesquisa de Frequência de Ocupação visual

VDF Coeficiente da Função Fluxo-Demora

METRÓRIO Sub Sistema de Metrô da cidade do Rio de Janeiro

PME Pesquisa Mensal de Empregos

RIOTRILHOS Companhia de Transportes sobre Trilhos do Estado do Rio de Janeiro

TCPO Tabelas de Composição de Preços para Orçamento

DHPs Drenos Horizontais Profundos

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	APRESENTAÇÃO DA REDE PROPOSTA E CENÁRIO DE MODELAGEM	2
2.1.	Compilação das Alternativas de Rede	2
2.1.1.	Detalhamento da Rede Proposta	21
2.1.1.1.	Rede Base	21
2.1.1.1.1.	Uruguai / Gávea (Via Centro)	21
2.1.1.1.2.	Pavuna / Araribóia	21
2.1.1.1.3.	Araribóia / Itaboraí	23
2.1.1.1.4.	Recreio / Gávea	23
2.1.1.1.5.	Gávea / Carioca	24
2.1.1.1.6.	Alvorada / Cocotá	25
2.1.1.1.7.	Deodoro / Presidente Vargas	26
2.1.1.1.8.	Uruguai / Engenho de Dentro	28
2.1.1.1.9.	Araribóia / Itaipuaçu	29
2.1.1.1.9.	São Francisco / Alcântara	29
2.1.1.1.10.	Duque de Caxias / Campo Grande	30
2.1.1.2.	Alternativas à Rede Base	31
2.1.1.2.1.	Uruguai / Gávea	32
2.1.1.2.2.	Pavuna / Araribóia	33
2.1.1.2.3.	Araribóia / Itaboraí	33
2.1.1.2.4.	Gávea / Harmonia	34
2.1.1.2.5.	Deodoro / Harmonia	34

2.1.1.2.6.	Uruguai / Del Castilho.....	35
2.2.	Seminário	37
2.3.	Discussão das Alternativas	38
2.4.	Apresentação do Cenário de Desenvolvimento Urbano.....	40
2.4.1.	Cenário Tendencial	41
2.4.1.1.	Metodologia para Constituição de um Cenário Macroeconômico	42
2.4.1.1.1.	Projeção do PIB para os Municípios da Área de Estudo.....	44
2.4.1.1.2.	Projeção da População Total para os Municípios da Área de Estudos	50
2.4.1.1.3.	Projeção da Renda Total para os Municípios da Área de Estudos	55
2.4.1.1.4.	Projeção dos Empregos para os Municípios da Área de Estudos.....	57
2.4.1.2.	Cálculo e Distribuição - Zonas de Tráfego das Variáveis Requeridas pelo TRANUS.....	59
2.4.1.2.1.	Cálculo da Distribuição e Segmentação da População Total dos Municípios	60
2.4.1.2.2.	Método de Segmentação da População Total dos Municípios.....	60
2.4.1.2.3.	Distribuição da População Segmentada entre as Zonas de Tráfego	61
2.4.1.2.3.1.	Distribuição da População Segmentada entre as Zonas de Tráfego	61
2.4.1.2.3.2.	Distribuição da População Segmentada entre as Zonas de Tráfego	63
2.4.1.3.	Cálculo da Distribuição e Segmentação dos Empregos dos Municípios.....	67
2.4.2.	Cenário Induzido	71
2.4.1.1.	Metodologia	71
2.4.1.2.	Classificação das Zonas de Tráfego - Comportamento no Cenário.....	72
2.4.1.3.	Metodologia de Cálculo das Variáveis Socioeconômicas do Cenário Induzido	78
2.4.3.	Resumo dos Resultados dos Cenários Tendencial e Induzido	79
2.4.2.1.	População.....	80
2.4.2.2.	Emprego.....	90

3.	QUALIFICAÇÃO DAS DEMANDAS DAS REDES ALTERNATIVAS.....	102
3.1.	Atualizações da Rede de Transporte.....	102
3.2.	Projeção da Demanda	105
3.2.1.	Geração de Viagens	107
3.2.2.	Distribuição Espacial de Viagens.....	113
3.3.	Alocação de Tráfego na Rede	117
3.3.1.	Divisão Modal e Indicadores de Produção do Sistema de Transporte	117
3.3.2.	Carregamento do Sistema de Transportes e Níveis de Saturação.....	119
4.	ANÁLISE DOS FLUXOS DA REDE PROPOSTA.....	122
4.1.	Análise Multicriterial	122
4.1.1.	Análise Inicial e Depuração da Rede Base Proposta	125
4.1.1.1.	Análise Inicial e Depuração da Rede Base Proposta	126
4.1.1.2.	Depuração de Rede Base – Remoção de Linhas e Trechos.....	126
4.1.2.	Reconfiguração da Rede Metroviária e Definição de Horizontes de Implantação das Linhas.....	128
4.1.2.1.	Reconfiguração da Rede Metroviária Proposta	130
4.1.2.2.	Seleção de Linhas para cada Horizonte de Análise	130
4.1.3.	Etapa 3	131
4.1.3.1.	Priorização De Linhas de Definição Do Plano Diretor Metroviário.....	133
4.2.	Geração de Indicadores para Avaliação Comparativa de Alternativas.....	134
4.2.1.	Análise da Rede Base Proposta. Comparação e Avaliação dos Cenários.....	134
4.2.2.	Depuração de Linhas e Trechos.....	144
5.	APURAÇÃO DE CUSTOS	148
5.1.	Introdução.....	148

5.2.	Metodologia	148
5.3.	Métodos Construtivos Típicos Adotados	153
5.2.1.	NATM	155
5.2.2.	NATM em solo.....	156
5.2.3.	NATM em rocha	156
5.2.4.	CUT & COVER	158
5.2.5.	Vala em Céu Aberto (VCA)	158
5.2.6.	INVERTIDO ou COVER & CUT.....	159
5.2.7.	SHIELD TBM (Tunnel Boring Machines com Couraça).....	161
5.2.8.	Construções Elevadas.....	164
5.2.9.	Construções em Superfície	166
5.2.10.	Instrumentação.....	167
5.3.	Pátio de Manobras	168
5.4.	Sistemas Operacionais Auxiliares	169
5.5.	Vias Permanentes	170
5.6.	Poço de Ventilação/Saída de Emergência	170
5.7.	Preços Unitários por Tipologia Construtiva	171
5.7.1.	Trechos	171
5.7.1.1.	Trecho em TBM em Solo.....	171
5.7.1.2.	Trecho em TBM em Rocha	172
5.7.1.2.	Trecho em VCA.....	172
5.7.1.3.	Trecho em Via Elevada	172
5.7.1.4.	Trecho em Nível	173
5.7.2.	Estações.....	173
5.7.2.1.	Estação VCA.....	174
5.7.2.2.	Estação Escavada em Rocha	174

5.7.2.3.	Estação Elevada.....	175
5.7.2.4.	Estação em Nível.....	175
5.7.2.5.	Estação em NATM.....	176
5.7.3.	Pátios.....	176
5.7.3.1.	Pátio de Manobra	177
5.7.4.	Poços de Ventilação – Saída de Emergência.....	178
5.7.4.1.	Poços de Ventilação – Saída de Emergência.....	178
5.8.	Cálculo dos Custos de Implantação das Linhas Componentes da Rede.....	179
5.8.1.	Linhas Rede Base	179
5.8.2.	Linhas – Rede Alternativa.....	182
5.9.	Apuração de Custos por Linha – Rede Base.....	184
5.10.	Apuração de Custos por Linha – Rede Alternativa.....	196
5.11.	Estimativa de Custos e Despesas	201
5.11.1.	Operação.....	202
5.11.2.	Pessoal Operacional.....	202
5.11.3.	Energia	204
5.11.4.	Materiais de Operação	205
5.11.5.	Manutenção.....	205
5.11.6.	Serviços de Terceiros	206
5.11.7.	Despesas Administrativas.....	207
5.11.8.	Impostos e Taxas	208
5.11.9.	Demais despesas	208
5.11.10.	Estrutura Organizacional	209
5.11.10.1.	Estrutura Organizacional da Operação.....	211
5.11.10.2.	Estrutura Organizacional da Manutenção.....	211

6.	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DAS ALTERNATIVAS	213
6.1.	Avaliação Econômica	213
6.1.1.	Custos Operacionais	216
6.1.1.1.	Custos Operacionais do Sistema de Ônibus e BRT	216
6.1.1.2.	Custos Operacionais do Sistema de VLT	218
6.1.1.3.	Custos Operacionais do Sistema de Barcas	219
6.1.1.4.	Custos Operacionais do Sistema de Transporte Individual	219
6.1.1.5.	Custos Econômicos Operacionais.....	220
6.1.2.	Custos Econômicos e Investimento.....	222
6.1.3.	Custos das Externalidades.....	223
6.1.3.1.	Custos Atribuídos ao Tempo	223
6.1.4.	Custos de Poluição.....	224
6.1.4.1.	Custos dos Acidentes.....	228
6.1.5.	Insumos do Modelo e Avaliação Econômico-financeira	230
6.1.6.	Benefícios Econômicos	230
6.1.6.1.	Cálculo dos Benefícios	231
6.2.	Avaliação Financeira	231
6.2.1.	Despesas Operacionais	232
6.2.1.1.	Despesas Operacionais Fixas.....	233
6.2.1.2.	Despesas Operacionais Variáveis.....	234
6.2.2.	Outras Despesas Operacionais.....	234
6.2.3.	Despesas de Capital	234
6.2.4.	Arrecadação	235
6.2.5.	Análise Financeira	236
6.2.5.1.	Dados Operacionais: Frota e Km percorrido	236
6.2.5.2.	Projeção de Despesas Operacionais	236

6.2.5.3.	Projeção de Investimentos.....	237
6.2.5.4.	Depreciação.....	237
6.2.6.	Avaliação dos Resultados.....	238
6.3.	Avaliação De Sensibilidade	238
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	240

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Rede metroviária em operação – outubro de 2015	4
Figura 2: Rede metroviária em operação, incluindo trecho em obras.....	5
Figura 3: Rede metroviária em operação, mais trecho em obras, mais trechos e linhas em licitação.....	6
Figura 4: Rede metroviária incorporando linhas propostas pelos técnicos.....	9
Figura 5: Rede Base	10
Figura 6: Rede Base com alternativas	11
Figura 7: Anel da linha 1	13
Figura 8: Tijuca – Engenho de Dentro ou Tijuca – Del Castilho	14
Figura 9: do traçado no Centro de Niterói.....	14
Figura 10: ligação Gávea – Centro	15
Figura 11: Integração Centro - Existência da Estação Praça Quinze	15
Figura 12: Articulação das Centralidades Metropolitanas e a Rede Base	17
Figura 13: Articulação das Centralidades Metropolitanas e a Rede Base – Detalhe na área central.....	18
Figura 14: Anéis Funcionais da Rede Base.....	19
Figura 15: Anéis Funcionais da Rede Base e demais modos de média e alta capacidade.....	20
Figura 16: Avenida Brasil, altura de Irajá.....	27
Figura 17: Rede Base	38
Figura 18: Rede Alternativa	39
Figura 19: Gênese da Obtenção das Variáveis Explicativas da Demanda por Transportes	42
Figura 20: Metodologia para a constituição de um Cenário Econômico Tendencial	43
Figura 21: Zoneamento de acordo com as classes de comportamento do cenário induzido	76
Figura 22: Zoneamento de acordo com as classes de comportamento do cenário induzido	77
Figura 23: População absoluta no ano base de 2014.....	80

Figura 24: População absoluta no Cenário Tendencial para o ano de 2045	81
Figura 25: População absoluta no Cenário Induzido para o ano de 2045	82
Figura 26: Densidade populacional (hab/ha) no ano base 2014.....	83
Figura 27: Densidade populacional (hab/ha) no Cenário Tendencial para o ano de 2045	84
Figura 28: Densidade populacional (hab/ha) no Cenário Induzido para o ano de 2045	85
Figura 29: Crescimento absoluto da população no período de 2014 a 2045 no Cenário Tendencial	86
Figura 30: Crescimento absoluto da população no período de 2014 a 2045 no Cenário Induzido.....	87
Figura 31: Taxa de crescimento da população no período de 2014 a 2045 no cenário tendencial	88
Figura 32: Taxa de crescimento da população no período de 2014 a 2045 no Cenário Induzido	89
Figura 33: Emprego absoluto no ano base de 2015).....	90
Figura 34: Emprego absoluto no Cenário Tendencial para o ano de 2045.....	91
Figura 35: Emprego absoluto no Cenário Induzido para o ano de 2045.....	92
Figura 36: Densidade de Emprego por 100 habitantes ano base de 2015.....	93
Figura 37: Densidade de Emprego por 100 habitantes no Cenário Tendencial para o ano de 2045.....	94
Figura 38: Densidade de Emprego por 100 habitantes no Cenário Induzido para o ano de 2045.....	95
Figura 39: Crescimento absoluto no período de 2015 a 2045 no Cenário Tendencial	96
Figura 40: Crescimento absoluto no período de 2015 a 2045 no Cenário Induzido	97
Figura 41: Taxa de crescimento no período de 2015 a 2045 no Cenário Tendencial.....	98
Figura 42: Taxa de crescimento no período de 2015 a 2045 no Cenário Induzido.....	99
Figura 43: Diferença observada entre os Cenários Induzido e Tendencial para população em 2045.....	100
Figura 44: Diferença observada entre os Cenários Induzido e Tendencial para empregos em 2045.....	101
Figura 45: Atualização da rede viária.....	102
Figura 46: Atualização da rede de BRT	103
Figura 47: Atualização da rede de trens	104
Figura 48: Atualização da rede de VLT.....	104

Figura 49: Atualização do Serviço de Barcas	105
Figura 50: Comparação dos fluxos entre Regiões/Municípios. Cenário Induzido vs Cenário Tendencial ..	115
Figura 51: Comparação dos fluxos entre Regiões/Municípios. Cenário Induzido vs Cenário Tendencial ..	116
Figura 52: Passageiros no sistema de ônibus na hora pico manhã para cenário de 2045 Tendencial	119
Figura 53: Passageiros no sistema de ônibus na hora pico manhã para cenário de 2045 Orientado/Induzido.....	119
Figura 54: Passageiros no sistema de Metrô e Supervia na hora pico manhã para cenário de 2045 Tendencial	120
Figura 55: Passageiros no sistema de Metrô e Supervia na hora pico manhã para cenário de 2045 Orientado/Induzido.....	120
Figura 56: Veículos privados na hora pico manhã para cenário de 2045 Tendencial	121
Figura 57: Veículos privados na hora pico manhã para cenário de 2045 Orientado/Induzido.....	121
Figura 58: Processo de avaliação e definição da Rede Metroviária Proposta.....	124
Figura 59: Etapa 1 de análise avaliação Rede Metroviária Proposta	125
Figura 60: Definição de trechos para aplicação do filtro 2	127
Figura 61: Etapa 2 de análise avaliação Rede Metroviária Proposta	129
Figura 62: Etapa 3 de análise avaliação Rede Metroviária Proposta	132
Figura 63: Mapas. Carregamento das linhas Tendencial x linha na hora pico manhã	135
Figura 64: Carregamento das linhas Tendencial x linha (detalhe do centro do Rio de Janeiro e de Niteroi) na hora pico manhã	136
Figura 65: Mapas. Carregamento das linhas Induzido x linha na hora pico manhã	137
Figura 66: Mapas. Carregamento das linhas Induzido x linha (detalhe do centro do Rio de Janeiro e de Niteroi) na hora pico manhã.....	138
Figura 67: Embarque / Desembarque por estação na Rede Metroviária Proposta e na Rede da Supervia no cenário Tendencial – Pico da Manhã.....	139

Figura 68: Embarque / Desembarque por estação na Rede Metroviária Proposta e na Rede da Supervia no cenário Tendencial (detalhe do centro do Rio de Janeiro e de Niteroi) – Pico da Manhã.....	140
Figura 69: Embarque / Desembarque por estação na Rede Metroviária Proposta e na Rede da Supervia no cenário Induzido – Pico da Manhã.....	141
Figura 70: Embarque / Desembarque por estação na Rede Metroviária Proposta e na Rede da Supervia no cenário Induzido (detalhe do centro do Rio de Janeiro e de Niteroi) – Pico da Manhã.....	142
Figura 71: Indicação dos trechos que não atingiram o critério de Carga Crítica.....	146
Figura 72: Indicação dos trechos que não atingiram o critério de Embarques/Km.....	147
Figura 73: Via Elevada.....	149
Figura 74: Estação Elevada.....	150
Figura 75: Via Enterrada.....	151
Figura 76: Estação Enterrada.....	152
Figura 77: NATM em Rocha.....	157
Figura 78: Método Cut and Cover.....	160
Figura 79: Método Shield TBM.....	161
Figura 80: Funcionamento TBM.....	162
Figura 81: Modelo de Construção Elevada.....	165
Figura 82: Modelo de Construção em Superfície.....	166
Figura 83: Proposição número total de funcionários.....	209
Figura 84: Estrutura Administrativa.....	210
Figura 85: Principais Gerências.....	210
Figura 86: Movimentação de Trens.....	211
Figura 87: Função específica de gestão do material rodante.....	212
Figura 88: Organograma de Equipe.....	213

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização – Síntese do Trecho Uruguai/Gávia (Via Centro)	21
Tabela 2: Caracterização – Síntese do Trecho Pavuna - Araribóia	22
Tabela 3: Caracterização – Síntese do Trecho Araribóia - Itaboraí	23
Tabela 4: Caracterização – Síntese do Trecho Recreio - Gávea	24
Tabela 5: Caracterização – Síntese do Trecho Gávea - Centro	25
Tabela 6: Caracterização – Síntese do Trecho Alvorada - Cocotá	26
Tabela 7: Caracterização – Síntese do Trecho Deodoro – Presidente Vargas	28
Tabela 8: Caracterização – Síntese do Trecho Uruguai – Engenho de Dentro	28
Tabela 9: Caracterização – Síntese do Trecho Araribóia – Itaipuaçu	29
Tabela 10: Caracterização – Síntese do Trecho São Francisco - Alcântara	30
Tabela 11: Caracterização – Síntese do Trecho Duque de Caxias – Campo Grande	31
Tabela 12: Caracterização – Síntese do Trecho Uruguai - Gávea	32
Tabela 13: Caracterização – Síntese do Trecho Pavuna - Araribóia	33
Tabela 14: Caracterização – Síntese do Trecho Araribóia - Itaboraí	33
Tabela 15: Caracterização – Síntese do Trecho Gávea - Harmonia	34
Tabela 16: Caracterização – Síntese do Trecho Deodoro - Harmonia	35
Tabela 17: Caracterização – Síntese do Trecho Uruguai – Del Castilho	36
Tabela 18: Projeção do PIB - Brasil e Estado do Rio de Janeiro – 2015 a 2045 – FIPE e Rio Trilhos	46
Tabela 19: Projeção do PIB – Municípios da Área de Estudos – 2015 a 2045 (em R\$ Milhões de 2014) ...	48
Tabela 20: Projeção do PIB Setorial – Municípios da Área de Estudos – 2015 a 2045 (em R\$ Milhões de 2014)	49
Tabela 21 Projeção da População – Municípios da Área de Estudos – 2015 a 2045	54
Tabela 22: Projeção da Renda Domiciliar Total – Municípios da Área de Estudos – 2015 a 2045 (em R\$ Milhões)	56
Tabela 23: Projeção do Número de Empregos por 100 habitantes – Municípios da Área de Estudos – 2015 e 2045	58
Tabela 24: Valores de Ajustes Pontuais Positivos por Empreendimento/ Zona de Tráfego	64
Tabela 25: Valores de Ajustes Pontuais Positivos por Empreendimento/ Zona de Tráfego	69
Tabela 26: Número e Percentual de Zonas Agrupadas Segundo a Classe	75
Tabela 27: Critérios de comportamento para o cálculo do Cenário Induzido	78

Tabela 28: Intervalos de mudança por classe entre o cenário induzido e o cenário tendencial	79
Tabela 29: Total de viagens na hora pico para cada cenário de projeção de demanda	107
Tabela 30: Viagens originadas e destinadas por região - Município do Rio de Janeiro	110
Tabela 31: Viagens originadas e destinadas por Município da Região do Rio de Janeiro	111
Tabela 32: Aumento de viagens por Região do Município do Rio de Janeiro para o horizonte 2045	112
Tabela 33: Aumento de viagens por Município da Região Metropolitana do Rio de Janeiro - 2045	113
Tabela 34: Divisão modal na hora pico manhã	117
Tabela 35: Indicadores de Mobilidade Urbana	118
Tabela 36: Conjunto de critérios AHP	133
Tabela 37: Resumo dos Indicadores de resultados dos cenários tendencial e ilnduzido	143
Tabela 38: Resumo dos indicadores de resultados dos Cenários Tendencial e Induzido X Trecho	145
Tabela 39: Trecho - Custo por Tipologia Construtiva	171
Tabela 40: Estações	173
Tabela 41: Pátios de Manobra	177
Tabela 42: Saída de Emergência	178
Tabela 43: Linhas Rede Base	179
Tabela 44: Linhas Rede Alternativa	182
Tabela 45: Estácio – Araribóia	184
Tabela 46: Araribóia – Venda das Pedras	184
Tabela 47: Gávea – Carioca	186
Tabela 48: Gávea - Av. Brasil	186
Tabela 49: Jardim Oceânico – Recreio	187
Tabela 50: Alvorada – Cocotá	188
Tabela 51: São Francisco – Alcântara	190
Tabela 52: Duque de Caxias – Campo Grande	191
Tabela 53: Deodoro – Presidente Vargas	192
Tabela 54: Uruguai – Engenho de Dentro	194
Tabela 55: Araribóia – Itaipuaçu	194
Tabela 56: Estácio – Araribóia (sem praça XV)	196
Tabela 57: Araribóia – Venda das Pedras (Via centro de Niterói)	196
Tabela 58: Gávea – Harmonia	198
Tabela 59: Deodoro – Harmonia	199
Tabela 60: Uruguai – Del Castilho	200

Tabela 61: Gávea – Uruguai.....	200
Tabela 62: Exemplo de um dia útil típico	204
Tabela 63: Dados de Entrada Para Quantificação dos Custos Operacionais dos Ônibus Articulados e Convencionais	217
Tabela 64: Parâmetros de Custos Operacionais	218
Tabela 65 Custos operacionais do transporte aquaviário.....	219
Tabela 66: Estimativa de custo operacional dos veículos de transporte individual	220
Tabela 67: Composição dos Custos de Investimento.....	223
Tabela 68: Fatores de produção de CO2 por litro de combustível	225
Tabela 69: Estimativa de custo de emissões por quilômetro dos veículos de transporte individual	226
Tabela 70: Estimativa de custo de emissões por quilômetro por veículos de transporte coletivo	226
Tabela 71: Geração elétrica por energético no Brasil (GWh)	227
Tabela 72: Emissões de GEE provenientes da geração elétrica no Brasil.....	228
Tabela 73: Coeficientes de emissão e custo por KWh (energia elétrica).....	228
Tabela 74: Estimativa de Custos Totais com Acidentes em 2010	229
Tabela 75: Relação da Proporção de Acidentes Entre Diferentes Modais	229
Tabela 76: Quantidade de pessoal, despesas com pessoal.....	237
Tabela 77: Depreciação do sistema	238

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Taxas de projeção do PIB – FIPE, Bacen, WB e Rio Trilhos	45
Gráfico 2: Viagens originadas por Região do Município do Rio de Janeiro e pelos Demais Municípios	108
Gráfico 3: Viagens originadas por Município da RMRJ	108
Gráfico 4: Viagens destinadas por Região do Município do Rio de Janeiro e em cada um dos demais Municípios	109
Gráfico 5: Viagens destinadas por Município da RMRJ	109
Gráfico 6: Distribuição Das Distâncias De Viagem Observadas	114
Gráfico 7: Divisão modal na hora pico manhã	118

1. INTRODUÇÃO

Esta é o Relatório Técnico Parcial 2 referente à primeira fase do desenvolvimento do Plano Diretor Metroviário - RMRJ, o qual reflete a Rede Metroviária Plurianual Proposta.

Seu conteúdo está apresentado em quatro grandes etapas: uma que trata da apresentação da rede, uma que trata da demanda, a terceira que trata da apuração dos custos, e a quarta que trata da análise de viabilidade econômica e financeira. O documento foi estruturado da seguinte maneira:

Inicialmente apresenta-se a rede desenhada no final da fase anterior do PDM, já descrita no Relatório Técnico 1, contendo uma cronologia da atividade referente ao desenho da rede. Mostra-se os avanços desse processo, passo a passo, até a apresentação da denominada Rede Base. Em seguida são exibidas as alternativas.

Posteriormente dá-se início aos trabalhos simulação no software TRANUS, em que a rede apresentada é codificada e preparada para as simulações. São descritas todas as tarefas realizadas pelo Consórcio no sentido de codificar a rede e garantir que ela represente da melhor maneira possível o atual sistema de transporte público da RMRJ ..

Uma vez realizadas as primeiras simulações no cenário tendencial são apresentados os resultados de carregamento da rede. Nesse momento passa-se a trabalhar com a demanda referencial, que servirá de base para o restante dos trabalhos. Trata-se de etapa indispensável para a aplicação dos filtros na rede, que resultará na rede final, trabalho a ser desenvolvido por ocasião do Relatório Técnico 3.

Na terceira parte do Relatório apresenta-se a apuração dos custos de implantação da Rede Base – o CAPEX. Apresenta-se também a metodologia de apuração dos custos.

Na quarta e última parte apresenta-se a metodologia da Avaliação Econômica e Financeira da rede a ser proposta como produto final do PDM.

2. APRESENTAÇÃO DA REDE PROPOSTA E CENÁRIO DE MODELAGEM

2.1. COMPILAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE REDE

O processo de planejamento do metrô passa necessariamente por uma proposta de desenho de rede. Este item do Relatório descreve cronologicamente o processo de desenho da Rede Base proposta.

A opção pela narrativa cronológica se deve à necessidade de ressaltar a interatividade do processo. No Plano Diretor Metroviário do Rio de Janeiro não é diferente.

Foi desenhada uma rede a partir da situação atual, ou seja, partindo das linhas em operação e adicionando novas linhas nas regiões onde, em abordagem preliminar, o atendimento pelo transporte de massa fosse necessário.

A parte inicial desse trabalho consistiu em adicionar à rede em operação os prolongamentos já previstos para as duas linhas existentes e para a terceira que nesta data se encontra em plena construção.

Em seguida foram consultados estudos realizados anteriormente para o metrô – em especial, o Estudo de Viabilidade, que data de 1968, e o PIT Metrô, de 1977.

A consulta a esses estudos permitiu resgatar algumas ideias, tais como a travessia subaquática entre Rio de Janeiro e Niterói, e o atendimento metroviário à região conhecida como Baixada de Jacarepaguá.

Esse mosaico de ideias foi agrupado em uma base cartográfica, na qual as linhas eram desenhadas após consulta às fontes citadas e respectiva análise. As imagens a seguir representarão, sempre em cor azul, a rede já consolidada até a fase descrita, e, em cor vermelha as ligações ou linhas incorporadas naquela fase do estudo.

O primeiro passo para a proposta de expansão da rede consistiu em incorporar a linha 4, atualmente em construção, que ligará a Barra da Tijuca (Jardim Oceânico) com a zona sul, e conectá-la com a linha 1, na estação General Osório.

Em seguida, a RioTrilhos forneceu um material de grande relevância: as linhas cujos processos licitatórios para contratação de projetos básicos ou executivos se encontravam em andamento.

Nesse instante apareceram tanto ligações totalmente inéditas, tais como Uruguai – Engenho de Dentro, quanto trechos que consolidavam trajetos já previstos no passado, tais como Estácio-Praça XV e duas ligações debatidas intensamente com a sociedade civil, quando das audiências públicas prévias à construção da linha Barra da Tijuca-Zona Sul e Gávea-Carioca:

- A ligação Gávea-Centro passando por Jardim Botânico e Humaitá;
- Prolongamento da própria linha da Barra da Tijuca, do Jardim Oceânico até o Recreio, passando por Alvorada.

Nesse momento foram incorporadas as ligações Uruguai-Engenho de Dentro; Gávea-Centro (com destinos em Carioca ou na região portuária), Jardim Oceânico – Recreio e Estácio – Araribóia, conforme ilustrado na [Figura 3](#) a seguir. Também é apresentado nesse conjunto, a linha que ligará Niterói a Itaboraí passando por São Gonçalo.

Figura 1: Rede metroviária em operação – outubro de 2015



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 2: Rede metroviária em operação, incluindo trecho em obras



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 3: Rede metroviária em operação, mais trecho em obras, mais trechos e linhas em licitação.



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Nesse momento os projetistas depararam com uma rede que já contemplava as contribuições de planos anteriores e de planejamento realizado internamente pela RioTrilhos, além do trecho já em construção naquele momento. Faltava à rede, a contribuição advinda das premissas do Plano Diretor de Transporte Urbano - PDTU, já descritas no Relatório Técnico 1.

Além das premissas ligadas ao conceito de privilegiar uma malha de alta e média capacidade, forte e bem estruturada, somou-se a necessidade de reverter um aspecto diagnosticado no início dos trabalhos do PDM – a carência de ligações transversais às linhas radiais que hoje predominam tanto no sistema ferroviário quanto no metroviário.

A partir dessa questão, os técnicos debruçaram-se sobre a metrópole e propuseram linhas que servissem de ferramenta de integração com as linhas radiais já consolidadas, e permitissem integrações antecipadas, ou seja, aquelas em que o usuário pudesse atingir seu destino com um transbordo fora da área central e, sempre que possível, evitando a linha 1, já carregada em demasia.

Sob o amparo desse conceito foi incorporada à malha metroviária, a linha Alvorada-Cocotá, de caráter claramente transversal, que corta todos os ramais ferroviários operados atualmente pela SuperVia e também a linha 2 do Metrô, permitindo em uma ponta, a integração com a linha da Barra da Tijuca e com os BRT TransOeste e TransCarioca, recentemente implantados. Na extremidade oposta permite a integração com o transporte aquaviário (barcas). Essa ligação tem por diretriz o traçado da Linha Amarela, importante via expressa rodoviária da cidade.

Por outro lado há um eixo de transporte na RMRJ que sempre desponta nos planos de transporte, especialmente nas duas edições do PDTU – Plano Diretor de Transporte Urbano. Trata-se da Avenida Brasil, importante eixo viário de acesso à área central que permite o acesso de usuários da zona oeste, da zona norte, da Ilha do Governador e de toda a Baixada Fluminense ao Hipercentro.

Em que pese a decisão da Prefeitura da capital do Estado de implantar um Corredor BRT, a equipe técnica do PDM decidiu propor a construção de uma linha de metrô, principalmente devido a dois fatores: o horizonte temporal do Plano, de 30 anos, e o potencial de adensamento e de renovação urbana observado na Avenida Brasil. Essa linha teria início em Deodoro, viabilizando integrações com a ferrovia e com o BRT TransOlimpico, e teria término na estação denominada Harmonia, no centro geográfico da intervenção urbana conhecida como Porto Maravilha.

Dessa maneira foi incorporado mais um eixo radial à malha, porém, com missão urbanística estratégica, e como ferramenta ao fechamento de um grande anel na cidade, formado pela recém proposta

transversal Alvorada-Cocotá, com a nova ligação Uruguai-Engenho de Dentro e trechos das já consolidadas linhas 1 e 2.

Uma vez contempladas as ligações julgadas mais relevantes na Capital, os técnicos dedicaram-se a tratar ligações relevantes fora da Cidade do Rio de Janeiro. Nesse aspecto cerraram esforços em dois campos: a Baixada Fluminense e a porção leste da Baía de Guanabara.

Na Baixada Fluminense detectou-se a carência de ligações entre os dois principais polos de comércio e serviços – os centros de Nova Iguaçu e de Duque de Caxias, assim como a falta de interligação entre os ramais ferroviários de Saracuruna, Belford Roxo e Japeri dentro da Baixada Fluminense.

Além disso, observou-se, com respaldo no PDTU, a carência de ligações de transporte público de qualidade para os moradores da porção Oeste de Nova Iguaçu com o centro do município.

Observou-se ainda a forte correlação entre essa porção oeste de Nova Iguaçu e a zona oeste da Cidade do Rio de Janeiro, especialmente com Campo Grande, outra importante centralidade em pleno desenvolvimento.

Nesse instante surge a ligação transversal Duque de Caxias – Campo Grande, um extenso arco ferroviário, cuja função é a de integrar a Baixada Fluminense com uma ligação sobre trilhos e ao mesmo tempo permitir melhores conexões ferroviárias do que as realizadas hoje entre os trens da SuperVia e a extensa rede operada por ônibus.

No que concerne à porção leste da Baía de Guanabara, especialmente os municípios de Niterói e São Gonçalo, os técnicos propuseram uma rede em complemento à Linha Araribóia (Niterói) – Itaboraí e ao prolongamento da linha 2 por meio de túnel subaquático.

Neste local a proposta consistiu em privilegiar os principais deslocamentos internos dessa região e que permitissem consolidar as centralidades de Niterói (seu Centro) e de Alcântara (importante subcentro do município de São Gonçalo). Por outro lado foram levadas em conta as ligações por BRT recentemente propostas.

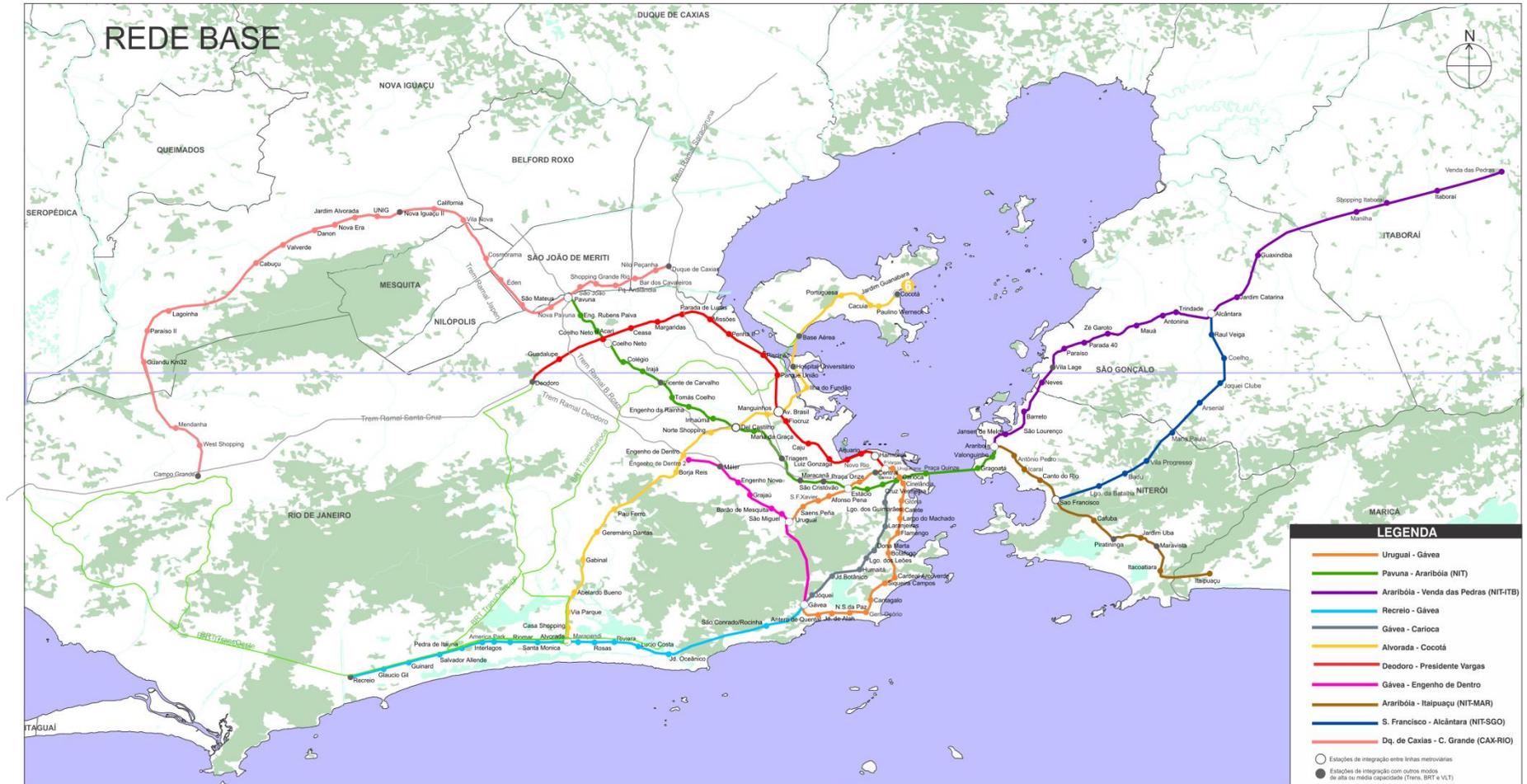
Dessa maneira a rede preliminar proposta, com a incorporação de mais quatro linhas, assumiu a feição exibida na figura a seguir.

Figura 4: Rede metroviária incorporando linhas propostas pelos técnicos



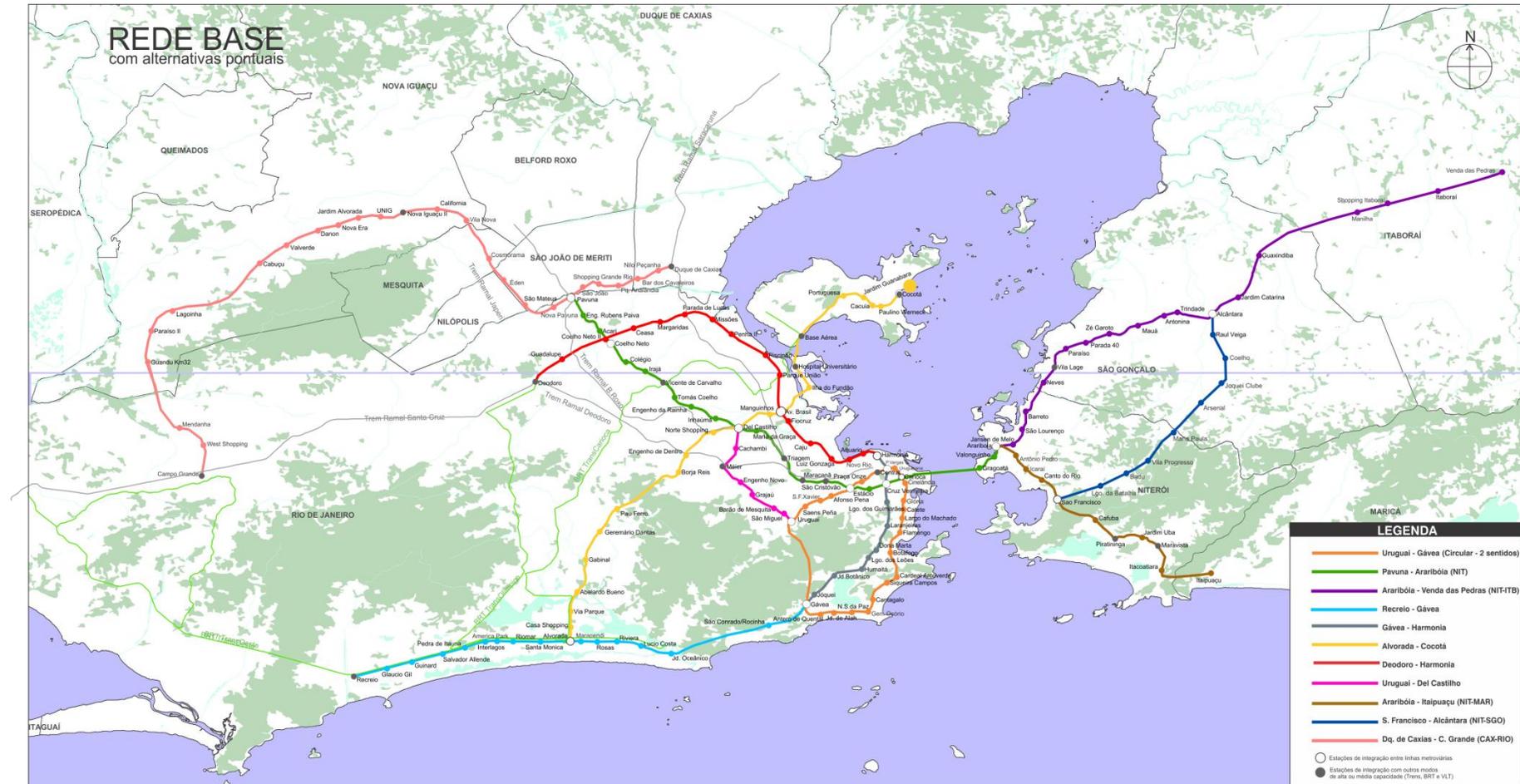
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 5: Rede Base



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 6: Rede Base com alternativas



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

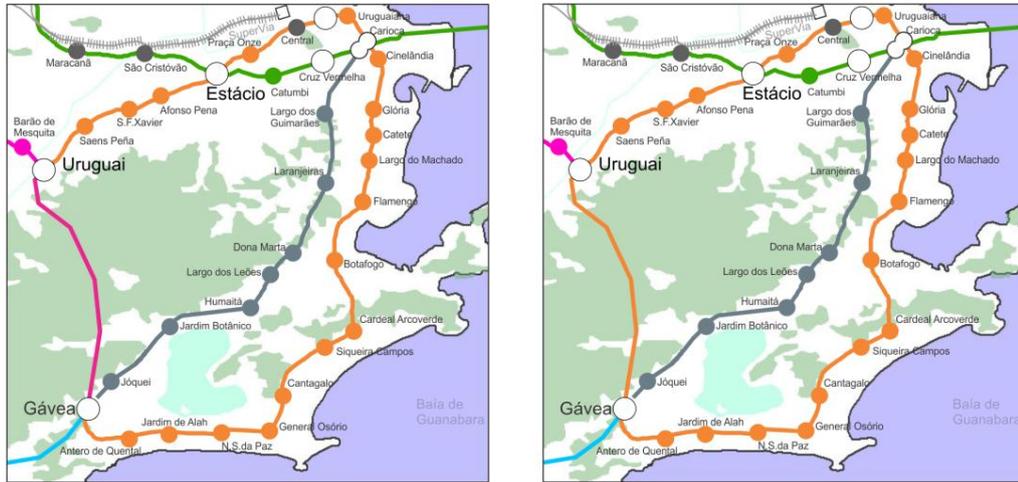
Entretanto, mesmo com a rede devidamente traçada, surgiram alguns questionamentos no seio do corpo técnico formados pelos técnicos da RioTrilhos e do Consórcio Setepla/Logit. São os seguintes:

1. Fechamento do anel físico da linha 1 em Gávea, incorporando o trecho Gávea – Uruguai à linha 1, ou, alternativamente não conectar Gávea à Uruguai, e sim à Barão de Mesquita, liberando Uruguai para um eventual prolongamento da linha 1.;
2. Ligação da Tijuca (Uruguai) com Engenho de Dentro. Com o advento da linha Alvorada-Cocotá e a crescente utilização da estação Del Castilho da linha 2, o grupo sugere substituir o trecho Méier – Engenho de Dentro, pelo trecho Méier-Del Castilho, o que atenderia o bairro Cachambi e também permitiria evitar sobreposição de traçado entre a nova linha do metrô e parte do ramal Deodoro operado pela SuperVia;
3. Trecho inicial da linha 3 no Centro de Niterói, alterando a diretriz da Avenida Feliciano Sodré pela Rua Marechal Deodoro, permitindo aumentar a demanda lindeira;
4. Trecho inicial da ligação Gávea – Centro, originalmente prevista com estação-terminal em Carioca, adjacente à atualmente existente e que atenderá também à linha 2. Foram identificados dois óbices a essa diretriz: por um lado um risco de carregamento excessivo carregamento da referida estação, com claros prejuízos aos usuários e o conseqüente risco de desestímulo à escolha modal metrô, e por outro, o não atendimento à nova centralidade que está sendo estimulada pela Prefeitura da Capital – o empreendimento público denominado Porto Maravilha.

Visando atender aos pontos e razões supracitadas, o Grupo de Trabalho concluiu, após exaustivos debates, que a melhor solução seria adotar uma Rede Base e que as variações seriam tratadas em testes adicionais a serem realizados na fase seguinte do trabalho das simulações de transporte.

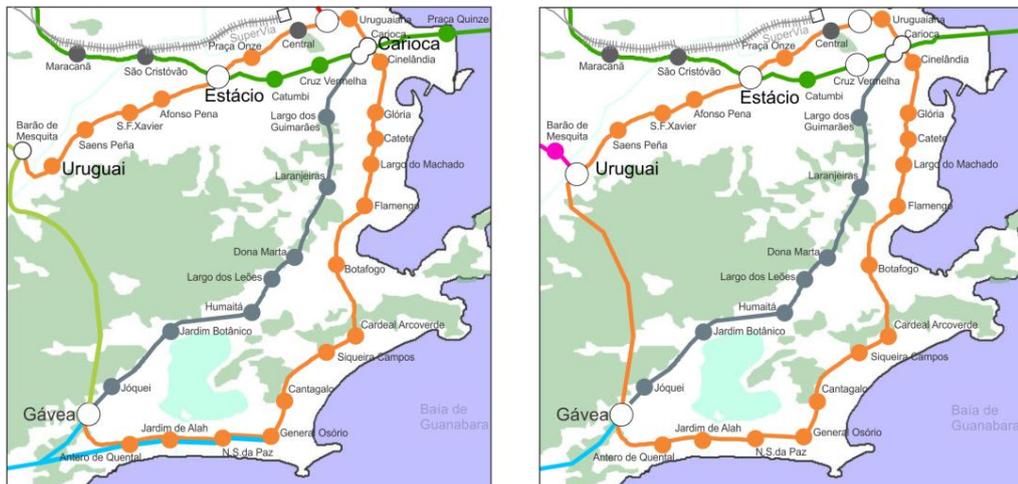
Dessa maneira será possível, quando da aplicação dos filtros e do método de Análise Hierárquica Multicritério, definir quais traçados são os mais adequados à demanda de transporte e ao contexto de planejamento urbano da Metrópole. As ilustrações a seguir mostram em detalhe as variações na Rede a serem consideradas.

Figura 7: Anel da linha 1



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

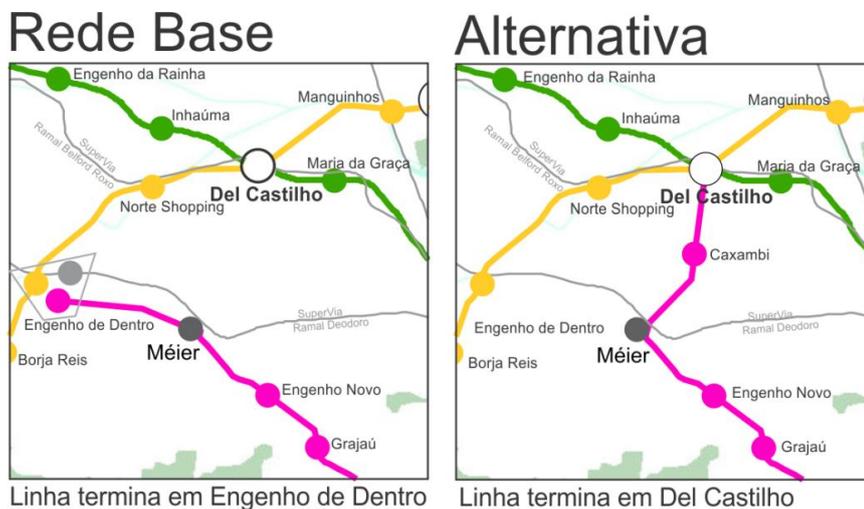
Figura 8: Anel da linha 1, com integração em Barão de Mesquita



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

b. Questão Tijuca – Engenho de Dentro ou Tijuca – Del Castilho

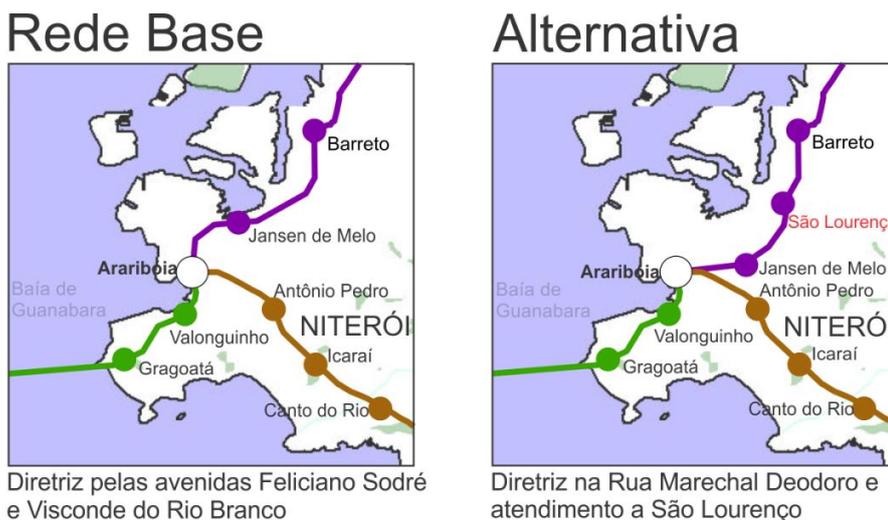
Figura 8: Tijuca – Engenho de Dentro ou Tijuca – Del Castilho



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

c. Questão do traçado no Centro de Niterói: Feliciano Sodré ou Marechal Deodoro.

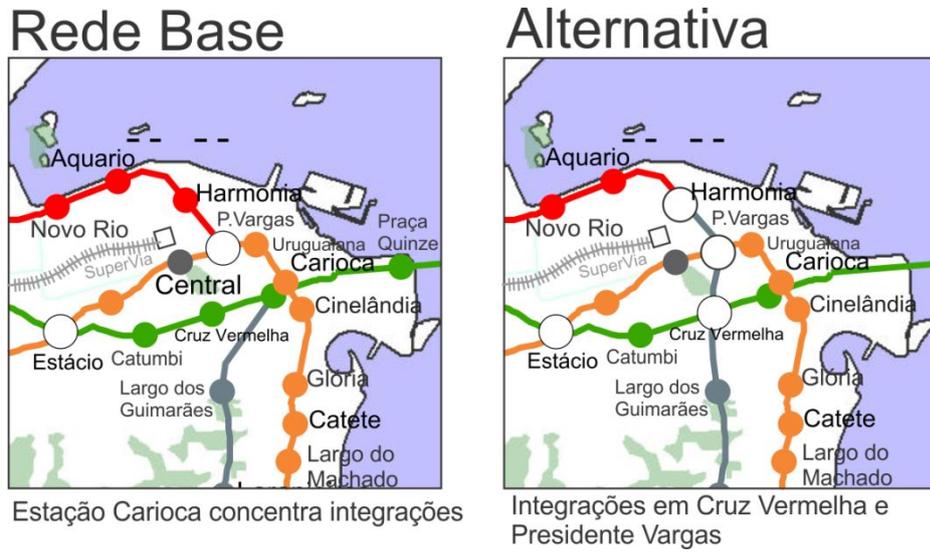
Figura 9: do traçado no Centro de Niterói



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

- d. Questão ligação Gávea – Centro: Destino Carioca ou Destino Harmonia

Figura 10: ligação Gávea – Centro



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

- e. Questão Integração no centro

Figura 11: Integração Centro - Existência da Estação Praça Quinze



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

A Rede Base deve ser interpretada na sua real dimensão: constitui uma meta, depositária de todas as ligações de grande demanda já previstas em projetos anteriores unida às convicções de uma equipe experiente de técnicos.

Mesmo considerando a transitoriedade da Rede Base ao longo do processo, uma vez que até atingir a Rede Proposta Definitiva, o Plano Diretor Metroviário aplicará uma série de filtros e selecionará, a partir das linhas da Rede Base, o conjunto de linhas de maior relevância, aquelas cuja implantação se justifica, cabe ressaltar na Rede Base, dois aspectos muito importantes, e que dão fiel cumprimento às premissas estabelecidas quando do início dos trabalhos: o fomento a novas centralidades e o fortalecimento das já existentes na metrópole;

A ampla cobertura espacial da rede, por toda a RMRJ, bem como o fortalecimento da rede de alta e média capacidade, operando em sinergia com os trens suburbanos, o transporte aquaviário e os modos de média capacidade, tais como os BRTs e o VLT, também constitui atendimento a premissas estabelecidas no início do desenvolvimento do PDM.

A [Figura 12](#) a seguir mostra as centralidades mais importantes da RMRJ e a Rede Base. São evidenciados os principais movimentos que permitem articular as centralidades com o uso da rede metroviária proposta.

Figura 12: Articulação das Centralidades Metropolitanas e a Rede Base



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

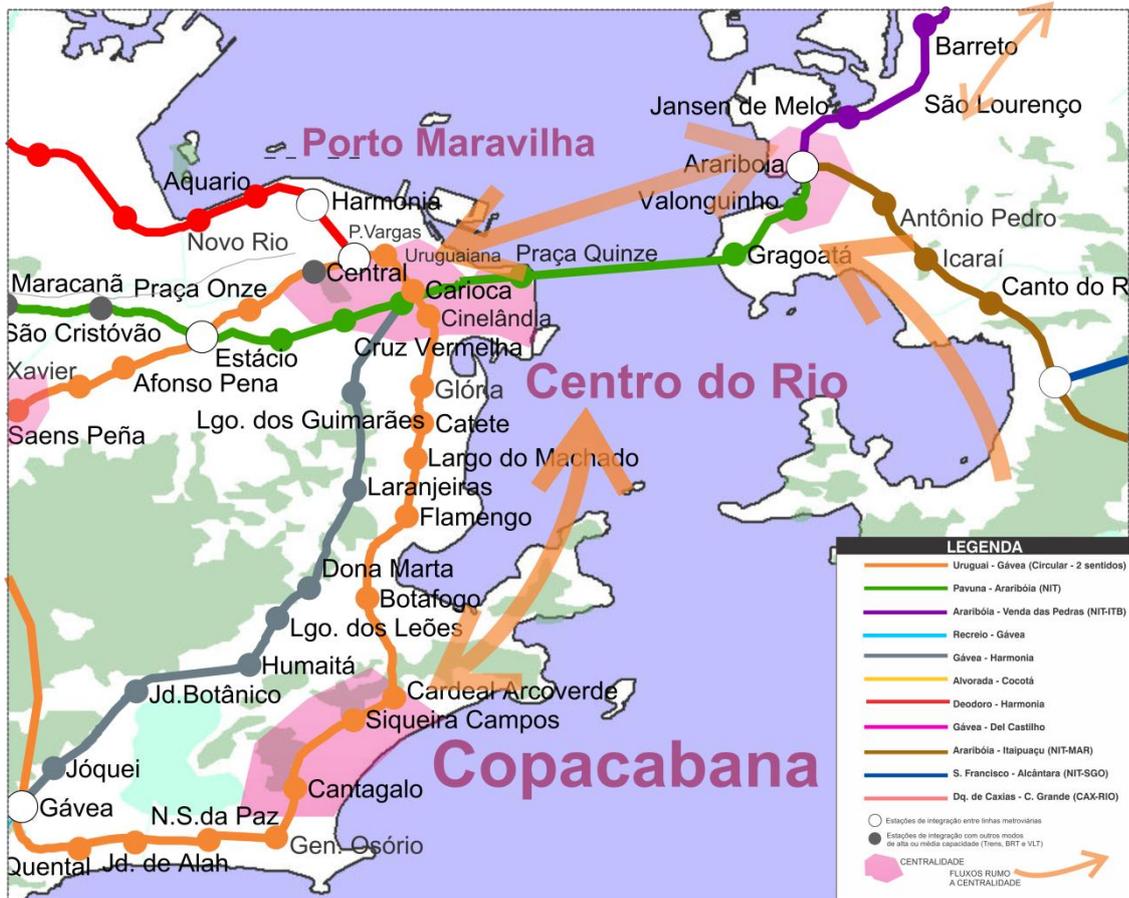
Na **Figura 13** representada abaixo mostra com maior detalhe a área delimitada com um retângulo tracejado na imagem anterior.

Outro aspecto importante a destacar na Rede Base é a sua conectividade e a flexibilidade que permite aos usuários. A estrutura em anéis permite deslocamentos em ambos os sentidos na menor distância possível percorrida, na medida da necessidade do usuário, o que confere ao metrô a flexibilidade de trajetos esperada.

A **Figura 14** mostra os anéis operacionais que se identifica na rede. Alguns requerem transbordo, porém a lógica de aumentar a possibilidade de percursos ao usuário é mantida.

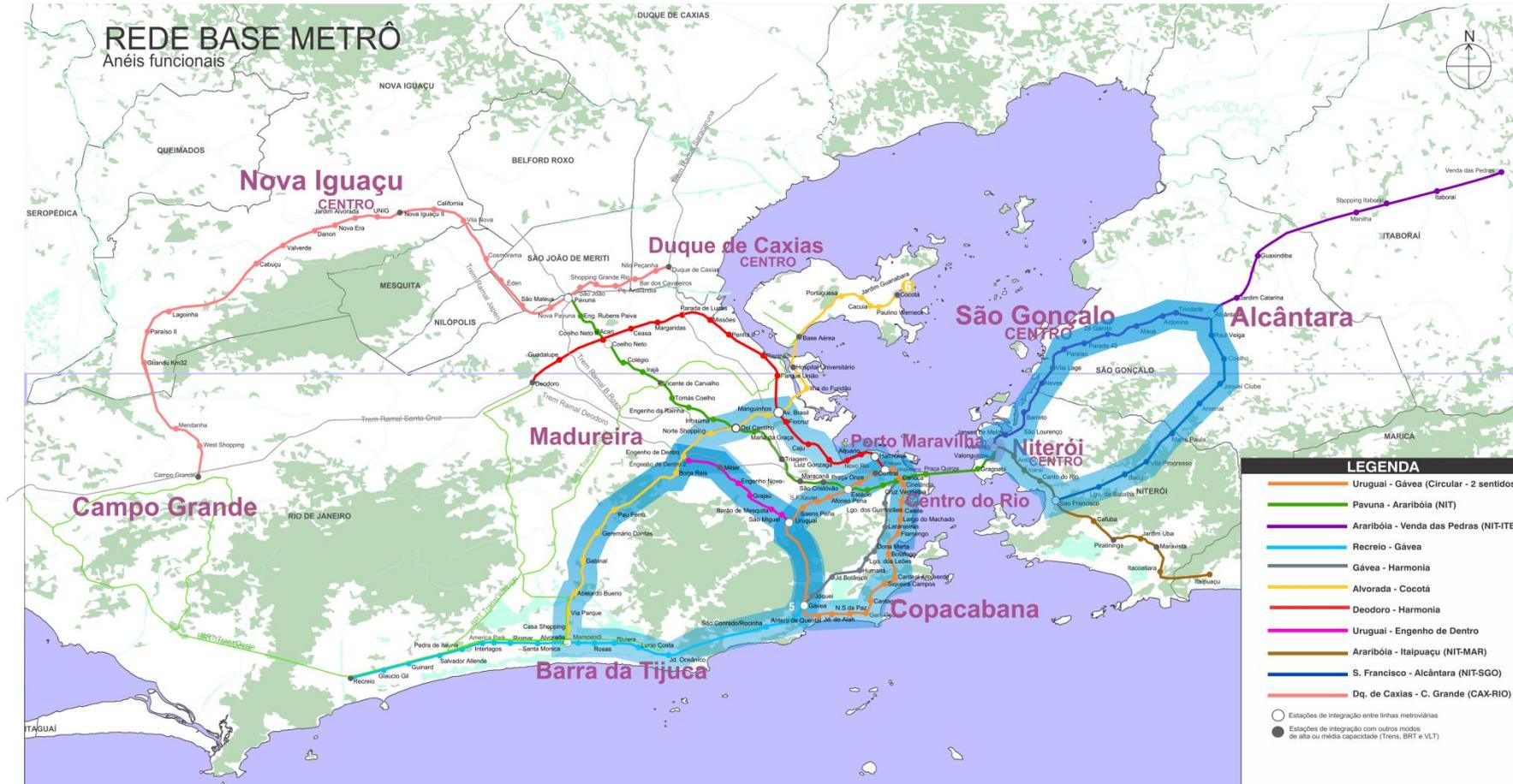
Ao expandirmos a análise e estendermos a lógica dos anéis funcionais para a rede de alta e média capacidades como um todo, especialmente a rede ferroviária operada pela Supervia e os BRT, de recente implantação, verificamos que a solução se torna ainda mais completa:

Figura 13: Articulação das Centralidades Metropolitanas e a Rede Base – Detalhe na área central



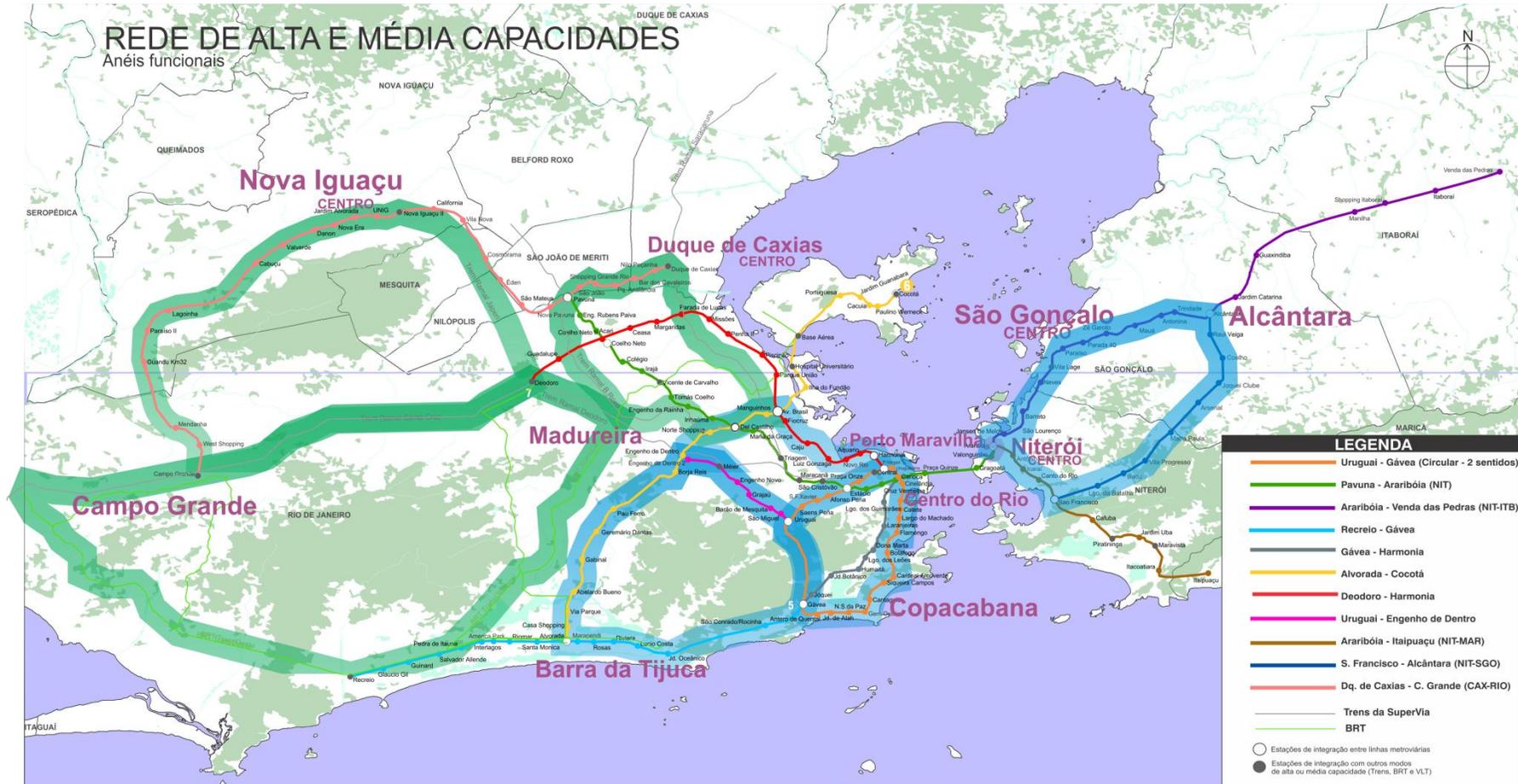
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 14: Anéis Funcionais da Rede Base (Apenas Metrô)



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 15: Anéis Funcionais da Rede Base e demais modos de média e alta capacidade



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1. Detalhamento da Rede Proposta

2.1.1.1. Rede Base

2.1.1.1.1. Uruguai / Gávea (Via Centro)

A Linha Uruguai-Gávea é uma linha diametral norte-sul que nesta data já faz parte do sistema metroviário, possibilitando a integração com as linhas Recreio-Gávea, Uruguai-Engº. Dentro (Uruguai-Del Castilho). Com o sistema de trens SuperVia, a integração é verificada na Estação Central do Brasil, e com o sistema VLT, no centro da cidade do Rio de Janeiro. Devido à existência desta linha, alguns Polos Geradores de Viagens são atendidos e incentivados, tais como: Instalações de Comércio e Serviços no Centro do Rio; Shopping Tijuca; Centros Comerciais da Tijuca, Copacabana e Ipanema. Além disto, a linha ainda potencializa a consolidação do centro do Rio, fomentando centralidades existentes ao longo do percurso em bairros da zona sul. O corredor ferroviário existente, formado pela linha 1 e pelo trecho Sul da Linha 4, que se encontra nesta data próxima à inauguração, permite a ligação entre vários bairros da zona sul carioca, contribuindo com a diminuição da circulação do transporte individual naquela região.

Tabela 1: Caracterização – Síntese do Trecho Uruguai/Gávea (Via Centro)

TRECHO URUGUAI / GÁVEA VIA CENTRO	
Extensão (Km)	21,86
Estações	24

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.1.2. Pavuna / Araribóia

A ligação Pavuna – Arariboia configura uma linha diametral na rede metroviária, em formato de espinha dorsal do sistema, a qual faz integração com as linhas propostas, quais sejam: Uruguai-Gávea, Araribóia-Itaboraí, Gávea-Harmonia, Alvorada-Cocotá, Deodoro-Harmonia, Uruguai-Del Castilho, Araribóia-Itaipuaçu, São Francisco-Alcântara, e Duque de Caxias-Campo Grande.

A integração com o sistema de trens da Supervia é verificada nas estações São Cristóvão, Maracanã, Triagem e Pavuna; com o sistema BRT Transcarioca, na Estação Vicente de Carvalho; e com o sistema VLT, na Estação Carioca, na região do centro da cidade do Rio de Janeiro. Em seguida a linha tem estação na Praça Quinze e a partir dela atravessa por meio de um túnel sub-aquático a Baía de Guanabara chegando em Niterói, na área do Graçoatá, passando pela UFF-Universidade Federal Fluminense até chegar no Terminal Multimodal Araribóia.

Com a implantação do prolongamento da linha 2, trecho entre Estácio e Araribóia verifica-se a potencialização de alguns Polos Geradores de Viagens, os quais serão atendidos e fomentados pela mesma, tais como: Carioca Shopping, Nova América Shopping, Estádio do Maracanã, UERJ, Parque Zoológico, Teleporto, Instalações Comerciais do centro do Rio de Janeiro e Niterói, UFF. Além disto, outras importantes centralidades como Del Castilho, Triagem e São Cristóvão também serão incentivadas.

Esta linha possui parte já em operação desde o final dos anos 1990 (trecho Pavuna-Estácio), sendo proposto seu prolongamento até a região do município vizinho de Niterói, de onde são geradas inúmeras viagens diárias em direção ao Rio de Janeiro. A implantação da linha contribuirá com a oferta de uma modalidade de transporte de alta capacidade para suprir estes deslocamentos, impactando o sistema de barcas atual que faz a travessia entre estas 2 (duas) cidades, e o sistema de transporte por ônibus, outra opção de modo de transporte existente.

Na rede base, a linha Pavuna-Araribóia contempla a estação Praça XV como última estação de embarque e desembarque antes da travessia da Baía de Guanabara até o município de Niterói, atendendo aos usuários trabalhadores dos prédios públicos existentes naquele local. Na rede base, após o Terminal Araribóia, a linha segue seu percurso pelos eixos da Av^a. Visconde Rio Branco e Feliciano Sodré.

Tabela 2: Caracterização – Síntese do Trecho Pavuna - Araribóia

TRECHO PAVUNA - ARARIBÓIA	
Extensão (Km)	28,59
Estações	20

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.1.3. Araribóia / Itaboraí

A Linha Araribóia/Itaboraí compõe o sistema de alta capacidade da RMRJ, com implantação de linha metroviária, caracterizada por tipologia espacial sub-radial, compondo-se como espinha dorsal do sistema de transporte na região. Por sua configuração tem capacidade de promover a integração com outras linhas de metrô futuras e/ou BRT's, destacando-se a conexão com o sistema de BRT na RJ-104, em Araribóia e Alcântara, e a integração com as linhas de metrô Pavuna-Araribóia, Araribóia-Itaipuaçu, e São Francisco-Alcântara.

O corredor especificado conecta-se ainda com o sistema de Barcas em Araribóia/Niterói, o que lhe confere a característica de parte integrante de um sistema intermodal.

Através da implantação deste Corredor, os seguintes Polos Geradores serão atendidos: centro de Niterói, centro de São Gonçalo, centro de Itaboraí, sendo fomentados fundamentalmente, o centro de Niterói, centro de São Gonçalo, Alcântara e centro de Itaboraí.

A Linha proposta terá a extensão de 36,1 km com a previsão de implantação de 19 estações distribuídas ao longo de seu percurso, tendo potencial para revitalização de áreas urbanas degradadas, podendo ser a primeira ligação intermunicipal implementada por metrô no estado, caso o túnel sub-aquático da Linha 2 não seja implantado antes.

Tabela 3: Caracterização – Síntese do Trecho Araribóia - Itaboraí

TRECHO ARARIBÓIA - ITABORAÍ	
Extensão (Km)	32,37
Estações	18

Fonte: Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.1.4. Recreio / Gávea

O Trecho metroviário Recreio-Gávea estende-se do bairro da Gávea até a região do Recreio dos Bandeirantes com previsão de extensão de 19 km e implantação de 16 estações, promovendo a integração

entre as linhas metroviárias Uruguai-Gávea, Gávea-Harmonia e Alvorada-Cocotá, e os sistemas de BRT TransCarioca e TransOlímpico.

A região do Recreio dos Bandeirantes, localizada na Zona Oeste do Rio de Janeiro, na Área de Planejamento 4, além de ser distante da região central da cidade, possui uma ocupação espacial pouco densa, e padrões de renda média elevados, o que torna o transporte individual preponderante. Adicionalmente, o atendimento por parte do sistema de transporte coletivo na região é incipiente, o que reforça a preferência dos residentes e visitantes pelo transporte individual.

Naquela área urbana, situada entre os maciços da Tijuca, da Pedra Branca e no outro extremo o mar, a ocupação foi intensificada nos últimos 20 anos, com grandes investimentos do mercado imobiliário, tendo o número de habitantes sofrido um grande aumento, o que caracteriza o uso do bairro ser majoritariamente residencial

Com a implantação do trecho em questão, a população desta região poderá ser atendida pelo sistema de alta capacidade, sendo fomentadas através deste, centralidades, tais como: áreas urbanas de entorno ao Terminal Alvorada e Av. Salvador Allende, e a região do bairro Jardim Oceânico. Afora isto, polos geradores de viagens também serão atendidos, tais como: Barra Shopping, Recreio Shopping, Shopping da Gávea, PUCRJ, Faculdade Estácio, FGV-Barra, Polos de Lazer e Turismo.

Tabela 4: Caracterização – Síntese do Trecho Recreio - Gávea

TRECHO RECREIO - GÁVEA	
Extensão (Km)	14
Estações	27,8

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.1.5. Gávea / Carioca

A trecho Gávea-Centro ligará o bairro da Gávea, na Zona Sul da cidade, à Estação Carioca, no centro do Rio de Janeiro, possuindo extensão de 12 km e previsão de implantação de 11 estações. Estudos visando levar a ligação em questão até a região portuária, atualmente em processo de

reestruturação urbana, sob o nome “porto Maravilha”, foram realizados. Contudo, a dificuldade em transpor a linha 1 no trecho da mesma sob a Avenida Presidente Vargas, devido a questões ligadas à solução construtiva da linha pioneira acabaram por desencorajar a iniciativa.

A ligação metroviária entre a Gávea e o Centro do Rio de Janeiro, visa criar e resgatar em parte o antigo traçado da Linha que vai em direção à Barra da Tijuca, oriundo da concessão estabelecida em 1998, a qual ligava originalmente esta região, à estação São João da Linha Uruguai/Gal. Osório, em Botafogo, passando por São Conrado, Gávea, Jardim Botânico e Humaitá. Trata-se de uma ligação radial, configurada como espinha dorsal do sistema, sendo capaz de promover a integração com as linhas metroviárias Uruguai/Gávea, Pavuna/Arariboia, Recreio/Gávea e Deodoro-Harmonia, e ainda, com o sistema VLT no Porto Maravilha. Através de sua implantação é possível promover a oferta de metrô a bairros ainda não atendidos de forma direta, tais como, o bairro de Laranjeiras, Jardim Botânico e Humaitá, além de incrementar Polos Geradores de Viagens, tais como: Shopping da Gávea, Jardim Botânico.

Tabela 5: Caracterização – Síntese do Trecho Gávea - Centro

TRECHO GÁVEA - CENTRO	
Extensão (Km)	9,4
Estações	8

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.1.6. Alvorada / Cocotá

A Linha Alvorada-Cocotá ligando a região da Barra da Tijuca à Ilha do Governador configura uma transversalidade de atendimento para a rede metroviária, com a possibilidade de maior integração entre bairros da região de Jacarepaguá, e a dissipação da saturação das linhas ferroviárias do subúrbio carioca. A linha tem previsão de extensão de 34,9 km contendo 21 estações ao longo de seu percurso. Através de sua implantação é possibilitada a integração com as linhas metroviárias Pavuna-Araribóia, Recreio-Gávea, Deodoro-Harmonia e Uruguai – Engenho de Dentro, e com os sistemas de BRT TransOeste, TransBrasil e TransOlímpico.

A região da Ilha do Governador compreende 14 (quatorze) bairros da cidade do Rio de Janeiro, com uma população total de aproximadamente 210 mil habitantes. Tradicionalmente residencial, atualmente apresenta características mistas, compreendendo ainda indústrias, comércio e serviços. Com o atendimento por sistema metrô, a população qualificaria seus deslocamentos diários, uma vez que os índices de congestionamento são bastante significativos em direção aquela área urbana da cidade, considerando que seus principais eixos de acesso (Av. Brasil e Linha Vermelha) também servem regiões importantes, tais como: a região do Aeroporto Tom Jobim, UFRJ, acesso à Região Serrana e Baixada Fluminense.

Outros Polos Geradores de Viagens que ainda serão incrementados pela nova linha metroviária são: Barra Shopping, Via Parque, Norte Shopping, Nova América, UFRJ, Galeão. A linha proposta terá potencial para fomentar novas centralidades, tais como: área urbana de entorno ao Terminal Alvorada, Jacarepaguá, Freguesia, Eng. Dentro, Méier, Del Castilho.

Tabela 6: Caracterização – Síntese do Trecho Alvorada - Cocotá

TRECHO ALVORADA - COCOTÁ	
Extensão (Km)	34,47
Estações	21

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.1.7. Deodoro / Presidente Vargas

O corredor metroviário Deodoro/Pres.Vargas é uma ligação radial da rede do transporte de alta capacidade da RMRJ, possibilitando integração com a linha Uruguai/Gávea (Via Centro), BRT Transcarioca, e sistema VLT.

Como espinha dorsal do sistema metroviário, oportuniza o atendimento a deslocamentos oriundos de toda a área urbana ao longo da Avenida Brasil. Esta via caracteriza-se como um dos principais logradouros da cidade do RJ, cortando 26 bairros, e como o eixo viário que possui o status da mais importante via expressa do município.

Tem ainda como característica ser a maior avenida em extensão do Brasil e maior trecho urbano da BR-101, ligando exatamente a BR-101 norte (Ponte Rio-Niterói e Rodovia Rio-Vitória/Niterói-Manilha) à BR-101 sul (Rodovia Rio-Santos). Além da BR-101, a Avenida Brasil também faz parte do percurso das Rodovias BR-040, BR-116 e BR-465, totalizando todas as rodovias federais que passam pela cidade do Rio de Janeiro.

Atravessa várias áreas com importância estratégica, como Irajá, bairro onde fica um dos maiores entrepostos de hortifrutigranjeiros da América Latina, a CEASA, e Penha onde localiza-se o Mercado São Sebastião.

Pela Prefeitura do Rio de Janeiro é mensurada como a responsável pelo maior fluxo viário da cidade (mais de 300 mil veículos por dia), atribuído à influência geográfica da via - causado pelo fenômeno da migração pendular, isto é, o deslocamento diário dos trabalhadores da Baixada Fluminense, da zona norte e zona oeste, ao Centro da cidade. Neste sentido, a linha metroviária contribuirá com a diminuição de circulação de veículos nesta via, bastante congestionada, e apresentando por isto, inúmeras deseconomias para a RMRJ, como: poluição atmosférica, acidentes, problemas de saúde pública, etc.

Figura 16: Avenida Brasil, altura de Irajá.



Fonte: Wikipédia

Este cenário urbano configura a importância desta linha de metrô para a região especificada anteriormente, além de a mesma potencializar importantes Polos Geradores de Viagens, tais como: Parque Olímpico de Deodoro, Shopping Center Via Brasil, FIOCRUZ, Guadalupe Shopping, empreendimentos comerciais e industriais localizados no Porto Maravilha. Ressalta-se na altura do Caju, a localização da retroárea de alimentação ao Porto do RJ, composta por inúmeros entrepostos, silos, armazéns de apoio à zona portuária.

Tabela 7: Caracterização – Síntese do Trecho Deodoro – Presidente Vargas

TRECHO DEODORO – PRESIDENTE VARGAS	
Extensão (Km)	25,63
Estações	18

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.1.8. Uruguai / Engenho de Dentro

O trecho Uruguai/Eng. Dentro está configurado como um dos eixos transversais da rede metroviária, atendendo a região da Tijuca, por meio da estação Uruguai, até a área central do Engenho de Dentro, importante bairro da zona norte carioca. Integra-se a várias outras linhas metroviárias, tais como: Uruguai/Gávea, Gávea/Carioca, Alvorada/Cocota e Recreio/Gávea, o que possibilita o aumento da demanda em si e das possibilidades de integração, visando a constituição de uma rede. Também oportuniza a integração com o sistema de trens da SuperVia na Estação Engenho de Dentro.

Tabela 8: Caracterização – Síntese do Trecho Uruguai – Engenho de Dentro

TRECHO URUGUAI – ENGENHO DE DENTRO	
Extensão (Km)	7,71
Estações	7

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.1.9. Araribóia / Itaipuaçu

O trecho metroviário Araribóia/Itaipuaçu é uma linha local de apoio com extensão de 17,3 km e 11 estações, a qual configura uma ligação entre o centro de Niterói e a região litorânea daquele município, até a região de Itaipuaçu. Fazendo integração com as linhas Pavuna/Araribóia, Araribóia/Itaboraí e São Francisco/Alcântara; com o sistema de BRT previsto ao longo do eixo da RJ-104; e, ainda, com o sistema de Barcas, na própria Estação Araribóia, a linha metroviária atende a inúmeros Polos Geradores de Viagens, tais como: Centro de Niterói, Centro Comercial de Icaraí, MultiCenter Itaipu, Shopping Plaza, e tantas outras instalações comerciais na região de São Francisco, Piratininga, até Itacoatiara e Itaipuaçu.

A cidade de Niterói é um dos principais centros comerciais e de serviços do estado do Rio de Janeiro, e vem registrando um alto índice de investimentos nos últimos tempos, principalmente imobiliários e comerciais, advindos do fato da população migrar para regiões com menor custo de moradia, contando com sua proximidade geográfica à cidade do Rio de Janeiro.

Observa-se que esta migração tem ocorrido em grande parte para a região litorânea de Niterói, habitada ora por uma população de maior poder econômico a qual ocupa as áreas que possuem melhor infraestrutura urbana, enquanto, as classes menos abastadas acabam por ocupar áreas periféricas. De toda sorte, o aumento do índice populacional na região e a diversificação de serviços justificam a proposição de implantação da linha metroviária na região.

Tabela 9: Caracterização – Síntese do Trecho Araribóia – Itaipuaçu

TRECHO ARARIBÓIA - ITAIPUAÇU	
Extensão (Km)	15,75
Estações	11

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.1.9. São Francisco / Alcântara

O trecho metroviário São Francisco/Alcântara com extensão de 18,6 km e 10 estações previstas configura-se como uma linha local de apoio, fazendo integração com as linhas metroviárias Pavuna/Araribóia, Araribóia/Itaboraí e Araribóia-Itaipuaçu, e ainda, com o sistema BRT no Terminal de

Alcântara. Através de sua implantação potencializa-se o atendimento a Polos Geradores de Viagens, tais como: Centro de Niterói e Centro de Alcântara, importantes centralidades do município de Niterói e São Gonçalo, respectivamente.

Do ponto de vista urbano, o Terminal de Alcântara é um equipamento de transporte que atende a deslocamentos da população, limitado enquanto estrutura para embarque e desembarque de passageiros, e enquanto centralidade urbana, área bastante degradada marcada por uma ocupação do solo não planejada, verificando-se uma série de deseconomias advindas desta situação: habitações irregulares, desorganização da circulação, falta de estruturação viária, etc. Verifica-se neste caso, não se estabelecer o compartilhamento entre transporte e uso e ocupação do solo no local, ensejando uma possível abordagem de tratamento holístico àquela localidade, o que configuraria uma rede de serviços, agregaria valor à centralidade, potencializada pela presença da nova linha metroviária.

Tabela 10: Caracterização – Síntese do Trecho São Francisco - Alcântara

TRECHO SÃO FRANCISCO - ALCÂNTARA	
Extensão (Km)	16
Estações	10

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.10. Duque de Caxias / Campo Grande

A Linha Duque de Caxias/Campo Grande é uma linha perimetral com extensão de 47,2 km e 24 estações a qual possibilita o atendimento a municípios da Baixada Fluminense, permitindo a integração das cidades de Duque de Caxias, Nova Iguaçu, São João de Meriti, e o bairro de Campo Grande no Rio de Janeiro. Campo Grande é uma área urbana habitada por população de classe média da zona oeste carioca, possuindo um dos maiores contingentes populacionais da cidade, tendo recebido nos últimos anos um grande número de lançamentos residenciais e comerciais. O comércio no bairro é auto-suficiente, exercendo atração sobre outras regiões. Economicamente, apresentou um grande crescimento nos últimos anos, sendo a indústria e o comércio as principais atividades.

Com a implantação da linha metroviária proposta, alguns Polos Geradores de Viagens serão incrementados, tais como: centro de Duque de Caxias, centro de Nova Iguaçu, área de expansão de Nova Iguaçu, centro de Campo Grande, Shopping West Shopping Rio, Passeio Shopping e o Park Shopping Campo Grande, além do próprio Distrito Industrial localizado na região de Campo Grande.

No caso da cidade de Duque de Caxias, município também impactado pela linha, e sabido como aquele que ocupa a segunda posição em número de empregados no Rio de Janeiro e o terceiro em número de estabelecimentos, a linha metroviária contribui como cenário potencial ao aumento da mobilidade urbana para a população daquela região.

Observa-se ainda que, através da implantação da Linha Duque de Caxias/Campo Grande é possível a integração com a já existente linha Pavuna-Estácio do metrô, e ainda, com os trens da SuperVia nas estações localizadas nas cidades impactadas pelo sistema, e na estação Campo Grande, situada no Rio de Janeiro.

Tabela 11: Caracterização – Síntese do Trecho Duque de Caxias – Campo Grande

TRECHO DUQUE DE CAXIAS – CAMPO GRANDE	
Extensão (Km)	47,2
Estações	24

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.2. Alternativas à Rede Base

Conforme descrito anteriormente, devido ao amadurecimento da discussão sobre a rede a ser simulada, algumas linhas apresentam mais de um traçado. Essa situação levou a equipe técnica a considerar esses traçados diferenciados de “Alternativas à Rede Base”, e serão igualmente considerados nas etapas subsequentes do PDM. A seguir segue uma descrição das linhas em que há alternativas e uma sucinta descrição das diferenças em questão.

2.1.1.2.1. Uruguai / Gávea

Trata-se da mudança mais significativa deste rol. Nesta configuração a atual linha 1 passa a ter o trecho Gávea – Uruguai em túnel construído no maciço rochoso, o que constitui o fechamento de um anel, permitindo aos usuários embarcarem em qualquer ponto da linha no sentido que lhes garantir menor percurso. Na alternativa a Linha Uruguai – Gávea é uma linha circular que faz parte do sistema metroviário em formato de anel fechado, possibilitando a integração com outras linhas, quais sejam: linha Pavuna-Araribóia, Recreio-Gávea, Gávea-Harmonia e Uruguai-Del Castilho. Com o sistema de trens/Supervia, a integração é verificada na Estação Central do Brasil, e com o sistema VLT, no centro da cidade do Rio de Janeiro.

O fechamento do anel permite a ligação do centro mais adensado da cidade do Rio de Janeiro com os principais bairros da zona sul e norte, possibilitando ainda o deslocamento transversal entre a zona sul (Gávea) e zona norte (Tijuca).

Com a implantação desta linha, alguns Polos Geradores de Viagens serão atendidos e incentivados, tais como: Instalações de Comércio e Serviços no Centro do Rio; Shopping Tijuca; Centros Comerciais da Tijuca, Copacabana e Ipanema. Além disto, a linha ainda potencializa a consolidação do centro do Rio, fomentando centralidades existentes ao longo do percurso em bairros da zona sul.

A criação de um sistema de metrô em rede e circular, permitirá o acesso a um mesmo ponto por caminhos diferentes, com opção pelo trecho mais curto. A linha ainda oferece a Tijuca como alternativa à Zona Sul, para usuários oriundos da Barra da Tijuca, os quais também poderão acessar o centro da cidade. Como vantagens tem-se que com a implementação da linha é possível a divisão do fluxo de trânsito por automóveis que usa a infraestrutura viária da Lagoa Rodrigo de Freitas e Túnel Rebouças para ir à Zona Norte ou Centro, incentivando o uso do transporte coletivo por sistema metroviário. A ligação Uruguai-Gávea também será usada para, ao integrar as zonas norte e sul, aliviar o carregamento da linha Uruguai-Gal. Osório e linha Pavuna-Estácio (ligações existentes).

Tabela 12: Caracterização – Síntese do Trecho Uruguai - Gávea

TRECHO URUGUAI / GÁVEA EM ANEL FECHADO E DOIS SENTIDOS INDEPENDENTES	
Extensão (Km)	27,36
Estações	21

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.2.2. Pavuna / Araribóia

Nesta linha a única diferença é a não existência da Estação Praça Quinze. Dessa maneira os trens seguiriam diretamente de Carioca a Gragoatá e vice-versa. Não implantar a Estação Praça Quinze está ligado a motivos de geologia. Sua implantação exigiria um posicionamento a grande profundidade para a base da estação, majorando os custos de implantação da mesma, além do impacto causado na acessibilidade dos usuários no deslocamento até a plataforma da estação referida. Além disto, o posicionamento desta estação ao longo da linha não permitiria a adoção de declive adequado para que a mesma atingisse o nível de profundidade necessário para cruzar a Baía de Guanabara.

Tabela 13: Caracterização – Síntese do Trecho Pavuna - Araribóia

TRECHO PAVUNA – ARARIBÓIA S/ ESTAÇÃO PRAÇA XV	
Extensão (Km)	28,59
Estações	19

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.2.3. Araribóia / Itaboraí

No caso desta linha a diferença também é sutil do ponto de vista do traçado, porém significativo do ponto de vista construtivo e de atendimento à demanda de passageiros. Na rede base, após o Terminal Araribóia, a linha segue seu percurso pelos eixos da Av^a. Visconde Rio Branco e Feliciano Sodré. Na rede alternativa, após o Terminal Araribóia, a linha segue com rumo Itaboraí pelo eixo das Avenidas Marechal Deodoro e São Lourenço, incorporando mais uma estação, qual seja, a estação Guanabara.

Tabela 14: Caracterização – Síntese do Trecho Araribóia - Itaboraí

TRECHO ARARIBÓIA - ITABORAÍ	
Extensão (Km)	33,50
Estações	19

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.2.4. Gávea / Harmonia

A mudança nesta linha é substituir a estação-terminal no Centro da Cidade de Carioca para Harmonia, no centro geográfico da região conhecida como Porto Maravilha, a qual está passando por processo de renovação urbana e requalificação de espaços públicos. Por esse motivo, acredita-se que a implantação da Estação Harmonia, e sua consequente adoção da mesma como estação e integração com a futura ligação Deodoro-Harmonia, seja o ponto mais adequado a essa futura dinâmica urbana.

Tabela 15: Caracterização – Síntese do Trecho Gávea - Harmonia

TRECHO GÁVEA - HARMONIA	
Extensão (Km)	12,04
Estações	10

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

1.1.1.2.5. Deodoro / Harmonia

As mudanças desta linha estão diretamente associadas ao traçado alternativo descrito para a linha anterior, uma vez que as mesmas operarão em conjunto.

A Linha Deodoro-Harmonia configura-se como uma ligação radial da rede do transporte de alta capacidade da RMRJ, possibilitando integração com as linhas metroviárias Pavuna-Araribóia, Gávea-Harmonia e Alvorada-Cocotá, e com os sistemas de BRT TransCarioca, TransOeste, TransOlímpico, e sistema VLT.

Como espinha dorsal do sistema, numa extensão de 27,2 km e 17 estações oportuniza o atendimento a deslocamentos oriundos de toda a área urbana ao longo da Avenida Brasil. Esta via caracteriza-se como um dos principais logradouros da cidade do RJ, cortando 26 bairros, e como o eixo viário que possui o status da mais importante via expressa do município.

Tem ainda como característica ser a maior avenida em extensão do Brasil e maior trecho urbano da BR-101, ligando exatamente a BR-101 norte (Ponte Rio-Niterói e Rodovia Rio-Vitória/Niterói-Manilha) à BR-101 sul (Rodovia Rio-Santos). Além da BR-101, a Avenida Brasil também faz parte do percurso das Rodovias BR-040, BR-116 e BR-465, totalizando todas as rodovias federais que passam pela cidade do

Rio de Janeiro. Atravessa várias áreas com importância estratégica, como Irajá, bairro onde fica um dos maiores entrepostos de hortifrutigranjeiros da América Latina, a CEASA, e Penha onde localiza-se o Mercado São Sebastião.

Pela Prefeitura do Rio de Janeiro é mensurada como a responsável pelo maior fluxo viário da cidade (mais de 300 mil veículos por dia), atribuído à influência geográfica da via - causado pelo fenômeno da migração pendular, isto é, o deslocamento diário dos trabalhadores da Baixada Fluminense, da zona norte e zona oeste, ao Centro da cidade.

Neste sentido, a linha metroviária contribuirá com a diminuição de circulação de veículos nesta via, bastante congestionada, e apresentando por isto, inúmeras deseconomias para a RMRJ, como: poluição atmosférica, acidentes, problemas de saúde pública, etc.

Este cenário urbano configura a importância desta linha de metrô para a região especificada anteriormente, além de a mesma potencializar importantes Polos Geradores de Viagens, tais como: Parque Olímpico de Deodoro, Shopping Center Via Brasil, FIOCRUZ, Guadalupe Shopping, empreendimentos comerciais e industriais localizados no Porto Maravilha. Ressalta-se na altura do Caju, a localização da retroárea de alimentação ao Porto do RJ, composta por inúmeros entrepostos, silos, armazéns de apoio à zona portuária.

Tabela 16: Caracterização – Síntese do Trecho Deodoro - Harmonia

TRECHO DEODORO - HARMONIA	
Extensão (Km)	27,2
Estações	17

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.1.1.2.6. Urugui / Del Castilho

Neste trecho a alternativa representa uma mudança substancial. Em um dos extremos, ao invés de atender o Engenho de Dentro, a linha culmina em Del Castilho, estação por onde atualmente passa a linha Pavuna-Estácio (futura Pavuna-Arariibóia). Com isso será possível continuar a atender a integração com a Supervia na Estação Méier e propiciar as interações metroviárias em Del Castilho, além de poder atender o bairro de Cachambi, originalmente não contemplado.

O trecho Uruguai/Del Castilho está configurado como linha transversal da rede metroviária, atendendo desde a região da Tijuca, na Estação Uruguai, até a área urbana de Del Castilho, importante Polo Gerador de Viagens do subúrbio da cidade do Rio de Janeiro. Integra-se a várias outras linhas metroviárias, tais como: Uruguai/Gávea, Pavuna/Araribóia, Alvorada/Cocotá e Deodoro/Harmonia, o que possibilita o aumento de mobilidade da população usuária do sistema de alta capacidade. Também oportuniza a integração com o sistema de trens da SuperVia nas Estações do Meier e Del Castilho.

Esta linha ao atender a região do Méier consolida uma das mais importantes áreas urbanas da zona norte do município do RJ, habitado por alto contingente populacional, marcadamente, população de classe média.

Com inúmeras instalações comerciais nas proximidades da linha do trem e na Rua Dias da Cruz, o bairro é uma centralidade marcante na metrópole carioca, com diversidade de usos e ocupações do padrão do solo, o que lhe confere ser um significativo Polo Gerador de Viagens. O bairro do Cachambi, vizinho ao Méier, também será atendido por esta linha metroviária, local onde se localiza o maior shopping da cidade, o Norte Shopping Méier.

Del Castilho é também um bairro da zona norte da cidade do Rio de Janeiro, de classe média baixa, o qual atualmente é atendido pela linha metroviária Pavuna/Estácio, na estação interligada ao Shopping Nova América, construído no lugar da antiga fábrica de tecidos Nova América.

A integração do trecho proposto com esta linha de metrô já existente e outras previstas, e ainda, com o sistema de trens da SuperVia configura no local da estação de Del Castilho, um Hub intermodal bastante importante para o aumento da mobilidade urbana da população da cidade do Rio de Janeiro. Ressalta-se também a importância da integração neste local com a UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, com o bairro de Jacarepaguá, e com o Terminal de ônibus Alvorada, na Barra da Tijuca.

Tabela 17: Caracterização – Síntese do Trecho Uruguai – Del Castilho

TRECHO URUGUAI - DEL CASTILHO	
Extensão (Km)	8,97
Estações	7

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.2. SEMINÁRIO

Foi realizado no dia 14 de outubro de 2015 o Primeiro Seminário Técnico do Plano Diretor Metroviário. A mesma foi realizada na Diretoria de Engenharia da RIOTRILHOS e contou com a presença do coletivo formado pelos técnicos do Consórcio Setepla/Logit, pelos técnicos da RIOTRILHOS, pelos técnicos da Secretaria de Estado de Transportes do Rio de Janeiro e por alguns convidados externos, tais como membros da Câmara Metropolitana do Rio de Janeiro, órgão vinculado à Secretaria de Governo do Estado.

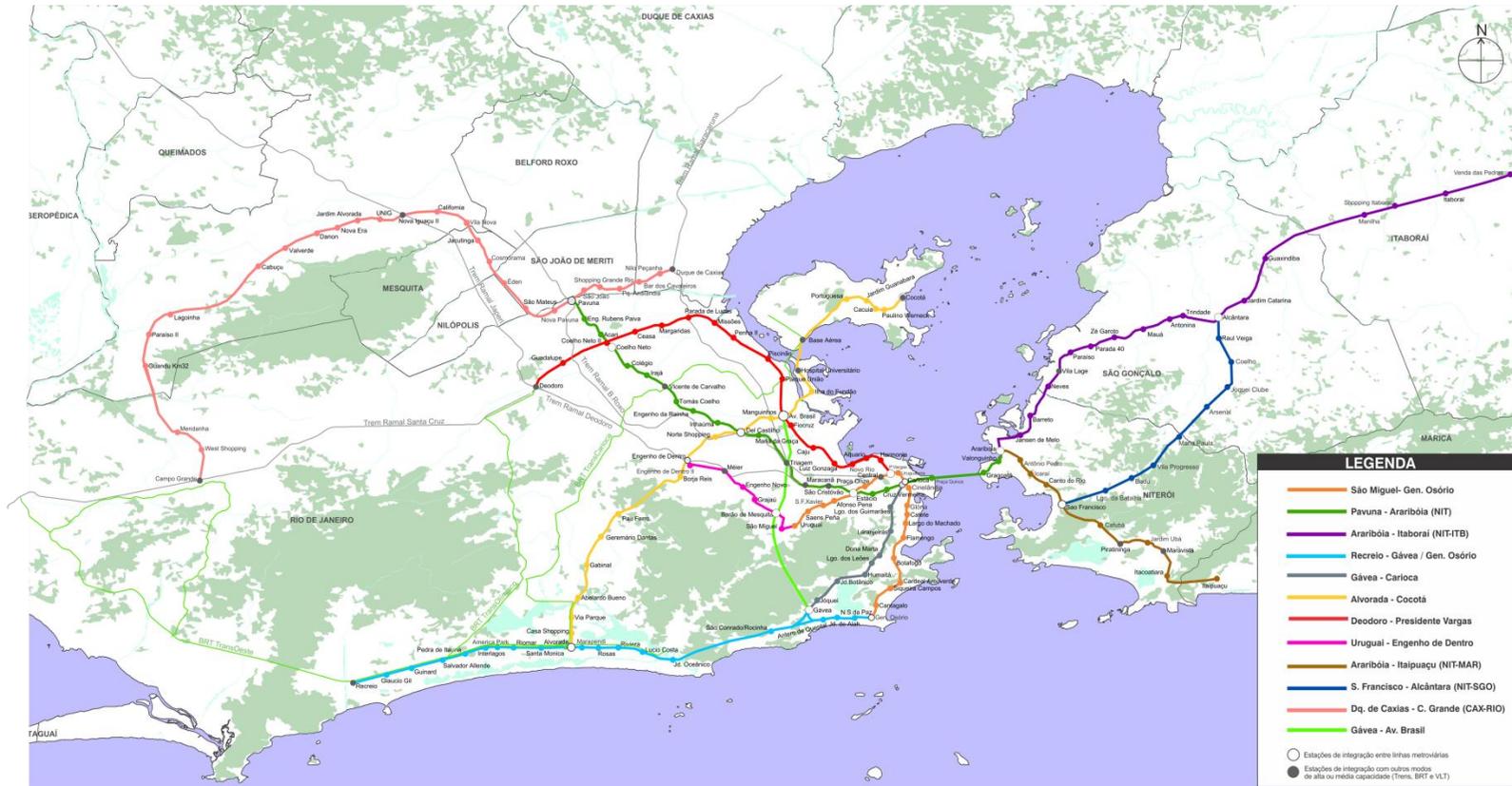
O objetivo do Seminário foi apresentar a Rede Base ao público presente, esclarecer dúvidas dos presentes, mas, principalmente ouvir críticas e sugestões por parte dos participantes. As principais contribuições foram dos membros externos, que consideraram que a Rede Base tem escassa abrangência fora do município do Rio de Janeiro.

Por outro lado, técnicos da Secretaria de Transportes expressaram satisfação ao observarem convergência do traçado da rede com as propostas do PDTU, plano do qual são partícipes ativos. Da Diretoria da RIOTRILHOS veio à solicitação de retomar o traçado inicialmente previsto para a ligação Gávea – Tijuca – Aeroporto Internacional sem passar pela estação Uruguai, dado que as características da mesma inviabilizariam a construção de uma estação de integração.

Essa configuração solicitada está sendo incorporada ao estudo e é representada pelas ilustrações no [item 2.3](#) a seguir.

2.3. DISCUSSÃO DAS ALTERNATIVAS

Figura 17: Rede Base



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 18: Rede Alternativa



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.4. APRESENTAÇÃO DO CENÁRIO DE DESENVOLVIMENTO URBANO

As constantes transformações tecnológicas e socioculturais que atingem as organizações, instituições e a sociedade em geral, têm levado a uma crescente preocupação por parte dos planejadores e gestores públicos com o futuro, de modo a garantir a sobrevivência e/ou o crescimento sustentável das atividades objeto de suas ações. Esta situação vem despertando nos organismos da administração pública a necessidade de se utilizar de técnicas de prospecção que melhorem a exploração do futuro, tal como o uso de métodos de construção de cenários, com o intuito de prover seus gestores com informações mais consistentes em relação ao amanhã.

A constituição de cenários é uma ferramenta para ordenar percepções sobre ambientes futuros, sobre os quais as decisões atuais se basearão, ou seja, são 'histórias de futuro', histórias que podem ajudar a reconhecer os aspectos de mudança do ambiente presente e nos auxiliar a se adaptar a eles. Ressalta-se que o principal objetivo deste processo evolutivo é estabelecer estratégias que sejam compatíveis com todos os futuros possíveis; e, independente de qual futuro aconteça, deve-se estar preparado para enfrentá-lo.

O planejamento urbano de transportes pode ser considerado como um processo evolutivo, de modo que padrões econômico-sociais e práticas de uso do solo utilizadas no passado e no presente podem ser um aprendizado para ordenar e planejar melhor o futuro.

O objetivo da constituição destes cenários prospectivos de desenvolvimento é estabelecer as linhas mestras das perspectivas de desenvolvimento econômico e social de uma região, para que daí possam ser estimados os parâmetros quantitativos da demanda em infraestruturas e serviços de transportes para orientar e dimensionar os investimentos públicos e privados futuros.

Resumidamente pode-se afirmar que um cenário é um conjunto de eventos, definido pela descrição coerente de uma situação futura e pelo encaminhamento dos acontecimentos que permitem passar da situação de origem à esta situação futura.

Sob esta perspectiva pode-se definir que um Cenário Tendencial é aquele que contém a evolução do desenvolvimento econômico, a partir de sua trajetória atual, sem intervenções de novas políticas significativas por parte das entidades governamentais.

Já em um Cenário Induzido a evolução do desenvolvimento social e econômico, preconiza em adição ao Cenário Tendencial, a aplicação de políticas e intervenções governamentais orientadas, visando a obtenção de resultados que atendam positivamente as metas relativas à aplicação destas políticas.

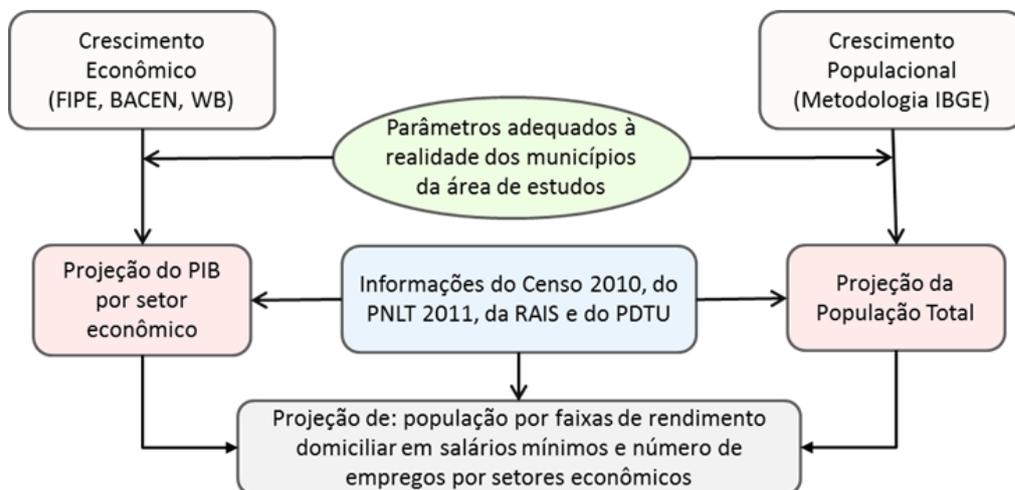
2.4.1. Cenário Tendencial

As demandas de infraestrutura em geral e de transportes, em particular, decorrem essencialmente de duas grandes vertentes do desenvolvimento social: a demografia e a economia. Com efeito, tais demandas dependem dos contingentes de população da área de influência, seus padrões de consumo e das características da produção de suas riquezas, que determinam, em boa medida, as condições de sua sobrevivência. Dessa maneira, as hipóteses referentes aos cenários dizem respeito, em primeira instância, à evolução demográfica e ao desenvolvimento econômico.

No modelo TRANUS, como em qualquer ferramenta computacional utilizada no desenvolvimento de estudos de mobilidade urbana, os dados socioeconômicos, são fundamentais para a avaliação das demandas por modos e infraestrutura de transportes e são necessários em dois momentos distintos: no ano base, para efeito de avaliação da calibração do modelo e nos anos futuros, para a determinação de valores limite a serem considerados por zona de tráfego nos cenários projetados.

Para um cenário considerado como o mais provável, o Cenário Tendencial, a obtenção das variáveis explicativas da demanda por transportes (básicas e derivadas), nos anos futuros, foram estruturadas a partir da: metodologia de projeção populacional do IBGE e de um cenário macroeconômico especialmente desenvolvido para o presente trabalho. Esta estruturação é apresentada na ilustração do diagrama apresentado na [Figura 19](#), que segue.

Figura 19: Gênese da Obtenção das Variáveis Explicativas da Demanda por Transportes



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Neste cenário foi utilizada uma metodologia de cálculo do tipo Top-Down, desta forma as variáveis básicas foram estimadas e projetadas em um nível geográfico mais abrangente e posteriormente foram sucessivamente divididas até o nível de zona de tráfego.

2.4.1.1. Metodologia para Constituição de um Cenário Macroeconômico

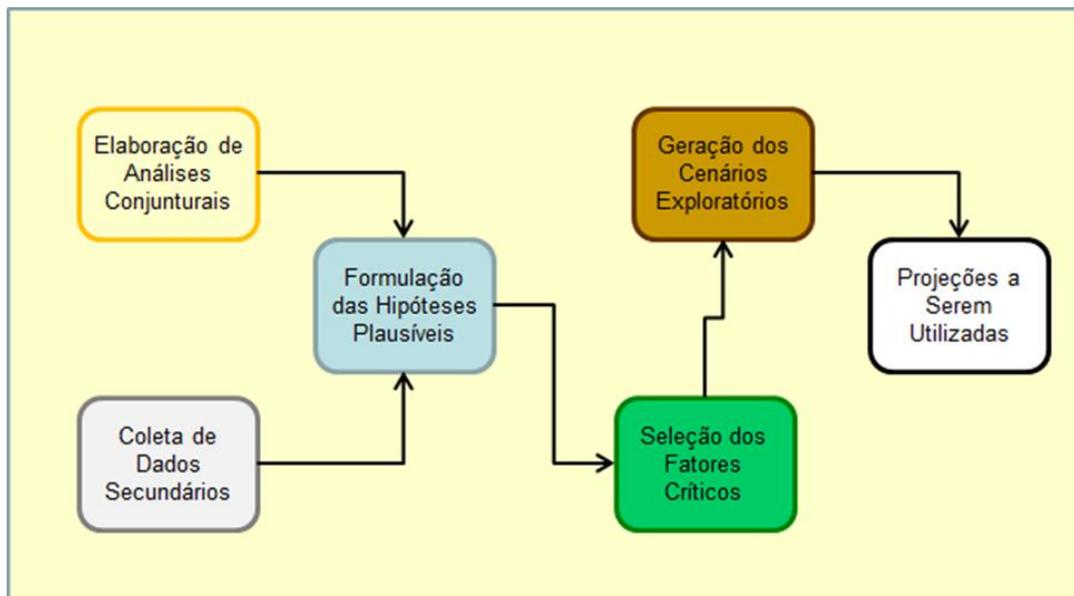
Geralmente a metodologia adotada para a elaboração de um cenário de desenvolvimento econômico deve ser composta de várias etapas.

A primeira delas corresponde à elaboração de uma análise da conjuntura, tanto internacional como nacional, bem como do desenvolvimento regional e local. Em seguida é feita uma coleta de dados secundários, isto é, dados já elaborados disponíveis em diversas fontes de pesquisa.

A partir de então, o estudo é direcionado à seleção de fatores críticos, isto é, foco nas variáveis centrais, para a formulação de hipóteses plausíveis e a geração de cenários exploratórios.

Por fim, são quantificadas as variáveis sob análise a partir das projeções utilizadas. Na **Figura 20** são apresentadas, sequencialmente, as etapas da metodologia utilizada, em termos ideais, para a obtenção de um cenário econômico tendencial.

Figura 20: Metodologia para a constituição de um Cenário Econômico Tendencial



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Ainda em termos ideais, quando da elaboração de cenários de desenvolvimento econômico, quer sejam nacionais, estaduais ou regionais, não é incomum adotar uma abordagem teórica que defina o desenvolvimento econômico como sendo uma combinação do crescimento sustentado da renda per capita de um processo de reestruturação produtiva, bem como da melhoria dos indicadores sociais da população em geral.

Com essa abordagem estruturante, a construção de um cenário de desenvolvimento econômico subsidia uma visão de futuro no contexto da evolução mais provável, da sociedade e da economia analisada como um todo, de uma maneira mais realista e abrangente.

Cenários prospectivos são exercícios importantes para o planejamento e devem ser tratados, de modo a possibilitar que o futuro não seja visto apenas como um horizonte incremental do presente.

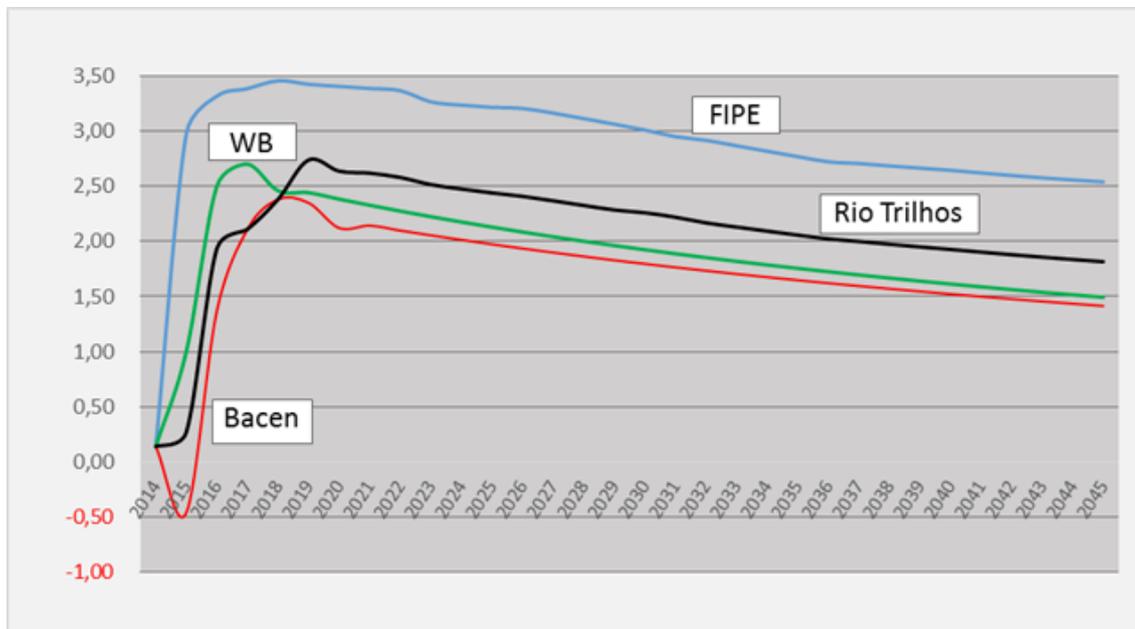
A concepção de desenvolvimento econômico não apenas como crescimento da renda per capita, mas também a partir de contribuições do enfoque multidimensional do desenvolvimento econômico, foi o método que norteou a formulação de cenários macroeconômicos constantes dos estudos realizados, pelo Ministério dos Transportes no âmbito do Plano Nacional de Logística e Transporte (PNLT) de 2011.

2.4.1.1.1. Projeção do PIB para os Municípios da Área de Estudo

O cenário utilizado para a projeção da evolução da riqueza na área de estudos foi baseado em valores determinados no âmbito do PNLT de 2011, atualizados por taxas reais e em projeções recentes do Banco Central (Bacen) e do World Bank (WB).

As estimativas e projeções do PIB foram realizadas com a aplicação de um método de cálculo do tipo “Top-Down”, inicialmente para o Brasil, com base em informações da FIPE (PNLT), do Bacen e do World Bank. Com base nas tendências projetadas pela FIPE no PNLT-2011, nas expectativas do World Bank publicadas na “Global Economic Prospects” – GEP” de janeiro de 2015 e na média apontada nos mercados futuros, entre janeiro e abril de 2015 e avaliadas pelo Banco Central, foi projetado uma taxa de 2,2 % ao ano para o crescimento do PIB do Brasil entre 2015 e 2045, conforme ilustrado no [Gráfico 1](#), que segue:

Gráfico 1: Taxas de projeção do PIB – FIPE, Bacen, WB e Rio Trilhos



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Na sequência foram estimados e projetados os valores para o Estado do Rio de Janeiro com base na evolução da proporção, em relação ao Brasil, dos valores apontados pela FIPE no PNLT-2011. No PNLT-2011 a FIPE projetou para o Estado do Rio de Janeiro uma proporção com o Brasil sempre crescente.

Desta forma as taxas projetadas para o Estado do Rio de Janeiro, no âmbito deste projeto, foram sempre superiores às taxas projetadas para o Brasil, conforme indicam os números da Tabela 18, que segue.

Tabela 18: Projeção do PIB - Brasil e Estado do Rio de Janeiro – 2015 a 2045 – FIPE e Rio Trilhos

ANO	FIPE (PNLT)					RIOTRILHOS				
	BRASIL		RIO DE JANEIRO			BRASIL		RIO DE JANEIRO		
	R\$ Milhões	Tx % aa no período	R\$ Milhões	Tx % aa no período	% s/ Brasil	R\$ Milhões	Tx % aa no período	R\$ Milhões	Tx % aa no período	% s/ Brasil
2013	5.513.441,30	-	594.396,30	-	10,78	5.513.441,30	-	594.396,30	-	10,78
2014	5.521.256,10	0,14	601.502,80	1,2	10,89	5.521.256,10	0,14	601.502,80	1,2	10,89
2015	5.685.400,70	2,97	627.927,70	4,39	11,04	5.536.163,50	0,27	611.445,10	1,65	11,04
2020	6.719.101,30	3,4	750.382,20	3,63	11,17	6.220.917,50	2,36	694.745,50	2,59	11,17
2025	7.901.049,40	3,29	883.921,80	3,33	11,19	7.047.302,20	2,53	788.409,70	2,56	11,19
2030	9.241.815,10	3,18	1.031.594,80	3,14	11,16	7.915.614,80	2,35	883.561,00	2,31	11,16
2035	10.609.405,50	2,8	1.200.739,10	3,08	11,32	8.786.049,00	2,11	994.377,40	2,39	11,32
2040	12.111.969,20	2,68	1.381.914,80	2,85	11,41	9.688.652,80	1,98	1.105.426,60	2,14	11,41
2045	13.755.993,80	2,58	1.578.865,10	2,7	11,48	10.623.119,10	1,86	1.219.284,60	1,98	11,48
Var % aa - 2015 a 2045 2015 a 2045		2,99	-	3,12	-	-	2,2	-	2,33	-

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Os valores projetados para o Rio de Janeiro foram divididos por microrregião, segundo setores de atividade econômica, com base no VBP (Valor Bruto da Produção) projetado pela FIPE e finalmente, desagregados por município, com base em séries históricas:

1. No PNLT a FIPE projetou o VBP para os 110 itens da matriz insumo-produto do IBGE, desagregados por microrregião homogênea;
2. Os 110 itens da matriz insumo-produto do IBGE foram classificados segundo os grupos de setores econômicos adotados para as projeções do Modelo TRANUS;
3. Com base nestas classificações e nos valores disponibilizados no PNLT, foram obtidas as proporções para o cálculo final do PIB total e setorial, segundo grupos de atividade do TRANUS, para as 18 microrregiões do Estado do Rio de Janeiro;

4. A área de estudos do PDM é composta por toda a microrregião do Rio de Janeiro (dezesesseis municípios), toda a microrregião de Itaguaí (três municípios), por um município da microrregião de Vassouras (Paracambi) e por um município da microrregião de Macacu-Caceribu (Rio Bonito);
5. O PIB total e setorial destas microrregiões foi distribuído por seus respectivos municípios com base na série histórica, de 2000 a 2011, disponibilizada pelo IBGE para o PIB municipal e para os valores adicionados brutos para os setores: agropecuário, industrial, comércio e serviços e administração pública.

No processo de obtenção das projeções da renda total das famílias/ domicílios, que serviu de base para a distribuição da população por faixas de renda domiciliar, foram utilizados como parâmetros: o crescimento do PIB e da população total.

Os valores de PIB total e PIB setorial juntamente com a população, por município, serviram de base para o cálculo do número de empregos por setor, insumo fundamental para as simulações do TRANUS.

Na [Tabela 19](#) e na [Tabela 20](#), que seguem, são apresentados os valores finais projetados em valores constantes de 2014, no ano base e nos anos horizontes do projeto, do PIB total e setorial, respectivamente, dos municípios da área de estudos.

Tabela 19: Projeção do PIB – Municípios da Área de Estudos – 2015 a 2045 (em R\$ Milhões de 2014)

PROJEÇÃO DO PIB – MUNICÍPIOS DA ÁREA DE ESTUDOS – 2015 A 2045 (EM R\$ MILHÕES DE 2014)														
Municípios	2015	2020	Taxa % aa s/2015	2025	Taxa % aa s/2020	2030	Taxa % aa s/2025	2035	Taxa % aa s/2030	2040	Taxa % aa s/2035	2045	Taxa % aa s/2040	Taxa % aa 2045 s/2015
Belford Roxo	6.794	7.447	1,85	8.121	1,75	8.726	1,45	9.473	1,66	10.134	1,36	10.742	1,17	1,54
Duque de Caxias	37.889	44.619	3,32	52.038	3,12	58.316	2,30	64.439	2,02	70.067	1,69	75.437	1,49	2,32
Guapimirim	724	777	1,42	828	1,27	867	0,92	915	1,10	949	0,73	972	0,47	0,98
Itaboraí	3.286	3.699	2,40	4.142	2,29	4.571	1,99	5.015	1,87	5.426	1,59	5.822	1,42	1,93
Itaguaí	5.980	6.871	2,81	7.867	2,74	8.834	2,35	9.842	2,18	10.802	1,88	11.746	1,69	2,28
Japeri	1.466	1.573	1,42	1.680	1,32	1.759	0,92	1.857	1,09	1.921	0,68	1.967	0,47	0,98
Magé	3.149	3.380	1,42	3.600	1,27	3.766	0,91	3.976	1,09	4.120	0,72	4.215	0,45	0,98
Mangaratiba	1.657	1.814	1,83	1.958	1,54	2.134	1,74	2.323	1,71	2.491	1,41	2.651	1,26	1,58
Maricá	2.458	2.764	2,38	3.091	2,26	3.389	1,86	3.638	1,43	3.821	0,99	3.950	0,67	1,59
Mesquita	2.316	2.506	1,59	2.692	1,44	2.842	1,09	3.028	1,27	3.170	0,93	3.281	0,69	1,17
Nilópolis	2.408	2.579	1,39	2.758	1,35	2.912	1,10	3.113	1,34	3.286	1,09	3.442	0,93	1,20
Niterói	15.384	17.058	2,09	19.037	2,22	21.169	2,15	23.986	2,53	27.051	2,43	30.500	2,43	2,31
Nova Iguaçu	14.454	16.008	2,06	17.588	1,90	18.996	1,55	20.700	1,73	22.193	1,40	23.544	1,19	1,64
Paracambi	712	757	1,24	812	1,39	863	1,24	908	1,02	945	0,79	975	0,64	1,05
Queimados	2.292	2.506	1,80	2.730	1,73	2.935	1,46	3.117	1,21	3.260	0,91	3.378	0,71	1,30
Rio Bonito	1.322	1.398	1,14	1.485	1,21	1.562	1,02	1.651	1,11	1.723	0,86	1.785	0,71	1,01
Rio de Janeiro	273.869	307.901	2,37	346.050	2,36	384.602	2,14	437.766	2,62	492	2,36	548.444	2,20	2,34
São Gonçalo	15.032	16.482	1,86	18.024	1,80	19.463	1,55	21.274	1,80	22.968	1,54	24.622	1,40	1,66
São João de Meriti	7.234	7.788	1,49	8.339	1,38	8.790	1,06	9.358	1,26	9.806	0,94	10.167	0,73	1,14
Seropédica	1.317	1.475	2,29	1.649	2,26	1.810	1,87	1.990	1,92	2.156	1,62	2.314	1,42	1,90
Tanguá	425	457	1,46	489	1,35	514	1,03	547	1,23	572	0,90	592	0,68	1,11

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 20: Projeção do PIB Setorial – Municípios da Área de Estudos – 2015 a 2045 (em R\$ Milhões de 2014)

PROJEÇÃO DO PIB SETORIAL – MUNICÍPIOS DA ÁREA DE ESTUDOS – 2015 A 2045 (EM R\$ MILHÕES DE 2014)																		
MUNICÍPIOS	EXÓGENOS ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA			EXÓGENOS TRANSPORTES E CORREIO			EXÓGENOS DIVERSOS			EXÓGENOS INDÚSTRIA			EDUCAÇÃO (BÁSICO E SUPERIOR)			INDUZIDOS COMÉRCIO E SERVIÇOS		
	2015	2045	VAR % AA	2015	2045	VAR % AA	2015	2045	VAR % AA	2015	2045	VAR % AA	2015	2045	VAR % AA	2015	2045	VAR % AA
Belford Roxo	1.240	2.124	1,80	330	494	1,30	648	1.036	1,60	1.899	2.968	1,50	579	981	1,80	2.097	3.138	1,40
Duque de Caxias	2.178	4.808	2,70	2.230	4.297	2,20	2.930	5.818	2,30	15.097	30.438	2,40	1.311	2.796	2,60	14.144	27.279	2,20
Guapimirim	113	163	1,20	31	39	0,80	60	81	1,00	259	351	1,00	53	76	1,20	207	262	0,80
Itaboraí	584	1.121	2,20	175	294	1,70	327	583	1,90	799	1.414	1,90	276	524	2,20	1.124	1.886	1,70
Itaguaí	332	735	2,70	270	543	2,40	286	592	2,50	482	965	2,30	231	498	2,60	4.379	8.412	2,20
Japeri	336	482	1,20	71	89	0,80	155	210	1,00	294	393	1,00	153	219	1,20	457	574	0,80
Magé	544	782	1,20	157	197	0,80	297	398	1,00	867	1.178	1,00	256	364	1,20	1.030	1.297	0,80
Mangaratiba	152	271	2,00	66	107	1,60	71	118	1,70	184	301	1,70	88	155	1,90	1.097	1.699	1,50
Maricá	348	609	1,90	136	207	1,40	229	369	1,60	702	1.137	1,60	170	293	1,80	873	1.335	1,40
Mesquita	434	669	1,50	140	189	1,00	253	362	1,20	393	549	1,10	207	315	1,40	889	1.198	1,00
Nilópolis	389	610	1,50	160	219	1,00	265	382	1,20	385	543	1,20	192	296	1,50	1.017	1.392	1,10
Niterói	1.290	2.842	2,70	1.150	2.212	2,20	1.550	3.081	2,30	3.340	6.693	2,30	746	1.594	2,60	7.310	14.077	2,20
Nova Iguaçu	2.166	3.865	1,90	920	1.433	1,50	1.505	2.470	1,70	2.943	4.776	1,60	1.072	1.882	1,90	5.848	9.117	1,50
Paracambi	124	171	1,10	35	45	0,90	45	61	1,00	171	238	1,10	103	141	1,00	234	319	1,00
Queimados	350	561	1,60	111	155	1,10	202	301	1,30	755	1.108	1,30	167	263	1,50	707	989	1,10
Rio Bonito	51	76	1,30	76	105	1,10	133	189	1,20	114	152	1,00	14	20	1,30	933	1.243	1,00
Rio de Janeiro	19.873	44.434	2,70	21.395	41.754	2,30	27.876	56.002	2,40	56.898	115.012	2,40	12.146	26.215	2,60	135.681	265.026	2,30
São Gonçalo	2.232	3.994	2,00	919	1.435	1,50	1.519	2.502	1,70	3.397	5.577	1,70	1.099	1.937	1,90	5.866	9.177	1,50
São João de Meriti	1.222	1.879	1,40	472	633	1,00	798	1.131	1,20	1.154	1.601	1,10	596	903	1,40	2.992	4.019	1,00
Seropédica	227	438	2,20	37	65	1,90	42	77	2,00	271	472	1,90	113	217	2,20	627	1.046	1,70
Tanguá	82	122	1,30	18	24	0,90	39	54	1,10	130	181	1,10	37	55	1,30	119	155	0,90

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.4.1.1.2. Projeção da População Total para os Municípios da Área de Estudos

Em consonância com métodos utilizados pelo IBGE, para a projeção da população residente nos municípios da área de estudos no período compreendido entre 2015 e 2045, foi utilizada a metodologia dos componentes demográficos: natalidade, mortalidade e migração.

A aplicação desse método contou com duas etapas básicas: uma para a preparação dos parâmetros de componentes demográficas, com informações oriundas do IBGE (Censos populacionais de 2000 e 2010) e do SUS (estatísticas de 2000 até 2010), e outra para o cálculo da população residente, por sexo e faixa etária (sete faixas com cortes de 10 anos: 0 a 9 anos, 10 a 19 anos, 20 a 29 anos, 30 a 39 anos, 40 a 49 anos, 50 a 59 anos, 60 a 69 anos e uma faixa para o topo das idades: 70 anos e mais) no período citado, com informações obtidas do IBGE (Censos populacionais de 2000 e 2010).

2.4.1.1.2.1. Parâmetros Utilizados

No processo de projeção da população residente por sexo e faixa etária, foram utilizados os parâmetros recentes de natalidade, mortalidade e saldo migratório apurados em nível de município, com base em informações secundárias das seguintes fontes:

1. Populações por sexo e faixa etária dos 22 municípios da área de estudos, oriundas dos questionários do universo dos Censos de 2000 e 2010;
2. Dados sobre óbitos por sexo e faixa etária e de nascimentos por sexo e faixa etária das mães para os 22 municípios da área de estudos, divulgados, entre 2000 e 2010, pelo DataSUS.

Os indicadores de natalidade apurados por faixa etária das mães e sexo das crianças nascidas vivas, com base em informações dos Censos e do DataSus, foram calculados da seguinte forma:

1. Foi apurado o número de nascidos vivos para cada um dos segmentos (sexo e faixa etária das mães – 10 a 20 anos, 20 a 30 anos, 30 a 40 anos e 40 anos e mais) entre 2000 e 2010;
2. Os valores obtidos para cada segmento, por município, foram divididos pela população em 2000, por segmento, para a obtenção de uma taxa de variação entre os anos de 2000 e 2010, que foram anualizadas para a obtenção dos índices de natalidade de cada segmento/ município.

Os indicadores de mortalidade apurados por sexo e faixa etária, também com base em informações dos Censos e do DataSus, foram calculados da seguinte forma:

1. Foi apurado o número total de óbitos para cada um dos segmentos (sexo e faixa etária) no período compreendido entre 2000 e 2010;
2. Os valores obtidos para cada segmento, por município, foram divididos pela população em 2000, por segmento, para a obtenção de uma taxa de variação para a mortalidade entre os anos de 2000 e 2010, que foram anualizadas para a obtenção dos índices de mortalidade de cada segmento/ município.

Finalmente os indicadores de migração, que também foram apurados com base nas informações de população dos Censos e do DataSUS, foram calculados por intermédio da utilização dos seguintes procedimentos:

1. Sobre a população total existente em 2000 foi acrescido, ano a ano até 2010, o número de nascidos vivos e descontados o número de óbitos ocorridos;
2. Os números resultantes por município foram comparados com a população total do censo de 2010 e a diferença entre os dois números foi considerada como sendo o saldo migratório;

Os valores obtidos para cada município foram divididos pela população total em 2000 para a obtenção de uma taxa de variação entre os anos de 2000 e 2010, que foram anualizadas para a obtenção dos índices de saldo migratório de cada município.

2.4.1.1.2.2. Sistemática de Cálculo da População Total dos Municípios

Com base nos parâmetros apresentados no item anterior foram apurados os valores para a população, por sexo e faixa etária, dos municípios da área de estudos, para um cenário considerado como sendo o mais provável ou indicado pelas tendências. Os procedimentos adotados para os cálculos obedeceram aos seguintes passos:

- a) Como base inicial, foram estimadas as populações por sexo e faixa etária para cada um dos municípios no ano de 2015, tendo como base as populações estimadas para o total dos municípios, em 2014, apresentadas no Relatório Técnico 1 e as proporções de cada segmento existentes em 2010, segundo informações do Censo Populacional deste ano;
- b) Para apurar a população em 2016, inicialmente, as quantidades para cada um dos segmentos (sexo por faixa etária) foram recalculadas para simulação do efeito do tempo, supondo que um ano tivesse transcorrido. Para tanto, cada uma das faixas transferiu “um décimo” (1/10) – foi assumido que as idades dentro de suas respectivas faixas etárias possuem a mesma proporção – de seus valores em 2015 para a faixa imediatamente superior. A faixa de 0 a 9 não recebeu nenhum valor no entanto a ela foi agregado os novos nascimentos;
- c) Posteriormente foi calculado o número de nascidos vivos de acordo com os parâmetros dos indicadores de natalidade – calculados conforme exposto no item anterior – aplicados sobre as devidas faixas etárias do sexo feminino. Os números resultantes foram agregados às faixas etárias de 0 a 9 anos por sexo;
- d) A seguir, para cada um dos segmentos (sexo por faixa etária) foram subtraídos os valores estimados de óbitos de acordo com os parâmetros dos indicadores de mortalidade – calculados conforme exposto no item anterior. Após esta operação, para cada um dos segmentos (sexo por faixa etária) foi obtido o total da população em 2016 antes de se considerar o efeito do saldo migratório (população em 2016 considerando apenas o crescimento vegetativo);
- e) Finalmente, ao cálculo da população em 2016 para cada um dos segmentos (sexo por faixa etária) foi adicionado o saldo migratório, obtido de acordo com os parâmetros dos indicadores de migração apresentados no item anterior. O indicador do saldo migratório é único e foi aplicado sobre o total da população de todos os segmentos em 2016, antes de se considerar o efeito da migração (população em 2016 considerando apenas o crescimento vegetativo). Após a aplicação deste procedimento foi obtido o valor final da população em 2016 para todos os segmentos;
- f) Para a obtenção das populações para cada um dos segmentos (sexo por faixa etária) para os demais anos de horizonte do projeto até 2045, foram repetidos os procedimentos apresentados nos passos “b”, “c”, “d” e “e”, com eventuais ajustes para normalização dos resultados.

É sabido que devido a fatores culturais e a aceleração da taxa de mortalidade entre jovens, ocorrida nos últimos vinte anos, a população dos grandes centros urbanos no Brasil está envelhecendo. No entanto, na aplicação da metodologia dos componentes demográficos, estas altas taxas de mortalidade entre jovens, muitas vezes aceleram demasiadamente a proporção das faixas de pessoas acima de 50 anos. Desta forma estes ajustes, citados no parágrafo anterior (passo “f”), aconteceram para equilibrar a proporção resultante entre as faixas etárias por sexo, aumentando a proporção de faixas mais maduras com uma intensidade mais verossímil, em consonância com padrões assumidos pelo IBGE.

Os valores de população juntamente com PIB total e PIB setorial, por município, serviram de base para o cálculo do número de empregos por setor, insumo fundamental para as simulações do TRANUS.

Na [Tabela 21](#) que segue, são apresentados os valores finais projetados no ano base e nos anos horizontes do projeto, para a população total dos municípios da área de estudos.

Tabela 21 Projeção da População – Municípios da Área de Estudos – 2015 a 2045

PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO – MUNICÍPIOS DA ÁREA DE ESTUDOS – 2015 A 2045														
Municípios	2015	2020	Taxa % aa s/ 2015	2025	Taxa % aa s/ 2020	2030	Taxa % aa s/ 2025	2035	Taxa % aa s/ 2030	2040	Taxa % aa s/ 2035	2045	Taxa % aa s/ 2040	Taxa % aa 2045 s/ 2015
Belford Roxo	484.206	507.701	0,95	530.172	0,87	551.183	0,78	570.687	0,70	588.884	0,63	605.978	0,57	0,75
Duque de Caxias	886.842	927.478	0,90	965.796	0,81	1.001.693	0,73	1.035.055	0,66	1.066.421	0,60	1.095.868	0,55	0,71
Guapimirim	56.179	58.856	0,94	61.383	0,84	63.772	0,77	65.949	0,67	67.926	0,59	69.756	0,53	0,72
Itaboraí	229.202	238.879	0,83	247.846	0,74	256.008	0,65	263.373	0,57	270.191	0,51	276.455	0,46	0,63
Itaguaí	119.677	129.969	1,66	138.681	1,31	146.224	1,06	152.973	0,91	159.222	0,80	164.979	0,71	1,08
Japeri	100.275	105.896	1,10	111.423	1,02	116.720	0,93	121.796	0,86	126.648	0,78	131.325	0,73	0,90
Magé	235.702	245.870	0,85	255.693	0,79	264.987	0,72	273.621	0,64	281.566	0,57	288.996	0,52	0,68
Mangaratiba	40.747	43.974	1,54	46.631	1,18	48.878	0,95	50.839	0,79	52.579	0,68	54.208	0,61	0,96
Maricá	144.026	148.129	0,56	151.552	0,46	154.338	0,36	156.556	0,29	158.217	0,21	159.401	0,15	0,34
Mesquita	171.676	177.325	0,65	182.339	0,56	186.729	0,48	190.489	0,40	193.513	0,32	195.929	0,25	0,44
Nilópolis	159.190	163.137	0,49	166.407	0,40	169.074	0,32	171.239	0,25	172.950	0,20	174.304	0,16	0,30
Niterói	497.674	506.774	0,36	512.860	0,24	516.658	0,15	518.550	0,07	519.678	0,04	520.353	0,03	0,15
Nova Iguaçu	813.325	847.937	0,84	880.583	0,76	910.673	0,67	938.046	0,59	962.657	0,52	984.982	0,46	0,64
Paracambi	49.427	50.758	0,53	51.690	0,36	52.285	0,23	52.609	0,12	52.775	0,06	52.875	0,04	0,23
Queimados	144.372	152.593	1,11	160.606	1,03	168.444	0,96	176.166	0,90	183.949	0,87	191.897	0,85	0,95
Rio Bonito	57.808	60.211	0,82	62.355	0,70	64.274	0,61	65.996	0,53	67.586	0,48	69.025	0,42	0,59
Rio de Janeiro	6.492.294	6.664.508	0,52	6.808.139	0,43	6.929.873	0,36	7.033.182	0,30	7.118.312	0,24	7.184.638	0,19	0,34
São Gonçalo	1.038.201	1.065.960	0,53	1.088.114	0,41	1.104.988	0,31	1.116.230	0,20	1.121.838	0,10	1.124.665	0,05	0,27
São João de Meriti	464.331	481.513	0,73	497.233	0,64	511.335	0,56	523.871	0,49	535.036	0,42	545.111	0,37	0,54
Seropédica	83.600	90.242	1,54	95.601	1,16	100.027	0,91	103.651	0,71	106.510	0,55	108.729	0,41	0,88
Tanguá	32.423	33.768	0,82	35.049	0,75	36.227	0,66	37.235	0,55	38.096	0,46	38.815	0,37	0,60

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.4.1.1.3. Projeção da Renda Total para os Municípios da Área de Estudos

Para efetuar a projeção da população das zonas de tráfego por faixas de rendimento populacional, foram necessárias projeções para a renda domiciliar total dos municípios. As projeções entre 2010 e 2045 para a variável renda domiciliar total nos 22 municípios da área de estudos, tiveram como base de cálculo a evolução de suas relações com o PIB total e a população total e para tanto, foram utilizados:

1. Valores de renda total dos municípios apurados nos Censos Demográficos de 2000 e 2010, atualizados para 2014 pelo deflator implícito do PIB;
2. Valores da população total dos municípios apurados nos Censos Demográficos de 2000 e 2010;
3. Valores apurados do PIB municipal em 2000 e 2010, atualizados para 2014 pelo deflator implícito do PIB;
4. Valores projetados para a população total e para o PIB total dos municípios, segundo os procedimentos apresentados neste relatório para o período compreendido entre 2015 e 2045.

Foram calculadas, para cada um dos 22 municípios da área de estudos, as taxas de evolução entre 2000 e 2010, da relação entre a renda total e a população e, entre a renda total e o PIB total.

Inicialmente, estas taxas de evolução das relações da renda com o PIB e a população foram aplicadas sobre os valores de renda total dos municípios apurado no Censo Demográfico de 2010, atualizados para 2014 pelo deflator do PIB, para a obtenção de uma primeira estimativa nos anos horizontes do projeto.

Para finalizar, estas primeiras estimativas foram ajustadas para cada um dos municípios, de tal forma a transformá-las em proporções verossímeis, concomitantemente, em relação às projeções de PIB total e em relação às projeções de população total, para o período compreendido entre 2015 e 2045.

Na [Tabela 22](#), que segue, são apresentados os valores finais projetados em valores constantes de 2014, no ano base e nos anos horizontes do projeto, para a renda domiciliar total dos municípios da área de estudos.

Tabela 22: Projeção da Renda Domiciliar Total – Municípios da Área de Estudos – 2015 a 2045 (em R\$ Milhões)

PROJEÇÃO DA RENDA DOMICILIAR TOTAL – MUNICÍPIOS DA ÁREA DE ESTUDOS – 2015 A 2045 (EM R\$ MILHÕES)														
MUNICÍPIOS	2015	2020	TAXA % AA S/ 2015	2025	TAXA % AA S/ 2020	2030	TAXA % AA S/ 2025	2035	TAXA % AA S/ 2030	2040	TAXA % AA S/ 2035	2045	TAXA % AA S/ 2040	TAXA % AA 2045 S/ 2015
Belford Roxo	436,50	464,80	1,27	496,00	1,31	525,80	1,18	562,00	1,34	594,70	1,14	623,50	0,95	1,20
Duque de Caxias	968,60	1.034,00	1,32	1.104,90	1,34	1.178,30	1,29	1.264,50	1,42	1.344,80	1,24	1.423,00	1,14	1,29
Guapimirim	63,40	66,50	0,96	69,90	0,99	72,80	0,84	76,60	1,01	79,80	0,81	82,50	0,68	0,88
Itaboraí	255,10	273,00	1,36	292,40	1,38	311,40	1,26	333,70	1,40	354,60	1,22	373,30	1,03	1,28
Itaguaí	137,00	147,40	1,48	158,60	1,48	169,30	1,31	181,50	1,40	192,50	1,19	203,10	1,07	1,32
Japeri	75,80	79,20	0,88	83,00	0,94	86,30	0,77	90,60	0,98	94,00	0,75	97,00	0,63	0,83
Magé	253,20	265,60	0,96	279,00	0,99	290,90	0,84	305,80	1,01	318,40	0,81	329,40	0,68	0,88
Mangaratiba	63,10	66,60	1,10	70,40	1,13	74,20	1,06	78,70	1,16	82,50	0,97	86,20	0,87	1,05
Maricá	245,70	256,70	0,88	268,40	0,90	279,30	0,80	292,50	0,93	304,40	0,80	315,30	0,71	0,84
Mesquita	205,10	216,20	1,06	228,10	1,08	239,10	0,94	252,10	1,06	263,50	0,89	274,10	0,79	0,97
Nilópolis	224,20	234,60	0,91	247,70	1,09	259,10	0,91	273,40	1,08	283,60	0,74	291,30	0,53	0,88
Niterói	1.908,10	2.013,50	1,08	2.127,80	1,11	2.228,40	0,93	2.316,50	0,78	2.415,10	0,84	2.497,90	0,68	0,90
Nova Iguaçu	879,00	936,00	1,26	998,10	1,29	1.057,50	1,16	1.127,50	1,29	1.191,30	1,11	1.252,30	1,00	1,19
Paracambi	53,80	55,90	0,77	58,10	0,77	59,70	0,57	61,50	0,58	63,10	0,51	65,00	0,61	0,63
Queimados	128,90	136,70	1,18	145,20	1,22	153,30	1,08	162,30	1,15	170,20	0,96	177,30	0,82	1,07
Rio Bonito	68,50	71,30	0,80	74,40	0,86	77,30	0,75	80,80	0,89	83,90	0,75	86,70	0,68	0,79
Rio de Janeiro	18.169,20	19.376,50	1,29	20.655,40	1,29	21.879,90	1,16	23.085,00	1,08	24.236,30	0,98	25.379,50	0,93	1,12
São Gonçalo	1.312,30	1.398,60	1,28	1.492,60	1,31	1.583,90	1,19	1.686,70	1,27	1.777,30	1,05	1.851,60	0,82	1,15
São João de Meriti	519,30	548,30	1,09	579,70	1,12	608,70	0,98	643,90	1,13	674,90	0,95	699,50	0,72	1,00
Seropédica	95,50	101,80	1,29	108,80	1,32	115,20	1,16	122,50	1,23	128,90	1,03	134,90	0,91	1,16
Tanguá	26,50	28,00	1,07	29,50	1,10	31,00	0,95	32,70	1,11	34,20	0,91	35,60	0,78	0,99

Fonte : Elaboração Consórcio, 2015

2.4.1.1.4. Projeção dos Empregos para os Municípios da Área de Estudos

Para a realização das projeções do número de empregos por setores selecionados para o TRANUS, nos 22 municípios da área de estudos, entre 2010 e 2045, foram utilizadas as seguintes informações:

- Número de empregos desagregados pelos setores selecionados para o TRANUS, para cada um dos municípios, estimados para 2014 no Relatório Técnico 1;
- Valores projetados para a população total e para os PIBs setoriais dos municípios, segundo os procedimentos apresentados neste relatório para o período compreendido entre 2015 e 2045.

Foram calculadas, para cada um dos 22 municípios da área de estudos, as taxas de evolução dos PIBs setoriais entre períodos, considerando o ano base e os anos horizontes do projeto (2015, 2020, 2025, 2030, 2035, 2040 e 2045).

Inicialmente, estas taxas de evolução dos PIBs setoriais foram aplicadas proporcionalmente sobre o número de empregos desagregados pelos setores selecionados para o TRANUS estimados para 2014, para a obtenção de uma primeira estimativa nos anos horizontes do projeto.

Para finalizar, o número de empregos setoriais foram ajustados de tal forma a tornar a evolução, no decorrer dos anos horizontes do projeto, dos indicadores de suas relações com a população, número de empregos por 100 habitantes, coerentes com as perspectivas de crescimento econômico setorial de cada um dos municípios.

A evolução do número de empregos por 100 habitantes para cada um dos setores de atividades do TRANUS reflete as perspectivas de desenvolvimento da dinâmica econômica dos municípios da área de estudos e o balizamento dos parâmetros para cada município/ setor foi realizado com o apoio de técnicos e urbanistas do projeto, arbitrado conforme critérios e parâmetros baseados em julgamentos próprios.

Na [Tabela 23](#), que segue, são apresentados os indicadores referentes ao número de empregos por 100 habitantes no ano base e em 2045, para os municípios da área de estudos.

Tabela 23: Projeção do Número de Empregos por 100 habitantes – Municípios da Área de Estudos – 2015 e 2045

MUNICÍPIOS	EMPREGOS TOTAL			EXÓGENOS ADM. PÚBLICA			EXÓG. TRANSP. E CORREIO			EXÓGENOS DIVERSOS			EXÓGENOS INDÚSTRIA			EDUCAÇÃO			INDUZIDOS COM. E SERV.		
	2015	2045	VAR % AA	2015	2045	VAR % AA	2015	2045	VAR % AA	2015	2045	VAR % AA	2015	2045	VAR % AA	2015	2045	VAR % AA	2015	2045	VAR % AA
Belford Roxo	22,3	23,4	0,17	1,0	1,1	0,13	1,5	1,5	0,14	3,9	4,1	0,17	2,5	2,7	0,21	1,8	1,9	0,20	11,6	12,1	0,15
Duque de Caxias	35,8	39,7	0,35	1,2	1,2	0,21	3,2	3,4	0,22	6,1	6,6	0,26	6,2	7,1	0,47	2,3	2,5	0,29	16,9	18,8	0,37
Guapimirim	30,7	31,4	0,07	1,5	1,5	0,01	1,0	1,1	0,13	7,8	7,8	-0,04	3,0	3,0	0,03	2,9	3,0	0,10	14,4	15,0	0,14
Itaboraí	30,3	32,9	0,28	1,5	1,6	0,19	2,0	2,1	0,14	6,3	6,7	0,21	4,0	4,6	0,49	2,3	2,5	0,27	14,2	15,4	0,28
Itaguaí	33,2	34,3	0,10	2,6	2,6	0,01	2,4	2,4	0,01	7,4	7,4	-0,01	4,4	4,5	0,02	2,6	2,8	0,19	13,7	14,6	0,21
Japeri	17,8	18,0	0,03	1,2	1,2	-0,11	0,9	0,9	0,08	4,4	4,2	-0,16	1,7	1,7	-0,03	1,6	1,6	0,16	8,0	8,3	0,13
Magé	28,5	29,3	0,08	1,8	1,8	0,05	1,6	1,7	0,13	6,2	6,1	-0,02	3,1	3,1	0,03	2,4	2,6	0,19	13,5	13,9	0,12
Mangaratiba	41,6	41,9	0,02	6,4	6,1	-0,17	1,4	1,3	-0,08	9,9	9,7	-0,08	2,9	2,9	-0,03	3,3	3,4	0,16	17,7	18,4	0,14
Maricá	30,9	33,0	0,22	1,5	1,6	0,20	1,5	1,7	0,33	7,9	8,6	0,26	2,0	2,2	0,35	2,0	2,1	0,17	15,9	16,8	0,17
Mesquita	20,9	22,3	0,22	1,0	1,1	0,19	1,4	1,5	0,25	3,4	3,7	0,24	2,1	2,3	0,25	1,8	1,9	0,19	11,1	11,8	0,21
Nilópolis	28,6	30,4	0,21	1,5	1,6	0,21	1,6	1,7	0,14	4,8	5,2	0,32	2,4	2,5	0,20	2,6	2,7	0,20	15,8	16,7	0,19
Niterói	62,4	67,9	0,28	4,6	4,7	0,09	2,6	2,9	0,35	13,0	13,7	0,17	6,0	6,5	0,26	5,0	5,6	0,40	31,2	34,6	0,34
Nova Iguaçu	30,7	33,0	0,24	1,2	1,3	0,22	2,0	2,1	0,12	5,6	5,8	0,13	3,4	3,7	0,28	2,3	2,4	0,20	16,2	17,7	0,29
Paracambi	30,8	32,6	0,18	2,9	2,9	0,06	1,0	1,1	0,31	8,1	8,7	0,24	3,1	3,3	0,19	3,4	3,6	0,13	12,3	13,0	0,18
Queimados	22,8	23,7	0,14	1,4	1,4	0,06	1,7	1,8	0,08	4,2	4,3	0,08	2,8	3,0	0,15	1,9	2,0	0,06	10,7	11,3	0,19
Rio Bonito	41,5	42,3	0,06	3,1	3,1	0,00	2,4	2,5	0,02	10,1	10,1	0,02	3,5	3,6	0,05	3,2	3,3	0,11	19,2	19,8	0,10
Rio de Janeiro	55,9	64,5	0,48	4,3	4,5	0,17	3,6	4,1	0,46	10,8	12,5	0,49	4,9	5,8	0,51	3,7	4,1	0,41	28,7	33,5	0,52
São Gonçalo	30,3	32,6	0,25	1,0	1,1	0,18	1,9	2,0	0,17	5,6	6,0	0,23	3,6	3,9	0,23	2,3	2,5	0,26	15,7	17,1	0,27
São João de Meriti	27,5	29,0	0,18	1,2	1,2	0,20	2,3	2,4	0,11	4,2	4,4	0,14	3,5	3,6	0,13	1,6	1,8	0,22	14,7	15,6	0,20
Seropédica	32,8	33,5	0,07	2,0	2,0	0,07	2,1	2,1	-0,08	7,7	7,6	-0,04	3,1	3,1	-0,04	5,3	5,7	0,22	12,6	13,1	0,13
Tanguá	27,4	28,4	0,11	1,8	1,8	0,15	0,8	0,8	0,05	7,7	7,9	0,07	3,7	3,8	0,06	2,1	2,2	0,13	11,3	11,8	0,15
TOTAIS AE	44,9	49,9	0,35	3,0	3,1	0,10	2,9	3,2	0,33	8,6	9,6	0,34	4,5	5,0	0,40	3,1	3,4	0,31	22,8	25,6	0,39

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.4.1.2. Cálculo e Distribuição por entre as Zonas de Tráfego das Variáveis Requeridas pelo TRANUS

A lógica fundamental do modelo TRANUS consiste em determinar os fluxos de viagens a partir da definição das relações de consumo entre a população, atividades econômicas e uso e ocupação do solo. A relação entre população (segregada em quatro faixas de renda domiciliar) e as atividades econômicas (segregadas em sete tipos de atividades) são estabelecidas a partir de uma relação de consumo mediante um preço, em que a população e as atividades econômicas consomem o solo.

Em consonância com as metodologias de modelagem de transportes, no presente trabalho, a divisão do “solo a ser consumido” pela dinâmica demográfica e econômica, foi constituída pela fragmentação dos 22 municípios, componentes da área de estudos, em 731 zonas de tráfego, compatíveis com aquelas adotadas no PDTU-2013.

Neste item serão apresentados os métodos, critérios, parâmetros e procedimentos para o cálculo dos valores das variáveis socioeconômicas, apontadas em parágrafos anteriores, para todas as zonas de tráfego, no Cenário Tendencial. Também são apresentados os resultados obtidos para estas variáveis, segundo a segmentação listada a seguir.

1. População residente classificada em áreas normais e aglomerados subnormais desagregadas por quatro faixas de rendimento domiciliar em salários mínimos: até dois salários mínimos, acima de dois até cinco salários mínimos, acima de cinco até dez salários mínimos e acima de dez salários mínimos;
2. Número de Empregos separados em sete subsetores de atividade econômica, especialmente constituídos segundo a metodologia do TRANUS, desagregados por quatro faixas de rendimento domiciliar em salários mínimos: até dois salários mínimos, acima de dois até cinco salários mínimos, acima de cinco até dez salários mínimos e acima de 10 salários mínimos:
 - Cinco setores de atividades econômicas exógenas: Indústria, Administração Pública, Transportes e Correio, Educação Superior e Diversos;
 - Dois setores de atividades econômicas induzidas: Educação Básica e Comércio e Serviços.

2.4.1.2.1. Cálculo da Distribuição e Segmentação da População Total dos Municípios

A população total para os 22 municípios da área de estudos calculadas para os anos horizontes do projeto conforme o método dos componentes demográficos, apresentadas no [item 2.4.1.1.2](#) deste relatório, inicialmente foi segmentada por tipo de local de residência e por faixas de renda domiciliar expressa em salários mínimos.

Posteriormente estes valores de população segmentada, para o total dos municípios, foram divididos por entre as Zonas de Tráfego, considerando inicialmente os efeitos decorrentes da dinâmica populacional das grandes regiões metropolitanas.

Para finalizar novas redistribuições foram realizadas para adequar ajustes pontuais em Zonas de Tráfego com possibilidades de um desenvolvimento demográfico mais intenso, em virtude da implementação de novos investimentos, públicos e privados, já confirmados, bem como suas contrapartidas nas demais zonas.

2.4.1.2.2. Método de Segmentação da População Total dos Municípios

A realização da segmentação inicial para a população total dos municípios nos anos horizontes de 2015 a 2045 foi fundamentada em informações estimadas e projetadas no âmbito deste projeto:

- População por zona de tráfego, residente em áreas normais e aglomerados subnormais, desagregadas por faixas de rendimento domiciliar em faixas de salários mínimos, estimadas para o ano de 2014, apuradas no presente projeto no âmbito do Relatório Técnico 1;
- Valores da renda domiciliar total dos municípios apurados para os anos horizontes do projeto, no [item 2.4.1.1.3](#) deste relatório.

Foram estimadas taxas de crescimento para cada uma das quatro faixas de renda domiciliar em salários mínimos entre períodos, considerando o ano base e os anos horizontes do projeto (2015, 2020, 2025, 2030, 2035, 2040 e 2045), para cada um dos municípios.

Para a apuração de uma primeira estimativa, foram utilizadas as proporções das quatro faixas de renda domiciliar em salários mínimos estimados para 2014 e as variações percentuais da renda domiciliar total dos municípios entre os períodos discriminados no parágrafo anterior.

Para finalizar, o número de pessoas para cada uma das faixas de renda domiciliar de cada município, foram ajustadas de tal forma a torná-las equânimes e verossímeis, com o valor da renda domiciliar total para cada ano horizonte do projeto. Nesta primeira estimativa foram mantidas, as mesmas proporções entre as populações residentes em áreas normais e em aglomerados subnormais, observadas em 2014, para cada município.

2.4.1.2.3. Distribuição da População Segmentada entre as Zonas de Tráfego

Conforme descrito no preâmbulo do item 2.4.1.1.2.1, deste relatório, a distribuição da população segmentada levou em consideração: a dinâmica populacional natural da área de estudos do PDM e ajustes pontuais em virtude de possíveis impactos decorrentes de ações, que possivelmente, induzirão a um maior desenvolvimento socioeconômico de uma zona de tráfego. Os procedimentos para estes cálculos são descritos a seguir nos itens 2.4.1.2.3.1 e 2.4.1.2.3.2 respectivamente.

2.4.1.2.3.1. Distribuição da População Segmentada entre as Zonas de Tráfego – Ajustes Pontuais - Dinâmica Populacional Natural

A distribuição da população segmentada estimada em nível municipal, por entre as Zonas de Tráfego, começou a ser realizada com base em quatro sucessivas etapas de cálculos onde foram simulados, por intermédio de “proxys” parametrizáveis, os efeitos esperados para a dinâmica populacional de grandes áreas metropolitanas.

Em uma primeira etapa foi realizada uma distribuição de uma parcela considerada como sendo de crescimento vegetativo, para a população residente em áreas normais e para a população residente em aglomerados subnormais, para todos os anos horizontes do projeto. Para a simulação deste efeito de

crescimento vegetativo, foi adotado como parâmetro geral a aplicação de um percentual de 20% sobre o valor absoluto do crescimento da população total do município em relação ao ano base ou ano horizonte anterior. Este percentual foi arbitrado com o apoio de técnicos e urbanistas do projeto, conforme critérios e parâmetros baseados em julgamentos próprios.

Este valor foi distribuído por entre todas as Zonas de Tráfego de forma proporcional aos valores observados no ano anterior. Esta fração referente ao crescimento vegetativo apresentou taxas de crescimento iguais ao total do município para a grande maioria das Zonas de Tráfego/ segmentos.

Posteriormente, em uma segunda etapa, foi realizada a distribuição de uma parcela de crescimento de acordo com a disponibilidade de áreas livres, para a população residente em áreas normais e para a população residente em aglomerados subnormais. Para tanto foi utilizado como parâmetro geral a aplicação de um percentual de 80% sobre o valor absoluto do crescimento da população total do município, com a subtração do somatório dos valores do crescimento vegetativo apurado na primeira etapa, em relação ao ano base ou ano horizonte anterior. Este percentual foi arbitrado com o apoio de técnicos e urbanistas do projeto, conforme critérios e parâmetros baseados em julgamentos próprios.

Este valor foi distribuído por entre todas as Zonas de Tráfego de forma proporcional segundo a disponibilidade de áreas livres e valores observados no ano anterior. Esta fração referente à disponibilidade de áreas livres apresentou diferentes taxas de crescimento para as Zonas de Tráfego/ segmentos.

Em uma terceira etapa foi realizada a distribuição de uma parcela considerando as possibilidades de crescimento para a população residente total de acordo com a possibilidade de crescimento vertical. Para avaliação deste efeito foi usado o saldo do crescimento total da população do município, com a subtração do somatório dos valores do crescimento vegetativo apurado na primeira etapa e do somatório dos valores do crescimento devido a disponibilidade de áreas livres apurado na segunda etapa, em relação ao ano base ou ano horizonte anterior.

Esta terceira etapa foi aplicada apenas para os segmentos de populações de áreas normais segundo as possibilidades de ocorrência de crescimento vertical e valores observados no ano anterior. Esta fração referente a ocorrência de ocupação vertical apresentou diferentes taxas de crescimento para as Zonas de Tráfego por segmento.

Na quarta etapa, para finalizar esta primeira estimativa da distribuição da população dos municípios foi realizado uma redistribuição da população residente nas áreas normais e nas áreas de aglomerados

subnormais, apuradas a partir do somatório das parcelas advindas de cada tipo de crescimento apresentados nas três etapas anteriores, por entre as faixas de renda adotadas para o projeto.

Esta redistribuição foi feita com base em valores segmentados estimados em 2014 para as Zonas de Tráfego e na evolução projetada até 2045 para os valores segmentados para cada município. A população para cada uma das faixas de renda domiciliar de cada Zona de Tráfego foi ajustada de tal forma a torná-las equânimes e verossímeis, com os valores totais do município para a população e para a renda domiciliar total para cada ano horizonte do projeto.

2.4.1.2.3.2. Distribuição da População Segmentada entre as Zonas de Tráfego – Ajustes Pontuais

Para finalizar foram feitos ajustes pontuais com base em informações sobre empreendimentos e projetos privados e/ou governamentais, já em andamento, que certamente impactarão a população das diversas Zonas de Tráfego. Fazem parte deste universo tanto os projetos governamentais de construção de moradias populares como “Minha Casa, Minha Vida” e “Morar Carioca”, ou iniciativas como o “Porto Maravilha”, como também investimentos privados com forte impacto na dinâmica populacional da região metropolitana do Rio de Janeiro.

Como regra geral foi adotado que as populações adicionadas às Zonas de Tráfego localizadas na área de influência dos empreendimentos, fossem descontadas das outras zonas do município, de tal forma a manter para este, no Cenário Tendencial, os mesmos totais de população estimados/ projetados para os anos horizontes do projeto, segundo a metodologia dos componentes demográficos apresentada no [item 2.4.1.1.2](#) do presente relatório.

Para os projetos governamentais de moradia popular, foi considerado que 40% da população beneficiada seria oriunda da própria Zona de Tráfego e 60% das demais regiões do município, em função da distância até o local das moradias e do número de pessoas pertencentes ao segmento de renda, pertinente ao projeto, a partir do ano de sua implementação. Desta forma no balanceamento final, o aumento considerado para a população nas Zonas de Tráfego com novas moradias populares, e subtraídos para as demais, foi igual a 60% do número de pessoas beneficiadas por estes programas sociais.

Além dos projetos de moradia popular, outros empreendimentos também provocaram a necessidade de ajustes pontuais nas Zonas de Tráfego de suas áreas de influência, com a consequente contrapartida compensatória nas demais zonas. São estes projetos: Porto Maravilha, Nova Santa Cruz e Olimpíadas (Vila Olímpica e Vila de Mídia). O valor destes ajustes, bem como suas contrapartidas, foi distribuído proporcionalmente aos valores dos segmentos de usos de solo/ faixas de renda domiciliar calculados para os anos horizontes, segundo procedimentos apresentados nos [itens 2.4.1.1.2.1 e 2.4.1.1.2.2](#)

Na [Tabela 24](#), que segue, são apresentados, com a identificação das Zonas de Tráfego e dos empreendimentos, os valores de ajustes populacionais positivos ocorridos nos anos horizontes do projeto, pertinentes a estas correções pontuais.

Tabela 24: Valores de Ajustes Pontuais Positivos por Empreendimento/ Zona de Tráfego

Zona de Tráfego	Empreendimento	Município	Bairro Predominante	2020	2025	2030	2035	2040	2045
1	Porto Maravilha	Rio de Janeiro	Gamboa	931	1.882	2.860	3.855	4.861	5.873
2	Porto Maravilha	Rio de Janeiro	Santo Cristo	1.038	2.108	3.213	4.341	5.484	6.632
3	Porto Maravilha	Rio de Janeiro	Santo Cristo	212	441	671	906	1.142	1.379
3	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Santo Cristo	59	110	110	110	110	110
4	Porto Maravilha	Rio de Janeiro	Gamboa	464	988	1.506	2.036	2.573	3.113
4	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Gamboa	290	487	487	487	487	487
5	Porto Maravilha	Rio de Janeiro	Saúde	286	583	887	1.196	1.509	1.826
14	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Cosmos	120	355	355	355	355	355
15	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Cosmos	4.769	4.758	4.758	4.758	4.758	4.758
17	Santa Cruz	Rio de Janeiro	Paciência	325	653	984	1.319	1.658	2.000
17	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Paciência	6.229	8.093	8.093	8.093	8.093	8.093
21	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Santa Cruz	2.181	2.141	2.141	2.141	2.141	2.141
23	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Santa Cruz	16.463	20.023	20.023	20.023	20.023	20.023
25	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Santa Cruz	1.334	2.286	2.286	2.286	2.286	2.286
27	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Santa Cruz	1.634	2.460	2.460	2.460	2.460	2.460
28	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Santa Cruz	3.052	3.163	3.163	3.163	3.163	3.163
30	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Santa Cruz	93	171	171	171	171	171
31	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Santa Cruz	2.441	2.399	2.399	2.399	2.399	2.399
32	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Santa Cruz	2.724	4.318	4.318	4.318	4.318	4.318
34	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Santa Cruz	40	48	48	48	48	48

40	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Pedra de Guaratiba	339	465	465	465	465	465
42	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Guaratiba	928	1.538	1.538	1.538	1.538	1.538
44	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Guaratiba	1.330	1.905	1.905	1.905	1.905	1.905
45	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Guaratiba	576	543	543	543	543	543
46	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Guaratiba	421	320	320	320	320	320
109	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Centro	17	29	29	29	29	29
110	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Centro	106	155	155	155	155	155
111	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Centro	38	59	59	59	59	59
119	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Centro	26	47	47	47	47	47
122	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Tijuca	63	129	129	129	129	129
172	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Rio Comprido	501	493	493	493	493	493
181	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Parada de Lucas	2.211	2.183	2.183	2.183	2.183	2.183
197	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Engenho da Rainha	107	38	38	38	38	38
199	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Tomás Coelho	1.157	1.783	1.783	1.783	1.783	1.783
202	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Rocha	568	548	548	548	548	548
206	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Jacaré	430	398	398	398	398	398
212	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Estácio	1.329	1.244	1.244	1.244	1.244	1.244
223	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Todos os Santos	100	109	109	109	109	109
229	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Engenho de Dentro	117	301	301	301	301	301
241	Porto Maravilha	Rio de Janeiro	São Cristóvão	379	921	1.695	2.801	4.383	6.643
242	Porto Maravilha	Rio de Janeiro	São Cristóvão	187	456	843	1.400	2.202	3.357
254	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Irajá	845	822	822	822	822	822
256	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Irajá	228	190	190	190	190	190
259	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Colégio	419	340	340	340	340	340
265	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Cavalcanti	1.180	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111
274	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Rocha Miranda	331	246	246	246	246	246
302	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Guadalupe	2.450	2.756	2.756	2.756	2.756	2.756
305	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Anchieta	181	57	57	57	57	57
310	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Coelho Neto	-5	82	82	82	82	82
315	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Costa Barros	454	380	380	380	380	380
321	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Pavuna	1.703	1.680	1.680	1.680	1.680	1.680
322	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Pavuna	324	221	221	221	221	221
331	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Jacarepaguá	1.482	1.430	1.430	1.430	1.430	1.430
335	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Jacarepaguá	3.743	3.777	3.777	3.777	3.777	3.777
336	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Gardênia Azul	398	320	320	320	320	320
337	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Anil	2.056	2.026	2.026	2.026	2.026	2.026
350	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Taquara	148	249	249	249	249	249

353	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Taquara	623	614	614	614	614	614
355	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Taquara	323	238	238	238	238	238
365	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Itanhangá	664	1.091	1.091	1.091	1.091	1.091
371	Olimpíadas / V de Mídia	Rio de Janeiro	Barra da Tijuca	1.001	1.161	1.346	1.561	1.810	2.100
373	Olimpíadas / V Olímpica	Rio de Janeiro	Barra da Tijuca	4.001	4.805	5.771	6.931	8.325	10.000
391	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Vargem Pequena	1.642	1.865	1.865	1.865	1.865	1.865
394	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Rec dos Bandeirantes	197	332	332	332	332	332
395	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Rec dos Bandeirantes	182	162	162	162	162	162
407	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Realengo	1.204	1.212	1.212	1.212	1.212	1.212
418	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Bangu	453	738	738	738	738	738
433	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Senador Camará	151	16	16	16	16	16
434	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Santíssimo	27	118	118	118	118	118
435	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Santíssimo	627	899	899	899	899	899
436	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Campo Grande	1.082	1.836	1.836	1.836	1.836	1.836
437	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Campo Grande	2.659	4.132	4.132	4.132	4.132	4.132
438	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Campo Grande	3.315	4.734	4.734	4.734	4.734	4.734
441	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Campo Grande	1.631	2.307	2.307	2.307	2.307	2.307
444	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Campo Grande	445	425	425	425	425	425
445	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Campo Grande	209	80	80	80	80	80
447	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Campo Grande	1.179	1.325	1.325	1.325	1.325	1.325
450	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Campo Grande	438	718	718	718	718	718
452	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Campo Grande	1.000	1.087	1.087	1.087	1.087	1.087
453	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Campo Grande	379	308	308	308	308	308
455	Moradias Populares	Rio de Janeiro	Campo Grande	1.748	1.879	1.879	1.879	1.879	1.879
476	Moradias Populares	Duque de Caxias	Zona Rural de Xerém	267	267	267	267	267	267
481	Moradias Populares	Duque de Caxias	Mantiquira	324	324	324	324	324	324
544	Moradias Populares	Japeri	Rio D'Ouro	270	270	270	270	270	270
548	Moradias Populares	Japeri	Santa Inês	162	162	162	162	162	162
567	Moradias Populares	Maricá	Inoã	151	151	151	151	151	151
570	Moradias Populares	Maricá	Manoel Ribeiro	119	119	119	119	119	119
572	Moradias Populares	Maricá	Inoã	162	162	162	162	162	162
604	Moradias Populares	Niterói	Itaipu	130	130	130	130	130	130
608	Moradias Populares	Niterói	Camboinhas	486	486	486	486	486	486
609	Moradias Populares	Niterói	Jacaré	119	119	119	119	119	119
610	Moradias Populares	Niterói	Engenho do Mato	151	151	151	151	151	151
619	Moradias Populares	Niterói	São Francisco	324	324	324	324	324	324
632	Moradias Populares	Niterói	Cubango	119	119	119	119	119	119

650	Moradias Populares	Niterói	Piratininga	389	389	389	389	389	389
663	Moradias Populares	Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	52	52	52	52	52	52
668	Moradias Populares	Nova Iguaçu	Nova Iguaçu	3.173	3.173	3.173	3.173	3.173	3.173
675	Moradias Populares	Queimados	Queimados	69	69	69	69	69	69
676	Moradias Populares	Queimados	Queimados	52	52	52	52	52	52
677	Moradias Populares	Queimados	Queimados	389	389	389	389	389	389
681	Moradias Populares	Queimados	Queimados	130	130	130	130	130	130
683	Moradias Populares	São Gonçalo	Porto da Rosa	162	162	162	162	162	162
687	Moradias Populares	São Gonçalo	Colubandê	670	670	670	670	670	670
691	Moradias Populares	São Gonçalo	Amendoeira	151	151	151	151	151	151
698	Moradias Populares	São Gonçalo	Jardim Catarina	151	151	151	151	151	151
707	Moradias Populares	São Gonçalo	Engenho Pequeno II	186	186	186	186	186	186

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Os valores finais de população para cada uma das Zonas de Tráfego, no ano base e nos anos horizontes do projeto, segmentada por tipo de usos do solo de moradia (áreas normais/ áreas de aglomerados subnormais) e por faixas de rendimento domiciliar expressas em salários mínimos (quatro faixas), são apresentados em [21 Apêndices numerados de 15 a 35](#), apresentados em complemento a este relatório.

2.4.1.3. Cálculo da Distribuição e Segmentação dos Empregos dos Municípios

O número de empregos desagregados para os sete setores de atividade econômica, cuja seleção e agrupamento a partir dos 110 setores investigados na matriz insumo produto do IBGE, foram feitos segundo os pressupostos adequados aos procedimentos do TRANUS, apurados para os 22 municípios da área de estudos para os anos horizontes do projeto, conforme apresentado no [item 2.4.1.1.3](#) deste relatório, inicialmente foi segmentado por faixas de renda domiciliar expressas em salários mínimos.

Posteriormente estes valores de empregos segmentados por setor de atividade TRANUS e faixas de renda domiciliar, para o total dos municípios, foi dividido por entre as Zonas de Tráfego. Para tanto foi considerando, inicialmente, os efeitos decorrentes da dinâmica econômica mais provável para a região

metropolitana do Rio de Janeiro, segundo cenário sugerido por técnicos e urbanistas do projeto. Também foram consideradas as proporções entre as Zonas de Tráfego, em cada segmento de renda domiciliar, existentes nas estimativas realizadas para 2014 e apresentadas no Relatório Técnico 1.

Para finalizar novas redistribuições foram realizadas para adequar ajustes pontuais em Zonas de Tráfego com possibilidades de um desenvolvimento de atividades econômicas mais intensas, em virtude da implementação de novos investimentos, públicos e privados, já confirmados, bem como suas contrapartidas nas demais zonas.

Como regra geral foi adotada que os empregos adicionados às Zonas de Tráfego localizadas na área de influência dos empreendimentos, fossem descontados das outras zonas do município, de tal forma a manter para este, no Cenário Tendencial, os mesmos totais de empregos estimados/ projetados para os 22 municípios da área de estudos, nos anos horizontes do projeto, conforme apresentado no [item 2.3.1.1.4](#) deste relatório.

Estes ajustes de compensação foram realizados com base nas proporções estimadas, inicialmente, para cada Zona de tráfego do município fora da área de influência do empreendimento, segundo suas segmentações por faixas de renda domiciliar, para cada um dos anos horizontes do projeto.

A única exceção para o critério explicitado no parágrafo anterior foram os empregos projetados para o município de Itaboraí decorrentes da implementação do empreendimento da refinaria Comperj. Foi considerado pelos técnicos e urbanistas do projeto que o impacto deste empreendimento se dará sobre toda a região metropolitana do Rio de Janeiro. Desta forma o ajuste de compensação foi realizado em todas as Zonas de Tráfego da área de estudos.

Os valores de ajuste foram estimados com base em pesquisas realizadas junto a órgãos governamentais e entidades ligadas ao setor econômico e ao planejamento urbano da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A quantificação final foi arbitrada com o apoio de técnicos e urbanistas do projeto, conforme critérios e parâmetros baseados em julgamentos próprios.

Na [Tabela 25](#) que segue, são apresentados, com a identificação das Zonas de Tráfego e dos empreendimentos, os valores de ajustes de empregos positivos ocorridos em 2045, pertinentes a estas correções pontuais.

Tabela 25: Valores de Ajustes Pontuais Positivos por Empreendimento/ Zona de Tráfego

VALORES DE AJUSTES PONTUAIS POSITIVOS POR EMPREENDIMENTO/ ZONA DE TRÁFEGO				
ZONA DE TRÁFEGO	EMPREENDIMENTO	MUNICÍPIO	BAIRRO PREDOMINANTE	AJUSTE DE EMPREGOS EM 2045
4	BR DISTRIBUIDORA	Rio de Janeiro	Gamboa	1.32
6	CENTRO INTEGRADO PROFISSIONALIZANTE E ESPORTIVO DO PORTO, EXPANSÃO NO TERMINAL I LIBRA TERMINAIS - PORTO DO RIO, EXPANSÃO DOS TERMINAIS MULTI-RIO E MULTI-CAR e PORTO DO RIO	Rio de Janeiro	Caju	2.87
1	Porto Maravilha - Vários	Rio de Janeiro	Gamboa	1.93
2	Porto Maravilha - Vários	Rio de Janeiro	Santo Cristo	4.01
3	Porto Maravilha - Vários	Rio de Janeiro	Santo Cristo	10.56
4	Porto Maravilha - Vários	Rio de Janeiro	Gamboa	4.95
5	Porto Maravilha - Vários	Rio de Janeiro	Saúde	12.39
17	NOVA SANTA CRUZ (COMPLEXO MULTIUSO) - Vários	Rio de Janeiro	Paciência	7.95
17	CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO (HERMES E RENNER)	Rio de Janeiro	Paciência	949.00
22	BIO-MANGUINHOS, TURBO-GERADORES ROLLS-ROYCE, USINA SIDERURGICA 2 ITAGUAI - COMPANHIA SIDERURGICA NACIONAL CSN, PORTO DA VALE e COMPLEXO SIDERURGICO - COMPANHIA SIDERURGICA DO ATLANTICO CSA	Rio de Janeiro	Santa Cruz	5.67
32	BASE DA PETROBRAS (APOIO EXPLORAÇÃO DO PRE-SAL), PORTO DE ITAGUAI (TERMINAL DE GRANEIS SÓLIDOS - MINÉRIO DE FERRO) e ESTALEIRO CDRJ	Rio de Janeiro	Santa Cruz	2.97
59	CENTRO INTEGRADO PROFISSIONALIZANTE E ESPORTIVO DA MARE	Rio de Janeiro	Maré	367.00
63	FABRICA DA GERDAU	Rio de Janeiro	Maré	363.00
109	INFOGLOBO	Rio de Janeiro	Centro	959.00
110	CN7	Rio de Janeiro	Centro	1.31
171	CARIOCA SHOPPING	Rio de Janeiro	Penha Circular	495.00
210	RECSAPUCAI	Rio de Janeiro	Cidade Nova	2.50
212	CENTRO PROFISSIONALIZANTE ESPORTIVO CIDADE NOVA	Rio de Janeiro	Estácio	160.00
227	CENTRO ESPORTIVO ENGENHO DE DENTRO / GALPAO SOCIOCULTURAL ENGENHAO	Rio de Janeiro	Engenho de Dentro	294.00
281	COMPLEXO EDUCACIONAL, ESPORTIVO E AMBIENTAL DO CAMPUS DA FIOCRUZ DE MANGUINHOS	Rio de Janeiro	Benfica	50.00
292	ESTALEIRO ILHA S.A. – EISA	Rio de Janeiro	Freguesia (Ilha do Governador)	1.73
296	AEROPORTO INTERNACIONAL DO GALEAO	Rio de Janeiro	Galeão	424.00
321	GLOBAL LOGISTIC PROPERTIES (GLP) GLP PAVUNA	Rio de Janeiro	Pavuna	50.00
343	COMPLEXO CULTURAL JULIANO MOREIRA, COMPLEXO EDUCACIONAL E CENTRO DE TREINAMENTO OLÍMPICO DA COLÔNIA JULIANO MOREIRA e CENTRO DE RECEPÇÃO E INTEGRAÇÃO DO CAMPUS FIOCRUZ DA MATA ATLÂNTICA	Rio de Janeiro	Curicica	2.78
416	COMPLEXO EDUCACIONAL E TECNOLÓGICO DA ILHA DO FUNDÃO, CENTRO DE PESQUISA DA GENERAL ELECTRIC (GE), LOREAL - CORPORATIVO e AMBEV	Rio de Janeiro	Cidade Universitária	2.96
437	LINDE (CONSTRUÇÃO DE UMA FABRICA DE GASES)	Rio de Janeiro	Campo Grande	75.00
459	COMPLEXO INDUSTRIAL LOTE XV	Belford Roxo	Recantus	2.24

461	POLO INDUSTRIAL DE BELFORD ROXO	Belford Roxo	Bom Pastor	2.24
465	CROSS PARQUE DA BAIXADA LOTE XV	Belford Roxo	Maringá	100.00
467	OUTLET PREMIUM RJ	Duque de Caxias	Figueira	1.06
474	FABRICA DA COCA-COLA	Duque de Caxias	Zona Rural Imbarié	1.07
476	RIOPOL - RIO POLIMEROS S/A	Duque de Caxias	Zona Rural de Xerém	2.50
486	LOREAL - FABRICA	Duque de Caxias	Parque Duque	310.00
489	GALPERTI FORJARIA	Duque de Caxias	Parque Sarapuí	95.00
523	ITABORAI PLAZA	Itaboraí	Caluge	1.20
527	COMPERJ	Itaboraí	Porto das Caixas	27.24
536	PROSUB (PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DE SUBMARINOS MARINHA DO BRASIL), USIMINAS - PORTO COM TERMINAL OFFSHORE EXPORTACAO MINERIO DE FERRO E PELLETS, CDRJ - PORTO DE ITAGUAI, EXPANSAO DO TECON, EXPANSAO DO TECAR, PORTO SUDESTE LLX e TERMINAL CPBS	Itaguaí	Itaguaí	3.68
542	BR OFFSHORE, PORTO PRIVATIVO LAGO DA PEDRA, PORTO CDRJ e USINA SIDERURGICA DO GRUPO GERDAU – COSIGUA	Itaguaí	Itaguaí	2.28
543	CONDOMINIO INDUSTRIAL SOB A RESPONSABILIDADE DA PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAGUAI	Itaguaí	Itaguaí	50.00
544	TERMINAL FERROVIARIO LOG. RJ	Japeri	Rio D'Ouro	268.00
548	POLO LOGISTICO MULTIMODAL e PIRAQUE	Japeri	Santa Inês	1.05
570	PORTO DE JACONE - TERMINAL PONTA NEGRA	Maricá	Manoel Ribeiro	2.24
584	SHOPPING DUTRA	Mesquita	Mesquita	1.65
637	ESTALEIRO MAUA e MAC LAREN OIL - MODERNIZACAO E EXPANSAO DO ESTALEIRO	Niterói	Ponta D'Areia	1.84
644	GRUPO FISCHER - CBO	Niterói	Barreto	1.64
669	JAPERI LAMINADOS /FLAVIENSE/ FORTE JAPERI/ MARAJOARA ARTEFATOS/ PREMIUM FLEX/ IND.TEC.JAPERI	Paracambi	Paracambi	515.00
683	CIDADE DA PESCA	São Gonçalo	Porto da Rosa	2.50
701	GRUPO BRASBUNKER (BRAVANTE)	São Gonçalo	Neves I	894.00
705	JOTUN	São Gonçalo	Boa Vista	100.00
706	COMPLEXO INDUSTRIAL EMPRESARIAL DE SAO GONCALO (CIEG)	São Gonçalo	Parada Quarenta	1.73
728	MULTIBLOCO e COMPLEXO INDUST. CODIM QUEIMADOS	Seropédica	Seropédica	979.00
729	COMPANHIA DE COQUE CALCINADO DE PETROLEO S.A. – COQUEPAR e P&G	Seropédica	Seropédica	624.00

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Os valores finais do número de empregos para cada uma das Zonas de Tráfego, no ano base e nos anos horizontes do projeto, segmentados por setor de atividade econômica e por faixas de rendimento domiciliar expressas em salários mínimos (quatro faixas), são apresentados em [14 Apêndices numerados de 1 a 14](#), apresentados em complemento a este relatório.

2.4.2. Cenário Induzido

Conforme mencionado anteriormente neste relatório, de forma geral, em estudos de planejamento de redes de sistemas de transporte recentemente desenvolvidos, tem se tornado relativamente comum o desenvolvimento de análises baseadas em Cenários de Desenvolvimento Urbano Tendencial e Desenvolvimento Urbano Orientado ou Induzido, no qual são previstas a adoção de políticas públicas de reordenamento de uso do solo.

Assim, as hipóteses referentes aos cenários de evolução demográfica e econômica podem refletir adequações nos padrões de uso do solo, para direcionar novos vetores de desenvolvimento por meio da implantação de áreas residenciais, comerciais, de serviços públicos, indústrias e outros, visando à alteração dos padrões de demanda de transporte, ou mesmo otimizando o uso do solo nas regiões onde sejam propostas implantações ou aprimoramentos de sistemas de transporte urbano.

O Cenário de Desenvolvimento Urbano Orientado/Induzido se baseia na hipótese de que pode existir uma melhor distribuição de população e atividades econômicas capaz de ampliar os benefícios gerados pela implantação de infraestrutura de transporte de massa e elevar a qualidade de vida da população. Este cenário busca reduzir as externalidades dos modelos urbanísticos que têm orientado historicamente o desenvolvimento das cidades.

Embora a alteração da estrutura urbana de uma cidade tenha implicações em todos os eixos da política pública urbana (como segurança, logística urbana, desenvolvimento social), são esperadas diferenças relevantes na dinâmica das viagens, bem como em termos de indicadores de mobilidade.

2.4.1.1. Metodologia

De forma resumida, os pressupostos que embasam a construção de um cenário que prevê a transformação da estrutura urbana para um grau maior que o esperado pela tendência observada tem como objetivos gerais: controlar o espraiamento da população e atividades econômicas e orientar o crescimento da cidade na direção de uma maior sustentabilidade urbana, mais compacta e conectada. Portanto, a montagem deste tipo de cenário assume duas vertentes específicas. Em primeiro lugar, envolve a identificação de que forma as unidades de planejamento, ou seja, as zonas de transporte apresentarão desenvolvimentos diferenciados em relação à evolução tendencial.

O segundo aspecto se relaciona com a necessidade de especificar uma metodologia capaz de possibilitar a projeção das variáveis socioeconômicas associadas a cada uma das zonas de transporte para os anos horizonte considerada que permita incorporar estas variações em relação à evolução tendencial. Os critérios e procedimentos adotados para o desenvolvimento do cenário induzido segundo as duas vertentes indicadas anteriormente são detalhados nos itens seguintes deste relatório.

2.4.1.2. Classificação das Zonas de Tráfego de Acordo com seu Comportamento no Cenário Orientado/Induzido

Inicialmente, definiu-se o conjunto de condições que permitem classificar uma zona de tráfego como favorável a ter um desenvolvimento diferente do tendencial. As condições que foram avaliadas são as seguintes:

1. Projetos de transporte transformadores em relação à acessibilidade das zonas

- a. Localização dos corredores de transporte de alta e média capacidade. O objetivo principal da transformação do modelo de urbanização é privilegiar as viagens em transporte não motorizado e coletivo. Para tal, são incentivadas ocupações junto às infraestruturas de transporte público, principalmente nos eixos onde existem ou se projetam novos corredores, principalmente na Rede Metroviária.
- b. Grandes projetos viários ligados ou não ao transporte público que impactarão a região ou cidade. Este conceito busca capturar a possível mudança na acessibilidade de algumas zonas devido a alta probabilidade de acontecimentos de algumas intervenções viárias. Ao melhorar a acessibilidade dessas zonas, aumentará a atratividade das mesmas para a ocupação populacional ou de empregos e outras atividades. Alguns exemplos são: Arco Metropolitano, túnel novo na área do Porto Maravilha, túnel associado ao projeto Transoceânico, etc. Estes projetos são apresentados em detalhe no [item 2.4.1.3](#) desse documento.

2. Projetos de grande escala

- a. Empreendimentos impactantes. Ainda que estes empreendimentos foram utilizados na projeção do cenário tendencial, se reconhece que essas iniciativas poderiam ter um efeito transformador maior que o dimensionado dentro das estimativas do cenário tendencial. Em alguns destes projetos pode-se considerar desejável que isso ocorra, quer pela localização estratégica do empreendimento como pelo potencial de resgate da zona em que esse está situado. Alguns exemplos já amplamente mencionados são: Porto Maravilha, Projetos de Desenvolvimento Orientado pelo Transporte no Centro de Niterói, conjuntos industriais, faculdades, grandes aglomerações de Minha Casa Minha Vida.
- b. Outros projetos de grande escala. Por exemplo, as transformações geradas pelos Jogos Olímpicos 2016. Embora alguns desses projetos não tenham maior desenvolvimento depois da conclusão dos Jogos Olímpicos, a infraestrutura ou inércia criada pode desencadear o desenvolvimento de algumas zonas em particular.

3. Políticas previstas por outros órgãos/instrumentos de planejamento

- a. Previsões de adensamento pelos Planos Diretores, Planos de Estruturação Urbana, Áreas de Especial Interesse Urbanístico, etc. das cidades. Dada a existência de uma grande quantidade de instrumentos de planejamento criados recentemente, é possível que os dados coletados pelas metodologias de projeção tendencial não demonstrem o efeito que as políticas públicas associadas poderiam produzir. Assim, estes planos foram submetidos à avaliação de uma equipe técnica do projeto, a fim de detectar as principais políticas previstas e que convergem com o objetivo esperado pelo cenário induzido em questão.

Uma vez identificado este conjunto de condicionantes como potencial gatilho de desenvolvimento urbano, se realizou a classificação das zonas de tráfego em duas variáveis de caracterização:

A primeira é o tipo de mudança em relação ao cenário tendencial. Isto é, espera-se que a zona tenha um maior crescimento populacional, de empregos ou de ambos. Em segundo lugar, criou-se uma escala que permitirá diferenciar a magnitude das mudanças esperadas. Foi definida para isso uma subdivisão em 3 (Três) classes ordinais: baixo, médio e alto. Ao realizar a revisão exaustiva de todas as unidades de

análise foi levantada a necessidade de criar algumas outras classificações que permitam refletir outros comportamentos esperados em um cenário como este.

Primeiramente, se a hipótese do cenário induzido consiste na constatação de que pode existir uma melhor distribuição das variáveis sociodemográficas na região de estudo, e que para as zonas melhor preparadas é esperado um maior adensamento populacional e de atividades econômicas, o raciocínio obriga a considerar que existirão algumas zonas que não terão o crescimento prognosticado pelas projeções tendenciais. Isto é, o exercício de planejamento orientaria que algumas zonas reduziram seu ritmo de crescimento e inclusive teriam decréscimo (crescimento negativo) durante o horizonte de planejamento, uma vez que o elemento norteador da análise é de que a população total e o número total de empregos na Região Metropolitana não se alteram entre cenários, mas apenas a distribuição espacial é que é afetada. Estas zonas requerem identificação.

Por último existem áreas da cidade onde sua localização, composição e acessibilidade tenham o moldado através do tempo em polos consolidados. Nestes casos, mesmo com a existência de políticas instigadoras de desenvolvimento em outros polos, não se espera que exista um declínio na atratividade de empregos ou população. Em seguida, lista-se a classificação definida de acordo com os critérios detalhados:

- 1 = Não adensar. O comportamento desta zona segue o cenário tendencial.
- 1a = Não adensar, porém ocupar áreas desocupadas. Existem zonas com áreas livres que poderiam ser ocupadas ou são atraentes para a ocupação no caso da zona receber alguma das intervenções citadas anteriormente. Nesse caso espera-se que a ocupação do terreno siga a relação emprego/população atual.
- 2 = Adensar e não transformar. Para esse caso espera-se um aumento da densidade da zona para ambos os elementos considerados (população e emprego). No entanto, a razão emprego/habitante será mantida na mesma proporção.

2a = Baixo

2b = Médio

2c = Alto

- 3 = Adensar e transformar população. Para este caso a previsão de adensamento se mostra maior para a população do que para o emprego.

3a = Baixo

3b= Médio

3c = Alto

- 4 = Adensar e transformar emprego. Para esse caso a previsão de adensamento mostra-se maior para emprego do que para população.
- 5 =Zonas Consolidadas. Espera-se que o total de população e emprego destas zonas seja tecnicamente igual ao previsto no cenário tendencial.

A seguir é apresentado o resumo da classificação realizada do zoneamento, em busca da criação do cenário de desenvolvimento induzido. A [Tabela 26](#) apresenta o resumo de zonas agrupadas em cada classe definida.

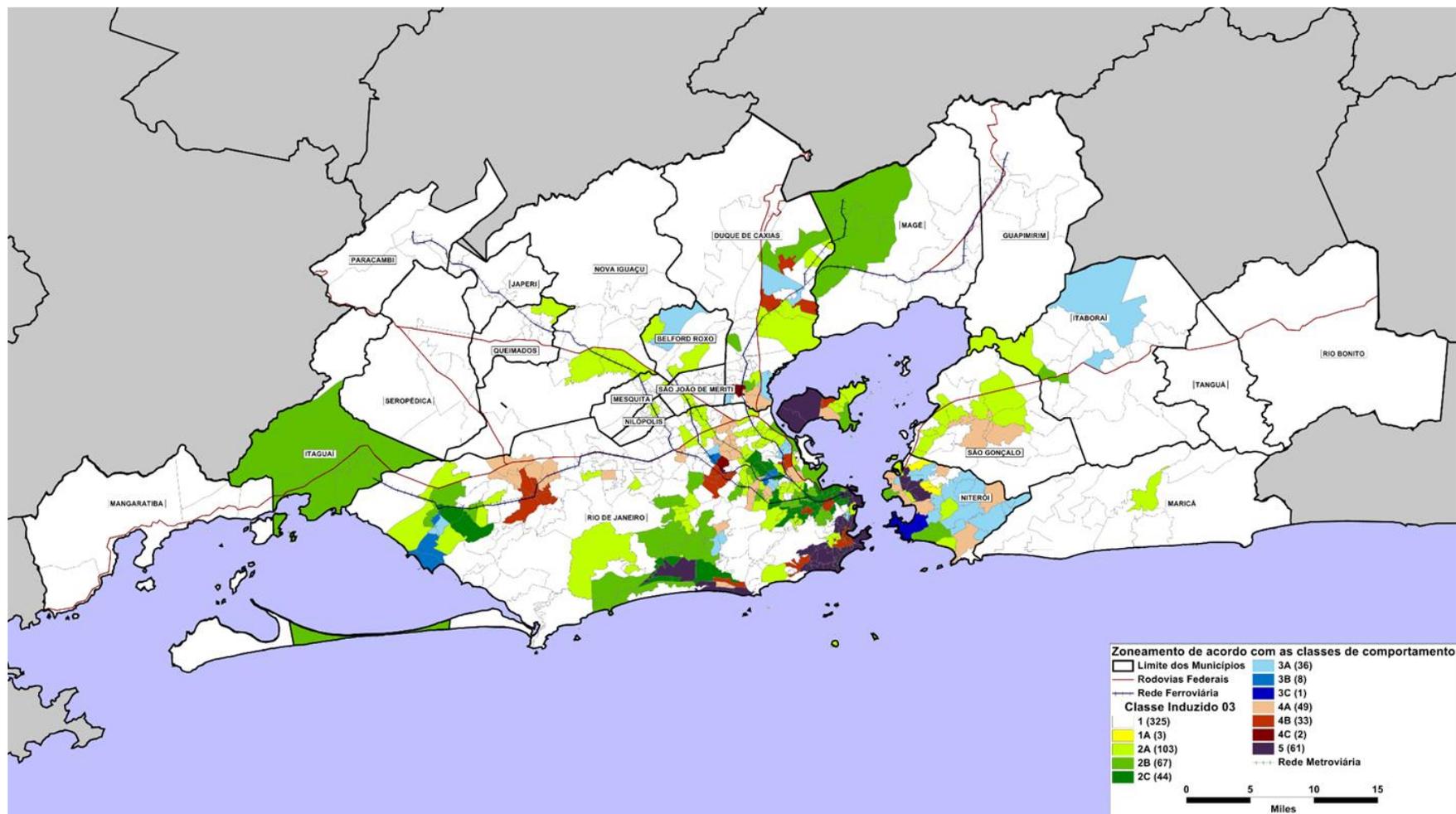
Tabela 26: Número e Percentual de Zonas Agrupadas Segundo a Classe

NÚMERO E PERCENTUAL DE ZONAS AGRUPADAS SEGUNDO A CLASSE		
CLASSE	NÚMERO DE ZONAS	PARTICIPAÇÃO %
1	201	27.00%
1a	3	0.00%
2a	170	23.00%
2b	82	11.00%
2c	60	8.00%
3a	39	5.00%
3b	15	2.00%
3c	2	0.00%
4a	52	7.00%
4b	28	4.00%
4c	18	2.00%
5	61	8.00%
Total	731	100.00%

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

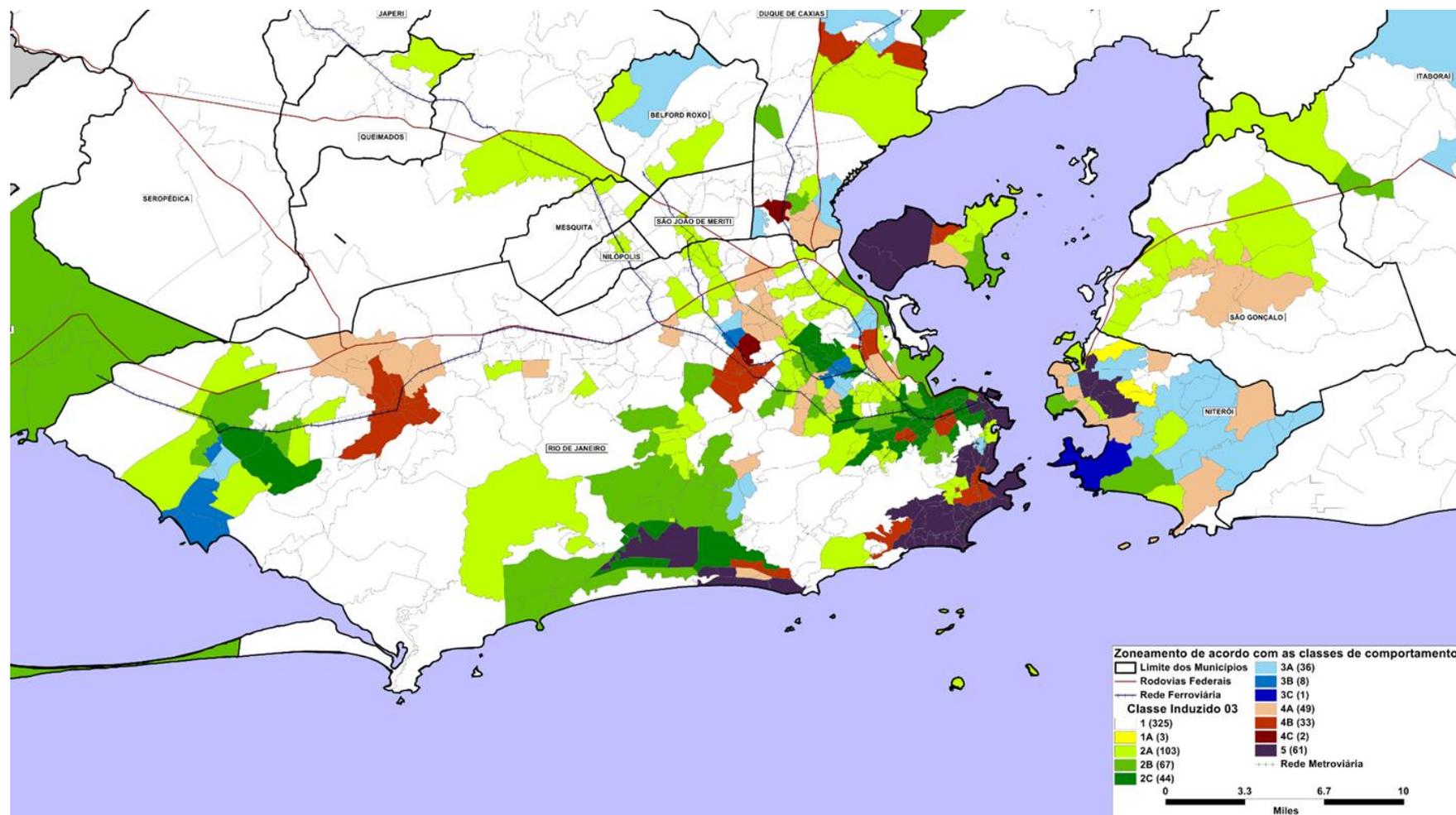
A [figura 21](#) a seguir, apresenta a distribuição geográfica dos comportamentos esperados de acordo com o cenário induzido de desenvolvimento.

Figura 21: Zoneamento de acordo com as classes de comportamento do cenário induzido



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 22: Zoneamento de acordo com as classes de comportamento do cenário induzido (Detalhe Município de Rio de Janeiro)



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.4.1.3. Metodologia de Cálculo das Variáveis Socioeconômicas do Cenário Induzido

O passo seguinte consiste na definição da metodologia de cálculo das variáveis socioeconômicas deste cenário. Como primeira restrição deste procedimento definiu-se que dadas as hipóteses com as quais é construído o cenário induzido, não importando quão diferentes pode ser o processo de projeção de cada cenário, o total de população e emprego deveriam permanecer os mesmos, conforme já mencionado. Para isso, realizou-se a normalização dos resultados obtidos por zona com o total de cada variável para a RMRJ, estimado pelo cenário tendencial.

Posteriormente, realizou-se a definição de um intervalo de variação para cada classe (a, b, c) frente ao cenário tendencial. Esse passo é de suma importância, dado que devido ao processo de normalização de variáveis definido, em conjunto com a distribuição de zonas dentro da classificação de comportamento, poder-se-ia criar distorções drásticas em relação aos objetivos definidos para o cenário. Por exemplo, nas zonas dentro das classes em que se espera um ligeiro adensamento exista uma perda de elementos.

Assim, os intervalos definidos teriam que guardar uma proporção que alcançaria os objetivos definidos para o cenário induzido, os quais irão criar uma melhor distribuição de população e emprego. Finalmente, as taxas de adensamento utilizadas para o cálculo do cenário foram as seguintes:

1. A + 10%
2. B + 15%
3. C + 20%

Posteriormente a esta variação é aplicado o resultado de cada zona estimado pela projeção tendencial. Com isso, a cada classe definida é aplicado inicialmente um critério de comportamento como é apresentado na [Tabela 27](#) seguinte.

Tabela 27: Critérios de comportamento para o cálculo do Cenário Induzido

CRITÉRIOS DE COMPORTAMENTO PARA O CÁLCULO DO CENÁRIO INDUZIDO			
CLASSE	HAB/KM ²	EMPREGOS	EMPREGOS / 100 HAB
1	calculado	calculado	igualT45
1a*	Calculado em base a área disponível	Calculado em base a área disponível	Calculado em base a área disponível
2a	popT45+A%	emprT45+A%	igualT45
2b	popT45+B%	emprT45+B%	igualT45
2c	popT45+C%	emprT45+C%	igualT45
3a	popT45+A%	igualT45	menorT45
3b	popT45+B%	igualT45	menorT45
3c	popT45+C%	igualT45	menorT45

4a	popT45	calculado	emprT45* (1+A%)
4b	popT45	calculado	emprT45* (1+B%)
4c	popT45	calculado	emprT45* (1+C%)
5**	popT45	igualT45	igualT45

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Como já foi explicada anteriormente, a aplicação dessas taxas de variação sobre o valor estimado de população e emprego para o cenário tendencial de 2045 cria um resultado intermediário que não conserva o total de população e emprego estimado pelo cenário tendencial. Neste momento é normalizado o resultado obtido por zona de tráfego com a população e emprego total da região de estudo, estimados segundo o cenário tendencial para o ano de 2045. Este ajuste dos totais por variável produz um ajuste não simétrico dos intervalos de mudança definidos inicialmente. Estes intervalos são apresentados na **Tabela 28** abaixo.

Tabela 28: Intervalos de mudança por classe entre o cenário induzido e o cenário tendencial obtidas após normalização

INTERVALOS DE MUDANÇA POR CLASSE		
CLASSE	POPULAÇÃO	EMPREGO
1	-5.1%	-8.6%
1a	Calculado para cada zona de tráfico	Calculado para cada zona de tráfico
2a	4.4%	0.6%
2b	9.1%	5.1%
2c	13.9%	9.7%
3a	4.4%	0.0%
3b	9.1%	0.0%
3c	13.9%	0.0%
4a	0.0%	0.6%
4b	0.0%	5.1%
4c	0.0%	9.7%
5	0.0%	0.0%

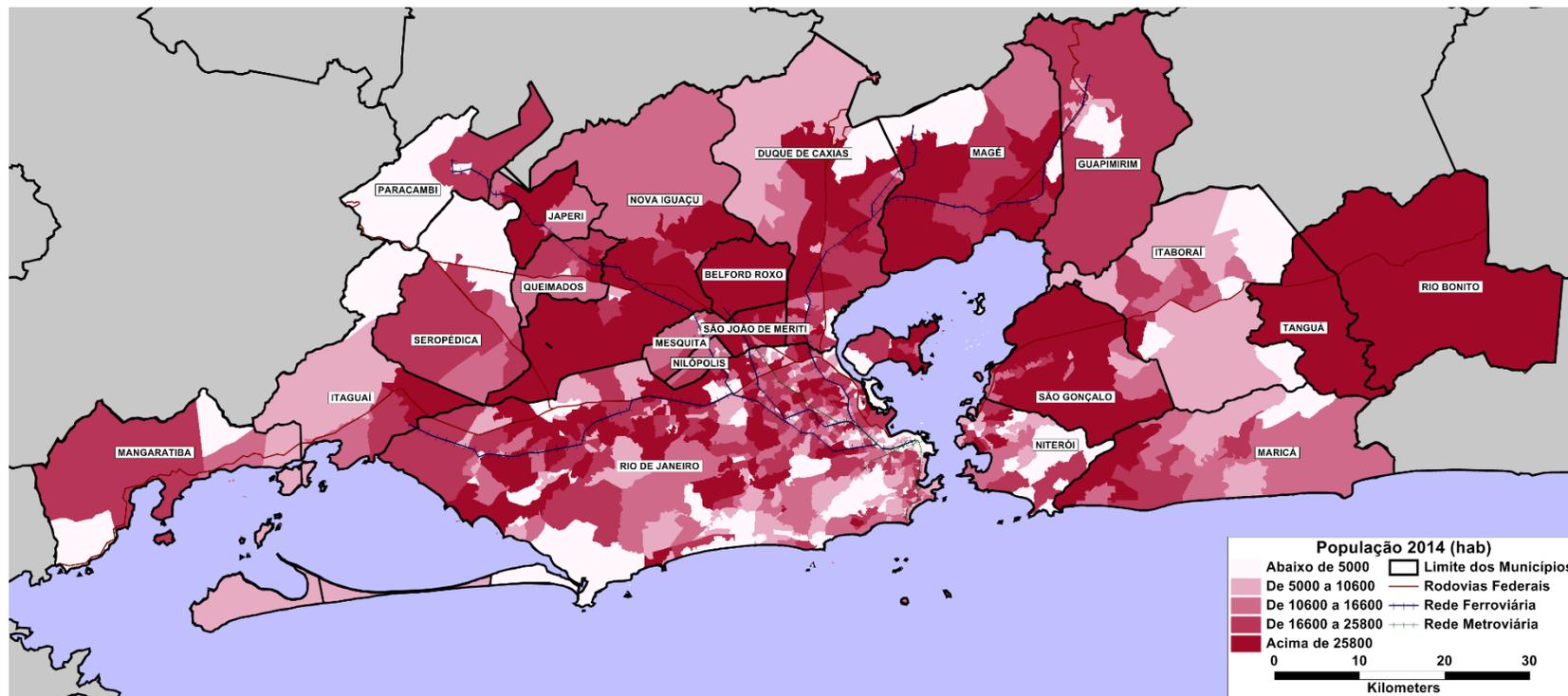
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

2.4.3. Resumo dos Resultados dos Cenários Tendencial e Induzido

A seguir são apresentados os resultados agregados e comparações entre os cenários Tendencial e Induzido

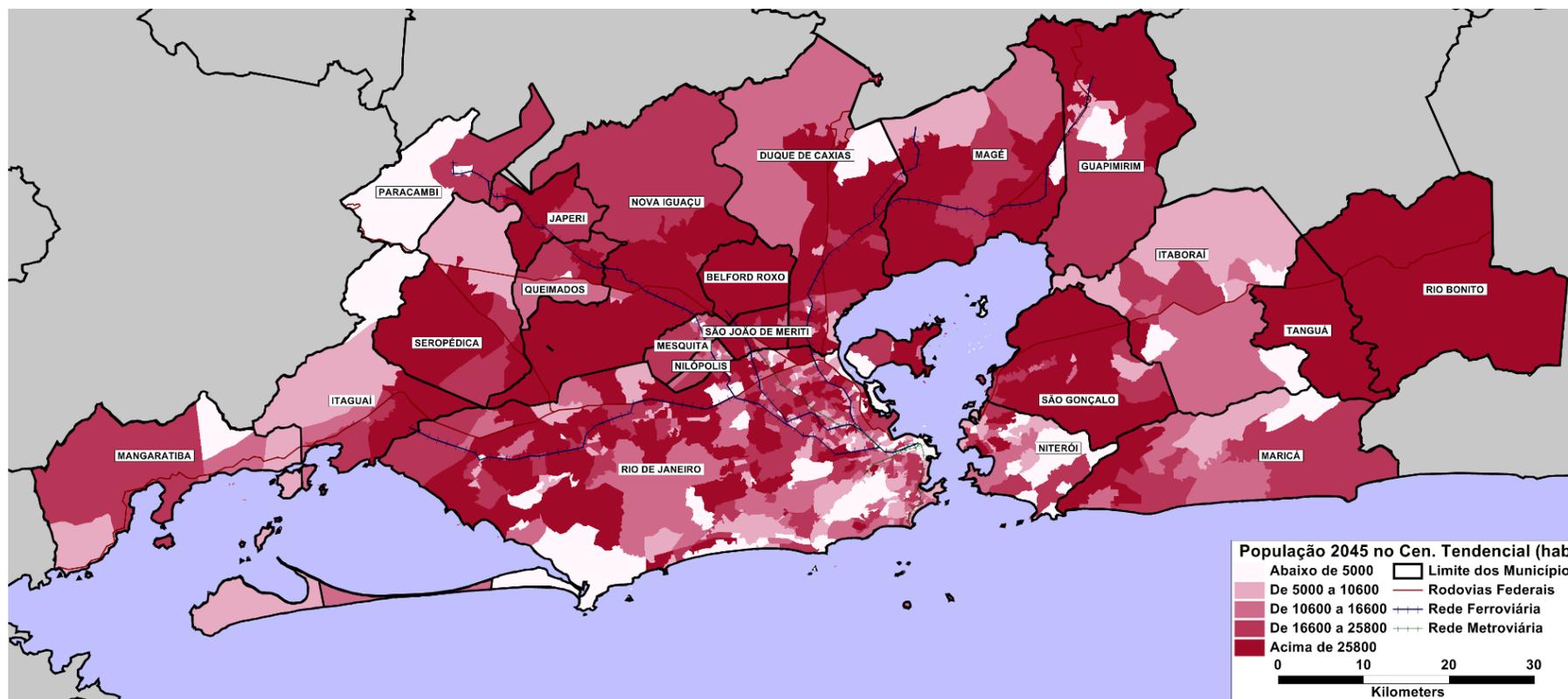
2.4.2.1. População

Figura 23: População absoluta no ano base de 2014 (Fonte: Análise Consórcio, IBGE)



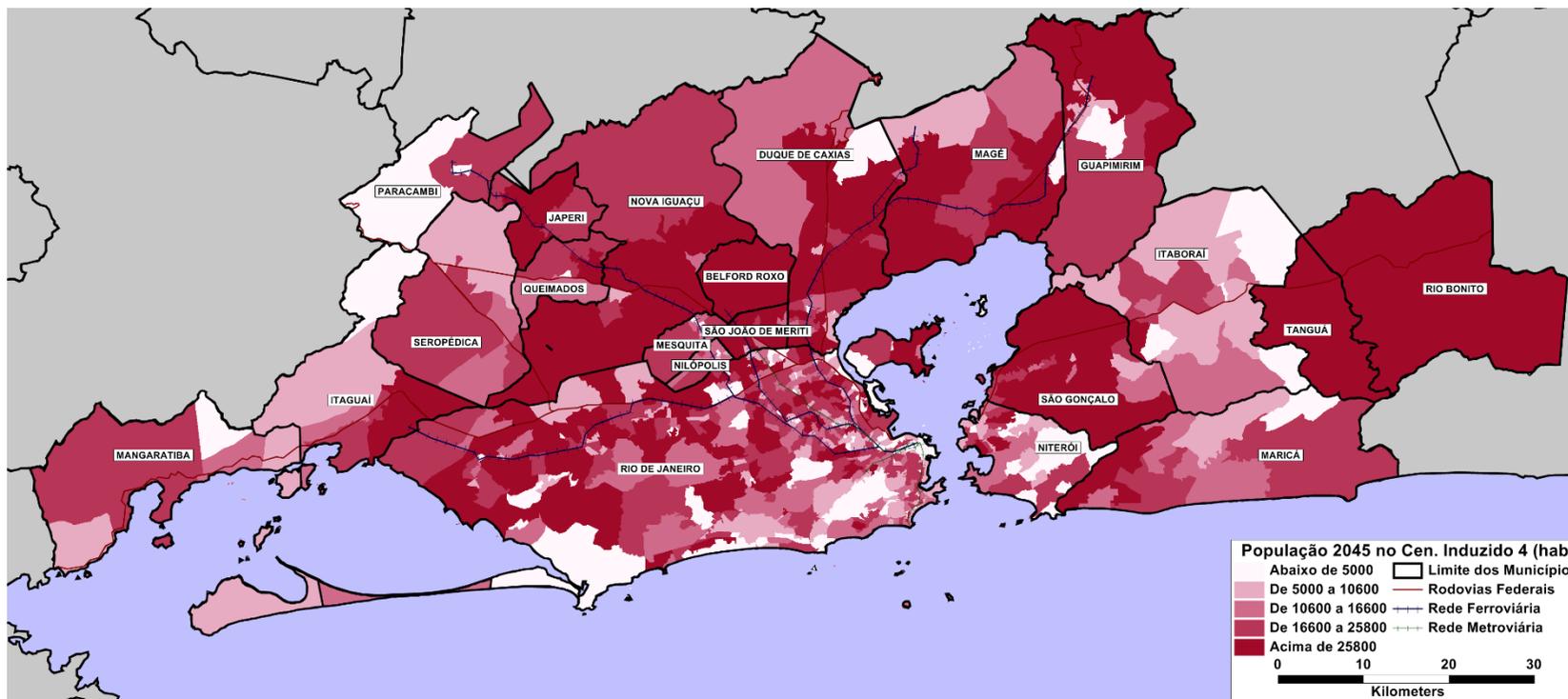
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 24: População absoluta no Cenário Tendencial para o ano de 2045 (Fonte: Análise Consórcio)



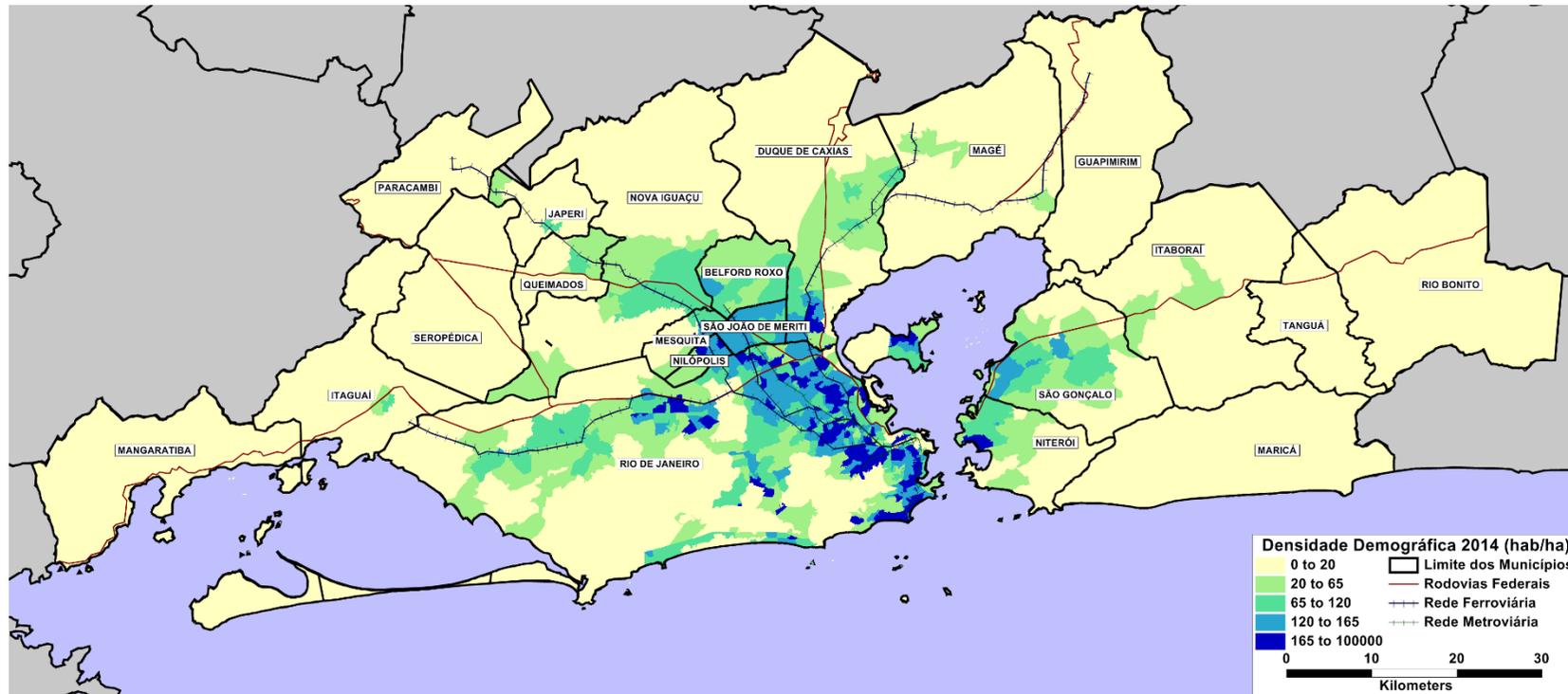
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 25: População absoluta no Cenário Induzido para o ano de 2045 (Fonte: Análise Consórcio)



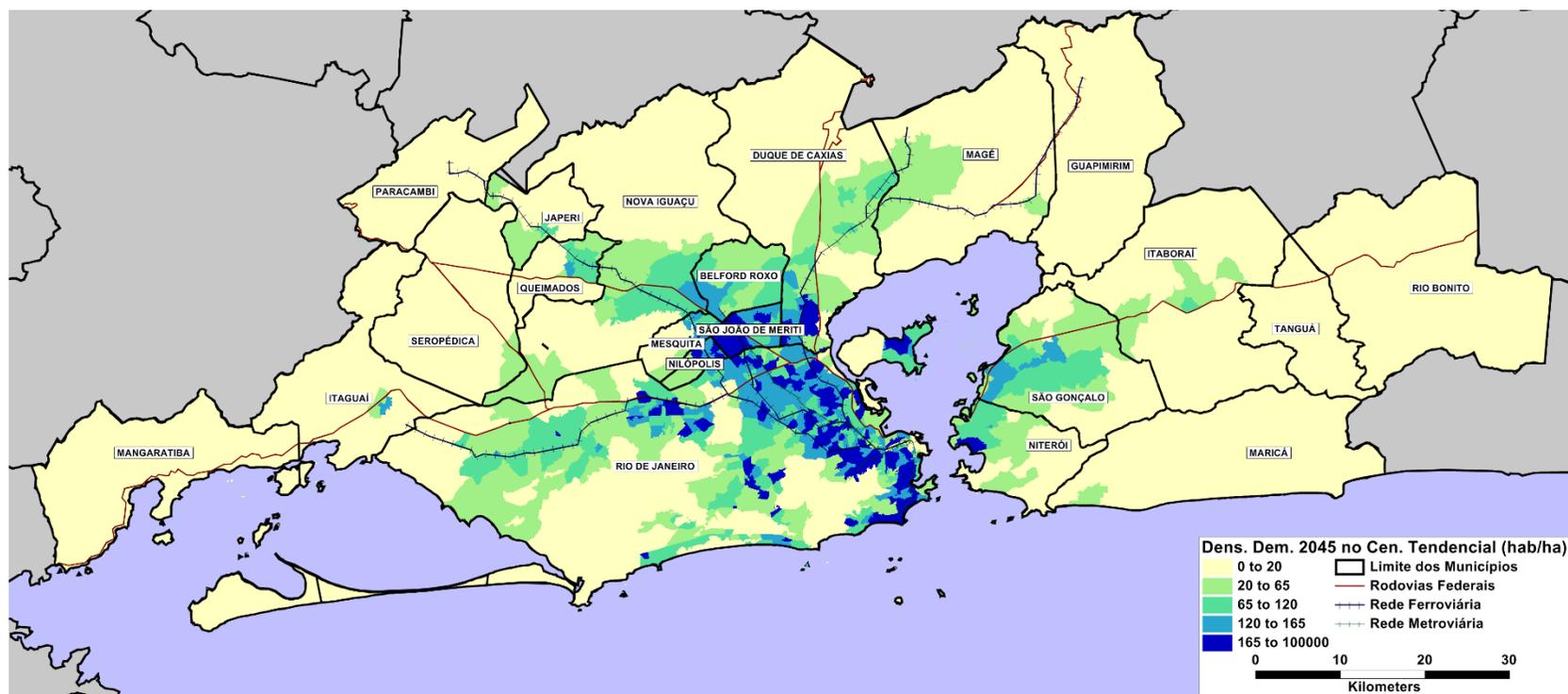
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 26: Densidade populacional (hab/ha) no ano base 2014 (Fonte: Análise Consórcio, IBGE)



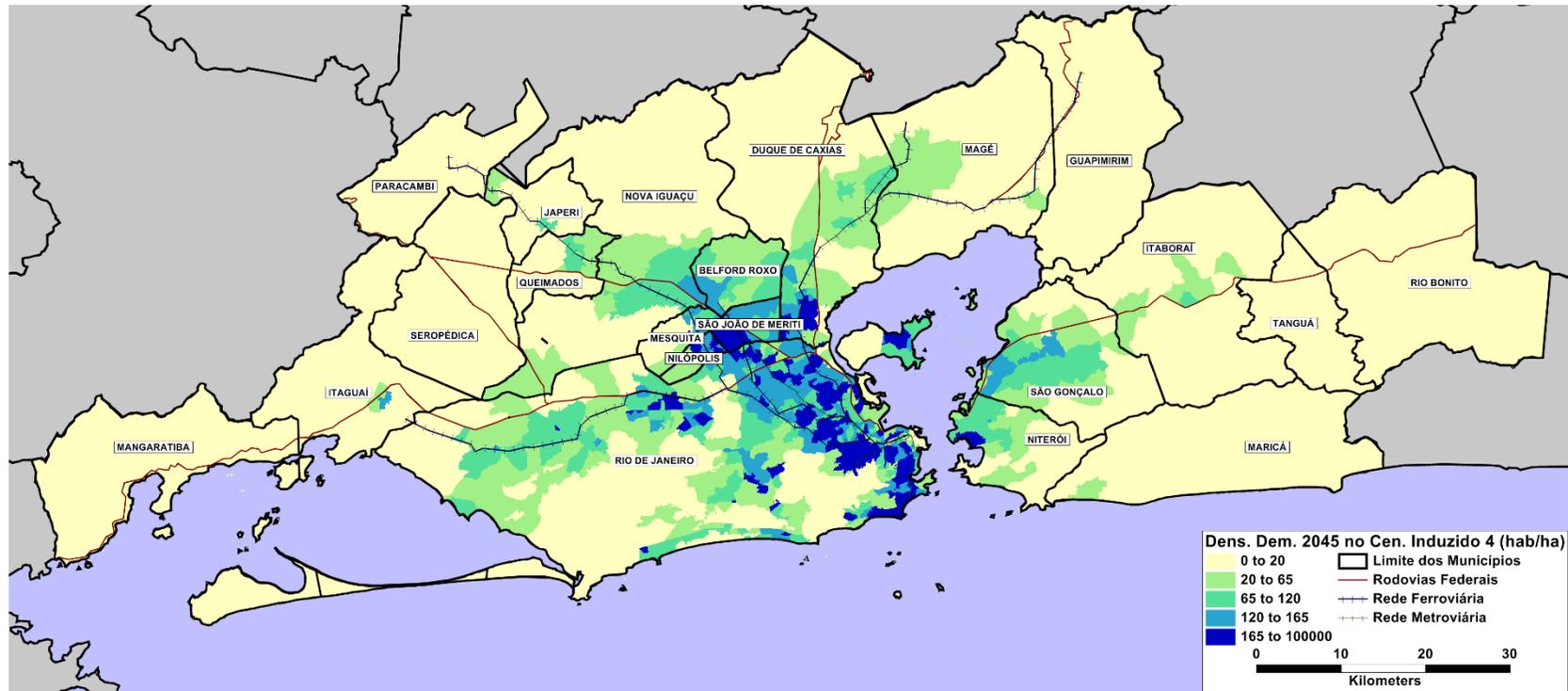
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 27: Densidade populacional (hab/ha) no Cenário Tendencial para o ano de 2045 (Fonte: Análise Consórcio)



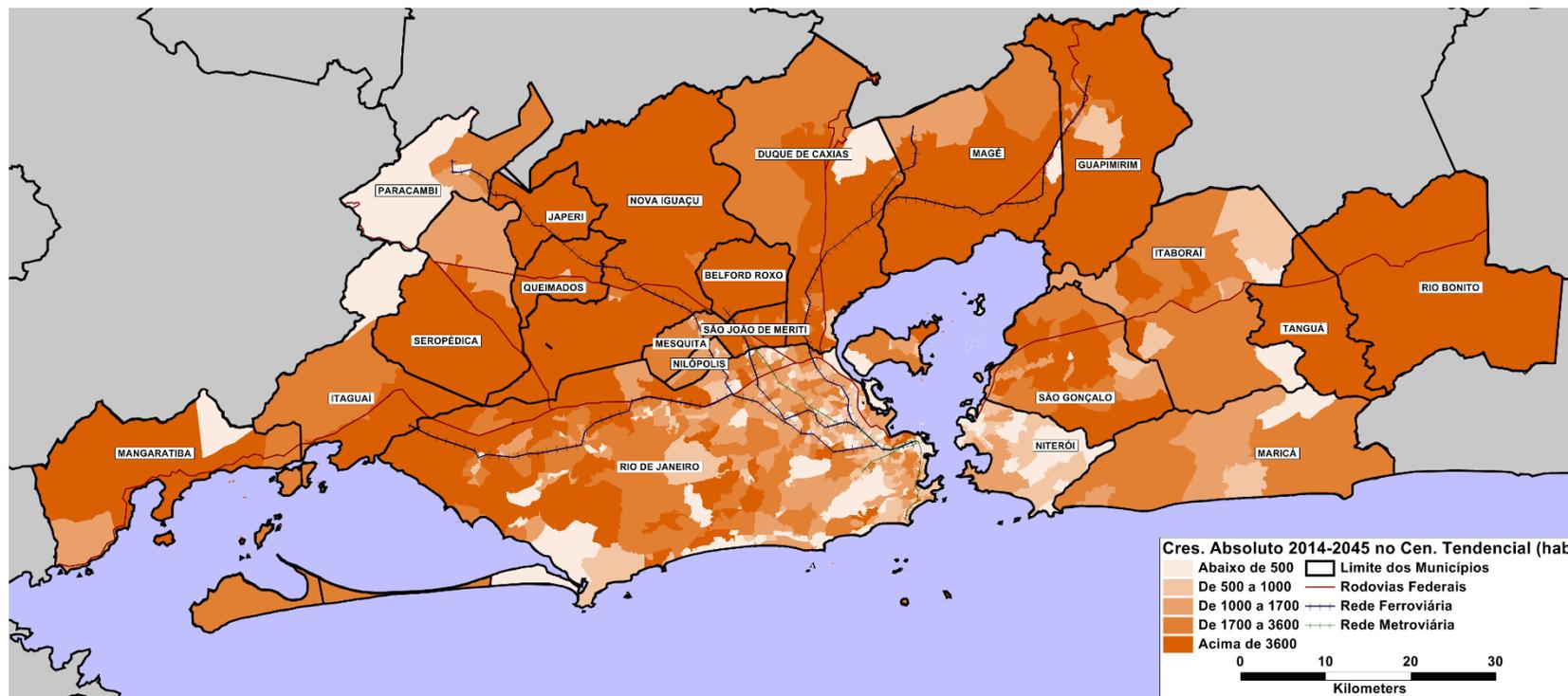
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 28: Densidade populacional (hab/ha) no Cenário Induzido para o ano de 2045 (Fonte: Análise Consórcio)



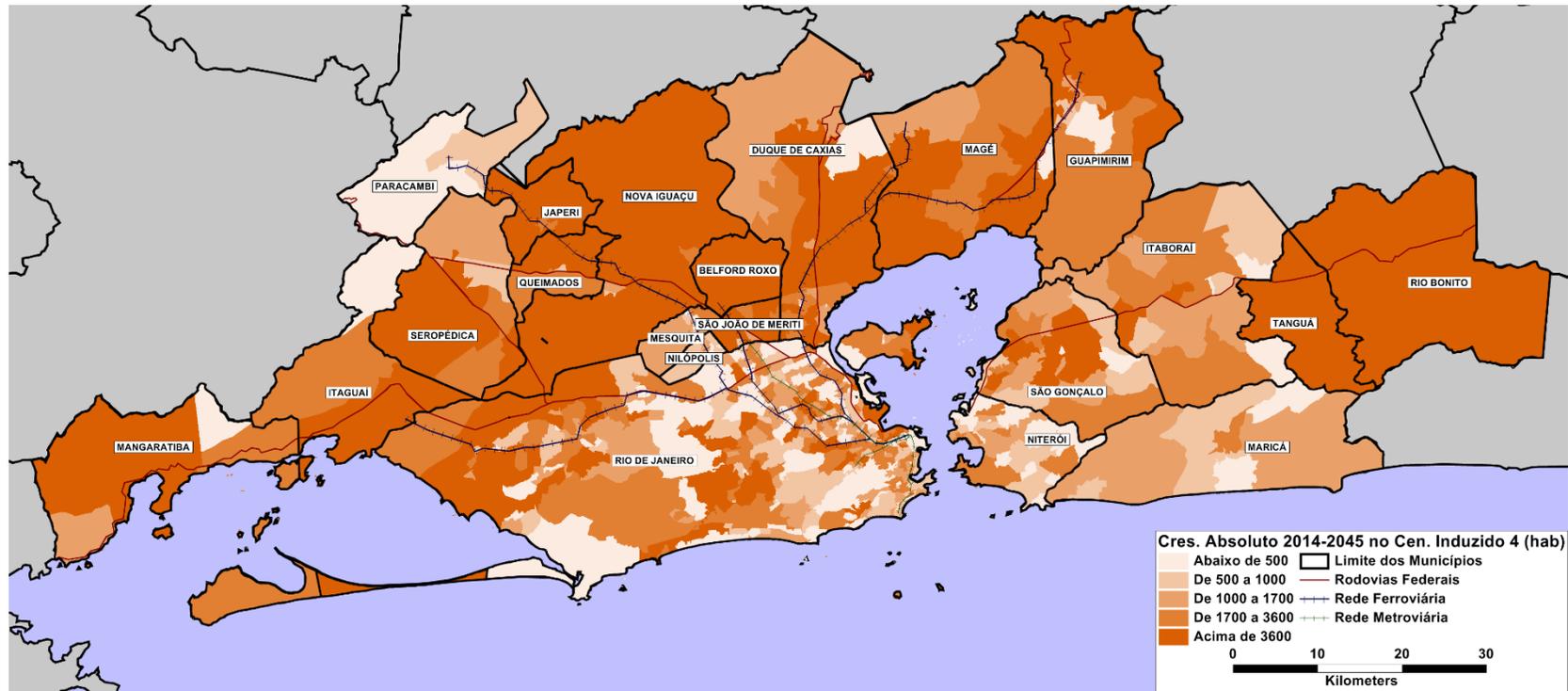
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 29: Crescimento absoluto da população no período de 2014 a 2045 no Cenário Tendencial (Fonte: Análise Consórcio)



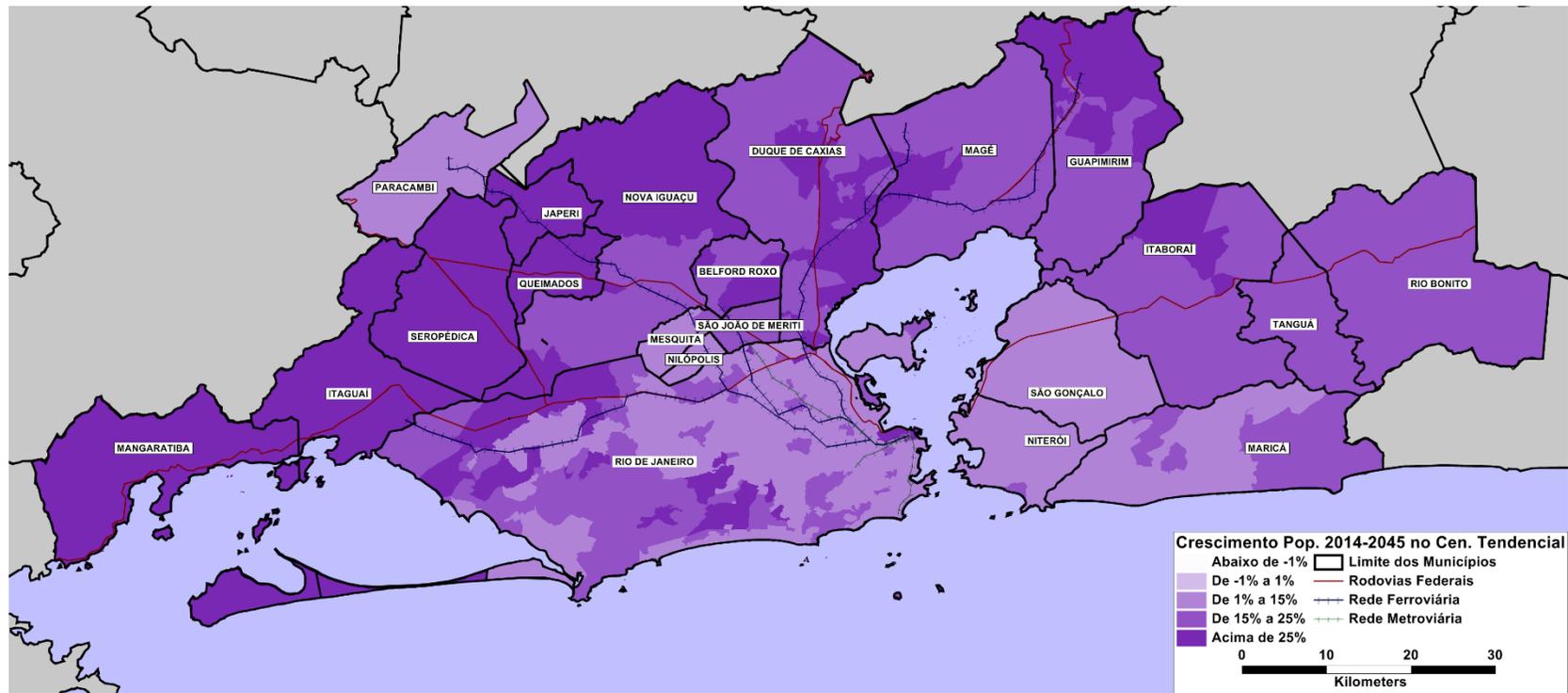
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 30: Crescimento absoluto da população no período de 2014 a 2045 no Cenário Induzido (Fonte: Análise Consórcio)



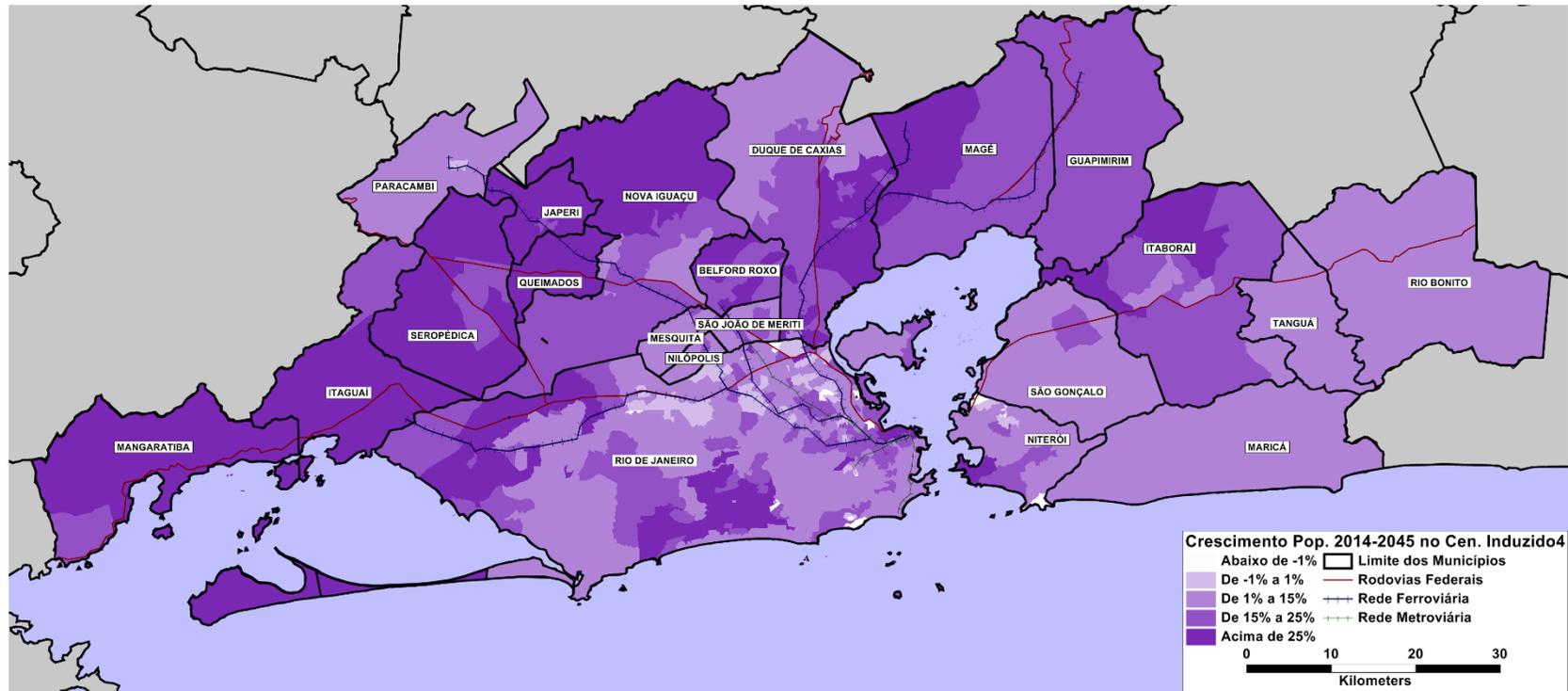
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 31: Taxa de crescimento da população no período de 2014 a 2045 no cenário tendencial (Fonte: Análise Consórcio)



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

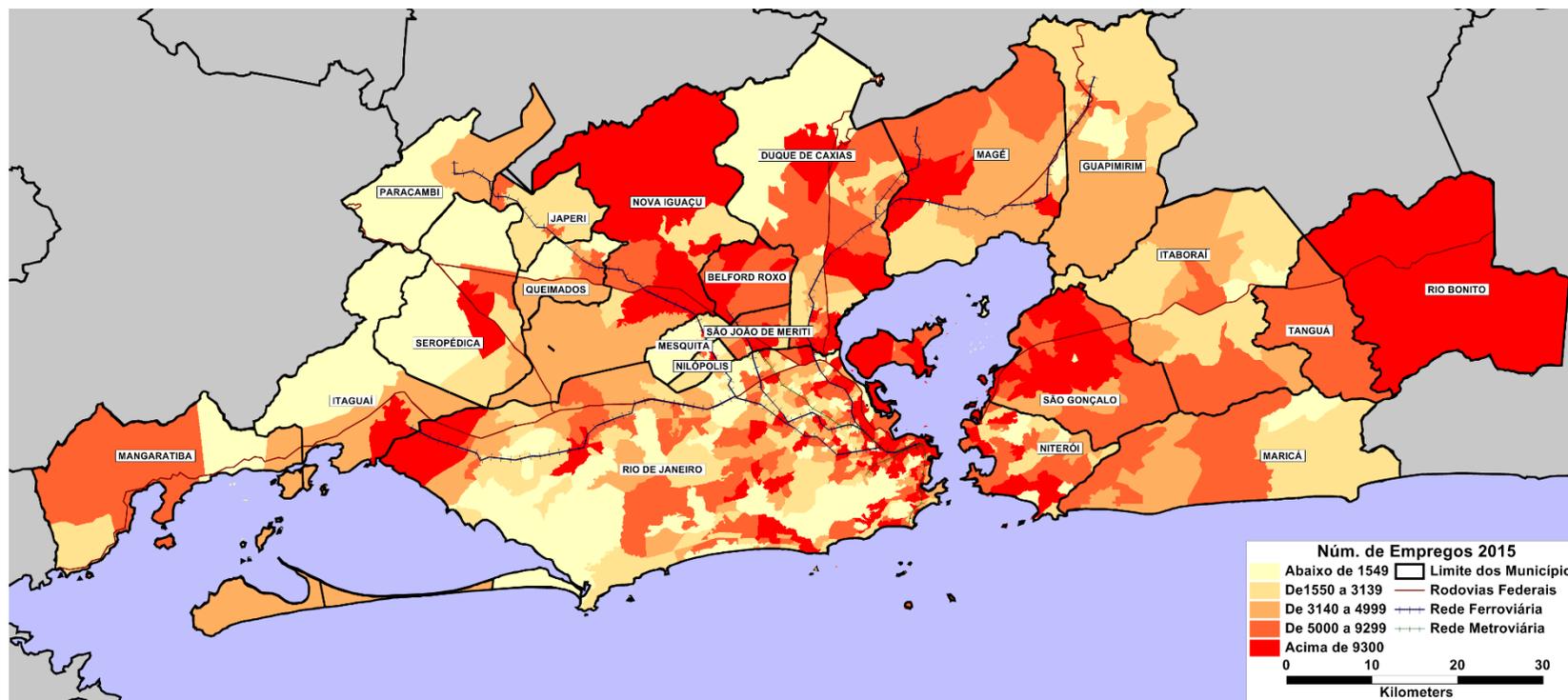
Figura 32: Taxa de crescimento da população no período de 2014 a 2045 no Cenário Induzido (Fonte: Análise Consórcio)



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

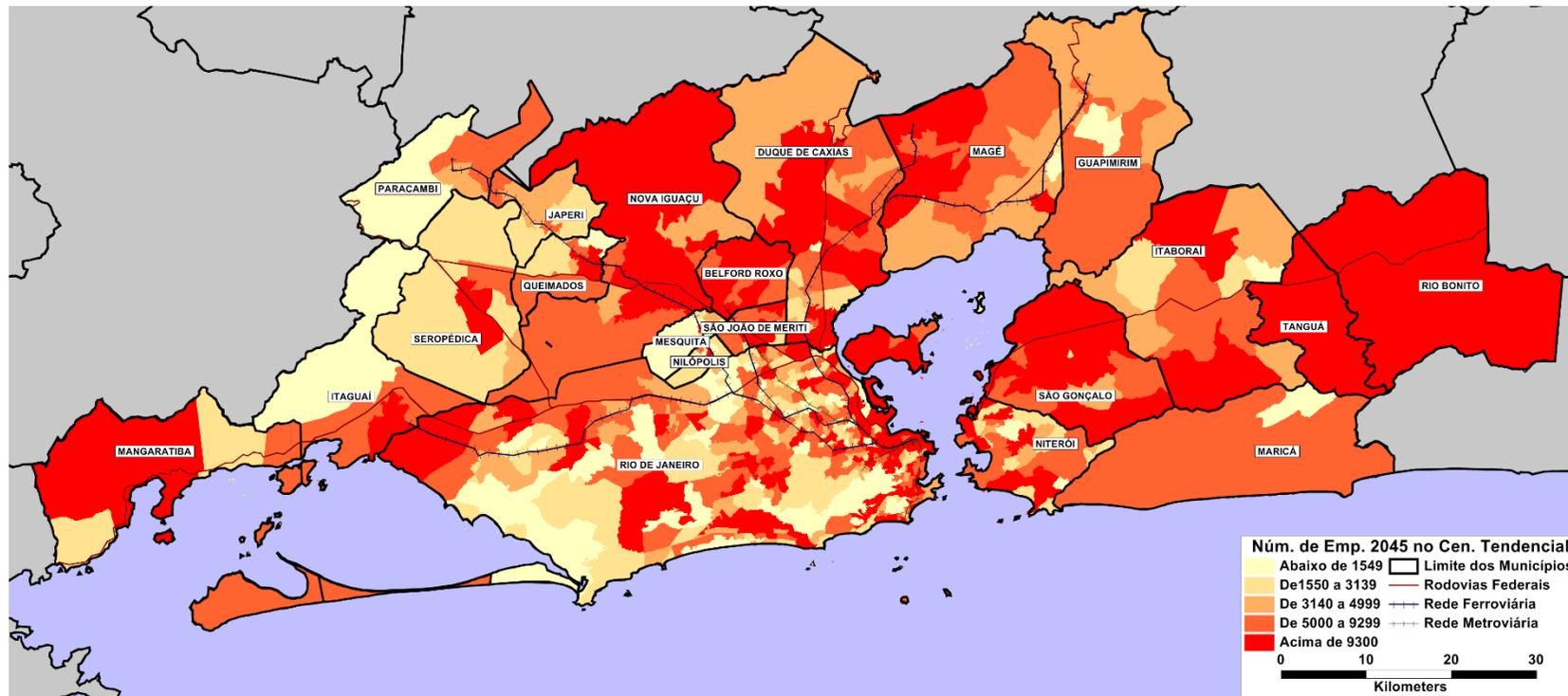
2.4.2.2. Emprego

Figura 33: Emprego absoluto no ano base de 2015 (Fonte: Análise Consórcio, IBGE)



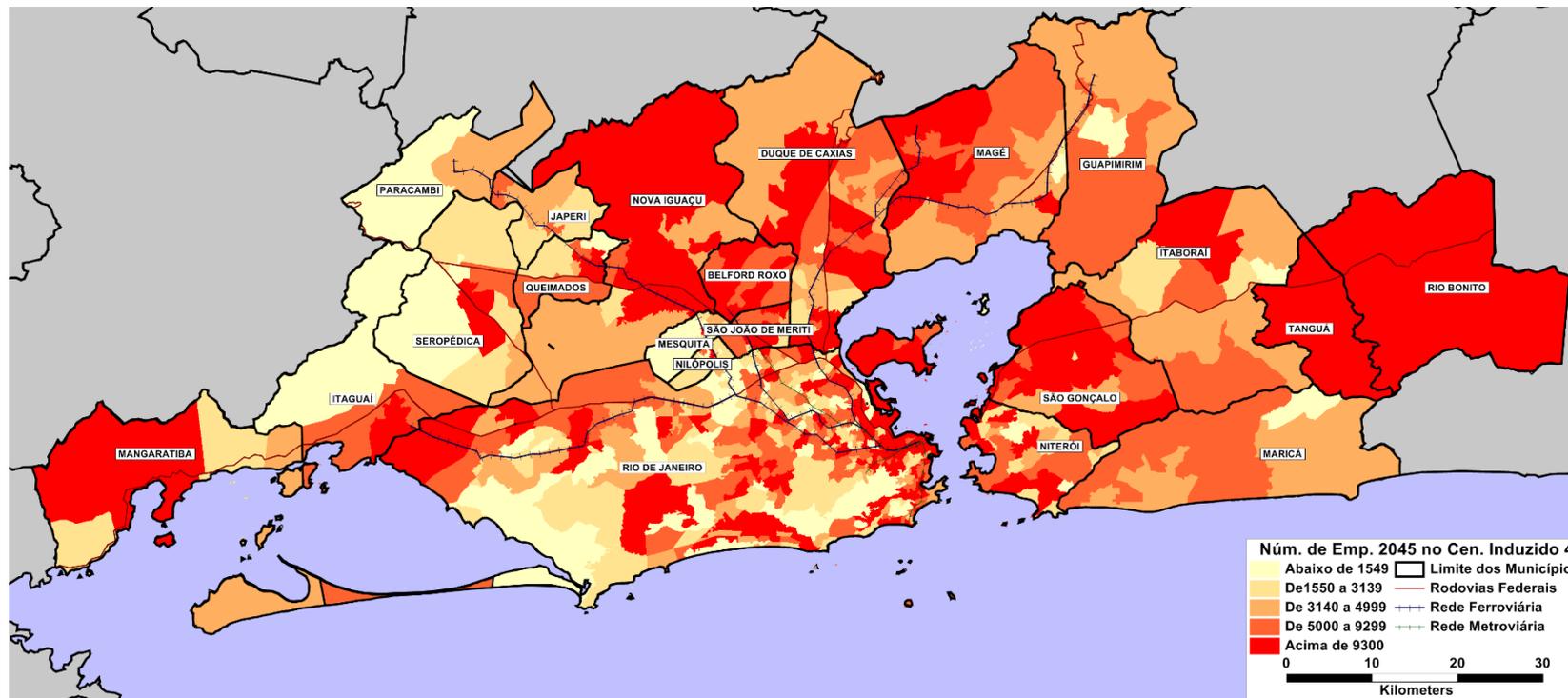
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 34: Emprego absoluto no Cenário Tendencial para o ano de 2045 (Fonte: Análise Consórcio)



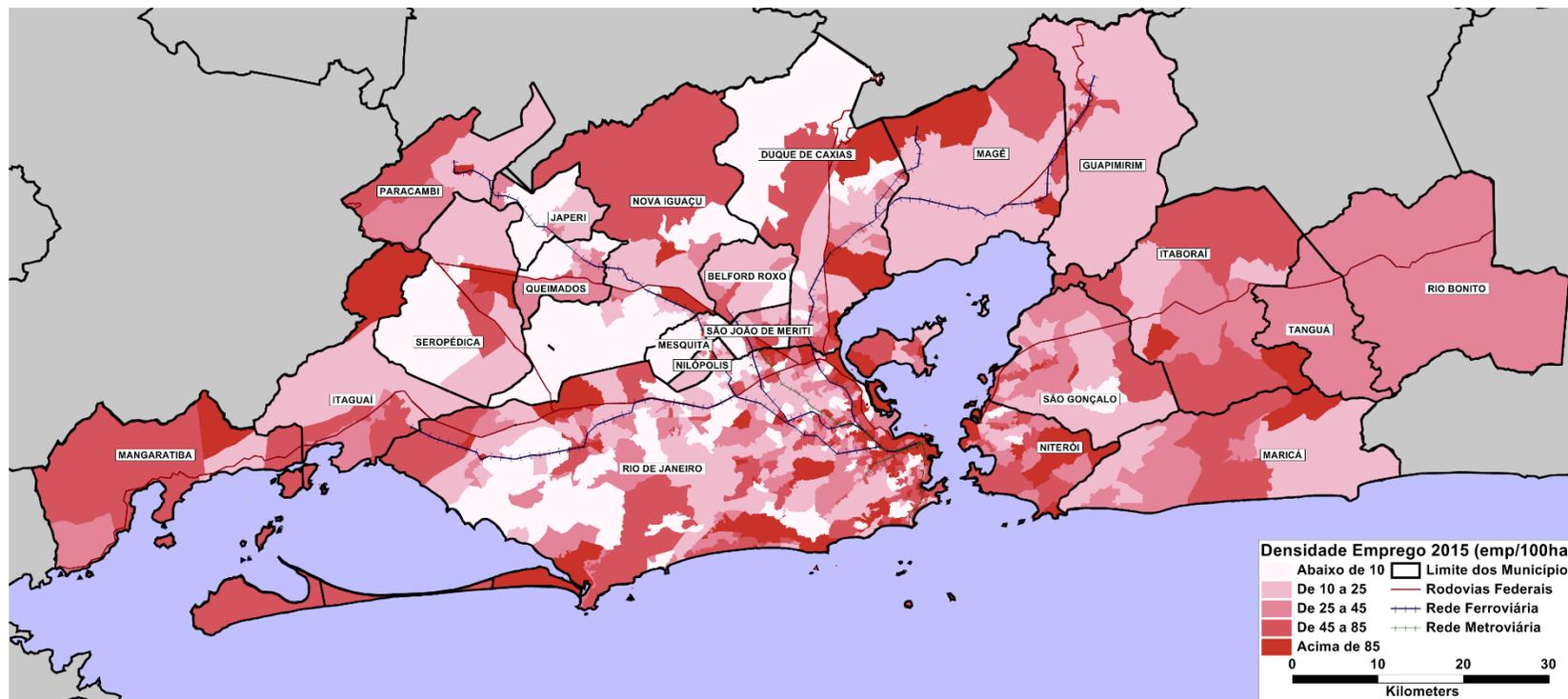
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 35: Emprego absoluto no Cenário Induzido para o ano de 2045 (Fonte: Análise Consórcio)



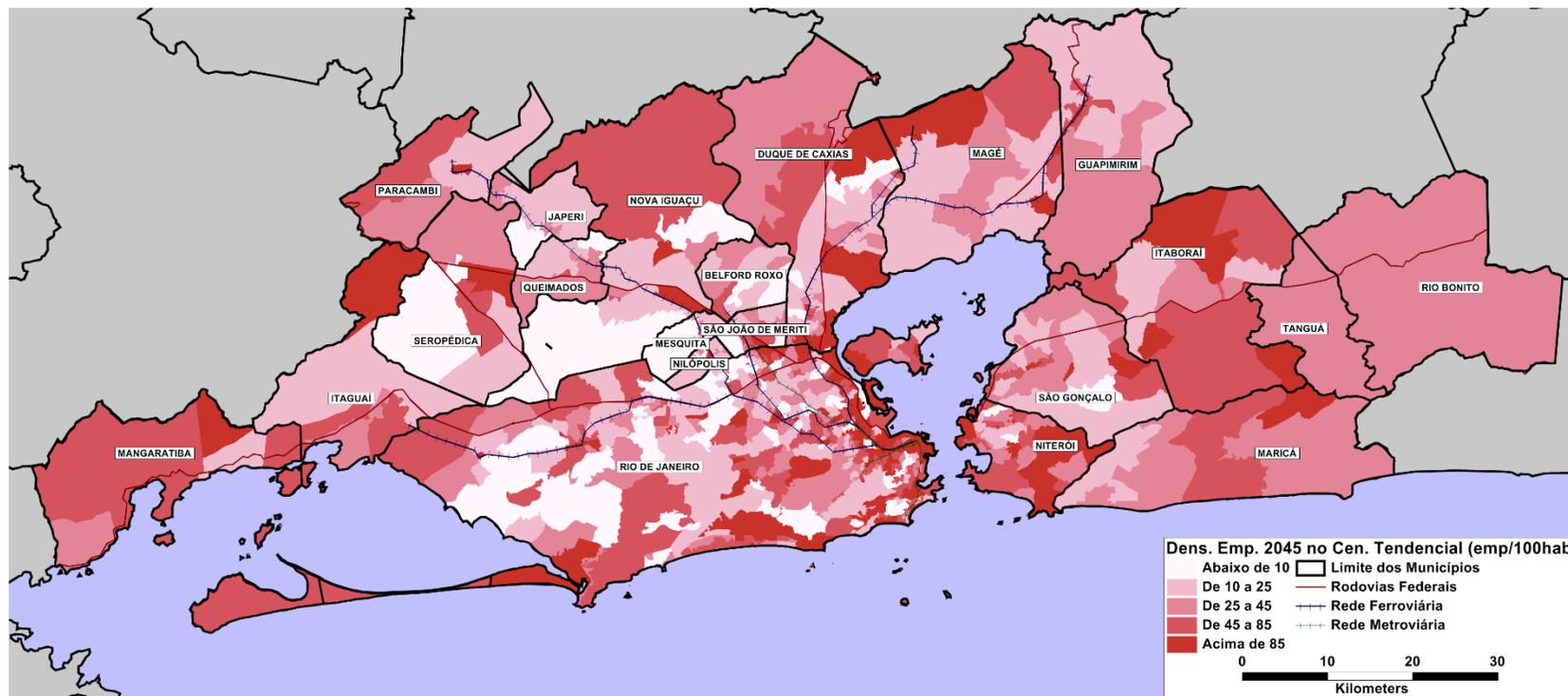
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 36: Densidade de Emprego por 100 habitantes ano base de 2015 (Fonte: Análise Consórcio, IBGE)



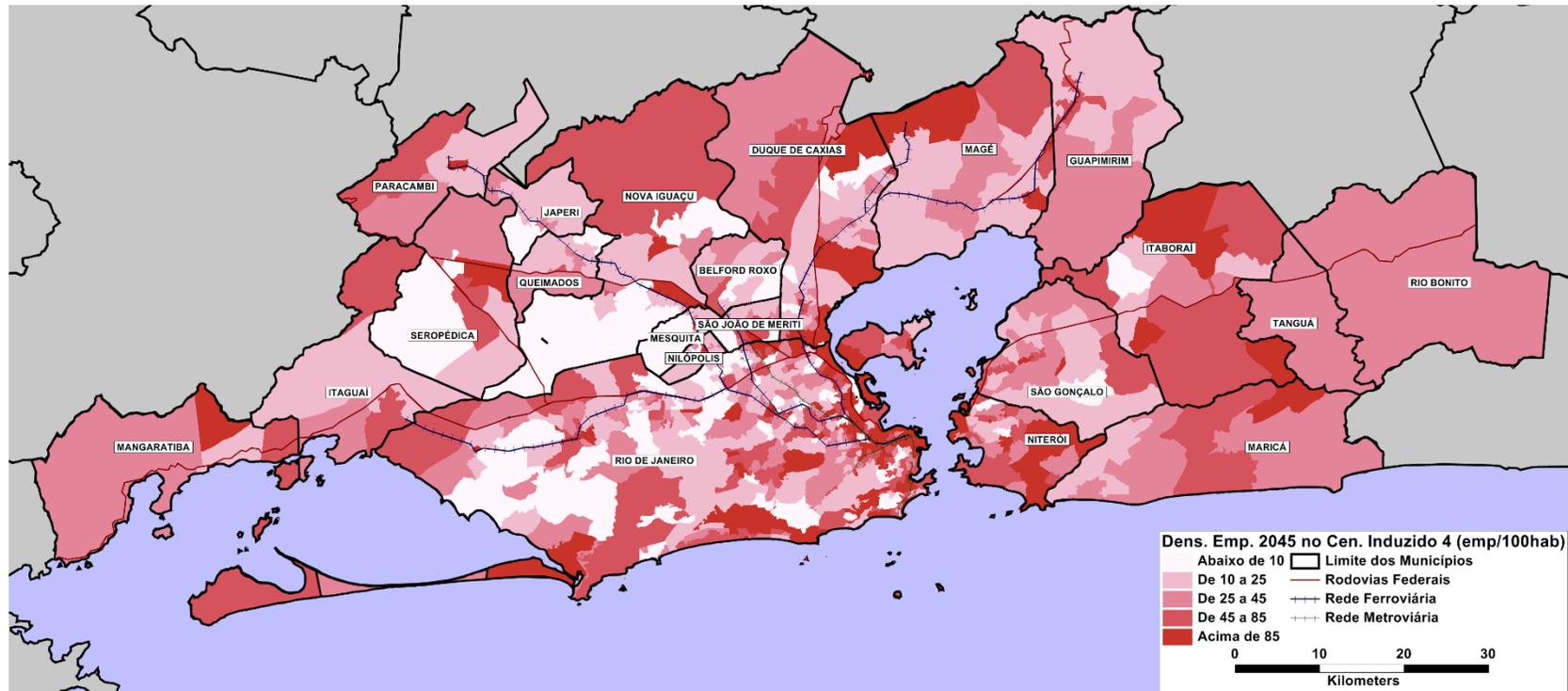
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 37: Densidade de Emprego por 100 habitantes no Cenário Tendencial para o ano de 2045 (Fonte: Análise Consórcio)



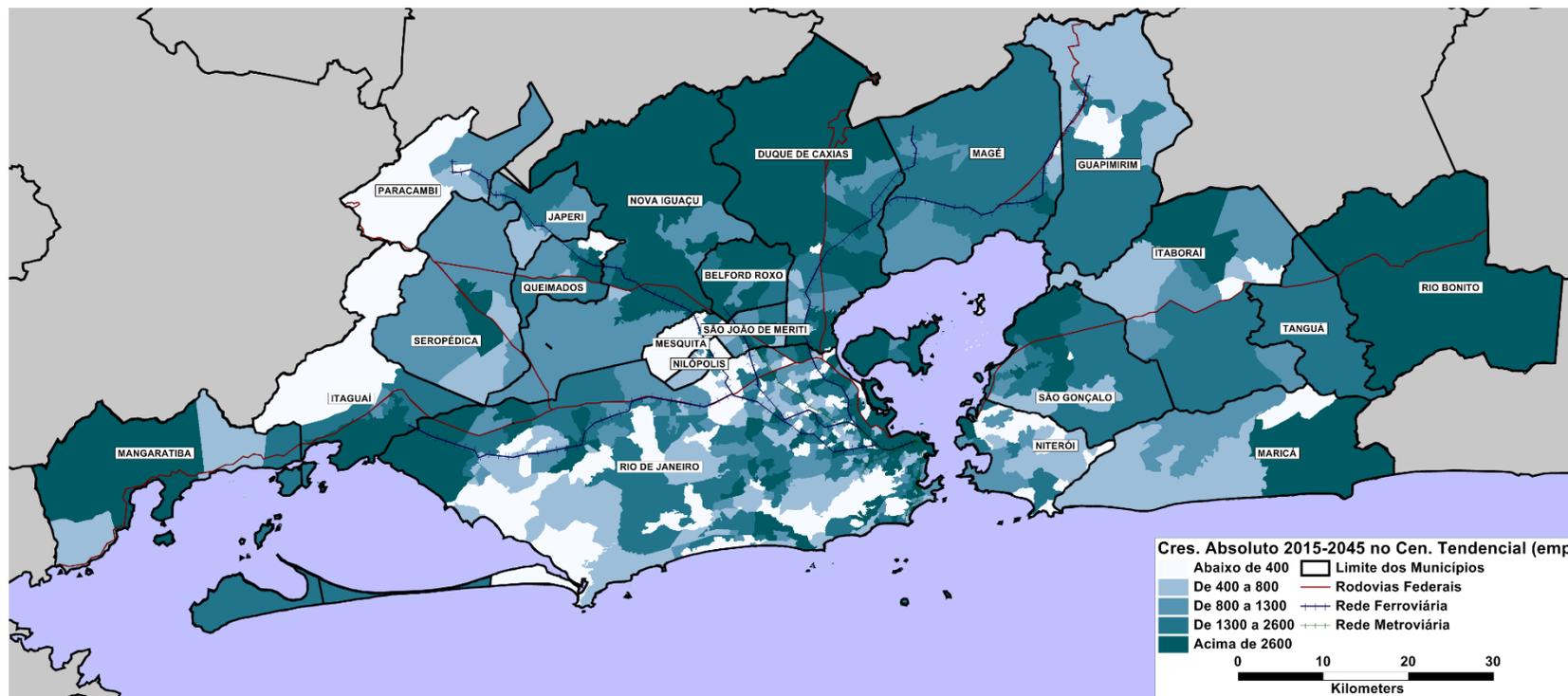
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 38: Densidade de Emprego por 100 habitantes no Cenário Induzido para o ano de 2045 (Fonte: Análise Consórcio)



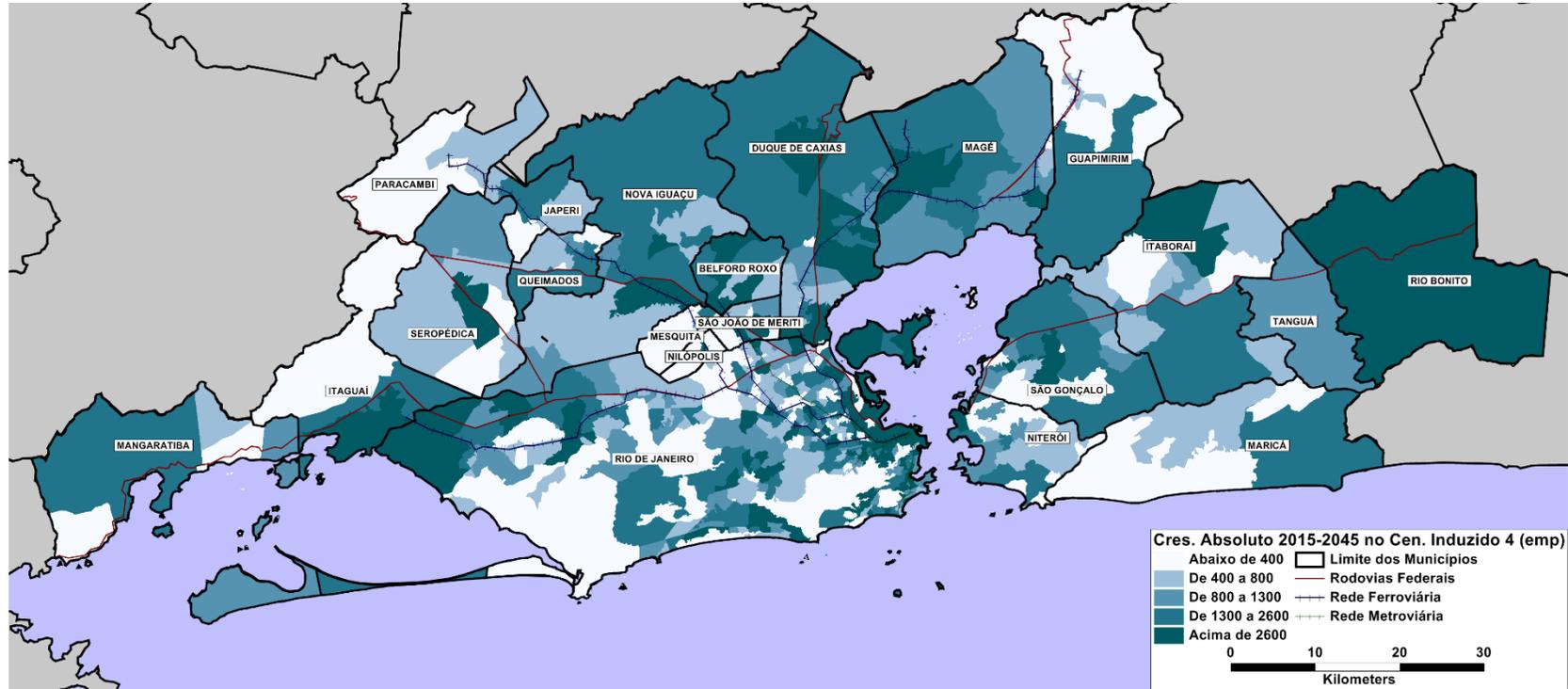
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 39: Crescimento absoluto no período de 2015 a 2045 no Cenário Tendencial (Fonte: Análise Consórcio)



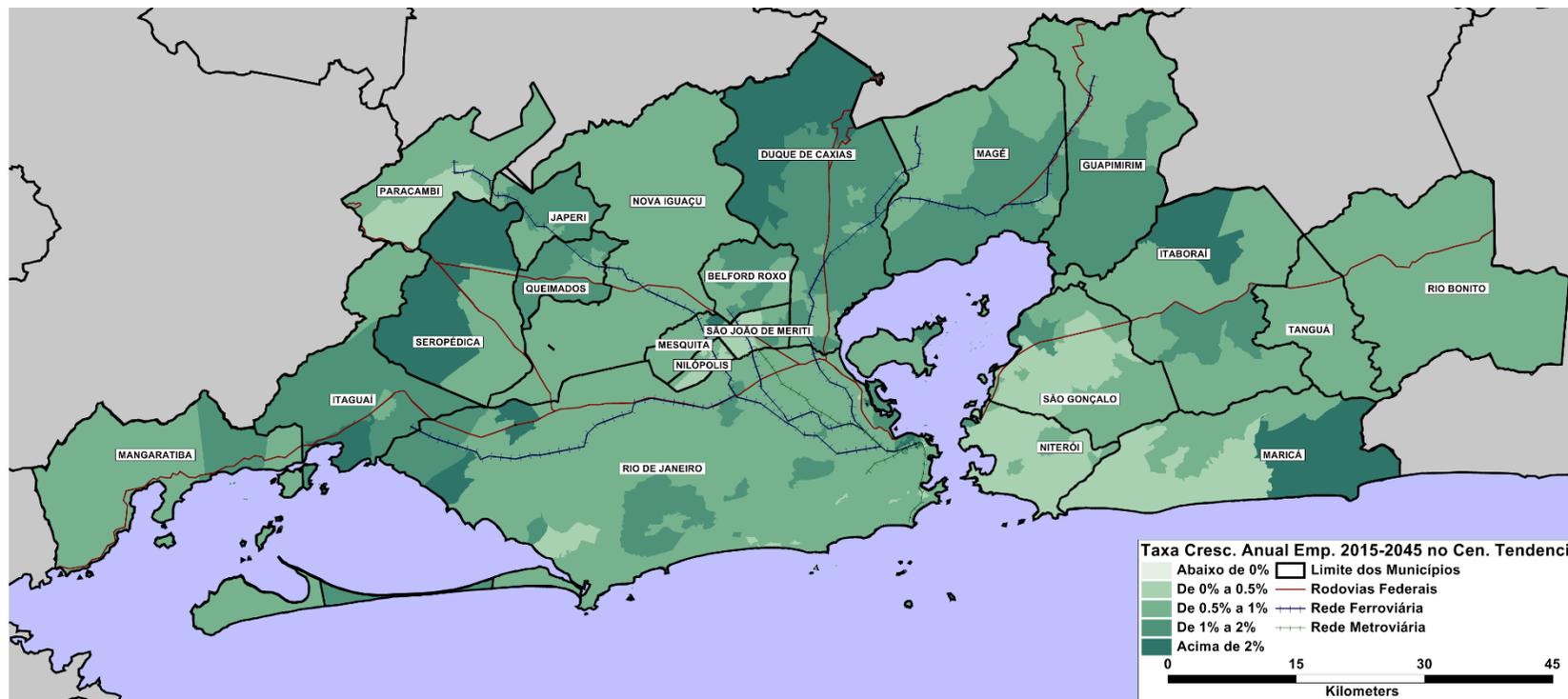
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 40: Crescimento absoluto no período de 2015 a 2045 no Cenário Induzido (Fonte: Análise Consórcio)



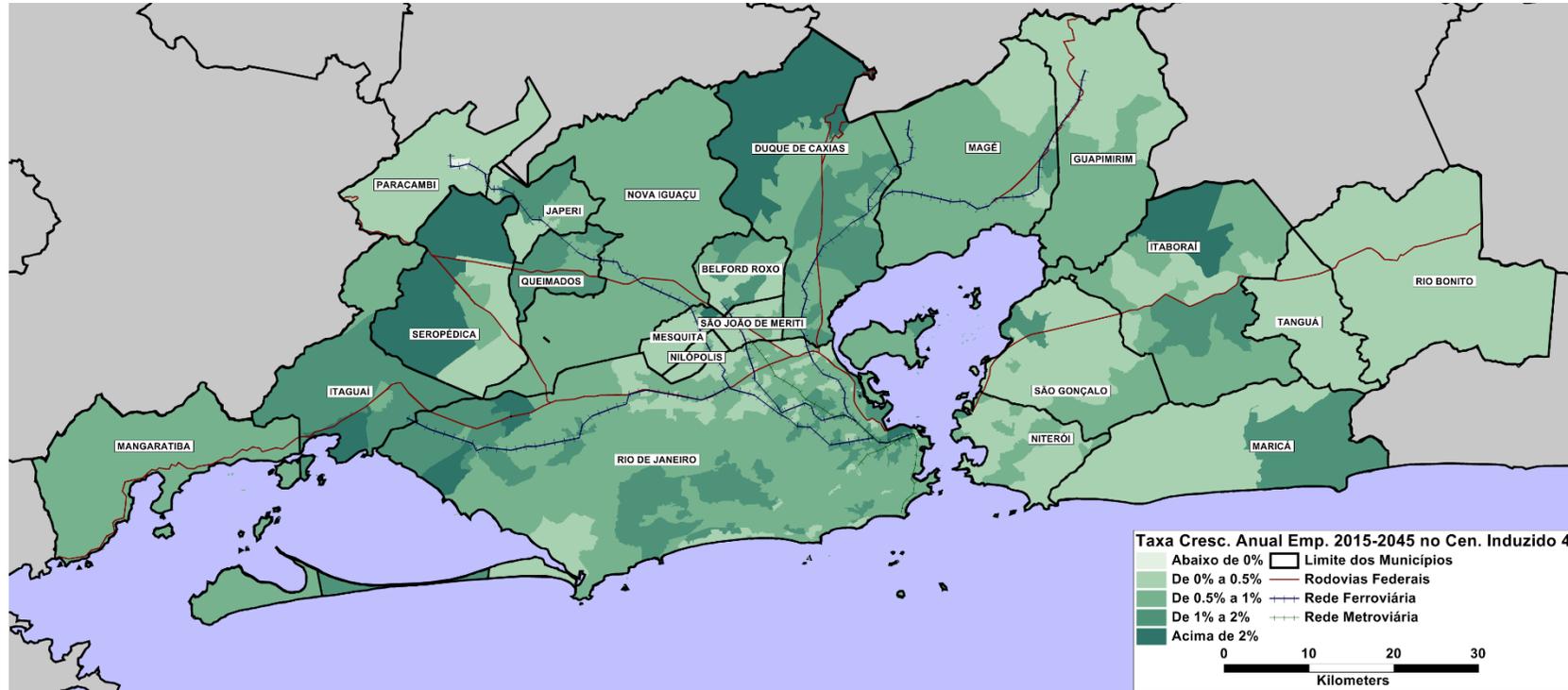
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 41: Taxa de crescimento no período de 2015 a 2045 no Cenário Tendencial (Fonte: Análise Consórcio)



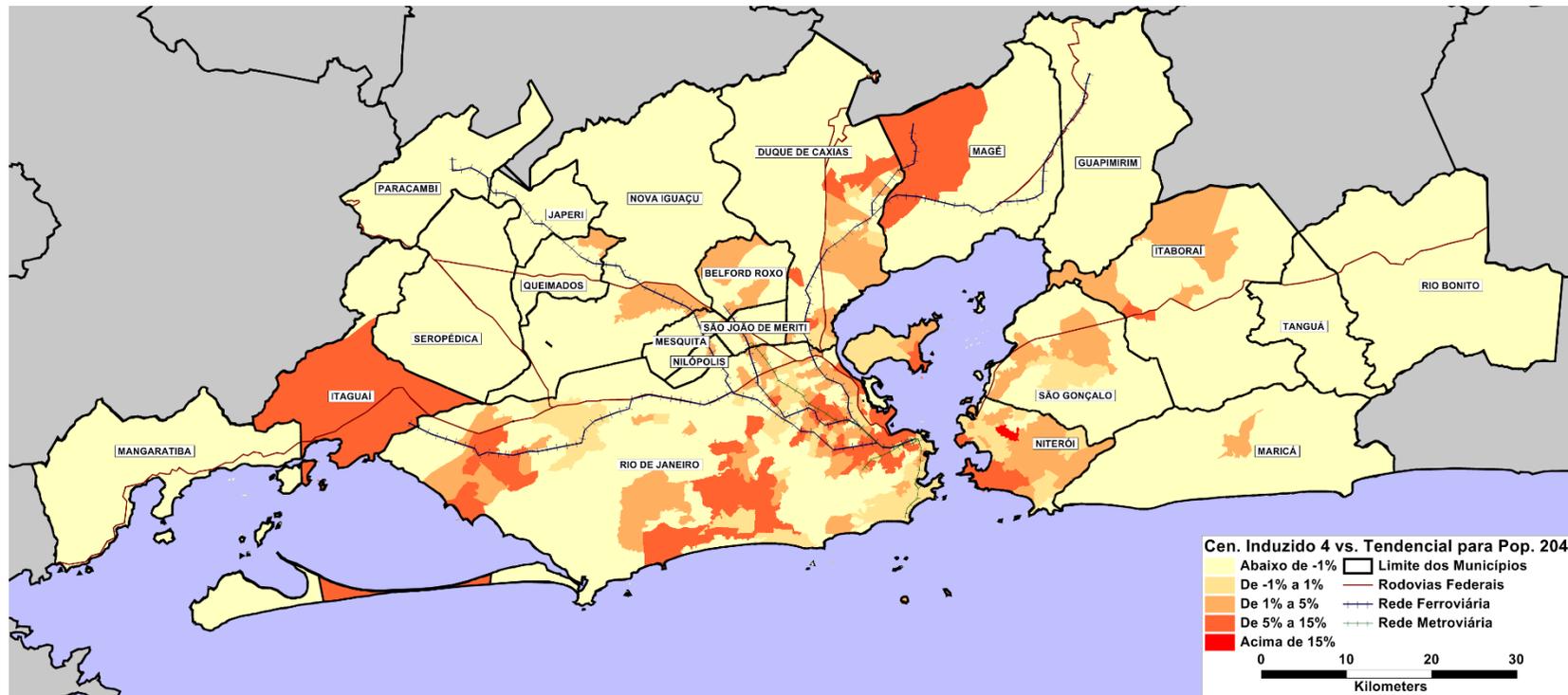
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 42: Taxa de crescimento no período de 2015 a 2045 no Cenário Induzido (Fonte: Análise Consórcio)



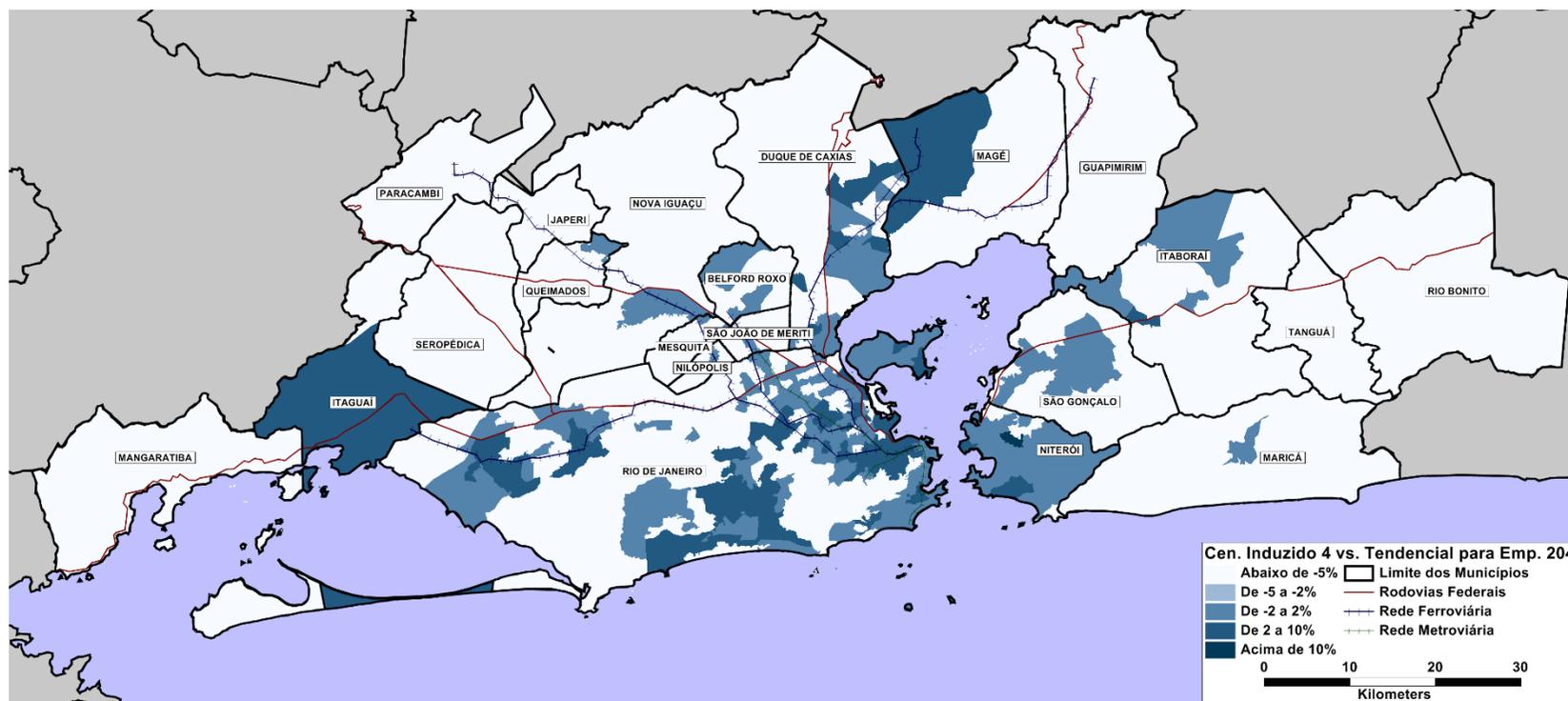
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 43: Diferença observada entre os Cenários Induzido e Tendencial para população em 2045. (Fonte: Análise Consórcio)



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 44: Diferença observada entre os Cenários Induzido e Tendencial para empregos em 2045. (Fonte: Análise Consórcio)



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

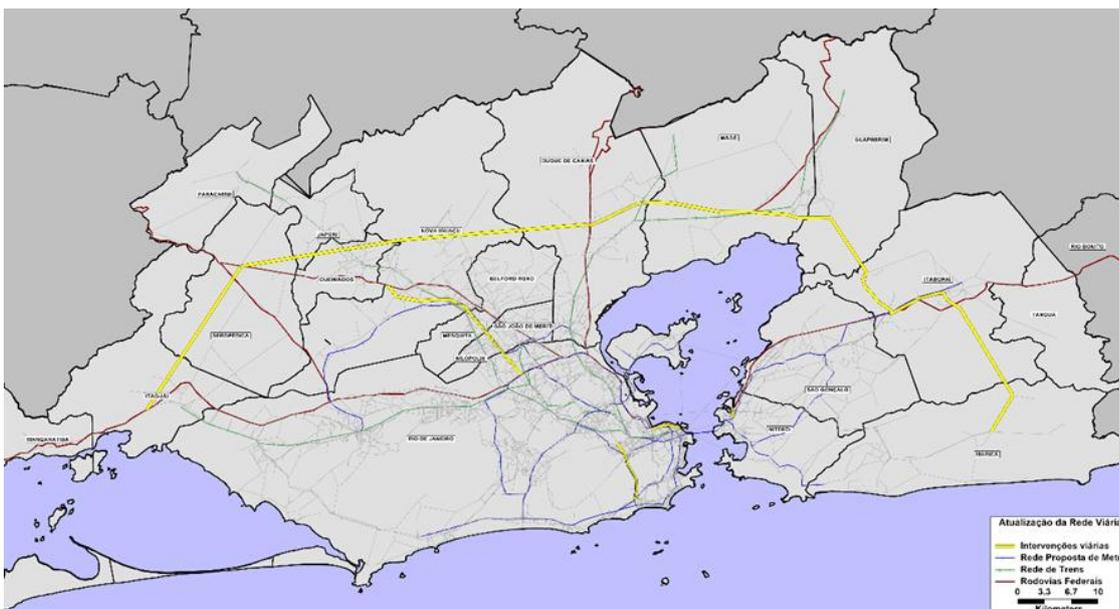
3. QUALIFICAÇÃO DAS DEMANDAS DAS REDES ALTERNATIVAS

3.1. ATUALIZAÇÕES DA REDE DE TRANSPORTE

Para avaliação das necessidades de ampliação de capacidade da rede de transportes na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, foram levantadas junto aos órgãos responsáveis todas as propostas existentes para a região. Estas foram avaliadas e complementadas nos casos em que se considerou necessário. Para a atualização da infraestrutura viária, foram considerados os seguintes projetos:

- Arco metropolitano
- Extensão da Via Light
- Binário do Porto
- Linha Verde
- Conexão da Linha Verde ao Túnel Noel Rosa
- Mergulhão entre a BR-101 e Av. Jansen de Melo em Niterói

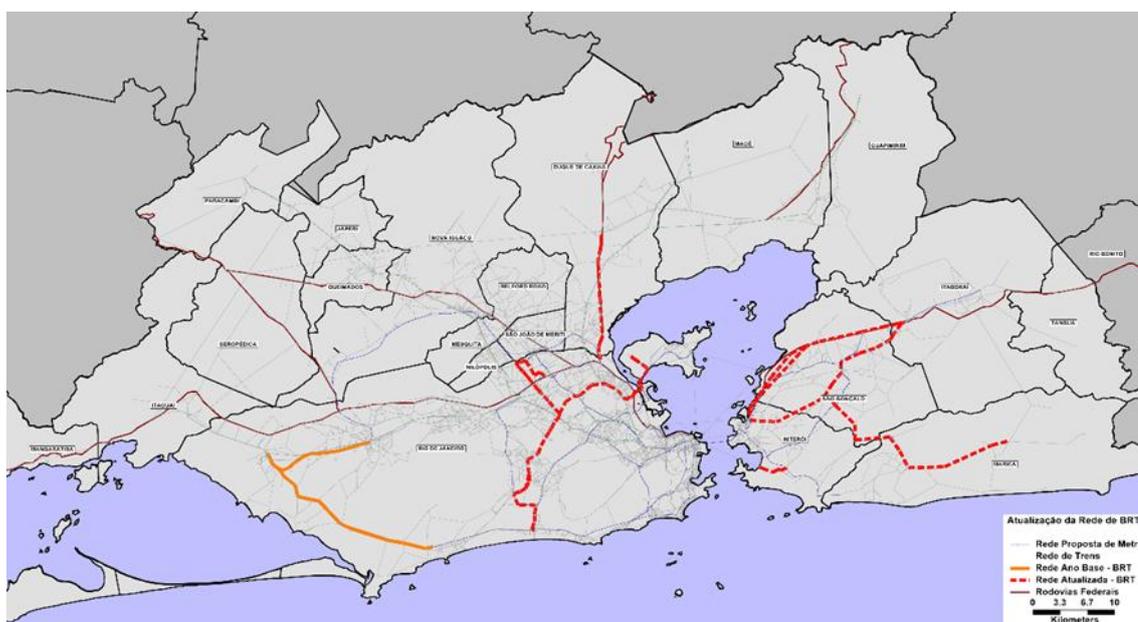
Figura 45: Atualização da rede viária



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

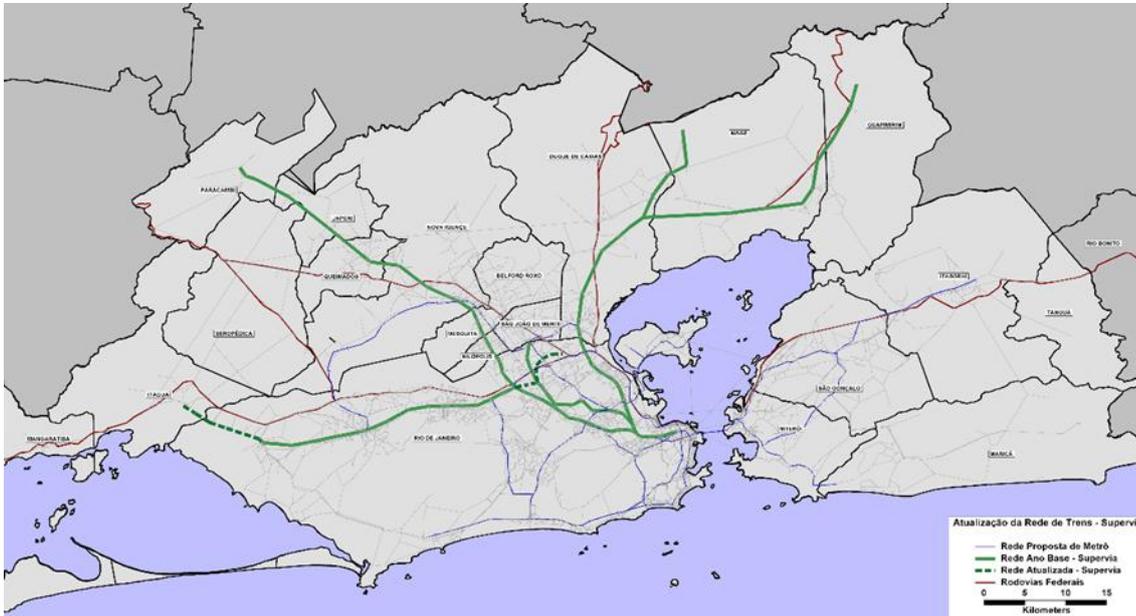
Para o transporte coletivo, foram considerados os corredores propostos de BRT (Figura 46), os trechos da Supervia (Figura 47) a implantação do VLT (Figura 48), os novos serviços de barca (Figura 49) e o desvio dos ônibus intermunicipais do centro do Rio de Janeiro, com parada prevista no Terminal Américo Fontenelle. Devido à metodologia adotada, o modelo matemático não considera as rotas de ônibus e sim como um serviço sem limite de capacidade. Portanto, para o cenário futuro de avaliação de rede estratégica de metrô não é necessário definir especificidades técnicas do serviço de ônibus.

Figura 46: Atualização da rede de BRT



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 47: Atualização da rede de trens (Supervia)



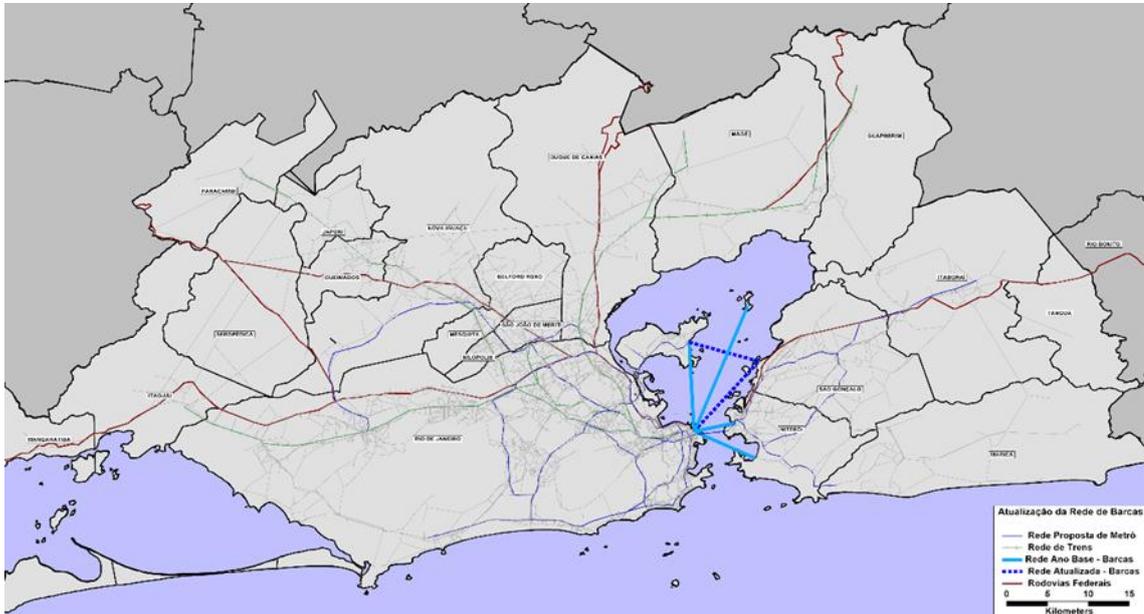
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 48: Atualização da rede de VLT



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 49: Atualização do Serviço de Barcas



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Além das intervenções físicas consideradas na oferta futura, também foi considerada para 2045 uma tarifa única de R\$3,70, correspondente ao valor atualmente praticado no MetrôRio. É importante esclarecer que no modelo matemático foi considerada a penalização de R\$0,50 na transferência intermodal como modo de representar o desconforto do transbordo. No entanto, ela não representa um acréscimo de custo para o passageiro.

3.2. PROJEÇÃO DA DEMANDA

Como foi mencionado anteriormente neste documento, para a elaboração do PDM foram analisados diferentes cenários de desenvolvimento urbano. Os cenários de desenvolvimento urbano avaliados foram:

- Desenvolvimento Urbano Tendencial;
- Desenvolvimento Urbano Orientado/Induzido.

O Cenário de Desenvolvimento Urbano Tendencial considera o crescimento e distribuição geográfica das variáveis socioeconômicas segundo as tendências observadas historicamente, com exceção dos grandes projetos de desenvolvimento, tais como o Porto Maravilha, que deverá promover uma evolução

diferente daquela baseada na tendência observada nos últimos anos (este comportamento, evidentemente, que foi também considerado no Cenário Orientado / Induzido).

Por outro lado, o cenário de Desenvolvimento Urbano Orientado/Induzido pressupõe que a ocupação do solo e a distribuição das atividades socioeconômicas será direcionada de forma a potencializar os benefícios gerados pelo sistema de transporte e aumentar a mobilidade da população (além de melhorar o desempenho de todos os serviços urbanos).

Os conceitos e premissas adotados para projeção das variáveis socioeconômicas, nestas duas hipóteses de desenvolvimento, suas respectivas metodologias e resultados foram apresentados de forma detalhada anteriormente neste relatório. Esta abordagem produz, portanto, dois resultados de distribuição das variáveis socioeconômicas estudadas.

Conforme já destacado, a ferramenta computacional calibrada para a estimativa das demandas das alternativas estudadas consistiu no Modelo TRANUS que tem como característica principal operação integrada dos módulos de uso do solo e transporte.

Este modelo calibrado com informação referente ao ano base de estudo recebe as projeções de variáveis socioeconômicas, uso do solo e oferta de transporte e estima a demanda de viagens por área de estudo, para cada cenário e horizonte estudado.

Com isto é possível obter dois conjuntos de resultados, associados a cada um dos cenários de demanda para horizontes futuros, que podem ser tomados como referência para o detalhamento das etapas seguintes da elaboração do PDM.

Nota-se que ambos os cenários modelados incluem a Rede Metroviária Base Proposta dentro da oferta de transporte com que foi alimentado o Modelo TRANUS.

Também vale a pena ressaltar que dado o momento em que se encontra o estudo e a metodologia de trabalho do software de modelagem, os resultados apresentados neste capítulo poderão apresentar algumas diferenças com as seguintes iterações de modelagem que serão efetuadas à medida que se avança na elaboração do estudo, que deverá culminar com o detalhamento da Rede Metroviária Final que será proposta pelo PDM. Isso ocorre em função do processo de análise dos resultados gerados pela Rede Base proposta, é possível que ocorram mudanças na concepção da rede estudada de modo a potencializar os benefícios gerados.

Espera-se que os indicadores em nível macro que caracterizam o comportamento da demanda de cada cenário tenham variações suaves dadas estas possíveis mudanças na oferta de transporte com as

quais se alimenta o modelo TRANUS. Este capítulo mostra os resultados obtidos através das estimativas de demanda para cada um dos cenários de desenvolvimento urbano para o horizonte de 2045, sendo que estes mesmos resultados servirão de referência para o processo de Análise dos Fluxos da Rede, detalhado no [item 4](#) deste documento.

3.2.1. Geração de Viagens

Esta seção resume os resultados da etapa de estimativa de viagens com origem e destino em cada uma das unidades de análise. As projeções de demanda mostram que para o horizonte 2045 haverá um crescimento de 45% no total de viagens realizadas (estimado sobre os valores calculados para hora pico manhã).

Tabela 29: Total de viagens na hora pico para cada cenário de projeção de demanda

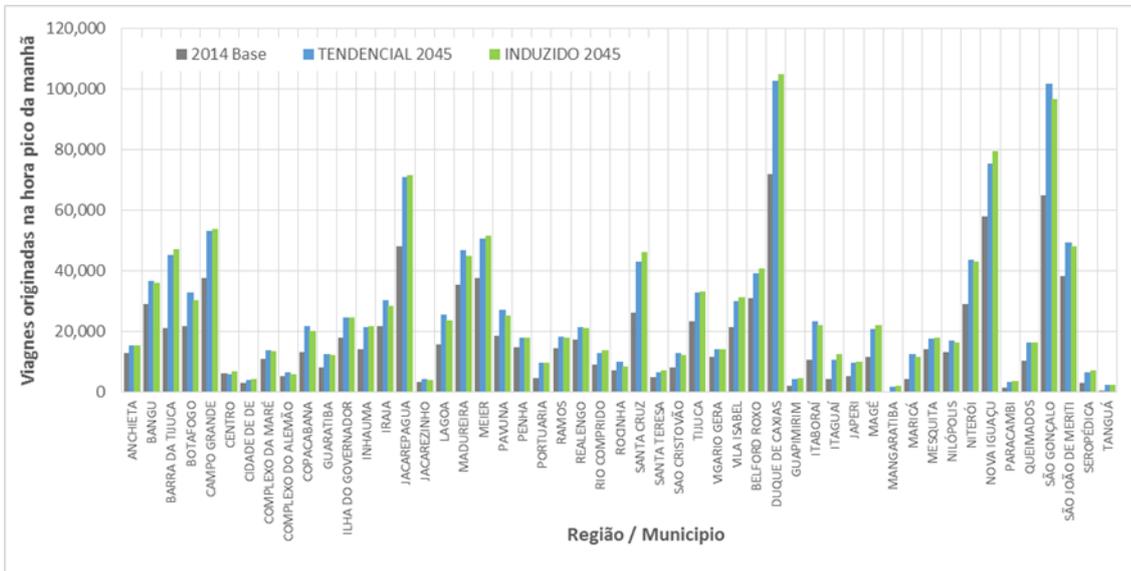
CENÁRIO	TOTAL DE VIAGENS
Ano Base (2014)	922.549
2045 (Tendencial / Induzido)	1.342.544 (+45.5%)

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Como se observa no [Gráfico 2](#), [Gráfico 3](#), [Gráfico 4](#) e [Gráfico 5](#), assim como na [Tabela 30](#), [Tabela 31](#), [Tabela 32](#) e [Tabela 33](#) a distribuição espacial das viagens apresenta algumas diferenças entre os cenários Tendencial e Induzido, as quais estão dispersas na área de estudo. Embora sejam possíveis comentários específicos sobre os resultados de cada unidade de análise, pode ser ressaltado que o cenário Induzido propõe uma inversão de tendência no Centro do Rio de Janeiro, de onde segundo o cenário tendencial se espera uma menor quantidade de viagens originadas.

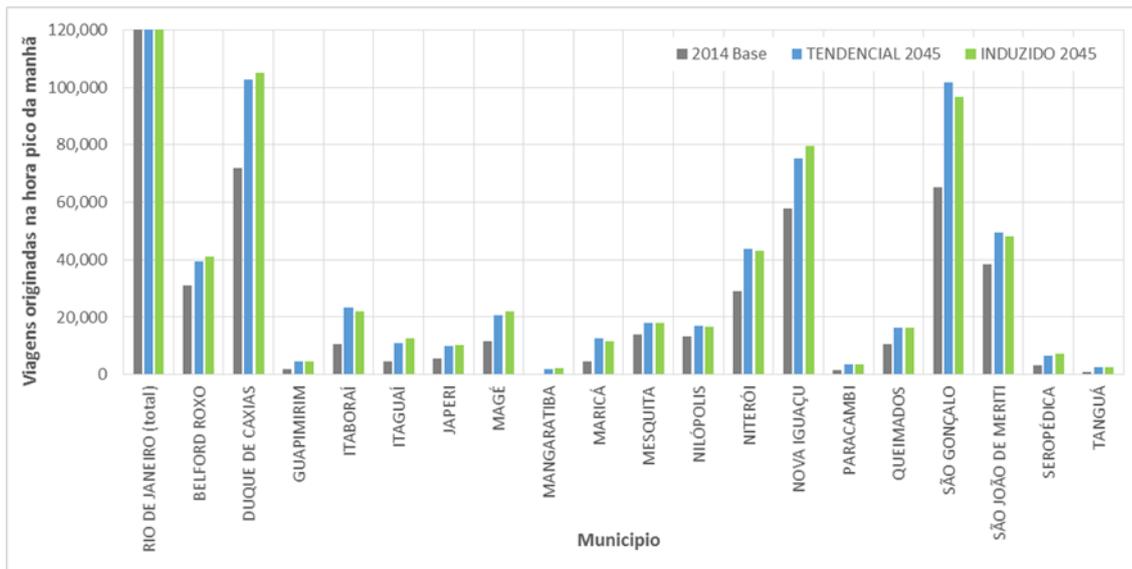
O [Gráfico 2](#), [Gráfico 3](#), [Gráfico 4](#) e [Gráfico 5](#) mostram comparativamente os valores obtidos nos diferentes cenários de simulação (2014, 2045 Tendencial e 2045 Induzido) por Região (dentro do Rio de Janeiro) e por município para o restante da Região Metropolitana.

Gráfico 2: Viagens originadas por Região do Município do Rio de Janeiro e pelos Demais Municípios



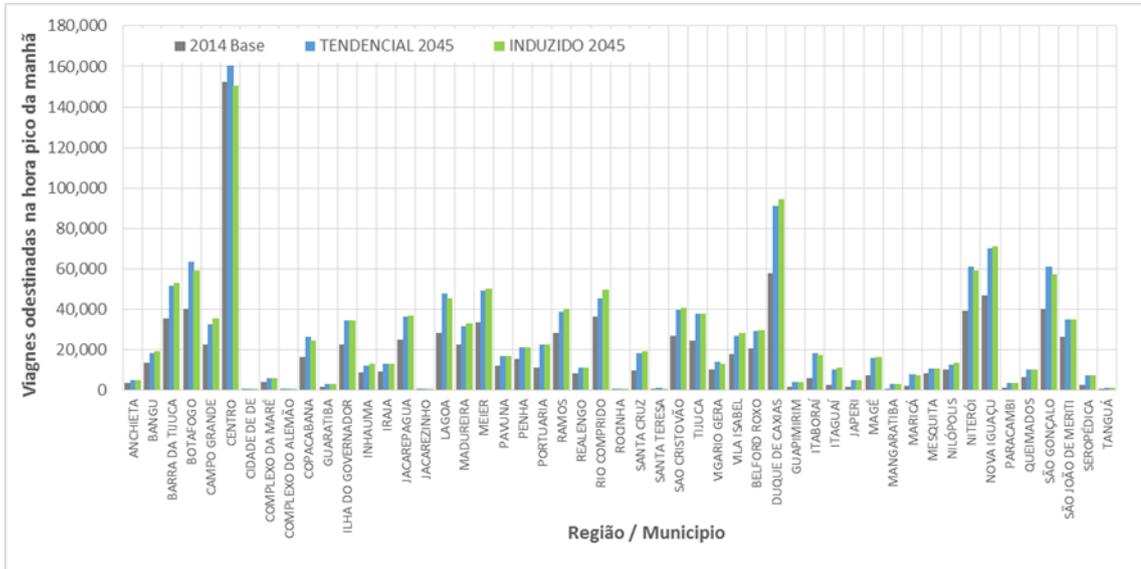
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015.

Gráfico 3: Viagens originadas por Município da RMRJ



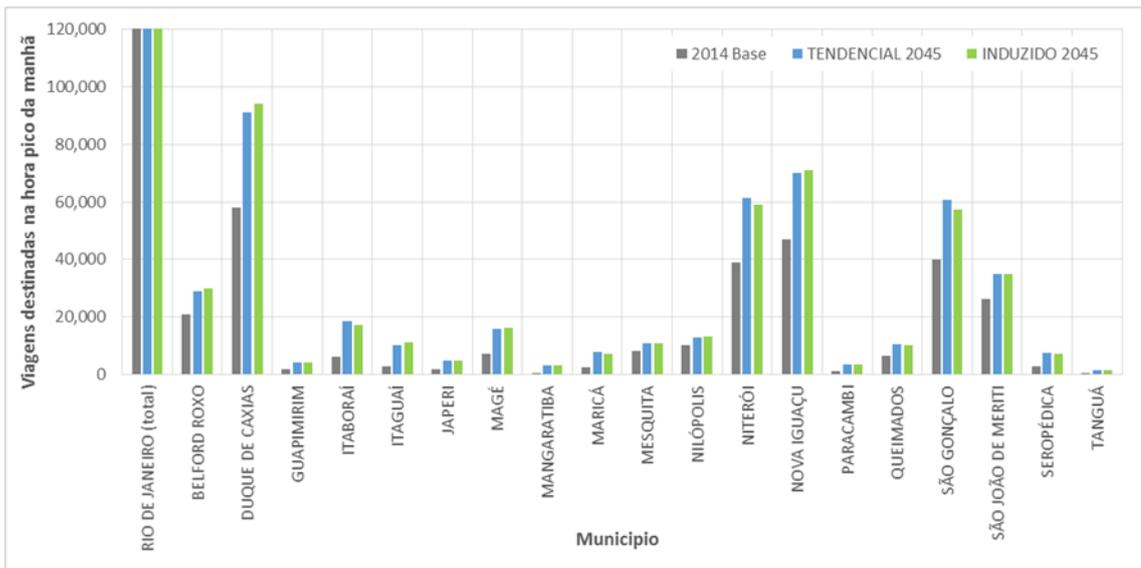
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015.

Gráfico 4: Viagens destinadas por Região do Município do Rio de Janeiro e em cada um dos demais Municípios



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Gráfico 5: Viagens destinadas por Município da RMRJ



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Já a Tabela 30, Tabela 31, Tabela 32 e Tabela 33 mostram os valores obtidos para cada unidade de análise, assim como as diferenças observadas nos cenários simulados.

Tabela 30: Viagens originadas e destinadas por região do Município do Rio de Janeiro na hora pico da manhã

REGIÃO / MUNICÍPIO	ORIGENS 2014	DESTINOS 2014	ORIGENS 2045 TENDENCIAL	DESTINOS 2045 TENDENCIAL	ORIGENS 2045 INDUZIDO	DESTINOS 2045 INDUZIDO	DIFERENÇA DE VIAGENS ORIGINADAS INDUZIDO VS TENDENCIAL	DIFERENÇA DE VIAGENS DESTINADAS INDUZIDO VS TENDENCIAL
ANCHIETA	12.918	3.648	15.561	4.969	15.559	5.035	0,0%	1,3%
BANGU	29.178	13.622	36.655	18.417	36.178	19.075	-1,3%	3,6%
BARRA DA TIJUCA	21.196	35.599	45.358	51.657	47.266	52.885	4,2%	2,4%
BOTAFOGO	21.840	39.954	32.966	63.346	30.443	59.449	-7,7%	-6,2%
CAMPO GRANDE	37.828	22.326	53.251	32.768	53.809	35.554	1,0%	8,5%
CENTRO	6.267	152.577	6.050	160.590	7.100	150.634	17,4%	-6,2%
CIDADE DE DE	3.079	170	4.237	236	4.377	250	3,3%	5,9%
COMPLEXO DA MARÉ	10.964	4.231	13.818	5.869	13.738	5.909	-0,6%	0,7%
COMPLEXO DO ALEMÃO	5.267	136	6.728	187	6.153	174	-8,5%	-7,0%
COPACABANA	13.259	16.142	21.945	26.496	20.147	24.609	-8,2%	-7,1%
GUARATIBA	8.142	1.494	12.602	2.936	12.360	2.833	-1,9%	-3,5%
ILHA DO GOVERNADOR	18.077	22.390	24.557	34.641	24.748	34.644	0,8%	0,0%
INHAUMA	14.278	8.542	21.438	12.165	21.821	12.966	1,8%	6,6%
IRAJA	21.749	9.352	30.347	12.962	28.653	13.035	-5,6%	0,6%
JACAREPAGUA	48.313	24.698	70.841	36.349	71.610	36.997	1,1%	1,8%
JACAREZINHO	3.350	96	4.459	124	4.026	116	-9,7%	-6,3%
LAGOA	15.737	28.481	25.534	47.884	23.655	45.605	-7,4%	-4,8%
MADUREIRA	35.411	22.760	46.784	31.358	44.951	32.971	-3,9%	5,1%
MEIER	37.632	33.534	50.548	48.961	51.759	50.379	2,4%	2,9%
PAVUNA	18.720	12.296	27.377	16.910	25.393	16.861	-7,2%	-0,3%
PENHA	14.833	15.450	17.890	21.299	18.207	21.254	1,8%	-0,2%
PORTUARIA	4.776	10.924	9.949	22.604	9.724	22.553	-2,3%	-0,2%
RAMOS	14.613	28.286	18.375	38.935	18.035	40.124	-1,8%	3,1%
REALENGO	17.342	8.186	21.679	10.991	21.182	11.192	-2,3%	1,8%
RIO COMPRIDO	9.211	36.534	13.033	45.214	13.821	49.679	6,0%	9,9%
ROCHINA	7.346	161	9.995	258	8.557	217	-14,4%	-15,6%
SANTA CRUZ	26.165	9.730	42.956	18.467	46.253	19.403	7,7%	5,1%
SANTA TERESA	4.921	593	6.755	926	7.228	747	7,0%	-19,4%
SAO CRISTOVÃO	8.217	26.849	12.955	39.493	12.481	40.494	-3,7%	2,5%
TIJUCA	23.395	24.669	32.987	37.550	33.241	38.045	0,8%	1,3%
VIGARIO GERAL	11.606	10.305	14.277	13.932	14.116	13.247	-1,1%	-4,9%
VILA ISABEL	21.466	17.885	30.233	26.936	31.488	28.417	4,2%	5,5%
RIO DE JANEIRO (total)	547.096	641.620	782.142	885.432	778.080	885.355	-0,5%	0,0%

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 31: Viagens originadas e destinadas por Município da Região do Rio de Janeiro na hora pico da manhã

VIAGENS ORIGINADAS E DESTINADAS POR REGIÃO								
REGIÃO / MUNICÍPIO	ORIGENS 2014	DESTINOS 2014	ORIGENS 2045 TENDENCIAL	DESTINOS 2045 TENDENCIAL	ORIGENS 2045 INDUZIDO	DESTINOS 2045 INDUZIDO	DIFERENÇA DE VIAGENS ORIGINADAS INDUZIDO VS TENDENCIAL	DIFERENÇA DE VIAGENS DESTINADAS INDUZIDO VS TENDENCIAL
RIO DE JANEIRO (total)	547.096	641.620	782.142	885.432	778.080	885.355	-0,5%	0,0%
BELFORD ROXO	30.973	20.689	39.270	29.032	41.097	29.970	4,7%	3,2%
DUQUE DE CAXIAS	71.888	57.863	102.602	91.170	105.182	94.379	2,5%	3,5%
GUAPIMIRIM	2.074	1.754	4.566	4.016	4.603	4.004	0,8%	-0,3%
ITABORAÍ	10.668	5.955	23.467	18.454	22.170	17.306	-5,5%	-6,2%
ITAGUAÍ	4.516	2.731	10.876	10.221	12.720	11.198	17,0%	9,6%
JAPERI	5.442	1.609	9.845	4.867	10.250	4.811	4,1%	-1,2%
MAGÉ	11.550	7.205	20.774	15.867	22.192	16.243	6,8%	2,4%
MANGARATIBA	274	201	1.972	2.931	2.290	3.006	16,1%	2,6%
MARICÁ	4.459	2.314	12.528	7.788	11.646	7.232	-7,0%	-7,1%
MESQUITA	14.114	8.147	17.880	10.675	17.991	10.705	0,6%	0,3%
NILÓPOLIS	13.152	10.118	17.029	12.709	16.625	13.304	-2,4%	4,7%
NITERÓI	29.003	39.064	43.616	61.305	43.125	59.209	-1,1%	-3,4%
NOVA IGUAÇU	58.001	46.913	75.403	69.912	79.685	71.140	5,7%	1,8%
PARACAMBI	1.417	931	3.501	3.400	3.697	3.426	5,6%	0,8%
QUEIMADOS	10.527	6.268	16.304	10.301	16.380	10.157	0,5%	-1,4%
SÃO GONÇALO	65.122	39.983	101.827	60.835	96.728	57.331	-5,0%	-5,8%
SÃO JOÃO DE MERITI	38.343	26.162	49.519	34.843	48.330	35.051	-2,4%	0,6%
SEROPÉDICA	3.172	2.783	6.753	7.378	7.163	7.279	6,1%	-1,3%
TANGUÁ	759	239	2.538	1.278	2.458	1.306	-3,2%	2,2%
TOTAL	922.549	922.549	1.342.413	1.342.413	1.342.413	1.342.413	0,0%	0,0%

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 32: Aumento de viagens por Região do Município do Rio de Janeiro para o horizonte 2045

REGIÃO	Aumento das origens para o Cenário Tendencial 2045	Aumento dos destinos para o Cenário Tendencial 2045	Aumento das origens para o Cenário Induzido 2045	Aumento dos destinos para o Cenário Induzido 2045
ANCHIETA	20.5%	36.2%	20.4%	38.0%
BANGU	25.6%	35.2%	24.0%	40.0%
BARRA DA TIJUCA	114.0%	45.1%	123.0%	48.6%
BOTAFOGO	50.9%	58.5%	39.4%	48.8%
CAMPO GRANDE	40.8%	46.8%	42.2%	59.2%
CENTRO	-3.5%	5.3%	13.3%	-1.3%
CIDADE DE DEUS	37.6%	38.7%	42.2%	46.8%
COMPLEXO DA MARÉ	26.0%	38.7%	25.3%	39.7%
COMPLEXO DO ALEMÃO	27.7%	36.9%	16.8%	27.4%
COPACABANA	65.5%	64.1%	51.9%	52.5%
GUARATIBA	54.8%	96.6%	51.8%	89.7%
ILHA DO GOVERNADOR	35.8%	54.7%	36.9%	54.7%
INHAUMA	50.1%	42.4%	52.8%	51.8%
IRAJA	39.5%	38.6%	31.7%	39.4%
JACAREPAGUA	46.6%	47.2%	48.2%	49.8%
JACAREZINHO	33.1%	29.9%	20.2%	21.7%
LAGOA	62.3%	68.1%	50.3%	60.1%
MADUREIRA	32.1%	37.8%	26.9%	44.9%
MEIER	34.3%	46.0%	37.5%	50.2%
PAVUNA	46.2%	37.5%	35.6%	37.1%
PENHA	20.6%	37.9%	22.7%	37.6%
PORTUARIA	108.3%	106.9%	103.6%	106.5%
RAMOS	25.7%	37.7%	23.4%	41.9%
REALENGO	25.0%	34.3%	22.1%	36.7%
RIO COMPRIDO	41.5%	23.8%	50.1%	36.0%
ROCINHA	36.1%	59.9%	16.5%	34.9%
SANTA CRUZ	64.2%	89.8%	76.8%	99.4%
SANTA TERESA	37.3%	56.1%	46.9%	25.9%
SAO CRISTOVÃO	57.7%	47.1%	51.9%	50.8%
TIJUCA	41.0%	52.2%	42.1%	54.2%
VIGARIO GERAL	23.0%	35.2%	21.6%	28.5%
VILA ISABEL	40.8%	50.6%	46.7%	58.9%
RIO DE JANEIRO (total)	43.0%	38.0%	42.2%	38.0%

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 33: Aumento de viagens por Município da Região Metropolitana do Rio de Janeiro para o horizonte 2045

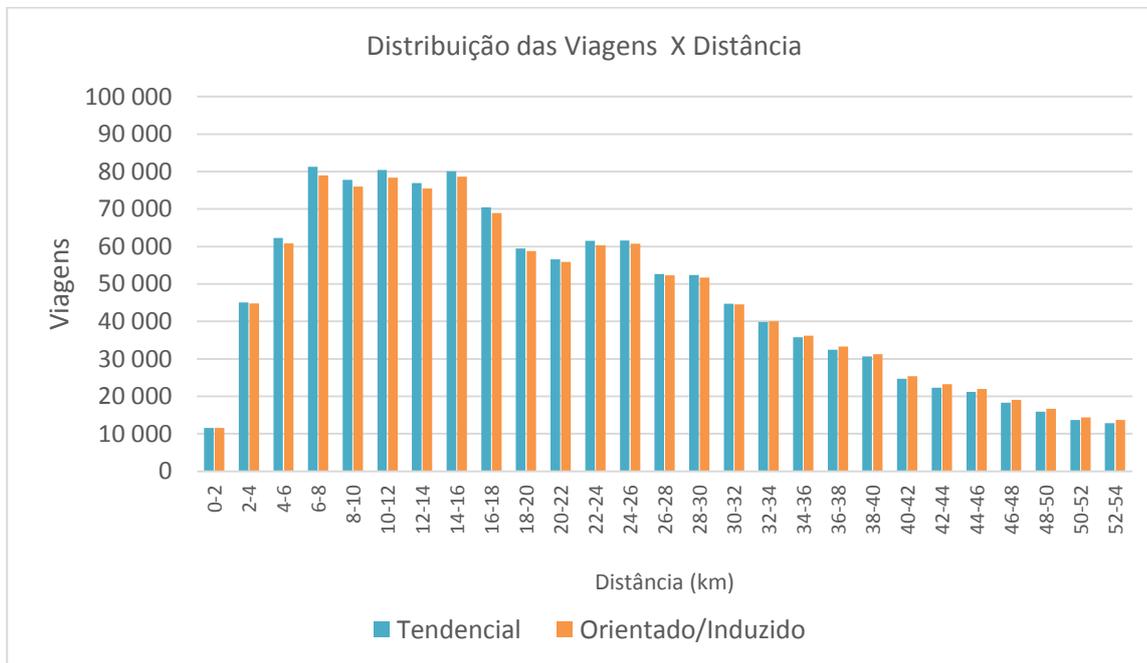
MUNICIPIO	Aumento das origenes para o Cenário Tendencial 2045	Aumento dos destinos para o Cenário Tendencial 2045	Aumento das origenes para o Cenário Induzido 2045	Aumento dos destinos para o Cenário Induzido 2045
RIO DE JANEIRO (total)	43.0%	38.0%	42.2%	38.0%
BELFORD ROXO	26.8%	40.3%	32.7%	44.9%
DUQUE DE CAXIAS	42.7%	57.6%	46.3%	63.1%
GUAPIMIRIM	120.2%	129.0%	122.0%	128.3%
ITABORAÍ	120.0%	209.9%	107.8%	190.6%
ITAGUAÍ	140.8%	274.2%	181.7%	310.0%
JAPERI	80.9%	202.5%	88.3%	198.9%
MAGÉ	79.9%	120.2%	92.1%	125.4%
MANGARATIBA	621.0%	1358.1%	737.3%	1395.7%
MARICÁ	181.0%	236.5%	161.2%	212.5%
MESQUITA	26.7%	31.0%	27.5%	31.4%
NILÓPOLIS	29.5%	25.6%	26.4%	31.5%
NITERÓI	50.4%	56.9%	48.7%	51.6%
NOVA IGUAÇU	30.0%	49.0%	37.4%	51.6%
PARACAMBI	147.2%	265.2%	161.0%	268.0%
QUEIMADOS	54.9%	64.4%	55.6%	62.1%
SÃO GONÇALO	56.4%	52.1%	48.5%	43.4%
SÃO JOÃO DE MERITI	29.1%	33.2%	26.0%	34.0%
SEROPÉDICA	112.9%	165.1%	125.8%	161.6%
TANGUÁ	234.5%	434.5%	223.9%	446.1%
TOTAL	45.5%	45.5%	45.5%	45.5%

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

3.2.2. Distribuição Espacial de Viagens

Uma vez localizadas as origens e destinos se faz importante comparar os comportamentos dos pares de viagem. Pode se observar no Gráfico 6, para ambos cenários a distribuição de distâncias de viagens são extremamente semelhantes, entretanto para o cenário Induzido há uma leve tendência a realizar viagens mais longas.

Gráfico 6: Distribuição Das Distâncias De Viagem Observadas

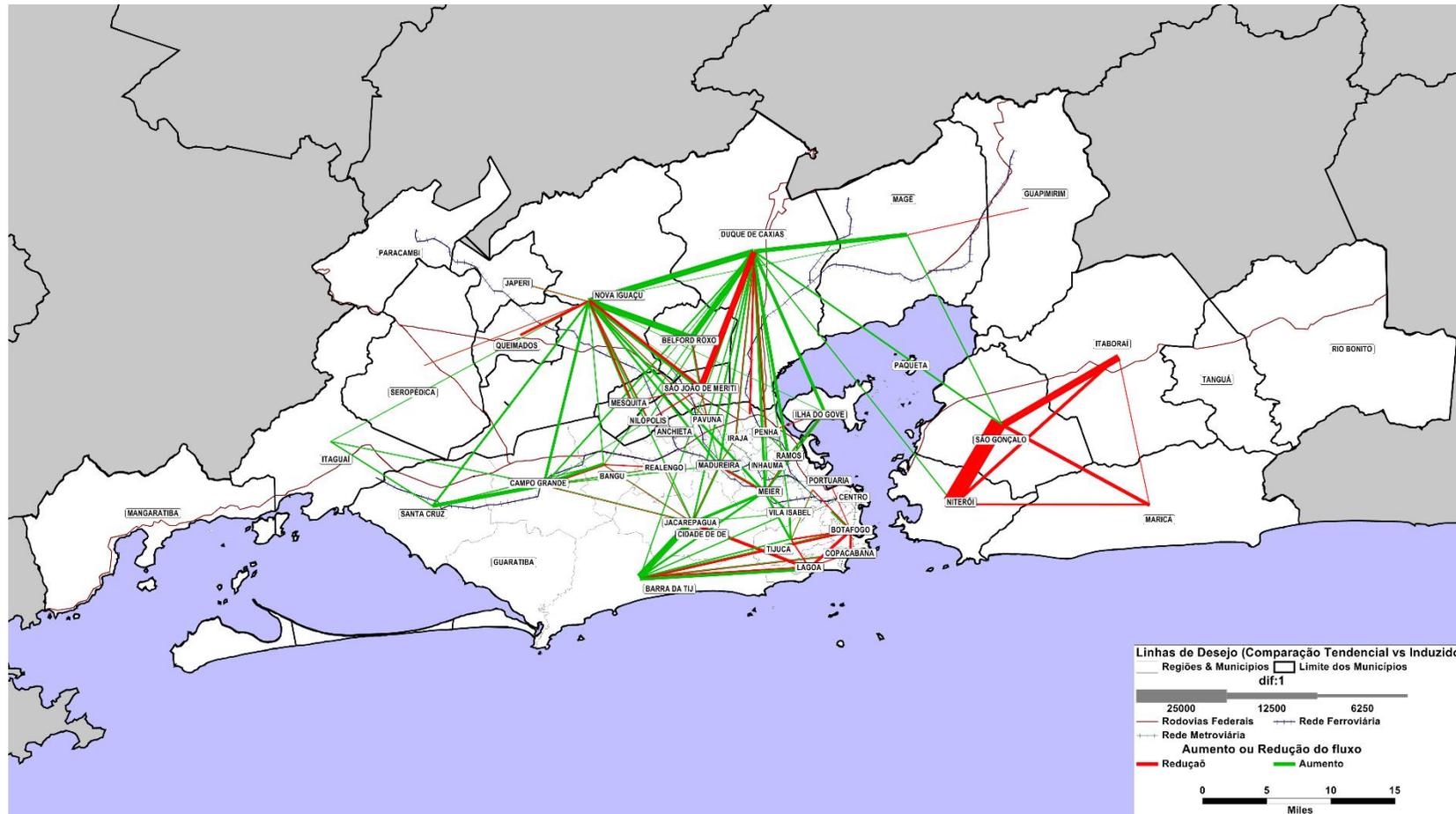


Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Nas [Figura 50](#) e [Figura 51](#) observam as principais variações de fluxos modelados nos cenários Tendenciais e Induzido. Estas figuras mostram as diferenças de fluxos superiores a 750 viagens (na hora pico manhã) entre os cenários Induzido e Tendencial. Marcadas de cor vermelha se observam os casos em que o cenário Induzido resultou um número menor de viagens, enquanto a cor verde identifica os casos contrários.

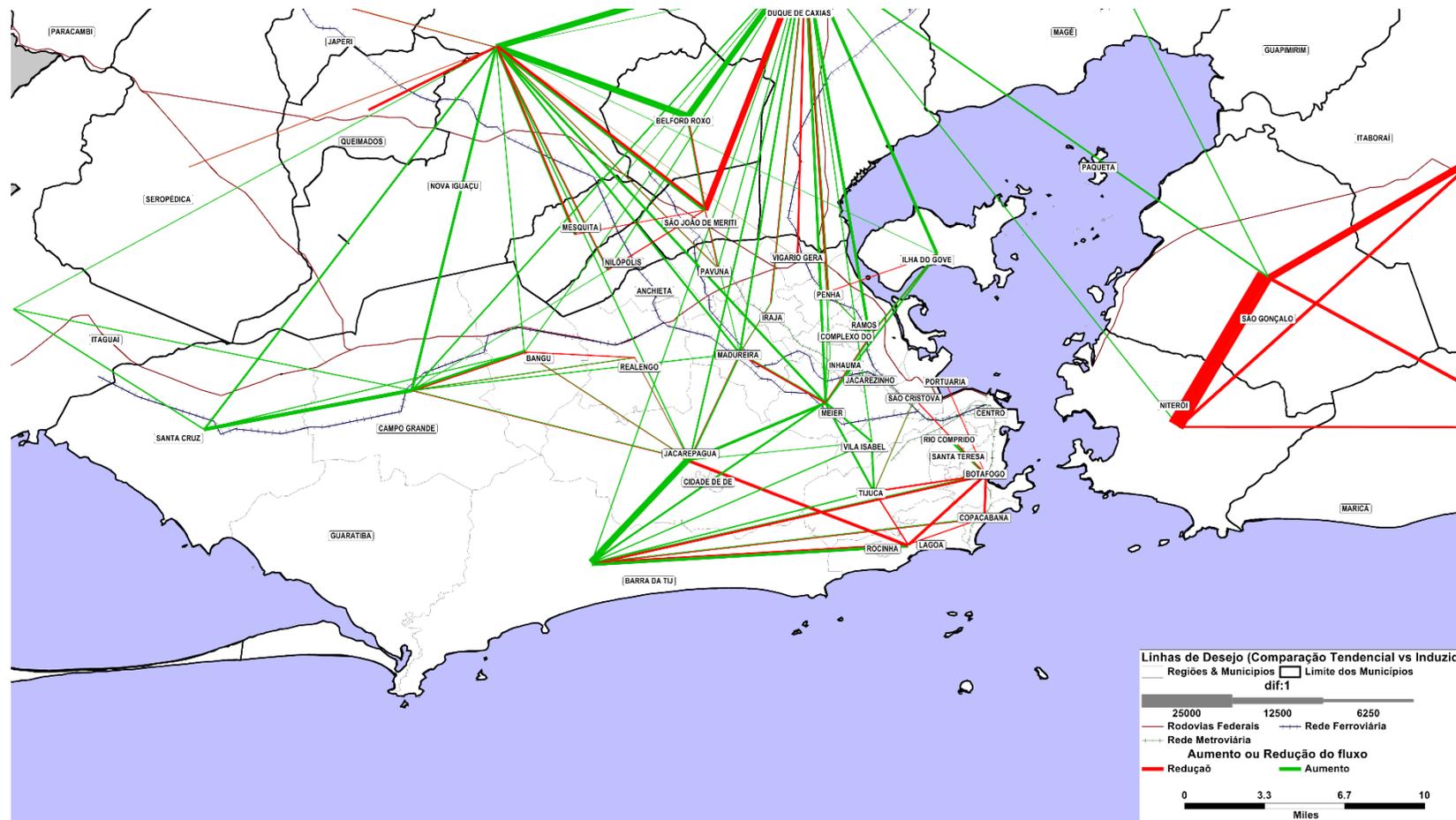
Nestas figuras, pode se observar como os principais efeitos deste exercício de planejamento se apresentam sobre algumas regiões periféricas ao centro do Rio de Janeiro. Enquanto as variações vinculadas ao centro do Rio de Janeiro são de menor magnitude.

Figura 50: Comparação dos fluxos entre Regiões/Municípios. Cenário Induzido vs Cenário Tendencial



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 51: Comparação dos fluxos entre Regiões/Municípios. Cenário Induzido vs Cenário Tendencial (Detalhe Município de Rio de Janeiro)



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

3.3. ALOCAÇÃO DE TRÁFEGO NA REDE

3.3.1. Divisão Modal e Indicadores de Produção do Sistema de Transporte

Alguns indicadores de mobilidade são comumente usados para avaliar os diferentes cenários, sendo o mais relevante deles a divisão modal das viagens na hora pico manhã entre transporte público e privado.

Tabela 34: Divisão modal na hora pico manhã nos cenários base, 2045 Tendencial e 2045 Orientado/Induzido

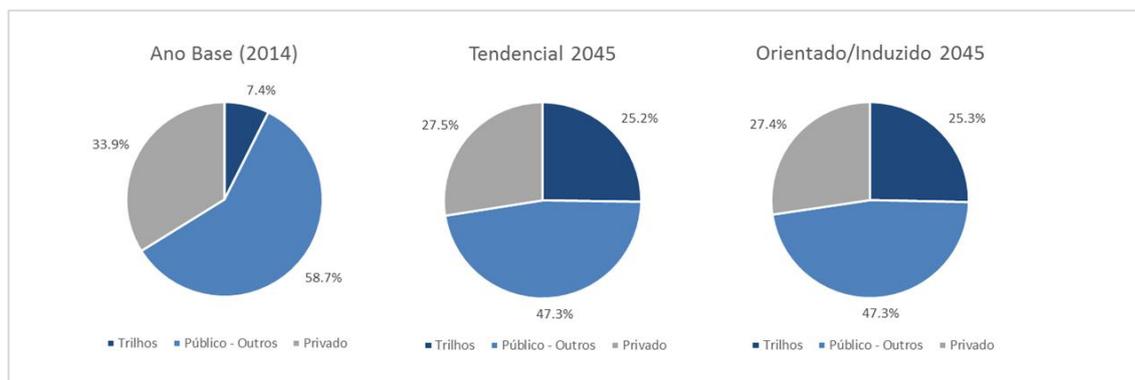
MODO	ANO BASE	2045 TENDENCIAL	2045 INDUZIDO
Público - Viagens que usam Metrô e Supervia	68 082	338 848	339 980
Público - Viagens que usam unicamente outros modais	541 865	634 441	635 168
Público - Total	675 323	973 290	975 147
Privado	323 013	369 255	367 397
TOTAL	998 336	1 342 544	1 342 544
% Público – Viagens que usam Metrô e Supervia	7%	25%	25%
% Público - Viagens que usam unicamente outros modais	54%	47%	47%
% Público - Total	68%	72%	73%
% Privado	32%	28%	27%

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Observa-se que nos dois cenários há um aumento no uso do transporte público para as viagens na hora pico manhã em relação ao ano base (2014). Entretanto, a diferença apresentada entre os dois cenários projetados para 2045 é pequena, sendo a distribuição do cenário Orientado/induzido mais favorável ao transporte público.

Separando o total das viagens entre os modos privado, público que usa Metrô ou Supervia e público que não usa Metrô nem Supervia, se percebe que a diferença da divisão modal entre os cenários Tendencial e Orientado/induzido, se dá no total de viagens que usam Metrô ou Supervia.

Gráfico 7: Divisão modal na hora pico manhã



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Com base nos demais indicadores, observa-se que a maior demanda de transporte público apresentada no cenário Orientado/Induzido leva consequentemente a um maior tempo médio de viagem para os usuários de transporte público neste cenário. Isto ocorre pois, com a configuração do cenário orientado, um maior número de pessoas possa usar o transporte público, transferindo-se do transporte individual. Considera-se nesse caso, o tempo total de deslocamento, desde o acesso ao modo, transbordos e tempos de caminhada até o desvio, o que leva os tempos somados com uso do transporte público serem maiores do que aqueles despendidos antes com o auto.

Tabela 35: Indicadores de Mobilidade Urbana

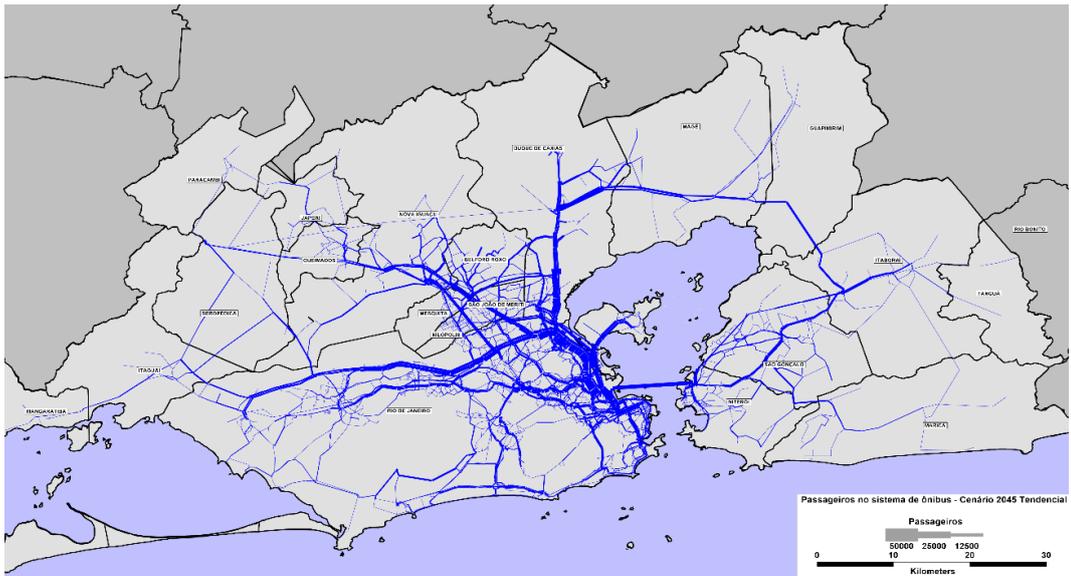
INDICADORES DE MOBILIDADE URBANA			
INDICADORES	ANO BASE	2045 TENDENCIAL	2045 ORIENTADO/INDUZIDO
Velocidade média Transporte Público (km/h)	8.9	17.1	17.1
Velocidade média Transporte Privado (km/h)	15.9	24.3	24.3
Tempo médio de viagem de transporte público (minutos)	176	93	95
Tempo médio de viagem de transporte privado (minutos)	51	32	32
Pass*km	17,695,866	25,882,688	26,442,142
Veic*km	4,364,064	4,766,311	4,786,546

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

3.3.2. Carregamento do Sistema de Transportes e Níveis de Saturação

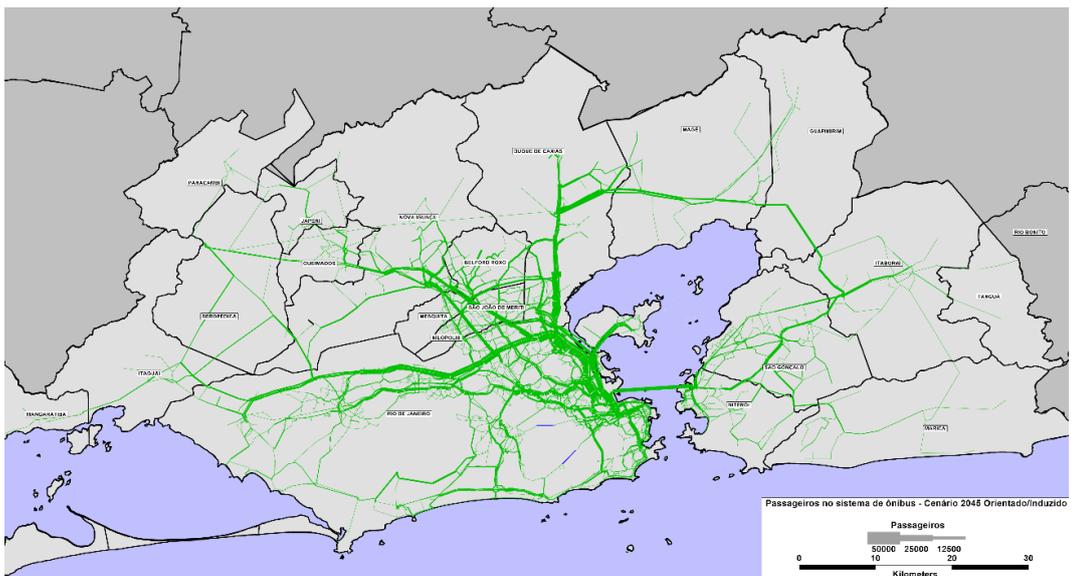
- Passageiros no sistema de transporte coletivo (ônibus)

Figura 52: Passageiros no sistema de ônibus na hora pico manhã para cenário de 2045 Tendencial



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

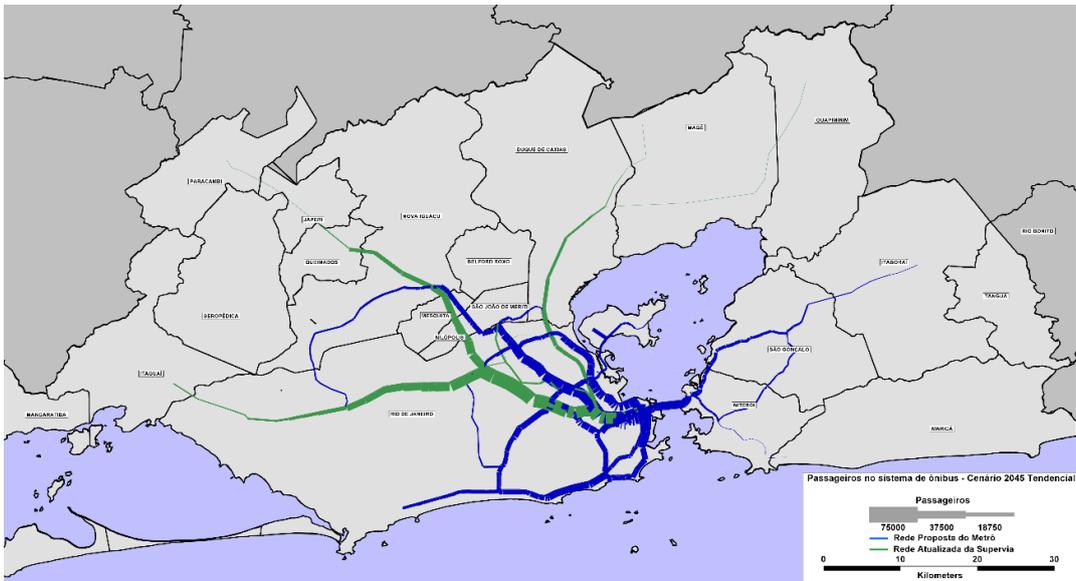
Figura 53: Passageiros no sistema de ônibus na hora pico manhã para cenário de 2045 Orientado/Induzido



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

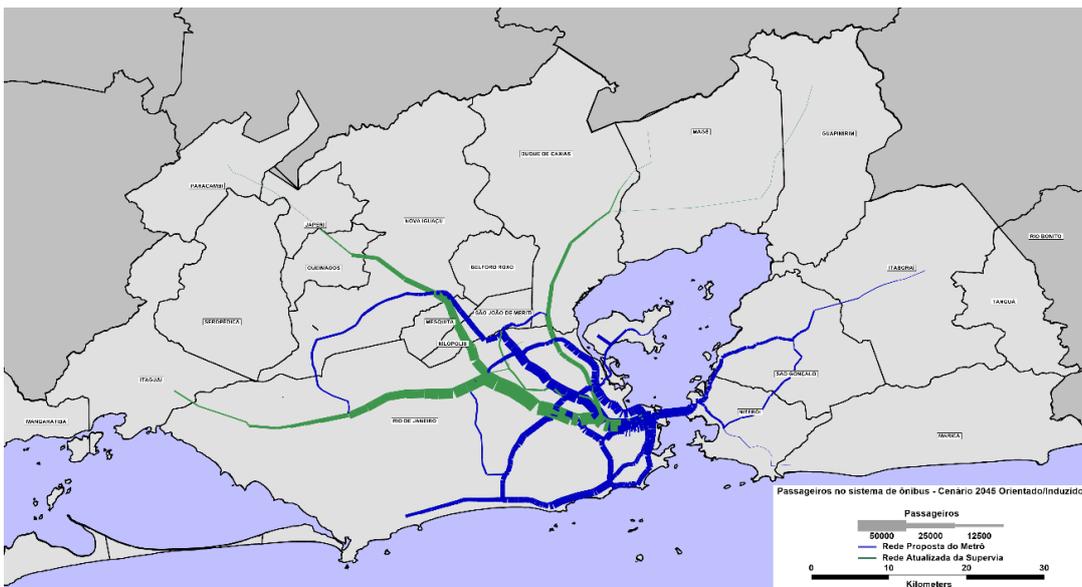
- Passageiros no sistema de transporte coletivo (metro, supervia, VLT, Barca)

Figura 54: Passageiros no sistema de Metrô e Supervia na hora pico manhã para cenário de 2045 Tendencial



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

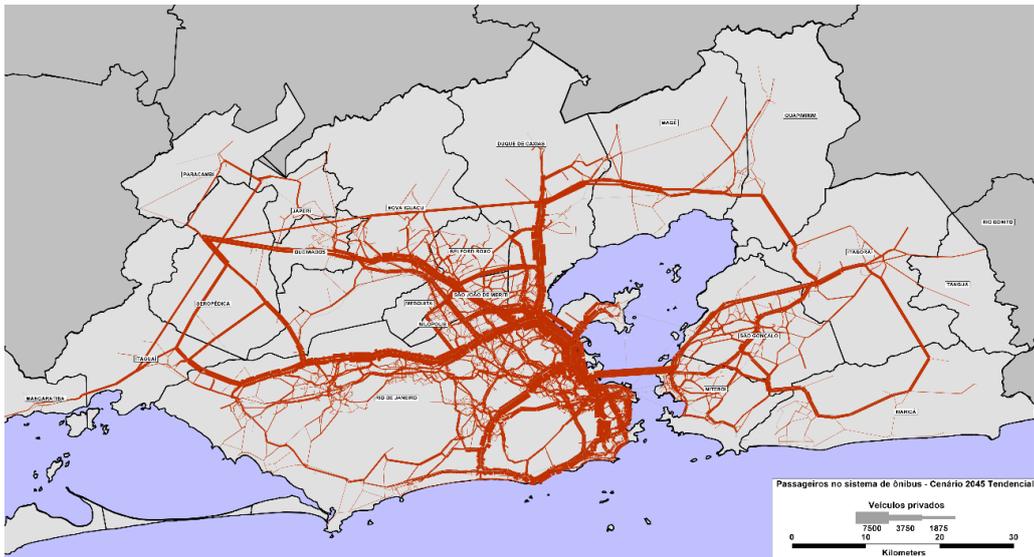
Figura 55: Passageiros no sistema de Metrô e Supervia na hora pico manhã para cenário de 2045 Orientado/Induzido



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

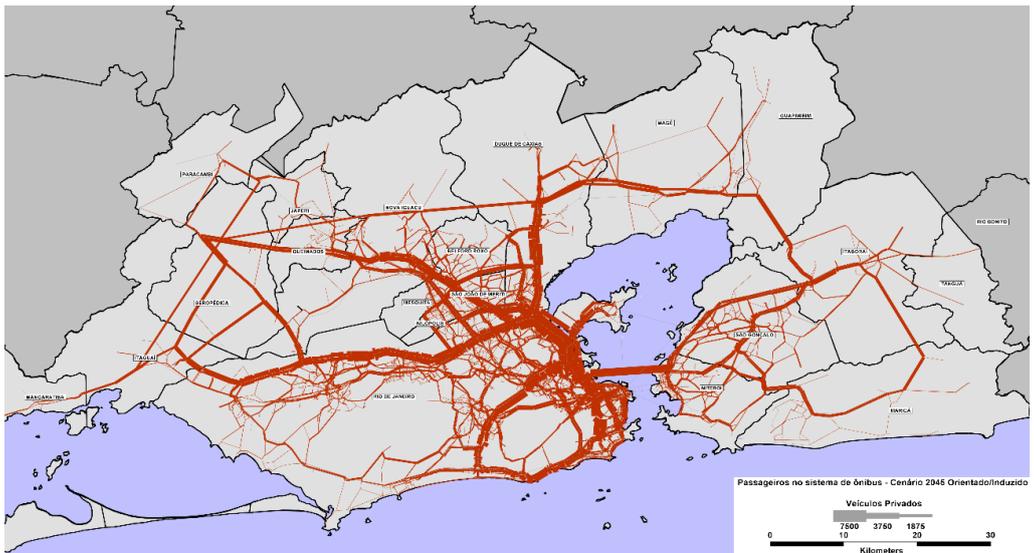
- Passageiros no sistema de transporte individual

Figura 56: Veículos privados na hora pico manhã para cenário de 2045 Tendencial



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 57: Veículos privados na hora pico manhã para cenário de 2045 Orientado/Induzido



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

4. ANÁLISE DOS FLUXOS DA REDE PROPOSTA

Nesta seção apresenta-se a metodologia estabelecida para a análise dos resultados das simulações da Rede proposta e suas alternativas, assim como os diferentes cenários de desenvolvimento urbano planejado até o momento. Esta seção se desenvolve em duas partes. A primeira é uma explicação conceitual do processo de análise e definição do Plano Diretor Metroviário.

Em um segundo momento mostram-se os primeiros resultados obtidos para a primeira etapa de análise da base proposta.

4.1. ANÁLISE MULTICRITERIAL

Até o momento, o estudo consolidou uma Rede Metroviária Base proposta desde a perspectiva de análise urbana, exercícios de planejamento anteriores, a identificação de corredores com alta concentração de oferta e demanda, viabilidade de implantação, assim como potencial de crescimento/desenvolvimento futuro de polos devido a suas dinâmicas atuais.

No entanto, este processo não incluiu a análise de desempenho ou resultados da rede proposta. Assim, é necessário realizar uma análise objetiva dos resultados e impacto que esta rede supõe, e então identificar a oportunidade de executar esta proposta.

A análise seguinte determinará a configuração final do PDM. Neste processo poderão ser descartados tramos ou linhas que foram propostas, realizar modificações de traçado, assim como levantar requerimentos operacionais para o melhor funcionamento da Rede Proposta.

Desse modo, faz-se necessária uma metodologia que permita analisar a Rede Metroviária Proposta desde a sua configuração e funcionamento como uma rede articuladora de viagens da RMRJ, até a priorização de linhas para a definição de um plano de implantação desta rede.

As metodologias descritas nesta seção se caracterizam pela necessidade de decompor o processo em etapas, a fim de criar uma cadeia de decisões que culminam na definição do PDM. O processo de avaliação da Rede Base Proposta é composto de cinco filtros de análise divididos em 3 (Três) etapas:

1. Etapa 1:

- a. Filtro 1: Análise inicial da rede base proposta e comparação e avaliação dos cenários de desenvolvimento urbano;
- b. Filtro 2: Depuração de Rede Base. Remoção de linhas e trechos;

2. Etapa 2:

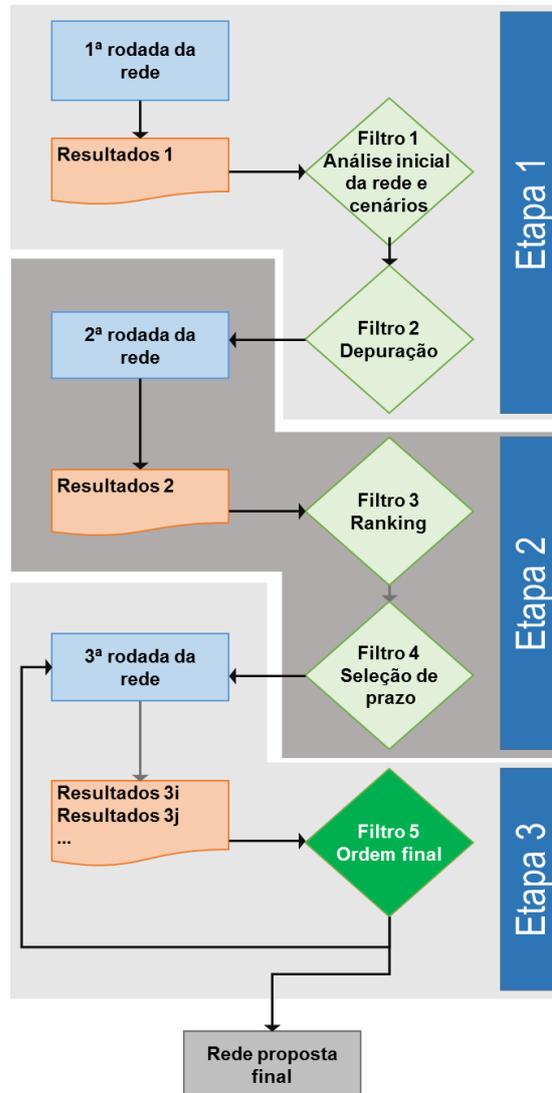
- a. Filtro 3: Reconfiguração da Rede Metroviária Proposta;
- b. Filtro 4: Seleção de linhas para cada horizonte de análise;

3. Etapa 3:

- a. Filtro 5: Priorização de linhas de definição do Plano Diretor Metroviário.

A [Figura 58](#) apresenta um diagrama de processos da metodologia desenhada para a avaliação do PDM. A seguir são detalhadas cada uma das fases deste processo.

Figura 58: Processo de avaliação e definição da Rede Metroviária Proposta



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Nas seções seguintes detalha-se a metodologia proposta de forma conceitual. A definição dos indicadores, bem como a aplicação desta metodologia é abordada nos itens 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 deste documento.

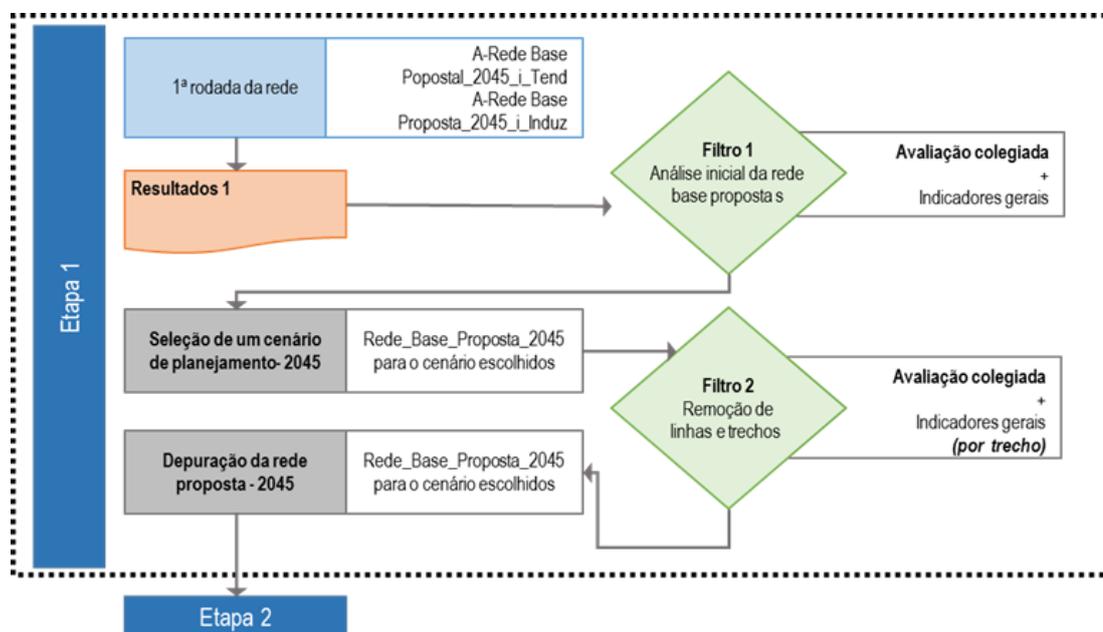
4.1.1. Etapa 1: Análise Inicial e Depuração da Rede Base Proposta

Dadas as características específicas de custo e operação dos sistemas sobre trilhos, faz-se necessário definir as características dos corredores que foram identificados dentro da Rede Base Proposta tornando-os susceptíveis a implantação de um sistema como o Metroviário.

Se o procedimento de análise de viabilidade de uma linha de Metrô é extremamente complexo, para início de todas as análises de conformação do Plano Diretor a problemática pode ser resumida no seguinte propósito: Definir qual deve ser o objetivo da Rede Metroviária da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Esta primeira etapa de análise tem isso como meta. Assim, dada à definição de uma Rede Base deve criar-se critérios para a definição desta Rede Objetivo. Com essa premissa, se propõe a aplicação de dois momentos de análise a partir dos quais será definida a Rede Objetivo dentro do PDM. A Figura 59 apresenta em detalhe o processo de aplicação dos filtros de análise da etapa 1 desta metodologia.

Figura 59: Etapa 1 de análise avaliação Rede Metroviária Proposta



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

4.1.1.1. Filtro 1: Análise Inicial e Depuração da Rede Base Proposta e Comparação e avaliação dos cenários de desenvolvimento urbano

▪ Resultado esperado:

Diferentes cenários de crescimento da cidade podem apresentar diferentes requerimentos de implantação de uma rede de transportes em massa. Desse modo, pretende-se obter indicadores de resultados gerais que permitam identificar as principais diferenças a serem consideradas na definição do PDM. A intenção neste momento é entender as diferenças no desempenho para ambos os cenários de planejamento.

Portanto, o resumo final desta etapa é a seleção de um cenário de planejamento, bem como as considerações principais a serem tomadas por conta da possibilidade de ocorrer um cenário de crescimento alternativo da cidade.

▪ Procedimento:

Inicialmente conta-se com dois cenários de desenvolvimento urbano nos quais é testado o desempenho da Rede Base Proposta através da simulação no Transus do horizonte 2045 de ambos os cenários. Para esse filtro serão aplicados indicadores de mobilidade da rede e da cidade em conjunto, bem como a análise da equipe técnica do Consórcio e da RioTrilhos.

▪ Indicadores:

Os indicadores a serem implementados nesta etapa são os seguintes:

- Rede de Captação
- Impacto do tempo de viagem de passageiros (público e privado)
- Utilização de veículo privado
- Divisão Modal

4.1.1.2. Filtro 2: Depuração de Rede Base – Remoção de Linhas e Trechos

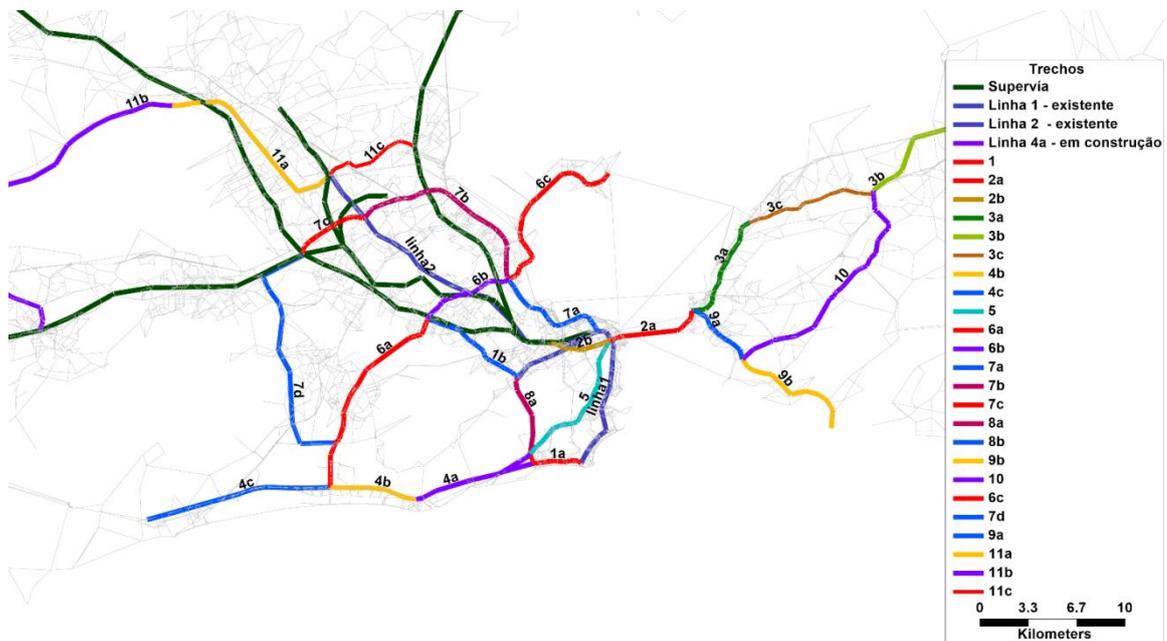
▪ Resultado esperado:

Uma vez definido um cenário de desenvolvimento urbano para ser simulado, o passo seguinte é definir a configuração da Rede Final. Espera-se que de todos os corredores identificados possam existir alguns trechos onde os critérios de demanda e volumes de passageiros não justifique a implantação de um corredor de Metrô. Nesta etapa busca-se descartar alguns tramos ou linhas para os quais a tecnologia de sistema de metrô não é a mais apropriada.

▪ **Procedimento:**

Primeiramente são definidos todos os trechos nos quais será desagregada a Rede Base Proposta. A Figura 60 a seguir apresenta esta classificação de trechos.

Figura 60: Definição de trechos para aplicação do filtro 2



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Com essa definição de trechos e os resultados da simulação inicial realiza-se uma comparação de indicadores de desempenho de cada trecho. Esta análise comparativa busca identificar quais são os

segmentos da rede proposta que geram os maiores benefícios por estarem localizados onde acontece a maior absorção de usuários ou a maior concentração de fluxos.

A princípio, cada trecho poderia ter uma alta atração de demanda, um alto volume de passageiros ou ambas as características para ser considerado como um tramo viável para a implantação do Metrô.

Vale mencionar que também existem requerimentos do tipo estrutural para a configuração de uma rede. Ou seja, alguns tramos podem depender substancialmente de outros para manter o funcionamento desejado da rede. Por exemplo, no caso de tramos que funcionam exclusivamente como alimentadores da rede ou troncalizadores da demanda de alguma bacia, pode ser observado que a absorção de passageiros e o volume dos fluxos seja baixo. Neste caso, este trecho poderia ser substituído por outra técnica para realizar a alimentação da rede. Por outro lado, um tramo intermediário ou algum que sirva como ligação de outras duas linhas poderia ter uma baixa absorção de demanda lindeira, no entanto, é vital para o funcionamento desejado dessa rede. Por estes motivos, o descarte de trechos para a definição da Rede Objetivo Final proposta pelo PDM realiza-se também depois de uma análise conjunta com a equipe técnica contratante.

▪ **Indicadores:**

Os indicadores que serão implementados nesta etapa são os seguintes:

- Carregamento do trecho
- Embarques

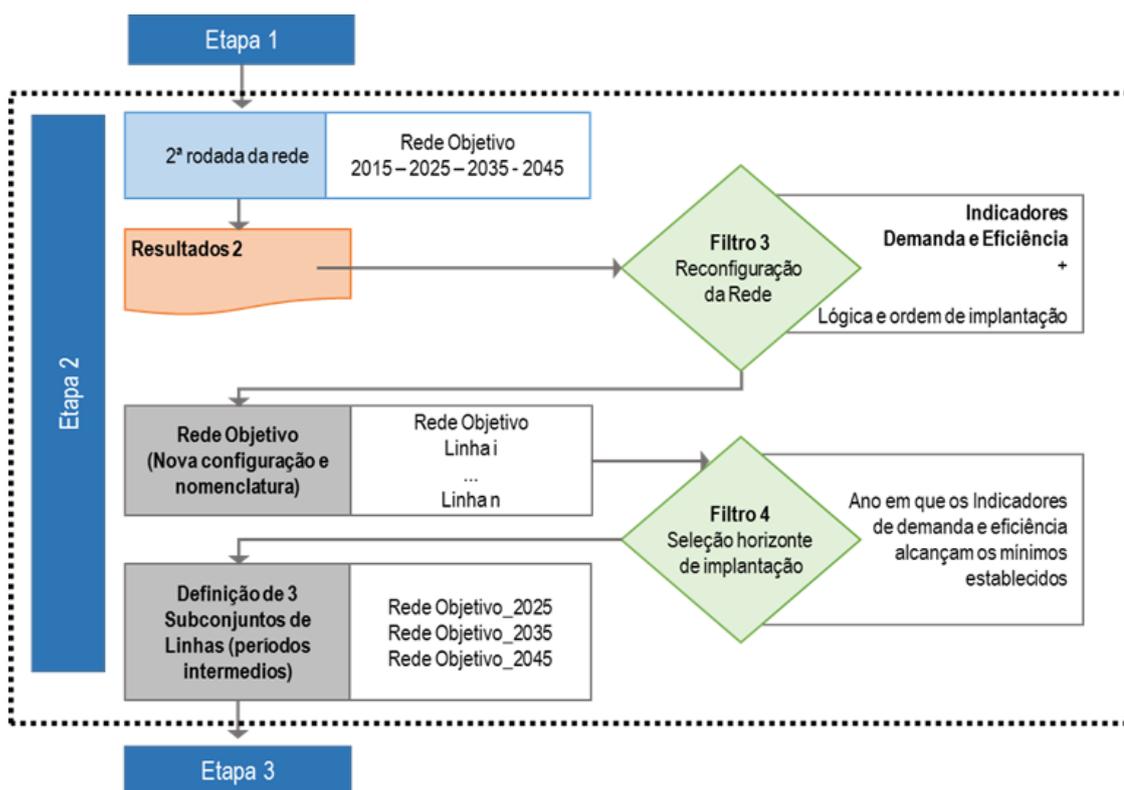
4.1.2. Etapa 2: Reconfiguração da Rede Metroviária e Definição de Horizontes de Implantação das Linhas

Entende-se que o funcionamento da Rede Metroviária será o esperado, uma vez que se implante todas as linhas projetadas. No entanto, é evidente que as linhas serão implementadas em alguma ordem, com defasagem temporal entre a construção e início de operações de cada linha. Assim, um dos problemas a serem resolvidos é definir um plano de implantação da Rede Metroviária que determine a sequência de linhas propostas, bem como os horizontes para os quais é recomendada a execução de cada projeto.

Dada a complexidade de realizar simulações que considerem todas as possíveis combinações de linhas para todos os horizontes de planejamento, esta metodologia busca reduzir este problema e definir subconjuntos de linhas de acordo com os seus indicadores de desempenho em cada horizonte de planejamento para posteriormente serem provadas/testadas individualmente dentro do horizonte selecionado.

Propõe-se a aplicação de dois filtros dos quais serão definidos os horizontes de implantação das linhas de metrô. A [figura 61](#) mostra em detalhe, o processo de aplicação dos filtros de análise da Etapa 2 desta metodologia.

Figura 61: Etapa 2 de análise avaliação Rede Metroviária Proposta



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

4.1.2.1. Filtro 3: Reconfiguração da Rede Metroviária Proposta

- **Resultado esperado:**

Nesta etapa obtém-se da etapa anterior uma Rede Objetivo, produto de uma possível redução da Rede Base Proposta. Existe a possibilidade de que seja requerida uma nova articulação das linhas identificadas e de sua nomenclatura.

Esta etapa supõe um objetivo simples, mas necessário, toda vez que a lógica da rede de metrô proposta for estabelecida com outra rede. Existe a possibilidade de que estes ajustes sejam menores e não modifiquem significativamente a definição dos corredores e linhas propostas inicialmente.

- **Procedimento:**

Para esta etapa requer-se uma segunda iteração das simulações com a Rede Objetivo. Neste caso são realizadas as simulações também para os horizontes intermediários de planejamento (2025, 2035, 2045). Baseado nos resultados destas simulações e das modificações que sofreu a Rede Proposta deverá ser definido uma nova organização das linhas. A análise dos fluxos e volumes de passageiros servirá para definir uma nova nomenclatura de linhas, caso necessário.

- **Indicadores:**

Os indicadores a ser implementados nesta etapa são os seguintes:

- Volume de demanda (Pass*km)
- Requerimento de infraestrutura por passageiro (\$/pass)
- Carregamentos da rede

4.1.2.2. Filtro 4: Seleção de Linhas para cada horizonte de análise

- **Resultado esperado:**

Nesta análise se espera a identificação do horizonte em que os indicadores de desempenho operacional de cada linha alcançam os níveis nos quais é recomendável a implantação de um sistema de

metrô. Esta análise é semelhante à realizada durante o Filtro 2 desta metodologia, realizado para a seleção de tramos que comandarão a Rede Metroviária Proposta. Desse modo, os critérios de seleção propostos são semelhantes aos utilizados anteriormente.

- **Procedimento:**

Realizadas as simulações, são obtidos os resultados operacionais de cada linha para cada horizonte. Assim, pode-se analisar qual é o comportamento histórico esperado de cada linha e determinar em que horizonte a linha conta com características operacionais que são recomendadas para a implantação de um sistema de metrô. Esta análise pode ser realizada também em nível de segmento de linhas.

Adicionalmente, devem ser estudados possíveis requerimentos de lógica de implantação. Isto é, detectar aqueles segmentos da rede que requerem a implantação prévia ou simultânea de outro segmento para garantir a obtenção dos resultados observados nas simulações.

Nestes casos existe a possibilidade de determinar a implantação dentro de algum horizonte de um trecho em que a princípio não conta com resultados que justifiquem sua implantação, assim como também é possível postergar a implantação de ambos os segmentos vinculados, dependendo das características específicas do caso.

- **Indicadores:**

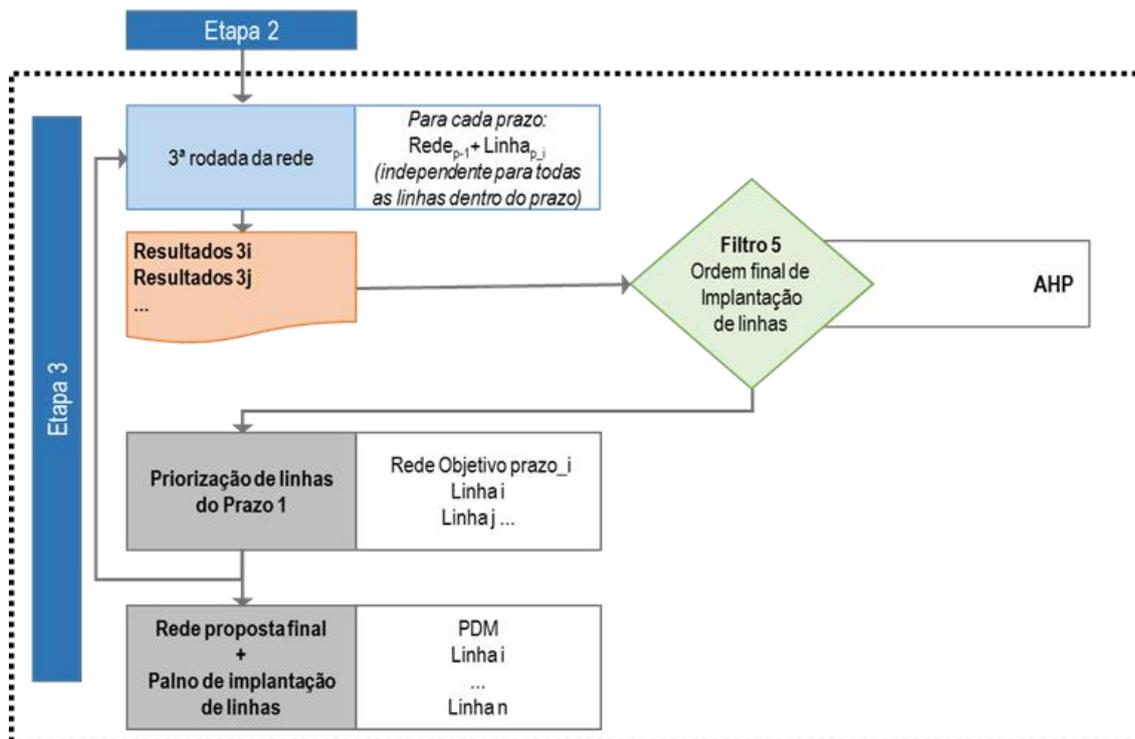
Os indicadores a serem implementados nessa etapa são os seguintes:

- Carregamento por trecho
- Embarques por km

4.1.3. Etapa 3

Nesse momento é necessário definir um plano detalhado de implantação de linhas. Com as linhas selecionadas dentro de cada horizonte de planejamento se faz necessário comparar o desempenho destas, individualmente para a sua priorização. Para isso, utiliza-se o AHP – Análise Hierárquica de Projetos – ferramenta para organizar e estudar a análise de decisões complexas. A [Figura 62](#) a seguir sintetiza o processo da terceira etapa de análise da Rede Metroviária Proposta, retornando a priori de linhas para o PDM.

Figura 62: Etapa 3 de análise avaliação Rede Metroviária Proposta



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Antes de detalhar o AHP é importante ressaltar que não se trata de uma técnica que busca a solução ótima para determinado problema, mas sim, uma ferramenta de apoio à tomada de decisão que, utilizando modelos quantitativos e um método estruturado, auxilia os atores no processo decisório. Dentro da metodologia do AHP, a tomada de decisões pode ser estruturada em quatro passos:

1. Definir o problema;
2. Estruturar a decisão de forma hierárquica, partindo do objetivo principal até os níveis mais baixos;
3. Desenvolver comparações hierárquicas para critérios do mesmo nível hierárquico e, a partir delas, definir o peso de cada critério;
4. Avaliar cada solução dentro dos critérios, calculando-se a prioridade total de cada alternativa.

No PDM, esta metodologia será aplicada de forma participativa, com a inclusão ativa dos *stakeholders* através do comitê técnico.

4.1.3.1. Filtro 5: Priorização de linhas de definição do Plano Diretor Metroviário

O quinto filtro consiste na seleção, por meio do método de análise multicriterial conhecido como AHP, das linhas de maior viabilidade e/ou prioridade de implantação na visão de técnicos especialistas. Para a consecução dessa atividade é necessário definir critérios e subcritérios, os quais receberão pesos e serão ponderados pelos especialistas.

Posteriormente, as linhas da Rede Base serão comparadas entre si, com base nos indicadores definidos nesta etapa do trabalho. Os indicadores são de dois tipos: os quantitativos, extraídos diretamente das simulações realizadas no software TRANUS e os qualitativos, com graus atribuídos pelos especialistas. Apresenta-se a seguir, o conjunto de critérios, subcritérios, indicadores e respectivas métricas da AHP a ser realizada no quinto filtro.

Tabela 36: Conjunto de critérios AHP

Conjunto De Critérios AHP			
Critérios	Sub-Critérios	Índices	Métrica
Custo	Custo de Construção	Custo Médio de Construção por passageiro (levando em conta as desapropriações, obras civis, sistemas, material rodante e custo de páteo).	R\$/ Pass
	Custo de Operação	Custo Médio Operacional por passageiro (levando em conta energia elétrica, mão de obra, manutenção e segurança).	R\$/ Pass
Impactos Sociais	Imp. na Mobilidade	Redução do Tempo Médio de Viagem (dos usuários e não usuários do sistema) por Km de linha	Pass x hr /Km
	Imp. Sócio-Ambientais	Redução do auto x Km	auto x Km
	Desenvolvimento Urbanístico	Potencial de indução de desenvolvimento nas áreas de influência das novas estações (2) e incentivo ao desenvolvimento de centralidades de 1ª e 2ª grandezas (4)	Nota (1)
Demanda	Passageiros Transportados	Pass/km	Pass x Km
	Equilíbrio na Demanda	Pendularidade (Part% do fluxo no total da demanda no pico em cada sentido) na hora pico Renovação (Demanda trecho crítico/Total da demanda no sentido, no mesmo sentido) na hora pico	Pass sentido hp / total pass hp Pax no trecho crítico / total pass hp
Oferta	Conectividade	Cobertura de destinos com 1 transferência	Destinos atingíveis / destinos totais
	Atendimento a grandes pólos	Quantidade de polos atendidos diretamente pelo metrô	polos pré-listados
Impacto Político e Institucional	Convênio e Atribos Políticos	Grau de dificuldade de: vencer a inércia da implantação da linha; realizar as desapropriações; entendimento com outras esferas de poder (3).	Nota (1)

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

O resultado da AHP será um ranking de prioridades das linhas da Rede BASE, em ordem decrescente.

4.2. GERAÇÃO DE INDICADORES PARA AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS

A seguir são apresentados os resultados associados à aplicação da metodologia antes descrita. Tal como descrito anteriormente, existem resultados para cada etapa de análise. No entanto, no momento do estudo conta-se com os resultados da Etapa 1 desta metodologia, onde se busca definir uma Rede Objetiva para o horizonte 2045.

Desse modo, a seguir são apresentados os resultados para os Filtros 1 e 2. A aplicação das seguintes etapas de análise e definição do PDM depende principalmente da avaliação destes resultados pela equipe técnica contratante, bem como a obtenção de outras informações, tais como: a estimativa de custos de investimento para aplicação estimativa de alguns indicadores e aplicação da metodologia AHP. A metodologia e estado no qual se encontra a estimativa de custos de infraestrutura e operação para o planejamento do PDM é detalhada no [item 5](#) deste relatório.

4.2.1. Filtro 1. Análise da rede base proposta. Comparação e avaliação dos cenários

A seguir são apresentados os resultados iniciais dos processos de avaliação da Rede Base Proposta. Da [Figura 63](#) até a [Figura 70](#) são mostrados os fluxos melhorados para a Rede Base Proposta em ambos os cenários: Tendencial e Induzido.

Nestas figuras se pode observar o quão semelhante é o funcionamento da rede em ambos os casos. As diferenças de volumes não chegam a representar uma variação significativa. Além dos sentidos críticos dos corredores, a localização dos pontos de maior carga se mantém.

Como já foi abordado nos itens anteriores, os efeitos esperados dada a distribuição de população e empregos sugere que o cenário induzido não gere tantas mudanças de produção ou atração de viagens ou distribuição de viagens entre os principais polos geradores de viagens da RMRJ. Isto é, ainda que haja mudanças na composição da matriz de viagens da RMRJ, estas são relativamente baixas se comparadas aos volumes atuais, principalmente aqueles que acontecem entre os principais polos da área de estudo.

Em consequência da situação descrita, os fluxos observados de uma Rede de Transporte de alta capacidade são muito semelhantes.

Figura 63: Mapas. Carregamento das linhas Tendencial x linha na hora pico manhã



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 64: Carregamento das linhas Tendencial x linha (detalhe do centro do Rio de Janeiro e de Niterói) na hora pico manhã



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 65: Mapas. Carregamento das linhas Induzido x linha na hora pico manhã



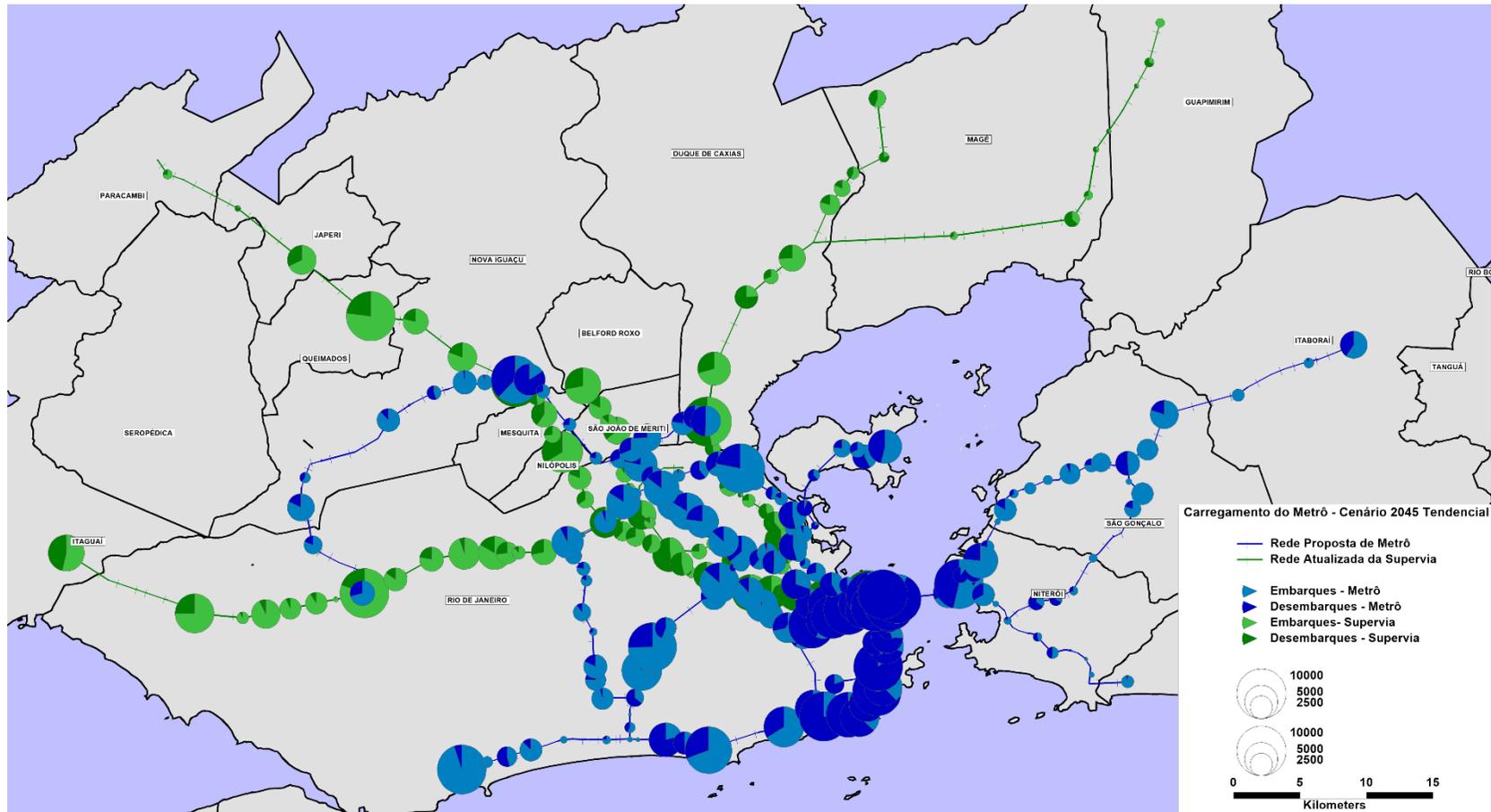
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 66: Mapas. Carregamento das linhas Induzido x linha (detalhe do centro do Rio de Janeiro e de Niterói) na hora pico manhã



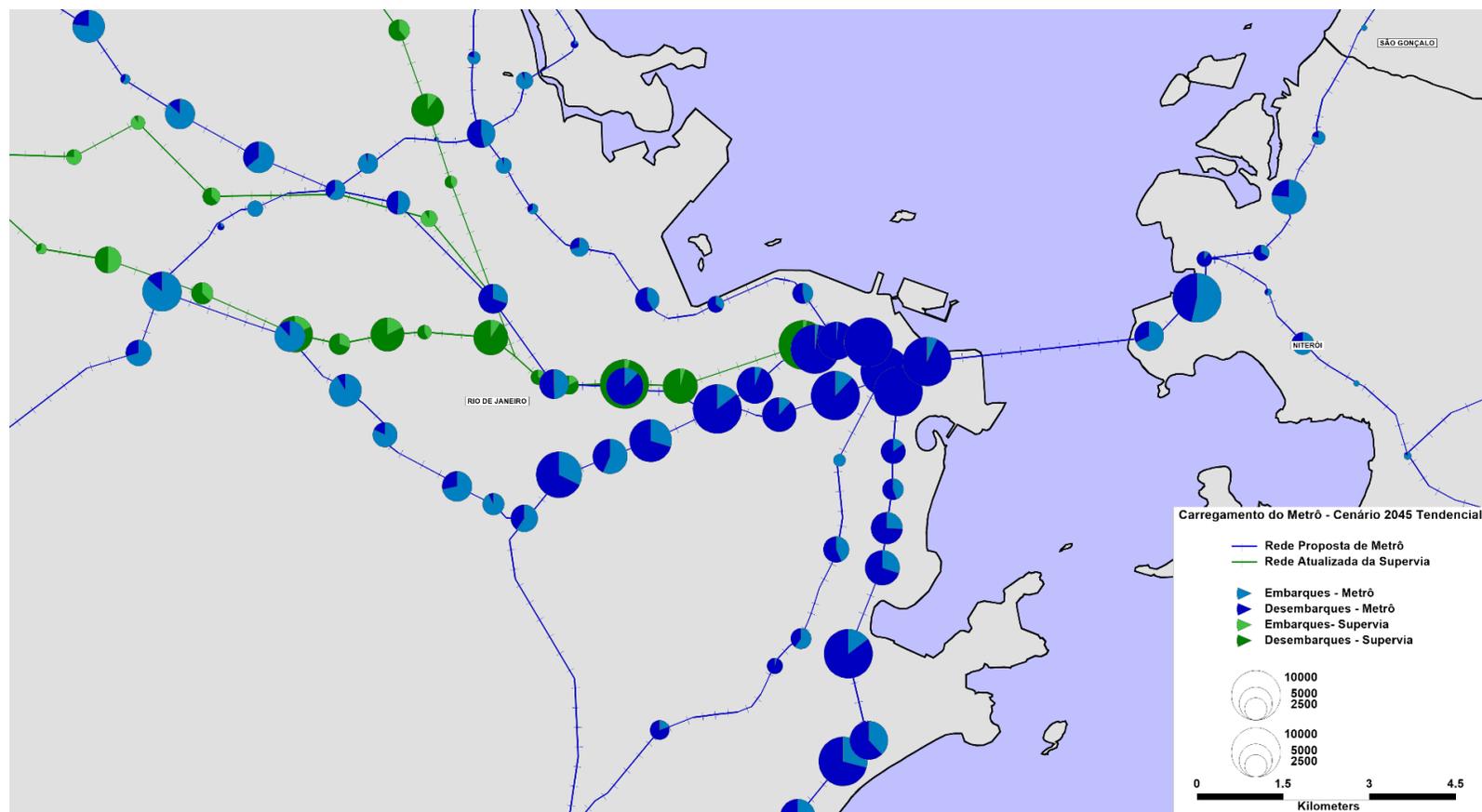
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 67: Embarque / Desembarque por estação na Rede Metroviária Proposta e na Rede da Supervia no cenário Tendencial – Pico da Manhã



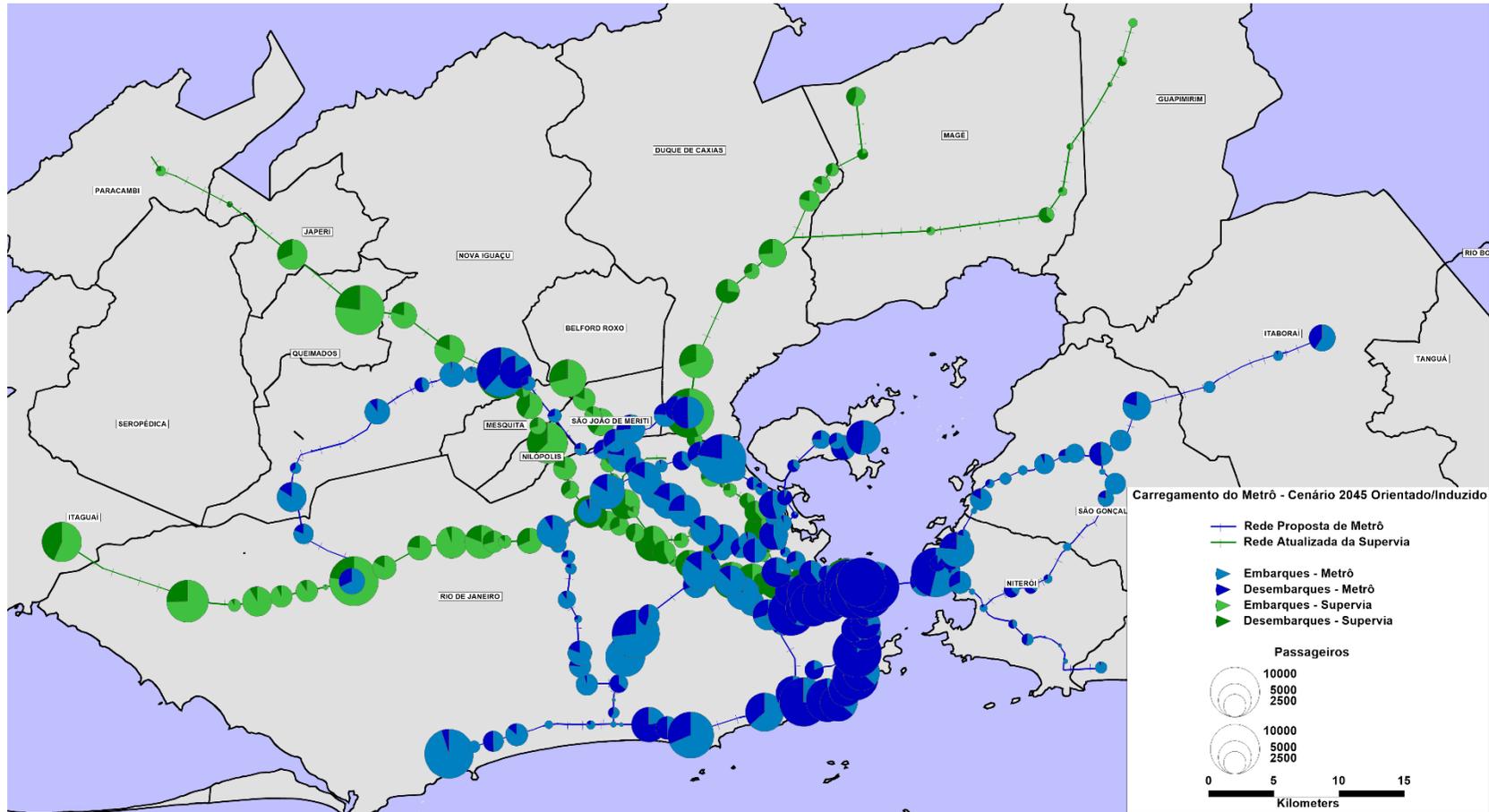
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 68: Embarque / Desembarque por estação na Rede Metroviária Proposta e na Rede da Supervia no cenário Tendencial (detalhe do centro do Rio de Janeiro e de Niterói) – Pico da Manhã



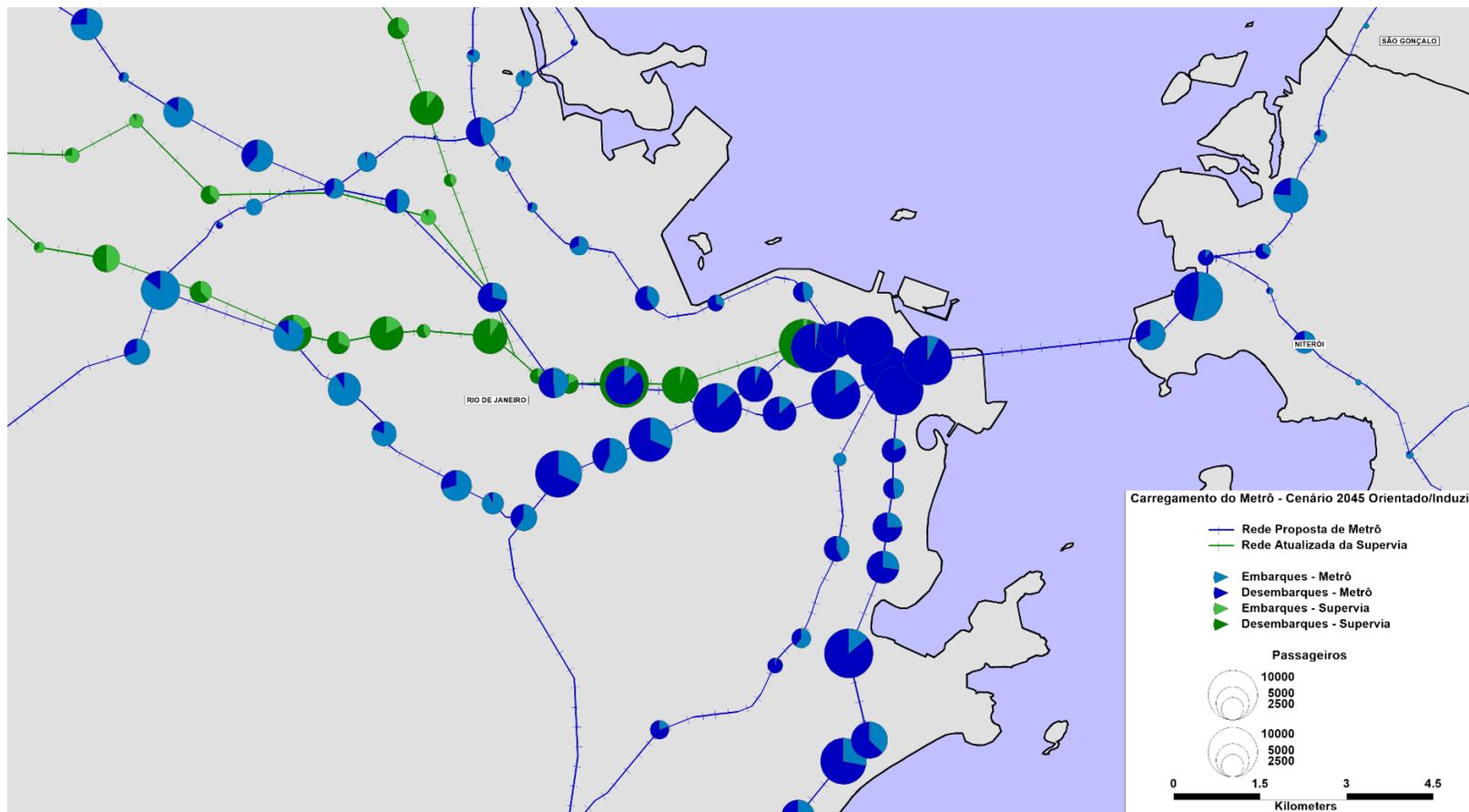
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 69: Embarque / Desembarque por estação na Rede Metroviária Proposta e na Rede da Supervia no cenário Induzido – Pico da Manhã



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 70: Embarque / Desembarque por estação na Rede Metroviária Proposta e na Rede da Supervia no cenário Induzido (detalhe do centro do Rio de Janeiro e de Niterói) – Pico da Manhã



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Quanto aos indicadores de desempenho propostos para a aplicação do primeiro filtro de análise, também se pode observar algumas diferenças que serão detalhadas a seguir:

Tabela 37: Resumo dos Indicadores de resultados dos cenários tendencial e induzido

RESUMO DOS INDICADORES DE RESULTADOS DOS CENÁRIOS TENDENCIAL E INDUZIDO				
Índices	Métrica	Cenários 2045		DIF
		Tendencial	Induzido	
Captação média por km	embarque / km	801	805	0,5%
Tempo médio de viagem coletivo	min / pass	93	95	2,2%
Tempo médio de viagem individual	min / pass	32	32	32%
Auto x Km	auto * km	4.766.311	4.778.861	0,3%
Divisão modal (coletivo)	% viagens TC	72%	73%	0,2%

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

- **Captação média por km**

Este indicador visa detectar em qual cenário a rede de alta capacidade possui uma melhor captação de viagens, o que poderia indicar um melhor cenário financeiro ou uma melhoria no funcionamento dos outros sistemas de transporte da cidade.

Isto porque se entende que a rede de alta capacidade é a mais eficiente operacionalmente dentre os sistemas de transporte e conforme as viagens usam este sistema, se libera espaço nos outros modos, efeito que melhora o desempenho destes. Para este indicador se observa um ligeiro aumento no cenário induzido.

- **Divisão modal**

Assim como o indicador de captação média da rede de metrô, um cenário com maior uso do transporte coletivo supõe menos externalidades provocadas pelas viagens. Semelhante à captação média, o indicador aponta valores muito próximos para ambos os cenários, com uma leve melhoria no cenário induzido.

- **Tempo médio de viagem coletivo, tempo médio de viagem individual e Auto *km**

Estes indicadores geralmente usados para caracterizar a mobilidade de uma cidade refletem uma das variáveis principais de custo de viagem assimiladas pela população. Ao mesmo tempo em que se mantém uma semelhança entre os cenários, o cenário induzido supõe um maior tempo gasto pelos usuários de transporte coletivo, assim como um maior número de quilômetros rodados pelos veículos de transporte individual. Certamente, a transferência de viagens do modo privado para o público, ocasiona menor trânsito nas vias, o que induziria novamente a realização de novos deslocamentos por autos particulares.

4.2.2. Filtro 2: Depuração de Linhas e Trechos

Para a aplicação do segundo filtro de análise foram utilizados os resultados de ambos cenários de simulação. Como já descrito anteriormente esta etapa busca identificar os trechos da rede proposta que ainda no horizonte 2045 não tenham fluxo de passageiros que justifiquem a construção de um sistema de metrô.

Os indicadores analisados são a carga crítica do trecho e um indicador de embarques por quilômetro. Para o indicador de carga crítica foi definido como volume limite mínimo de 15 mil passageiros por hora sentido, isto é, foram detectados os trechos nos quais este volume não é alcançado em nenhum dos dois sentidos.

Este valor foi determinado a partir do cálculo que para se alcançar esta oferta com serviço de ônibus é requerida uma frequência de 118 veículos articulados por hora (considerando 128 passageiros por veículo). Esta frequência, ainda que viável operacionalmente para um sistema de BRT, requer espaço viário não disponível na maioria dos casos e por isso começa a ser necessário considerar a alternativa metroviária.

No caso do indicador de embarque por quilômetro busca-se refletir a captação de usuários de cada trecho. Para tanto é necessário normalizar os resultados pela distância. Além disso, é importante considerar que cada trecho é útil tanto para os passageiros que embarcam quanto para os que passam pelo trecho. Portanto, para o cálculo deste indicador foram contabilizados os passageiros embarcados em cada trecho e os fluxos de entrada provenientes dos trechos anteriores. Os resultados obtidos são mostrados a seguir.

A Figura 21 a Figura 71 e a Figura 72 mostram os trechos que requerem definição de permanência dentro da Rede Metroviária Proposta dada a aplicação destes critérios.

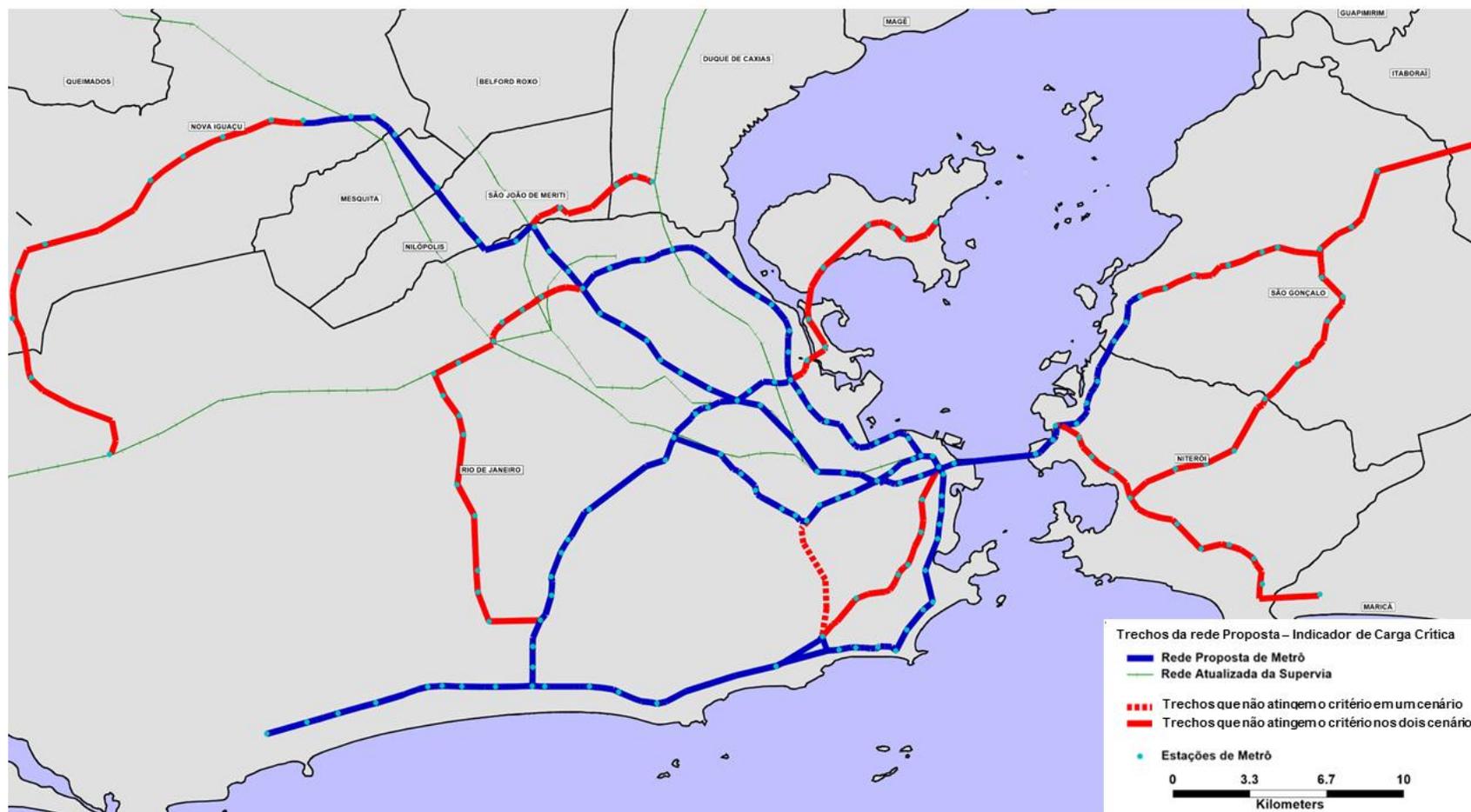
Tabela 38: Resumo dos indicadores de resultados dos Cenários Tendencial e Induzido X Trecho

Trecho	Cenário 2045 Tendencial			Cenário 2045 Induzido		
	Carga Crítica *	Embarques Lindeiros	Embarque/km **	Carga Crítica *	Embarques Lindeiros	Embarque/km **
1	25,318	6,390	5,827	23,881	5,701	5,481
2a	32,632	10,468	8,451	33,232	10,572	8,560
2b	62,875	3,602	18,443	60,425	3,976	17,991
3a	20,295	8,153	3,283	20,352	8,023	3,318
3b	8,641	9,166	333	8,587	9,080	332
3c	13,930	7,145	1,766	13,982	7,032	1,780
4a	27,724	10,279	3,960	27,073	9,470	3,921
4b	22,345	4,540	3,160	22,354	4,840	3,304
4c	17,049	17,705	457	17,971	18,696	505
5	14,264	5,892	2,479	13,540	5,580	2,355
6a	23,345	21,920	2,000	23,585	21,542	2,058
6b	17,461	6,470	975	18,146	6,429	1,211
6c	6,544	8,442	376	6,561	8,483	388
7a	35,414	6,941	5,385	33,561	6,693	5,162
7b	26,893	21,581	2,304	25,816	21,647	2,382
7c	13,373	7,921	2,262	13,648	8,038	2,675
7d	8,215	15,598	470	8,522	15,771	484
8a	15,574	1,123	3,539	14,995	1,030	3,443
8b	30,022	19,065	3,502	29,106	19,038	3,514
9a	9,244	2,531	2,262	9,383	2,533	2,300
9b	1,760	1,788	143	1,741	1,736	142
10	7,315	5,799	400	7,263	5,635	393
11a	16,812	11,631	1,571	18,560	12,455	1,776
11b	8,902	12,782	597	10,157	14,547	673
11c	7,341	8,431	1,299	7,598	8,701	1,473

* Destacados os trechos com Carga crítica inferior a 15,000 passageiros na hora pico manhã.
 ** O indicador de embarques por quilômetro é calculado com base nos embarques lindeiros e com o fluxo de passageiros oriundos de outros trechos.
 Destacados os 30% trechos de menor desempenho.

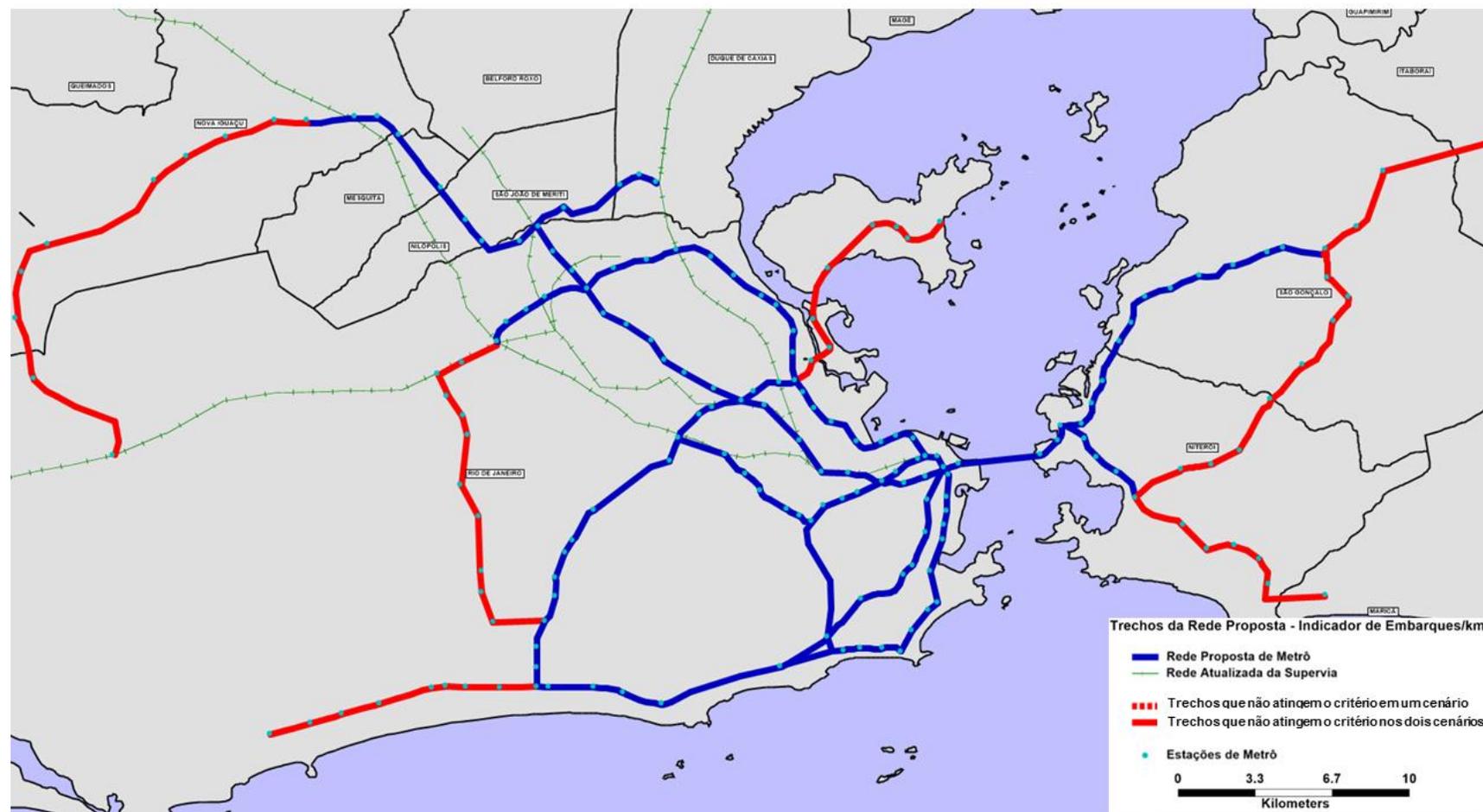
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 71: Indicação dos trechos que não atingiram o critério de Carga Crítica



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 72: Indicação dos trechos que não atingiram o critério de Embarques/Km



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

5. APURAÇÃO DE CUSTOS

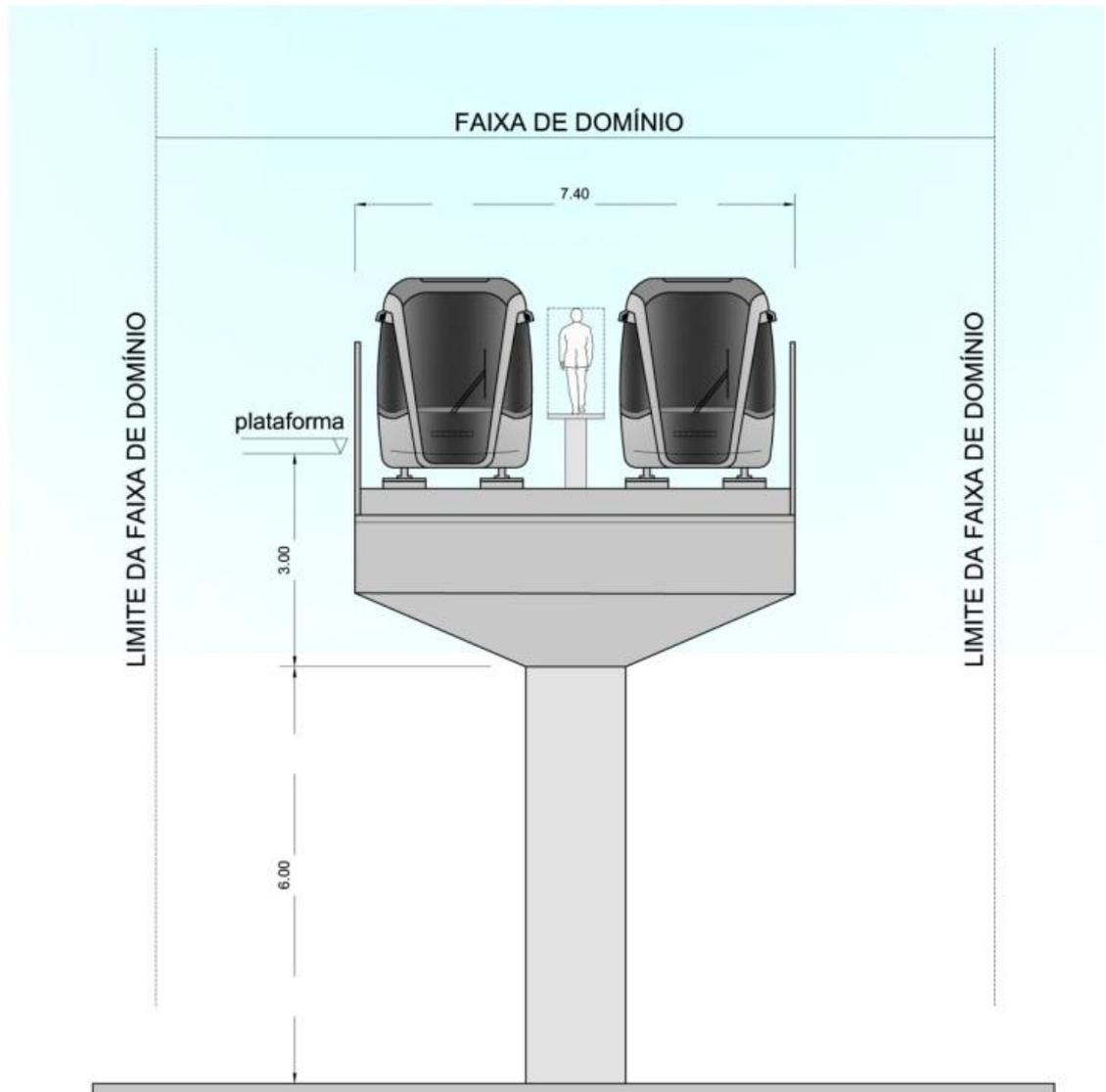
5.1. INTRODUÇÃO

O objetivo desta atividade é a quantificação preliminar dos volumes de investimentos previstos para implantação de cada alternativa de rede. Foram considerados os custos de obras civis e sistemas. Nesta fase não foram considerados os custos de material rodante, uma vez que o dimensionamento da frota não é uma tarefa concluída, dado que é uma decorrência dos carregamentos finais da rede, o que ainda é desconhecido nesta etapa do plano.

5.2. METODOLOGIA

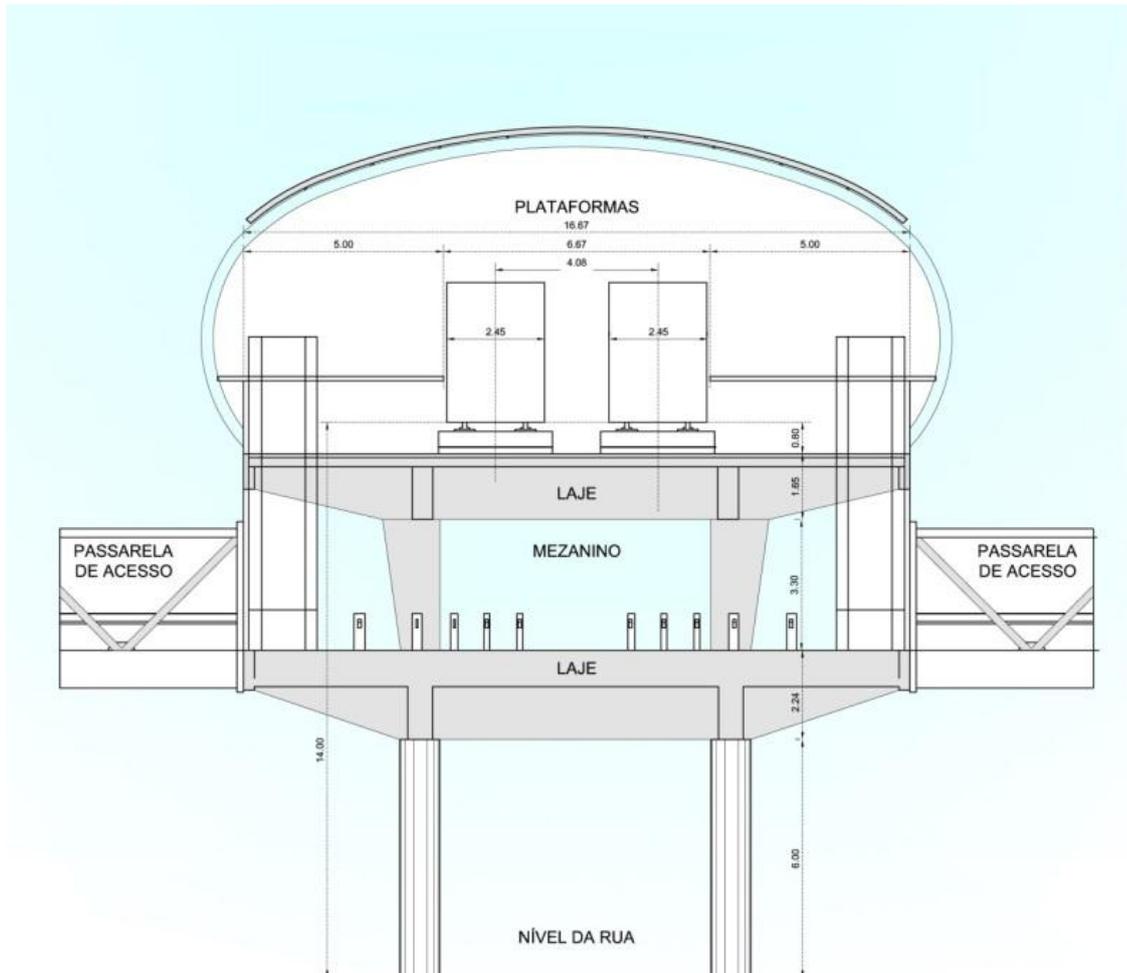
A abrangência deste estudo está limitada às obras civis de implantação das Estações e dos Trechos de interligação entre elas, nas diversas tipologias de construção indicadas. O custo total de cada estação e trecho foram obtidos a partir da montagem de planilhas orçamentárias que descrevem resumidamente os principais serviços que compõem cada uma das tipologias adotadas.

Figura 73: Via Elevada



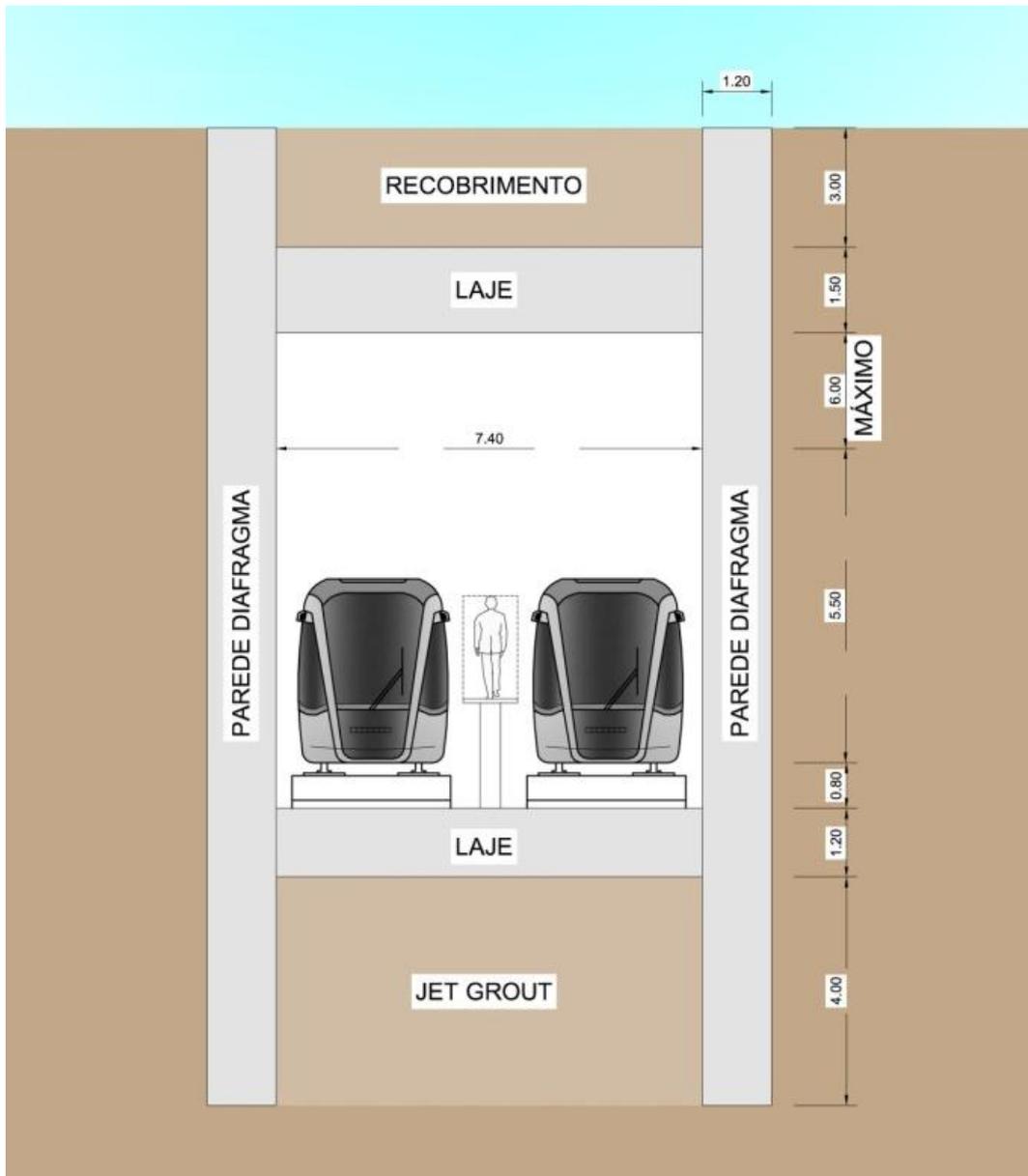
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 74: Estação Elevada



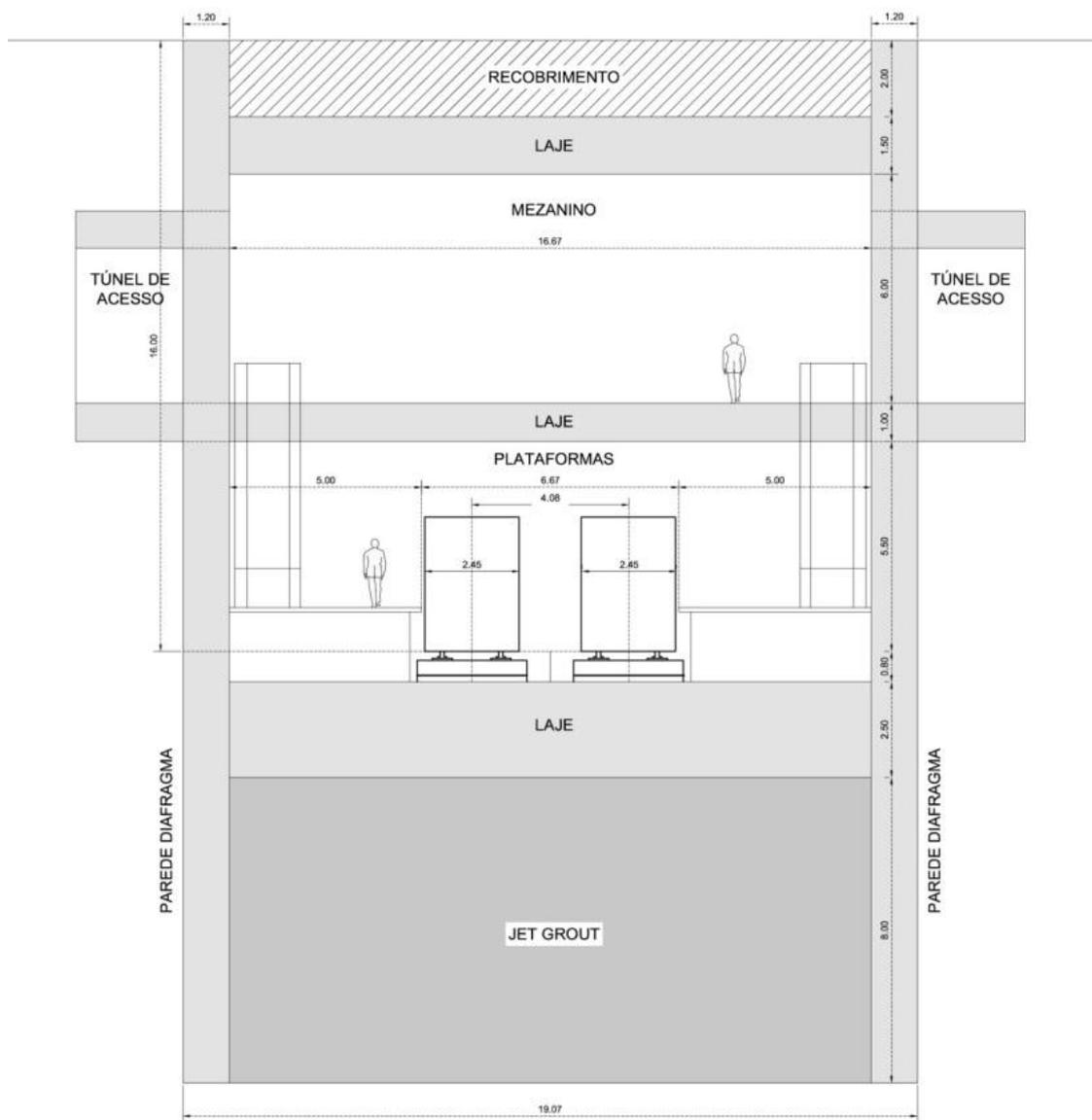
Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 75: Via Enterrada



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Figura 76: Estação Enterrada



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Para codificação e precificação dos serviços foram adotados os seguintes bancos de dados:

- Catálogo de Referência da EMOP – 13ª Edição;
- Catálogo do Sistema de Custos de Obras (SCO) da Prefeitura do Rio de Janeiro;
- Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO - Editora PINI);
- Relatório de Pesquisa de Preços Unitários para Obras Civas – Trem de Alta Velocidade – TAV (Rio de Janeiro – São Paulo – Campinas) (<http://www.epl.gov.br/tav>);
- Planilha de Orçamento Básico para Implantação da Linha Leste do Metrô de Fortaleza (Secretaria da Infraestrutura - SEINFRA) (<http://www.seinfra.ce.gov.br/>).

A data base final deste relatório é **Junho de 2015**, onde houve a necessidade de atualização de preços unitários, tendo sido utilizado o índice do INCC-DI. Foram adotados os seguintes percentuais na elaboração dos orçamentos:

- Para os serviços Eventuais - 5%
- Para os Custos Indiretos (Administração local da obra, Canteiro, Equipamentos de apoio, e outros serviços) - 18%;
- Para o BDI - 16%
- Para o Seguro de Riscos de Engenharia - 1,5%

5.3. MÉTODOS CONSTRUTIVOS TÍPICOS ADOTADOS

Com a definição do cenário preliminar das linhas que irão compor a expansão da rede metroviária do município do Rio de Janeiro, chegou-se à sugestão das rotas de cada linha ou ramal a ser implantado. O traçado preliminar da rede lançado sobre a região metropolitana do Rio de Janeiro possibilitou a escolha da metodologia construtiva de implantação das Estações e seus Trechos de interligação, definida, em princípio, nas seguintes tipologias:

1. Para as Estações:

- NATM em solo ou rocha;
- Vala em Céu Aberto (VCA) em solo ou rocha;
- Elevada;
- Em Nível.

2. Para os Trechos entre as Estações:

- Shield TBM;
- Vala em Céu Aberto (VCA) em solo;
- Elevado;
- Em Nível.

As obras que irão compor o presente Plano Diretor, constituído de Estações e Trechos entre Estações, podem ser classificadas em dois grupos distintos:

- Obras Elevadas;
- Obras Enterradas.

Segundo literatura especializada, o grupo das Obras Enterradas, com maior abrangência no nosso estudo, por sua vez, também pode ser distribuído em dois conjuntos diferenciados pela Metodologia Construtiva, conforme a seguir:

- Métodos não destrutivos, que são: NATM (New Austrian Tunneling Method, EPBS (Earth Pressure Balanced Shield) e TBM (Tunnel Boring Machine).
- Métodos destrutivos: CUT & COVER e Construções Invertidas.

Trataremos resumidamente neste tópico das seguintes Metodologias Executivas, tanto para as Estações quanto para os Trechos entre elas:

- NATM;
- Vala em Céu Aberto (VCA);

- TBM;
- Elevada;
- Em Nível.

5.2.1. NATM

Também conhecido como Túnel Mineiro, o NATM – New Austrian Tunneling Method – é o mais indicado para construção de túneis e estações subterrâneas de grandes dimensões. Apresenta a vantagem de adaptabilidade da seção de escavação, que pode ser alterada em qualquer fase executiva, de acordo com necessidades geométricas e de paralização da escavação para eventuais correções construtivas em atenção ao comportamento do maciço. Outra vantagem é a possibilidade de parcialização da seção de escavação. Dentre as principais medidas corretoras de socorro ao comportamento do maciço a ser escavado, citamos:

- Rebaixamento do lençol freático;
- Revestimento prévio;
- Injeções químicas ou de cimento.

O túnel NATM é executado em “avanços”, ou seja, pela escavação sequencial do maciço, tendo como suporte da seção a utilização de elementos estruturais associados ou não, como: cambotas metálicas, chumbadores e concreto projetado, sendo determinados pela análise constante da capacidade autoportante do maciço.

O início de escavação de um túnel NATM na maioria dos casos é feito a partir de um emboque, que pode ser implantado por um poço vertical de acesso, executado pelo processo VCA. Através do emboque é feito o suprimento de mão-de-obra, material, equipamentos e utilidades, além da retirada do material resultante da escavação.

5.2.2. NATM em solo

Vencida a etapa preliminar dos tratamentos previstos do solo, tais como injeções químicas ou de cimento, rebaixamento do lençol freático através de ponteiros filtrantes e/ou poços de esgotamento e em alguns casos a necessária instalação de Drenos horizontais Profundos (DHPs), inicia-se a escavação do avanço, em meia seção superior do túnel projetado. Completado o avanço previsto da meia seção faz-se a instalação da cambota, acompanhada do concreto projetado, que em alguns casos pode ter adição de fibras e ou malhas de aço.

Ao concluir esta etapa, executa-se o chamado arco invertido provisório, que possibilitará em sequência escavar o rebaixo nos nichos laterais, instalar o complemento das cambotas e lançar o concreto projetado na região dos nichos. Com o término desta etapa nos nichos laterais, a escavação do arco invertido definitivo fica garantida e segura, até a elevação prevista do fundo do túnel. Finalizando com a instalação dos últimos segmentos de cambota e lançamento de concreto projetado do arco invertido.

A escavação do túnel, conforme dimensões da seção ou da fase executiva pode ser manual, mecânica ou mista. Quanto à remoção e transporte do material resultante da escavação até a região do emboque ou do poço de acesso pode ser feita utilizando-se tratores de esteiras, pás mecânicas, retroescavadeiras, vagonetes, esteiras transportadoras, pórticos equipados com talhas elétricas ou demais equipamentos mais adequados à movimentação do tipo de solo encontrado. Do emboque ou do poço de acesso o material escavado é carregado e transportado por caminhões basculantes até o “bota-fora” pré-determinado e licenciado.

5.2.3. NATM em rocha

O processo NATM é o mais adequado para construção de túneis em maciços rochosos naturalmente mais estáveis que os maciços em solos menos coesivos. Função das dimensões da seção do túnel, o avanço pode ser total ou parcial. A principal diferença na tipologia de execução entre o NATM em solo e o NATM em rocha é que a escavação em rocha pode ser feita pelo processo de demolição à frio ou à fogo controlado com o uso de explosivos.

Figura 77: NATM em Rocha



Fonte: <http://infraestruturaurbana.pini.com.br>

A demolição ou corte a fogo controlado é mais usual, pela velocidade de avanço, sendo porém, de uso restrito e inadequado em áreas densamente ocupadas e edificadas, face à transmissão das vibrações provocadas no maciço pelas detonações de desmonte. O avanço é feito a partir do resultado das investigações geológicas e geotécnicas preliminares, estabelecendo-se um Plano de Fogo adequado e seguro quanto à fragmentação da rocha.

Através de perfuratrizes pneumáticas tipo “drill machines” são executados furos horizontais, adequadamente espaçados e profundos, desde os limites periféricos da seção do túnel e no seu miolo, onde é introduzida a carga de material explosivo, segundo orientação do Plano de Fogo.

Logo após a detonação e anteriormente ao início da etapa seguinte de avanço, é feita uma inspeção da seção caracterizada obtida e procede-se à operação chamada “bater chocos”, por segurança de não haver fragmentos ou pequenos blocos de rocha ainda instáveis, ou seja: não totalmente desprendidos do maciço. Antes de prosseguir a escavação ao próximo avanço, durante a retirada e remoção, o material resultante da demolição é analisado quanto à sua fragmentação. O Plano de Fogo pode ser mantido ou alterado, pois não se deseja um gasto excessivo de explosivos, nem blocos de rocha de dimensões que dificultem seu manuseio e transporte.

5.2.4. CUT & COVER

Também conhecido como Método de Trincheira, VCA (vala a céu aberto) ou Cut & Cover sem cobrir, é classificado como um dos métodos destrutivos, pela interferência que ocasiona à superfície, sendo portanto mais indicado onde não há grandes intervenções com o sistema viário ou seja possível desviar o tráfego sem grandes transtornos, e desde que as condições geológicas e geotécnicas do maciço lhe sejam favoráveis.

A escavação é feita até o fundo da cava e a estrutura definitiva (lajes, vigas e pilares) é executada desde o fundo até a superfície. Variação desde método é o Método Invertido ou Cover & Cut, aplicado em áreas ou regiões onde há premente necessidade de abreviar a ocupação temporária da superfície, liberando às condições pretéritas.

Conforme o próprio nome o classifica, o Método Invertido, em linhas gerais, consiste em executar as paredes de contenção a partir da superfície, em sequência a laje de teto, prosseguindo a escavação sob este elemento estrutural até o fundo, com aplicação concomitante do escoramento das paredes laterais de contenção. Esta tipologia, por ser indicada na execução de valas de grandes dimensões e onde o recobrimento da estrutura definitiva seja baixo, foi eleita, no presente Estudo, para ser aplicada na construção das Estações Metroviárias enterradas, não sendo adotada, portanto, nos trechos entre estações.

5.2.5. Vala em Céu Aberto (VCA)

Concluída a etapa preliminar de implantação, com liberação da área de construção e do remanejamento das interferências, procede-se à execução das paredes laterais de contenção. As paredes de contenção da cava podem ser em perfis pranchada, em estacas prancha, em paredes diafragma, dentre outros elementos afins.

A aplicação de paredes diafragma é mais indicada em solos não coesivos e tem a vantagem de poder ser incorporada à estrutura definitiva. Parede diafragma é um elemento estrutural de concreto armado, executado em lamelas de grandes profundidades por escavadeiras equipadas com clam-shell, denominadas diafragmadoras.

A cava da lamela é preenchida com bentonita ou polímero, para evitar o desbarrancamento de suas paredes, desde o início da escavação até o final da concretagem, sendo retirada a medida do avanço do

lançamento do concreto. O concreto de preenchimento ou moldagem de cada lamela possui alta plasticidade e trabalhabilidade e é lançado através de tubos tremonhas, logo após a armadura de aço ou gaiola seja assentada.

A etapa seguinte de escavação do solo é feita por processo mecânico com retirada do material resultante utilizando tratores, escavadeiras, caminhões basculantes, etc. O avanço da escavação é acompanhado da aplicação do sistema de escoramento das paredes de contenção, nos níveis pré-determinados pelo Projeto. Alcançada a elevação prevista do fundo da cava, passa-se à próxima etapa: execução da laje de fundo em concreto armado, incorporada às paredes laterais que serviram de contenção da escavação.

Demais elementos estruturais (pilares, vigas e lajes) vão sendo executados em sequência, desde a laje de fundo passando pelas de nível intermediário (mezanino, por exemplo) até a de nível superior (laje de teto), substituindo o *estroncamento* que vai sendo desativado e retirado. O *reaterro* sobre a laje de teto libera os serviços de urbanização, devolvendo a área superficial à utilização pública.

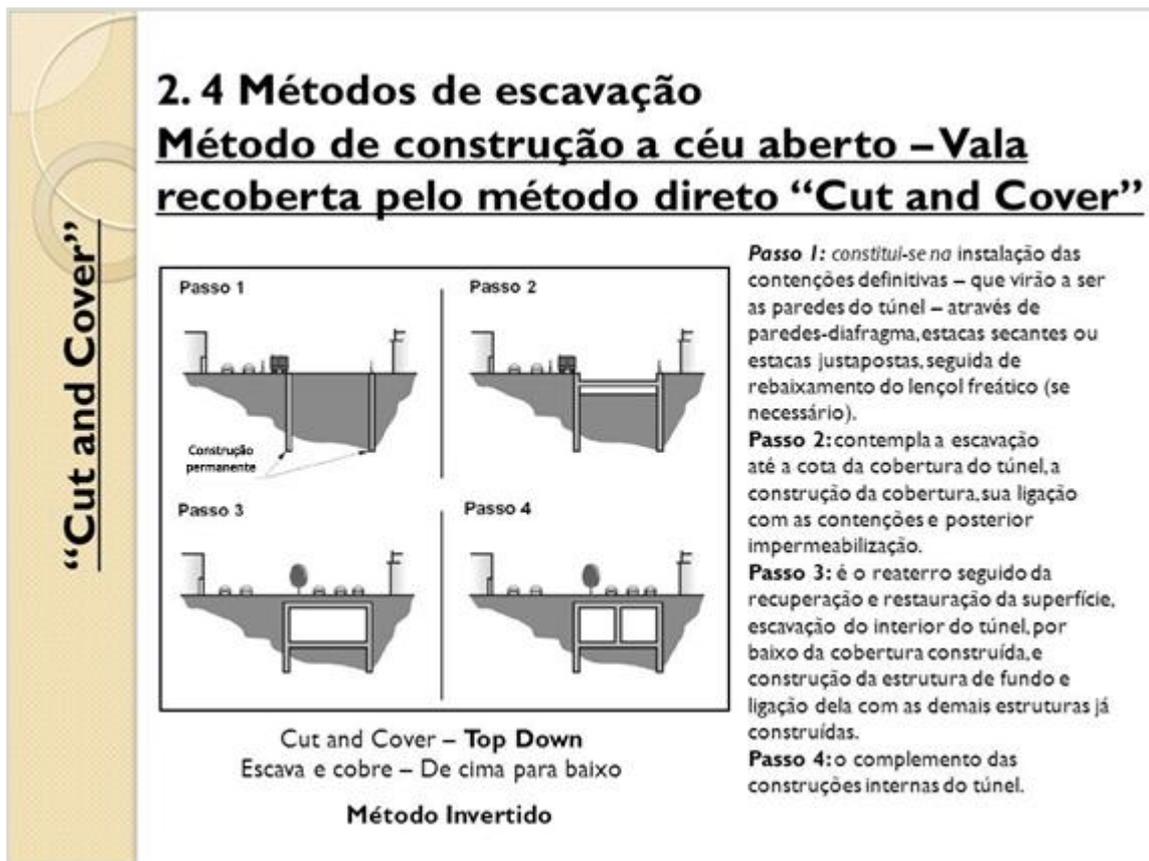
5.2.6. INVERTIDO ou COVER & CUT

Conforme comentado anteriormente, a principal diferença e vantagem do processo executivo Invertido ou Cover & Cut em relação ao Cut & Cover é a possibilidade de devolução da área afetada à utilização pública, enquanto os demais serviços de construção da estrutura definitiva vão sendo desenvolvidos sob a laje de teto. Tão logo as paredes de contenção estejam concluídas a partir da superfície, a laje de teto incorporada é executada, substituindo, portanto, o 1º nível de estroncas e possibilitando o reaterro e posterior liberação da superfície.

O avanço da escavação sob a laje de teto até o fundo da cava vai liberando a execução das lajes intermediárias até a laje de fundo, com aplicação dos diferentes níveis determinados de escoramento das paredes laterais. A escavação avança sob as lajes intermediárias, que podem ser utilizadas como estroncas. Para maciços rochosos estas ambas metodologias construtivas – Cut & Cover e Invertido – não são as mais indicadas ou viáveis, podendo entretanto, ter aplicação em pequenos trechos, de pequenos volumes e extensão, através de demolição à frio ou à fogo devidamente protegido.

Estudos geológicos e geotécnicos podem determinar a necessidade de implantação de sistema de rebaixamento do lençol freático, indicando a utilização de poços de esgotamento e/ou ponteiros filtrantes, ativado e operado desde o início da escavação até a conclusão do reaterro.

Figura 78: Método Cut and Cover



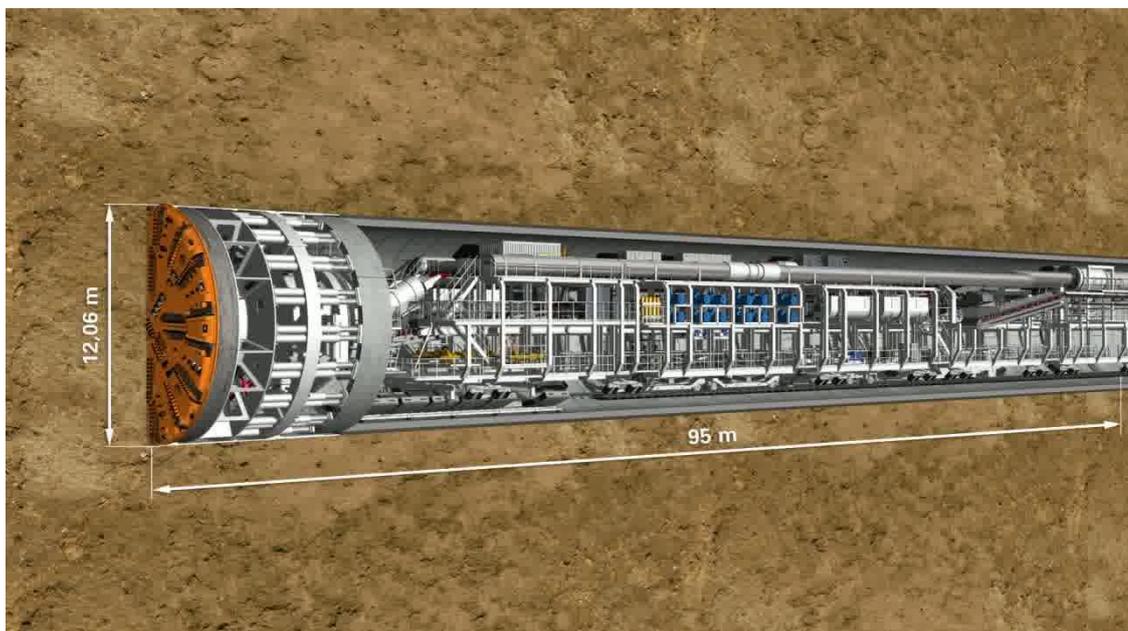
Fonte: slideplayer.com.br

Outro recurso tecnológico, de farta aplicação nas recentes obras de construção de estações metroviárias, objetivando a estanqueidade e vedação do fundo da escavação, é a execução de Jet Grouting (injeção de cimento sob pressão controlada, no solo) formando colunas verticais sobrepostas, de diâmetros e comprimentos pré-determinados, criando um maciço homogêneo e impermeável à penetração/percolação da água pelo fundo da cava ou vala.

5.2.7. SHIELD TBM (Tunnel Boring Machines com Couraça)

Nesta tipologia a escavação do túnel é efetuada por equipamento mecanizado, sob proteção de uma couraça – shield – tendo a frente aberta ou fechada.

Figura 79: Método Shield TBM

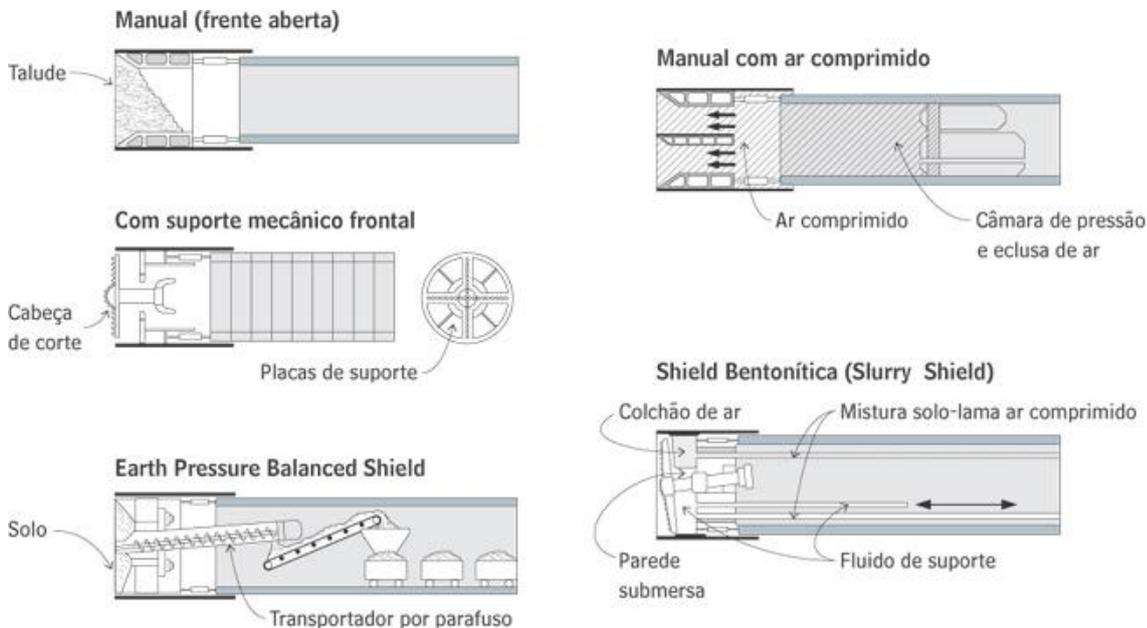


Fonte: metro-linha-laranja.blogspot.com.br

Conforme o maciço a ser escavado, há possibilidade de escolha dentre os seguintes tipos de funcionamento do TBM:

- Shield manual ou de frente aberta;
- Shield com suporte mecânico frontal;
- Shield manual com ar comprimido;
- Shield bentonítica ou Slurry shield;
- EPBS (Earth Pressure Balanced Shield).

Figura 80: Funcionamento TBM



Fonte: techne.pini.com.br

A opção de utilizar a tipologia TBM em rocha ou em solo é definida pela apreciação dos dados e informações geológicas e geotécnicas do maciço. Outros parâmetros também devem ser levados em consideração, sendo vantajosos: menor impacto ambiental, menor volume de material a ser retirado (comparado ao Cut & Cover), maior velocidade de avanço em terrenos macios.

O processo, porém apresenta as seguintes desvantagens quanto à sua utilização: raios de curvatura e seção limitados, aplicação viável em túneis longos, exigência de mão de obra e equipamento especializados. A tuneladora TBM SHIELD, indicada para atender um gabarito dinâmico de duas vias paralelas, é composta de couraça de seção circular com diâmetro aproximado de 12,00 metros e 30,00 metros de comprimento, mais o back-up com comprimento aproximado de 100,00 metros.

Definida a tipologia a ser adotada na execução do túnel, após as campanhas de sondagem e dos ensaios de caracterização do maciço, é procedida a mobilização do TBM que é feita através da montagem do conjunto dos diversos dispositivos auxiliares de funcionamento e operação do TBM, tais como: cabine de comando, esteira transportadora do material escavado, erector de montagem das aduelas formadoras dos anéis, magazine responsável pelo transporte das aduelas, bomba de injeção, etc.

Paralelamente à montagem do TBM é implantada uma central de fabricação das aduelas pré-moldadas, que serão utilizadas na configuração do túnel e para a reação na movimentação do TBM. O início da escavação é feito a partir da movimentação circular da cabeça de corte, onde estão instalados os cortadores convenientemente indicados, precedida das operações de equilíbrio hidrostático na frente da tuneladora. Macacos hidráulicos instalados em posições posteriores empurram o disco de corte contra a frente de escavação.

O avanço do TBM é acompanhado diariamente de sondagens horizontais profundas executadas desde a frente de escavação, de confirmação da caracterização do solo e de presença de água no maciço à frente. As informações são mapeadas e analisadas por equipe especializada em geologia e geotécnica que indica eventuais e necessários ajustes ao processo de escavação.

O material escavado é retirado através de sistema dotado de parafuso sem fim até a ré da cabeça de corte e posteriormente transportado por esteiras instaladas no back-up. Dentro da couraça (ou fora dela, desde que o maciço seja apropriado), é montado pelo eretor, o revestimento definitivo segmentado, composto das aduelas (peças estruturais de concreto armado pré-moldado).

As aduelas são transportadas no interior do back-up pela estrutura do magazine até o eretor. Os anéis de revestimento já montados são a base de reação dos macacos hidráulicos que permite o avanço da máquina de escavação.

Em maciços rochosos pode ser utilizado o TBM sem o shield (sem a couraça) e neste caso o avanço se dá pela reação dos macacos hidráulicos apoiados em bases ou sapatas ancoradas das paredes laterais do túnel, sem aplicação portanto, das aduelas formadoras do anel de revestimento.

Assim, sucessivamente: corte do maciço, montagem do anel de revestimento, avanço do TBM por reação no anel. Os vazios formados entre o maciço e o revestimento do túnel são preenchidos com trechos drenantes ou por injeção de material vedante.

Inspecções constantes no túnel formado são feitas objetivando a verificação de danos nos anéis de concreto, decorrentes da vibração e movimentação do equipamento de escavação.

No presente estudo não há previsão de utilização da tipologia Shield TBM na implantação de Estações Metroviárias. No entanto, ao atingir e transpor, na sua entrada, as paredes limítrofes da estação, já escavada por outro processo, a tuneladora (couraça e back up) pode se deslocar sobre trilhos, reagindo sobre meia cana inferior de aduelas, até o lado oposto (de saída).

Na saída, a reação dos macacos hidráulicos, necessária ao corte da parede da estação em concreto e ao deslocamento do TBM, será feita sobre dispositivo provisório montado em estrutura metálica. Tem sido adotado tratamento do solo executado por Jet Grouting, formando maciços estanques à ação da água subterrânea, conhecidos como “rolhas”, localizados imediatamente antes da estação e logo após sua saída, que serão cortadas pelo TBM.

5.2.8. CONSTRUÇÕES ELEVADAS

A execução de obras metroviárias elevadas segue a mesma tecnologia construtiva de pontes e viadutos, aplicada em suas diversas modalidades. Por necessitar, na maioria dos casos, de faixas na superfície exclusivas no traçado, tanto para a fase executiva quanto na operacional, sua adoção não é recomendável em trechos de alta densidade de edificações e de vias urbanas com tráfego intenso.

Os parâmetros técnicos de operação do metrô, referentes a rampas máximas e raios de curva limitados, inviabilizam esta tipologia construtiva em áreas ou regiões de topografia acidentada. A estrutura das construções elevadas pode ser dividida em:

- Metálica;
- Concreto moldado “in loco”;
- Concreto pré-moldado.

As estruturas metálicas não são muito adequadas, pois podem causar grande propagação de ruídos na fase de movimentação e operação das composições metroviárias.

As estruturas de concreto pré-moldado, formadas por peças de grandes comprimentos para vencer os vãos entre seus apoios, encontram dificuldades no seu transporte e montagem, e necessitam de grandes áreas para implantação do canteiro de obras destinado a moldagem e estocagem. São vantajosas, porém, por abreviarem o prazo de execução e de minimizarem a interferência com as vias urbanas por não necessitarem de estruturas de sustentação.

Figura 81: Modelo de Construção Elevada



Fonte: es.wikipedia.org

As estruturas moldadas “in loco” são as mais apropriadas e usuais em áreas onde possa ser executado o cimbramento e mantido pelo tempo necessário à moldagem, à cura e ao alcance da resistência do concreto das peças e elementos constituintes. Estas são menos indicadas quando se requeira menores prazos de execução.

Definido o Partido Estrutural a ser aplicado, dá-se início da construção com a implantação do canteiro de obras. As fundações podem ser, conforme o tipo de solo e do nível do lençol freático, diretas (em sapatas) ou indiretas (estacas). A adoção de estacas produz menor movimentação de terra que as escavações para sapatas, tendo sido mais usual, ultimamente, a estaca hélice contínua. As estacas após execução são encimadas por bloco de coroamento em concreto armado. A mesoestrutura é constituída de pilares em concreto armado, moldados “in loco”.

Quanto à superestrutura formada pelas vigas, transversinas e laje do tabuleiro pode ser concreto pré-moldado ou por concretagens “in loco”. Se a opção for o uso de pré-moldado, o início da fabricação das peças deverá ser concomitante à implantação do canteiro de obras e anterior à execução das fundações da estrutura. Para a superestrutura moldada “in loco” o cronograma executivo deverá prever o

prazo de manutenção do cimbramento das peças, até que sejam autossustentáveis. A metodologia dos balanços sucessivos (vigas caixão protendidas) pode ser adotada em trechos que exijam grandes vãos e onde não possa haver aplicação de cimbramento. Na construção das Estações pode ser mantido para suporte das Vias, o mesmo padrão executivo adotado no Trecho, com acréscimo de elementos estruturais que comporão as plataformas de embarque, as escadas de acesso, passarelas, mezaninos, etc. A cobertura das Estações pode ser em estrutura metálica.

5.2.9. CONSTRUÇÕES EM SUPERFÍCIE

As construções em superfície, tradicionalmente utilizadas na implantação de redes ferroviárias, são as mais indicadas em áreas ou regiões de baixas ocupações, ou que sejam implantadas em faixas de domínio garantidas por legislação. Nos casos em que estas condições não sejam possíveis de aplicação, a metodologia de implantação de redes metroviárias pode se tornar inviável pelo alto custo decorrente das desapropriações.

Figura 82: Modelo de Construção em Superfície



Fonte 1: skyscrapercity.com

A escolha do traçado é baseada, dentre outros fatores determinantes, nas características topográficas, geológicas e geotécnicas da área afetada, sem desprezar a análise das interferências no sistema viário e nas redes de utilidades públicas.

O início do processo de implantação da obra ocorre com liberação da área, através dos serviços preliminares de remanejamento e de eventuais desocupações. A principal atividade desta tipologia construtiva é o serviço de terraplenagem que formará o suporte da fundação direta da via metropolitana. Limpeza do terreno e retirada de camada vegetal precedem os cortes e construção de aterros, em volumes convenientemente equilibrados, com mobilização e aplicação de equipamentos adequados, tais como: tratores, escavadeiras, compactadores, pipas d'água, etc.

Na construção dos aterros o material granular é lançado em camadas sucessivas de pouca espessura. Cada camada é adensada mecanicamente até que seja obtido o grau de compactação indicado à formação do substrato. A liberação de cada camada é feita através de ensaios de controle tecnológico de materiais de solos. Se houver necessidade de importar material, este será obtido em jazidas licenciadas e localizadas o mais próximo possível da área de construção.

O material excedente e/ou imprestável por não atender às características desejáveis à construção de aterros será removido e transportado por caminhões basculantes até áreas licenciadas de bota-fora. Durante os serviços de terraplenagem serão executados os serviços de Drenagem, tanto a de proteção (provisória) quanto a definitiva, de suma importância à garantia e preservação dos aterros constituídos. A Drenagem é formada por valetas, valas, tubulações, caixas de passagem e de inspeção.

Concluídas a Terraplenagem e a Drenagem passa-se à execução da fundação da via metropolitana, que deverá ser uma laje de concreto armado, de espessura adequada às cargas solicitantes, construída pelo processo tradicional de estruturas planas de grandes extensões. Serão executados também, por segurança, muros altos em ambos os lados e em toda a extensão da via, em blocos de concreto, e estruturados por baldrames, pilares, cintas e vigas em concreto armado.

5.2.10. INSTRUMENTAÇÃO

Não poderíamos deixar de citar as atividades de Instrumentação necessárias à solução de engenharia, desde os estudos preliminares de caracterização do solo, passando pela escolha, até a execução da tipologia construtiva adotada.

Campanhas preliminares de prospecção, tais como, sondagem do solo à percussão ou rotativas, dão lugar, durante a execução da obra à instalação de instrumentos destinados ao acompanhamento, através de leituras programadas, do comportamento e movimentação do maciço e/ou das edificações lindeiras. É recomendável, por segurança, a instalação dos seguintes instrumentos, sem citar os específicos da tipologia Shield TBM, dentre outros:

- INA's e Piezômetros (controle do NA);
- Tassômetros (escavação);
- Inclinômetros (parede diafragma);
- Clinômetros e Pinos (estruturas edificadas).

5.3. PÁTIO DE MANOBRAS

Área de grande extensão, dimensionada para abrigar diversas edificações, tais como, Prédio Administrativo, Oficinas e Galpões, destinadas à manutenção, ao reparo e ao abrigo das composições metroviárias. O Centro de Controle Operacional (CCO) pode compartilhar as instalações do Prédio Administrativo.

A implantação do Pátio de Manobras é feita a partir da execução do serviço de terraplenagem, com a remoção da camada vegetal, com os cortes indicados do terreno, e posteriormente os serviços de construção de aterro (base e sub-base, com grau de compactação adequado), exigindo, na maioria das vezes, importação de material procedente de jazidas licenciadas.

O material excedente, bem como o imprestável (há possibilidade de substituição de solo), deve ser removido e transportado até “bota-fora” licenciado. As Edificações previstas são executadas por metodologia tradicional, desde as Fundações – diretas ou indiretas – com escavação, estacas, blocos ou sapatas e reaterro compactado da cava.

A Estrutura em concreto armado precede os serviços de Alvenaria de fechamento e de Instalações Prediais previstas, tais como: elétrica, hidro sanitárias, ar condicionado, prevenção e combate a incêndios, etc. Os serviços de Acabamento deverão seguir as Especificações e Memoriais Descritivos adequados a sua utilização. Nos Galpões e Oficinas a adoção de estrutura e cobertura metálicas é mais conveniente.

Há previsão de implantação, pela metodologia tradicional com atendimento às normas ambientais, das Redes de Utilidades que alimentarão e esgotarão as Edificações e a área externa do Pátio. A conclusão da implantação do Pátio de Manobras será feita pelos serviços de Pavimentação e Urbanização, com a execução de Pistas de Rolamento (piso intertravado, preferencialmente, meio fio e sarjetas), plantio de grama e árvores, iluminação, etc.

Ainda na fase final do Pátio de Manobras será implantada a Via Permanente com Sinalização, com lançamento do lastro e do assentamento dos dormentes e trilhos e da montagem de AMV's (aparelhos de mudança de vias) previstos e indicados no Projeto.

5.4. SISTEMAS OPERACIONAIS AUXILIARES

Conjunto de dispositivos mecânicos, eletrônicos e eletromecânicos distribuídos ao longo dos trechos, estações e pátios destinados à operação, com eficiência, do Sistema Metroviário, garantindo conforto, rapidez e segurança. Fazem parte deste sistema os seguintes, dentre outros, dispositivos facilitadores:

- Acesso às estações, como escadas rolantes e elevadores;
- Circuito fechado de TV;
- Alimentação elétrica de Baixa, Média e Alta Tensão;
- Abastecimento de água e esgotamento;
- Sinalização;
- Sinalização de tráfego;
- Sistema de controle de tráfego;
- Bilhetagem;
- Sonorização;
- Sistema de detecção e alarme contra incêndio;
- Telefonia geral;
- Nobreak e grupo diesel gerador
- Conforto ambiental (Ventilação e Ar condicionado);

5.5. VIAS PERMANENTES

Conjunto formado pelos trilhos, dormentes e elementos de fixação, montado sobre um lastro que se apoia em base estável capaz de absorver os esforços decorrentes da movimentação do material rodante, no nosso caso as composições metroviárias. Dependendo da metodologia construtiva adotada na execução do trecho ou estação a Via Permanente pode ser aplicada a partir de uma base de concreto armado, caso das tipologias: VCA, NATM, TBM e Via Elevada, ou sobre uma base de solo estabilizado nas construções em Vias de Superfície.

Destacamos a importância da precisão nos serviços de topografia na implantação e execução de Vias Permanentes, que devem ser assíduos e constantes na verificação do posicionamento, alinhamento e nivelamento dos trilhos e dormentes.

Concluída a base, inicia-se o serviço de posicionamento e assentamento dos dormentes, que podem ser do tipo monobloco, bi bloco (dois blocos de concreto armado, interligados por barra de aço) ou do tipo blocos independentes. Nesta etapa os trilhos já podem ser posicionados e fixados aos dormentes, que estarão envolvidos em amortecedores de vibração.

O conjunto trilhos – dormentes será suspenso por dispositivos metálicos provisórios, facilitadores ao preenchimento do lastro, envolvendo e sob os dormentes. A execução do lastro, que mais usualmente tem sido adotado pelo lançamento de concreto bombeável, conclui o serviço de Vias Permanentes.

5.6. POÇO DE VENTILAÇÃO/SAÍDA DE EMERGÊNCIA

A construção de Poços de Ventilação localizados em pontos pré-determinados pelo Projeto, segue a mesma metodologia utilizada na execução do trecho em túnel onde será implantado.

Na tipologia TBM Shield, por razões construtivas, aplica-se a técnica de ventilação mecânica forçada, com a instalação de equipamentos e condutos de insuflação e exaustão do Trecho e das Estações. Não há previsão de Poços de Ventilação nas Vias Elevadas e nas Vias em Superfície.

Quanto às Saídas de Emergência, implantadas nos Trechos entre Estações, nas Vias Elevadas, são escadas executadas em estrutura metálica, apoiadas em fundações em concreto armado. Nos trechos de Vias Enterradas, a Escada de Emergência pode ser implantada no Poço de Ventilação.

5.7. PREÇOS UNITÁRIOS POR TIPOLOGIA CONSTRUTIVA

5.7.1. Trechos

O orçamento completo de cada tipo de Trecho encontra-se na Memória de Cálculo no [Apêndice 36](#). Os valores na tabela a seguir tem como data-base Junho de 2015.

Tabela 39: Trecho - Custo por Tipologia Construtiva

PREÇOS UNITÁRIOS - Trechos		
DESCRIÇÃO	PREÇO TOTAL (R\$/KM)	PREÇO TOTAL (R\$/M)
Trecho em TBM em solo	427.105.912,92	427.105,91
Trecho em TBM em Rocha	377.295.960,56	377.295,96
Trecho em VCA	600.217.516,75	600.217,52
Trecho de Via Elevada	71.236.632,66	71.236,63
Trecho de Via em Nivel	28.711.923,21	28.711,92

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Para a composição dos preços dos trechos acima, não foram incluídos os valores referentes aos sistemas, poços de ventilação e saídas de emergência. Foram considerados os seguintes componentes:

5.7.1.1. Trecho em TBM em Solo

- Serviços preliminares
- Reforço de fundações de construções lindeiras
- Shield (Transporte, montagem, comissionamento, escavação, aduelas)
- Movimento de terra (Movimentação de terra do emboque até a disposição final do material)
- Via permanente e AMV
- Eventuais
- Custos indiretos e BDI

5.7.1.2. Trecho em TBM em Rocha

- Serviços preliminares
- Reforço de fundações de construções lindeiras

- Shield (Transporte, montagem, comissionamento, escavação, aduelas)
- Movimento de terra (Movimentação de terra do emboque até a disposição final do material)
- Via permanente e AMV
- Eventuais
- Custos indiretos e BDI

5.7.1.2. Trecho em VCA

- Serviços preliminares
- Reforço de fundações de construções lindeiras
- Colunas de "Jet grouting" (JG)
- Paredes diafragma
- Movimento de terra (Movimentação de terra do emboque até a disposição final do material)
- Estruturas
- Via permanente e AMV
- Eventuais
- Custos indiretos e BDI

5.7.1.3. Trecho em Via Elevada

- Serviços preliminares
- Estacas
- Movimento de terra (Movimentação de terra do emboque até a disposição final do material)
- Fundação
- Estruturas
- Via permanente e AMV
- Eventuais
- Custos indiretos e BDI

5.7.1.4. Trecho em Nível

- Serviços preliminares
- Viga baldrame do muro
- Estruturas e alvenaria do muro
- Base da via em superfície
- Via permanente e AMV
- Eventuais
- Custos indiretos e BDI

5.7.2. Estações

O orçamento completo de cada tipo de Estação encontra-se na Memória de Cálculo no [Apêndice 36](#). Os valores na tabela a seguir têm como data-base Junho de 2015.

Tabela 40: Estações

PREÇOS UNITÁRIOS - Estações		
DESCRIÇÃO	ÁREA TOTAL (M²)	PREÇO TOTAL (R\$/ESTAÇÃO)
ESTAÇÃO VCA (138m)	9.000,00	282.123.796,93
ESTAÇÃO VCA (174m)	10.000,00	337.600.234,66
ESTAÇÃO ESCAVADA EM ROCHA	9.000,00	254.345.135,61
ESTAÇÃO ELEVADA	6.000,00	69.521.191,77
ESTAÇÃO EM NÍVEL	6.000,00	63.564.586,53
ESTAÇÃO EM NATM EM SOLO	6.000,00	160.490.979,30
ESTAÇÃO EM NATM EM ROCHA	6.000,00	164.246.069,09

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Para as Estações em Reforma, que são aquelas que necessitarão de serviços adicionais de adaptação, para implantação de novo Trecho, foi adotado o percentual de 40% do valor equivalente da construção da Estação. Na composição dos preços das Estações acima, não foram considerados os

valores referentes aos Sistemas Auxiliares dos trechos bem como Poços de Ventilação / Saídas de Emergência. Foram considerados os seguintes componentes:

5.7.2.1. Estação VCA

- Serviços preliminares
- Reforço de fundações de construções lindeiras
- Colunas de "Jet grouting" (JG)
- Parede de diafragma
- Movimento de terra (Movimentação de terra do emboque até a disposição final do material)
- Estruturas
- Acabamento e instalações (Alvenarias, revestimentos, esquadrias, instalações hidros sanitárias e elétricas, pintura, equipamentos (escada rolante e elevador))
- Paisagismo e urbanização do entorno
- Sistemas auxiliares (Ventilação primária, dutos de ventilação, baixa tensão, bandejamento, CFTV, sonorização, telefonia, detecção de incêndio)
- Via permanente e AMV
- Eventuais
- Custos indiretos e BDI

5.7.2.2. Estação Escavada em Rocha

- Serviços preliminares
- Movimento de terra (Movimentação de terra do emboque até a disposição final do material)
- Estruturas
- Acabamento e instalações (Alvenarias, revestimentos, esquadrias, instalações hidros sanitárias e elétricas, pintura, equipamentos (escada rolante e elevador))
- Paisagismo e urbanização do entorno
- Sistemas auxiliares (Ventilação primária, dutos de ventilação, baixa tensão, bandejamento, CFTV, sonorização, telefonia, detecção de incêndio)

- Via permanente e AMV
- Eventuais
- Custos indiretos e BDI

5.7.2.3. Estação Elevada

- Serviços preliminares
- Estaca
- Movimento de terra (Movimentação de terra do emboque até a disposição final do material)
- Estruturas
- Acabamento e instalações (Alvenarias, revestimentos, esquadrias, instalações hidros sanitárias e elétricas, pintura, equipamentos (escada rolante e elevador))
- Paisagismo e urbanização do entorno
- Sistemas auxiliares (Ventilação primária, dutos de ventilação, baixa tensão, bandejamento, CFTV, sonorização, telefonia, detecção de incêndio)
- Via permanente e AMV
- Eventuais
- Custos indiretos e BDI

5.7.2.4. Estação em Nível

- Serviços preliminares
- Estaca
- Movimento de terra (Movimentação de terra do emboque até a disposição final do material)
- Estruturas
- Acabamento e instalações (Alvenarias, revestimentos, esquadrias, instalações hidros sanitárias e elétricas, pintura, equipamentos (escada rolante e elevador))
- Paisagismo e urbanização do entorno

- Sistemas auxiliares (Ventilação primária, dutos de ventilação, baixa tensão, bandejamento, CFTV, sonorização, telefonia, detecção de incêndio)
- Via permanente e AMV
- Eventuais
- Custos indiretos e BDI

5.7.2.5. Estação em NATM

- Serviços preliminares
- Reforço de fundações de construções lindeiras
- NATM (Escavação, escoramento, tirantes, concreto protendido, telas metálicas)
- Movimento de terra (Movimentação de terra do emboque até a disposição final do material)
- Estruturas
- Acabamento e instalações (Alvenarias, revestimentos, esquadrias, instalações hidros sanitárias e elétricas, pintura, equipamentos (escada rolante e elevador))
- Paisagismo e urbanização do entorno
- Sistemas auxiliares (Ventilação primária, dutos de ventilação, baixa tensão, bandejamento, CFTV, sonorização, telefonia, detecção de incêndio)
- Via permanente e AMV
- Eventuais
- Custos indiretos e BDI

5.7.3. Pátios

O orçamento completo de cada tipo de Pátio de Manobra encontra-se na Memória de Cálculo no Apêndice 36. Os valores da tabela a seguir tem como data-base Junho de 2015.

Tabela 41: Pátios de Manobra

DEFINIÇÃO DOS PREÇOS UNITÁRIOS – Pátios de Manobra		
DESCRIÇÃO	ÁREA TOTAL (M²)	PREÇO TOTAL (R\$ / PÁTIO)
PÁTIO DE MANOBRA - MARIA DA GRAÇA	340.000,00	729.286.083,39
PÁTIO DE MANOBRA - BARRA DA TIJUCA	355.000,00	761.109.651,53
PÁTIO DE MANOBRA - GUAXINDIBA	230.000,00	495.913.409,41
PÁTIO DE MANOBRA - NEVES	80.000,00	177.677.728,09
PÁTIO DE MANOBRA - CABUÇU	80.000,00	177.677.728,09
PÁTIO DE MANOBRA - DEODORO	115.000,00	251.932.561,42

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Para a composição dos preços dos pátios de manobras acima, não foram incluídos os valores referentes aos sistemas, poços de ventilação e saídas de emergência. Foram considerados os seguintes componentes:

5.7.3.1. Pátio de Manobra

- Serviços preliminares
- Pátio (Movimento de terra (Movimentação de terra do emboque até a disposição final do material), Pavimentação, Drenagem, Instalações hidro sanitárias, Instalações elétricas, Iluminação externa, Urbanização e paisagismo)
- Edificações de apoio (Edificações administrativo, galpões e oficinas)
- Via permanente e AMV
- Eventuais
- Custos indiretos e BDI

5.7.4. Poços de Ventilação – Saída de Emergência

Tabela 42: Saída de Emergência

POÇOS DE VENTILAÇÃO – SAÍDA DE EMERGÊNCIA	
DESCRIÇÃO	PREÇO TOTAL (R\$ / POÇO)
POÇOS VENTILAÇÃO - SAÍDA DE EMERGÊNCIA	38.116.428,83

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Para a composição dos preços dos poços de ventilação e saídas de emergência acima, não foram incluídos os valores referentes aos sistemas, poços de ventilação e saídas de emergência e foram considerados os seguintes componentes:

5.7.4.1. Poços de Ventilação – Saída de Emergência

- Serviços preliminares
- Colunas de "Jet grouting" (JG)
- Revestimento interno (concreto e aço)
- Movimento de terra (Movimentação de terra do emboque até a disposição final do material)
- Acabamento e instalações (Alvenarias, revestimentos, esquadrias, instalações hidros sanitárias e elétricas, pintura, equipamentos (escada rolante e elevador))
- Paisagismo e urbanização do entorno
- Sistemas auxiliares (Ventilação primária, dutos de ventilação, baixa tensão, bandejamento, CFTV, sonorização, telefonia, detecção de incêndio)
- Eventuais
- Custos indiretos e BDI

5.8. CÁLCULO DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DAS LINHAS COMPONENTES DA REDE

5.8.1. Linhas Rede Base

Tabela 43: Linhas Rede Base

LINHAS REDE BASE				
CAPEX BASE	TIPO	QUANTIDADE	CUSTO ESTIMADO	
			IMPLANTAÇÃO	TOTAL
Estácio - Araribóia (C/ PRAÇA XV)	Estações Novas (un)	7	R\$ 2.363.201.642,62	R\$ 8.802.836.702,39
	Estações Reforma (un)	1	R\$ 135.040.093,86	
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	8	R\$ 304.931.430,64	
	Trecho (m)	12.215,00	R\$ 5.217.098.726,32	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)		R\$ 782.564.808,95	
Araribóia - Venda das Pedras	Estações Novas (un)	18	R\$ 1.696.323.468,47	R\$ 5.522.793.193,35
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	2	R\$ 76.232.857,66	
	Trecho (m)	32.370,00	R\$ 3.261.075.536,71	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)		R\$ 489.161.330,51	
Jardim Oceânico - Recreio	Estações Novas (un)	14	R\$ 3.949.733.157,02	R\$13.354.015.814,05
	Estações Reforma (un)	1	R\$ 112.849.518,77	
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	23	R\$ 876.677.863,09	
	Trecho (m)	17.132,00	R\$ 7.317.178.500,15	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)		R\$ 1.097.576.775,02	

Gávea - Carioca	Estações Novas (un)	8	R\$ 1.545.968.918,61	R\$ 6.431.832.561,91
	Estações Reforma (un)	1	R\$ 112.849.518,77	
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	13	R\$ 495.513.574,79	
	Trecho (m)	9.405,00	R\$ 3.719.565.695,42	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)			
Alvorada - Cocotá	Estações Novas (un)	21	R\$ 1.956.722.264,29	R\$ 6.396.563.977,82
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	3	R\$ 114.349.286,49	
	Trecho (m)	31.971,00	R\$ 3.761.297.762,65	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)			
Deodoro - Presidente Vargas	Estações Novas (un)	18	R\$ 4.842.472.889,06	R\$ 18.699.742.409,23
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	37	R\$ 1.410.307.866,71	
	Trecho (m)	25.630,00	R\$ 10.823.444.916,05	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)			
Gávea - Av. Brasil	Estações Novas (un)	4	R\$ 1.128.495.187,72	R\$ 8.192.134.275,26
	Estações Reforma (un)	1	R\$ 112.849.518,77	
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	14	R\$ 533.630.003,62	
	Trecho (m)	13.065,00	R\$ 5.580.138.752,30	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)			
Uruguai - Engenho de Dentro	Estações Novas (un)	7	R\$ 1.856.988.850,67	R\$ 6.102.302.917,13

	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	12	R\$ 457.397.145,96	
	Trecho (m)	7.712,00	R\$ 3.293.840.800,44	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)		R\$ 494.076.120,07	
Araribóia - Itaipuaçu	Estações Novas (un)	8	R\$ 2.923.082.748,28	R\$ 10.933.577.660,15
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	11	R\$ 419.280.717,13	
	Trecho (m)	15.752,00	R\$ 6.601.055.821,51	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)		R\$ 990.158.373,23	
São Francisco - Alcântara	Estações Novas (un)	10	R\$ 1.992.338.784,63	R\$ 10.729.238.960,85
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	23	R\$ 876.677.863,09	
	Trecho (m)	16.003,00	R\$ 6.834.975.924,46	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)		R\$ 1.025.246.388,67	
Duque de Caxias - Campo Grande	Estações Novas (un)	25	R\$ 4.084.054.961,05	R\$ 15.046.277.032,89
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	29	R\$ 1.105.376.436,07	
	Trecho (m)	41.767,00	R\$ 9.691.039.170,36	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)		R\$ 165.806.465,41	

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

5.8.2. Linhas – Rede Alternativa

Tabela 44: Linhas Rede Alternativa

LINHA REDE ALTERNATIVA				
CAPEX ALTERNATIVA	TIPO	QUANTIDADE	CUSTO ESTIMADO	
			IMPLANTAÇÃO	TOTAL
Estácio - Araribóia	Estações Novas (un)	6	R\$ 2.025.601.407,96	R\$ 8.967.798.961,86
	Estações Reforma (un)	1	R\$ 135.040.093,86	
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	5	R\$ 190.582.144,15	
	Trecho (m)	13.471,00	R\$ 5.753.543.752,95	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)			
Araribóia - Venda das Pedras	Estações Novas (un)	19	R\$ 1.978.447.265,40	R\$ 6.624.396.582,41
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	3	R\$ 114.349.286,49	
	Trecho (m)	33.502,00	R\$ 3.940.521.765,67	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)			
Gávea - Harmonia	Estações Novas (un)	10	R\$ 2.228.094.240,31	R\$ 7.804.616.467,87
	Estações Reforma (un)	1	R\$ 112.849.518,77	
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	14	R\$ 533.630.003,62	
	Trecho (m)	10.668,00	R\$ 4.286.993.656,67	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)			
Deodoro - Harmonia	Estações Novas (un)	17	R\$ 4.560.349.092,13	R\$ 18.010.566.321,30

	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	36	R\$ 1.372.191.437,88	
	Trecho (m)	24.877,00	R\$ 10.502.631.122,86	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)		R\$ 1.575.394.668,43	
Uruguai - Del Castilho	Estações Novas (un)	8	R\$ 2.021.234.919,76	R\$ 6.238.154.764,71
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	9	R\$ 343.047.859,47	
	Trecho (m)	7.887,00	R\$ 3.368.584.335,20	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)		R\$ 505.287.650,28	
Gávea - Uruguai	Estação Reforma (un)	1	R\$ 112.849.518,77	R\$ 2.385.383.760,47
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	2	R\$ 76.232.857,66	
	Trecho (m)	5.500,00	R\$ 1.909.827.290,47	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)		R\$ 286.474.093,57	
Araribóia - Itaipuaçu	Estações Novas (un)	11	R\$ 2.923.082.748,28	R\$ 11.314.741.948,45
	Poço Ventilação / Saída de Emergência(un)	21	R\$ 800.445.005,43	
	Trecho (m)	15.752,00	R\$ 6.601.055.821,51	
	Sistemas auxiliares e utilidades dos Trechos (15,00%)		R\$ 990.158.373,23	

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

5.9. APURAÇÃO DE CUSTOS POR LINHA – REDE BASE

Tabela 45: Estácio – Araribóia

ESTÁCIO - ARARIBÓIA (REDE BASE)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Estácio	-	existente				R\$ 135.040.093,86
			1.194,00	TBM	427.105,91	R\$ 509.964.460,03
Catumbi	Solo e rocha	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
			867,00	TBM	427.105,91	R\$ 370.300.826,50
Cruz Vermelha	Solo	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
			586,00	TBM	427.105,91	R\$ 250.284.064,97
Carioca	rocha e rocha	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
			834,00	TBM	427.105,91	R\$ 356.206.331,38
Praça Quinze	rocha	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
			7.222,00	TBM	427.105,91	R\$ 3.084.558.903,11
Gragoatá	Solo e rocha	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
			976,00	TBM	427.105,91	R\$ 416.855.371,01
Valonguinho	Solo	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
			536,00	TBM	427.105,91	R\$ 228.928.769,33
Araribóia	Solo	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
TOTAL			13.433,00			R\$ 7.715.340.462,80

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 46: Araribóia – Venda das Pedras

ARARIBÓIA - VENDA DAS PEDRAS (REDE BASE)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Araribóia	Areia	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
			845,00	VCA	600.217,52	R\$ 507.183.801,65
Jasen de Melo	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.020,00	VCA	600.217,52	R\$ 612.221.867,09
Barreto	Areia	Em nível	138,00			R\$ 63.564.586,53

			1.987,00	VCA + elevado	335.727,07	R\$ 667.089.697,44
Neves	Areia	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.012,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 72.091.472,25
Vila Lage	Areia	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.372,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 97.736.660,01
Paraíso	Rocha	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.092,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 77.790.402,86
Parada 40	Rocha	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.362,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 97.024.293,68
Zé Garoto	Rocha	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.677,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 119.463.832,97
Mauá	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.527,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 108.778.338,07
Antonina	Rocha	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			672,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 47.871.017,15
Trindade	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			2.138,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 152.303.920,63
Alcântara	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.727,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 123.025.664,60
Jd. Catarina	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			2.842,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 202.454.510,02
Guaxindiba	Solo	Em nível	138,00			R\$ 63.564.586,53
			4.236,00	Em nível	28.711,92	R\$ 121.623.706,72
Manilha	Solo	Em nível	138,00			R\$ 63.564.586,53
			2.752,00	Em nível	28.711,92	R\$ 79.015.212,67
Shopping Itaboraí	Solo	Em nível	138,00			R\$ 63.564.586,53
			3.582,00	Em nível	28.711,92	R\$ 102.846.108,94
Itaboraí	Solo	Em nível	138,00			R\$ 63.564.586,53
			2.527,00	Em nível	28.711,92	R\$ 72.555.029,95
Venda das Pedras	Solo	Em nível	138,00			R\$ 63.564.586,53
TOTAL			34.890,00			R\$ 4.957.399.005,18

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 47: Gávea – Carioca

GÁVEA - CARIOCA (REDE BASE)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Gávea	Solo	existente				R\$ 112.849.518,77
			880,00	TBM	427.105,91	R\$ 375.853.203,37
Jóquei	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.485,00	TBM	427.105,91	R\$ 634.252.280,69
Jd. Botânico	Rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			1.640,00	TBM R	377.295,96	R\$ 618.765.375,32
Humaitá	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			560,00	TBM	427.105,91	R\$ 239.179.311,24
Lgo. dos Leões	Solo	NATM em solo	138,00			R\$ 160.490.979,30
			510,00	TBM	427.105,91	R\$ 217.824.015,59
Dona Marta	Rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			1.670,00	TBM R	377.295,96	R\$ 630.084.254,14
Laranjeiras	Rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			1.290,00	TBM R	377.295,96	R\$ 486.711.789,12
Lgo. Dos Guimarães	Rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			1.370,00	TBM R	377.295,96	R\$ 516.895.465,97
Carioca	Rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
TOTAL			10.509,00			R\$ 5.378.384.132,81

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 48: Gávea - Av. Brasil

GÁVEA – AV. BRASIL (REDE BASE)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Gávea	Solo	existente				R\$ 112.849.518,77
			5500	TBM em solo	427.105,91	R\$ 2.349.082.521,06
Uruguai	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			2008	TBM em solo	427.105,91	R\$ 857.628.673,14

Vila Isabel	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			2457	TBM em solo	427.105,91	R\$ 1.049.399.228,04
Triagem	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			3100	TBM em solo	427.105,91	R\$ 1.324.028.330,05
Av. Brasil	Rocha	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
TOTAL			13.617,00			R\$ 6.821.483.458,79

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 49: Jardim Oceânico – Recreio

JARDIM OCEÂNICO - RECREIO (REDE BASE)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Jardim Oceânico		existente				R\$ 112.849.518,77
			1.880,00	TBM	427.105,91	R\$ 802.959.116,29
Lúcio Costa	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.272,00	TBM	427.105,91	R\$ 543.278.721,23
Riviera	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			992,00	TBM	427.105,91	R\$ 423.689.065,62
Rosas	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			862,00	TBM	427.105,91	R\$ 368.165.296,94
Marapendi	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			452,00	TBM	427.105,91	R\$ 193.051.872,64
Alvorada	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.582,00	TBM	427.105,91	R\$ 675.681.554,24
Sta. Mônica	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.462,00	TBM	427.105,91	R\$ 624.428.844,69
Americas Park	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			802,00	TBM	427.105,91	R\$ 342.538.942,16
Riomar	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			590,00	TBM	427.105,91	R\$ 251.992.488,62
Interlagos	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.072,00	TBM	427.105,91	R\$ 457.857.538,65
Pedra da Itaúna	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93

			1.202,00	TBM	427.105,91	R\$ 513.381.307,33
Salvador Allende	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.770,00	TBM	427.105,91	R\$ 755.977.465,87
Guinard	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.312,00	TBM	427.105,91	R\$ 560.362.957,75
Gláucio Gil	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.882,00	TBM	427.105,91	R\$ 803.813.328,12
Recreio	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
TOTAL			19.064,00			R\$ 11.379.761.175,94

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 50: Alvorada – Cocotá

ALVORADA - COCOTÁ (REDE BASE)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Alvorada	Areia	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			702,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 50.008.116,13
Casa Shopping	Areia	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			852,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 60.693.611,03
Via Parque	Areia	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.172,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 83.489.333,48
Abelardo Bueno	Areia	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			2.102,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 149.739.401,85
Gabinal	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.812,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 129.080.778,38
Geremário Dantas	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.662,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 118.395.283,48
Pau Ferro	Rocha	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			4.382,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 312.158.924,32
Borja Reis	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77

			987,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 70.310.556,44
Eng. de Dentro	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			2.142,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 152.588.867,16
Norte Shopping,	Rocha	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.462,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 104.147.956,95
Del Castilho	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.942,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 138.341.540,63
Manguinhos	Rocha	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			554,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 39.465.094,49
Brasil	Rocha	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			2.194,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 156.293.172,06
Fundão	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.413,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 100.657.361,95
Hospital Universitário	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			2.455,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 174.885.933,18
Base Aérea	Areia	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
Portuguesa	Areia		2.792,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 198.892.678,39
Portuguesa	Areia	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.082,00	Elevado+VCA	335.727,07	R\$ 363.256.694,83
Jd. Guanabara	Rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			612,00	VCA	600.217,52	R\$ 367.333.120,25
Cacuaia	Rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			342,00	VCA	600.217,52	R\$ 205.274.390,73
Paulinho Werneck	Rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			1.310,00	VCA	600.217,52	R\$ 786.284.946,94
Cocotá	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
TOTAL			34.869,00			R\$ 5.718.020.026,94

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 51: São Francisco – Alcântara

SÃO FRANCISCO - ALCÂNTARA (REDE BASE)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
São Francisco	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			2372	TBM	427.105,91	R\$ 1.013.095.225,45
Largo da Batalha	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			1412	TBM	427.105,91	R\$ 603.073.549,04
Badu	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			1292	TBM	427.105,91	R\$ 551.820.839,49
Vila Progresso	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			2732	TBM	427.105,91	R\$ 1.166.853.354,10
Maria Paula	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			1912	TBM	427.105,91	R\$ 816.626.505,50
Arsenal	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			2722	TBM	427.105,91	R\$ 1.162.582.294,97
Joquei Clube	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			1252	TBM	427.105,91	R\$ 534.736.602,98
Coelho	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			1192	TBM	427.105,91	R\$ 509.110.248,20
Raul Veiga	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			1117	TBM	427.105,91	R\$ 477.077.304,73
Alcântara	Solo	NATM em solo. Embaixo da Estação de mesmo nome da linha 3	138			R\$ 160.490.979,30
TOTAL			17.383,00			R\$ 8.827.314.709,09

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 52: Duque de Caxias – Campo Grande

DUQUE DE CAXIAS - CAMPO GRANDE (REDE BASE)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Duque de Caxias	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			672	TBM	427.105,91	R\$ 287.015.173,48
Nilo Peçanha	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			782	TBM	427.105,91	R\$ 333.996.823,90
Bar dos Cavaleiros	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			3062	TBM	427.105,91	R\$ 1.307.798.305,36
Shopping Grande Rio	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			922	TBM	427.105,91	R\$ 393.791.651,71
São João	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			462	TBM	427.105,91	R\$ 197.322.931,77
Pavuna	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			762	TBM	427.105,91	R\$ 325.454.705,65
Nova Pavuna	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			1982	TBM	427.105,91	R\$ 846.523.919,41
São Mateus	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			1522	TBM	427.105,91	R\$ 650.055.199,46
Éden	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			1462	TBM	427.105,91	R\$ 624.428.844,69
Cosmorama	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			3102	TBM	427.105,91	R\$ 1.324.882.541,88
Vila Nova	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			1292	TBM	427.105,91	R\$ 551.820.839,49
Califórnia	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			1362	TBM	427.105,91	R\$ 581.718.253,40
Nova Iguaçu	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			1662	TBM	427.105,91	R\$ 709.850.027,27
UNIG	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			1142	TBM	427.105,91	R\$ 487.754.952,55
Jd. Alvorada	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			1057	TBM	427.105,91	R\$ 451.450.949,96

Nova Era	Rocha	Em elevado	138			R\$ 69.521.191,77
			1132	Em Elevado	71.236,63	R\$ 80.639.868,17
Danon	Rocha	Em elevado	138			R\$ 69.521.191,77
			1912	Em Elevado	71.236,63	R\$ 136.204.441,65
Valverde	Rocha	Em elevado	138			R\$ 69.521.191,77
			1802	Em Elevado	71.236,63	R\$ 128.368.412,05
Cabuçu	Solo	Em elevado	138			R\$ 69.521.191,77
			6072	Em Elevado	71.236,63	R\$ 432.548.833,51
Lagoinha	Solo	Em elevado	138			R\$ 69.521.191,77
			1752	Em Elevado	71.236,63	R\$ 124.806.580,42
Paraíso II	Solo	Em elevado	138			R\$ 69.521.191,77
			1872	Em Elevado	71.236,63	R\$ 133.354.976,34
Guandu Km32	Rocha	Em elevado	138			R\$ 69.521.191,77
			4247	Em Elevado+Nível	49.974,28	R\$ 212.240.758,39
Mendanha	Solo	Em nível	138			R\$ 63.564.586,53
			1262	Em Nível	28.711,92	R\$ 36.234.447,09
West Shopping	Solo	Em nível	138			R\$ 63.564.586,53
			2592	Em Nível	28.711,92	R\$ 74.421.304,96
Campo Grande	Solo	Em nível	138			R\$ 63.564.586,53
TOTAL			47.338,00			R\$ 14.516.739.703,62

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 53: Deodoro – Presidente Vargas

DEODORO - PRESIDENTE VARGAS (REDE BASE)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Deodoro II	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			2.120,00	TBM	427.105,91	R\$ 905.464.535,39
Guadalupe	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			2.770,00	TBM	427.105,91	R\$ 1.183.083.378,79
Coelho Neto II	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93

			1.640,00	TBM	427.105,91	R\$ 700.453.697,19
CEASA	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.385,00	TBM	427.105,91	R\$ 591.541.689,39
Margaridas	Rocha	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.520,00	TBM	427.105,91	R\$ 649.200.987,64
Parada de Lucas	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.585,00	TBM	427.105,91	R\$ 676.962.871,98
Missões	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.310,00	TBM	427.105,91	R\$ 559.508.745,93
Penha II	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			2.260,00	TBM	427.105,91	R\$ 965.259.363,20
Ramos	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.380,00	TBM	427.105,91	R\$ 589.406.159,83
Pq. União	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			2.210,00	TBM	427.105,91	R\$ 943.904.067,55
Av. Brasil	Rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			625,00	TBM R	377.295,96	R\$ 235.809.975,35
Fiocruz	Rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			1.850,00	TBM R	377.295,96	R\$ 697.997.527,04
Caju	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.510,00	TBM	427.105,91	R\$ 644.929.928,51
Luiz Gonzaga	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.170,00	TBM	427.105,91	R\$ 499.713.918,12
Novo Rio	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			730,00	TBM	427.105,91	R\$ 311.787.316,43
AquaRIO	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			685,00	TBM	427.105,91	R\$ 292.567.550,35
Harmonia	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			880,00	TBM	427.105,91	R\$ 375.853.203,37
Pres. Vargas	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
TOTAL			28.114,00			R\$ 15.665.917.805,11

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 54: Uruguai – Engenho de Dentro

URUGUAI - ENGENHO DE DENTRO (REDE BASE)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Uruguai	Solo	VCA	138		427.105,91	R\$ 282.123.796,93
			777	TBM		R\$ 331.861.294,34
S. Miguel	Solo	VCA	138		427.105,91	R\$ 282.123.796,93
			1102	TBM		R\$ 470.670.716,04
B. de Mesquita	Solo	VCA	138		427.105,91	R\$ 282.123.796,93
			1457	TBM		R\$ 622.293.315,12
Grajaú	Rocha	NATM em rocha	138		427.105,91	R\$ 164.246.069,09
			902	TBM		R\$ 385.249.533,45
Eng. Novo	Solo	VCA	138		427.105,91	R\$ 282.123.796,93
			1162	TBM		R\$ 496.297.070,81
Méier	Solo	VCA	138		427.105,91	R\$ 282.123.796,93
			2312	TBM		R\$ 987.468.870,67
Eng. de Dentro	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
TOTAL			8.678,00			R\$ 5.150.829.651,11

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 55: Araribóia – Itaipuaçu

ARARIBÓIA - ITAIPUAÇU (REDE BASE)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Araribóia	Solo	VCA	174,00		427.105,91	R\$ 337.600.234,66
			1.086,00	TBM		R\$ 463.837.021,43
Antônio Pedro	Rocha	NATM em rocha	138,00		377.295,96	R\$ 164.246.069,09
			1.012,00	TBM R		R\$ 381.823.512,09

Icaraí	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			942,00	TBM	427.105,91	R\$ 402.333.769,97
Canto do Rio	Rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			1.532,00	TBM R	377.295,96	R\$ 578.017.411,58
São Francisco	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			2.582,00	TBM	427.105,91	R\$ 1.102.787.467,16
Cafubá	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.502,00	TBM	427.105,91	R\$ 641.513.081,21
Piratininga	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.502,00	TBM	427.105,91	R\$ 641.513.081,21
Jardim Ubá	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.012,00	TBM	427.105,91	R\$ 432.231.183,88
Maravista	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.582,00	TBM	427.105,91	R\$ 675.681.554,24
Itacoatiara	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			3.000,00	TBM	427.105,91	R\$ 1.281.317.738,76
Itaipuaçu	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
TOTAL			17.306,00			R\$ 9.524.138.569,79

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

5.10. APURAÇÃO DE CUSTOS POR LINHA – REDE ALTERNATIVA

Tabela 56: Estácio – Araribóia (sem praça XV)

ESTÁCIO – ARARIBÓIA (REDE ALTERNATIVA)						
Estação			Extensão de via (m)		Preço Unitário	Subtotal
nome	geologia	método construtivo	m	método construtivo		
Estácio		existente				R\$ 135.040.093,86
			1.194,00	TBM	427.105,91	R\$ 509.964.460,03
Catumbi	Solo e rocha	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
			867,00	TBM	427.105,91	R\$ 370.300.826,50
Cruz Vermelha	Solo	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
			586,00	TBM	427.105,91	R\$ 250.284.064,97
Carioca	rocha e rocha	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
			9.312,00	TBM	427.105,91	R\$ 3.977.210.261,11
Gragoatá	Solo e rocha	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
			976,00	TBM	427.105,91	R\$ 416.855.371,01
Valonguinho	Solo	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
			536,00	TBM	427.105,91	R\$ 228.928.769,33
Araribóia	Solo	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
TOTAL			14.515,00			R\$ 7.914.185.254,77

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 57: Araribóia – Venda das Pedras (Via centro de Niterói)

ARARIBÓIA – VENDA DAS PEDRAS (REDE ALTERNATIVA)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Araribóia	Areia	VCA	174,00			R\$ 337.600.234,66
			845,00	VCA	600.217,52	R\$ 507.183.801,65
Jansen de Melo	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.120,00	VCA	600.217,52	R\$ 672.243.618,76
São Lorenzo	Areia	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93

			1.032,00	VCA	600.217,52	R\$ 619.424.477,29
Barreto	Areia	Em nível	138,00			R\$ 63.564.586,53
			1.987,00	VCA + em elevado	335.727,07	R\$ 667.089.697,44
Neves	Areia	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.012,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 72.091.472,25
Vila Lage	Areia	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.372,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 97.736.660,01
Paraíso	Rocha	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.092,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 77.790.402,86
Parada 40	Rocha	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.362,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 97.024.293,68
Zé Garoto	Rocha	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.677,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 119.463.832,97
Mauá	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.527,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 108.778.338,07
Antonina	Rocha	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			672,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 47.871.017,15
Trindade	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			2.138,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 152.303.920,63
Alcântara	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			1.727,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 123.025.664,60
Jd. Catarina	Solo	Em elevado	138,00			R\$ 69.521.191,77
			2.842,00	Em elevado	71.236,63	R\$ 202.454.510,02
Guaxindiba	Solo	Em nível	138,00			R\$ 63.564.586,53
			4.236,00	Em nível	28.711,92	R\$ 121.623.706,72
Manilha	Solo	Em nível	138,00			R\$ 63.564.586,53
			2.752,00	Em nível	28.711,92	R\$ 79.015.212,67
Shopping Itaboraí	Solo	Em nível	138,00			R\$ 63.564.586,53
			3.582,00	Em nível	28.711,92	R\$ 102.846.108,94
Itaboraí	Solo	Em nível	138,00			R\$ 63.564.586,53
			2.527,00	Em nível	28.711,92	R\$ 72.555.029,95
Venda das Pedras	Solo	Em nível	138,00			R\$ 63.564.586,53
TOTAL			36.160,00			R\$ 5.918.969.031,07

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 58: Gávea – Harmonia

GÁVEA - HARMONIA (REDE ALTERNATIVA)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Gávea	Solo	existente				R\$ 112.849.518,77
			780,00	TBM	427.105,91	R\$ 333.142.612,08
Jóquei	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.562,00	TBM	427.105,91	R\$ 667.139.435,98
Jd. Botânico	rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			1.632,00	TBM R	377.295,96	R\$ 615.747.007,63
Humaitá	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			662,00	TBM	427.105,91	R\$ 282.744.114,35
Lgo Leões	Solo	NATM em solo	138,00			R\$ 160.490.979,30
			582,00	TBM	427.105,91	R\$ 248.575.641,32
Dona Marta	rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			1.472,00	TBM R	377.295,96	R\$ 555.379.653,94
Laranjeiras	rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			1.312,00	TBM R	377.295,96	R\$ 495.012.300,25
Largo dos Guimarães	rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			992,00	TBM R	377.295,96	R\$ 374.277.592,88
Cruz Vermelha	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			852,00	TBM	427.105,91	R\$ 363.894.237,81
Pres. Vargas	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			822,00	TBM	427.105,91	R\$ 351.081.060,42
Harmonia	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
TOTAL			12.048,00			R\$ 6.627.937.415,75

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 59: Deodoro – Harmonia

DEODORO - HARMONIA (REDE ALTERNATIVA)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Deodoro II	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			2.112,00	TBM	427.105,91	R\$ 902.047.688,09
Guadalupe	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			2.762,00	TBM	427.105,91	R\$ 1.179.666.531,49
Coelho Neto II	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.632,00	TBM	427.105,91	R\$ 697.036.849,89
CEASA	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.377,00	TBM	427.105,91	R\$ 588.124.842,09
Margaridas	Rocha	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.512,00	TBM	427.105,91	R\$ 645.784.140,34
Parada de Lucas	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.577,00	TBM	427.105,91	R\$ 673.546.024,67
Missões	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.302,00	TBM	427.105,91	R\$ 556.091.898,62
Penha II	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			2.252,00	TBM	427.105,91	R\$ 961.842.515,90
Piscinão	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.372,00	TBM	427.105,91	R\$ 585.989.312,53
Pq. União	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			2.202,00	TBM	427.105,91	R\$ 940.487.220,25
Av. Brasil	Rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			617,00	TBM R	377.295,96	R\$ 232.791.607,67
Fiocruz	Rocha	NATM em rocha	138,00			R\$ 164.246.069,09
			1.842,00	TBM R	377.295,96	R\$ 694.979.159,35
Caju	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.502,00	TBM	427.105,91	R\$ 641.513.081,21
Luiz Gonzaga	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			1.162,00	TBM	427.105,91	R\$ 496.297.070,81
Novo Rio	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			722,00	TBM	427.105,91	R\$ 308.370.469,13
AquaRIO	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
			932,00	TBM	427.105,91	R\$ 398.062.710,84
Harmonia	Solo	VCA	138,00			R\$ 282.123.796,93
TOTAL			27.223,00			R\$ 15.062.980.214,99

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 60: Uruguai – Del Castilho

URUGUAI - DEL CASTILHO (REDE ALTERNATIVA)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Uruguai		VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			777	TBM	427.105,91	R\$ 331.861.294,34
S. Miguel	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			1102	TBM	427.105,91	R\$ 470.670.716,04
B. de Mesquita	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			1457	TBM	427.105,91	R\$ 622.293.315,12
Grajaú	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			902	TBM	427.105,91	R\$ 385.249.533,45
Eng. Novo	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			1162	TBM	427.105,91	R\$ 496.297.070,81
Méier	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
			1227	TBM	427.105,91	R\$ 524.058.955,15
Cachambi	Rocha	NATM em rocha	138			R\$ 164.246.069,09
			1260	TBM	427.105,91	R\$ 538.153.450,28
Del Castilho	Solo	VCA	138			R\$ 282.123.796,93
TOTAL			8.991,00			R\$ 5.389.819.254,96

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Tabela 61: Gávea – Uruguai

GÁVEA - URUGUAI (REDE ALTERNATIVA)						
ESTAÇÃO			EXTENSÃO DE VIA (M)		PREÇO UNITÁRIO	SUBTOTAL
NOME	GEOLOGIA	MÉTODO CONSTRUTIVO	M	MÉTODO CONSTRUTIVO		
Gávea	Solo	existente				R\$ -
			5500	NATM EM ROCHA	347.241,33	R\$ 1.909.827.290,47
Uruguai	Solo	VCA REFORMA	138			R\$ 112.849.518,77
TOTAL			5.638,00			R\$ 2.022.676.809,24

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

5.11. ESTIMATIVA DE CUSTOS E DESPESAS

O dimensionamento financeiro baseia-se da estruturação de uma operação desenhada a partir dos cenários de engenharia, demanda e investimentos descritos nos demais tópicos apresentados. Tais informações definem o padrão de serviços necessário para, por um lado, elevar o potencial de demanda da Região e, por outro lado, atender a esse potencial.

Quanto à criação do potencial de demanda, deve-se considerar que este está associado à qualidade dos serviços prestados, envolvendo limpeza, informação, segurança, confiabilidade, velocidade, entre outros atributos, o que possui implicação direta sobre o dimensionamento do pessoal operativo, sobre os demais custos operativos além dos custos de manutenção.

Para atender os incrementos de demanda, são necessários supervisores de trem, cujo número poderá aumentar conforme aumenta o número de composições operacionais necessárias para atender à demanda estimada. O número de agentes e supervisores de estação, bem como, o número de agentes e supervisores de segurança, aumenta de acordo com o aumento do número de usuários em cada estação e o número de composições operacionais. Desta forma, a longo prazo, diversos custos operacionais possuem correlação indireta com a demanda. Exceção deve ser feita à operação do CCO e à manutenção de alguns equipamentos, como sinalização ou energia e estações, cujo custo independe da demanda efetiva do sistema.

Para fins de avaliação de custos de operação futura, os custos operacionais assumidos pela empresa operadora foram divididos entre:

- Custos de operação;
- Custos de manutenção;
- Custos de serviços terceirizados;

Os custos de operação compreendem os dispêndios necessários à produção do serviço de transporte, envolvendo os custos com (i) o movimento dos trens, (ii) operação das estações e do centro de controle operacional e (iii) a gestão da operação.

Os custos de manutenção compreendem os custos com a manutenção preventiva e corretiva (i) do material rodante, (ii) da via permanente, (iii) dos sistemas, equipamentos auxiliares, instalações e equipamentos dos pátios de estacionamento, e (iv) das estações e oficinas. Os custos de serviços

terceirizados incluem serviços com limpeza, segurança, bilhetagem, operação de veículos por ônibus integrados ao sistema de Metrô e operação de terminais.

5.11.1. Operação

Os custos operacionais concentram-se nos custos com pessoal e energia. Em média o custo com energia corresponde a cerca de 30% do dispêndio total de uma determinada linha, enquanto o quadro de pessoal corresponde a 35%. Os 35% restantes correspondem a custos com terceiros, operação de pátio, materiais e outras despesas gerais. Que serão detalhados nos itens apresentados a seguir.

5.11.2. Pessoal Operacional

Em relação aos postos de trabalho de pessoal próprio da empresa operadora, a premissa adotada é de que o sistema de alta capacidade possuirá estrutura operacional simplificada. Como exemplo, a simplicidade das estações faz com que não seja necessária a existência de mais de dois agentes por estação, bastando que alguns supervisores de estação estejam percorrendo periodicamente algumas delas a cada hora¹.

Os seguranças, como exemplo, foram alocados como uma proporção do número de composições operacionais para que, atuando em duplas, os mesmos pudessem cobrir toda a linha com um contingente diminuto, utilizando os trens como meio de locomoção. Foram incluídos postos de trabalho fixos nas estações como forma de garantir a integridade do sistema.

Para todos os cargos operacionais, será dimensionado o número de empregados necessários por posto de trabalho, de maneira a atender a um ciclo completo da operação diária, sendo este dimensionamento feito pelo pico de demanda a ser atendida. A partir de então, estima-se a existência de três turnos de trabalho, na quase totalidade das funções com picos de demanda em dois deles. No terceiro turno de trabalho a necessidade de pessoal é estabelecida como proporção dos horários de pico para as funções que assim o permitissem. Exceção será feita aos operadores e supervisores de centro

¹ Em sistemas de alta complexidade, há agentes exclusivamente dedicados às funções de elevadores, plataformas, escadas rolantes, bem como ao monitoramento do CFTV e sonorização de cada uma das estações. No caso em tela, a simplicidade do sistema em análise torna a existência de todas as funções desnecessária, sendo possível atribuir múltiplos papéis a operadores volantes.

de controle operacional (CCO), pelo fato de não ser possível reduzir o número de funcionários nesta função.

O dimensionamento dos postos de trabalho considera a prática de turnos fixos de trabalho, com folgas concentradas, embora não exclusivamente, nos finais de semana, períodos de menor demanda. Projeta-se o quadro de pessoal com base em 6 dias trabalhados para 1 de folga a cada semana.

Para a determinação do número de turnos equivalentes, as funções sofrem uma nova segmentação, separando-as em funções cujo dimensionamento é afetado pela oferta de serviços e funções nas quais isso não ocorre. No primeiro caso os picos da manhã e da tarde, como é característico em sistemas de transporte, obrigam a criação de dois turnos de trabalho pelo máximo da oferta de serviços, considerando a jornada de trabalho diária. Com isso, determina-se a existência de dois turnos em que para cada posto de trabalho instalado deve obrigatoriamente existir um empregado. No terceiro turno, com a redução da oferta, é possível reduzir proporcionalmente o número de trabalhadores.

Além do número primário de trabalhadores por posto, outros fatores são considerados para a determinação do número de empregados necessários por posto de trabalho. É considerada uma folga por semana, o que onera em 16,67% a necessidade de pessoal por turno equivalente (sete dias de ciclo/seis dias trabalhados).

Quanto ao período de descanso e refeição dentro da jornada, ajusta-se o quadro de pessoal em função do número de horas efetivamente trabalhadas por empregado. Com relação às férias anuais, considera-se que os empregados possuem direito a 1 mês de férias por ano. Isso indica a necessidade de um ajuste de 9,09% no quadro de pessoal (12 meses por ano/11 meses trabalhados). O absenteísmo abrange as ausências por quaisquer motivos. Adotou-se um índice comum a todas as funções de 3,00%. Para cursos e treinamento foram consideradas 40 horas anuais gastas por funcionários com custos e treinamento.

Parte da jornada de trabalho diária de cada posto é exercida no período noturno, o que determina um custo adicional de 25% em relação às demais horas. Outro fator a onerar o custo é o relativo às horas extras, quando as mesmas são necessárias. A partir do dimensionamento realizado para o número de funcionários físicos por posto de trabalho, somado ao adicional de custo por posto de trabalho vinculado ao pagamento das horas extras e do adicional noturno, chegamos ao número final de empregados equivalentes por posto de trabalho para cada uma das funções. O conceito de empregados equivalentes abrange o quantitativo físico e a oneração financeira determinada por horas extraordinárias e noturnas,

representativo, desta forma, o custo relativo a cada um dos postos de trabalho. Os valores salariais terão como referência os valores atuais praticados pelo mercado em funções similares, uma vez que já existe uma prática salarial estabelecida no Metrô do Rio de Janeiro e na SuperVia.

5.11.3. Energia

Os custos de energia de tração são calculados de acordo com a demanda contratada e com o consumo projetado em função da operação dos trens. Para cálculo da demanda de energia de tração, estima-se a contratação de 105% do consumo de pico, medido em MW.

Para cálculo do consumo de energia de tração vinculado ao movimento dos trens, calcula-se o número de horas de trem operadas em cada uma das faixas horárias nas quais é segmentado um dia útil, um sábado e um domingo ou feriado. Esse número de horas é o produto entre o número de trens em operação em cada uma das faixas horárias estabelecidas no polígono de oferta e a quantidade de horas que compõe cada uma dessas faixas. O exemplo de um dia útil típico é apresentado a seguir.

Tabela 62: Exemplo de um dia útil típico

EXEMPLO DE DIA ÚTIL TÍPICO		
DESCRIÇÃO	DIFERENÇA DE HEADWAY	TOTAL DE HORAS
HORAS PICO (6-8 E 17-19)		4,00
ENTREPICO DO MEIO DIA (11-13)		2,00
HORÁRIO DE BAIXA DEMANDA		11,00
HORA DE ABERTURA (4:30 - 6:00; 23:00 - 24:00)		2,50
HORAS TOTAIS POR DIA		19,50
HEADWAY NAS HORAS PICO (MINUTOS)		2,50
HEADWAY NO ENTREPICO DO MEIO DIA (MINUTOS)	1,00	3,50
HEADWAY NAS HORAS DE VALE (MINUTOS)	2,00	4,50
HEADWAY NA HORA DE ABERTURA (MINUTOS)	4,00	6,50

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

A soma do número de trens por hora a cada hora compõe o número de horas / trem de um dia. As quantidades de horas por dia são anualizadas de acordo com o número de dias operados em cada um dos tipos de dia. O indicador de consumo médio por veículo é obtido a partir das especificações de consumo por hora, dividido pela velocidade média de operação das linhas.

Para cálculo do valor final do consumo de energia, o número de horas de operação por trem é multiplicado pelo índice de consumo por hora operada, obtendo-se o consumo total, consolidado por faixa horária. O consumo com estações, pátio e estacionamento, centro administrativo e CCO corresponde a um acréscimo de 20% sobre energia de tração. O consumo total segmentado por faixa horária é multiplicado pela respectiva tarifa no pico e fora do pico. Para projeção do custo anual, levou-se em conta também os períodos seco e úmido, cada qual representando 6 meses dentro de um ano, nos quais há diferenciação tarifária.

5.11.4. Materiais de Operação

Para a operação, estima-se que os custos com materiais equivalerão a 10% dos custos totais de pessoal. Estes custos englobam contas de telefone, água, despesas com almoxarifado, uniformes e outras pequenas despesas correntes necessárias à operação do sistema. A lógica por trás da proporcionalidade entre os custos de pessoal e os custos de material está no perfil dos bens consumidos, onde quanto maior o número de funcionários, maior será o número de uniformes necessários, maior a expectativa de consumo de água e utilização de telefones. O valor de 10% provém de benchmarks feitos com outros sistemas de transportes.

5.11.5. Manutenção

Os custos totais de manutenção foram divididos entre manutenção leve, considerando pequenos reparos cotidianos necessários para o bom funcionamento das vias, equipamentos e estações, e manutenção pesada, cujo valor é mais relevante.

A manutenção leve é calculada a partir da estruturação de uma equipe para cada linha. Esta equipe deverá responsabilizar-se tanto pelas funções técnicas quanto administrativas da manutenção diária. Os custos de manutenção pesada são calculados como função de um valor percentual relativo ao

valor de cada um dos grandes grupos de investimento: (i) material rodante, (ii) obras civis, (iii) sistemas de controle, sinalização e telecomunicações e (iv) via permanente e energia. A manutenção do material rodante usualmente corresponde a 40% do custo médio anual. A manutenção dos sistemas de controle, sinalização e telecomunicações corresponde a aproximadamente 25% dos custos anuais enquanto a manutenção da via permanente juntamente com a rede aérea de energia resulta em aproximadamente 25%. Obras civis representam um percentual menor, de 15% dos custos médios anuais.

No que tange o material rodante, os custos são avaliados com base em duas vertentes. Além da equipe própria de manutenção, o valor estimado com terceiros para a manutenção do material rodante é de 7% dos investimentos em um veículo novo a cada 1.000.000 de km percorridos, e que abrange as reformas gerais periódicas. Reformas parciais serão feitas a cada dois anos, com valor correspondente a 0,5% de um veículo novo. O valor de manutenção das obras civis é de 0,175% dos investimentos totais realizados em obras civis.

É considerado que o custo mensal de manutenção com obras civis de cada estação é de R\$ 5.600 e de R\$ 14.000 por quilômetro de túnel. Quanto ao centro de controle operacional e aos sistemas de telecomunicações, é considerado um custo fixo anual de R\$ 37.435 por km de via operacional, R\$ 110.880 por km de via operacional para os sistemas de energia e via permanente, R\$ 72.200 mil por estação para os auxiliares mais um custo fixo anual de R\$ 450.000 para os demais sistemas fixos, que incluem os custos de manutenção do CCO.

5.11.6. Serviços de Terceiros

Para fins de projeção dos custos com limpeza e vigilância, assume-se a terceirização desses serviços. Para o quadro de limpeza, considera-se a divisão da atividade em três áreas, determinadas por características específicas de cada uma delas, que determinam, dentre outros aspectos, o horário de trabalho dessas equipes e a expectativa quanto à mínima produtividade a ser alcançada de maneira a não comprometer a normalidade operacional. Essas áreas de concentração das equipes de limpeza são as Estações, os Trens e as Demais áreas da empresa.

A limpeza das estações considera duas equipes compostas por dois faxineiros e um supervisor, cada equipe em um dos períodos de funcionamento das estações. A limpeza dos trens é calculada a

partir da produtividade de um faxineiro, que, estima-se, deve limpar um carro em 12 minutos. Considerando a necessidade de se limpar um carro cinco vezes ao dia, e uma margem de segurança de 50%, considera-se a necessidade de dois faxineiros por trem operacional. O número de supervisores de limpeza considerado é um a cada cinco trens operacionais. Para dimensionamento do quadro de vigilância, é definida a presença destes nas áreas administrativas e nas oficinas.

5.11.7. Despesas Administrativas

As despesas administrativas dividem-se entre despesas com pessoal e despesas administrativas gerais. As despesas administrativas gerais abrangem os itens a seguir:

- Serviços Públicos
 - Água
 - Luz
 - Telefonia geral
 - Serviços 0800 (call center)
- Aluguéis
 - Imóveis
 - Veículos
- Móveis
 - Móveis em Geral
- Serviços de terceiros
 - Administração de rede / data center
 - Rede de comunicação
 - Honorários de advogados / consultoria
 - Auditoria Externa
- Despesas diversas
 - Comunicação e Marketing
 - Treinamento
- Despesas com informática
 - Computadores / software
 - Administração de TI
- Despesas de representação

5.11.8. Impostos e Taxas

Quanto aos impostos incidentes sobre a receita da empresa operadora, são consideradas as isenções determinadas pela Medida Provisória 617, de 31 de maio de 2013, que desonerou os sistemas de transporte municipais e metropolitanos da cobrança do PIS e da COFINS, sendo os sistemas sobre trilhos explicitamente citados no âmbito da medida.

Quanto ao ISS, é considerado o efeito produzido pela caracterização do sistema como um meio de transporte metropolitano. Neste caso, não há incidência de ISS, uma vez que este imposto se aplica exclusivamente sobre os serviços de transporte público de característica municipal.

5.11.9. Demais despesas

As despesas que complementam os compromissos da Empresa Operadora na fase pré-operacional e operacional são:

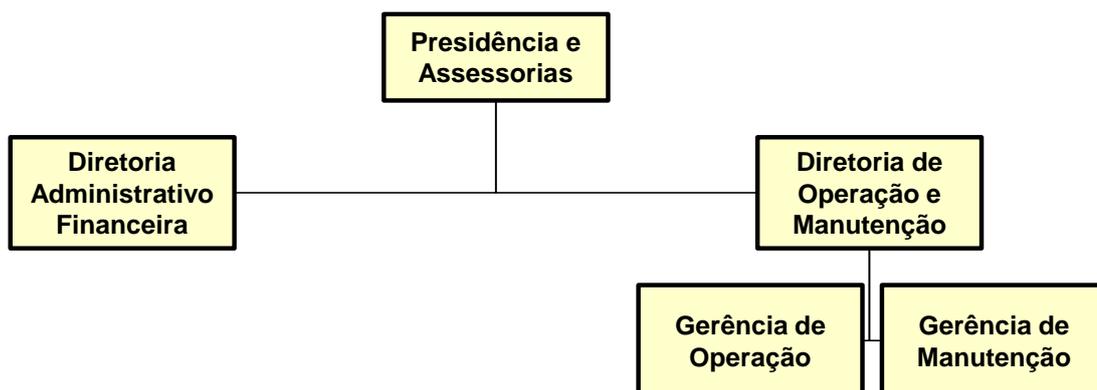
- Despesas pré-operacionais:
 - Assessorias, constituição da empresa e outros incorridos na fase pré-adjudicação;
 - Estrutura administrativa da empresa operadora após a eficácia contratual;
 - Gerenciamento e certificadora;
 - Seguros e garantias de responsabilidade da operadora;
 - Contratação e treinamento de pessoal, juntamente com os demais dispêndios incorridos na fase de operação branca.

- Despesas operacionais:
 - Seguros e garantias;
 - Taxa de gerenciamento da Câmara de Compensação Tarifária;
 - Taxa de regulação devida ao órgão gestor

5.11.10. Estrutura Organizacional

Conforme apresentado na Seção precedente, a operação da empresa operadora combina parte das funções realizadas por pessoal próprio e parte das funções atribuídas a terceiros. De forma sintética, a estrutura organizacional da empresa operadora divide-se entre o núcleo de decisão, consubstanciado pela figura do gerente geral e seus assessores, a diretoria administrativa – Financeira e a diretoria de operação e manutenção. O organograma abaixo sintetiza a proposição com o número total de funcionários alocados a cada uma das diretorias.

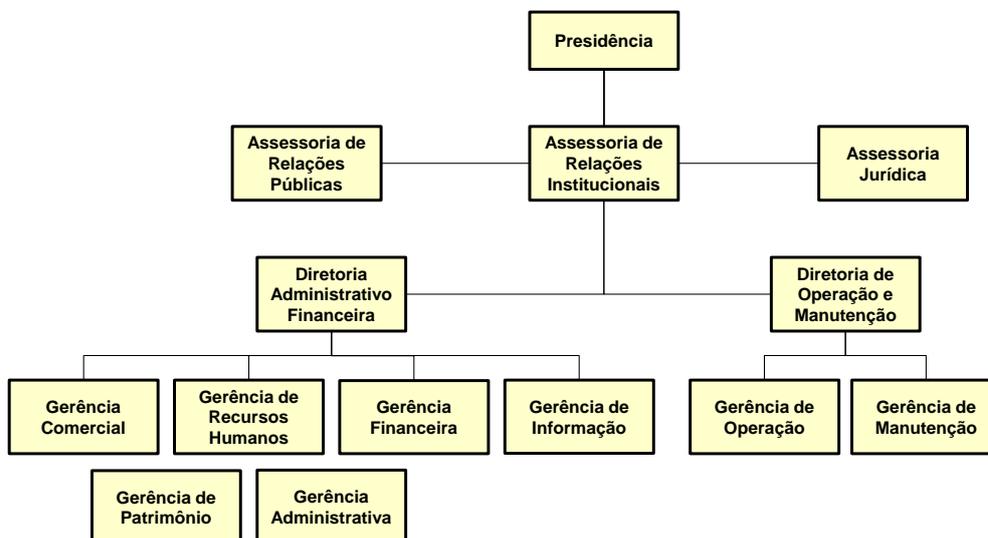
Figura 83: Proposição número total de funcionários



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Além do quadro de funcionários próprios da empresa operadora, será necessária a contratação de funcionários terceirizados, conforme dimensionado na seção precedente. Os funcionários terceirizados responderão diretamente à gerência de patrimônio ou à supervisão de estações, conforme o caso. A estrutura administrativa é apresentada a seguir.

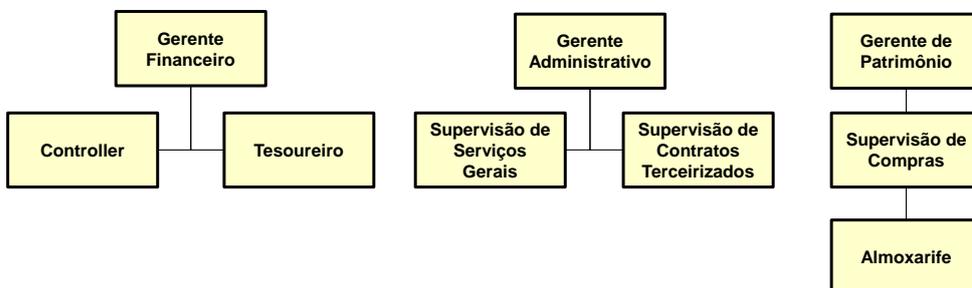
Figura 84: Estrutura Administrativa



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

As principais gerências são detalhadas a seguir.

Figura 85: Principais Gerências

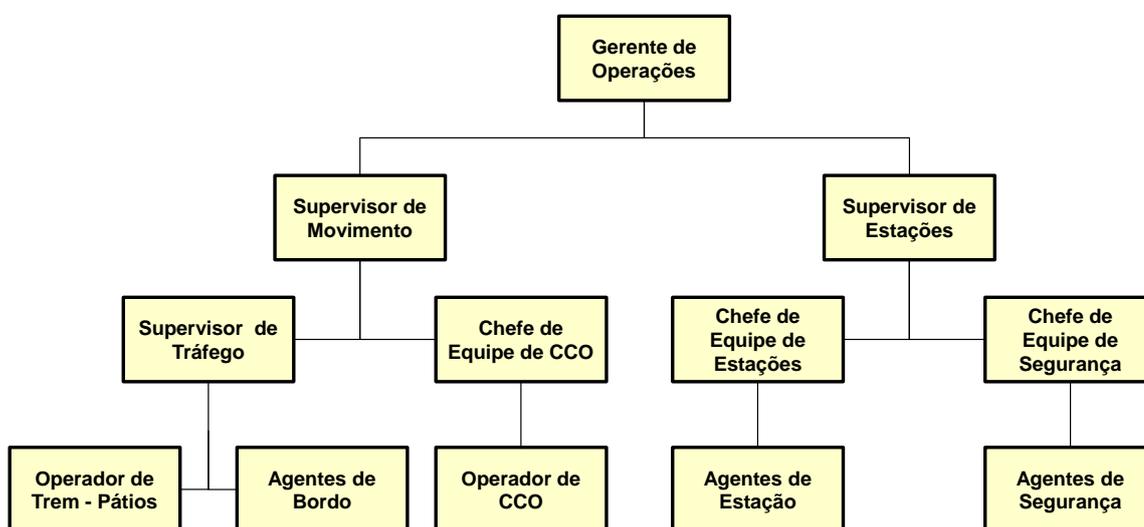


Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

5.11.10.1. Estrutura Organizacional da Operação

A estrutura organizacional da operação está centrada em duas supervisões, uma associada à movimentação de trens e outra associada às estações, conforme organograma apresentado a seguir.

Figura 86: Movimentação de Tremse

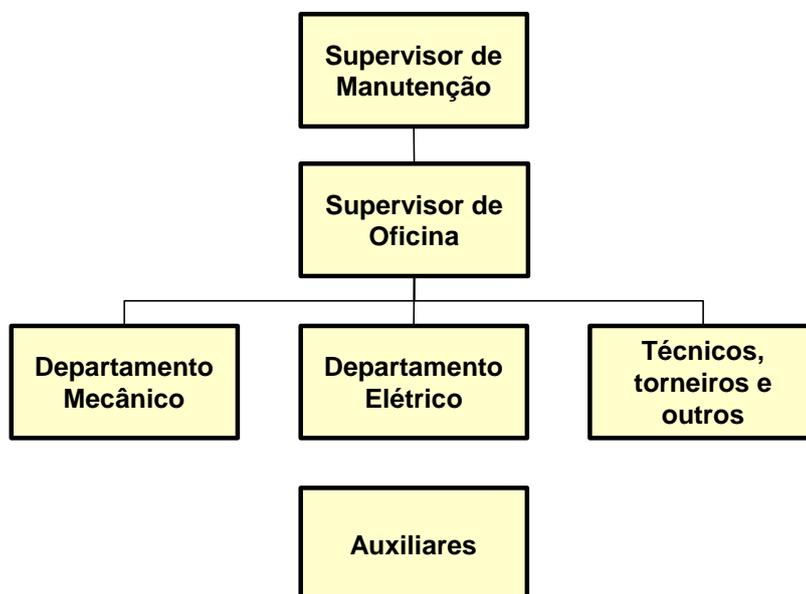


Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

5.11.10.2. Estrutura Organizacional da Manutenção

As atividades de manutenção da empresa operadora são subdivididas em duas supervisões. Uma das supervisões com a função específica de gestão do material rodante, conforme o organograma disposto a seguir.

Figura 87: Função específica de gestão do material rodante



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

É relevante notar que a equipe de manutenção dimensionada atenderá até a manutenção de 3º nível, conforme padrão internacional de manutenção destes equipamentos. Os níveis 4 e 5, que demandam intervenções mais profundas, serão realizados fora do site da empresa operadora, juntamente com o fornecedor de material rodante.

A segunda supervisão será responsável pela manutenção de obras civis, sistemas e via permanente, onde se encontra também alocado o pessoal dedicado à manutenção da rede aérea.

Note-se que nesta equipe não é considerado o pessoal dedicado à manutenção dos sistemas de bilhetagem eletrônica, bloqueios e sistemas correlatos, uma vez que estes processos foram terceirizados para a execução da câmara de compensação tarifária ou por seus prepostos com esta finalidade.

Figura 88: Organograma de Equipe



Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

6. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E FINANCEIRA DAS ALTERNATIVAS

6.1. AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Este capítulo do documento apresenta a metodologia a ser implementada para a avaliação socioeconômica do Plano Metroviário para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

A situação de referência para a avaliação do empreendimento consiste na configuração atual do sistema de transporte na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, tanto público quanto privado, incluindo a política tarifária vigente. Relativamente à rede de transporte, foram consideradas as intervenções de transporte descritas nos [itens 2.1.1 e 3.1](#) deste relatório, as quais se encontram resumidas a seguir:

- Ampliação da Rede Metroviária do Rio de Janeiro de acordo com a descrição no [item 2.1.1](#)
- Ampliação da rede de BRT [item 3.1](#)
- Implantação da rede de VLT [item 3.1](#)
- Ampliação da rede rodoviária [item 3.1](#)

Como já foi descrito anteriormente, a situação proposta contempla a política tarifária de integração entre todos os modos de transporte público coletivo através de bilhetagem automática e considerando a tarifa praticada no MetrôRio como base. Este cenário foi utilizado para avaliação socioeconômica desenvolvida neste capítulo.

Portanto, a Rede Metroviária Proposta será avaliada, segundo os pontos de vista socioeconômico, em relação à situação representada pelo sistema viário e de transporte coletivos existentes no ano base do estudo, ou seja, 2015. Consequentemente, os benefícios associados à implantação da Rede Metroviária Proposta se referem ao ganho líquido da alternativa considerada em relação ao sistema de transporte atual na RMRJ.

A metodologia de avaliação socioeconômica proposta segue os conceitos adotados pelo Banco Mundial para estudos de viabilidade econômica de projetos de sistemas de transportes urbanos. A premissa básica da metodologia consiste na estimativa dos benefícios gerados em função da implantação da Rede Metroviária Proposta para a RMRJ. Os principais benefícios econômicos considerados incluem:

- Redução dos Custos Operacionais
- Redução dos Tempos de Viagem
- Redução do Custo de Gerenciamento do Sistema Ônibus
- Redução da Poluição
- Redução de Acidentes

A abordagem adotada no estudo de viabilidade econômica se baseia na comparação do diferencial entre os cenários com e sem a implantação das intervenções, e é apresentada num quadro proforma, ano a ano, em função das projeções de custos e benefícios associados ao empreendimento, para uma vida útil de 30 anos.

De acordo com a metodologia proposta, a etapa inicial do processo de avaliação consiste na caracterização dos custos de produção dos serviços de transporte com base nos custos atuais do sistema de transporte da RMRJ, descrito mais adiante.

A etapa seguinte consiste na incorporação das demandas a serem captadas em cada uma das alternativas simuladas, para os horizontes de 2015, 2025, 2035 e 2045. Para os anos intermediários as demandas serão obtidas através de interpolação, e para os anos após 2045, caso seja considerado necessário expandir o horizonte de análise, as demandas serão mantidas constantes.

A metodologia adotada no presente estudo utiliza as medidas de serviço geradas pelo modelo de planejamento de transportes como referência básica para a quantificação dos benefícios associados a cada uma das alternativas estudadas.

As principais medidas utilizadas são os totais de passageiros* km, passageiros * h e veículos * km referentes à situação básica e alternativa, para os anos base e horizontes. Outras medidas utilizadas no processo de quantificação dos benefícios se referem às frotas e às velocidades médias de operação estimadas para cada uma das situações.

No estudo de viabilidade econômica utilizam-se as medidas de serviço referentes ao período de pico matutino. Estes elementos serão expandidos para o período diário através dos fatores de pico obtidos a partir das informações levantadas na pesquisa O/D.

Segundo a abordagem metodológica adotada, na etapa seguinte são incorporados os custos anuais de investimento necessários à implantação do projeto, conforme os pressupostos descritos anteriormente. No fluxo de caixa deverá ser considerado certo período de tempo necessário para a conclusão das obras e entrada em operação de cada linha de Metrô proposta.

A aquisição de frota adicional devido ao crescimento da demanda e a renovação da frota são incorporadas ao fluxo de caixa ao longo do período considerado na avaliação.

Posteriormente, com base nos dados gerados pela modelagem da demanda para as políticas tarifárias adotadas e em função das configurações operacionais previstas para o sistema de transporte público, será executada a análise socioeconômica a partir da projeção dos custos e benefícios associados ao projeto.

Finalmente, serão calculados os indicadores de viabilidade econômica do projeto, comparando-se as situações com e sem a implantação das novas ligações metroviárias. São considerados como indicadores de viabilidade econômica, a Taxa Interna de Retorno Econômico (TIRE), a relação B / C e o VPL (Valor Presente Líquido) do fluxo de caixa diferencial, obtidos a partir dos seguintes dados:

- Benefícios socioeconômicos;
- Custos de produção de transporte;
- Investimentos de capital.

6.1.1. Custos Operacionais

A metodologia adotada para a quantificação dos custos operacionais do sistema de transportes sobre trilhos foi detalhada no [item 5](#) deste relatório. Os outros custos operacionais de Transporte Público serão calculados baseados na metodologia descrita a seguir:

6.1.1.1. Custos Operacionais do Sistema de Ônibus e BRT

A metodologia adotada para a quantificação dos custos operacionais do sistema de transporte da Região Metropolitana de Rio de Janeiro se baseou nos custos reais relativos aos sistemas operados na Região Metropolitana do Rio de Janeiro e que foram objeto de análise ao longo do desenvolvimento dos projetos de BRT recentemente desenvolvidos.

É importante ressaltar que estas informações serviram para a determinação dos custos atuais e, apenas, de referencial de partida para a quantificação dos custos futuros, a medida que os valores de frota, passageiros transportados, número equivalente de passageiros, quilometragem percorrida, Percurso Médio Mensal (PMM) e Índice de Passageiros Equivalentes / km (IPKe) são gerados a partir do processo de modelagem da demanda.

Os valores de referência utilizados para os veículos novos Euro 5 são produto do cruzamento de preços atuais de suas unidades divulgados por órgãos reguladores no Brasil, de cotações específicas junto a montadoras e dos valores informados por órgãos responsáveis pela fiscalização dos serviços no Rio de Janeiro.

Com base nestes procedimentos foi possível determinar os custos unitários fixos e variáveis para o sistema de transporte público de ônibus, considerando os preços dos insumos específicos da RMRJ.

A [Tabela 63](#) mostra os valores dos dados de entrada referentes aos insumos adotados na quantificação dos custos dos ônibus articulados e convencionais.

Tabela 63: Dados de Entrada Para Quantificação dos Custos Operacionais dos Ônibus Articulados e Convencionais

Dados de Entrada - Referência Dezembro 2004			
Preço dos Insumos	Unidade	Sistema Convencional	Sistema Articulado
UNIF	R\$	36,25	36,25
Óleo Diesel	R\$/l	1,614	1,614
Pneu Radial	R\$/unidade	875,3	1217
Recapagem	R\$/unidade	271,48	352,92
Veículo Completo	R\$/unidade	138900	509000
Salário Motorista	R\$/mês	969,97	969,97
Salário Cobrador / Bilheteiro	R\$/mês	535,26	535,26
Salário Fiscal / Agente de Estação	R\$/mês	632,65	632,65
Salário Despachante	R\$/mês	969,97	969,97
Salário Técnico CCO	R\$/mês		1500,00
Ajuda de Custo	R\$/mês	20	20
Vale Alimentação	R\$/mês	26,4	26,4
Adicional Supressão Almoço	% sobre Salário	0,0714	0,0714
Assistência Saúde	% sobre Salário	0,015	0,015
Índices Técnicos	Unidade	Sistema Convencional	Sistema Articulado
Coefficiente Consumo Óleo Diesel	l/km	0,3749	0,3749
Coefficiente Consumo Lubrificantes	l/km	0,0398	0,0398
Vida Útil Pneu Radial	km	40.000	60.000
Vida Útil Recapagem	km	40.000	60.000
Número Médio de Recapagem por Pneu	---	2	2
Gasto Anual de Peças e Acessórios por Veículo	%	5,62%	5,62%
Quilometragem Anual Média por Veículo	km	102.773	100.000
Frota Total	veículos	5.571	203
Valor Total do Veículo	R\$	138.900,00	509.000,00
Valor Veículo Sem Rodagem	R\$	133.648,20	496.830,00
Composição Etária da Frota	Unidade	Sistema Convencional	Sistema Articulado
Veículos de 0 a 1 ano	veículos	691	208
Veículos de 1 a 2 anos	veículos	899	-
Veículos de 2 a 3 anos	veículos	1.015	-
Veículos de 3 a 4 anos	veículos	494	-
Veículos de 4 a 5 anos	veículos	735	-
Veículos de 5 a 6 anos	veículos	786	-
Veículos de 6 a 7 anos	veículos	443	-
Veículos de 7 a 8 anos	veículos	365	-
Veículos de 8 a 9 anos	veículos	136	-
Veículos de 9 a 10 anos	veículos	7	-
Veículos de 10 a 11 anos	veículos	-	-
Veículos de 11 a 12 anos	veículos	-	-
Veículos de mais de 12 anos	veículos	-	-
Vida Útil do Veículo	anos	9	12
Depreciação	Unidade	Sistema Convencional	Sistema Articulado
Valor Anual Depreciação das Instalações e Equipamentos	%	0,12%	0,12%
Remuneração de Capital	Unidade	Sistema Convencional	Sistema Articulado
Taxa Anual de Remuneração do Veículo	%	12,00%	12,00%
Remuneração de Instalações e Equipamentos - % do Veículo	%	0,48%	0,48%
Remuneração Almoxnado - % do Veículo	%	0,36%	0,36%
Despesas Administrativas	Unidade	Sistema Convencional	Sistema Articulado
I.S.S. (UNIF / veículo) por ano	---	96,0	96,0
Demais Despesas Administrativas - % veículo	%	8,02%	8,02%
Pessoal Empregado	Unidade	Sistema Convencional	Sistema Articulado
Fator de Utilização - Motorista por Veículo	---	2,80	2,80
Fator de Utilização - Cobrador por Veículo	---	2,79	0,00
Fator de Utilização - Fiscal por Veículo	---	0,17	0,00
Fator de Utilização - Despachante por Veículo	---	0,18	0,00
Taxa de Encargos Sociais - % Sobre Salários	%	73,75%	73,75%
Coefficiente de Custo de Pessoal de Manutenção - % Pessoal Operação	%	22,71%	22,71%
Coefficiente de Custo de Pessoal de Administração - % Pessoal Operação	%	14,18%	14,18%
COFINS - PIS/PASEP	%	4,65%	4,65%

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

6.1.1.2. Custos Operacionais do Sistema de VLT

A principal fonte de custos operacionais do VLT para a avaliação socioeconômica do PDM foi o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômico-Financeira (EVTE) para Implantação do Veículo Leve Sobre Trilhos (VLT) no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia. Os parâmetros de cada item estão associados a métricas que permitem o aumento ou diminuição dos custos de acordo com a configuração do sistema e sua operação. Além desse estudo também foram analisados dados da National Transport Database – FTA USA, do documento Light Rail in Australia elaborado pelo The Australian Greens, da Declaração Ambiental de Produto – Bombardier. Essas outras fontes foram utilizadas para a validação das informações extraídas da EVTE do VLT de Goiânia e para a definição o consumo energético do material rodante.

Tabela 64: Parâmetros de Custos Operacionais

PARÂMETROS DE CUSTOS OPERACIONAIS			
Item	Parâmetro	Métrica	Fonte
Custo com Energia	0,15	R\$/KWh	Entrevista com especialista do setor elétrico.
Consumo Energético	4,00	KWh/Km	National Transporte Database – FTA USA, documento “Light Rail in Australia” elaborado pelo The Australian Greens, Declaração Ambiental de Produto – Bombardier.
Manutenção Material Rodante	465.000,00	R\$/Trem	EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia.
Manutenção Instalações Fixas	255.000,00	R\$/Km extensão	EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia.
Manutenção Via Permanente e Edif.	528.284,35	R\$/Km extensão	EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia.
Manutenção do Pátio	81.223,26	R\$/Trem	EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia.
Mão de Obra Operação	615.726,89	R\$/Trem	EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia.
Mão de Obra Adm.	15:37	R\$/Trem	Coefficiente técnico de 10,5% em relação aos custos com Mão de Obra de Operação.
Gerência Manutenção	24.329,16	R\$/Trem	EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia.

Fonte: EVTE para Implantação do VLT no Eixo Anhanguera no Município de Goiânia, National Transporte Database – FTA USA, documento “Light Rail in Australia” elaborado pelo The Australian Greens, Declaração Ambiental de Produto – Bombardier

6.1.1.3. Custos Operacionais do Sistema de Barcas

Para a avaliação dos potenciais benefícios utilizamos os parâmetros de custos operacionais agregados nas seguintes métricas:

- Custos Variáveis por km
- Custos Fixos por embarcação

Os valores utilizados são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 65 Custos operacionais do transporte aquaviário

Custo	Métrica	Valor
Variável	R\$ / km navegado	8,93
Fixo (com exceção da Mão de Obra)	R\$ / (Embarcação*ano)	1.823.000

Fonte: "Transporte Aquaviário na Região da Grande Florianópolis – Resultados – PLAMUS", Equipe PLAMUS.

6.1.1.4. Custos Operacionais do Sistema de Transporte Individual

No que se refere aos custos operacionais dos automóveis particulares, considera-se apenas os custos de combustíveis, uma vez que estes, juntamente com os custos de estacionamento, são os elementos percebidos pelo usuário e que influenciam na decisão sobre a escolha do modo para se realizar a viagem.

Os dados básicos para a estimativa dos custos operacionais dos automóveis são as medidas de serviço provenientes do processo de modelagem da demanda, para as situações com e sem projeto (indicador de veículos-quilômetro), e os preços dos combustíveis.

A estimativa do custo por quilômetro rodado para os veículos de transporte individual é realizada considerando o custo de combustível médio na RMRJ, bem como a distribuição e a autonomia de combustível da frota de veículos particulares de acordo com o tipo de combustível usado, parâmetros

apresentados no 1o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011, Ministério do Meio Ambiente. A estimativa deste custo operacional por quilômetro está apresentada na [Tabela 66](#), estimativa de custo operacional dos veículos de transporte individual.

Tabela 66: Estimativa de custo operacional dos veículos de transporte individual

ESTIMATIVA DE CUSTO OPERACIONAL - VEÍCULOS DE TRANSPORTE INDIVIDUAL				
TIPO DE COMBUSTÍVEL	% DA FROTA	AUTONOMIA [KM / LITROS]	CUSTO MÉDIO DO COMBUSTÍVEL [\$/LITRO] *	CUSTO POR QUILOMETRO (R\$/KM)
Gasolina C	13:40	10,94	3,05	0,279
Etanol Hidratado	08:52	7,45	2,02	0,271
Flex Fuel	01:26	7,45	2,02	0,271
Flex Gas.	00:43	11,39	3,05	0,268
Flex Etan.	00:43	7,55	2,02	0,267
Consumo médio				0,292
Consumo médio - Custo econômico	(Impostos Sobre a Gasolina 53.5%)			03:15

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

*Valor pode ser atualizado para a data de aplicação da análise

6.1.1.5. Custos Econômicos Operacionais

Para a determinação dos custos econômicos dos sistemas de transporte coletivo e individual, os preços dos insumos serão tratados em função da natureza específica de cada componente do custo operacional. Basicamente, o processo de conversão dos custos financeiros em valores econômicos consiste na eliminação das alíquotas de impostos, taxas e encargos incidentes em cada um dos insumos necessários para a operação do sistema. Os ajustes efetuados para a obtenção dos custos econômicos são resumidamente descritos a seguir. Encargos Sobre Materiais, Sobressalentes e Equipamentos. Este ônus é constituído basicamente pelo IPI e pelo ICMS incidentes sobre todos os produtos adquiridos no mercado nacional. As alíquotas consideradas foram respectivamente:

IPI = 10%

ICMS = 18%

- Encargos Sobre Combustíveis

Considera-se, para fins de cálculo do preço-sombra dos combustíveis, o percentual de impostos embutidos nos preços da gasolina e óleo diesel, conforme legislação vigente. Segundo dados da ANP, o percentual de impostos incidentes sobre os preços dos combustíveis são os seguintes:

Gasolina = 53,5%

Diesel = 23,1%

- Fator de Correção dos Gastos Com Pessoal

Este ajuste torna-se necessário uma vez que os salários efetivamente pagos dificilmente traduzem de maneira fiel os reais custos de mão-de-obra empregada.

Segundo a abordagem adotada pelo Banco Mundial para estudos de viabilidade de projetos de transporte, no caso da inexistência de estudos a respeito da situação trabalhista na região do projeto, considera-se de maneira simplificada o valor dos encargos sociais incidentes na folha de pagamento, como uma primeira aproximação para tal fator.

Para fins de análise de viabilidade econômica considerou-se o fator de encargos sociais da planilha tarifária do Rio de Janeiro, ou seja, 73,75 %, como representativa do peso dos encargos sociais sobre a folha de pagamento das empresas de transporte na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, inclusive para a análise do sistema a ser implantado. Com base nos elementos apresentados, serão calculados os custos econômicos de produção dos serviços de transporte, tanto para o sistema convencional quanto para o sistema troncal.

Em função da composição dos custos fixos e variáveis dos sistemas de transporte coletivo e individual, serão realizados os tratamentos necessários para a conversão dos valores financeiros em econômicos, segundo os seguintes critérios:

- Componente Variável dos Custos de Operação dos Sistemas de Transporte Individual
 - Combustíveis: eliminação dos impostos sobre óleo diesel;

- Componente Variável dos Custos de Operação dos Sistemas de Transporte Coletivo:
 - Combustíveis: eliminação dos impostos sobre óleo diesel;
 - Lubrificantes: eliminação dos impostos sobre óleo diesel;
 - Rodagem: eliminação das alíquotas de IPI e ICMS;
 - Peças e Acessórios: eliminação das alíquotas de IPI e ICMS.

- Componente Fixa dos Custos de Operação dos Sistemas de Transporte Coletivo:
 - Depreciação: eliminação das alíquotas de IPI e ICMS;
 - Remuneração: eliminação das alíquotas de IPI e ICMS;
 - Despesas Administrativas: eliminação das alíquotas de IPI e ICMS;
 - Pessoal Empregado: eliminação dos encargos sociais.

6.1.2. Custos Econômicos e Investimento

Os custos de investimento foram levantados e consolidados no âmbito do PDM, e foram apresentados anteriormente no presente relatório. Os procedimentos adotados para a conversão de valores financeiros em econômicos consistiram na eliminação das parcelas referentes a encargos, taxas e impostos incidentes sobre os insumos necessários para a implantação de cada subsistema do projeto.

Para a distribuição dos custos totais por componente para fins de conversão em custos econômicos, no caso da indisponibilidade de informações desagregadas, será adotada a composição média obtida em projetos semelhantes. Assim, os valores investidos poderão ser separados em materiais, equipamentos e mão-de-obra, com o objetivo de se obter os custos econômicos dos investimentos referentes a cada componente.

Os percentuais referentes à mão de obra e materiais foram estimados com base em estudos realizados pelo Banco Mundial que identificaram que, em média, nas intervenções em infraestrutura de

transportes, 40 % são gastos em mão de obra e 60 % em materiais. A **Tabela 67** Composição dos Custos de Investimento apresenta a composição média dos custos de investimentos.

Tabela 67: Composição dos Custos de Investimento

Composição dos Custos de Investimentos		
Percentual de Mão de Obra nos Custos de Infra - Estrutura	40%	Banco Mundial
Percentual de Materiais nos Custos de Infra - Estrutura	60%	Banco Mundial
Fator de Correção de Encargos Sobre Mão de Obra	58%	Reestruturação do Sistema de Transporte Coletivo SJC 2014
Percentual de Impostos Sobre Materiais/Desapropriação	28%	Alíquota de IPI + Alíquota ICMS

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

6.1.3. Custos das Externalidades

Em termos genéricos, um sistema de transporte urbano pode ser visto como um processo de produção que consome recursos, visando gerar benefícios e serviços úteis à sociedade. Podem se considerar os produtos do sistema de transporte como geradores tanto de vantagens como desvantagens.

A essência da avaliação econômica de investimentos em transporte é quantificar, monetariamente, todos os impactos produzidos pelo sistema de transporte avaliado, de forma que estes impactos possam ser comparados para diferentes cenários. A metodologia empregada aborda a necessidade de quantificar os impactos sociais dos seguintes conceitos:

- Custos atribuídos ao tempo de viagem das pessoas;
- Custos de poluição;
- Custos de acidentes.

6.1.3.1. Custos Atribuídos ao Tempo

A economia de tempo da população costuma ser um dos principais benefícios socioeconômicos resultantes da melhoria da mobilidade urbana, principalmente quando da realização de obras de infraestrutura viária ou da implantação de sistemas estruturantes de transporte público. Desta forma,

fazer uma estimativa adequada dos ganhos de tempo se revela importante tanto para servir como indicador do nível de trânsito que a cidade enfrentará nos anos futuros como para incluir o equivalente monetário do tempo economizado na análise de custo benefício (VPL socioeconômico).

O modelo conceitual no qual está embasada a atribuição de valor ao tempo dos usuários de transporte público toma como premissa que tanto os gastos financeiros como os gastos de tempo de uma pessoa são limitados. Assim, uma pessoa precisa dividir seu tempo entre trabalho, atividades de lazer e tempo de locomoção, e o faz com o intuito de maximizar seu bem-estar e satisfação. Esse mecanismo, utilizado inconscientemente pelas pessoas no momento de decidir qual meio de transporte vão utilizar, permite criar uma base de comparação entre o ganho de tempo e o valor monetário associado a ele.

Um dos problemas da utilização do valor da hora de trabalho de cada indivíduo para o cálculo do valor do seu tempo é que isso privilegiaria a avaliação de soluções que favorecessem os segmentos mais afluentes da sociedade, o que vai contra o princípio de políticas públicas ligadas ao transporte que visa favorecer de maneira equânime a população. Desse modo, adota-se a renda média mensal per capita da RMRJ para todo o tempo gasto em viagens urbanas.

Para o valor do tempo das viagens é adotada a média adotada pelo PDTU corrigido para o ano base de estudo: R\$17,00/h.

6.1.4. Custos de Poluição

Para avaliar o custo das emissões, utiliza-se o conceito de créditos de carbono. Os créditos de carbono criam um mercado para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, atribuindo um valor monetário ao custo de poluir o ar, constituindo assim uma forma direta de encontrar o equivalente monetário da emissão de poluentes.

O mercado de créditos de carbono sofreu impacto muito grande na crise econômica mundial que se instalou em 2008, fazendo com que muitos dos créditos, principalmente os europeus, perdessem quase completamente seu valor. O baixo valor de alguns créditos não significa que o custo para reduzir emissões de carbono foi drasticamente reduzido, mas sim que o mercado de compra e venda desses créditos perdeu sua estabilidade e conseqüentemente deixou de ser representativo para uma comparação com os custos reais da emissão de gases.

Devido a essa instabilidade, neste estudo focou-se num mercado de crédito de carbono que se manteve estável nos últimos anos e que continua sendo emitido e comercializado, o “California Carbon Allowance”, também conhecido como “CCA”. Por este motivo, foi analisada a variação de preços desse crédito de carbono entre setembro de 2011 e janeiro de 2015, sendo o valor médio de venda da tonelada de CO2 equivalente US\$14,02 dólares.

A quantidade de CO2 emitida por um veículo é diretamente proporcional à quantidade de combustível utilizada. Assim, a produção de contaminantes de cada tipo de veículo depende diretamente do combustível utilizado e de seu rendimento. Desta forma, este custo é calculado em função da variação da quilometragem percorrida pelos veículos entre as situações com e sem a implantação de cada alternativa avaliada. Os benefícios anuais gerados pela redução dos níveis de poluição serão calculados em função da redução efetiva do total de [veículos x km] entre as situações com e sem projeto, para ônibus e automóveis.

Para retratar este valor, é utilizado o 1o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011, Ministério do Meio Ambiente, de modo a caracterizar o custo à sociedade oriunda desses gases nocivos. A [Tabela 68](#) mostra os fatores de produção de CO2 por litro de combustível usado na estimação de custos de contaminação neste item.

Tabela 68: Fatores de produção de CO2 por litro de combustível

FATORES DE PRODUÇÃO DE CO2			
GASOLINA C (KG/L)	ETANOL HIDRATADO (KG/L)	DIESEL (KG/L)	GNV (KG/M ³)
2,04	1,18	2,67	2,00

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

De forma semelhante à estimativa do custo de operação dos veículos de transporte individual, o custo de poluição deste modo de transporte é calculado usando a distribuição e a autonomia de combustível da frota de veículos particulares de acordo com o tipo de combustível usado apresentado no 1o Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários, 2011, Ministério do Meio Ambiente. A [Tabela 69](#) mostra o cálculo do fator de produção de CO2 calculado para automóveis.

Tabela 69: Estimativa de custo de emissões por quilômetro dos veículos de transporte individual

ESTIMATIVA DE CUSTO DE EMISSÕES				
Tipo de Combustível	% da frota	Autonomia (Km / Litros)	Produção de CO2 (kg/L)	Kg CO2 / Km Rodado
Gasolina C	13:40	10,94	2,04	0,19
Etanol Hidratado	08:52	7,45	1,18	0,16
Flex Fuel	01:26	7,45	1,18	0,16
Flex Gas.	00:43	11,39	2,04	0,18
Flex Etan.	00:43	7,55	1,18	0,16
Média				0,18

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

A Tabela 70 mostra o cálculo dos fatores de produção de CO2 para os veículos de transporte coletivo.

Tabela 70: Exemplo de estimativa de custo de emissões por quilômetro dos veículos de transporte coletivo

ESTIMATIVA DE CUSTO DE EMISSÕES		
TIPO DE ÔNIBUS	KG CO2 / KM RODADO	DISTRIBUIÇÃO DE KM POR TIPO DE ÔNIBUS *
Convencional	1,16	-
Padron	1,38	-
Articulado	1,77	-
Produção média de CO ₂ dos cenários (Kg CO ₂ / Km)	1,44	-

Fonte: Elaboração Consórcio, 2015

Uma vez estimado um fator de produção de contaminantes por quilômetro para cada tipo de veículo, pode-se estimar o valor econômico dos contaminantes produzidos, utilizando o preço da tonelada de carbono. No caso de veículos que utilizam energia elétrica alguns estudos consideram que o impacto causado pelas emissões é zero uma vez que as emissões acontecem nas usinas de geração de eletricidade que costumam ser distantes do perímetro urbano.

Porém desconsiderar completamente o custo ambiental dos veículos movidos à energia elétrica seria injusto com os veículos movidos a combustíveis carburantes.

Outro razão para calcular o custo ambiental dos veículos movidos a energia elétrica é que, do ponto de vista de créditos de carbono, o local da emissão é totalmente desatrelado do valor da diminuição da poluição (sendo isso que possibilita a comercialização dos mesmos).

Dessa forma, desconsiderar o custo ambiental da utilização da energia elétrica não seria congruente com o método que escolhemos para monetizar a emissão de poluentes.

A matriz de geração de energia elétrica brasileira é altamente baseada em usinas hidrelétrica, que possui baixa emissão de poluentes quando comparada com usinas termoeletricas.

Foi analisado um horizonte de 5 (cinco) anos com o intuito de obter uma média das emissões por kWh que fosse representativa. Apresentam-se abaixo os dados utilizados para a estimativa de custo de emissão por km rodado.

Tabela 71: Geração elétrica por energético no Brasil (GWh)

GERAÇÃO ELÉTRICA POR ENERGÉTICO NO BRASIL (GWH)					
TIPO DE GERAÇÃO	2008	2009	2010	2011	2012
	(GWH)	(GWH)	(GWH)	(GWH)	(GWH)
Total	463.120,00	462.976,00	515.799,00	531.758,00	552.498,00
Gás Natural	28.778,00	13.182,00	36.476,00	25.095,00	46.760,00
Hidráulica (i)	369.556,00	389.858,00	403.290,00	428.333,00	415.342,00
Derivados de Petróleo (ii)	15.628,00	12.549,00	16.065,00	12.239,00	16.214,00
Carvão	6.730,00	5.416,00	8.263,00	6.485,00	8.422,00
Nuclear	13.969,00	12.957,00	14.523,00	15.659,00	16.038,00
Biomassa (iii)	19.199,00	20.572,00	31.523,00	31.633,00	34.662,00
Eólica	1.183,00	1.238,00	2.177,00	2.705,00	5.050,00
Outras (iv)	8.076,00	7.205,00	3.481,00	9.609,00	10.010,00

Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica - Empresa de Pesquisa Energética

Tabela 72: Emissões de GEE provenientes da geração elétrica no Brasil

TIPO DE GERAÇÃO	2008	2009	2010	2011	2012
	(MtCO ₂ e)				
Total	34,50	23,35	35,84	32,13	46,73
SIN	19,98	9,98	19,18	14,89	28,52
Sistemas Isolados	6,40	6,87	6,92	7,11	7,58
Autoprodução	8,12	6,50	9,74	10,13	10,63

Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica - Empresa de Pesquisa Energética

Tabela 73: Coeficientes de emissão e custo por KWh (energia elétrica)

COEFICIENTES DE EMISSÃO E CUSTO						
Tipo de Geração	2008	2009	2010	2011	2012	Média
t CO ₂ e / kWh	0,000074	0,000050	0,000069	0,000060	0,000085	0,000068

Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica - Empresa de Pesquisa Energética

6.1.4.1. Custos dos Acidentes

A origem deste benefício também consiste na variação da quilometragem percorrida pelos usuários do sistema de transporte entre as situações com e sem a implantação do projeto.

A implantação da Rede Metroviária Proposta prevê um impacto na distribuição modal nas viagens da RMRJ. Espera-se uma menor quantidade de veículos e, também, uma menor quantidade de quilômetros percorridos. Considerando que a taxa de acidentes por km seja mantida constante, espera-se que a implantação dos empreendimentos previstos resulte em uma menor quantidade global de acidentes. Esta seria uma premissa conservadora, uma vez que os níveis de eficiência e de segregação trazidas pelos sistemas sobre trilhos e sistemas de BRT e as políticas de gestão da demanda e de segurança viária tendem a diminuir a incidência de acidentes.

Os parâmetros dos custos de acidentes foram calculados a partir de três estudos: “Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas Brasileiras em 2003”, realizado pela

IPEA / ANTP; “Low Carbon Country Studies Brasil” realizado pelo Banco Mundial; “Análisis de la movilidad urbana: Espacio, medio ambiente y equidade” realizado pela CAF.

A estimativa de custos totais com acidentes é obtida a partir do estudo do IPEA/ANTP e ajustada para a mesma data dos outros estudos usando o INPC. Dividiu-se o total de custos com acidentes pela quilometragem total percorrida por passageiros, obtida no estudo do Banco Mundial, para então definir uma estimativa do custo por quilometro rodado por passageiro.

Tabela 74: Estimativa de Custos Totais com Acidentes em 2010

ESTIMATIVA DE CUSTOS TOTAIS COM ACIDENTES - 2010			
MODAL	MILHARES DE R\$	MILHARES DE PAX*KM	R\$ / PAX*KM
Auto	1.095.480,51	68.942.083	0,01589
Moto	205.038,54	3.867.846	0,05301
Ônibus	221.346,09	116.568.057	0,00190

Fonte: Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas Brasileiras em 2003 - IPEA / ANTP, Low Carbon Country Studies Brasil - Banco Mundial,

Para extrapolar esses valores para outros modais, como o BRT e VLT utilizaram-se os seguintes dados, obtidos no estudo da CAF:

Tabela 75: Relação da Proporção de Acidentes Entre Diferentes Modais

RELAÇÃO DA PROPORÇÃO DE ACIDENTES ENTRE DIFERENTES MODAIS			
MORTES POR 100 MM DE PASSAGEIROS/KM			
MODAL	MILHARES DE R\$	ÍNDICE RELATIVO EM RELAÇÃO A METRÔ	ÍNDICE RELATIVO EM RELAÇÃO A ÔNIBUS
Moto	13.800,00	394	197
A pé	6.400,00	183	91
Bicicleta	5.400,00	154	77
Automóvel	0,7	20	10
Ônibus, BRT e VLT Não Segregado	0,07	2	1
Trem, Metrô e Monotrilho	0,035	1	0,5

Fonte: Análisis de la movilidad urbana Espacio, medio ambiente y equidade – CAF

A partir desses índices relativos se realiza o cálculo dos parâmetros de custos dos acidentes por km rodado para os outros modais do sistema. O procedimento de cálculo que se adota para este tipo de benefício considera custos específicos de acidentes para cada modo de transporte. Os produtos desses custos específicos pela diferença de totais de [passageiros x km] entre as situações com e sem projeto, para cada modo de transporte considerado, e para cada horizonte de modelagem, determinam os benefícios anuais.

6.1.5. Insumos do Modelo e Avaliação Econômico-financeira

Apresentam-se as medidas de serviço que serão requeridas para a quantificação dos benefícios, relativos às situações com e sem a implantação do projeto, em cada um dos horizontes considerados:

- Passageiros * Hora para cada modal de transporte coletivo
- Passageiros * Hora de transporte individual
- Passageiros * km para cada modal de transporte coletivo
- Passageiros * km de transporte individual
- Veículo * km para cada modal de transporte coletivo
- Veículo * km de transporte individual

6.1.6. Benefícios Econômicos

Considerados todos os conceitos associados à implantação do Plano Metroviário para a RMRJ para a situação de referência, é possível estabelecer o fluxo de caixa diferencial econômico do PDM. Para o fluxo de caixa diferencial entre as situações com e sem a implantação de cada alternativa, calcula-se o Valor Presente Líquido (VPL), separadamente para os custos e benefícios, com uma taxa de desconto de 6.5%, considerado como referência a Taxa de Juros de Longo Prazo - TJLP (Julho/Setembro 2015).

Com isto, são calculados, ainda, outros indicadores tradicionais de viabilidade econômica de projetos, tais como a Relação Benefício / Custo (B/C) e a Taxa Interna de Retorno Econômico (TIRE).

6.1.6.1. Cálculo dos Benefícios

A metodologia usada para a avaliação socioeconômica foca em estimar os custos sociais associados ao transporte, para o cenário base e para o cenário no qual se supõe implantada a Rede Metroviária Proposta. A hipótese sugere que a razão pela qual os custos dos dois cenários são diferentes é o conjunto de intervenções projetadas. Dessa forma, espera-se que os benefícios destas intervenções sejam uma redução dos custos de transporte percebidos pela sociedade. De um modo geral, podem ser caracterizados os seguintes benefícios associados a estas intervenções:

- Redução dos Tempos de Viagem;
- Redução dos Custos Operacionais;
- Redução dos Custos de Poluição;
- Redução dos Custos de Acidentes.

6.2. AVALIAÇÃO FINANCEIRA

O presente relatório tem o objetivo de apresentar a metodologia para o estudo das condições financeiras a serem consideradas no processo de planejamento da Rede Metroviária da RMRJ. Assim, a diferença da avaliação socioeconômica que busca captar o total de benefícios e externalidades produzidos pela implantação da Rede Metroviária proposta na totalidade das viagens, este modelo financeiro busca observar unicamente o caso dos fluxos de caixa da Rede Metroviária.

O intuito desta análise consistiu em avaliar os níveis de cobertura e de subsídio a serem praticados pelo Poder Público ao se ampliar a Rede Metroviária.

A condição financeira será avaliada através da modelagem financeira do sistema, com projeções de seu fluxo de caixa ao longo dos anos do horizonte de análise. O valor deste fluxo é variável, mesmo quando há congelamento da operação e do volume de passageiros, devido aos seguintes itens:

- Imposto de renda – Influenciado pelo período de depreciação contábil dos veículos, que não coincide com sua depreciação física;
- Renovação de frota – Cujas aquisições se tornam necessárias no atingimento da vida útil do veículo ou em demais critérios de idade máxima;