

Relatório de Pesquisa

SÃO PAULO
MAIO/12

RELATÓRIO I

fipe

Fundação Instituto de
Pesquisas Econômicas

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE

*“ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICO-
FINANCEIRA E MODELAGEM PARA
IMPLANTAÇÃO DO METRÔ DE PORTO ALEGRE -
METROPA”*



Fundação Instituto de
Pesquisas Econômicas

***ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA E MODELAGEM PARA
IMPLANTAÇÃO DO METRÔ DE PORTO ALEGRE - METROPA***

RELATÓRIO 01 - REVISÃO DO ESTUDO DE DEMANDA

SÃO PAULO

MAIO/2012

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
2	BASES DE DADOS UTILIZADAS	8
2.1	MATRIZES DE ORIGEM E DESTINO	10
2.2	SISTEMA VIÁRIO	13
2.3	LINHAS DE TRANSPORTE COLETIVO	19
3	MODELO DE TRANSPORTES	23
3.1	REDE	27
3.2	ZONAS DE TRÁFEGO	30
3.3	MATRIZES DE ORIGEM E DESTINO	33
3.3.1	ATUALIZAÇÃO DAS MATRIZES O/D DE 2009 PARA 2011	35
3.3.2	DESAGREGAÇÃO DAS MATRIZES O/D DE 2011	37
3.3.3	PROJEÇÃO DAS MATRIZES FUTURA	40
3.3.4	RETIRADA DOS DESLOCAMENTOS URBANOS FORA DE PORTO ALEGRE	44
3.4	MÉTODO DE ALOCAÇÃO E PARÂMETROS DO MODELO	45
3.5	CALIBRAÇÃO DO MODELO	49
4	CENÁRIOS SIMULADOS	51
4.1	REDES	52
4.1.1	REDE DE REFERÊNCIA / NADA A FAZER (R00)	52
4.1.2	SISTEMA BRTPOA / SEM O METROPOA (R01)	54
4.1.3	SISTEMA BRTPOA + METROPOA (1ª FASE) – ESTAÇÃO FIERGS ATÉ ESTAÇÃO RUA DA PRAIA (R02)	59
4.1.4	SISTEMA BRTPOA + METROPOA (1ª + 2ª FASE) – ESTAÇÃO FIERGS ATÉ ESTAÇÃO ANTÔNIO DE CARVALHO (R02A)	64
4.1.5	SISTEMA BRTPOA + METROPOA (1ª FASE) – ESTAÇÃO DONA ALZIRA ATÉ ESTAÇÃO AZENHA (R03)	71
4.1.6	SISTEMA BRTPOA + METROPOA (1ª + 2ª FASE) - ESTAÇÃO DONA ALZIRA ATÉ ESTAÇÃO ANTÔNIO DE CARVALHO (R03A)	77
4.2	SISTEMA TARIFÁRIO	83
5	RESULTADOS	87

5.1	DADOS GERADOS PELAS SIMULAÇÕES	87
5.2	EXPANSÃO DOS RESULTADOS	90
5.3	INDICADORES DE DEMANDA	93
5.4	INDICADORES DE OFERTA	102
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	110
7	APÊNDICE I – TRAÇADO DAS LINHAS BRT E METRÔ	113
8	APÊNDICE II - PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES DOS CORREDORES BRT	147
8.1	QUANTIDADE DE PLATAFORMAS EM CADA ESTAÇÃO	155
8.2	TAMANHOS DAS ESTAÇÕES	164
8.3	DIMENSIONAMENTO DOS ACESSOS	179
8.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	187

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1– Relação das bases de dados utilizadas no estudo	8
Tabela 2.2 – Matrizes de Origem e Destino	13
Tabela 2.3 – Campos do layer de links da base de logradouros	16
Tabela 2.4– Tipo de link	17
Tabela 2.5 – Campos do layer de nós da base de logradouros	17
Tabela 2.6 – Tipo de nós	18
Tabela 2.7 – Campos do layer de linhas da rede de transporte coletivo	22
Tabela 3.1 - Relação das zonas de tráfego por município	30
Tabela 3.2 – Demanda por transporte coletivo ao longo do dia em Porto Alegre	36
Tabela 3.3 – Variação da quantidade de viagens entre 2011 e 2015	43
Tabela 3.4 – Variação da quantidade de viagens entre 2011 e 2025	44
Tabela 3.5 - Variação da quantidade de viagens entre 2011 e 2035	44
Tabela 3.6 – Valores do tempo	46
Tabela 3.7 – Parâmetros do modelo de alocação	49
Tabela 4.1 – Cenários avaliados	52
Tabela 4.2 – Rotas da Rede De Referência / Nada a Fazer (R00)	53
Tabela 4.3 – Relação das Linhas BRT da Rede R01	56
Tabela 4.4 – Quantidade de intervenções por empresa na rede R01	58
Tabela 4.5 - Linhas BRT eliminadas ou alteradas em relação a rede R01	62
Tabela 4.6 – Quantidade de intervenções por empresa na rede R02	63
Tabela 4.7 - Linhas BRT eliminadas ou alteradas em relação a rede R01	68
Tabela 4.8 – Quantidade de intervenções por empresa na rede R02a	69
Tabela 4.9 - Linhas BRT eliminadas ou alteradas em relação a rede R01	74
Tabela 4.10 – Quantidade de intervenções por empresa na rede R03	75
Tabela 4.11 - Linhas BRT eliminadas ou alteradas em relação a rede R01	80
Tabela 4.12 – Quantidade de intervenções por empresa na rede R03a	81
* Tabela 4.13 – Políticas tarifárias	84
Tabela 4.14 – Tarifa de Referência	85
Tabela 4.15 – Valores pagos nas transferências na Política Tarifária T01	86
Tabela 4.16 – Valores pagos nas transferências na Política Tarifária T02	86
Tabela 5.1 – Demanda e oferta de transporte coletivo ao longo do dia	91
Tabela 5.2 – Fatores de expansão para oferta e demanda	93
Tabela 5.3 – Demanda alocada em cada ano	94
Tabela 5.4– Embarques por dia	94
Tabela 5.5 – Transferências por dia	95
Tabela 5.6 – Passageiros.hora por dia	96
Tabela 5.7 – Passageiros.km por dia	97
Tabela 5.8 – Custo Generalizado por dia	98

Tabela 5.9 – Velocidade média embarcada dos usuários	99
Tabela 5.10 – Tempo médio de caminhada	100
Tabela 5.11 – Tempo médio de espera	101
Tabela 5.12 – Tempo médio de transferência	102
Tabela 5.13 – Total de Viagens por dia	107
Tabela 5.14 – Quilometragem rodada por dia	108
Tabela 5.15 – Frota estimada	109
Tabela 6.1 – Relação das estações	149
Tabela 6.2 – Tempos de embarque e desembarque segundo o tipo de veículo e de plataforma	158
Tabela 6.3 – Cenários de Dimensionamento das Plataformas	160
Tabela 6.4 – Quantidade de Plataformas por Estação	161
Tabela 6.5 – Dimensão dos módulos das estações	165
Tabela 6.6 – Níveis de serviço para dimensionamento de área de espera de pedestres	168
Tabela 6.7 – Dimensionamento do tamanho das estações	170
Tabela 6.9 – Relação entre o volume de passageiros e a fila em 1 catraca	180
Tabela 6.8 – Área de acumulação e quantidade de catracas por estação	184

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Área de abrangência do modelo	3
Figura 1.2 – Traçado do metrô e dos BRTs	4
Figura 1.3 – Etapas do estudo	6
Figura 2.1 – Zonas de Tráfego do PITIMUrb e do Projeto dos Portais da Cidade	12
Figura 2.2 – Rede viária	15
Figura 2.3 - Rotas de transporte coletivo	21
Figura 3.1 - Elementos de uma rede de transporte coletivo	26
Figura 3.2 – Localização das estações e terminais do TRENSURB, Metrô e das linhas BRT	29
Figura 3.3 – Zonas de tráfego desagregadas	32
Figura 3.4 – Processo de preparação das matrizes de origem e destino usadas nas simulações	35
Figura 3.5 - Processo de desagregação das Matrizes de origem e destino	38
Figura 4.1 - R01 - Sistema BRTPOA / Sem o METROPOA	55
Figura 4.2 – Traçado do Metrô FIERGS-Rua da Praia (R02)	60
Figura 4.3 - R02 - Sistema BRTPOA + METROPOA (1ª fase) – Estação FIERGS até Estação Rua da Praia	61
Figura 4.4 – Traçado do Metrô da Estação FIERGS até Estação Antônio de Carvalho (R02a)	66
Figura 4.5 - R02A - Sistema BRTPOA + METROPOA (1ª + 2ª fase) – Estação FIERGS até Estação Antônio de Carvalho	67
Figura 4.6 – Traçado do Metrô Estação Dona Alzira até Estação Azenha (R03)	72
Figura 4.7 - R03 - Sistema BRTPOA + METROPOA (1ª fase) – Estação Dona Alzira até Estação Azenha	73
Figura 4.8 – Traçado do Metrô - Estação Dona Alzira até Estação Antônio de Carvalho (R03A)	78
Figura 4.9 - R03A - SISTEMA BRTPOA + METRÔPOA (1ª + 2ª FASE) - Estação Dona Alzira até Estação Antônio de Carvalho	79
Figura 5.1 – Tabelas de resultados do TransCad	90
Figura 6.1 - TU001 – Troncal Rubem Berta Sertório	113
Figura 6.2 - TU002 – Troncal Rubem Berta Assis Brasil	114
Figura 6.3 - TU003 – Troncal Triângulo Sertório Farrapos	115
Figura 6.4 - TU004 – Troncal Protásio Alves	116
Figura 6.5 - TU005 – Troncal Bento Gonçalves	117
Figura 6.6 - TU006 – Troncal Lomba do Pinheiro	118
Figura 6.7 - TU007 – Troncal Lomba do Pinheiro Cairú	119
Figura 6.8 - TU008 – Troncal Jockey Cairú	120
Figura 6.9 - TU009 – Troncal Jockey Manoel Elias	121
Figura 6.10 - TU010 – Troncal Jockey Sentido Horário	122
Figura 6.11 - TU010A – Troncal Jockey Sentido Anti-Horário	123
Figura 6.12 - TU011 – Troncal Juca Batista Triângulo	124

Figura 6.13 - TU012 – Troncal Juca Batista Horário	125
Figura 6.14 - TU012A – Troncal Juca Batista Anti-Horário	126
Figura 6.15 - TU013 – Troncal Ruben Berta Jockey	127
Figura 6.16 – TM1 – Troncal Gravataí BR-290 Anchieta	128
Figura 6.17 – TM2 - Troncal RS-020 Anchieta	129
Figura 6.18 – TM3 - Troncal RS-020 Assis Brasil	130
Figura 6.19 – TM4 - Troncal Gravataí Assis Brasil	131
Figura 6.20 – TM5 - Troncal Cachoeirinha Anchieta	132
Figura 6.21 – TM6 - Troncal Cachoeirinha Assis Brasil	133
Figura 6.22 – TM7 - Troncal Alvorada Sertório	134
Figura 6.23 – TM8 - Troncal Alvorada Assis Brasil	135
Figura 6.24 – TM9 - Troncal Alvorada Protásio Alves	136
Figura 6.25 – TM10 - Troncal Viamão Protásio	137
Figura 6.26 – TM11 - Troncal Viamão Triângulo	138
Figura 6.27 – TM12 - Troncal Viamão Bento Gonçalves	139
Figura 6.28 – TM13 - Troncal Eldorado do Sul	140
Figura 6.29 – TM14 - Troncal Guaíba Estrada do Conde	141
Figura 6.30 – TM15 - Troncal Guaíba BR-116	142
Figura 6.31 – Metro 2 – Metrô FIERGS Centro	143
Figura 6.32 – Metro 2A – Metrô FIERGS Antônio de Carvalho	144
Figura 6.33 – Metro 3 – Metrô Sertório Azenha	145
Figura 6.34 – Metro 3A – Metrô Sertório Antônio de Carvalho	146
Figura 7.1 – Localização das estações	148
Figura 7.2 – Planta baixa do modulo da estação projetada	166
Figura 7.3 – Relação entre o volume de passageiros, a fila e o atraso no sistema	181

1 INTRODUÇÃO

Este documento apresenta os resultados do estudo de demanda de uma linha de Metrô e linhas *Bus Rapid Transit* (BRT) na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA). O objetivo do estudo foi fornecer elementos necessários para a elaboração da modelagem financeira do Metrô e do Projeto Operacional do Sistema BRT de Porto Alegre.

O estudo foi realizado usando dados secundários obtidos de bases de dados da Empresa Pública de Transporte e Circulação do Município de Porto Alegre (EPTC), da Fundação Metropolitana de Planejamento Urbano e Regional do Estado do Rio Grande do Sul (METROPLAN) e da Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A. (TRENSURB). Também foram usadas informações e bases de dados de outros estudos de transporte público realizados no âmbito do município de Porto Alegre e de sua região metropolitana, tais como:

- Plano Integrado de Transporte e Mobilidade Urbana (PITIMUrb), elaborado pelo Consórcio TRENDS (Trends Engenharia e Tecnologia Ltda.) / SISTRAN (Sistran Engenharia Ltda.) em 2009 ;
- Modelo Conceitual do Projeto Portais da Cidade, elaborado pela empresa Logitrans Logística, Engenharia e Transportes Ltda. em janeiro de 2010.

A área de estudo abrangeu 12 municípios da RMPA indicados na Figura 1.1: Porto Alegre, Guaíba, Eldorado do Sul, Viamão, Alvorada, Cachoeirinha, Gravataí, Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul, São Leopoldo e Novo Hamburgo.

O estudo considerou somente o sistema de transporte coletivo. As simulações realizadas não incluíram as modalidades de transporte individual. Não foram incluídos no estudo deslocamentos por automóvel. Também não foram considerados os deslocamentos não motorizados: a pé ou por bicicleta. Somente foram considerados os deslocamentos a pé para ingresso, egresso ou transferência das viagens por transporte coletivo.

A rede de transporte coletivo incluiu as seguintes modalidades atualmente em operação na RMPA:

- Linhas de ônibus urbanas de Porto Alegre;
- Linhas de ônibus metropolitanas de RMPA;
- TRENSURB;
- Ligação fluvial entre Porto Alegre e Guaíba.

Além dessas modalidades, foram incluídos nos cenários futuros:

- Prolongamento do TRENSURB até o município de Novo Hamburgo (obra em andamento e com conclusão prevista para 2013);
- Linhas Troncais de alta capacidade operando em corredores exclusivos (BRTs) dentro do município de Porto Alegre;
- Linhas Troncais de alta capacidade operando em corredores exclusivos (BRTs) ligando os municípios de Guaíba, Eldorado do Sul, Viamão, Alvorada, Cachoeirinha e Gravataí ao município de Porto Alegre;
- 4 alternativas de traçado para a linha de Metrô de Porto Alegre.

A Figura 1.2 apresenta o traçado das novas modalidades de transporte.



Figura 1.1 – Área de abrangência do modelo

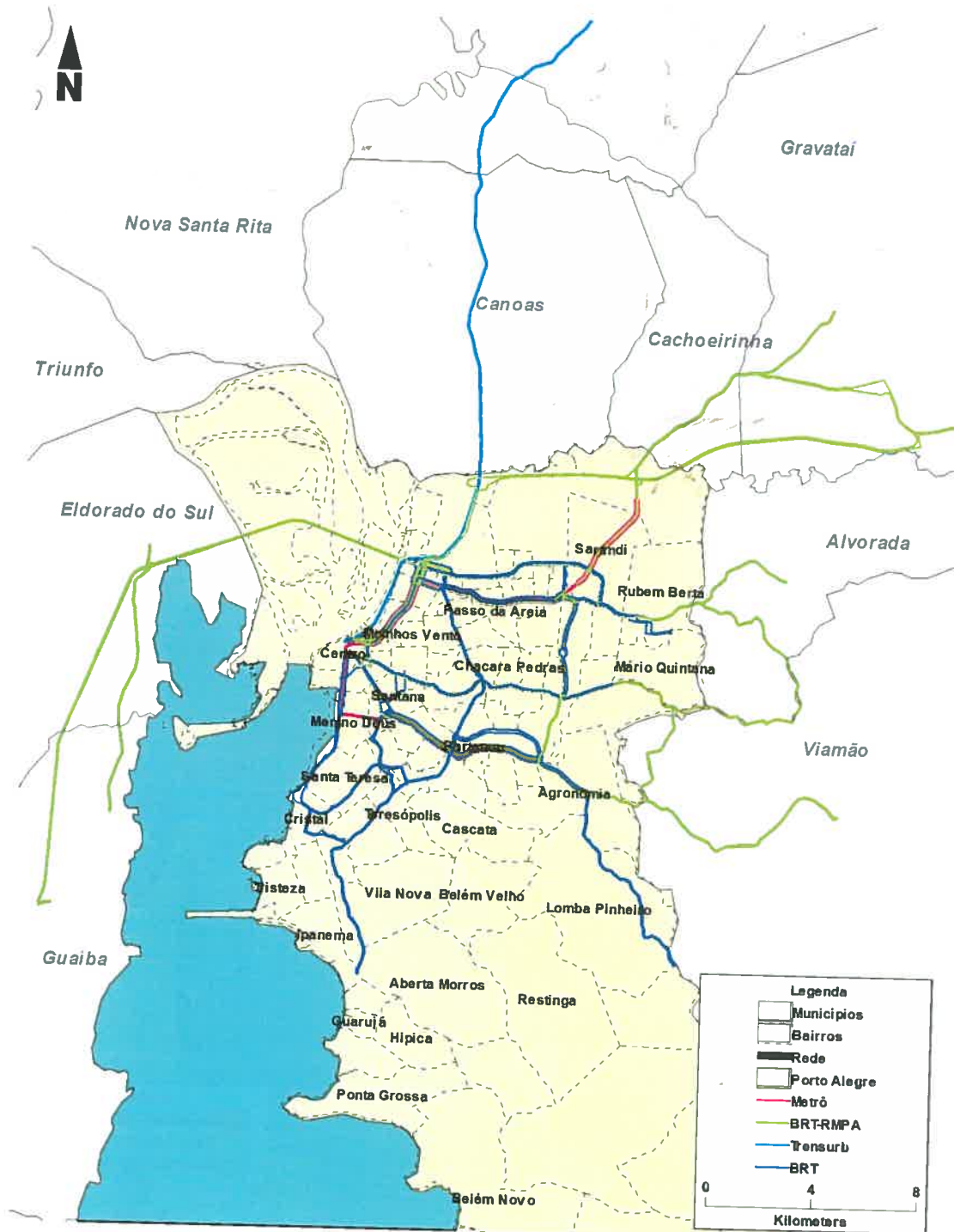


Figura 1.2 – Traçado do metrô e dos BRTs

As diferentes composições deram origem a 6 alternativas de rede:

- R00 – Rede atual
- R01 – Rede BRT
- R02 – Metrô FIERGS-Centro
- R02a – Metrô FIERGS – Antônio de Carvalho
- R03 – Metrô Sertório – Azenha
- R03a – Metrô Sertório – Antônio de Carvalho

Todas essas redes, com exceção da rede atual (R00) foram analisadas considerando duas políticas diferentes de integração tarifária. Cada combinação de alternativa de rede e política tarifária foi simulada com a demanda para os anos de 2011, 2015, 2025 e 2035, nos horários de pico da manhã e da tarde, e para a hora média do entre pico.

Nesse estudo foi usada a terminologia “BRT” (Bus Rapid Transit ou Transporte rápido por Ônibus) para designar as linhas troncais. Para ser denominado BRT uma linha de transporte coletivo deve atender a um conjunto de requisitos. Embora haja alguma divergência sobre quais sejam todos os requisitos os seguintes itens são consensuais:

- Trafegar em via exclusiva ou em via expressa (rodovia) não congestionada;
- Pagamento da tarifa fora do veículo;
- Embarque em nível (acesso direto da estação para o veículo sem escadas);
- Alta-frequência das linhas (tempo de espera nas estações reduzido);

Além desses itens, dois itens adicionais podem ser necessários, dependendo da demanda do corredor:

- Prioridade nas interseções (mais fácil de implementar quando trafegam menos de 60 veículos por hora por sentido no corredor);
- Ultrapassagem (para criação de serviços expressos).

No entanto, em função das demandas obtidas e de restrições financeiras, nem todas as troncais estudadas irão adotar o padrão BRT. Apesar disso, a denominação BRT foi mantida para todas elas, pois não é sabido a priori quais linhas não irão adotar o padrão BRT.

O estudo foi dividido em 7 etapas representadas na Figura 1.3 e descritas a seguir.

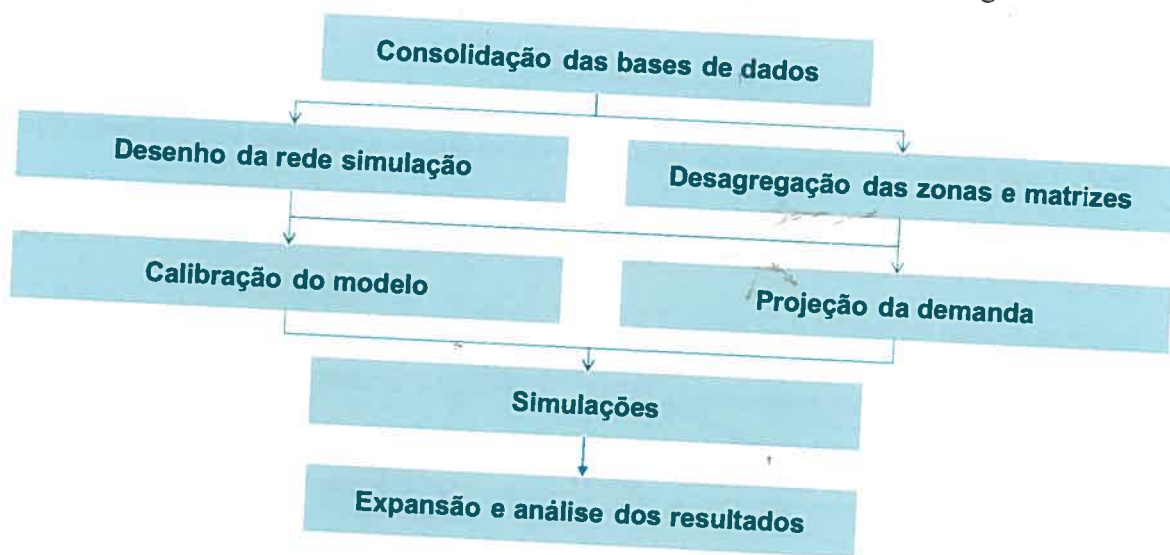


Figura 1.3 –Etapas do estudo

1. **Consolidação das bases de dados** - Nessa etapa foram compilados integrados e consistidos os dados proveinientes das diversas fontes. Todas as bases de dados foram convertidas dos seus formatos originais para os formatos utilizados pelo TransCAD;
2. **Desenho da redes de simulação** – Nessa teapa foram desenhadas as redes que seriam simuladas. A rede atual foi elaborada combinando os itinerários do cadastro de linhas de transporte coletivo de Porto Alegre mantido pela EPTC e um cadastro de linhas de transporte coletivo Metropolitanas desenhado pela EPTC com base nas informações fornecidas pela METROPLAN. As demais redes foram concebidas e desenhadas pela EPTC com base na rede atual. Cada rede foi criada através da eliminação, alteração ou acréscimo de linhas de transporte coletivo. Foram acrescentadas em cada rede as linhas

troncais e as linhas existentes foram alteradas para funcionar como alimentadoras. Nessa etapa também foram codificadas as políticas tarifárias e incluídos no modelo diversos parâmetros necessários para a realização das simulações, tais como: velocidades de percurso, tarifas, frequências e capacidades das linhas.

3. **Desagregação das zonas e matrizes** – Nessa etapa as zonas de tráfego usadas no PITIMUrb foram subdivididas de forma a permitir que a simulação atingisse o nível de precisão necessário. Depois de divididas as zonas, as matrizes de origem e destino foram compatibilizadas com o novo zoneamento.
4. **Projeção da demanda** – Nessa etapa foram estimadas as matrizes futuras para os anos de 2015, 2025 e 2035. Essas estimativas foram realizadas aplicando as taxas de crescimento previstas no PITIMUrb às matrizes base desenvolvidas para o ano de 2011.
5. **Calibração do modelo** – Nessa etapa foi feita a verificação da consistência da rede de simulação e ajustados os parâmetros do modelo de forma que ele reproduzisse de forma adequada a situação atual. Durante o processo de calibração os resultados da simulação da situação atual foram comparados com os resultados de pesquisas realizadas.
6. **Simulações** – Nessa etapa as redes desenhadas foram simuladas. Ao todo foram geradas 132 simulações que é a combinação de 11 cenários, 4 anos e 3 períodos.
7. **Expansão e análise dos resultados** – A última etapa consistiu em consolidar as informações de cada simulação e gerar os indicadores necessários para a Modelagem Financeira do Metrô e para o Projeto Operacional do BRT. Os resultados das simulações geram indicadores para as horas de pico da manhã e da tarde e para uma hora média no entre picos. No entanto, para muitas análises são necessários também indicadores diários. O processo de expansão consiste em transformar os indicadores dos picos em indicadores diários através da aplicação de “fatores de expansão”.

2 BASES DE DADOS UTILIZADAS

O estudo fez uso apenas de dados secundários. Nenhum tipo de levantamento foi realizado para a obtenção de dados específicos para esse estudo. As bases de dados utilizadas foram obtidas através das seguintes fontes:

- Empresa Pública de Transporte e Circulação do Município de Porto Alegre (EPTC);
- Fundação Metropolitana de Planejamento Urbano e Regional do Estado do Rio Grande do Sul (METROPLAN);
- Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre S.A. (TRENSURB).

A Tabela 2.1 apresenta a relação dos dados fornecidos pela EPTC, METROPLAN e TRENSURB, juntamente com a sua descrição, o formato e data de atualização. Esses dados foram usados para caracterizar a oferta e a demanda atuais do sistema de transporte coletivo urbano e metropolitano.

Tabela 2.1– Relação das bases de dados utilizadas no estudo

Descrição	Fonte	Formato	Data
Base georreferenciada dos logradouros do município de Porto Alegre	EPTC	Maptitude Geographic File (dbd/cdf)	Agosto de 2011
Base georreferenciada dos itinerários das linhas de ônibus urbanas do município de Porto Alegre	EPTC	TransCAD Route System (rts)	Agosto de 2011
Base georreferenciada das paradas de ônibus urbanas do município de Porto Alegre	EPTC	Maptitude Geographic File (dbd/cdf)	Agosto de 2011

Descrição	Fonte	Formato	Data
Base georreferenciada dos setores do Censo 2001 do município de Porto Alegre	EPTC	Maptitude Geographic File (dbd/cdf)	Agosto de 2011
Dados de oferta e demanda das linhas de ônibus urbanas do município de Porto Alegre	EPTC	Excel (xls)	2011
Base georreferenciada dos logradouros dos município da Região Metropolitana Porto Alegre	TRENSURB	Maptitude Geographic File (dbd/cdf)	2010
Base georreferenciada das zonas de tráfego usadas no PITIMUrb	TRENSURB	Maptitude Geographic File (dbd/cdf)	2009
Matrizes de origem e destino usadas no PITIMUrb	TRENSURB	Excel (xls)	2001
Base georreferenciada dos itinerários das linhas de ônibus da Região Metropolitana de Porto Alegre	METROPLAN*	TransCAD Route System (rts)	Agosto de 2011
Dados de oferta e demanda das linhas de ônibus metropolitanas da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA)	METROPLAN	Excel (xls)	2011

* A base das linhas de ônibus metropolitanas foi elaborada pela EPTC aproveitando um trabalho iniciado pelo TRENSURB em 2010 com base nos itinerários fornecidos pela METROPLAN.

Além desses dados, foram utilizados estudos anteriores relacionados com planejamento de transportes e realizados na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) e em Porto Alegre:

- Plano Integrado de Transporte e Mobilidade Urbana (PITIMUrb), elaborado pelo Consórcio TRENDS (Trends Engenharia e Tecnologia Ltda.) / SISTRAN (Sistran Engenharia Ltda.) de 2009 ;
- Modelo Conceitual do Projeto Portais da Cidade, elaborado pela empresa Logitrans Logística, Engenharia e Transportes Ltda. de 2010.

O aproveitamento de informações e de base de dados dessas fontes permitiu reduzir o tempo de realização do estudo e manter a coerência entre esse estudo de demanda e os estudos realizados anteriormente.

2.1 MATRIZES DE ORIGEM E DESTINO

As matrizes de origem e destino utilizadas nesse estudo foram obtidas de duas fontes distintas:

- Projeto dos Portais de 2009;
- PITIMUrb de 2009.

As matrizes utilizadas nesses dois estudos tiveram como fonte as mesmas pesquisas domiciliares realizadas em 1997 (EDOM 1997) e em 2003 (EDOM 2003). A EDOM de 1997 foi realizada para toda a RMPA, já a EDOM de 2003 foi realizada apenas para o município de Porto Alegre.

Em ambos os projetos, foram utilizados na elaboração da matriz base os dados de Porto Alegre da EDOM de 2003 e os dados dos demais municípios da RMPA foram retirados da EDOM 1997.

As matrizes do Projeto dos Portais eram formadas por 373 zonas, e apresentavam as viagens para o horário de pico da manhã, da tarde e para o entre pico. Elas foram utilizadas

para a elaboração das matrizes base desse estudo, para o ano de 2011, para os três períodos (pico da manhã, entre pico e pico da tarde).

As matrizes do PITMUrb, que eram mais agregadas (230 zonas), foram usadas na projeção da demanda do ano base de 2011 para os anos horizontes de estudo: 2015, 2025 e 2035.

A Figura 2.1 apresenta as Zonas de Tráfego do PITIMUrb e do Projeto dos Portais da Cidade e a Tabela 2.2 as matrizes Origem e Destino do PITIMUrb e do BRT-2009.

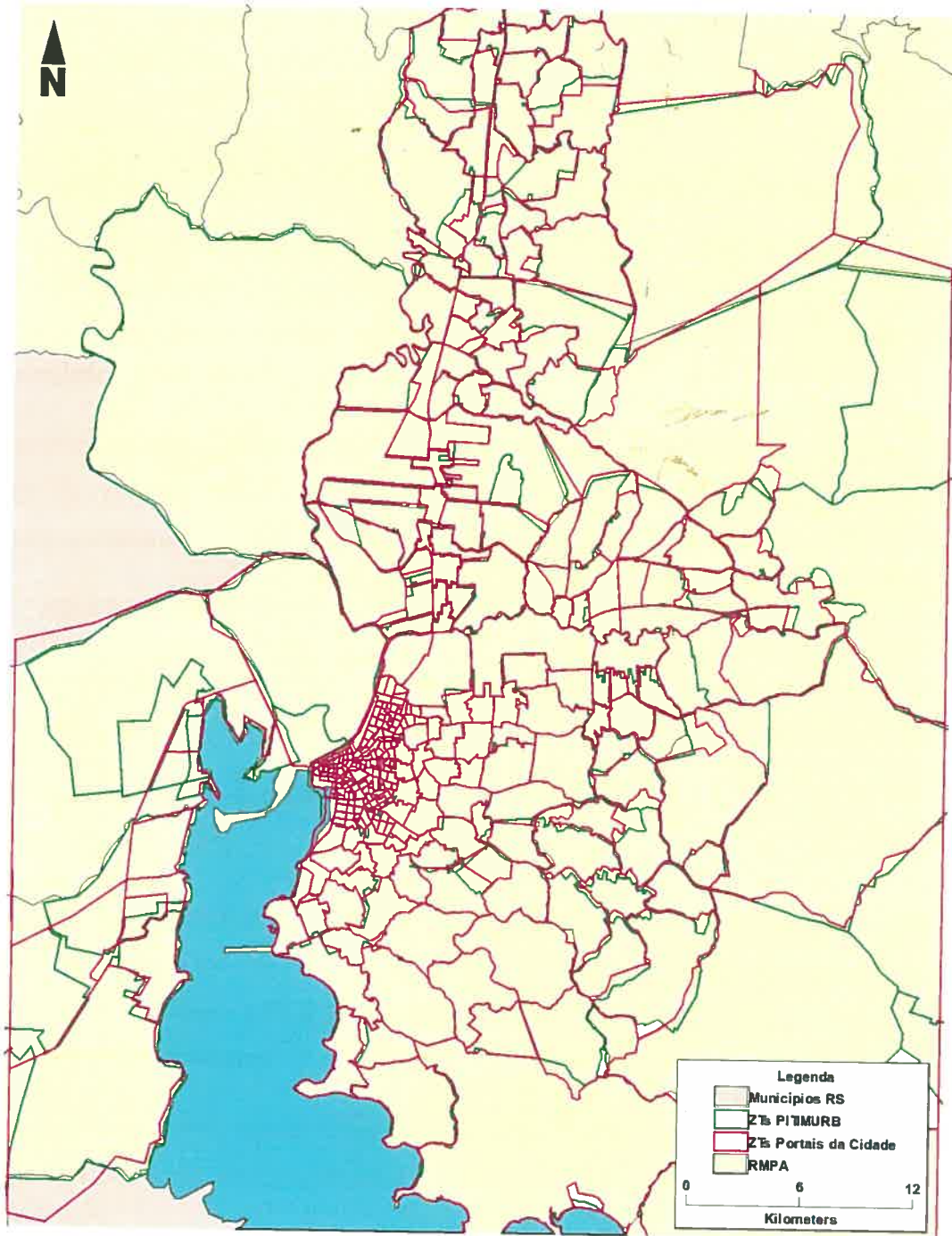


Figura 2.1 – Zonas de Tráfego do PITIMUrb e do Projeto dos Portais da Cidade

Tabela 2.2 – Matrizes de Origem e Destino

Estudo	Ano	Período	Total de viagens
PITIMUrb	2013	PM	231.873
PTIMUrb	2023	PM	254.048
PITIMUrb	2033	PM	277.266
BRT-2009	2011	PM	193.718
BRT-2009	2011	EP	107.713
BRT-2009	2011	PT	179.428

2.2 SISTEMA VIÁRIO

Para a elaboração do sistema viário base, utilizado no processo de modelagem, foram utilizadas duas fontes:

- EPTC: que forneceu a base georreferenciada dos logradouros do município de Porto Alegre;
- TRENSURB: que forneceu a base georreferenciada dos demais municípios da região metropolitana.

A base georreferenciada dos logradouros do município de Porto Alegre foi fornecida pela EPTC. A base utilizada nesse estudo foi atualizada em agosto de 2011 e faz parte do cadastro da Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Essa base era composta por 31.102 links e 22.400 nós.

O TRENSURB forneceu uma base georreferenciada de logradouros de todos os municípios da Região Metropolitana de Porto Alegre. Esse layer foi comprado pelo TRENSURB para outros estudos em 2010. Apesar de a base fornecida conter todos os municípios da RMPA,

para esse estudo foram considerados apenas os 11 municípios que, juntamente com Porto Alegre, compõe a área de estudo:

- Alvorada;
- Cachoeirinha;
- Canoas;
- Eldorado do Sul;
- Esteio;
- Guaíba;
- Gravataí;
- Novo Hamburgo;
- São Leopoldo;
- Sapucaia do Sul;
- Viamão.

A base georreferenciada dos municípios da RMPA era formada por 60.733 links e 42.194 nós.

As duas bases georreferenciadas foram compatibilizadas e unidas em um único layer. Optou-se por utilizar a base de Porto Alegre da EPTC, ao invés da fornecida pelo TRENSURB, apesar da necessidade de compatibilização das duas bases, pois as linhas urbanas de ônibus de Porto Alegre já estavam todas georreferenciadas com base nesse layer de logradouros.

O layer com a base de logradouros completo para a área de estudo é composto por 91.835 links e 64.594 nós, conforme apresenta a Figura 2.2. Os links contém as informações apresentadas na Tabela 2.3, já os nós apresentam as informações indicadas na Tabela 2.5.

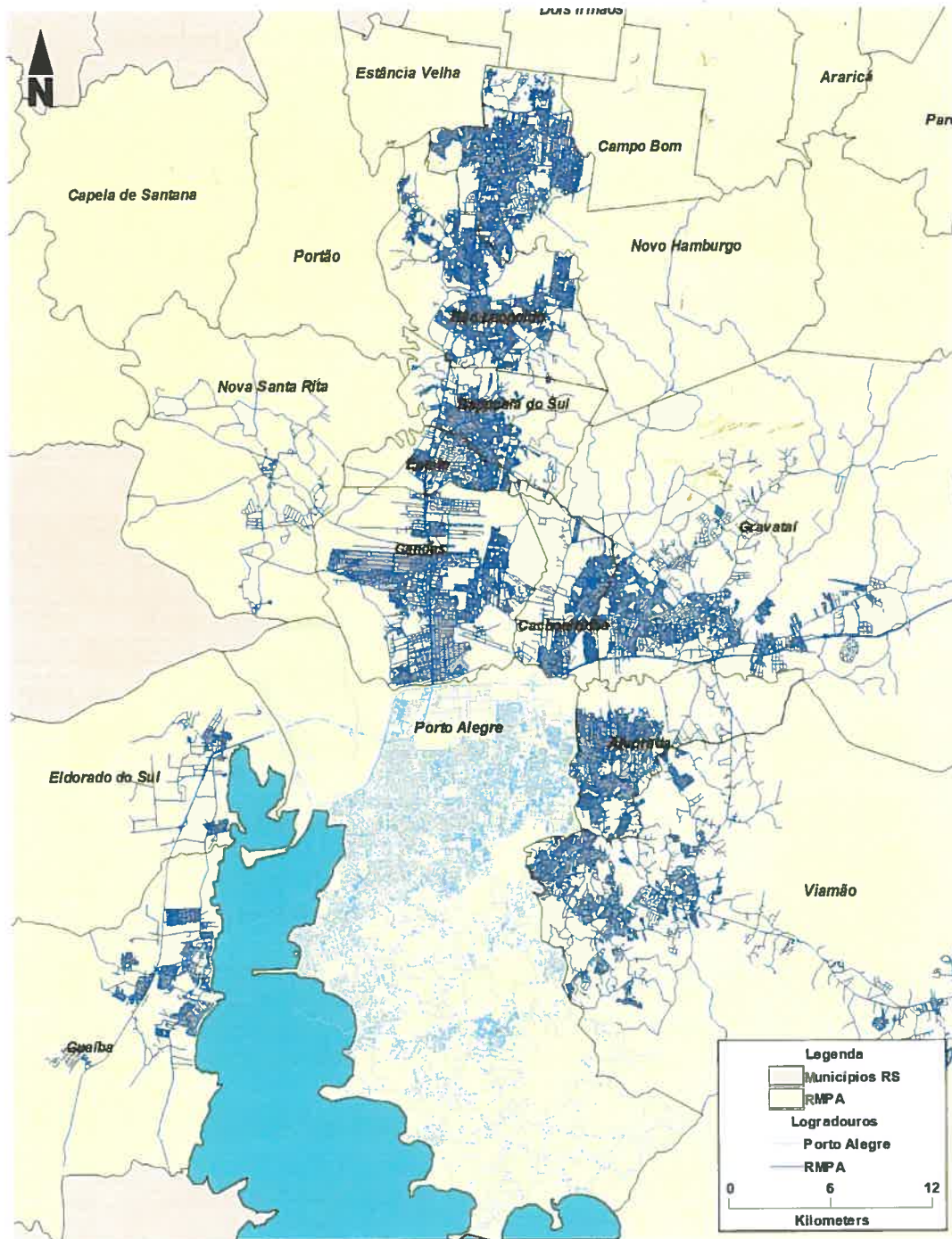


Figura 2.2 – Rede viária

Tabela 2.3 – Campos do layer de links da base de logradouros

Campo	Descrição
ID	Número único de identificação de cada link
Length	Comprimento do link em metros
Dir	Indica a direção de fluxo do link
Nome	Nome do logradouro
Município	Município onde se localiza o logradouro
Tipo	Indica o tipo do link (de acordo com Tabela 2.4)
vPM AB/BA	Velocidade no link no pico da manhã para o sentido AB/BA
vEP AB/BA	Velocidade no link no entre pico para o sentido AB/BA
vPT AB/BA	Velocidade no link no pico da tarde para o sentido AB/BA

Tabela 2.4– Tipo de link

Tipo	Descrição
1	Logradouro
2	Passagem de pedestre
3	Trem
99	Conector
1001	Logradouro Projetado
1020	Passagem de Pedestre Projetada
1030	Trem Projetado
1031	Metrô Projetado
1040	Hidrovia

Tabela 2.5 – Campos do layer de nós da base de logradouros

Campo	Descrição
ID	Número único de identificação de cada nó
Longitude	Longitude de localização do nó
Latitude	Latitude de localização do nó
Tipo	Indica o tipo de nó (de acordo com a Tabela 2.6)

Tabela 2.6 – Tipo de nós

Tipo	Descrição
0	Comum
1	Parada Simples
2	Estação Trensurb
3	Parada Trensurb Proj
4	Estação BRT
5	Terminal da Barca
6	Estação Metrô
10	Terminal de Integração
99	Conector

Os tempos de viagem dos links foram obtidos da rede utilizada no Projeto dos Portais da Cidade de 2009. Esse estudo utilizou informações de estudos anteriores e de pesquisas de velocidade e retardo realizadas. As velocidades dos links com corredores de ônibus de Porto Alegre foram atualizadas através dos dados de 2011 do SOMA (Sistema de Ônibus Monitorado Automaticamente), que é uma fiscalização eletrônica através de *transponders* (transmissores) instalados nos veículos e pontos de leitura nas vias públicas. Em links com corredor de ônibus foi considerada a velocidade do corredor. As velocidades codificadas representam as velocidades observadas em cada link e variaram entre 10 km/h e 60 km/h. Para logradouros onde não foram realizadas pesquisas de velocidade foram utilizadas velocidades de vias similares.

2.3 LINHAS DE TRANSPORTE COLETIVO

A rede de transporte coletivo utilizada no estudo foi formada pelas linhas de ônibus urbanos de Porto Alegre, pelas linhas de ônibus metropolitanas, pela linha do TRENURB e pela nova linha de catamarã que conecta os municípios de Porto Alegre e Guaíba.

As linhas de transporte coletivo foram digitalizadas no TransCad em arquivos *Route System*. Os *Route Systems* usados na digitalização das linhas não continham paradas. Dessa forma, as paradas foram acrescentadas posteriormente durante o processo de preparação da rede.

Os itinerários das linhas urbanas de ônibus foram fornecidos em formato *Route System* pela EPTC, que também forneceu em um layer separado a localização de todas as paradas de ônibus urbana. A empresa mantém um cadastro atualizado de todas as linhas e paradas operantes no município de Porto Alegre, de onde derivaram essas informações. Além do desenho dos itinerários e da localização das paradas, a EPTC disponibilizou um banco de dados com os todas as informações de oferta e demanda das linhas. O *Route System* das linhas urbanas era formado por 627 rotas de ônibus.

As linhas metropolitanas foram digitalizadas para esse estudo por uma equipe conjunta da EPTC e da METROPLAN, no mesmo arquivo das linhas urbanas. Cada linha foi digitalizada separadamente por sentido. Além do desenho dos itinerários das linhas, a METROPLAN forneceu um banco de dados com todas as informações de oferta e demanda dessas linhas. Como não existiam informações sobre a localização das paradas dessas linhas fora de Porto Alegre, nem tempo para a realização de um levantamento, foram acrescentadas paradas de forma automática ao longo de dos seus itinerários. A localização dessas paradas foi posteriormente revisada para se adequar a localização dos principais pontos de parada e terminais metropolitanos. O *Route System* das linhas metropolitanas apresenta 884 rotas de ônibus.

A linha do TRENSURB e o itinerário do catamarã que faz a ligação fluvial entre Porto Alegre e Guaíba também foram digitalizados.

As seguintes modalidades não foram incluídas na simulação:

- Linhas urbanas dos municípios de Guaíba, Eldorado do Sul, Viamão, Alvorada, Cachoeirinha, Gravataí, Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul, São Leopoldo e Novo Hamburgo;
- Linhas de transporte seletivo (lotação) do município de Porto Alegre e demais municípios da RMPA.

A rede de transporte coletivo final é formada por 1.513 rotas, e apresenta no layer de linhas as informações apresentadas na Figura 2.3. A Tabela 2.7 apresenta os campos do layer de linhas da rede de transporte coletivo.



Figura 2.3 - Rotas de transporte coletivo

Tabela 2.7 – Campos do layer de linhas da rede de transporte coletivo

Campo	Descrição
Route ID	Número de identificação da rota
Route Name	Nome de identificação da rota
Linha	Código da linha
Sentido	Sentido da rota
Nome	Nome da linha
Empresa	Empresa operadora da linha
Gestor	Gestor da linha
Modo	Código do modo
ModoA	Código do modo agregado
Tarifa	Tarifa da linha
Lugares	Capacidade do veículo
HPM	Hadway no pico da manhã
HEP	Hadway no pico da tarde
HPT	Hadway no pico da noite
CPM	Capacidade no pico da manhã
CEP	Capacidade no entre pico
CPT	Capacidade no pico da tarde

3 MODELO DE TRANSPORTES

Um modelo pode ser definido como uma representação simplificada de um sistema de interesse e procura focar os aspectos importantes capazes de permitir a análise deste sistema. Uma vez que o modelo consiga representar adequadamente os aspectos do sistema diferente é possível simular o efeito de alterações na configuração do sistema. No caso dos modelos de transporte, o interesse é representar os deslocamentos realizados por pessoas e mercadorias no espaço e no tempo através da infraestrutura disponível e prever o efeito de alterações da infraestrutura ou da demanda sobre o desempenho do sistema.

Os modelos tradicionais usados em planejamento de transporte dividem o processo de simulação em 4 etapas: geração, distribuição, divisão modal e alocação. Na etapa de geração de viagens é estimada a quantidade de viagens produzidas e atraídas por cada zona de tráfego. Na etapa de distribuição é definido para onde vão esses deslocamentos. O resultado da etapa de distribuição são matrizes de origem e destino para cada hora do dia. Na etapa de divisão modal é estimado quais as modalidades de transporte serão usadas para se deslocar entre cada par de origem e destino. O resultado dessa etapa são matrizes de origem e destino para cada modalidade de transporte. Na etapa de alocação são definidos os caminhos (ou no caso de transporte coletivo, as rotas) utilizadas para se deslocar entre cada par de origem e destino.

Nesse estudo foi realizada apenas a última etapa, ou seja, a alocação das viagens.

Para a alocação das viagens foi usado um modelo de alocação por equilíbrio que leva em consideração além dos custos tarifários e tempos de deslocamento, a capacidade das rotas que compõe o sistema, distribuindo a demanda de forma que cada usuário minimize o custo generalizado associado à realização da viagem. Nesse tipo de modelo, na medida em que o carregamento das rotas aumenta, os custos do sistema se modificam de forma a distribuir a demanda entre as diferentes alternativas disponíveis.

O modelo de transportes foi desenvolvido usando o programa TransCAD. O TransCAD foi desenvolvido nos Estados Unidos da América pela empresa Caliper Corporation. Ele combina as funções de um Sistema de Informações Geográficas (SIG ou GIS) com um modelo de planejamento de transportes.

O modelo de transporte coletivo é composto pelos seguintes elementos:

- **Zonas de tráfego** – representam regiões geográficas homogêneas do ponto de vista de tráfego. Todos os deslocamentos com origem ou destino em uma zona de tráfego são concentrados em um único ponto denominado centroide;
- **Matrizes de origem e destino** – representam a quantidade de pessoas que se deslocam entre cada zona de tráfego em um determinado período de tempo. Existe uma matriz de origem e destino para cada ano e horário simulado;
- **Rede viária** – representa as vias por se deslocam pessoas ou veículos de transporte coletivo. A rede viária é dividida em segmentos denominados links. Os links podem permitir o tráfego de veículos, de pedestres ou ambos. Além dos links uma rede viária possui um conjunto de pontos denominados nós. Os nós representam as interseções de vias, as paradas de transporte coletivo e os centroides das zonas de tráfego;
- **Centroides** - São nós da rede viária por onde “entram” e “saem” da rede todas as viagens com origem ou destino em uma zona de tráfego. Uma zona de tráfego pode possuir apenas um único centroide e toda zona de tráfego deve possuir um centroide;
- **Conectores** – são links especiais da rede viária que servem para ligar os centroides das zonas de tráfego ao sistema viário. Todo centroide deve possuir pelo menos um conector e um conector não pode estar ligado a mais de um centroide. Somente os fluxos com origem ou destino no centroide podem se deslocar pelos conectores;
- **Rotas** – representam as linhas de transporte coletivo. Uma rota corresponde a uma sequência ordenada de links que corresponde ao seu itinerário. Os usuários de uma rota devem embarcar e desembarcar em paradas, respeitando o sentido da rota;
- **Paradas** – São nós da rede viária onde ocorrem os embarques e desembarques das rotas. Cada rota deve possuir pelo menos 2 pontos de parada.

Cada um desses elementos possui um conjunto de atributos que correspondem a características físicas que são representadas no modelo. A Figura 3.1 apresenta os elementos da rede de transportes.

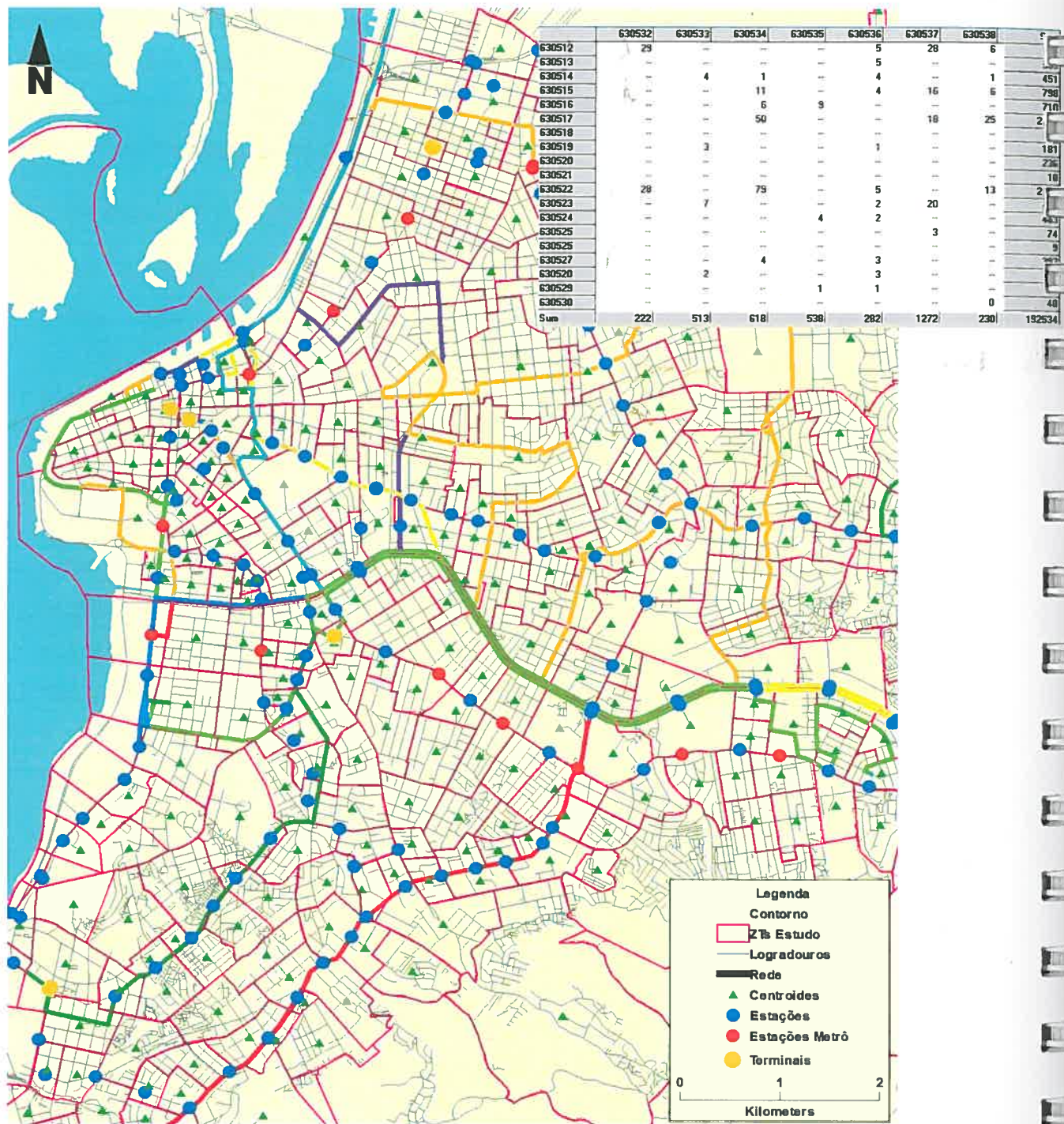


Figura 3.1 - Elementos de uma rede de transporte coletivo

3.1 REDE

As redes de simulação foram elaboradas a partir dos itinerários das rotas de transporte coletivo atuais e futuras. Essas rotas foram combinadas em um único arquivo de rotas (*Route System*) e cada simulação era realizada ativando somente as rotas existentes em cada cenário. Esse procedimento diminuiu o tamanho das bases de dados, pois eliminou a duplicação das rotas comuns a mais de uma rede. Esse método também facilita o processo de calibração do modelo, pois os ajustes e correções no modelo são automaticamente incorporados em todos os cenários.

As bases de dados de rotas fornecidas pela EPTC não possuíam paradas. Por isso, o passo seguinte foi acrescentar às paradas ao *Route System* usado nas simulações. Isso foi feito da seguinte forma:

1. Dentro de Porto Alegre foram acrescentadas paradas às linhas conforme o cadastro de paradas de transporte coletivo da EPTC;
2. Fora de Porto Alegre foram acrescentadas paradas às linhas a intervalos regulares (300 m);
3. O TRENSURB para apenas nas estações existentes e projetadas;
4. As linhas de Metrô e BRT utilizaram somente as estações localizadas em pontos previamente definidos pela EPTC;
5. Para reduzir o tempo de simulação as paradas não utilizadas para embarque e desembarque foram eliminadas.

A Figura 3.2 apresenta a localização das estações e terminais do TRENSURB, do Metrô e das linhas de BRT.

A etapa seguinte foi a inclusão dos centroides e conectores na rede. Inicialmente foi usada uma função do TransCAD para criar automaticamente 1 centroide e 1 conector para cada zona de tráfego. O TransCAD cria o centroide no centro geométrico de cada zona e conecta esse centroide ao nó mais próximo da rede. Em algumas zonas, principalmente em

zonas muito grandes, a localização do centroide e do conector pode não ser apropriada e, em alguns casos, pode ser necessário acrescentar outros conectores ao centroide de uma zona. Por isso, a localização desses elementos foi revisada manualmente e todos os acréscimos e ajustes necessários foram realizados.

A seguir foi realizada a identificação das restrições de deslocamento na rede. Nessa etapa, são identificados os links em que não é possível caminhar (linha do TRENSURB, ligação fluvial Guaíba Porto Alegre, etc.) também foram criados links de acesso às estações do TRENSURB. Como os traçados do Metrô seguem aproximadamente o sistema viário da cidade, ele foi desenhado como se fosse uma linha de transporte coletivo. Os trechos em que o traçado da linha não coincidia com o sistema viário existente foram acrescentados ao sistema viário e caracterizados como restritos aos pedestres.

A última etapa na preparação da rede foi o preenchimento das informações de oferta nos links da rede e nas rotas de transporte coletivo. Nessa etapa são calculados os tempos de deslocamento dos links para cada modalidade (a pé, ônibus, BRT e metrô) e as características de cada rota: tarifa, capacidade, frequência e modo. Também são codificadas as tabelas de transferências entre modos (uma para cada política tarifária).

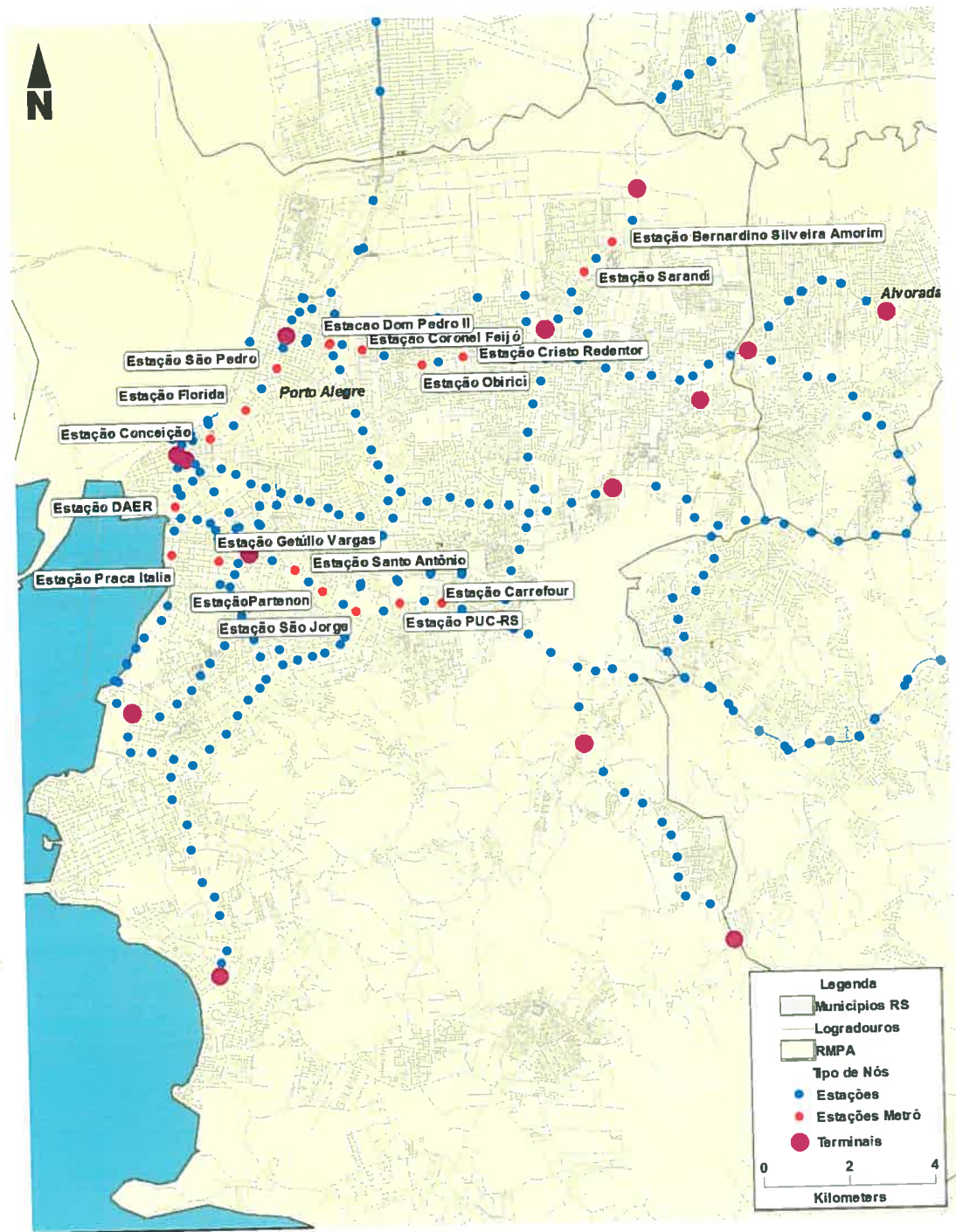


Figura 3.2 – Localização das estações e terminais do TRENURB, Metrô e das linhas BRT

3.2 ZONAS DE TRÁFEGO

As zonas de tráfego usadas no PITIMUrb tiveram que ser desagregadas para aumentar o nível de detalhe do modelo. A desagregação do zoneamento foi realizada ao longo dos traçados dos corredores BRT e dos traçados do Metrô visando garantir que não houvesse mais de uma estação dos corredores de BRT ou do Metrô em uma mesma zona de tráfego. Também foi necessário desagregar uma zona no centro do município de Guaíba para representar adequadamente a demanda que utiliza a ligação entre fluvial entre Porto Alegre e Guaíba.

O modelo usado no PITIMURB contava com 230 zonas de tráfego. Foram desagregadas 115 zonas, resultando em um total de 746 zonas de tráfego. A Tabela 3.1 apresenta a relação de zonas por município e a Figura 3.3 a localização das zonas desagregadas. O arquivo “Equivalência entre Zonas.xls” que se encontra no CD anexo apresenta a relação de equivalência entre as zonas de tráfego.

Tabela 3.1 - Relação das zonas de tráfego por município

Município	Numeração das zonas - PTIMURB	Quantidade de Zonas	
		PITIMUrb	Atual
Alvorada	201 à 211	10	45
Cachoeirinha	251 à 257 e 259 à 261	9	25
Canoas	351 à 379	25	25
Eldorado do Sul	554 à 560	4	4
Esteio	451 à 456	5	6
Gravataí	501 à 516	15	47

Município	Numeração das zonas - PTIMURB	Quantidade de Zonas	
		PITIMUrb	Atual
Guaíba	551 à 553, 556 e 561	5	7
Nova Santa Rita	374	1	1
Novo Hamburgo	601 à 615	14	14
Porto Alegre	1 à 97	97	476
São Leopoldo	651 à 666	15	16
Sapucaia do Sul	751 à 755 e 757 à 763	10	12
Viamão	816 à 801	15	68
Total		230	746

Para desagregar as zonas de tráfego foram usados como referência os limites dos setores do Censo de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A base georreferenciada dos setores da Região Metropolitana de Porto Alegre foi obtida no site do IBGE (www.ibge.gov.br). O arquivo foi obtido em formato SHP e convertido para o formato CDF usando o programa TransCAD.

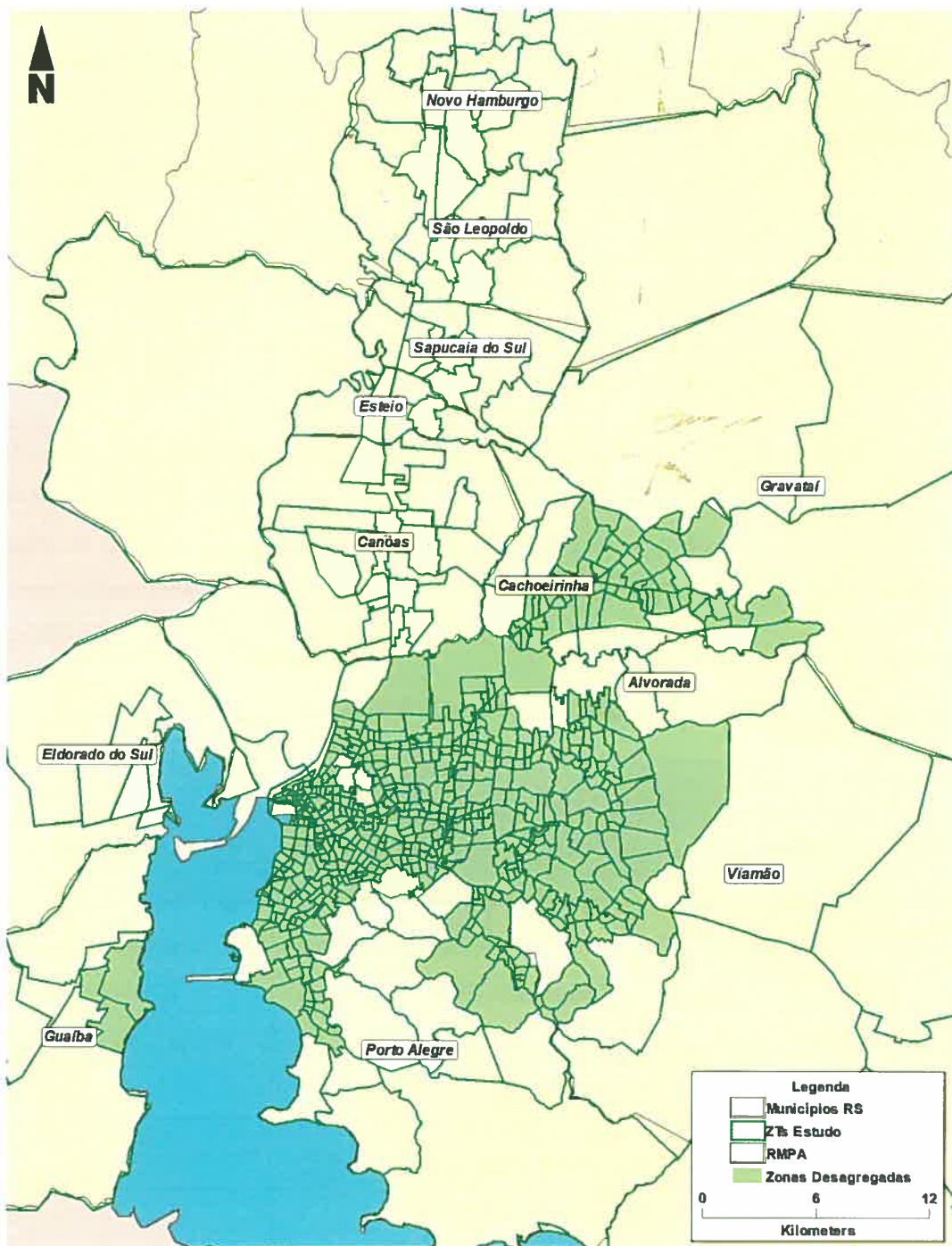


Figura 3.3 – Zonas de tráfego desagregadas

3.3 MATRIZES DE ORIGEM E DESTINO

As matrizes de origem e destino usadas nas simulações foram obtidas através da combinação das matrizes de origem e destino do estudo dos Portais da Cidade e do PITIMURB. Essa combinação foi facilitada, pois tanto as matrizes de origem e destino do estudo portais da cidade quanto as matrizes usadas no PITIMURB tinham as mesmas fontes. Ambas foram geradas a partir das Matrizes de Origem e destino das Pesquisas de Origem e Destino através de entrevistas domiciliares (EDOM) realizadas em 1997 (EDOM97) pela Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional (METROPLAN) e em 2003 (EDOM2003) pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre.

A EDOM97 é resultado de aproximadamente 68.000 entrevistas realizadas em 17.000 domicílios em toda a RMPA e havia sido atualizada em 2002 com a realização de pesquisas Screen Line. Na EDOM2003 foram entrevistadas 48.000 pessoas em 16.000 domicílios. Uma das características da EDOM2003 é que os 79.000 deslocamentos relatados pelos entrevistados foram georreferenciados, permitindo identificar as coordenadas de origem e destino de cada viagem.

A EDOM2003 apresenta uma boa resolução dentro do município de Porto Alegre, no entanto a representação das viagens geradas fora de Porto Alegre é deficiente. Por sua vez, embora mais antiga e com menor resolução no município de Porto Alegre, a EDOM97 representa de forma homogênea toda a RMPA. As zonas de tráfego usadas nos dois estudos são compatíveis, o que torna possível combinar as matrizes de origem e destino das duas pesquisas sem maiores complicações. Por isso, tanto nos estudos dos portais da cidade quanto nos estudos do PITIMURB as matrizes de origem e destino foram geradas combinando os deslocamentos urbanos dentro de Porto Alegre com os deslocamentos metropolitanos da EDOM97.

O estudo dos portais de cidade tinha uma ênfase operacional e, por isso, as simulações foram realizadas em 3 períodos: hora pico da manhã (PM), hora pico da tarde (PT) e hora média do entre picos (EP). O pico da manhã corresponde ao horário entre 7:00 e 8:00, o

período de pico da tarde entre as 18:00 e 19:00 e o período de entre picos ao horário entre as 15:00 e 16:00. O horário das viagens foi estabelecido considerando a hora média dos deslocamentos segundo a pesquisa EDOM. Pelo mesmo motivo, esse estudo trabalhou com um zoneamento mais desagregado com 373 zonas de tráfego.

O PITIMURB era um estudo estratégico visando o planejamento de transportes da RMPA em médio e longo prazo. Por isso, o PITIMURB deu mais ênfase à projeção da demanda e as simulações foram realizadas somente para as horas pico da manhã. O PITIMURB trabalhou com matrizes para 4 anos: 2003, 2013, 2023 e 2033.

Como havia necessidade de simular os períodos 3 períodos, as matrizes usadas no presente estudo correspondem as matrizes do estudo portais da cidade. Essas matrizes haviam sido atualizadas em 2009 usando uma pesquisa de ocupação visual realizada nos principais corredores de transporte coletivo de Porto Alegre.

A preparação das matrizes de origem e destino usadas nas simulações necessitou de 4 operações:

1. Atualizar as matrizes base de 2009 do PM, PT e EP para o ano de 2011;
2. Desagregar as matrizes de origem e destino segundo o zoneamento adotado nesse estudo;
3. Projetar as matrizes do PM, PT e EP para os anos de 2015, 2025 e 2035;
- ★ 4. Retirar das matrizes dos deslocamentos urbanos fora de Porto Alegre.

A Figura 3.4 apresenta um fluxograma do processo de preparação das matrizes O/D.

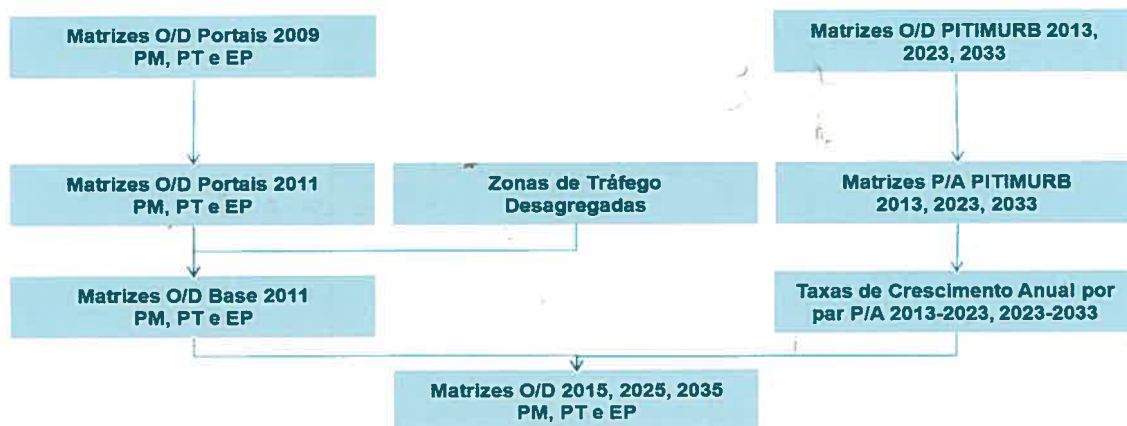


Figura 3.4 – Processo de preparação das matrizes de origem e destino usadas nas simulações

3.3.1 ATUALIZAÇÃO DAS MATRIZES O/D DE 2009 PARA 2011

Para atualizar as matrizes bases dos portais de 2009 para 2011 foram utilizados os dados de demanda diários por viagem fornecidos pela EPTC em 2009 e 2011. Essas bases de dados contem informações sobre a hora de início, horário de término e quantidade de passageiros transportados de todas as viagens realizadas por todas as linhas de transporte coletivo de Porto Alegre. Em 2009 os dados correspondem ao período entre 9 e 13 de novembro e em 2011 os dados correspondem ao período entre 11 e 15 de abril. A Tabela 3.2 apresenta a demanda por transporte coletivo ao longo do dia em Porto Alegre nos Anos de 2009 e 2011.

A análise dos dados de demanda indica que a demanda entre 2009 e 2011 permaneceu praticamente constante. Por isso, não foi julgado necessário atualizar as matrizes.

Tabela 3.2 – Demanda por transporte coletivo ao longo do dia em Porto Alegre

Hora	2009	2011
0	2.902	2.587
1	535	572
2	299	289
3	324	252
4	653	893
5	14.073	15.464
6	74.077	82.649
7	121.105	122.383
8	73.868	71.069
9	53.857	51.610
10	49.473	46.780
11	64.050	62.899
12	75.849	76.308
13	70.813	67.615
14	62.106	59.972
15	63.785	62.583
16	75.856	76.162

Hora	2009	2011
17	107.485	111.986
18	85.430	88.091
19	51.059	45.665
20	32.975	27.644
21	27.014	24.426
22	25.000	26.115
23	10.155	9.523
Total	1.142.743	1.133.539

Fonte: EPTC

3.3.2 DESAGREGAÇÃO DAS MATRIZES O/D DE 2011

O processo de desagregação de uma zona de tráfego consiste em subdividir a zona em 2 ou mais subzonas não sobrepostas, de tal forma que a área total das subzonas corresponda a área da zona original. Portanto, para desagregar as matrizes de origem e destino é necessário estimar o percentual das viagens com produzidas ou atraídas na zona original que foram produzidas ou atraídas em cada uma das subzonas. Esses 2 percentuais (um para as origens e outro para os destinos) são denominados fatores de desagregação. Para as zonas não desagregadas os fatores de desagregação são iguais a 1,0. Para as demais zonas, os fatores de desagregação são números positivos menores do que 1,0.

A matriz desagregada é obtida, multiplicado as viagens existentes entre os pares de origem e destino da matriz original pelos fatores de desagregação das zonas de origem e destino da matriz desagregada. Esse processo é ilustrado na Figura 3.5.

Zona Desagregada

	2001	2006	2007	2201	2601
2001				g	
2006				h	
2007				i	
2201	a	b	c	d	e
2601				j	

Fatoração das Produções

	2001	2006	2007	2201	2601
2001				g	
2006				h	
2007				i	
3201	a*f20	b*f20	c*f20	d*f20	e*f20
3207	a*f20	...	...	...	...
3202	a*f20	...	...	...	...
2601				j	

Fatoração das Atrações

	2001	2006	2007	3201	3207	3202	2601
2001				g*f201	g*f207	g*f202	
2006				h*f201	...	...
2007				i*f201	...	...
3201	a1	b1	c1	d1*f201	...	...	e1
3207	a2	b2	c2	d2*f201	...	...	e2
3202	a3	b3	c3	d3*f201	...	...	e3
2601				j*f201	...	...

Nova Matriz

	2001	2006	2007	3201	3207	3202	2601
2001				g1	g2	g3	
2006				h1	h2	h3	
2007				i1	i2	i3	
3201	a1	b1	c1	d11	d12	d13	e1
3207	a2	b2	c2	d21	d22	d23	e2
3202	a3	b3	c3	d31	d32	d33	e3
2601				j1	j2	j3	

Figura 3.5 - Processo de desagregação das Matrizes de origem e destino

Os fatores de desagregação foram obtidos de duas formas de acordo com a localização da zona de tráfego. Dentro de Porto Alegre os pontos de origem e destino são georreferenciados (provenientes da EDOM2003). Por isso é possível identificar diretamente a localização dos pontos de origem e destino dentro do novo zoneamento. Fora de Porto Alegre essa informação não está disponível. Por isso, nas zonas localizadas fora de Porto Alegre é necessário considerar em que foi produzido e atraído o deslocamento e desagregar as viagens segundo alguma variável associada à produção e atração das viagens de cada zona.

Zonas dentro de Porto Alegre – nessas zonas, os fatores de desagregação foram obtidos através do *overlay* dos pontos de origem e destino das viagens de transporte coletivo da EDOM2003 ponderados pelos fatores de expansão aferidos de cada ponto, de acordo com as seguintes equações:

$$fo_z^m = \frac{o_z^m}{\sum_k o_k^m} \quad e \quad fd_z^m = \frac{d_z^m}{\sum_k d_k^m}$$

Onde:

fo_z^m é o fator de desagregação da origem da subzona z.

o_z^m é o total de viagens com origem na subzona z.

$\sum_k o_k^m$ é o total de viagens com origem na zona m.

fd_z^m é o fator de desagregação do destino da subzona z.

d_z^m é o total de viagens com destino na subzona z.

$\sum_k d_k^m$ é o total de viagens com destino na zona m.

Zonas fora de Porto Alegre – Nessas zonas, os fatores de desagregação das produções foram calculados com base na população residente na zona segundo o censo de 2010 e o fator de desagregação das atrações foram calculados com base na proporção da extensão de vias existentes dentro da zona conforme as equações a seguir:

$$fo_z^m = \frac{P_z^m}{\sum_k P_k^m} \quad e \quad fd_z^m = \frac{v_z^m}{\sum_k v_k^m}$$

Onde:

fo_z^m é o fator de desagregação da origem da subzona z.

P_z^m é a população residente na subzona z.

$\sum_k P_k^m$ é a população residente na zona m.

fd_z^m é o fator de desagregação do destino da subzona z.

v_z^m é extensão de vias existentes na subzona z.

$\sum_k V_k^m$ é extensão de vias existentes na zona m.

A população foi usada como uma proxy para a produção de viagens porque 90% das viagens realizadas em Porto Alegre tem base domiciliar (com origem ou destino na residência) e, em consequência, são produzidas no local de residência. Encontrar uma proxy para atração de viagens é mais difícil, pois de modo geral a atração de viagens está relacionada ao uso do solo. As viagens são atraídas pelos locais de trabalho, ensino e lazer. No entanto, não existiam informações suficientemente detalhadas sobre o uso do solo que permitissem a utilização desse tipo de variável para estimar a geração de viagens. Por isso, foi utilizada a extensão viária como proxy para a atração de viagens uma vez que, ceteris paribus, zonas com mais vias atraem mais viagens.

Os fatores de atração e produção usados na desagregação da demanda para cada zona estão indicados no arquivo “Equivalência entre Zonas.xls” que se encontra no CD anexo.

3.3.3 PROJEÇÃO DAS MATRIZES FUTURA

A projeção das matrizes futuras foi realizada aplicando as taxas de crescimento atuais das matrizes do PITIMURB às matrizes bases de 2011. As matrizes recebidas do estudo do PITIMURB eram matrizes de origem e destino da hora pico da manhã, projetadas para os anos de 2013, 2023 e 2033. Para tanto, foi calculado o percentual de crescimento anual entre cada par de origem e destino entre os anos de 2013 e 2023 e entre os anos de 2023 e 2033. Essas taxas foram usadas para projetar as matrizes de 2015, 2025 e 2035. No entanto,

não é possível aplicar diretamente as taxas obtidas às matrizes de 2011, pois a projeção de viagens deve ser realizada usando matrizes de produção e atração de viagens.

As matrizes de produção e atração relacionam a quantidade de viagens produzidas em uma zona e atraídas em outra zona. As viagens são produzidas em locais de residência e atraídas para os locais de trabalho, estudo ou diversão (a exceção são as viagens com base não domiciliar, que são sempre produzidas no local de origem). No entanto, na maioria das cidades a distribuição dos usos do solo é heterogênea: em algumas zonas predomina o uso residencial, em outras zonas o uso comercial, etc. Por isso, as matrizes diárias de produção e atração são geralmente assimétricas (a quantidade de deslocamentos da zona A para a zona B é muito diferente da quantidade de viagens da zona B para a zona A). As matrizes diárias de origem e destino, ao contrário são praticamente simétricas (a quantidade de deslocamentos da zona A para a zona B é quase igual a quantidade de viagens da zona B para a zona A).

Os modelos de projeção de demanda são baseados em estimativas de variação do uso do solo e equações que relacionam o uso do solo com a quantidade de viagens. Esses modelos projetam a evolução do uso do solo em cada zona da cidade e, com base nessa variação, estimam a quantidade futura de viagens que são produzidas por cada zona. Assim, se uma zona tem um incremento na quantidade de moradias, a quantidade de viagens produzidas aumentará. Por outro lado, se uma zona residencial tiver seu perfil de uso alterado, trocando as residências por prédios comerciais, a quantidade de viagens produzidas pela zona diminuirá e a quantidade de viagens atraídas aumentará. O efeito disso é no horário de pico da manhã uma quantidade menor de viagens partirá dessa zona para outros locais da cidade e uma quantidade maior de viagens se dirigirá de outros locais da cidade para essa zona. No pico da tarde o efeito é inverso, ou seja, haverá mais viagens saindo da e menos viagens chegando na zona.

No pico da manhã as matrizes de origem e destino e de produção e atração são praticamente iguais. Isso ocorre, por que nesse horário praticamente todas as viagens com base

domiciliar tem origem na residência (que é sempre o local de produção das viagens). Assim, como o PITIMURB trabalhou com simulações somente no pico da manhã, não havia necessidade de utilizar matrizes de produção e atração nas projeções de demanda.

No presente estudo, existiu a necessidade de projetar não só as matrizes de pico da manhã como também as matrizes de pico da tarde e entre pico. Para fazer isso foi considerado que:

1. As matrizes do PITIMurb para o pico da manhã (PM) eram proporcionais às matrizes P/A;
2. O fator de conversão P/A em O/D do pico da tarde (PT) era proporcional a matriz transporta de P/A;
3. O fator de conversão P/A para O/D de entre pico (EP) era proporcional à média dos picos da manhã a da tarde:

Com base nesses pressupostos foi possível aplicar as equações a seguir para estimar as matrizes futuras:

$$v_{i,j}^{PM2015} = v_{i,j}^{PM2011} \cdot (t_{i,j}^{2013-2023})^4$$

$$v_{i,j}^{PM2025} = v_{i,j}^{PM2015} \cdot (t_{i,j}^{2013-2023})^8 \cdot (t_{i,j}^{2023-2033})^2$$

$$v_{i,j}^{PM2035} = v_{i,j}^{PM2025} \cdot (t_{i,j}^{2023-2033})^{12}$$

$$v_{i,j}^{PT2015} = v_{i,j}^{PT2011} \cdot (t_{j,i}^{2013-2023})^4$$

$$v_{i,j}^{PT2025} = v_{i,j}^{PT2015} \cdot (t_{j,i}^{2013-2023})^8 \cdot (t_{i,j}^{2023-2033})^2$$

$$v_{i,j}^{PT2035} = v_{j,i}^{PT2025} \cdot (t_{j,i}^{2023-2033})^{12}$$

$$v_{i,j}^{EP2015} = v_{i,j}^{EP2011} \cdot \left(\frac{t_{i,j}^{2013-2023} + t_{j,i}^{2013-2023}}{2} \right)^4$$

$$v_{i,j}^{EP2025} = v_{i,j}^{EP2015} \cdot \left(\frac{t_{i,j}^{2013-2023} + t_{j,i}^{2013-2023}}{2} \right)^8 \cdot \left(\frac{t_{i,j}^{2023-2033} + t_{j,i}^{2023-2033}}{2} \right)^2$$

$$v_{i,j}^{EP2035} = v_{j,i}^{EP2025} \cdot \left(\frac{t_{i,j}^{2023-2033} + t_{j,i}^{2023-2033}}{2} \right)^{12}$$

$v_{i,j}^{pa}$ é a quantidade viagens entre a zona “i” e a zona “j”, no período “p”, no ano “a”

$t_{i,j}^{a-b}$ é a taxa de crescimento anual de viagens entre as zonas “i” e “j” entre os anos “a” e “b”

O arquivo “matrizes de origem e destino” apresenta as matrizes de origem e destino para os anos de 2011, 2015, 2025 e 2035 para os períodos PM, PT e EP. A Tabela 3.3 apresenta a variação percentual da quantidade de viagens agregadas para Porto Alegre e para a RMPA entre 2011 e 2015. A Tabela 3.4 apresenta a mesma informação entre 2011 e 2025 e a Tabela 3.5 entre 2011 e 2035.

Tabela 3.3 – Variação da quantidade de viagens entre 2011 e 2015

O/D	Viagens			Crescimento Relativo		
	POA	RMPA	Total	POA	RMPA	Total
POA	927.000	243.000	1.170.000	1,3%	1,7%	1,4%
RMPA	243.000	486.000	729.000	1,7%	6,3%	4,7%
Total	1.170.000	729.000	1.899.000	1,4%	4,7%	2,6%

Tabela 3.4 – Variação da quantidade de viagens entre 2011 e 2025

O/D	Viagens			Crescimento Relativo		
	POA	RMPA	Total	POA	RMPA	Total
POA	963.000	258.000	1.221.000	5,2%	7,9%	5,8%
RMPA	258.000	579.000	837.000	7,9%	26,7%	20,3%
Total	1.221.000	837.000	2.058.000	5,8%	20,3%	11,2%

Tabela 3.5 - Variação da quantidade de viagens entre 2011 e 2035

O/D	Viagens			Crescimento Relativo		
	POA	RMPA	Total	POA	RMPA	Total
POA	996.000	281.000	1.277.000	8,9%	17,6%	10,7%
RMPA	281.000	694.000	975.000	17,6%	51,9%	40,1%
Total	1.277.000	975.000	2.252.000	10,7%	40,1%	21,7%

3.3.4 RETIRADA DOS DESLOCAMENTOS URBANOS FORA DE PORTO ALEGRE

A última etapa da preparação das matrizes foi a retirada dos deslocamentos cuja origem e destino estavam dentro do mesmo município (com exceção dos deslocamentos dentro de Porto Alegre). Esses deslocamentos tiveram que ser excluídos na alocação de demanda porque a rede de simulação não incluiu os itinerários das linhas urbanas desses municípios. Sem essas linhas, os usuários que realizam esses deslocamentos teriam 2 opções:

1. Realizar o deslocamento a pé;
2. Utilizar uma linha metropolitana ou o TRENURB.

Ambas alternativas introduziram distorções nos resultados das simulações. No primeiro caso, haveria um acréscimo nas distâncias de caminhada e no custo generalizado dos cenários e no segundo caso um acréscimo irreal das demandas de algumas linhas metropolitanas e do TRENURB. Embora o TRENURB realize deslocamentos urbanos em alguns municípios do eixo norte, o erro provocado pela perda desses passageiros sobre a demanda do TRENURB é muito menor do que o que ocorreria se as simulações fossem feitas com passageiros os urbanos.

3.4 MÉTODO DE ALOCAÇÃO E PARÂMETROS DO MODELO

O processo de alocação consiste em distribuir os deslocamentos da matriz de origem e destino através da rede de transportes de forma a minimizar os custos percebidos pelos usuários. Entre uma origem e um destino são possíveis deslocamentos a pé e por transporte coletivo com a combinação das duas modalidades e a utilização de uma ou mais rotas.

Na alocação foi utilizado o modelo que considera que a escolha da rota por cada usuário é função do tempo e do custo de deslocamento por essa rota. O tempo gasto pelo usuário é a soma dos tempos de caminhada, espera, viagem e transferência. O tempo de viagem é o tempo gasto no interior do veículo e é função da velocidade do veículo. O tempo de espera é o tempo gasto nas paradas ou estações e é função do intervalo de viagens das linhas. O tempo de transferência é o tempo gasto ao se mudar de linha e é função das características das estações, paradas e terminais. O tempo de caminhada é o tempo gasto em deslocamentos a pé entre os pontos de embarque e desembarque e o destino final da viagem. Todas essas variáveis associadas ao tempo (caminhada, espera, deslocamento dentro do veículo, e transferências) são combinadas com a tarifa em uma única equação que representa o custo percebido (custo generalizado) por uma pessoa ao fazer um deslocamento entre um par de origem e destino.

Para a composição do custo generalizado, além dos valores pagos e dos tempos gastos em cada etapa do é necessário conhecer os fatores de equivalência entre tempo e custo. Esses fatores são denominados “valores do tempo” e representam o custo percebido pelo usuário ao caminhar, esperar, viajar ou trocar de veículo. Como os custos percebidos não são os mesmos, os valores do tempo são diferentes para cada etapa. Por exemplo: em média as pessoas preferem se deslocar dentro de um veículo a caminhar e por isso o tempo de viagem (dentro do veículo) vale menos do que o tempo de caminhada.

Os valores do tempo variam de acordo com as características socioeconômicas da população e geralmente são estimados por pesquisas de preferências declaradas. Nesse estudo foram usados os valores do tempo do estudo dos Portais da Cidade que foram atualizadas para refletir o aumento de renda e tarifas ocorrido entre 2009 e 2011. Por sua vez, os valores do tempo usado no estudo dos Portais da Cidade foram obtidos através de pesquisas de preferência declarada realizadas em novembro de 2005 para o PITMUrb. A Tabela 3.6 apresenta os valores utilizados nesse estudo.

Tabela 3.6 – Valores do tempo

Parâmetro	Valor
Valor do tempo embarcado (R\$/min)	R\$ 0,07
Valor do tempo de espera (R\$/min)	R\$ 0,14
Valor do tempo de caminhada (R\$/min)	R\$ 0,21
Valor do tempo de transferência (R\$/min)	R\$ 0,07

Fonte: Portais da Cidade (atualizado para 2011).

O custo generalizado é calculado pela equação a seguir:

$$c_k = \sum_{i \in J} [r_j + VOT * (y_x x_j + y_w w_j)] + \sum_{i \in I} [VOT * (y_d d_i + y_v t_i (1 + \alpha (v_i / C_i)^\beta))]$$

Onde:

c_k = custo total para uma rota k , em termos monetários.

C_i = capacidade horária das linhas que servem o link i .

d_i = tempo de embarque e desembarque nas paradas associado ao link i .

J = conjunto de linhas que passam pela rota k .

r_j = tarifa da linha j .

t_i = tempo no veículo no link i .

v_i = quantidade de passageiros embarcados na linha no link i .

VOT = valor do tempo.

w_j = tempo de espera pela linha j .

x_j = penalidade de transferência para a linha j .

α, β = parâmetro de efeito de lotação da linha.

y_d = peso do tempo de embarque e desembarque.

y_v = peso do tempo no veículo.

y_w = peso do tempo de espera.

y_x = peso do tempo de transferência.

O tempo de embarque e desembarque nas paradas (d_i) é calculado pela seguinte expressão:

$$d = c_0 + c_1 v_{on} + c_2 v_{off}$$

Onde:

d = tempo de embarque e desembarque.

c_0 = constante representando o tempo mínimo perdido na parada.

c_1 = tempo médio de embarque.

c_2 = tempo médio de desembarque.

v_{on} = volume de passageiros embarcando.

v_{off} = volume de passageiros desembarcando.

Para cada par de origem e destino existem diversas rotas possíveis. O modelo aloca os usuários na rota que apresenta o menor custo. No entanto, como o custo de uma rota depende da quantidade de passageiros que ela transporta em cada trecho, o processo de alocação é iterativo. A cada iteração são calculados os custos com base na quantidade de passageiros transportados por cada rota na iteração anterior. Como os custos mudam uma parcela da demanda troca de rota a cada iteração. O processo de iterativo continua, até que o volume de passageiros que troca é inferior a um valor preestabelecido. Maiores informações sobre o algoritmo de alocação utilizado nesse estudo podem ser obtidas no *"Travel Demand Modelign with TransCAD 5.0"*.

O algoritmo de alocação utiliza alguns parâmetros complementares para representar de forma mais adequada o comportamento dos usuários. A Tabela 3.7 apresenta alguns desses parâmetros.

Tabela 3.7 – Parâmetros do modelo de alocação

Parâmetro	Valor
Tempo Mínimo de Espera	1 minuto
Tempo Máximo de Espera	30 minutos
Penalidade de Transferência	3 minutos
Tempo Máximo de Viagem	180 minutos
Tempo máximo de caminhada antes de embarcar	30 minutos
Tempo máximo de caminhada depois de desembarcar	30 minutos
Número máximo de transferências	3

3.5 CALIBRAÇÃO DO MODELO

O processo de calibração consiste em ajustar os diversos parâmetros do modelo de forma a que ele reproduza o mais fielmente possível os dados da realidade. Por tanto a calibração depende de três fatores principais:

- A qualidade e quantidade de informações disponíveis;
- O nível de precisão desejado;
- O tempo disponível para o processo de calibração

Os três fatores estão intensamente relacionados, quanto maior a qualidade das informações, menor o tempo necessário para atingir os resultados desejado e maior o nível de precisão que pode ser atingido.

O processo de calibração do modelo foi facilitado porque o presente modelo é derivado do modelo utilizado no estudo de demanda dos Portais da Cidade. Assim, no lugar de calibrar

um modelo desde o princípio, foi possível aproveitar boa parte das informações que haviam sido usadas no processo de calibração do modelo anterior. Com isso a calibração do modelo foi restrita principalmente às seguintes intervenções:

- Correções de erro de codificação da rede viária (conexões de logradouros e vias de pedestres);
- Correções de codificação dos itinerários e pontos de parada das rotas de transporte coletivo;
- Ajustes nas velocidades e tempos de percurso dos links;
- Ajustes nas localizações dos centroides e conectores das zonas.

A aferição dos resultados do processo de calibração teve que fazer uso de dados indiretos, pois não foram realizadas pesquisas visando fornecer insumos para a calibração do modelo. A aferição do modelo foi realizada comparando os resultados das simulações da rede atual com as demandas obtidas nas pesquisas de ocupação visual realizadas em 2009 para a calibração do modelo dos Portais da Cidade.

4 CENÁRIOS SIMULADOS

Foram simulados 11 cenários. Cada cenário foi formado por uma combinação de rede de transporte coletivo e política tarifária.

Foram analisadas 6 alternativas de transporte coletivo:

- ❖ R00 – De Referência / Nada a Fazer;
- ❖ R01 – Sistema BRTPOA / Sem o METROPOA (Figura 4.1);
- ❖ R02 – Sistema BRTPOA + METROPOA (1ª fase) – Estação FIERGS até Estação Rua da Praia (Figura 4.2);
- ❖ R02A - Sistema BRTPOA + METROPOA (1ª + 2ª fase) – Estação FIERS até Estação Antônio de Carvalho (Figura 4.4);
- ❖ R03 - Sistema BRTPOA + METROPOA (1ª fase) – Estação Dona Alzira até Estação Azenha (Figura 4.6);
- ❖ R03A - Sistema BRTPOA + METROPOA (1ª + 2ª fase) – Estação Dona Alzira até Estação Antônio de Carvalho (Figura 4.8).

E 3 políticas tarifárias:

- ❖ T00 - Política tarifária atual;
- ❖ T01 - Transferência de/para BRT/Metrô com pagamento do complemento da tarifa;
- ❖ T02 – Transferência de/para BRT/Metrô gratuita.

Cada combinação de rede e política tarifária forma um cenário de análise. A Tabela 4.1 apresenta cada combinação de rede e tarifa simulada. A R00 foi simulada apenas com a T00 (política tarifária atual). As demais redes foram simuladas para as políticas tarifárias T01 e T02. Cada cenário foi simulado considerando a demanda de 4 anos de referência (2011, 2015, 2025 e 2035) e para 3 períodos do dia: hora pico da manhã (PM), hora pico da tarde (PT) e hora média do entre picos (EP). Ao todo foram realizadas 132 simulações.

A seguir estão descritas as redes utilizadas e as políticas tarifárias consideradas.

Tabela 4.1 – Cenários avaliados

Ano		2011			2015			2025			2035		
Tarifa		T00	T01	T02	T00	T01	T02	T00	T01	T02	T00	T01	T02
Pico Manhã	R00	x			x			x			x		
	R01		x	x		x	x		x	x		x	x
	R02		x	x		x	x		x	x		x	x
	R02A		x	x		x	x		x	x		x	x
	R03		x	x		x	x		x	x		x	x
	R03A		x	x		x	x		x	x		x	x
Entre Pico	R00	x			x			x			x		
	R01		x	x		x	x		x	x		x	x
	R02		x	x		x	x		x	x		x	x
	R02A		x	x		x	x		x	x		x	x
	R03		x	x		x	x		x	x		x	x
	R03A		x	x		x	x		x	x		x	x
Pico Tarde	R00	x			x			x			x		
	R01		x	x		x	x		x	x		x	x
	R02		x	x		x	x		x	x		x	x
	R02A		x	x		x	x		x	x		x	x
	R03		x	x		x	x		x	x		x	x
	R03A		x	x		x	x		x	x		x	x

4.1 REDES

4.1.1 REDE DE REFERÊNCIA / NADA A FAZER (R00)

Essa rede representa a operação atual de transporte coletivo da Região Metropolitana de Porto Alegre. Ela é formada por 627 rotas urbanas, 884 rotas metropolitanas e pela linha do TRENURB. Não está incluída nessa rede a ligação fluvial entre Porto Alegre e Guaíba que está em operação desde o final de 2011 porque os dados de demanda usados para a calibração do modelo eram anteriores ao início de operação. A Tabela 4.2 apresenta a quantidade de rotas por empresa operadora e órgão gestor.

Essa rede foi simulada apenas em conjunto com a política tarifária atual, e esse cenário representa a situação atual do transporte coletivo na região. Esse cenário foi utilizado para

calibrar o modelo e para servir de comparação para a análise dos cenários e identificação dos benefícios gerados pela implantação do novo sistema troncal.

Tabela 4.2 – Rotas da Rede De Referência / Nada a Fazer (R00)

Gestor	Empresa	Rotas
EPTC	CARRIS	47
EPTC	CONORTE	152
EPTC	STS	247
EPTC	UNIBUS	181
METROPLAN	CENTRAL	66
METROPLAN	CMT	6
METROPLAN	EVEL	32
METROPLAN	GUAÍBA	45
METROPLAN	ITAPU	7
METROPLAN	REAL	27
METROPLAN	SOGIL	161
METROPLAN	SOUL	255
METROPLAN	TRANSCAL	107
METROPLAN	VAP	2
METROPLAN	VIAMÃO	151
METROPLAN	VICASA	25
TRENSURB	TRENSURB	2

4.1.2 SISTEMA BRTPOA / SEM O METROPOA (R01)

Essa rede considera a implantação de 15 linhas de BRT urbano e 15 linhas de BRT metropolitano. Além disso, nessa rede está incluído o prolongamento da linha do TRENSURB até Novo Hamburgo e a ligação fluvial entre Porto Alegre e Guaíba. As linhas de BRT metropolitanas atendem aos municípios de Guaíba, Eldorado do Sul, Viamão, Alvorada, Cachoeirinha e Gravataí. Nenhuma linha de BRT foi projetada no eixo norte da RMPA, pois nesse local, o TRENSURB irá funcionar como tal.

A Tabela 4.3 apresenta a relação das linhas BRT criadas e a Tabela 4.4 apresenta a quantidade de intervenções realizadas nas rotas. O desenho do itinerário das linhas de BRT urbanas e metropolitanas é apresentado no Apêndice I – Traçado das Linhas BTR e Metrô.

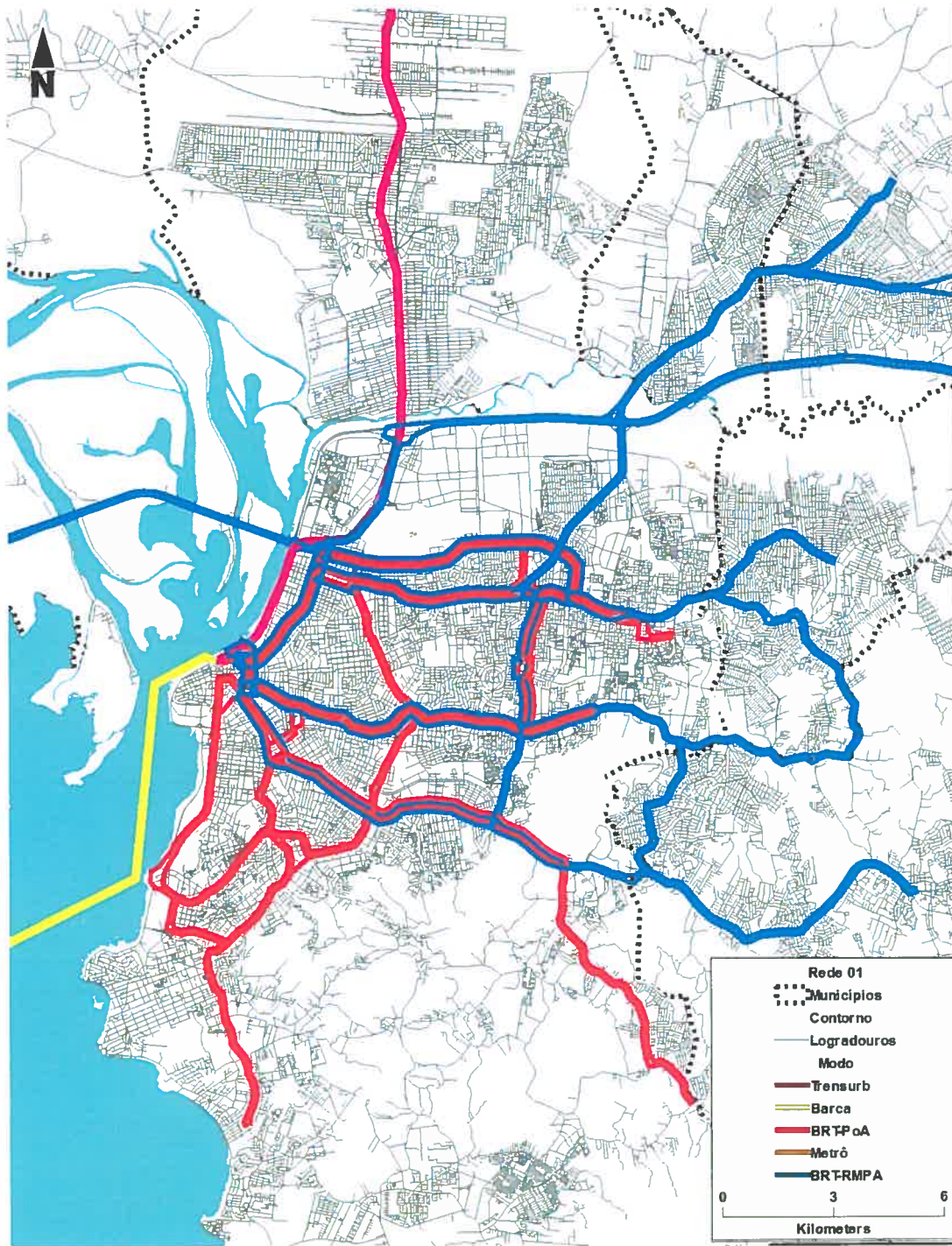


Figura 4.1 - R01 - Sistema BRTPOA / Sem o METROPOA

Tabela 4.3 – Relação das Linhas BRT da Rede R01

Tipo	Linha	Nome	Extensão
Urbana	TU001	Troncal Rubem Berta Sertório	16,2
	TU002	Troncal Rubem Berta Assis Brasil	10,8
	TU003	Troncal Triângulo Sertório Farrapos	11,4
	TU004	Troncal Protásio Alves	12,0
	TU005	Troncal Bento Gonçalves	10,1
	TU006	Troncal Lomba do Pinheiro	20,7
	TU007	Troncal Lomba do Pinheiro Cairú	22,9
	TU008	Troncal Jockey Cairú	16,0
	TU009	Troncal Jockey Manuel Elias	16,1
	TU010	Troncal Jockey Sentido Horário	7,5
	TU010A	Troncal Jockey Sentido Anti-horário	7,7
	TU011	Troncal Juca Batista Triângulo	22,7
	TU012	Troncal Juca Batista Horário	14,8
TU012A	Troncal Juca Batista Anti-horário	15,1	
TU013	Troncal Rubem Berta Jockey	25,1	
Metropolitana	TM1	Troncal Gravataí BR-290 Anchieta	29,3
	TM10	Troncal Viamão Protásio	54,0

Tipo	Linha	Nome	Extensão
	TM11	Troncal Viamão Triângulo	21,4
	TM12	Troncal Viamão Bento Gonçalves	24,5
	TM13	Troncal Eldorado do Sul	16,6
	TM14	Troncal Guaíba Estrada do Conde	25,4
	TM15	Troncal Guaíba BR-116	30,1
	TM2	Troncal RS-020 Anchieta	25,7
	TM3	Troncal RS-020 Assis Brasil	22,0
	TM4	Troncal Gravataí Assis Brasil	28,0
	TM5	Troncal Cachoeirinha Anchieta	21,0
	TM6	Troncal Cachoeirinha Assis Brasil	17,3
	TM7	Troncal Alvorada Sertório	21,1
	TM8	Troncal Alvorada Assis Brasil	15,8
	TM9	Troncal Alvorada Protário Alves	60,0

Tabela 4.4 – Quantidade de intervenções por empresa na rede R01.

Gestor	Empresa	Alterada	Criada	Eliminada	Inalterada
EPTC	BRT-POA		30		
EPTC	CARRIS	8		21	18
EPTC	CONORTE	53		84	15
EPTC	METRO				8
EPTC	STS	113		106	28
EPTC	UNIBUS	55		113	13
METROPLAN	BRT-ALVORADA		5		
METROPLAN	BRT-CACHOEIRINHA		4		
METROPLAN	BRT-GRAVATAI		8		
METROPLAN	BRT-GUAÍBA		6		
METROPLAN	BRT-VIAMÃO		5		
METROPLAN	CATSUL		2		
METROPLAN	CENTRAL	13			53
METROPLAN	CMT				6
METROPLAN	EVEL	23		5	4
METROPLAN	GUAÍBA	31			14
METROPLAN	ITAPUÁ	7			
METROPLAN	REAL	21		1	5
METROPLAN	SOGIL	91		13	57
METROPLAN	SOUL	163		80	12
METROPLAN	TRANSCAL	86		1	20
METROPLAN	VAP	2			
METROPLAN	VIAMÃO	97		37	17
METROPLAN	VICASA	25			
TRENSURB	TRENSURB	2			
Total		790	60	461	270

4.1.3 SISTEMA BRTPOA + METROPOA (1ª FASE) – ESTAÇÃO FIERGS ATÉ ESTAÇÃO RUA DA PRAIA (R02)

Essa rede considera a implantação de 14 linhas de BRT urbano e 15 linhas de BRT metropolitano. Além disso, nessa rede está prevista a implantação da primeira fase do metrô, entre a FIERGS e o Centro, integrando com o BRT nos terminais Triângulo e Cairú. A Figura 4.2 apresenta o traçado do metrô previsto nesse cenário.

Por causa da implantação do metrô, o BRT Triângulo Sertório Farrapos foi eliminado. Além disso, conforme indicado na Tabela 4.5 3 linhas urbanas e 11 metropolitanas de BRT sofreram alterações no itinerário com relação ao itinerário previsto na R01. A Tabela 4.6 apresenta a quantidade de intervenções realizadas nas rotas. O desenho do itinerário das linhas de BRT urbanas e metropolitanas é apresentado no Apêndice I – Traçado das Linhas BRT e Metrô.

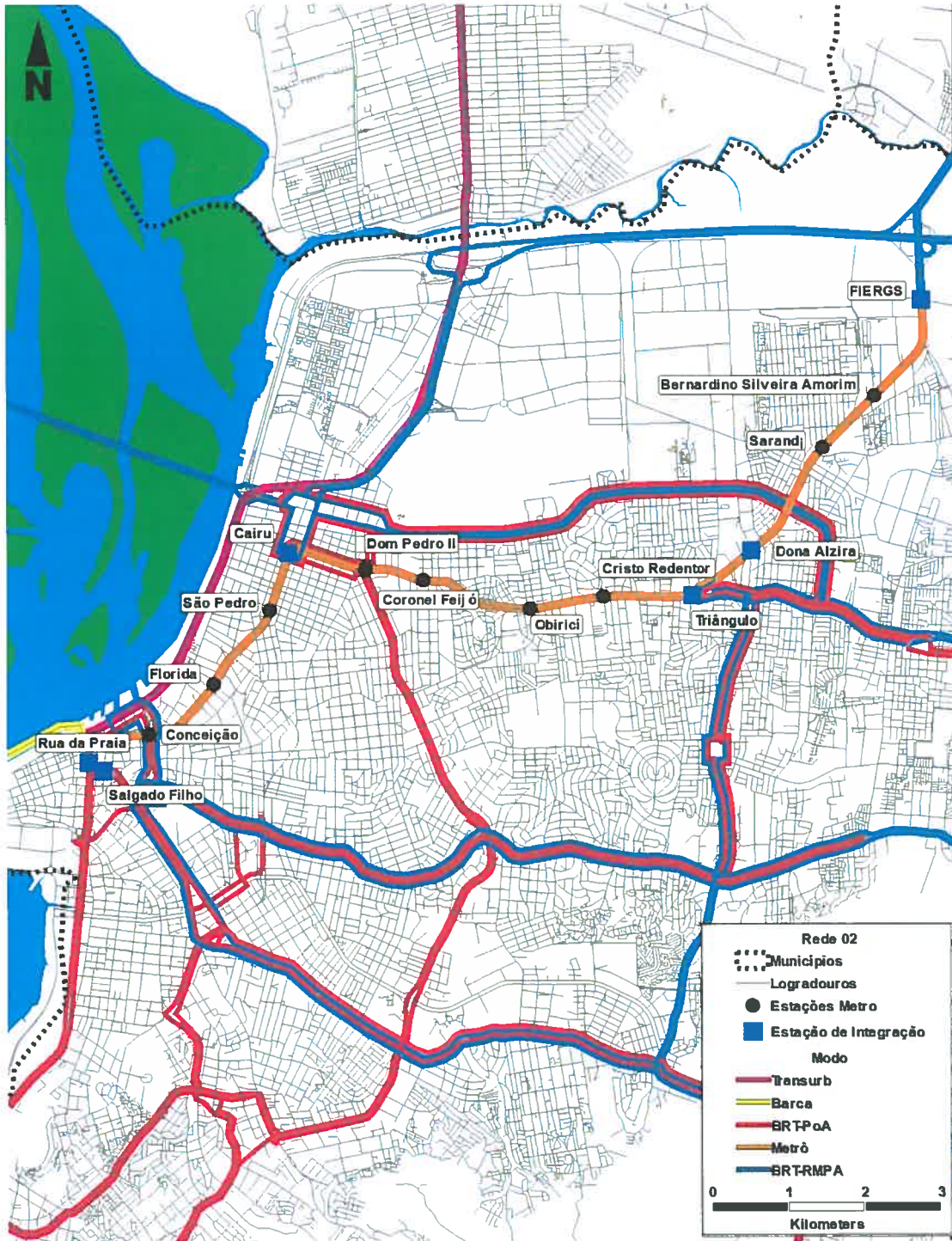


Figura 4.2 – Traçado do Metrô FIERGS-Rua da Praia (R02)

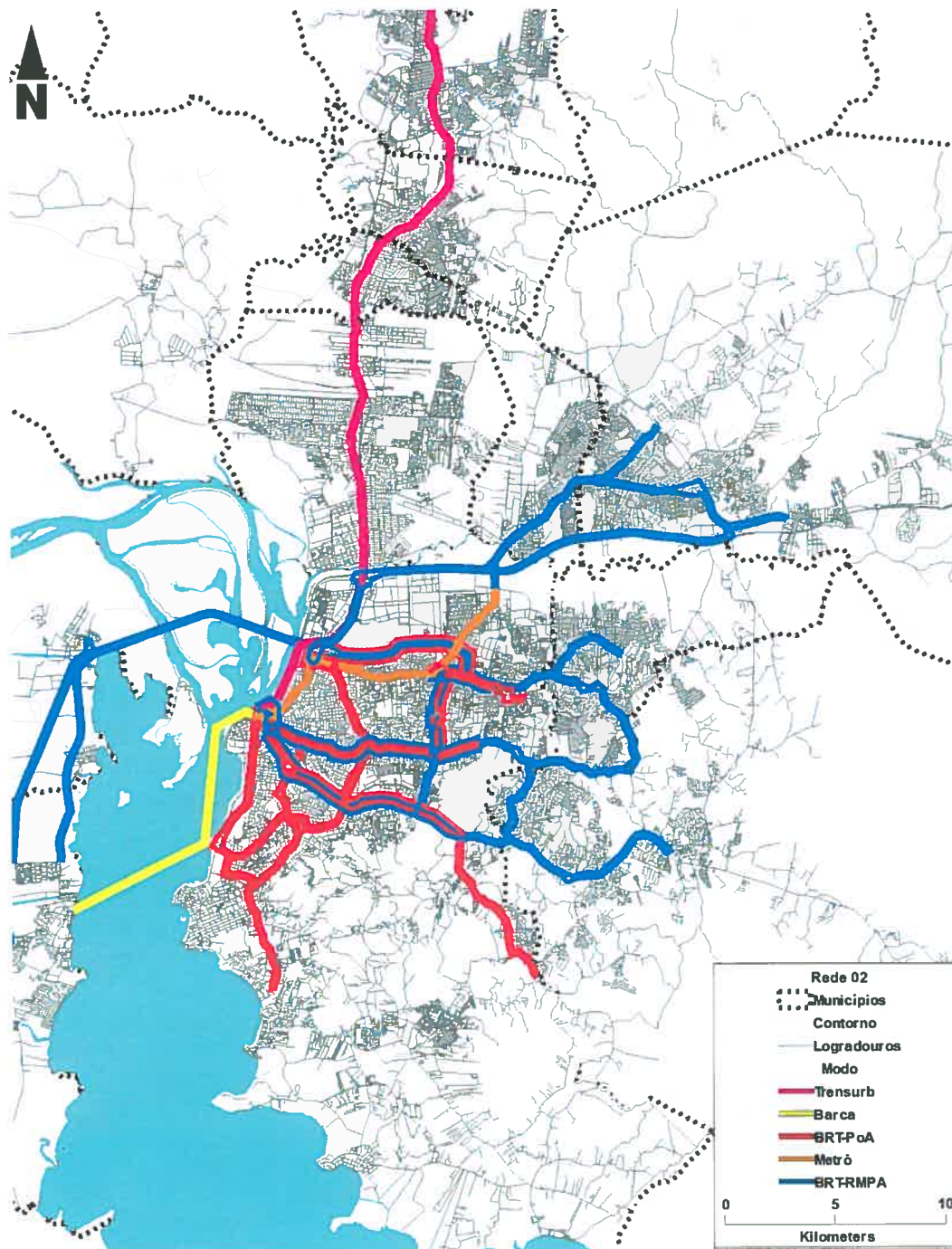


Figura 4.3 - R02 - Sistema BRTPOA + METROPOA (1ª fase) – Estação FIERGS até Estação Rua da Praia

Tabela 4.5 - Linhas BRT eliminadas ou alteradas em relação a rede R01

Gestor	Linha	Nome	Intervenção
Urbana	TU001	Troncal Rubem Berta Sertório	Alterada
	TU002	Troncal Rubem Berta Assis Brasil	Alterada
	TU003	Troncal Triângulo Sertório Farrapos	Eliminada
	TU011	Troncal Juca Batista Triângulo	Alterada
Metropolitana	TM1	Troncal Gravataí BR-290 Anchieta	Alterada
	TM13	Troncal Eldorado do Sul	Alterada
	TM14	Troncal Guaíba Estrada do Conde	Alterada
	TM15	Troncal Guaíba BR-116	Alterada
	TM2	Troncal RS-020 Anchieta	Alterada
	TM3	Troncal RS-020 Assis Brasil	Alterada
	TM4	Troncal Gravataí Assis Brasil	Alterada
	TM5	Troncal Cachoeirinha Anchieta	Alterada
	TM6	Troncal Cachoeirinha Assis Brasil	Alterada
	TM7	Troncal Alvorada Sertório	Alterada
TM8	Troncal Alvorada Assis Brasil	Alterada	

Tabela 4.6 – Quantidade de intervenções por empresa na rede R02

Gestor	Empresa	Alterada	Criada	Eliminada	Inalterada
EPTC	BRT-POA	6		2	22
	CARRIS	8		21	18
	CONORTE	53		84	15
	METRO		2		6
	STS	113		106	28
	UNIBUS	55		113	13
METROPLAN	BRT-ALVORADA	4			1
	BRT-CACHOEIRINHA	4			
	BRT-GRAVATAI	8			
	BRT-GUAIBA	6			
	BRT-VIAMÃO				5
	CATSUL		2		
	CENTRAL	13			53
	CMT				6
	EVEL	24		4	4
	GUAÍBA	31			14

Gestor	Empresa	Alterada	Criada	Eliminada	Inalterada
	ITAPUÃ	7			
	REAL	21		1	5
	SOGIL	89		15	57
	SOUL	163		80	12
	TRANSCAL	87			20
	VAP	2			
	VIAMÃO	97		37	17
	VICASA	25			
TRENSURB	TRENSURB	2			
Total		818	4	463	296

4.1.4 SISTEMA BRTPOA + METROPOA (1ª + 2ª FASE) – ESTAÇÃO FIERS ATÉ ESTAÇÃO ANTÔNIO DE CARVALHO (R02A)

Na R02A está prevista a implantação da segunda fase do metrô, entre o Centro e a Antônio de Carvalho, conforme indicado na Figura 4.4. Nessa rede, além da linha de BRT Triângulo Sertório Farrapos, as linhas Troncal Bento Gonçalves e a Troncal Jockey Sentido Horário também foram eliminadas. A Figura 4.5 apresenta todas as linhas troncais que fazem parte da R02A.

Essa rede considera a implantação de 14 linhas de BRT urbano e 14 linhas de BRT metropolitano. Além disso, nessa rede está incluído o prolongamento da linha do

TRENSURB até Novo Hamburgo e a ligação fluvial entre Porto Alegre e Guaíba. As linhas de BRT metropolitanas atendem aos municípios de Guaíba, Eldorado do Sul, Viamão, Alvorada, Cachoeirinha e Gravataí. Nenhuma linha de BRT foi projetada no eixo norte da RMPA, pois nesse local, o TRENSURB irá funcionar como tal.

A Tabela 4.7 apresenta a relação das linhas BRT modificadas e eliminadas com relação ao R01 e a Tabela 4.8 apresenta a quantidade de intervenções realizadas nas rotas com relação ao R00. O desenho do itinerário das linhas de BRT urbanas e metropolitanas é apresentado no Apêndice I – Traçado das Linhas BRT e Metrô.



Figura 4.4 – Traçado do Metrô da Estação FIERGS até Estação Antônio de Carvalho (R02a)

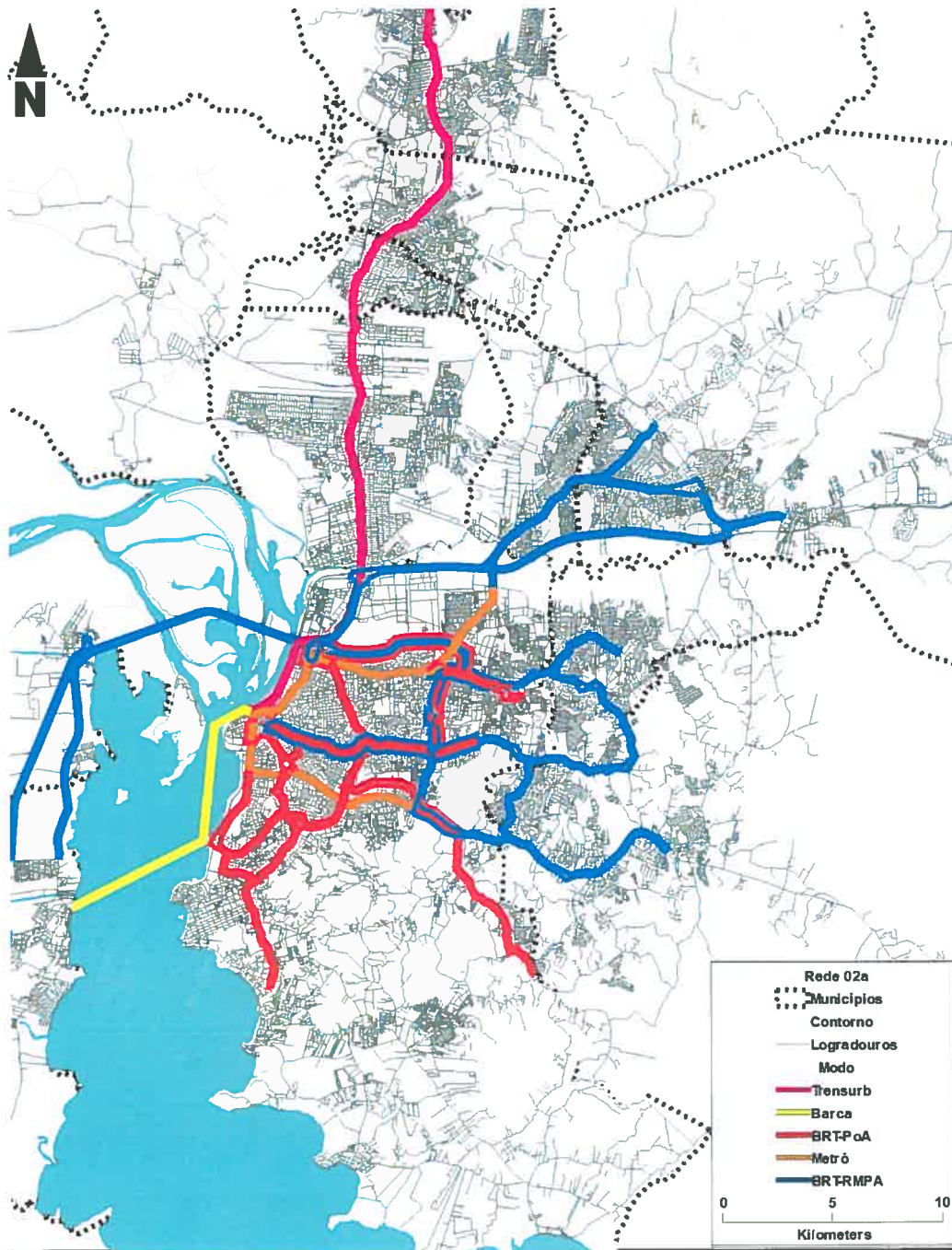


Figura 4.5 - R02A - Sistema BRTPOA + METROPOA (1ª + 2ª fase) – Estação FIERS até Estação Antônio de Carvalho

Tabela 4.7 - Linhas BRT eliminadas ou alteradas em relação a rede R01

Gestor	Linha	Nome	R02a
EPTC	TU001	Troncal Rubem Berta Sertório	Alterada
EPTC	TU002	Troncal Rubem Berta Assis Brasil	Alterada
EPTC	TU003	Troncal Triângulo Sertório Farrapos	Eliminada
EPTC	TU005	Troncal Bento Gonçalves	Eliminada
EPTC	TU006	Troncal Lomba do Pinheiro	Alterada
EPTC	TU007	Troncal Lomba do Pinheiro Cairú	Alterada
EPTC	TU010	Troncal Jockey Sentido Horário	Eliminada
EPTC	TU010A	Troncal Jockey Sentido Anti-horário	Alterada
EPTC	TU011	Troncal Juca Batista Triângulo	Alterada
EPTC	TU012	Troncal Juca Batista Horário	Alterada
EPTC	TU012A	Troncal Juca Batista Anti-horário	Alterada
METROPLAN	TM1	Troncal Gravataí BR-290 Anchieta	Alterada
METROPLAN	TM12	Troncal Viamão Bento Gonçalves	Alterada
METROPLAN	TM13	Troncal Eldorado do Sul	Alterada
METROPLAN	TM14	Troncal Guaíba Estrada do Conde	Alterada
METROPLAN	TM15	Troncal Guaíba BR-116	Alterada
METROPLAN	TM2	Troncal RS-020 Anchieta	Alterada

Gestor	Linha	Nome	R02a
METROPLAN	TM3	Troncal RS-020 Assis Brasil	Alterada
METROPLAN	TM4	Troncal Gravataí Assis Brasil	Alterada
METROPLAN	TM5	Troncal Cachoeirinha Anchieta	Alterada
METROPLAN	TM6	Troncal Cachoeirinha Assis Brasil	Alterada
METROPLAN	TM7	Troncal Alvorada Sertório	Alterada
METROPLAN	TM8	Troncal Alvorada Assis Brasil	Alterada

Tabela 4.8 – Quantidade de intervenções por empresa na rede R02a

Gestor	Empresa	Alterada	Criada	Eliminada	Inalterada
EPTC	BRT-POA	6		2	22
EPTC	CARRIS	8		21	18
EPTC	CONORTE	53		84	15
EPTC	METRO		2		6
EPTC	STS	113		106	28
EPTC	UNIBUS	55		113	13
METROPLAN	BRT-ALVORADA	4			1
METROPLAN	BRT-CACHOEIRINHA	4			
METROPLAN	BRT-GRAVATAI	8			

Gestor	Empresa	Alterada	Criada	Eliminada	Inalterada
METROPLAN	BRT-GUAIBA	6			
METROPLAN	BRT-VIAMÃO				5
METROPLAN	CATSUL		2		
METROPLAN	CENTRAL	13			53
METROPLAN	CMT				6
METROPLAN	EVEL	24		4	4
METROPLAN	GUAÍBA	31			14
METROPLAN	ITAPUÃ	7			
METROPLAN	REAL	21		1	5
METROPLAN	SOGIL	89		15	57
METROPLAN	SOUL	163		80	12
METROPLAN	TRANSCAL	87			20
METROPLAN	VAP	2			
METROPLAN	VIAMÃO	97		37	17
METROPLAN	VICASA	25			
TRENSURB	TRENSURB	2			
		818	4	463	296

4.1.5 SISTEMA BRTPOA + METROPOA (1ª FASE) – ESTAÇÃO DONA ALZIRA ATÉ ESTAÇÃO AZENHA (R03)

Na R03 é considerada a implantação da linha do metrô entre a estação Sertório e Azenha, conforme indicado na Figura 4.6. Por esse motivo, as linhas de BRT que utilizavam a Avenida Assis Brasil (Triângulo Sertório Farrapos e Jockey Sentido Horário) são todas cortadas e integradas ao metrô na estação triângulo. A Figura 4.6 apresenta os itinerários das linhas troncais previstas na R03.

Essa rede considera a implantação de 13 linhas de BRT urbano e 14 linhas de BRT metropolitano. Além disso, nessa rede está incluído o prolongamento da linha do TRENURB até Novo Hamburgo e a ligação fluvial entre Porto Alegre e Guaíba. As linhas de BRT metropolitanas atendem aos municípios de Guaíba, Eldorado do Sul, Viamão, Alvorada, Cachoeirinha e Gravataí. Nenhuma linha de BRT foi projetada no eixo norte da RMPA, pois nesse local, o TRENURB irá funcionar como tal.

A Tabela 4.9 apresenta a relação das linhas BRT eliminadas ou modificadas com relação ao R01 e a Tabela 4.10 apresenta a quantidade de intervenções realizadas nas rotas com relação ao R00. O desenho do itinerário das linhas de BRT urbanas e metropolitanas é apresentado no Apêndice I – Traçado das Linhas BRT e Metrô.

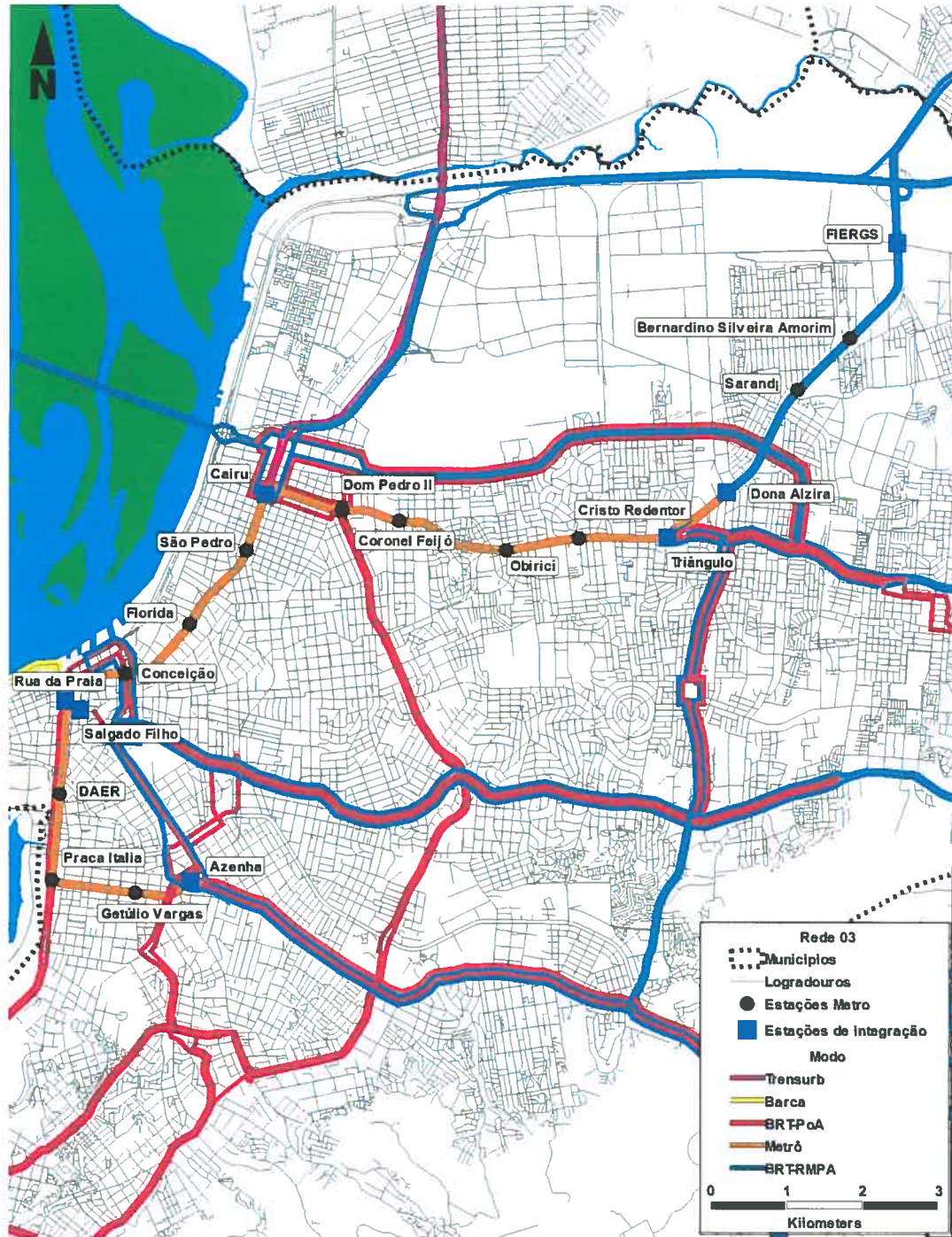


Figura 4.6 – Traçado do Metrô Estação Dona Alzira até Estação Azenha (R03)

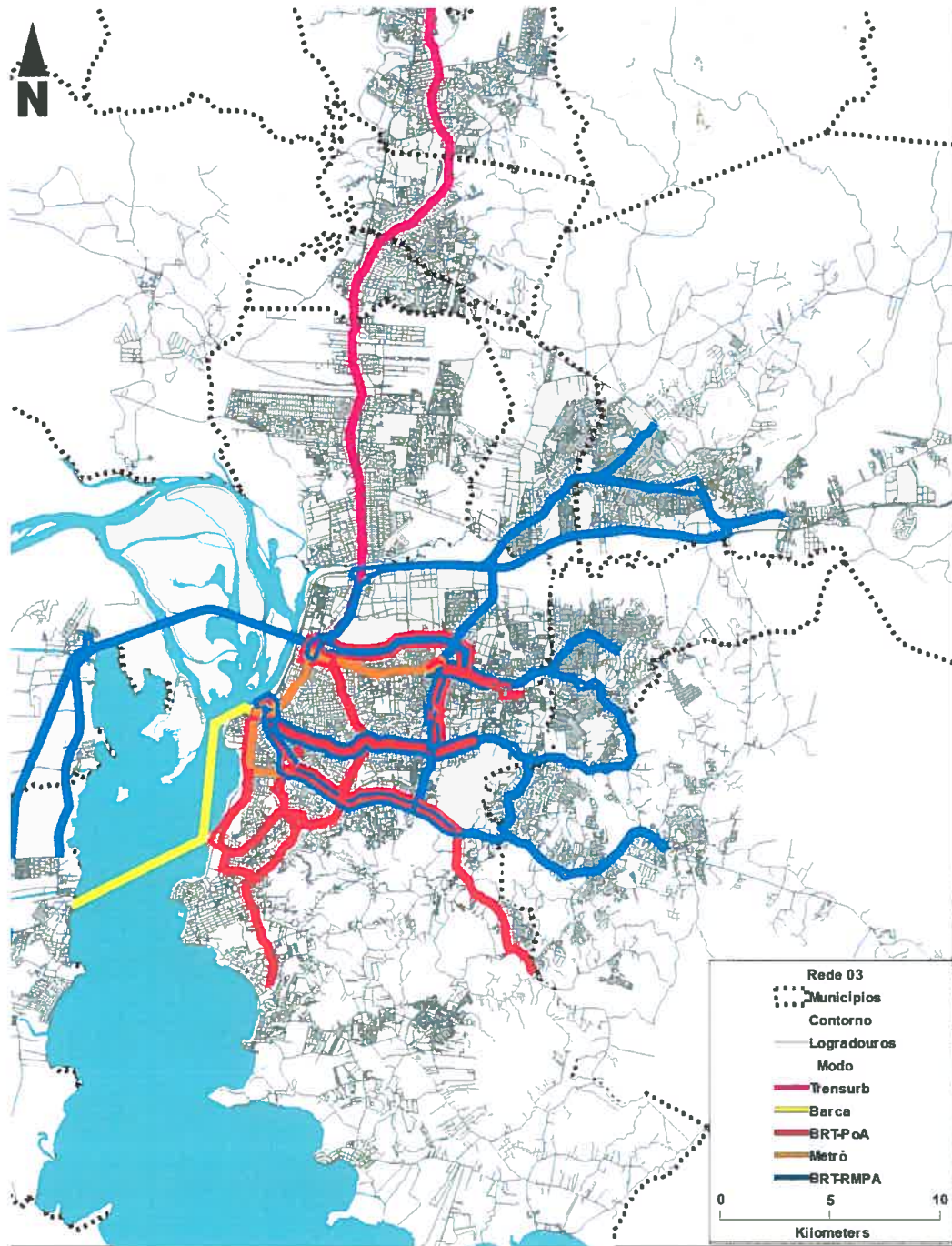


Figura 4.7 - R03 - Sistema BRTPOA + METROPOA (1ª fase) – Estação Dona Alzira até Estação Azenha

Tabela 4.9 - Linhas BRT eliminadas ou alteradas em relação a rede R01

Gestor	Linha	Nome	R03
EPTC	TU001	Troncal Rubem Berta Sertório	Alterada
EPTC	TU002	Troncal Rubem Berta Assis Brasil	Alterada
EPTC	TU003	Troncal Triângulo Sertório Farrapos	Eliminada
EPTC	TU005	Troncal Bento Gonçalves	Alterada
EPTC	TU006	Troncal Lomba do Pinheiro	Alterada
EPTC	TU010	Troncal Jockey Sentido Horário	Eliminada
EPTC	TU011	Troncal Juca Batista Triângulo	Alterada
EPTC	TU012	Troncal Juca Batista Horário	Alterada
EPTC	TU012A	Troncal Juca Batista Anti-horário	Alterada
METROPLAN	TM1	Troncal Gravataí BR-290 Anchieta	Alterada
METROPLAN	TM13	Troncal Eldorado do Sul	Alterada
METROPLAN	TM14	Troncal Guaíba Estrada do Conde	Alterada
METROPLAN	TM15	Troncal Guaíba BR-116	Alterada
METROPLAN	TM2	Troncal RS-020 Anchieta	Alterada
METROPLAN	TM3	Troncal RS-020 Assis Brasil	Alterada
METROPLAN	TM4	Troncal Gravataí Assis Brasil	Alterada
METROPLAN	TM5	Troncal Cachoeirinha Anchieta	Alterada

Gestor	Linha	Nome	R03
METROPLAN	TM6	Troncal Cachoeirinha Assis Brasil	Alterada
METROPLAN	TM7	Troncal Alvorada Sertório	Alterada
METROPLAN	TM8	Troncal Alvorada Assis Brasil	Alterada

Tabela 4.10 – Quantidade de intervenções por empresa na rede R03

Gestor	Empresa	Alterada	Criada	Eliminada	Inalterada
EPTC	BRT-POA	14		4	12
EPTC	CARRIS	8		21	18
EPTC	CONORTE	53		84	15
EPTC	METRO		2		6
EPTC	STS	113		106	28
EPTC	UNIBUS	55		113	13
METROPLAN	BRT-ALVORADA	4			1
METROPLAN	BRT-CACHOEIRINHA	4			
METROPLAN	BRT-GRAVATAI	8			
METROPLAN	BRT-GUAIBA	6			
METROPLAN	BRT-VIAMÃO				5
METROPLAN	CATSUL		2		

Gestor	Empresa	Alterada	Criada	Eliminada	Inalterada
METROPLAN	CENTRAL	13			53
METROPLAN	CMT				6
METROPLAN	EVEL	24		4	4
METROPLAN	GUAÍBA	31			14
METROPLAN	ITAPUÃ	7			
METROPLAN	REAL	21		1	5
METROPLAN	SOGIL	89		15	57
METROPLAN	SOUL	163		80	12
METROPLAN	TRANSCAL	87			20
METROPLAN	VAP	2			
METROPLAN	VIAMÃO	97		37	17
METROPLAN	VICASA	25			
TRENSURB	TRENSURB	2			
		826	4	465	286

4.1.6 SISTEMA BRTPOA + METRÔPOA (1ª + 2ª FASE) - ESTAÇÃO DONA ALZIRA ATÉ ESTAÇÃO ANTÔNIO DE CARVALHO (R03A)

Na R03A é considerada a implantação da linha do metrô entre a Dona Alzira e a Antônio de Carvalho, conforme indicado na Figura 4.8. Por esse motivo, as linhas de BRT Triângulo Sertório Farrapos, Jockey Sentido Horário e Jockey Sentido Anti-Horário foram eliminadas. A Figura 4.9 apresenta os itinerários das linhas troncais previstas na R03A.

Essa rede considera a implantação de 13 linhas de BRT urbano e 14 linhas de BRT metropolitano. Além disso, nessa rede está incluído o prolongamento da linha do TRENSURB até Novo Hamburgo e a ligação fluvial entre Porto Alegre e Guaíba. As linhas de BRT metropolitanas atendem aos municípios de Guaíba, Eldorado do Sul, Viamão, Alvorada, Cachoeirinha e Gravataí. Nenhuma linha de BRT foi projetada no eixo norte da RMPA, pois nesse local, o TRENSURB irá funcionar como tal.

A Tabela 4.11 apresenta a relação das linhas BRT eliminadas ou modificadas com relação ao R01 e a Tabela 4.12 apresenta a quantidade de intervenções realizadas nas rotas com relação ao R00. O desenho do itinerário das linhas de BRT urbanas e metropolitanas é apresentado no Apêndice I – Traçado das Linhas BRT e Metrô.



Figura 4.8 – Traçado do Metrô - Estação Dona Alzira até Estação Antônio de Carvalho (R03A)

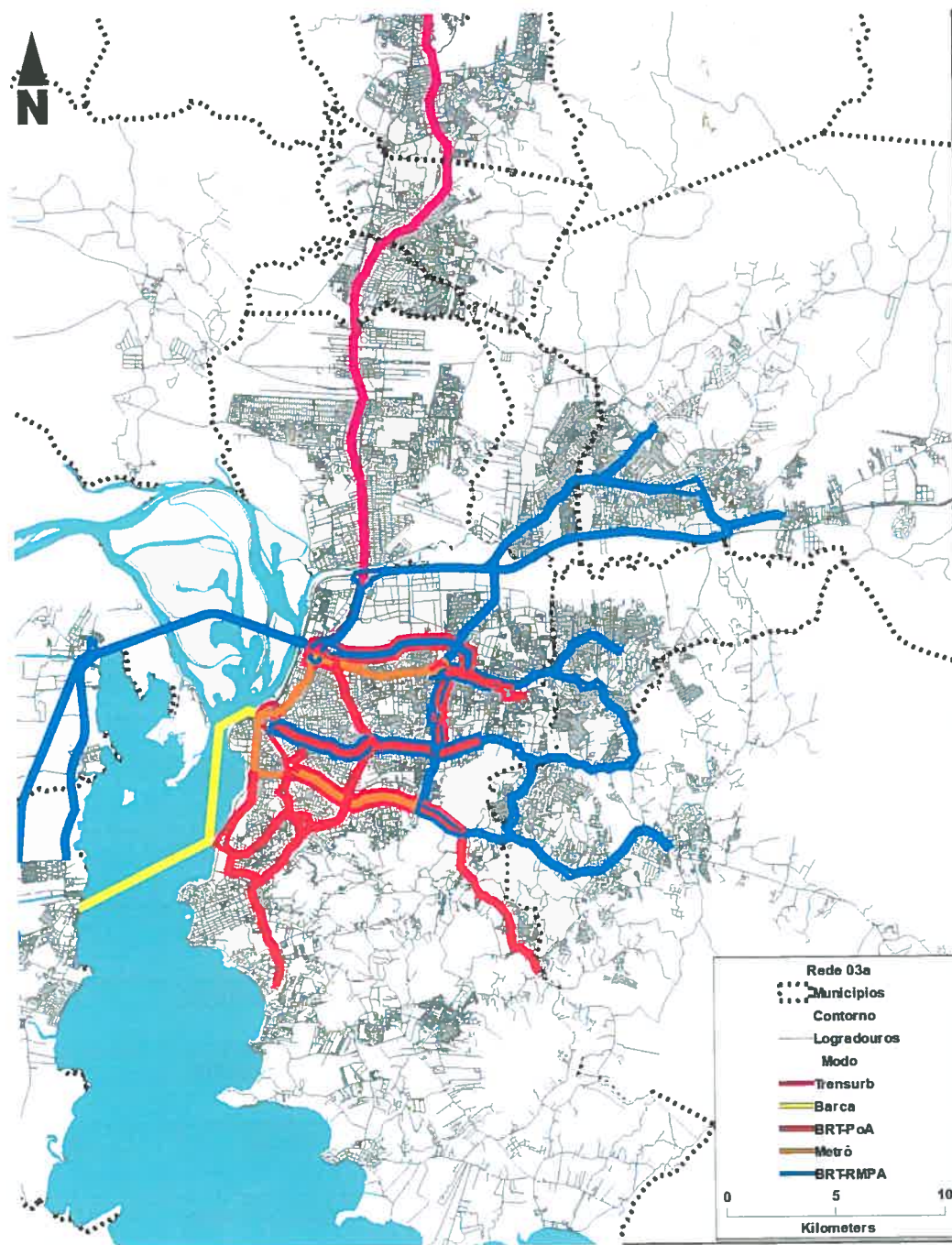


Figura 4.9 - R03A - SISTEMA BRTPOA + METRÔPOA (1ª + 2ª FASE) - Estação Dona Alzira até Estação Antônio de Carvalho

Tabela 4.11 - Linhas BRT eliminadas ou alteradas em relação a rede R01

Gestor	Linha	Nome	R03a
EPTC	TU001	Troncal Rubem Berta Sertório	Alterada
EPTC	TU002	Troncal Rubem Berta Assis Brasil	Alterada
EPTC	TU003	Troncal Triângulo Sertório Farrapos	Eliminada
EPTC	TU005	Troncal Bento Gonçalves	Alterada
EPTC	TU006	Troncal Lomba do Pinheiro	Alterada
EPTC	TU010	Troncal Jockey Sentido Horário	Eliminada
EPTC	TU010A	Troncal Jockey Sentido Anti-horário	Alterada
EPTC	TU010A	Troncal Jockey Sentido Anti-horário	Eliminada
EPTC	TU011	Troncal Juca Batista Triângulo	Alterada
EPTC	TU012	Troncal Juca Batista Horário	Alterada
EPTC	TU012A	Troncal Juca Batista Anti-horário	Alterada
METROPLAN	TM1	Troncal Gravataí BR-290 Anchieta	Alterada
METROPLAN	TM12	Troncal Viamão Bento Gonçalves	Alterada
METROPLAN	TM13	Troncal Eldorado do Sul	Alterada
METROPLAN	TM14	Troncal Guaíba Estrada do Conde	Alterada
METROPLAN	TM15	Troncal Guaíba BR-116	Alterada
METROPLAN	TM2	Troncal RS-020 Anchieta	Alterada

Gestor	Linha	Nome	R03a
METROPLAN	TM3	Troncal RS-020 Assis Brasil	Alterada
METROPLAN	TM4	Troncal Gravataí Assis Brasil	Alterada
METROPLAN	TM5	Troncal Cachoeirinha Anchieta	Alterada
METROPLAN	TM6	Troncal Cachoeirinha Assis Brasil	Alterada
METROPLAN	TM7	Troncal Alvorada Sertório	Alterada
METROPLAN	TM8	Troncal Alvorada Assis Brasil	Alterada

Tabela 4.12 – Quantidade de intervenções por empresa na rede R03a

Gestor	Empresa	Alterada	Criada	Eliminada	Inalterada
EPTC	BRT-POA	15		5	10
EPTC	CARRIS	8		21	18
EPTC	CONORTE	53		84	15
EPTC	METRO		2		6
EPTC	STS	113		106	28
EPTC	UNIBUS	55		113	13
METROPLAN	BRT-ALVORADA	4			1
METROPLAN	BRT-CACHOEIRINHA	4			
METROPLAN	BRT-GRAVATAI	8			

Gestor	Empresa	Alterada	Criada	Eliminada	Inalterada
METROPLAN	BRT-GUAIBA	6			
METROPLAN	BRT-VIAMÃO	2			3
METROPLAN	CATSUL		2		
METROPLAN	CENTRAL	13			53
METROPLAN	CMT				6
METROPLAN	EVEL	24		4	4
METROPLAN	GUAÍBA	31			14
METROPLAN	ITAPUÃ	7			
METROPLAN	REAL	21		1	5
METROPLAN	SOGIL	89		15	57
METROPLAN	SOUL	163		80	12
METROPLAN	TRANSCAL	87			20
METROPLAN	VAP	2			
METROPLAN	VIAMÃO	97		37	17
METROPLAN	VICASA	25			
TRENSURB	TRENSURB	2			
		829	4	466	282

4.2 SISTEMA TARIFÁRIO

Para a simulação do cenário atual foram utilizadas as tarifas em vigor em agosto de 2011 e as políticas de cobrança de integração vigentes à época. Para a simulação dos demais cenários foram estabelecidos dois cenários de políticas tarifárias, indicadas na Tabela 4.13 juntamente com a política atual.

No cenário atual, a integração entre linhas urbanas é grátis, entre metropolitanas ou urbanas e metropolitanas, os usuários pagam a soma das tarifas de todos os ônibus utilizados. Na integração entre o TRENURB e as linhas urbanas de Porto Alegre existe um desconto de 10% no valor da soma das tarifas. Na integração entre o TRENURB e as linhas metropolitanas os descontos aplicados são variáveis de forma que a tarifa integrada seja ligeiramente inferior ao valor da tarifa da linha metropolitana concorrente. Por simplicidade, como os percentuais de desconto são relativamente pequenos em relação aos valores das tarifas, foi considerado que a tarifa total paga nos deslocamentos com integração entre o TRENURB e as linhas do eixo Norte é igual a tarifa da linha metropolitana concorrente. Assim, quando o usuário que embarcou em uma linha metropolitana do eixo norte se transfere para o TRENURB a transferência é gratuita. Por outro lado, quando um usuário se transfere do TRENURB para uma linha metropolitana do eixo Norte ele paga a diferença entre a tarifa do TRENURB e a tarifa dessa linha. Desta forma, nos dois casos a tarifa total paga equivale a tarifa da linha metropolitana.

O cenário T01 mantém as formas tarifárias de integração atual para os modos atuais, e inclui a integração com o BRT urbano (BRT-PoA), o metrô e o BRT metropolitano (BRT-RMPA). A integração entre linhas urbanas e metropolitanas com as linhas de BRT e metrô ocorre sem custo, com o TRENURB existe um desconto de 10% na soma das tarifas, e com a barca não existe integração tarifária.

No cenário T02, existem alterações na integração entre os modos atuais. Entre linhas urbanas e metropolitanas o usuário passa a pagar somente um complemento pela segunda viagem. A mesma coisa ocorre com a integração com o TRENURB e a Barca e as linhas

urbanas e metropolitanas. A integração com as linhas de metrô e BRT passam a ser grátis para todos os outros modos, com exceção da barca.

Tabela 4.13 – Políticas tarifárias

Política	Modo	Linhas Urbanas POA	Linhas Metropolitanas	TRENSURB	Barca	BRT-PoA	Metrô	BRT-RMPA
Atual	Linhas Urbanas POA	Grátis	Soma	0,9*Soma	Soma			
	Linhas Metropolitanas	Soma	Soma	Grátis	Soma			
	TRENSURB	0,9*Soma	Complemento	Grátis	Soma			
	Barca	Soma	Soma	Soma	Soma			
	BRT-PoA							
	Metrô							
T01	Linhas Urbanas POA	Grátis	Soma	0,9*Soma	Soma	Grátis	Grátis	Grátis
	Linhas Metropolitanas	Soma	Soma	Grátis	Soma	Grátis	Grátis	Grátis
	TRENSURB	0,9*Soma	Complemento	Grátis	Soma	0,9*Soma	0,9*Soma	0,9*Soma
	Barca	Soma	Soma	Soma	Soma	Soma	Soma	Soma
	BRT-PoA	Grátis	Complemento	0,9*Soma	Soma	Grátis	Grátis	Grátis
	Metrô	Grátis	Complemento	0,9*Soma	Soma	Grátis	Grátis	Grátis
T02	Linhas Urbanas POA	Grátis	Complemento	Grátis	Complemento	Grátis	Grátis	Grátis
	Linhas Metropolitanas	Grátis	Complemento	Grátis	Complemento	Grátis	Grátis	Grátis
	TRENSURB	Complemento	Complemento	Grátis	Complemento	Grátis	Grátis	Grátis
	Barca	Complemento	Complemento	Complemento	Complemento	Complemento	Complemento	Complemento
	BRT-PoA	Grátis	Complemento	Grátis	Complemento	Grátis	Complemento	Complemento
	Metrô	Grátis	Complemento	Grátis	Complemento	Grátis	Grátis	Grátis
BRT-RMPA	Grátis	Complemento	Grátis	Complemento	Grátis	Grátis	Grátis	

Fonte: EPTC, 2011.

A Tabela 4.14 apresenta as tarifas vigentes em agosto de 2011. Para as linhas Metropolitanas os valores indicados na tabela correspondem à tarifa predominante, pois existem diferenças de tarifa entre as linhas de uma mesma empresa. Para as linhas dessas empresas, esses valores servem apenas como referência, pois nas simulações foram usadas as tarifas específicas de cada linha. A Tabela 4.15 apresenta os valores pagos para transferir entre modos segundo a política tarifária T01 e a Tabela 4.16 apresenta a mesma informação para a política tarifária T02.

Tabela 4.14 – Tarifa de Referência

Modo	Descrição	Tarifa Base
1	Linhas de Porto Alegre	R\$ 2,70
2	CENTRAL	R\$ 6,85
3	EVEL	R\$ 3,20
4	GUAÍBA	R\$ 4,05
5	ITAPUÃ	R\$ 4,65
6	REAL	R\$ 3,50
7	SOGIL	R\$ 5,30
8	SOUL	R\$ 3,00
9	TRANSCAL	R\$ 4,00
10	VAP	R\$ 2,70
11	VIAMÃO	R\$ 3,90
12	VICASA	R\$ 3,15
13	CATSUL	R\$ 6,00
20	TRENSURB	R\$ 1,70
30	BRT-POA	R\$ 2,70
31	BRT-RMPA	R\$ 2,70
32	METRO	R\$ 2,70

Tabela 4.15 – Valores pagos nas transferências na Política Tarifária T01

Modo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	20	30	31	32
1	R\$0,00	R\$6,85	R\$3,20	R\$4,05	R\$4,65	R\$3,50	R\$5,30	R\$3,00	R\$4,00	R\$2,70	R\$3,90	R\$3,15	R\$6,00	R\$1,26	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
2	R\$2,70	R\$6,85	R\$3,20	R\$4,05	R\$4,65	R\$3,50	R\$5,30	R\$3,00	R\$4,00	R\$2,70	R\$3,90	R\$3,15	R\$6,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
3	R\$2,70	R\$6,85	R\$3,20	R\$4,05	R\$4,65	R\$3,50	R\$5,30	R\$3,00	R\$4,00	R\$2,70	R\$3,90	R\$3,15	R\$6,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
4	R\$2,70	R\$6,85	R\$3,20	R\$4,05	R\$4,65	R\$3,50	R\$5,30	R\$3,00	R\$4,00	R\$2,70	R\$3,90	R\$3,15	R\$6,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
5	R\$2,70	R\$6,85	R\$3,20	R\$4,05	R\$4,65	R\$3,50	R\$5,30	R\$3,00	R\$4,00	R\$2,70	R\$3,90	R\$3,15	R\$6,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
6	R\$2,70	R\$6,85	R\$3,20	R\$4,05	R\$4,65	R\$3,50	R\$5,30	R\$3,00	R\$4,00	R\$2,70	R\$3,90	R\$3,15	R\$6,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
7	R\$2,70	R\$6,85	R\$3,20	R\$4,05	R\$4,65	R\$3,50	R\$5,30	R\$3,00	R\$4,00	R\$2,70	R\$3,90	R\$3,15	R\$6,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
8	R\$2,70	R\$6,85	R\$3,20	R\$4,05	R\$4,65	R\$3,50	R\$5,30	R\$3,00	R\$4,00	R\$2,70	R\$3,90	R\$3,15	R\$6,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
9	R\$2,70	R\$6,85	R\$3,20	R\$4,05	R\$4,65	R\$3,50	R\$5,30	R\$3,00	R\$4,00	R\$2,70	R\$3,90	R\$3,15	R\$6,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
10	R\$2,70	R\$6,85	R\$3,20	R\$4,05	R\$4,65	R\$3,50	R\$5,30	R\$3,00	R\$4,00	R\$2,70	R\$3,90	R\$3,15	R\$6,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
11	R\$2,70	R\$6,85	R\$3,20	R\$4,05	R\$4,65	R\$3,50	R\$5,30	R\$3,00	R\$4,00	R\$2,70	R\$3,90	R\$3,15	R\$6,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
12	R\$2,70	R\$6,85	R\$3,20	R\$4,05	R\$4,65	R\$3,50	R\$5,30	R\$3,00	R\$4,00	R\$2,70	R\$3,90	R\$3,15	R\$6,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
13	R\$2,70	R\$6,85	R\$3,20	R\$4,05	R\$4,65	R\$3,50	R\$5,30	R\$3,00	R\$4,00	R\$2,70	R\$3,90	R\$3,15	R\$6,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
20	R\$2,26	R\$5,15	R\$1,50	R\$2,35	R\$2,95	R\$1,80	R\$3,60	R\$1,30	R\$2,30	R\$1,00	R\$2,20	R\$1,45	R\$6,00	R\$0,00	R\$2,26	R\$2,26	R\$2,26
30	R\$0,00	R\$4,15	R\$0,50	R\$1,35	R\$1,95	R\$0,80	R\$2,60	R\$0,30	R\$1,30	R\$0,00	R\$1,20	R\$0,45	R\$6,00	R\$1,26	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
31	R\$0,00	R\$4,15	R\$0,50	R\$1,35	R\$1,95	R\$0,80	R\$2,60	R\$0,30	R\$1,30	R\$0,00	R\$1,20	R\$0,45	R\$6,00	R\$1,26	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
32	R\$0,00	R\$4,15	R\$0,50	R\$1,35	R\$1,95	R\$0,80	R\$2,60	R\$0,30	R\$1,30	R\$0,00	R\$1,20	R\$0,45	R\$6,00	R\$1,26	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00

Tabela 4.16 – Valores pagos nas transferências na Política Tarifária T02

Modo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	20	30	31	32
1	R\$0,00	R\$4,15	R\$0,50	R\$1,35	R\$1,95	R\$0,80	R\$2,60	R\$0,30	R\$1,30	R\$0,00	R\$1,20	R\$0,45	R\$3,30	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
2	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
3	R\$0,00	R\$3,65	R\$0,00	R\$0,85	R\$1,45	R\$0,30	R\$2,10	R\$0,00	R\$0,80	R\$0,00	R\$0,70	R\$0,00	R\$2,80	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
4	R\$0,00	R\$2,80	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,60	R\$0,00	R\$1,25	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$1,95	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
5	R\$0,00	R\$2,20	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,65	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$1,35	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
6	R\$0,00	R\$3,35	R\$0,00	R\$0,55	R\$1,15	R\$0,00	R\$1,80	R\$0,00	R\$0,50	R\$0,00	R\$0,40	R\$0,00	R\$2,50	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
7	R\$0,00	R\$1,55	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,70	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
8	R\$0,00	R\$3,85	R\$0,70	R\$1,05	R\$1,65	R\$0,50	R\$2,30	R\$0,00	R\$1,00	R\$0,00	R\$0,90	R\$0,15	R\$3,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
9	R\$0,00	R\$2,85	R\$0,00	R\$0,05	R\$0,65	R\$0,00	R\$1,30	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$2,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
10	R\$0,00	R\$4,15	R\$0,50	R\$1,35	R\$1,95	R\$0,80	R\$2,60	R\$0,30	R\$1,30	R\$0,00	R\$1,20	R\$0,45	R\$3,30	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
11	R\$0,00	R\$2,95	R\$0,00	R\$0,15	R\$0,75	R\$0,00	R\$1,40	R\$0,00	R\$0,10	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$2,10	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
12	R\$0,00	R\$3,20	R\$0,05	R\$0,90	R\$1,50	R\$0,35	R\$2,15	R\$0,00	R\$0,85	R\$0,00	R\$0,75	R\$0,00	R\$2,85	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
13	R\$0,00	R\$0,85	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
20	R\$1,00	R\$5,15	R\$1,50	R\$2,35	R\$2,95	R\$1,80	R\$3,60	R\$1,30	R\$2,30	R\$1,00	R\$2,20	R\$1,45	R\$4,30	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
30	R\$0,00	R\$4,15	R\$0,50	R\$1,35	R\$1,95	R\$0,80	R\$2,60	R\$0,30	R\$1,30	R\$0,00	R\$1,20	R\$0,45	R\$3,30	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
31	R\$0,00	R\$4,15	R\$0,50	R\$1,35	R\$1,95	R\$0,80	R\$2,60	R\$0,30	R\$1,30	R\$0,00	R\$1,20	R\$0,45	R\$3,30	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00
32	R\$0,00	R\$4,15	R\$0,50	R\$1,35	R\$1,95	R\$0,80	R\$2,60	R\$0,30	R\$1,30	R\$0,00	R\$1,20	R\$0,45	R\$3,30	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00	R\$0,00

5 RESULTADOS

Os resultados das simulações realizadas com o programa TransCAD são armazenados em diversas tabelas. O processamento dos dados dessas tabelas, em conjunto com informações sobre as rotas de transporte coletivo e das matrizes de origem e destino permitiram a geração de uma série de indicadores de oferta e demanda que podem ser usados para comparar o desempenho de cada alternativa simulada. Esses indicadores também servirão de insumos para a elaboração da modelagem financeira do metrô e do projeto operacional do BRT.

Os indicadores foram gerados para cada cenário (rede e política tarifária), período e ano analisado. Para os indicadores usados no dimensionamento do sistema (estimativa de frota, capacidade de corredores e estações), interessam os valores máximos observados em cada cenário em cada ano independentemente do período (PM, PT ou EP) em que ocorrem. Para outros indicadores (demanda, quilometragem rodada, receita) interessam os totais diários.

Os indicadores foram gerados por linha e por parada e posteriormente agregados para que fosse possível comparar de forma global cada alternativa. As tabelas apresentadas a seguir apresentam os indicadores agregados. Os indicadores desagregados por linha e por parada estão no arquivo "Indicadores da Modelagem.xls" no CD anexo.

5.1 DADOS GERADOS PELAS SIMULAÇÕES

Para cada simulação realizada o TransCAD cria 3 tabelas e uma matriz. Os resultados dessas tabelas podem ser transformados em mapas ou transferidos para planilhas e bancos de dados.

A seguir são descritas os arquivos de resultados das simulações:

- **Tabela de fluxos (TASN_FLW)** - Essa tabela apresenta a quantidade de passageiros transportados por rota em cada trecho entre paradas. As principais informações dessa tabela são:
 - **Route** – código da rota;
 - **From_stop** – código da parada anterior;
 - **To_stop** – código da próxima parada;
 - **From_MP** – distância em km entre o início da rota e a parada anterior;
 - **To_MP** – distância em km entre o início da rota e a próxima parada;
 - **Transit_Flow** – quantidade de passageiros embarcados na rota no trecho;
 - **BaseIVTT** – tempo de percurso da rota no trecho.
- **Tabela de Embarques e Desembarques (TASN_ONO)** - indica a quantidade de embarques e desembarques de cada linha em cada parada. Essa tabela é formada por apenas 4 campos:
 - **Stop** – código da parada
 - **Route** – código da rota;
 - **ON** – quantidade de embarques;
 - **OFF** – quantidade de desembarques.
- **Tabela de Transferências (TASN_MOV)** - indica a quantidade de passageiros que transferiram de uma linha para a outra em determinada parada, e é formada por 4 campos:
 - **FROM LINE** – código da rota de origem (rota em que os passageiros desembarcam)
 - **TO LINE** – código da rota de destino (rota em que os passageiros embarcam)
 - **AT STOP** – código da parada em que ocorre a transferência.
- **Matriz de custos e tempos (TASN_SKM)** - conjunto de matrizes que contém os valores de vários indicadores entre as zonas de tráfego. Vários indicadores podem ser gerados pelo modelo. Como podem existir várias rotas entre um par de origem e destino, os custo informados são valores médios. No presente estudo foram gerados os seguintes indicadores:

- **Custo Generalizado** – Custo percebido para se deslocar entre a zona de origem e a zona de destino. Inclui a tarifa paga e os tempos de caminhada, espera, viagem e transferência transformados em unidades monetárias com base nos valores dos tempos;
- **Tarifa** – Valor médio que foi pago para se deslocar entre as zonas de origem e destino;
- **Tempo no veículo** – Tempo médio que dentro do veículo;
- **Tempo de espera inicial** – Tempo médio de espera para embarcar pela primeira;
- **Tempo de transferência** - Tempo médio de espera nas transferências entre linhas;
- **Penalidade de tempo de transferência** – Penalidade de tempo associado à transferência entre linhas;
- **Tempo de caminhada para acesso** – Tempo de caminhada entre o centroide a o ponto de embarque;
- **Tempo de caminhada para transferência** – Tempo de caminhada entre o ponto de embarque e desembarque quando a transferência não é realizada na mesma parada;
- **Tempo de caminhada para egresso** – Tempo de caminhada entre a última parada e o local de destino;
- **Número de transferências** – quantidade média de transferências necessária para se deslocar entre as zonas de origem e destino.

A Figura 5.1 apresenta um exemplo de cada uma dessas tabelas e matrizes.

PASSAGEIROS TRANSPORTADOS POR ROTA

Route	From_Stop	To_Stop	From_MP	To_MP	TransitFlow	BaseVTT
2453	128894	128895	0.0000	0.0528	2.7700	0.1888
2453	128895	128896	0.0528	0.1040	12.7463	0.1833
2453	128896	128897	0.1040	0.1507	12.9510	0.1734
2453	128897	128898	0.1507	0.2452	12.9510	0.3377
2453	128898	128899	0.2452	0.2961	12.9510	0.1820
2453	128899	128900	0.2961	0.3364	81.5878	0.1444
2453	128900	128901	0.3364	0.3829	81.5878	0.1663
2453	128901	128902	0.3829	0.4518	81.5878	0.2558
2453	128902	128903	0.4518	0.4992	84.8619	0.2406
2453	128903	128904	0.4992	0.6325	93.4620	0.6740
2453	128904	128905	0.6325	0.6801	93.4620	0.2420
2453	128905	128906	0.6801	0.7318	93.4620	0.2625
2453	128906	128907	0.7318	0.8025	93.4620	0.4167

EMBARQUE E DESMBARQUE POR ROTA, POR PARADA

STOP	ROUTE	On	Off
18643	640	19.5835	8.1232
18644	640	7.1094	28.3397
18645	640	0.3487	5.0487
18646	640	1.3294	2.9137
18647	640	3.7261	3.2010
18648	640	23.6872	98.1952
18651	640	19.0946	11.1005
18654	640	31.4850	53.2668
18655	640	49.8855	9.4991
18656	640	109.7165	33.0326
18657	640	49.9448	3.8118
18659	640	72.9253	14.0937
18660	640	49.4177	9.9143

TRANSFERÊNCIAS ENTRE LINHAS POR PARADA

[FROM LINE]	[TO LINE]	[AT STOP]	VOLUME
3	2824	35	5.6967
3	2821	35	12.8176
3	2828	35	8.0780
3	3	35	447.5083
3	3138	35	8.7292
3	2823	35	39.8554
3	2827	35	25.8063
3	2827	39	4.4303
3	3	39	534.3787
3	3138	39	2.0026
3	3	40	585.3324

TEMPOS, CUSTOS E OUTROS INDICADORES POR PAR O/D

	630484	630485	630486	630487	Mean
630494	56.16	59.14	46.76	71.54	50.39
630495	49.01	53.62	40.14	65.97	45.52
630498	67.73	39.11	45.20	55.25	49.47
630499	41.92	22.71	22.32	35.15	27.72
630500	62.80	66.99	51.61	79.16	56.97
630501	43.85	21.02	28.64	33.46	28.14
630502	42.94	19.38	20.56	31.82	29.08
630503	48.32	19.80	28.23	32.24	30.07
630504	41.01	18.87	18.81	31.31	28.28
630505	41.86	27.23	19.86	41.51	32.73
Mean	54.69	44.50	40.15	52.98	51.47

Figura 5.1 – Tabelas de resultados do TransCad

5.2 EXPANSÃO DOS RESULTADOS

Para expandir os resultados das simulações para gerar indicadores diários, foi necessário aplicar fatores de expansão para os resultados dos períodos. Foram usados 2 tipos de fatores de expansão. O primeiro tipo foi usado para expandir indicadores relacionados com a demanda e o segundo tipo para expandir os resultados relacionados com a oferta. A diferença entre os fatores se deve ao fato da demanda por transporte coletivo ser mais concentrada do que a oferta. Isso é facilmente percebido na lotação dos veículos. Nos períodos de pico os veículos ~~os veículos~~ apresentam lotações superiores às observadas fora do pico.

A Tabela 5.1 apresenta dados de oferta e demanda por transporte coletivo dentro do município de Porto Alegre. Os dados de oferta são oriundos dos boletins de oferta e

demanda do período de 11 a 15 de abril de 2011. Os dados de demanda correspondem às viagens por ônibus reportadas na pesquisa EDOM2003. Para o cálculo dos fatores de expansão foram usados os dados da matriz no lugar dos dados dos boletins de viagens. O motivo é que as matrizes usadas na alocação foram originadas da EDOM2003. Desta forma, usar os dados da EDOM2003 elimina os erros decorrentes de eventuais diferenças nos horários de partida (a EDOM usa a hora média de deslocamento do passageiro, os boletins de oferta e demanda são baseados na hora de partida do veículo que transportou o passageiro). Na Tabela 5.1 estão indicados os 3 períodos simulados. PM (7:00 às 8:00), PT (17:00 às 18:00) e EP (15:00 às 16:00). É fácil perceber que o percentual da demanda que ocorre nesses períodos é significativamente maior do que o percentual da oferta. Em conjunto os 3 períodos correspondem a 28% da demanda diária e 19% da oferta diária.

Tabela 5.1 – Demanda e oferta de transporte coletivo ao longo do dia

Hora	Demanda (EDOM2003)		Oferta – Viagens (2011)	
	0	1.507	0,2%	214	0,9%
1	575	0,1%	29	0,1%
2	446	0,0%	14	0,1%
3	299	0,0%	13	0,1%
4	1.924	0,2%	41	0,2%
5	10.137	1,1%	454	1,9%
6	48.954	5,2%	1.357	5,6%
7	124.056	13,3%	1.856	7,6%
8	65.371	7,0%	1.661	6,8%

Hora	Demanda (EDOM2003)		Oferta – Viagens (2011)	
	9	34.857	3,7%	1.414	5,8%
10	30.666	3,3%	1.268	5,2%
11	40.321	4,3%	1.338	5,5%
12	77.738	8,3%	1.451	5,9%
13	51.198	5,5%	1.396	5,7%
14	42.007	4,5%	1.324	5,4%
15	32.344	3,5%	1.333	5,5%
16	43.173	4,6%	1.514	6,2%
17	90.850	9,7%	1.750	7,2%
18	106.349	11,4%	1.530	6,3%
19	47.788	5,1%	1.254	5,1%
20	21.396	2,3%	999	4,1%
21	15.242	1,6%	847	3,5%
22	33.998	3,6%	779	3,2%
23	15.024	1,6%	581	2,4%
Total	936.217	100,0%	24.415	100,0%

Fonte: EPTC 2003 e EPTC 2011.

A Tabela 5.2 apresenta os fatores de expansão de oferta e demanda que foram calculados dividindo o total de passageiros e viagens que ocorre no dia inteiro pelo total de passageiros e viagens que ocorre nos períodos simulados.

Tabela 5.2 – Fatores de expansão para oferta e demanda

	Demanda		Oferta	
Total dia	936.217	100,0%	24.415	100,0%
Total dos períodos Simulados	262.749	28,1%	4.719	19,3%
Fatores de expansão		3,56		5,17

Fonte: EPTC 2003 e EPTC 2011.

5.3 INDICADORES DE DEMANDA

Foram gerados os seguintes indicadores de demanda:

- **Demanda** (Tabela 5.3) – quantidade total de pessoas que se deslocam por transporte coletivo em um dia;
- **Embarques** (Tabela 5.4) – quantidade total de embarques nas linhas (uma pessoa realiza uma transferência embarca 2 vezes);
- **Transferências** (Tabela 5.5) – quantidade de trocas de veículo realizadas.
- **Passageiros.hora** (Tabela 5.6) – quantidade diária de horas que as pessoas permaneceram dentro dos veículos.
- **Passageiros.km** (Tabela 5.7) – quantidade diária de quilômetros que as pessoas percorreram dentro dos veículos;
- **Custo Generalizado** (Tabela 5.8) – custo total percebido por todas as pessoas que utilizaram o sistema (tarifa+ tempos de espera, caminhada, transbordo e viagem multiplicados pelos respectivos valores do tempo);

- **Velocidade média embarcada** (Tabela 5.9) – velocidade média com que as pessoas se deslocam na rede de transporte coletivo;
- **Tempo médio de caminhada** (Tabela 5.10) – tempo médio que as pessoas caminham (inclui os tempos de ingresso, egresso e entre paradas);
- **Tempo médio de espera** (Tabela 5.11) – tempo médio que as pessoas esperam (inclui os tempos de espera inicial e nas transferências);
- **Tempo médio de transferência** (Tabela 5.12) – tempo médio que as pessoas passam transferindo entre linhas.

Tabela 5.3 – Demanda alocada em cada ano

Ano	Demanda Alocada	Crescimento relativo
2011	1.390.000	1,00
2015	1.420.000	1,02
2025	1.500.000	1,08
2035	1.600.000	1,15

Tabela 5.4– Embarques por dia

Cenário	2011	2015	2025	2035
R00 T00	1.915.000	1.957.000	2.096.000	2.257.000
R01-T01	2.545.000	2.599.000	2.788.000	2.992.000
R01-T02	2.569.000	2.632.000	2.816.000	3.024.000
R02a-T01	2.727.000	2.784.000	2.965.000	3.181.000
R02a-T02	2.750.000	2.809.000	2.997.000	3.214.000
R02-T01	2.658.000	2.712.000	2.911.000	3.118.000
R02-T02	2.673.000	2.731.000	2.926.000	3.141.000
R03a-T01	2.767.000	2.821.000	2.999.000	3.210.000
R03a-T02	2.785.000	2.838.000	3.024.000	3.244.000
R03-T01	2.779.000	2.836.000	3.021.000	3.225.000
R03-T02	2.796.000	2.858.000	3.050.000	3.263.000

Tabela 5.5 – Transferências por dia

Cenário	2011	2015	2025	2035
R00 T00	639.000	660.000	730.000	813.000
R01-T01	1.287.000	1.325.000	1.456.000	1.594.000
R01-T02	1.311.000	1.353.000	1.483.000	1.624.000
R02a-T01	1.473.000	1.511.000	1.640.000	1.800.000
R02a-T02	1.494.000	1.536.000	1.672.000	1.828.000
R02-T01	1.402.000	1.444.000	1.579.000	1.725.000
R02-T02	1.421.000	1.462.000	1.595.000	1.745.000
R03a-T01	1.526.000	1.567.000	1.689.000	1.838.000
R03a-T02	1.545.000	1.582.000	1.716.000	1.868.000
R03-T01	1.530.000	1.573.000	1.698.000	1.846.000
R03-T02	1.547.000	1.590.000	1.727.000	1.871.000

Tabela 5.6 – Passageiros.hora por dia

Cenário	2011	2015	2025	2035
R00-T00	728.000	741.000	790.000	848.000
R01-T01	616.000	627.000	670.000	721.000
R01-T02	617.000	630.000	671.000	723.000
R02a-T01	598.000	609.000	648.000	696.000
R02a-T02	600.000	612.000	650.000	699.000
R02-T01	602.000	613.000	655.000	704.000
R02-T02	603.000	615.000	656.000	707.000
R03a-T01	595.000	605.000	645.000	694.000
R03a-T02	596.000	607.000	646.000	697.000
R03-T01	601.000	612.000	654.000	702.000
R03-T02	603.000	615.000	656.000	707.000

Tabela 5.7 – Passageiros.km por dia

Cenário	2011	2015	2025	2035
R00-T00	10.392.000	10.578.000	11.292.000	12.154.000
R01-T01	10.488.000	10.672.000	11.378.000	12.268.000
R01-T02	10.514.000	10.727.000	11.407.000	12.302.000
R02a-T01	10.701.000	10.895.000	11.564.000	12.423.000
R02a-T02	10.734.000	10.933.000	11.613.000	12.481.000
R02-T01	10.557.000	10.725.000	11.440.000	12.300.000
R02-T02	10.566.000	10.754.000	11.462.000	12.347.000
R03a-T01	10.622.000	10.798.000	11.491.000	12.362.000
R03a-T02	10.649.000	10.836.000	11.514.000	12.413.000
R03-T01	10.595.000	10.770.000	11.491.000	12.333.000
R03-T02	10.624.000	10.829.000	11.523.000	12.425.000

Tabela 5.8 – Custo Generalizado por dia

Cenário	2011	2015	2025	2035
R00 T00	R\$ 15.148.000	R\$ 15.548.000	R\$ 17.014.000	R\$ 18.761.000
R01-T01	R\$ 13.972.000	R\$ 14.343.000	R\$ 15.680.000	R\$ 17.291.000
R01-T02	R\$ 13.853.000	R\$ 14.249.000	R\$ 15.508.000	R\$ 17.143.000
R02a-T01	R\$ 13.894.000	R\$ 14.249.000	R\$ 15.570.000	R\$ 17.124.000
R02a-T02	R\$ 13.807.000	R\$ 14.183.000	R\$ 15.466.000	R\$ 17.030.000
R02-T01	R\$ 13.877.000	R\$ 14.289.000	R\$ 15.581.000	R\$ 17.178.000
R02-T02	R\$ 13.814.000	R\$ 14.201.000	R\$ 15.518.000	R\$ 17.078.000
R03a-T01	R\$ 13.870.000	R\$ 14.224.000	R\$ 15.514.000	R\$ 17.027.000
R03a-T02	R\$ 13.663.000	R\$ 14.040.000	R\$ 15.308.000	R\$ 16.832.000
R03-T01	R\$ 14.010.000	R\$ 14.380.000	R\$ 15.661.000	R\$ 17.181.000
R03-T02	R\$ 13.822.000	R\$ 14.189.000	R\$ 15.446.000	R\$ 16.992.000

Tabela 5.9 – Velocidade média embarcada dos usuários

Cenário	2011	2015	2025	2035
R00 T00	18,2	17,9	17,4	17,0
R01-T01	20,6	20,4	19,8	19,0
R01-T02	20,7	20,4	19,9	19,0
R02a-T01	22,1	21,9	21,2	20,5
R02a-T02	22,1	21,8	21,1	20,4
R02-T01	21,4	21,1	20,3	19,7
R02-T02	21,4	21,1	20,4	19,5
R03a-T01	21,9	21,8	21,1	20,4
R03a-T02	21,9	21,6	21,1	20,4
R03-T01	21,3	21,1	20,4	19,8
R03-T02	21,3	21,0	20,4	19,7

*

Tabela 5.10 – Tempo médio de caminhada

Cenário	2011	2015	2025	2035
R00 T00	13,9	14,0	14,4	14,9
R01-T01	15,1	15,2	15,7	16,1
R01-T02	14,9	15,0	15,5	16,0
R02a-T01	14,7	14,8	15,4	15,8
R02a-T02	14,6	14,7	15,1	15,7
R02-T01	15,0	15,2	15,5	16,0
R02-T02	14,9	15,0	15,5	15,8
R03a-T01	14,6	14,8	15,2	15,7
R03a-T02	14,4	14,6	15,1	15,6
R03-T01	14,5	14,7	15,1	15,6
R03-T02	14,4	14,6	15,0	15,5

Tabela 5.11 – Tempo médio de espera

Cenário	2011	2015	2025	2035
R00 T00	11,4	11,6	12,1	12,7
R01-T01	7,7	7,8	8,1	8,4
R01-T02	7,7	7,9	8,2	8,5
R02a-T01	8,1	8,2	8,5	8,9
R02a-T02	8,1	8,3	8,6	9,0
R02-T01	7,9	8,0	8,4	8,7
R02-T02	8,0	8,1	8,4	8,7
R03a-T01	8,0	8,2	8,5	8,7
R03a-T02	8,1	8,2	8,5	8,9
R03-T01	8,1	8,2	8,5	8,8
R03-T02	8,2	8,3	8,6	8,9

Tabela 5.12 – Tempo médio de transferência

Cenário	2011	2015	2025	2035
R00 T00	2,2	2,2	2,3	2,4
R01-T01	4,5	4,5	4,7	4,8
R01-T02	4,6	4,6	4,8	4,9
R02a-T01	5,2	5,2	5,4	5,5
R02a-T02	5,3	5,3	5,5	5,6
R02-T01	4,9	5,0	5,1	5,3
R02-T02	5,0	5,0	5,2	5,3
R03a-T01	5,4	5,5	5,5	5,7
R03a-T02	5,5	5,5	5,6	5,8
R03-T01	5,4	5,5	5,6	5,7
R03-T02	5,5	5,5	5,7	5,8

5.4 INDICADORES DE OFERTA

Ao contrário dos indicadores de demanda que saem diretamente do modelo, os indicadores de oferta devem ser calculados. Foram gerados 3 indicadores de oferta:

- **Viagens** (Tabela 5.13)– Quantidade total de viagens realizadas por dia por todas as linhas de todas as modalidades de transporte coletivo.

- **Rodagem** (Tabela 5.14)– Quantidade total de quilômetros rodados por dia por todas as linhas de todas as modalidades de transporte coletivo;
- **Frota** (Tabela 5.15)- Quantidade total de veículos necessários para operar todas as linhas de todas as modalidades de transporte coletivo.

A quantidade de viagens por dia foi calculada para cada linha separadamente. O número de viagens necessárias no pico foi calculado através do quociente entre o carregamento máximo da linha na hora de pico e a capacidade dos veículos que operam na linha, segundo a equação a seguir:

$$v_{i,p} = \frac{Dmax_{i,p}}{c_i}$$

Onde:

$v_{i,p}$ é a quantidade de viagens da linha “i” no período “p”

$Dmax_{i,p}$ é a demanda observada no trecho mais carregado da linha “i” no período “p”

c_i é a capacidade dos veículos que operam na linha “i”

A capacidade dos veículos foi definida dessa forma:

- Comum – 80 passageiros (linhas convencionais);
- Articulado – 120 passageiros (BRTs);
- TRENSURB – 1000 passageiros;
- Metrô – 1000 passageiros;
- Catamarã – 120 passageiros.

O total de viagens foi arredondado para cima. Assim se o número calculado fosse 3,2 viagens foram consideradas 4 viagens. Para linhas que tem dois sentidos (ida e volta), foi o total de viagens para ambos o maior número em cada período. Assim, se uma linha no pico

da manhã necessitasse de 4 viagens no sentido bairro centro e 2 viagens no sentido centro bairro o total de viagens para ambos os sentidos foi definido como 4.

Embora muitas linhas urbanas e metropolitanas operem com veículos maiores o cálculo da quantidade de viagens dessas linhas foi feito baseada na utilização de veículos comuns. Um cálculo mais preciso deverá ser realizado para o Projeto Operacional do BRT.

Para estimar a quantidade de viagens por dia por linha, a quantidade das viagens no horário de pico foi multiplicado por um fator de expansão para o dia.

Para as linhas atuais e para as linhas que foram transformadas em linhas alimentadoras o fator de expansão foi calculado com base nas informações de oferta atual através da equação a seguir:

$$fo_i = \frac{v_i^{Dia}}{v_i^{PM} + v_i^{PT} + v_i^{EP}}$$

Onde:

fo_i é o fator de expansão da oferta da linha "i".

v_i^{Dia} é o total de viagens diários da linha "i"

v_i^{PM} é o total de viagens da linha "i" na hora pico da manhã;

v_i^{PT} é o total de viagens da linha "i" na hora pico da tarde;

v_i^{EP} é o total de viagens da linha "i" na hora do entre picos;

Para as linhas BRT e de Metrô foi usado o fator de expansão 3,33 que é similar ao observado no TRENSURB.

A quantidade de quilômetros rodados por cada linha foi calculada segundo a equação a seguir:

$$R_i = V_i \cdot e_i$$

Onde:

R_i é a quantidade total de quilômetros rodados na linha “i”

V_i é a quantidade diária de viagens da linha “i”

e_i é a extensão da linha “i” em quilômetros.

A frota necessária para operação de uma linha de ônibus foi determinada em função do número de veículos capaz de atender à demanda de passageiros no sentido de viagem mais carregado no período de pico. A frota estimada foi avaliada por linha e não considerou eventuais transferências de veículos entre linhas nem a necessidade de veículos de reserva. Nos casos em que o tempo de ciclo era maior que o tempo de pico do período convencional, a seguinte equação foi usada para o cálculo da frota:

$$N = \frac{tp}{ip1} + \frac{tc - tp}{ip2}$$

Onde:

N é a frota mínima necessária em operação para garantir a oferta no período de pico;

tp é a duração do período de pico em minutos

$ip1$ é o intervalo entre partidas no período de pico, em minutos;

tc é o tempo de ciclo em minutos;

$ip2$ é o intervalo de partidas no período subsequente ao período de pico.

Nos casos em que o tempo de ciclo era menor ou igual ao tempo de pico do período convencional, a seguinte equação foi usada para o cálculo da frota:

$$N = \frac{tc}{ip}$$

Onde:

N é a frota mínima necessária em operação para garantir a oferta no período de pico;

tc é o tempo de ciclo em minutos;

ip é o intervalo entre partidas no período de pico, em minutos;

A duração dos períodos de pico foi estimada em 2 horas com base na análise das tabelas horárias das linhas obtidas dos boletins de oferta e demanda. Por simplicidade, o intervalo de partidas no período subsequente ao pico foi adotado como sendo de 1,5 vezes o intervalo de partidas no período de pico

Tabela 5.13 – Total de Viagens por dia

Cenário	2011	2015	2025	2035
R00 T00	22.700	23.100	24.600	26.100
R01-T01	22.200	22.400	23.600	24.900
R01-T02	22.200	22.600	23.800	24.900
R02a-T01	20.400	20.800	21.800	23.100
R02a-T02	20.500	20.900	22.000	23.300
R02-T01	21.200	21.500	22.800	24.100
R02-T02	21.200	21.600	22.900	24.100
R03a-T01	20.500	20.800	21.900	23.100
R03a-T02	20.500	20.900	22.100	23.200
R03-T01	21.200	21.500	22.600	23.900
R03-T02	21.200	21.600	22.800	24.100

Tabela 5.14 – Quilometragem rodada por dia

Cenário	2011	2015	2025	2035
R00 T00	456.000	463.000	495.000	528.000
R01-T01	355.000	361.000	379.000	402.000
R01-T02	355.000	364.000	384.000	403.000
R02a-T01	304.000	309.000	324.000	342.000
R02a-T02	306.000	312.000	327.000	348.000
R02-T01	319.000	323.000	341.000	363.000
R02-T02	316.000	323.000	344.000	365.000
R03a-T01	305.000	310.000	326.000	344.000
R03a-T02	306.000	311.000	329.000	347.000
R03-T01	316.000	321.000	338.000	357.000
R03-T02	318.000	324.000	342.000	364.000

Tabela 5.15 – Frota estimada

Cenário	2011	2015	2025	2035
R00 T00	3.600	3.600	3.950	4.200
R01-T01	2.150	2.200	2.300	2.500
R01-T02	2.200	2.250	2.400	2.500
R02a-T01	2.000	2.000	2.150	2.300
R02a-T02	2.000	2.050	2.150	2.300
R02-T01	2.050	2.050	2.200	2.350
R02-T02	2.000	2.050	2.200	2.350
R03a-T01	1.950	2.000	2.150	2.250
R03a-T02	2.000	2.050	2.150	2.300
R03-T01	2.000	2.050	2.150	2.300
R03-T02	2.050	2.100	2.150	2.350

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo foi realizado visando gerar informações necessárias para a modelagem financeira do projeto do Metrô de Porto Alegre e para a elaboração do modelo operacional do BRT de Porto Alegre.

Foram simulados 11 cenários, considerando a situação atual e 5 alternativas de rede com duas alternativas de política tarifária. Cada cenário foi simulado em 4 horizontes temporais (2011, 2015, 2025 e 2035) em 3 períodos do dia (hora pico da manhã, hora pico da tarde e hora média do entre pico).

O modelo de simulação foi elaborado usando informações de demanda do PITIMURB e do projeto Portais da Cidade. As matrizes base para os anos de 2011 foram obtidas através da atualização das matrizes de origem e destino do projeto dos Portais da Cidade. As matrizes futuras foram obtidas aplicando as projeções de crescimento de demanda do PITIMURB às matrizes do ano base. Para obter uma maior resolução nos resultados foi elaborado um novo zoneamento através da desagregação de algumas zonas de tráfego do PITIMURB segundo os limites dos setores do Censo 2010. Após a desagregação das zonas a área de estudo passou a ter 746 zonas no lugar das 230 usadas no PITIMURB e 373 usadas no Estudo dos Portais da Cidade.

As informações de oferta da rede atual foram fornecidas pela EPTC. A EPTC também foi responsável pelo desenho das linhas BRT, das alternativas de traçado do Metrô e das linhas alimentadoras de cada cenário. Das 5 alternativas de rede analisada, uma correspondia a uma rede composta somente por linhas BRT (R01) e as demais por 4 alternativas de traçado do Metrô: FIERGS-Centro (R02), FIERGS-Antônio de Carvalho (R02a), Sertório-Azenha (R03) e Sertório Antônio de Carvalho (R03a). As alternativas de política tarifária correspondiam a transferência com pagamento do complemento da tarifa (T01) ou transferência gratuita (T02) entre as linhas de BRT e Metrô e as linhas alimentadoras.

Os resultados das simulações indicam que todos os cenários avaliados apresentam ganhos com relação a situação sem projeto em quase todos os indicadores de modelagem. Os únicos indicadores que se apresentam pior em relação a situação atual são: quantidade e tempos de transbordo e distância de caminhada. O aumento na quantidade e tempo de transbordo decorre da implantação de um sistema tronco-alimentador e o aumento da distância de caminhada decorre do aumento da distância entre paradas nos corredores BRT e ao longo da linha de Metrô. Os principais benefícios observados nos cenários avaliados foram: a redução do custo generalizado, a redução dos tempos de viagem, a redução dos tempos de espera e a diminuição da frota e da quantidade de quilômetros rodados.

O desempenho das alternativas de rede não apresentou diferenças muito significativas. As redes com Metrô apresentaram desempenho superior à rede de BRTs. No curto prazo a rede R02a apresentou o menor custo generalizado, enquanto que no longo prazo a R03a apresentou resultados mais favoráveis com relação a esse indicador. O desempenho das redes de metrô com relação aos demais indicadores foi variável, sem que nenhuma rede apresentasse uma predominância.

O desempenho dos dois sistemas tarifários também foi similar. Embora o custo generalizado do sistema T02 tenha sido menor do que o do sistema T01. O sistema T01 apresentou um desempenho ligeiramente superior nos demais indicadores.

O desempenho de algumas alternativas de rede pode ter sido prejudicado em função de decisões relacionadas ao traçado das linhas. Em todos os cenários com Metrô (R02, R02a, R03 e R03a) foi mantida a tronco-alimentação a montante do Metrô. Isso obriga aos usuários que se dirigem ao centro de Porto Alegre oriundo dos municípios de Viamão, Alvorada, Cachoeirinha e Gravataí e que não são lindeiros ao corredor, a realizarem 2 transbordos. Um transbordo da linha alimentadora para linha troncal e um segundo da linha troncal para o Metrô. A mesma situação ocorre no caso dos usuários urbanos localizados a montante do terminal da Lomba do Pinheiro que também tem que realizar 2 transbordos. No caso do destino das viagens desses usuários não estar localizado ao longo dos

corredores poderá haver a necessidade de um terceiro transbordo. A quantidade extra de transbordos diminui os benefícios do aumento de velocidade e de frequência dos corredores BRT. Uma alternativa a esse problema é manter os serviços oriundos desses corredores sem troncalização nos cenários com o Metrô.

Outro problema observado é que nas alternativas R03 e R03a o traçado do TRENURB é alterado na estação Farrapos sendo desviado até a estação Cairú para integrar com o Metrô. Isso obriga uma parcela significativa da demanda do Trensurb a realizar um transbordo compulsório, sobrecarregando a estação Cairú que passa a ter um número significativo de transferências. A manutenção do traçado original do TRENURB, embora diminuísse a demanda do Metrô, poderia trazer reformas significativas no desempenho do sistema de transporte coletivo como um todo.

Para a elaboração do projeto operacional do BRT será necessário simular outras alternativas de rede visando validar o processo de implantação do sistema, pois dificilmente todos os corredores poderão ser implantados simultaneamente. Essas simulações também deverão considerar as definições sobre o padrão operacional de cada um dos corredores (cobrança externa ou interna, tamanho e tipo de veículo, etc.). Assim que forem definidas as etapas de implantação, em função dos cronogramas de obras e arranjos institucionais, deverão ser rodadas novas simulações que permitam avaliar essas alternativas.

Embora a análise dessas alternativas esteja além do escopo do presente estudo, o modelo desenvolvido poderá ser utilizado durante a elaboração do Projeto Operacional do BRT ou em outras etapas da modelagem financeira do Metrô para fornecer informações adicionais para a execução desses projetos.

7 APÊNDICE I – TRAÇADO DAS LINHAS BRT E METRÔ.

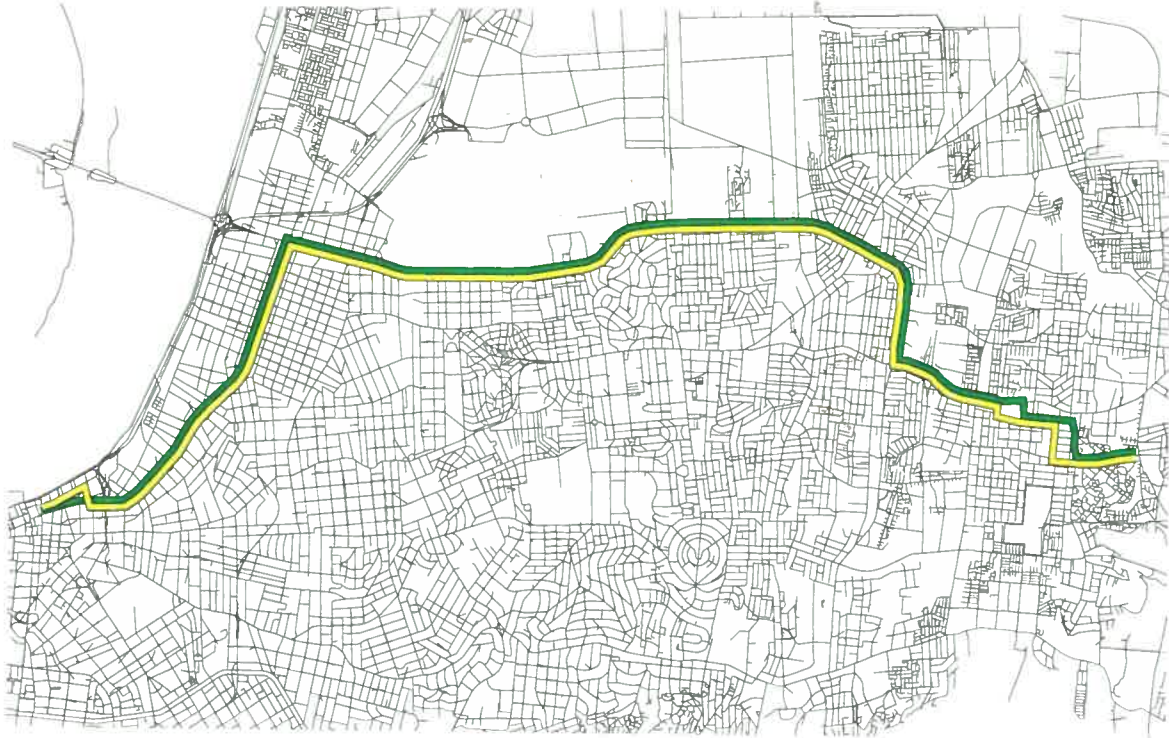


Figura 6.1 - TU001 – Troncal Rubem Berta Sertório

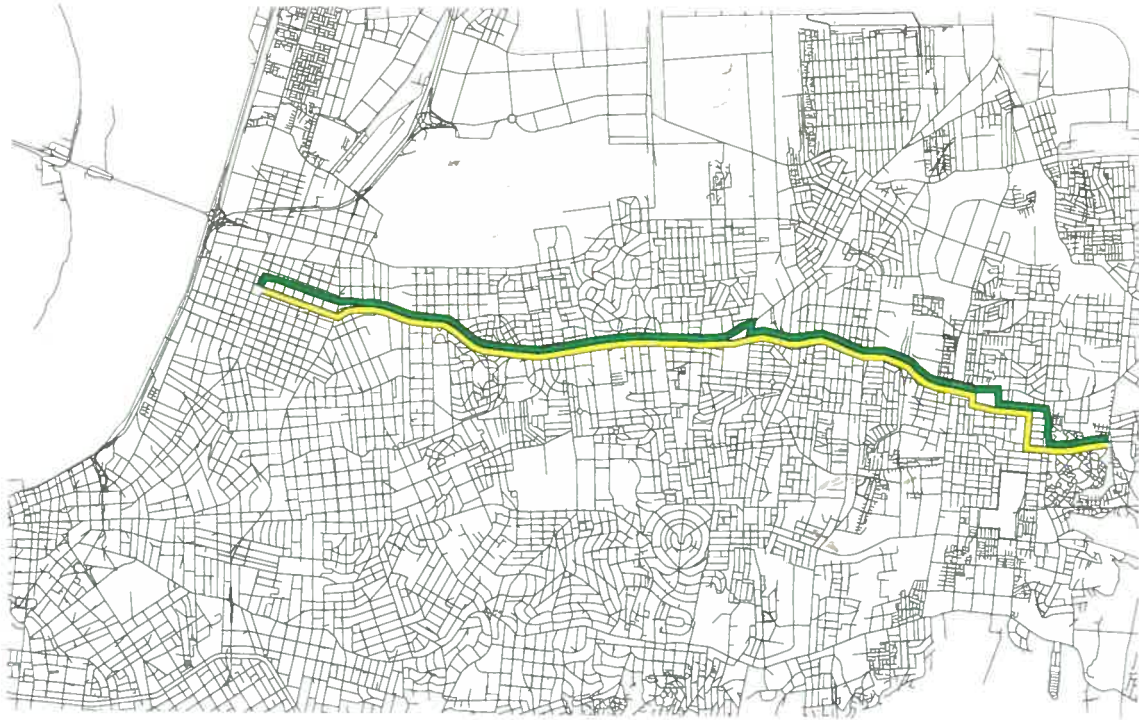


Figura 6.2 - TU002 – Troncal Rubem Berta Assis Brasil



Figura 6.3 - TU003 – Troncal Triângulo Sertório Farrapos

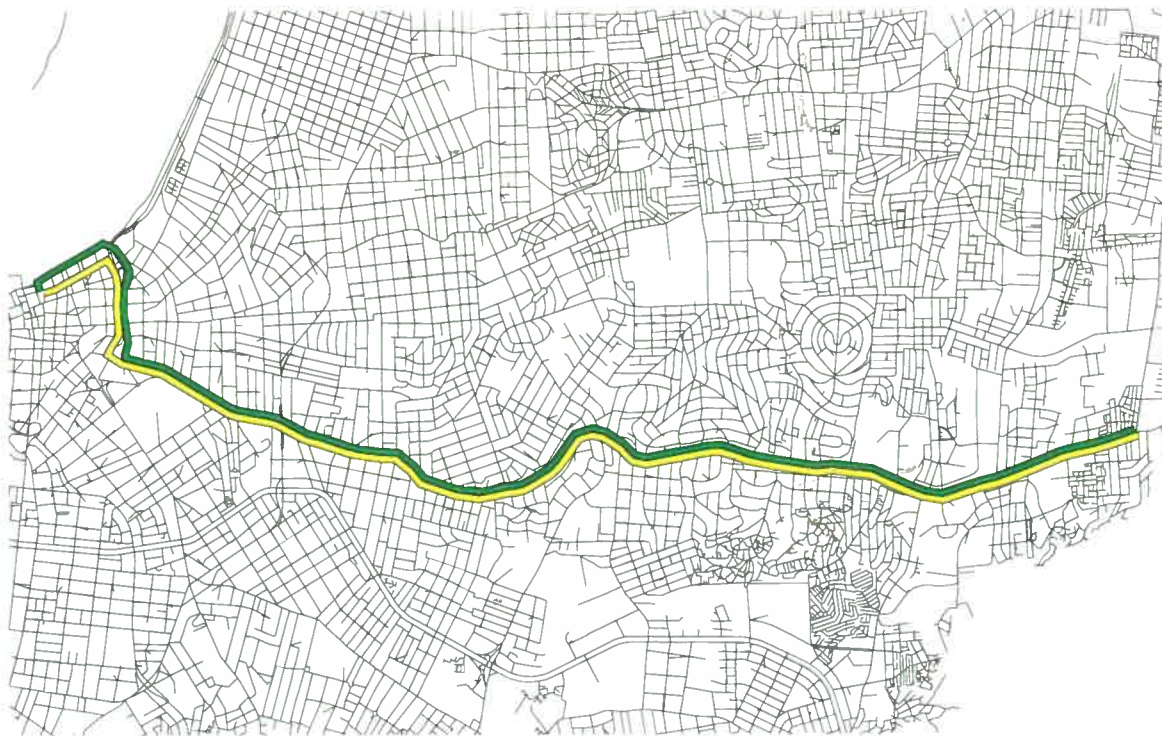


Figura 6.4 - TU004 – Troncal Protásio Alves



Figura 6.5 - TU005 – Troncal Bento Gonçalves



Figura 6.10 - TU010 – Troncal Jockey Sentido Horário



Figura 6.11 - TU010A – Troncal Jockey Sentido Anti-Horário

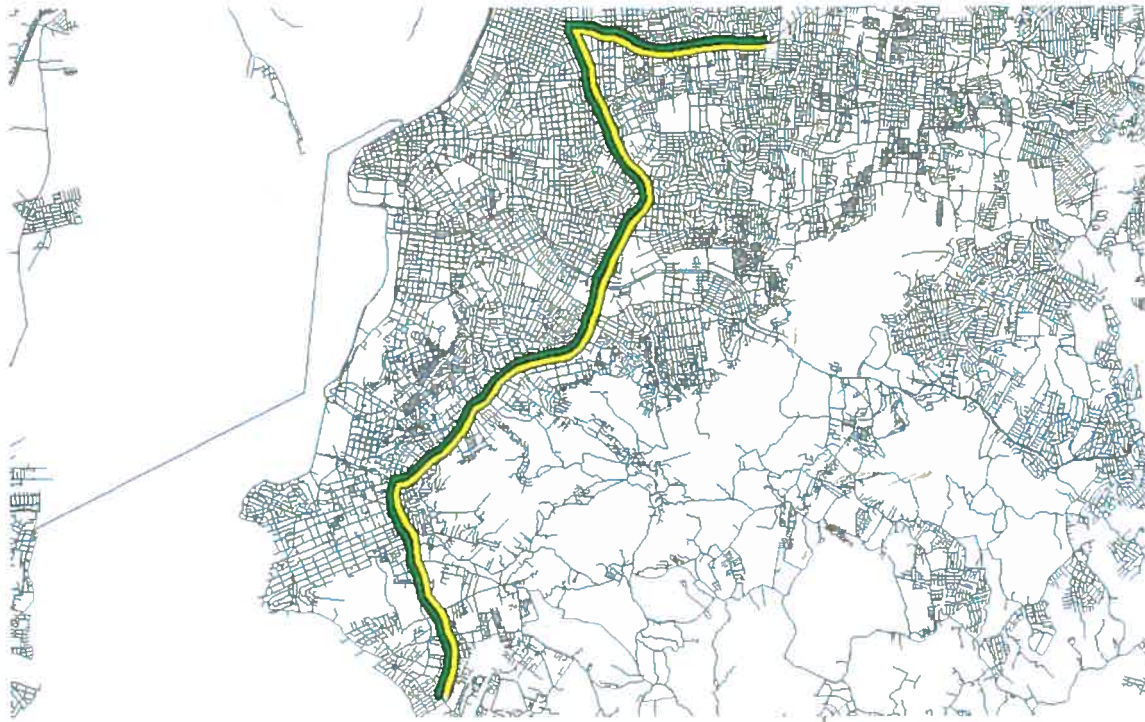


Figura 6.12 - TU011 – Troncal Juca Batista Triângulo

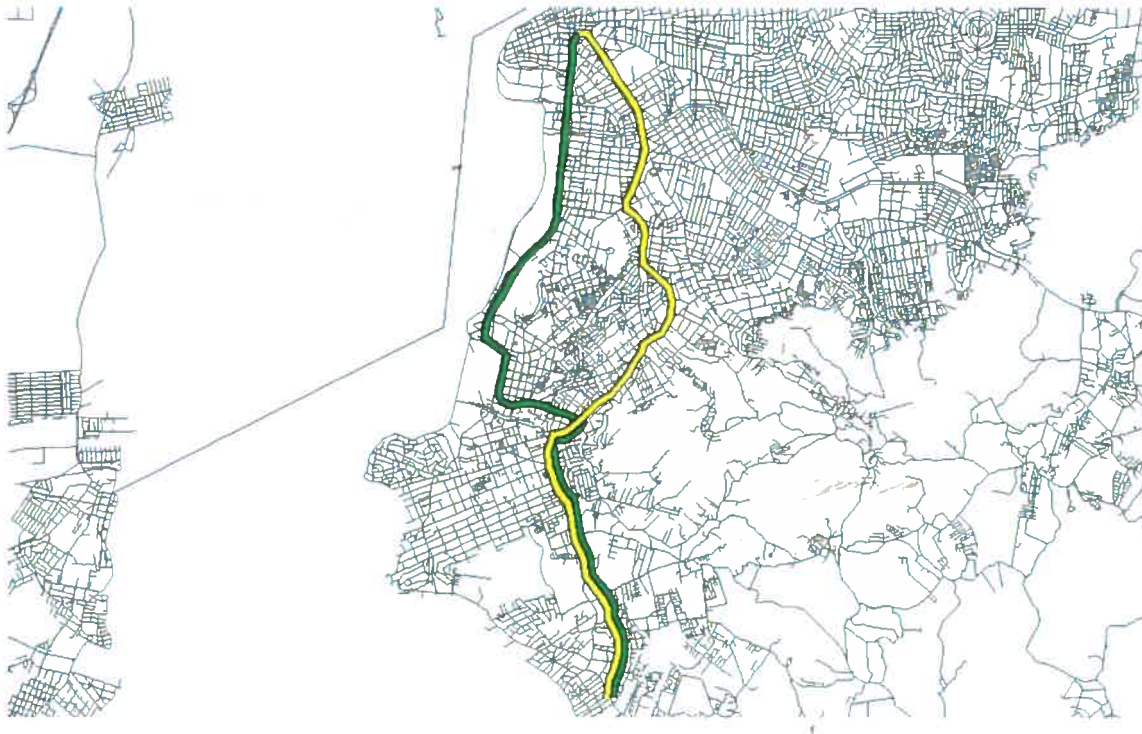


Figura 6.13 - TU012 – Troncal Juca Batista Horário

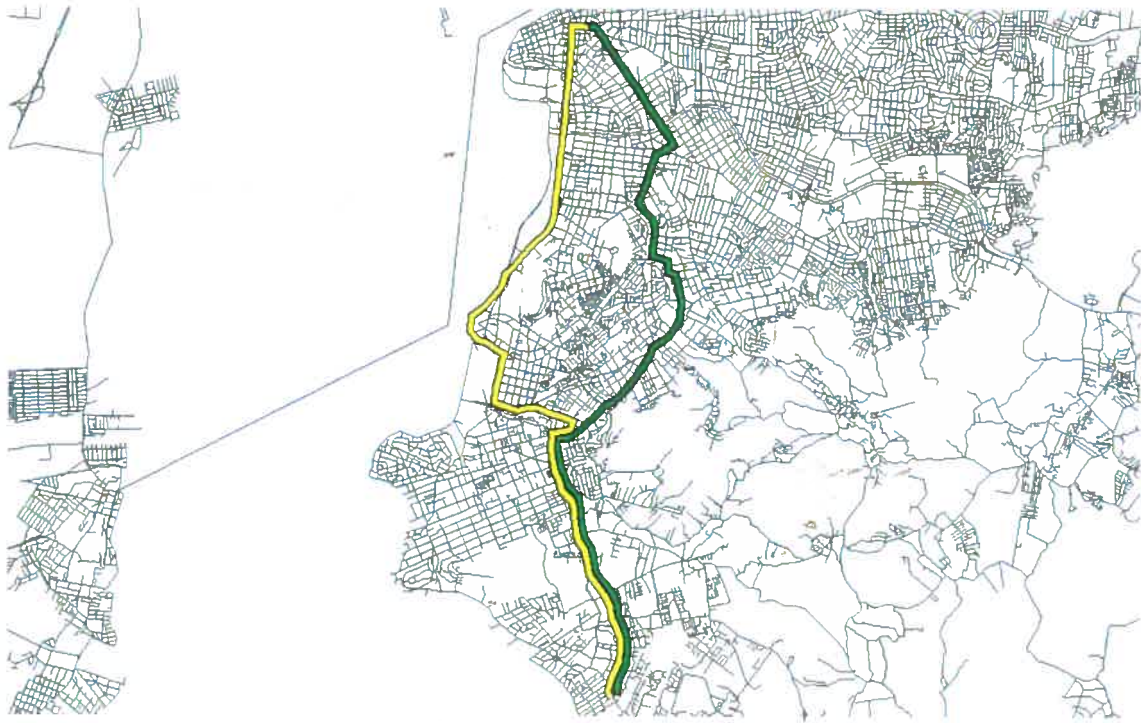


Figura 6.14 - TU012A – Troncal Juca Batista Anti-Horário

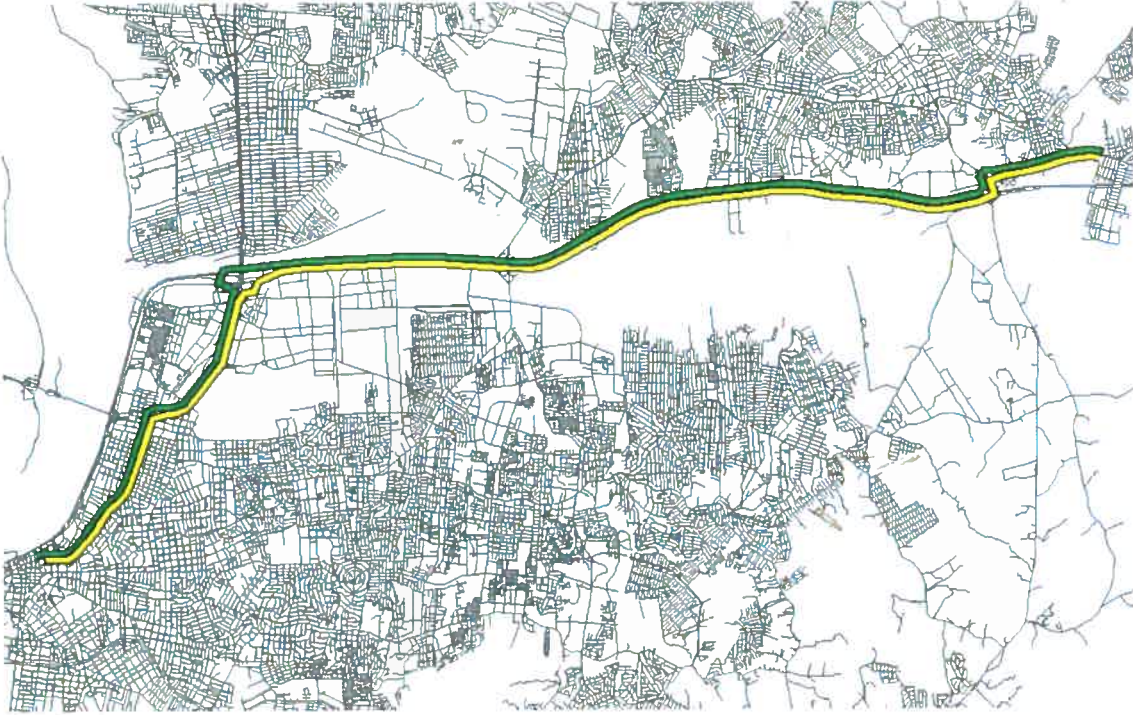


Figura 6.16 – TM1 – Troncal Gravataí BR-290 Anchieta

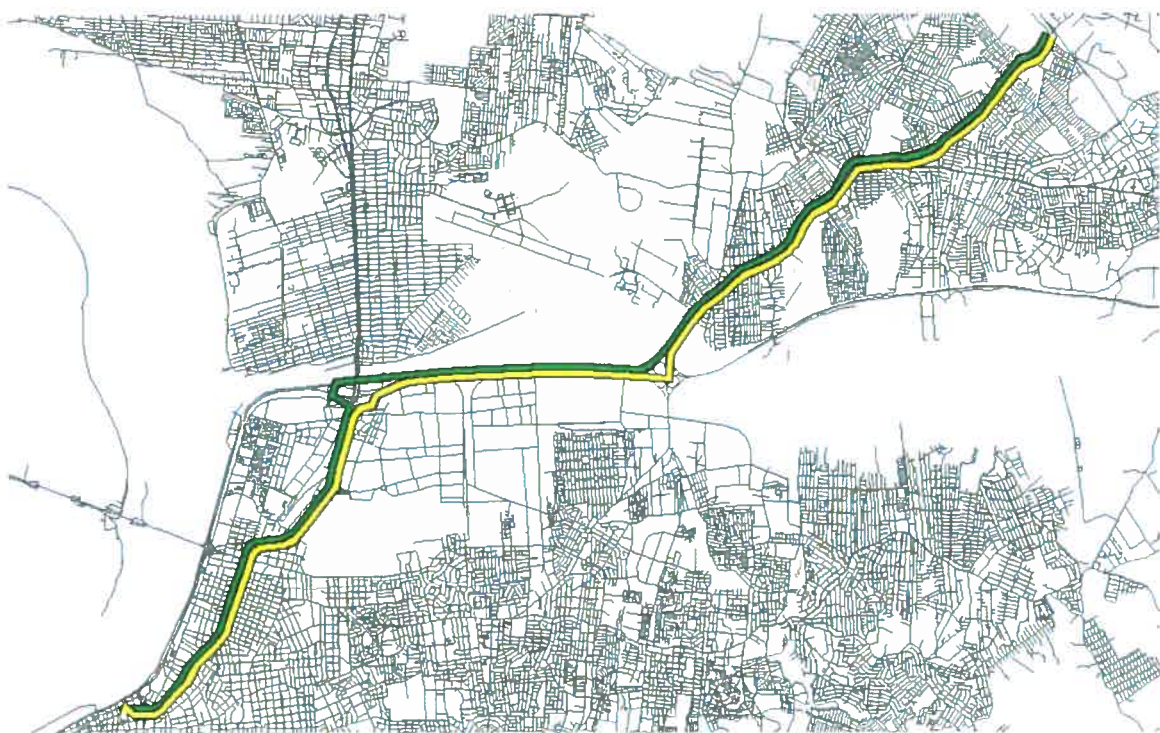


Figura 6.17 – TM2 - Troncal RS-020 Anchieta

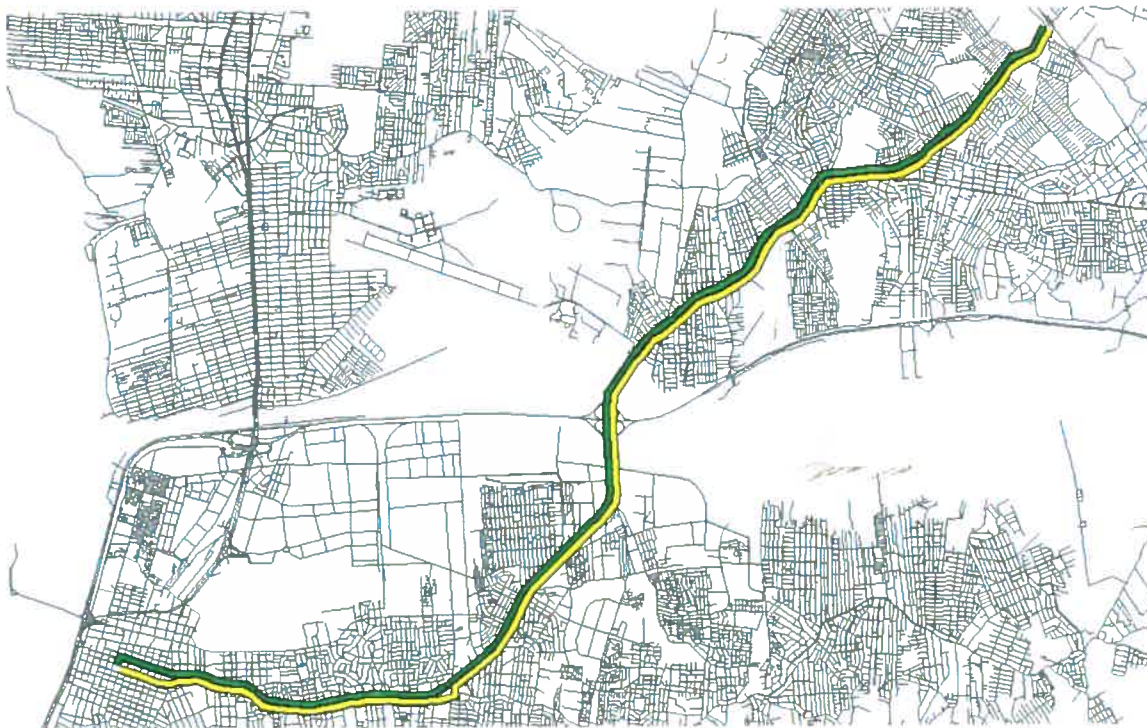


Figura 6.18 – TM3 - Troncal RS-020 Assis Brasil

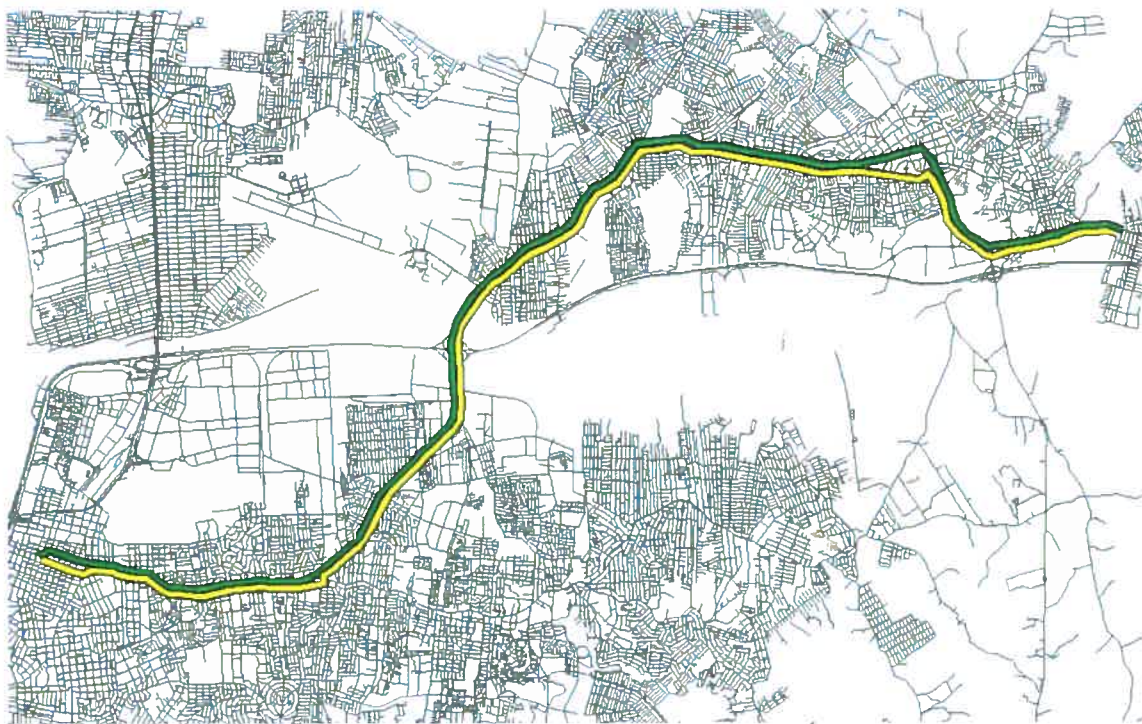


Figura 6.19 – TM4 - Troncal Gravataí Assis Brasil

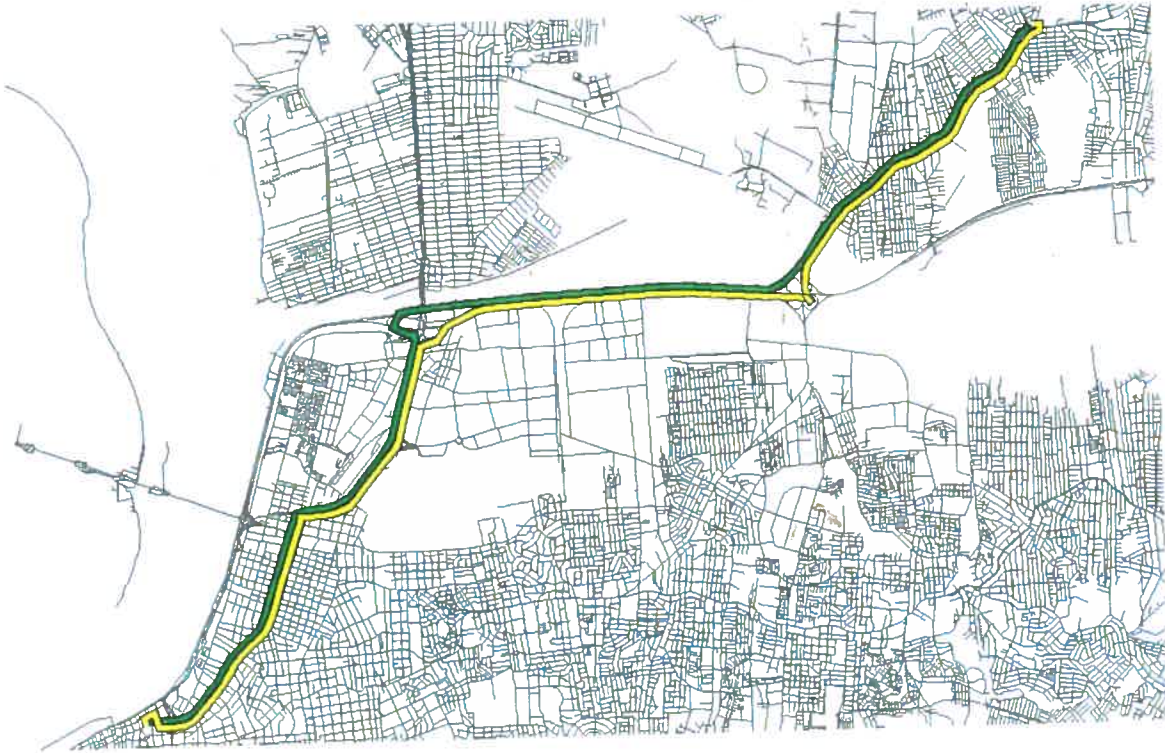


Figura 6.20 – TM5 - Troncal Cachoeirinha Anchieta

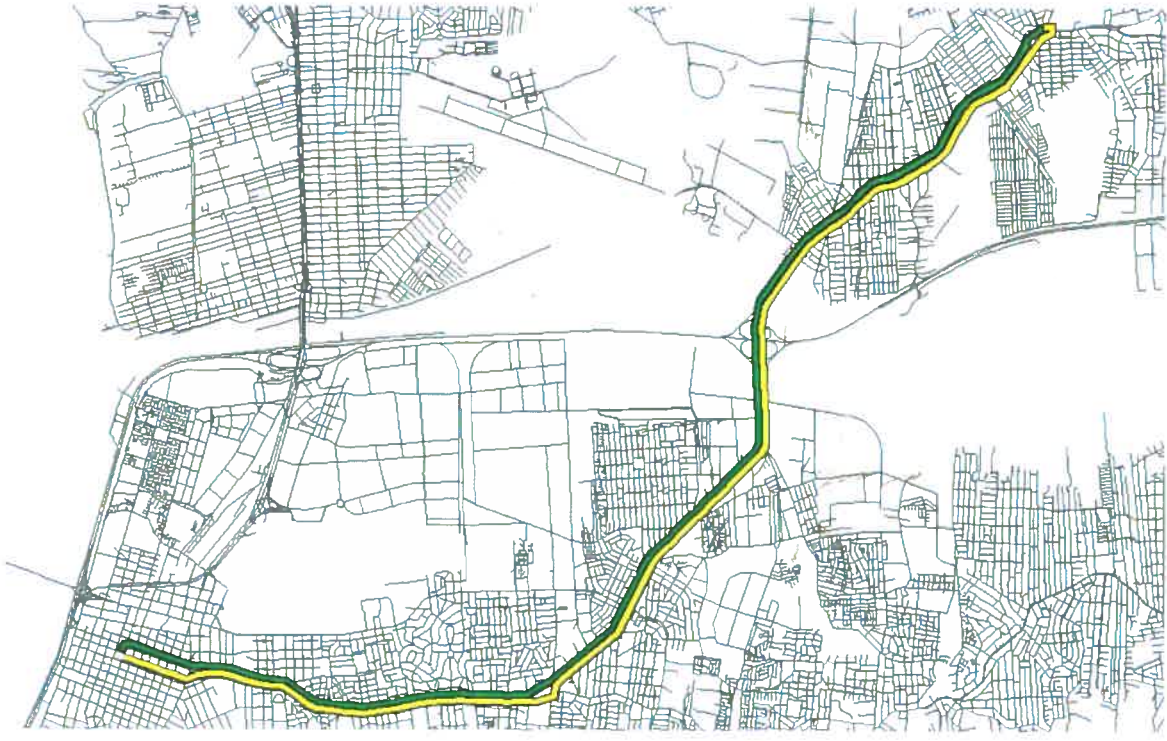


Figura 6.21 – TM6 - Troncal Cachoeirinha Assis Brasil

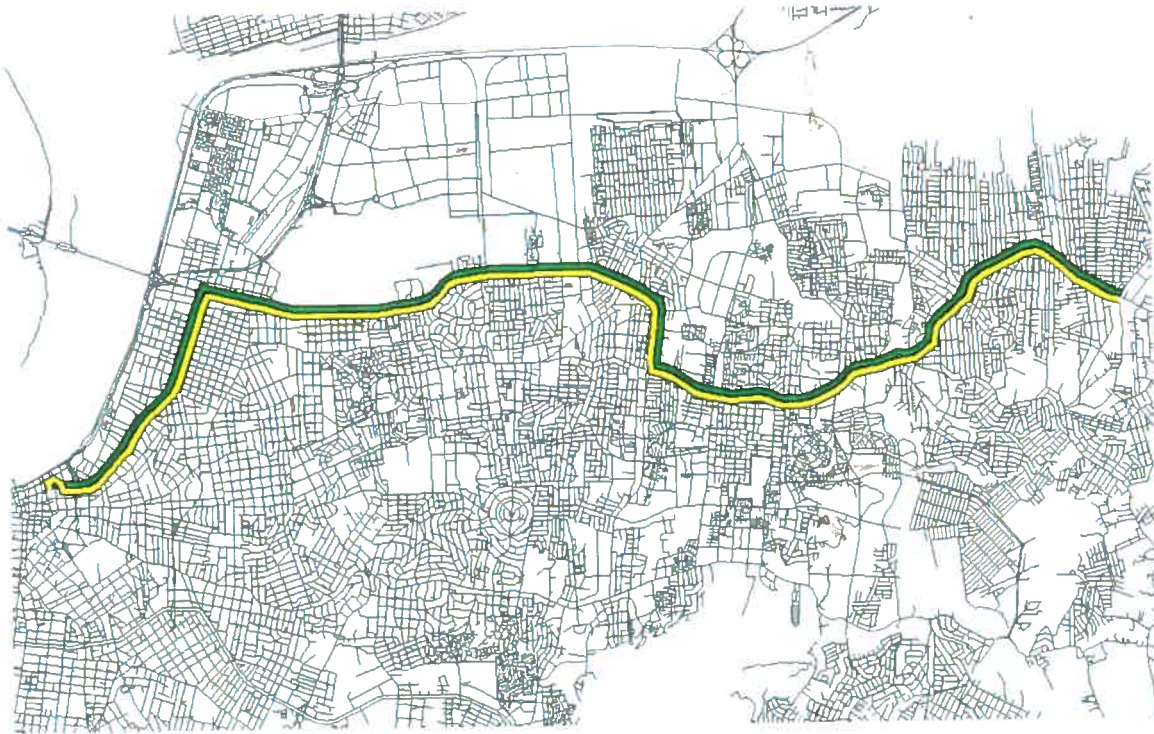


Figura 6.22 – TM7 - Troncal Alvorada Sertório

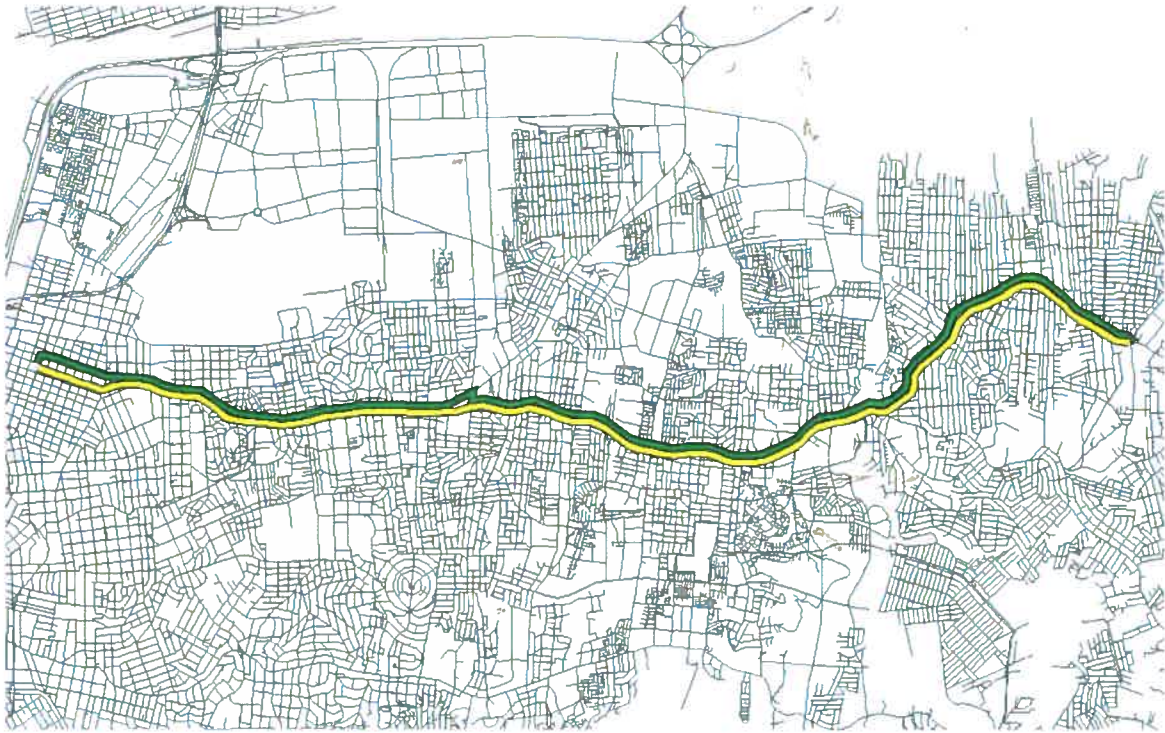


Figura 6.23 – TM8 - Troncal Alvorada Assis Brasil

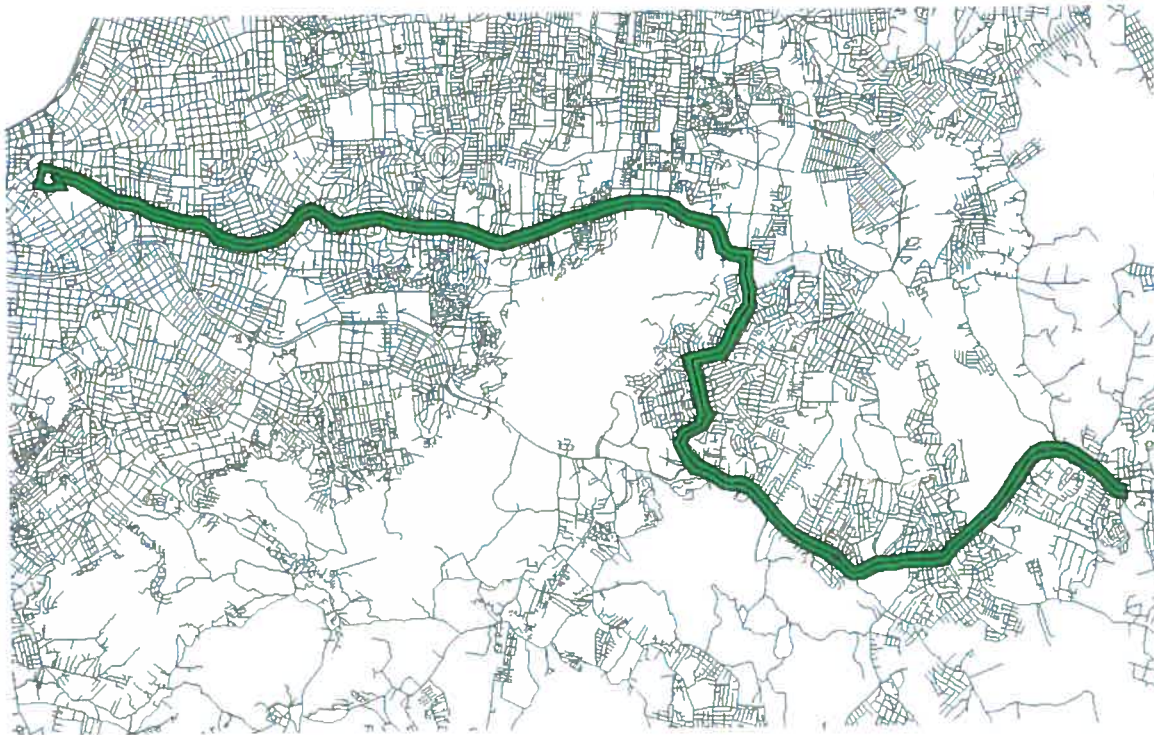


Figura 6.25 – TM10 - Troncal Viamão Protásio



Figura 6.28 – TM13 - Troncal Eldorado do Sul

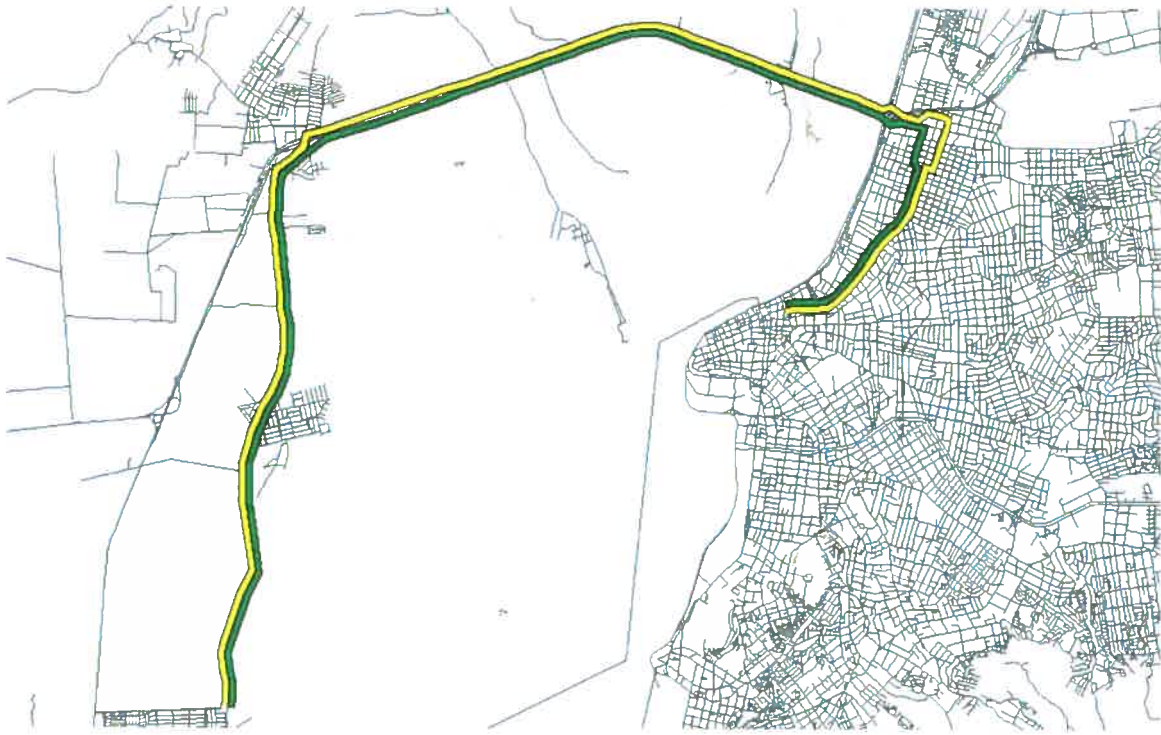


Figura 6.29 – TM14 - Troncal Guaíba Estrada do Conde

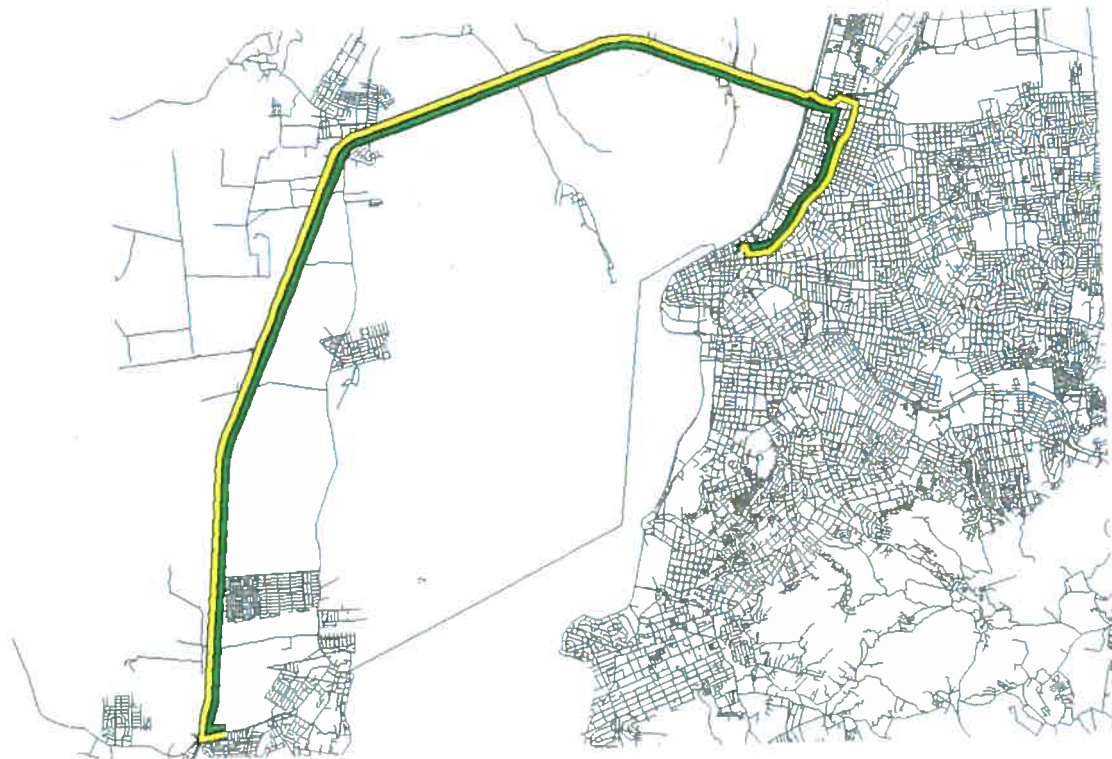


Figura 6.30 – TM15 - Troncal Guaíba BR-116

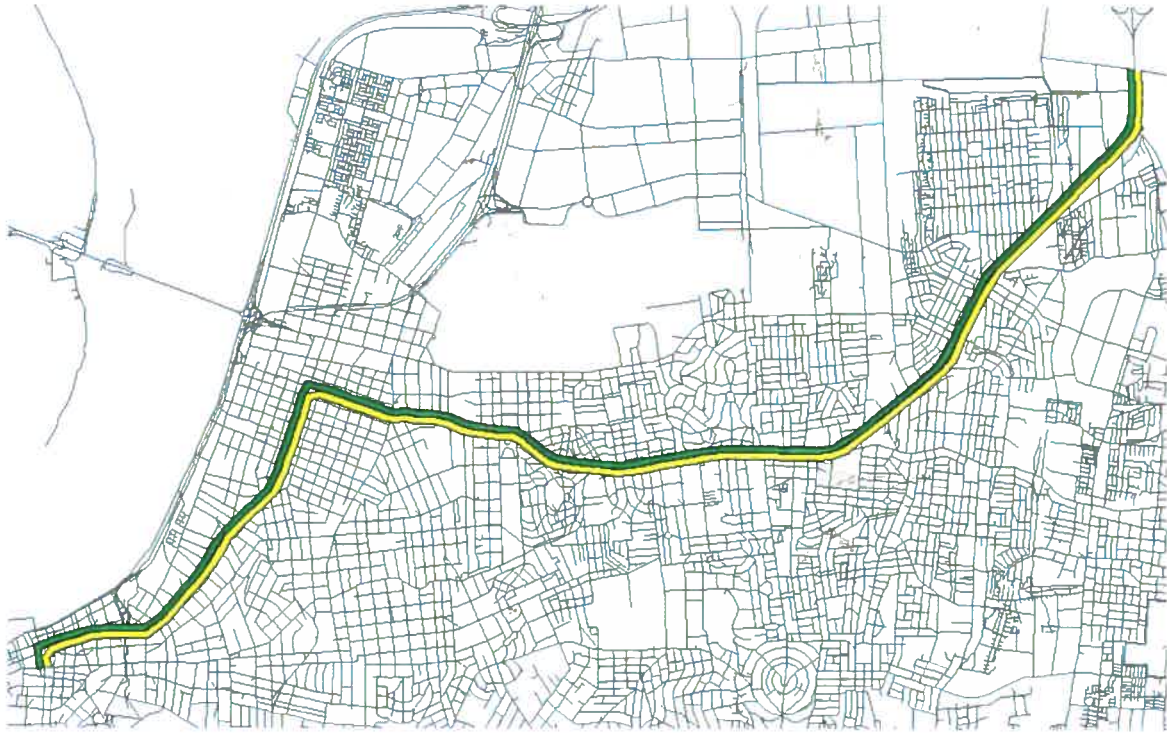


Figura 6.31 – Metro 2 – Metrô FIERGS Centro

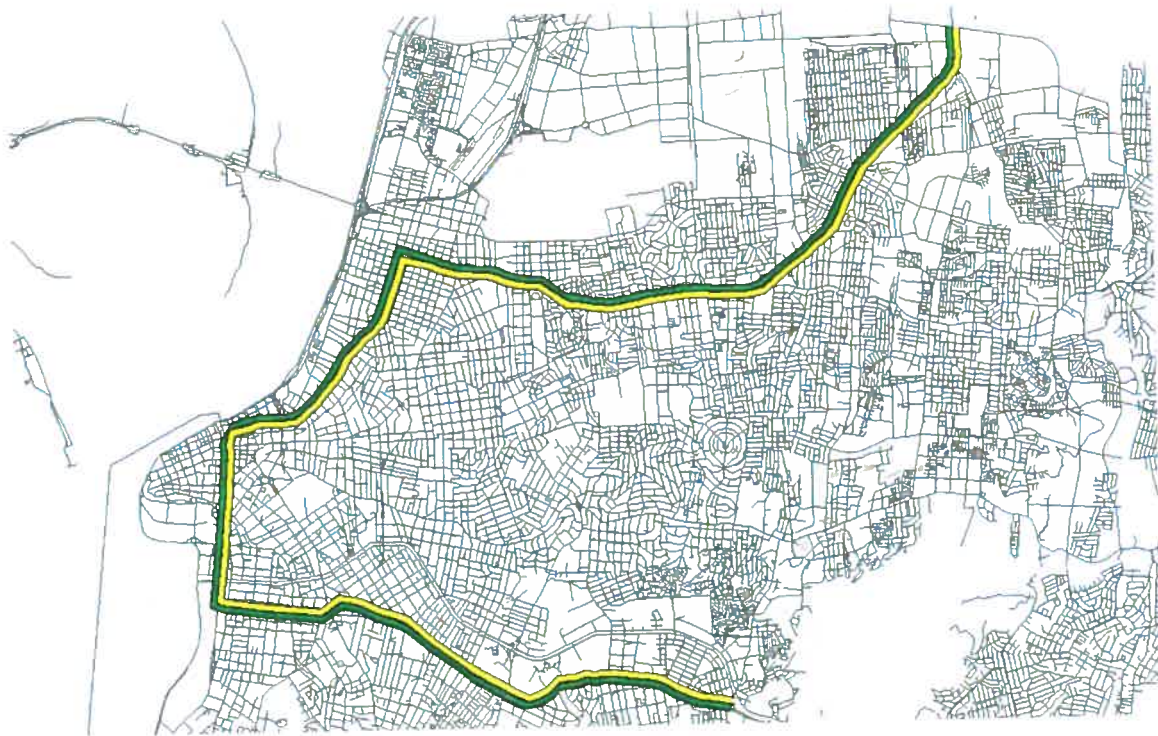


Figura 6.32 – Metro 2A – Metrô FIERGS Antônio de Carvalho

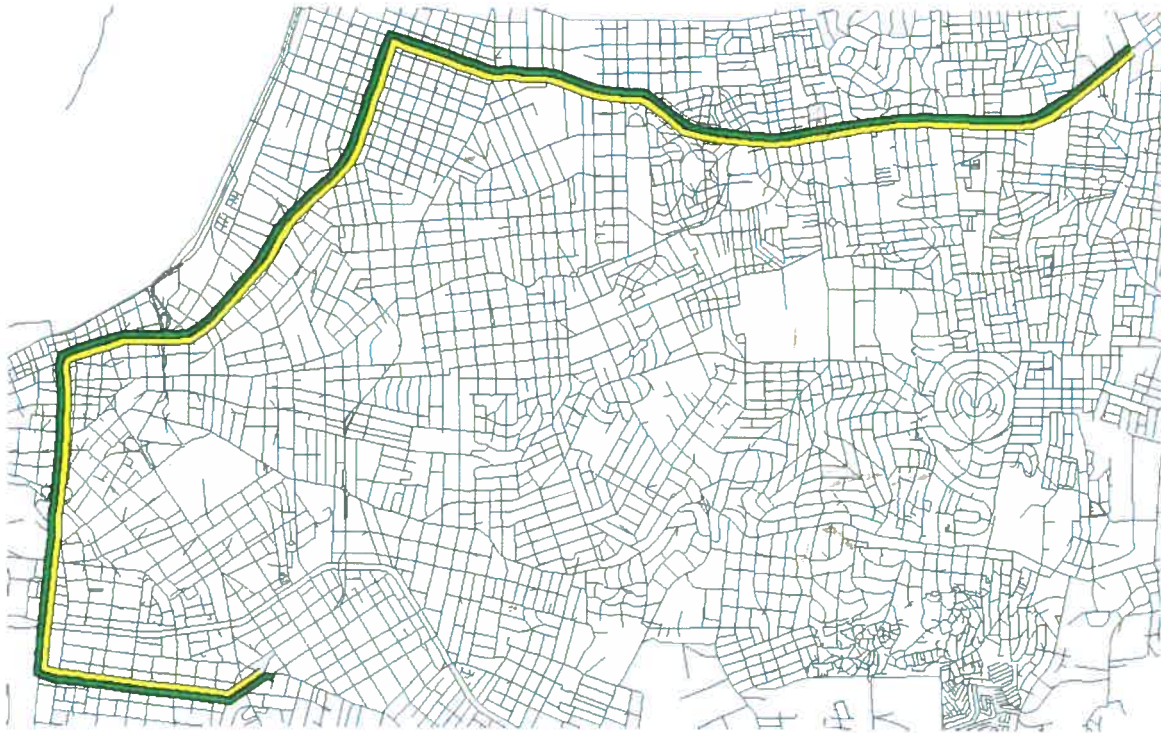


Figura 6.33 – Metro 3 – Metrô Sertório Azenha

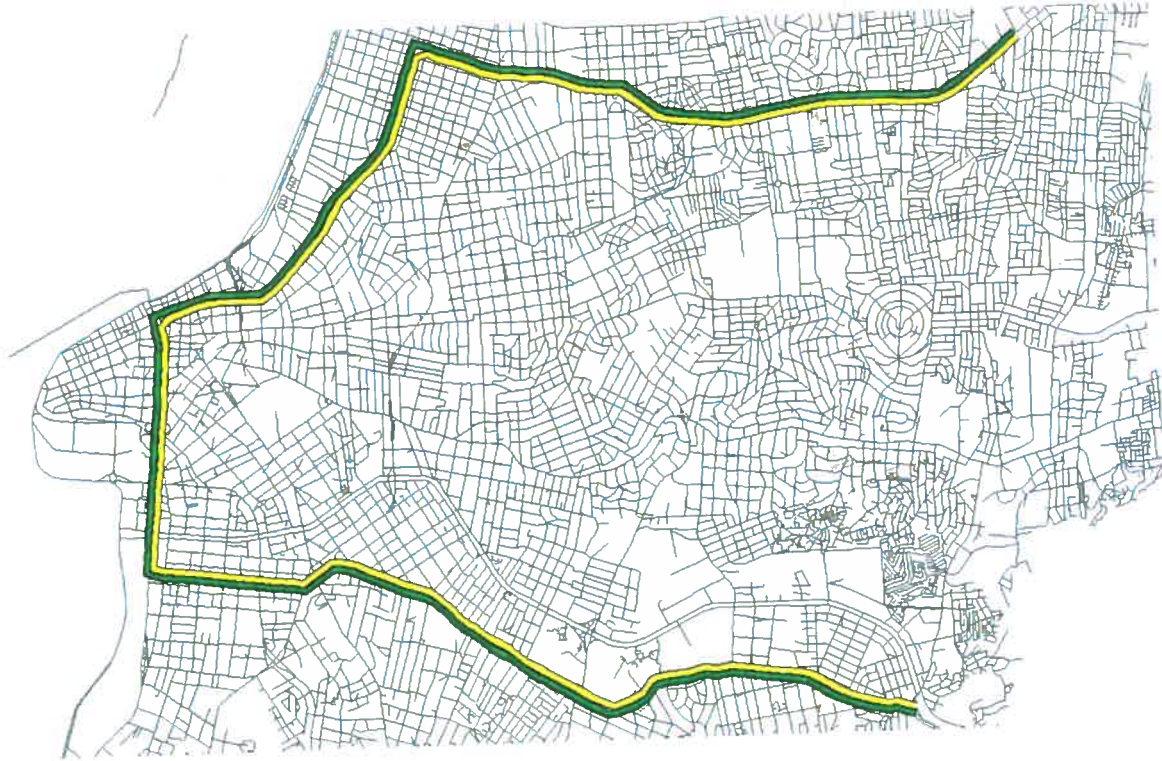


Figura 6.34 – Metro 3A – Metrô Sertório Antônio de Carvalho

8 APÊNDICE II - PRÉ-DIMENSIONAMENTO DAS ESTAÇÕES DOS CORREDORES BRT

Esse capítulo apresenta os resultados do dimensionamento preliminar das estações para os 3 corredores prioritários:

- Corredor Protásio Alves;
- Corredor Bento Gonçalves;
- Corredor Padre Cacique.

O Trecho avaliado do Corredor Protásio Alves inclui as Avenidas Osvaldo Aranha e Protásio Alves até a Estação de Integração Manuel Elias e possui 21 estações convencionais. O Trecho avaliado do Corredor Bento Gonçalves inclui as Avenidas João Pessoa e Bento Gonçalves até a Estação de Integração Antônio de Carvalho e possui 21 estações convencionais. O Trecho Avaliado do Corredor Padre Cacique inclui as Avenidas Borges de Medeiros, Padre Cacique e Pinheiro Borda terminando na Estação de Integração do Cristal e possui 13 estações.

A Figura 7.1e a Tabela 6.1 indicam a localização das estações consideradas no dimensionamento, identificando o corredor do qual elas fazem parte e o nome de cada uma.

O pré-dimensionamento foi realizado com o objetivo de definir o número de plataformas de embarque e desembarque necessários para o bom funcionamento das estações e avaliar a área para espera e circulação dos passageiros e a quantidade de bloqueios necessários para uma operação confortável para os seus usuários.

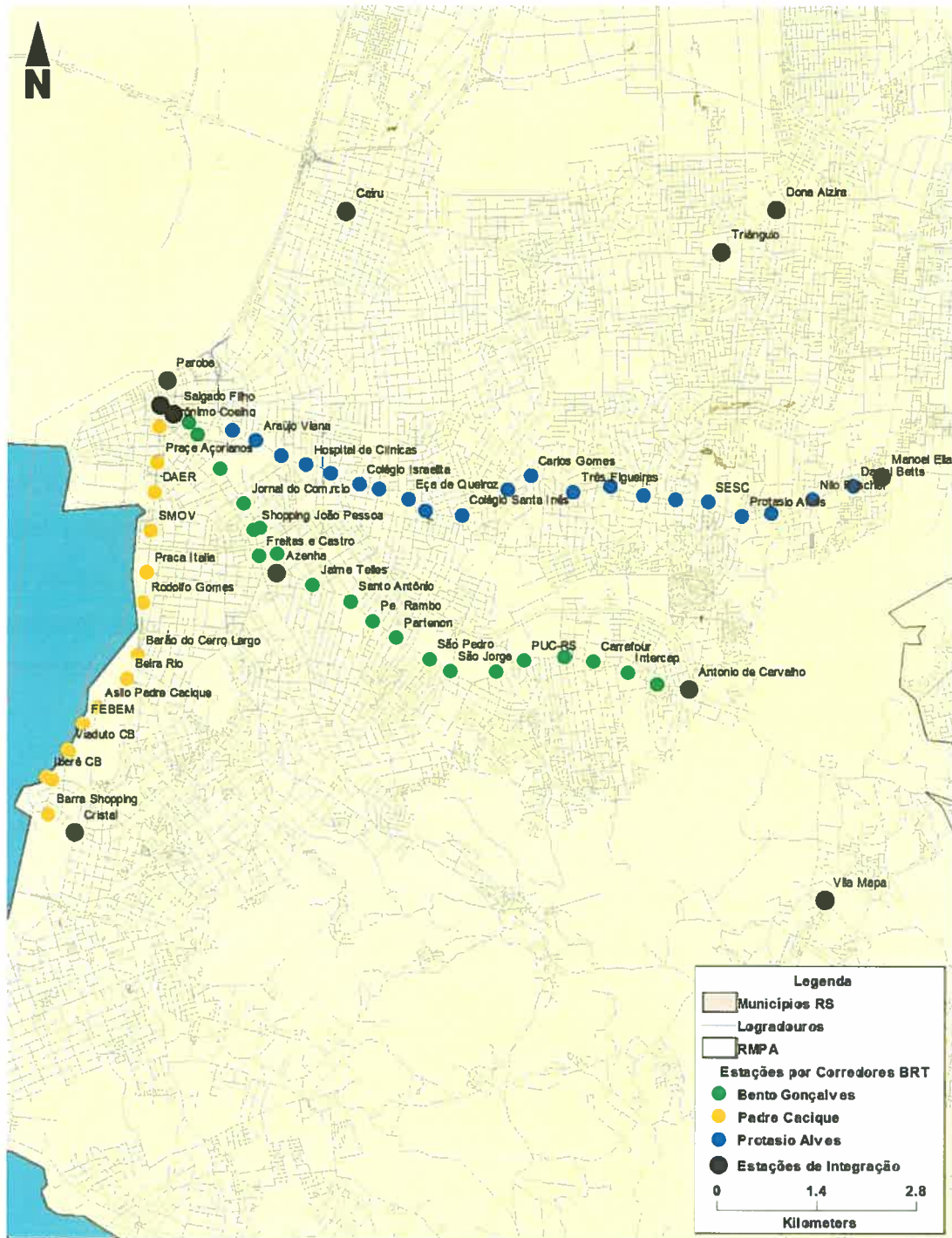


Figura 7.1 – Localização das estações

Tabela 8.1 – Relação das estações

Corredor	Tipo	Nome Estação	Ordem	Localização
Bento Gonçalves	Estação Integração	Salgado Filho	1	Salgado Filho
	Estação	Praça Raul Pila	2	João Pessoa entre a Duque de Caxias e a Desembargador Andre da Rocha
	Estação	Universidade	3	João Pessoa x Avaí
	Estação	Touring	4	João Pessoa x Luiz Afonso
	Estação	Jornal do Comércio	5	João Pessoa x Olavo Bilac
	Estação	Shopping João Pessoa	6	Azenha x Praça Piratini
	Estação	Freitas e Castro	7	Azenha x Prof Freitas de Castro
	Estação	Júlio de Castilhos	8	João Pessoa x Praça Piratini
	Estação	Inácio Montanha	9	João Pessoa x Leopoldo Bier
	Estação Integração	Azenha	10	Bento Gonçalves x Azenha
	Estação	Jaime Telles	11	Bento Gonçalves x Fagundes Varela

Corredor	Tipo	Nome Estação	Ordem	Localização
	Estação	Santo Antônio	12	Bento Gonçalves x Euclides da Cunha
	Estação	Pe. Rambo	13	Bento Gonçalves entre Gonçalves Ledo e a Machado de Assis
	Estação	Partenon	14	Bento Gonçalves x Tobias Barreto
	Estação	São Pedro	15	Bento Gonçalves x Batista Xavier
	Estação	São Jorge	16	Bento Gonçalves x Cel Aparicio Borges
	Estação	Sanatório	17	Bento Gonçalves x Rocio
	Estação	PUC-RS	18	Bento Gonçalves x Juarez Tavora
	Estação	Cristiano Fischer	19	Bento Gonçalves x Vidal de Negreiros
	Estação	Carrefour	20	Bento Gonçalves x Primeiro de Setembro
	Estação	Intercap	21	Bento Gonçalves x Avelias Cirne Lima
	Estação	Rafael Clark	22	Bento Gonçalves x Rafael Clark
	Estação Integração	Antonio de Carvalho	23	Bento Gonçalves x Antônio de Carvalho

Corredor	Tipo	Nome Estação	Ordem	Localização
Padre Cacique	Estação	Salgado Filho	1	Salgado Filho
	Estação	Jerônimo Coelho	2	Borges de Medeiros x Jerônimo Coelho
	Estação	Praça Açorianos	3	Borges de Medeiros x Cel Genuino
	Estação	DAER	4	Borges de Medeiros entre Praia de Belas e Aureliano de Figueiredo Pinto
	Estação	SMOV	5	Borges de Medeiros entre Dolores Alcaraz Caldas e Eng Guilherme Gaudenzi
	Estação	Praça Itália	6	Borges de Medeiros x Cecília Meireles
	Estação	Rodolfo Gomes	7	Borges de Medeiros x Dr Alter Cintra de Oliveira
	Estação	Barão do Cerro Largo	8	Padre Cacique x Borges de Medeiros
	Estação	Beira Rio	9	Padre Cacique x Otavio Dutra
	Estação	Asilo Padre Cacique	10	Padre Cacique - Em frente ao Beira Rio

Corredor	Tipo	Nome Estação	Ordem	Localização
	Estação	FEBEM	11	Padre Cacique - Em frente a FEBEM
	Estação	Viaduto BC	12	Padre Cacique x Pinheiro Borda x Taquari
	Estação	Viaduto CB	13	Padre Cacique x Pinheiro Borda x Taquari
	Estação	Iberê CB	14	Padre Cacique - Em frente ao Iberê Camargo
	Estação	Iberê BC	15	Pinheiro Borda entre Padre Cacique e Taquari
	Estação	Barra Shopping	16	Padre Cacique x Pinheiro Borda x Chuí
	Estação Integração	Cristal	17	Icaraí x Chuí
Protásio Alves	Estação Integração	Parobé	1	Julio de Castilhos x Visconde do Cairú
	Estação	Rodoviária	2	Rodoviária
	Estação	Instituto de Educação	3	Oswaldo Aranha x Dr Barros Cassal
	Estação	Araújo Viana	4	Oswaldo Aranha x Cauduro
	Estação	HPS	5	Oswaldo Aranha x José Bonifácio

Corredor	Tipo	Nome Estação	Ordem	Localização
	Estação	Hospital de Clínicas	6	Protasio Alves x Giordano Bruno
	Estação	Colégio Americano	7	Protasio Alves x Dr. Alcides Cruz
	Estação	Colégio Israelita	8	Protasio Alves x São Vicente
	Estação	Vicente da Fontoura	9	Protasio Alves x Vicente da Fontoura
	Estação	Eça de Queiroz	10	Protasio Alves x Eça de Queiroz
	Estação	João Abott	11	Protasio Alves x Prof Langedonck
	Estação	Colégio Santa Inês	12	Protasio Alves x Felizardo Furtado
	Estação	Alto Petrópolis	13	Protasio Alves x Heretiano Rocha
	Estação	Carlos Gomes	14	Protasio Alves x Carlos Gomes
	Estação	Três Figueiras	15	Protasio Alves x Ruperti
	Estação	Bom Jesus	16	Protasio Alves x Camélias

Corredor	Tipo	Nome Estação	Ordem	Localização
	Estação	Vila Jardim	17	Protasio Alves x Conde da Figueira
	Estação	São Domingos	18	Protasio Alves x Seival
	Estação	SESC	19	Protasio Alves x Sargento Manoel Raymundo Soares
	Estação	Protasio Alves	20	Protasio Alves x Antonio Carvalho
	Estação	Ary Tarragô	21	Protasio Alves x Eucides Tricges
	Estação	Nilo Ruschel	22	Protasio Alves x Nilo Ruschel
	Estação	Daniel Betts	23	Protasio Alves x Daniel Betts
	Estação Integração	Manoel Elias	24	Protasio Alves x Manoel Elias

8.1 QUANTIDADE DE PLATAFORMAS EM CADA ESTAÇÃO

O número de plataformas necessário para uma estação é estimado pela equação:

$$n = \frac{\sum TM_i + \sum TE_i + \sum TD_i}{3600 \cdot x}$$

n = número de plataformas necessárias (arredondado para o inteiro superior)

TM_i = tempo morto do veículo “i” (soma dos tempos de parada, abertura das portas, fechamento das portas e aceleração em segundos, tipicamente igual a 10 segundos)

TE_i = tempo de embarque dos passageiros no veículo “i” (soma dos tempos de embarque de todos os passageiros)

TD_i = tempo de desembarque dos passageiros no veículo “i” (soma dos tempos de desembarque de todos os passageiros)

x = grau de saturação de uma plataforma (corresponde ao tempo máximo que uma plataforma fica ocupada)

Segundo o Manual do BRT elaborado pelo Institute for Transportation and Development Policy (ITDP) em 2007 e publicado no Brasil em 2008 pelo Ministério das Cidades, o grau de saturação de uma plataforma não deve ser superior a 0,4. Acima desse valor as plataformas começam a apresentar problemas de instabilidade que afetam a velocidade operacional do corredor.

Considerando que mais de uma linha use a plataforma, os tempos mortos, os tempos de embarque e os tempos de desembarque são calculados pelas equações a seguir:

$$TM = \sum 10 \cdot f_i$$

Onde:

TM = tempo morto da plataforma

f_i = frequência da linha "i" (veículos por hora por sentido)

$$TE = \sum \frac{te_i \cdot E_i}{np_i}$$

$$TD = \sum \frac{td_i \cdot D_i}{np_i}$$

Onde:

TE = tempo de embarque na plataforma

te_i = tempo de embarque de um passageiro nos veículos que operam na linha "i" (segundos)

E_i = quantidade de pessoas embarcando na linha "i" na plataforma (passageiros por hora por sentido)

np_i = número de canais de embarque (portas) disponíveis nos veículos da linha "i"

TD = tempo de desembarque na plataforma

td_i = tempo de desembarque de um passageiro nos veículos que operam na linha "i" (segundos)

D_i = quantidade de pessoas desembarcando na linha "i" na plataforma (passageiros por hora por sentido)

np_i = número de canais de desembarque (portas) disponíveis nos veículos da linha "i"

A equação indica que a quantidade de plataformas necessárias em cada estação depende dos seguintes fatores:

- Capacidade dos veículos - para uma dada demanda, a capacidade dos veículos define a frequência das linhas. Assim, a utilização de veículos maiores reduz a quantidade de

veículos operando no corredor o que reduz o tempo morto e aumenta a capacidade das estações;

- Altura do piso dos veículos e das plataformas e local de pagamento da tarifa – esses três fatores em conjunto influenciam no tempo de embarque. Acesso em nível (sem escadas) e pagamento fora do veículo permitem os menores tempos de embarque. Acesso em desnível (com escadas) e pagamento dentro do veículo implicam nos maiores tempos de embarque e desembarque. Quanto menores os tempos de embarque e desembarque maior a capacidade das estações;
- Quantidade de portas dos veículos – quanto maior o número de portas menor o tempo gasto nas operações de embarque e desembarque. A quantidade de portas do veículo é especialmente importante nas paradas em que ocorre grande quantidade de embarques e desembarques.

A Tabela 6.2 apresenta os tempos de embarque e desembarque segundo os tipos de veículo e plataforma. Essa tabela foi do adaptado de Vuchic (2001). A princípio os veículos que serão utilizados terão piso baixo e as plataformas serão baixas. Nesses casos, a Tabela 6.2 recomenda um valor de tempo de embarque por canal de 0,9 segundos. Como ainda não existe definição do modelo de veículo que será utilizado e entre os veículos existe diferença entre a largura das portas, o tamanho das caixas das rodas, etc. Foi adotado um tempo de embarque e desembarque igual a 1 segundo.

Tabela 8.2 – Tempos de embarque e desembarque segundo o tipo de veículo e de plataforma

Veículo	Altura do veículo/ Altura da plataforma	Passageiros por segundo por canal	Canais por veículo	Passageiros por segundo por veículo
Padrão	alto/baixa	0,4	4	1,7
Articulado	alto/baixa	0,5	6	3,0
Articulado	alto/alta	0,9	6	5,6
Articulado	baixo/baixa	0,9	6	5,6
Articulado	alto/alta	0,9	8	7,5
Articulado	baixo/baixa	0,9	8	7,5
Articulado*	alto/alta	1,2	6	7,1
Articulado*	alto/alta	1,2	8	9,5

(*) esses casos utilizam taxas de embarque por canal semelhantes às encontradas no metrô.

Como existe alguma incerteza com relação as características da frota a ser adotada, o dimensionamento da quantidade de plataformas foi realizado considerando a variação dos seguintes fatores:

- Tamanho do veículo:
 - Ônibus Articulado com 16 m de comprimento e capacidade para 120 passageiros;
 - Ônibus Biarticulado com 26,7 m de comprimento e capacidade para 190 passageiros;

Tabela 8.3 – Cenários de Dimensionamento das Plataformas

Cenário	Grau de saturação	Tamanho do Veículo	Número de Portas
Art-2portas-0,3	0,3	Articulado – 120 lugares	2 portas
Art-4portas-0,3	0,3	Articulado – 120 lugares	4 portas
Bi-2portas-0,3	0,3	Biarticulado – 190 lugares	2 portas
Bi-4portas-0,3	0,3	Biarticulado – 190 lugares	4 portas
Art-2portas-0,4	0,4	Articulado – 120 lugares	2 portas
Art-4portas-0,4	0,4	Articulado – 120 lugares	4 portas
Bi-2portas-0,4	0,4	Biarticulado – 190 lugares	2 portas
Bi-4portas-0,4	0,4	Biarticulado – 190 lugares	4 portas

A Tabela 6.4 apresenta a quantidade necessária de plataforma por estação para os 8 cenários avaliados. Nessa tabela também estão indicados para cada estação, a quantidade de embarques e desembarques e a frequência (considerando ônibus articulados ou

biarticulados). Para o dimensionamento das estações foram usados os dados de das simulações da rede R01, sistema tarifário T01 para o ano de 2015. Os dados de embarque e desembarque e as frequências em cada estação correspondem ao período crítico (hora do dia mais carregada).

As frequências utilizadas nos cálculos do dimensionamento foram arredondadas de forma a serem divisores de 60. Assim, se uma linha tinha uma frequência de 17 ônibus por hora foi utilizado uma frequência de 20.

Tabela 8.4 – Quantidade de Plataformas por Estação

Corredor	Estação	Ordem	E	D	Total	Frequência Articulado	Frequência Biarticulado	Art-2portas-0,3	Art-4portas-0,3	Bi-2portas-0,3	Bi-4portas-0,3	Art-2portas-0,4	Art-4portas-0,4	Bi-2portas-0,4	Bi-4portas-0,4
João Pessoa	Salgado Filho	1	4.321	5.843	5.800	100	67	4	3	4	2	3	2	3	2
	Praça Raul Pila	2	1.382	2.514	2.700	100	67	3	2	2	2	2	2	2	1
	Universidade	3	88	308	300	100	67	2	1	1	1	1	1	1	1
	Touring	4	1.458	1.573	3.000	140	90	3	2	3	2	3	2	2	2
	Jornal do Comércio	5	1.547	1.638	2.200	140	90	3	2	2	2	2	2	2	2
	Shopping João Pessoa	6	89	359	400	140	90	2	2	2	1	2	2	1	1
	Freltas e Castro	7	2.348	1.681	4.000	160	105	4	3	3	2	3	2	3	2
	Júlio de Castilhos	8	454	1.027	1.500	140	90	2	2	2	2	2	2	2	1
	Inácio Montanha	9	1.171	2.021	3.200	150	102	3	3	3	2	3	2	2	2
Bento Gonçalves	Azenha	10													
	Jaime Telles	11	488	502	900	90	60	2	2	1	1	1	1	1	1
	Santo Antônio	12	323	407	500	90	60	2	1	1	1	1	1	1	1
	Pe. Rambo	13	394	561	700	90	60	2	1	1	1	1	1	1	1
	Partenon	14	308	374	600	90	60	2	1	1	1	1	1	1	1
	São Pedro	15	181	235	400	90	60	2	1	1	1	1	1	1	1
	São Jorge	16	1.702	1.805	3.500	90	60	3	2	3	2	2	2	2	2
	Sanatorio	17	2.226	1.366	2.500	120	80	3	2	2	2	2	2	2	1
	PUC-RS	18	248	908	900	120	80	2	2	2	1	2	1	1	1
	Cristiano Fischer	19	617	786	1.100	120	80	2	2	2	1	2	2	1	1
	Carrefour	20	444	849	1.000	120	80	2	2	2	1	2	2	1	1
	Intercap	21	275	554	600	120	80	2	2	2	1	2	1	1	1
	Rafael Clark	22	584	615	900	120	80	2	2	2	1	2	1	1	1
	Antonio de Carvalho	23													

Corredor	Estação	Ordem	E	D	Total	Frequência Articulado	Frequência Biarticulado	Art-2portas-0,3	Art-4portas-0,3	Bi-2portas-0,3	Bi-4portas-0,3	Art-2portas-0,4	Art-4portas-0,4	Bi-2portas-0,4	Bi-4portas-0,4
Padre Cacique	Salgado Filho	1	4.321	5.843	5.843	100	67	4	3	4	7	3	7	3	7
	Jerônimo Coelho	7	4.589	2.102	4.600	100	67	4	7	3	7	3	7	3	7
	Praça Açorianos	3	1.249	635	1.400	100	67	7	7	7	1	7	1	1	1
	DAER	4	349	222	400	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1
	SMOV	5	274	497	500	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1
	Praça Itália	6	220	204	300	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1
	Rodolfo Gomes	7	108	601	700	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1
	Barão do Cerro Largo	8	61	146	700	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1
	Beira Rio	9	43	220	300	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1
	Asilo Padre Cacique	10	83	155	200	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1
	FEBEM	11	92	151	700	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1
	Viaduto BC	12	0	0	0	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1
	Viaduto CB	13	0	0	0	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1
	Iberê BC	14	57	53	100	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1
	Iberê CB	15	67	55	100	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1
	Barra Shopping	16	203	181	400	50	30	1	1	1	1	1	1	1	1
	Cristal	17													
Protasio Alves	Rodoviária	1	634	1.788	2.400	60	35	7	7	7	1	7	1	7	1
	Instituto de Educação	7	1.272	2.385	3.100	90	50	3	7	7	7	7	7	7	1
	Araújo Viana	3	273	1.125	1.200	90	50	7	7	7	1	7	1	1	1
	HPS	4	629	880	1.000	90	50	7	7	1	1	1	1	1	1
	Hospital de Clínicas	5	516	713	1.200	110	65	7	7	7	1	7	1	1	1
	Colégio Americano	6	429	576	1.000	130	80	7	7	7	1	7	7	1	1
	Colégio Israelita	7	306	455	700	130	80	7	7	7	1	7	7	1	1
	Vicente da Fontoura	8	170	400	500	130	80	7	7	1	1	7	1	1	1
	Eça de Queiroz	9	332	527	700	130	80	7	7	7	1	7	7	1	1
	João Abott	10	205	286	400	130	80	7	7	1	1	7	1	1	1
	Colégio Santa Inês	11	440	775	1.000	130	80	7	7	7	1	7	7	1	1
	Alto Petrópolis	12	323	550	700	130	80	7	7	7	1	7	7	1	1
	Carlos Gomes	13	1.201	2.625	3.800	130	80	3	3	3	7	3	7	7	7
	Três Figueiras	14	707	526	1.000	130	80	7	7	7	1	7	7	1	1
	Bom Jesus	15	373	335	600	130	80	7	7	7	1	7	7	1	1
	Vila Jardim	16	126	126	300	130	80	7	7	1	1	7	1	1	1
	São Domingos	17	1.214	1.349	1.600	130	80	7	7	7	7	7	7	7	1
	SESC	18	342	524	600	130	80	7	7	7	1	7	7	1	1
	Protasio Alves	19	2.092	2.357	4.400	160	95	4	3	3	7	3	7	3	7
	Ary Tarragô	20	229	80	300	110	65	7	7	1	1	1	1	1	1
	Nilo Ruschel	21	245	534	500	110	65	7	7	1	1	1	1	1	1
	Daniel Betts	22	563	760	800	110	65	7	7	1	1	7	1	1	1
	Manoel Elias	23													

O nível de saturação representa o percentual do tempo em que a estação estará ocupada. O Manual do BRT recomenda que se utilize no dimensionamento um nível de saturação igual ou menor a 0,4. Entretanto, o dimensionamento das estações com grau de saturação 0,3 garante maior conforto para os usuários e possibilita absorver futuros aumentos de demanda, sem comprometer a capacidade das estações e dos corredores.

A utilização de veículos com 2 portas (seja articulado ou biarticulado) diminui a capacidade das estações exigindo um maior número de baias por estação. Nos 2 cenários que utilizam veículos com 2 portas e consideram o nível de saturação 0,3 existe a necessidade de 4 baias

em algumas estações. Mesmo aumentando o grau de saturação das baias para 0,4, quando são usados veículos de 2 portas continua sendo necessário implantar estações com 4 baias. Utilizar veículos com 4 portas aumenta significativamente a capacidade das estações. Como em muitos locais a área que será utilizada para estações é limitada, é recomendável a utilização de veículos de 4 portas.

Embora o uso de ônibus biarticulados de 4 portas garanta que todas as estações possam operar com apenas 2 baias, é possível operar o sistema com uma frota mista composta por ônibus articulado e biarticulado simultaneamente. Dos 3 corredores analisados, o corredor da Avenida Padre Cacique tem uma demanda menor e poderia operar apenas com ônibus articulados e com 2 baias em todas as estações. Entretanto, como parte das linhas que operam no corredor Padre Cacique também operam em um trecho do corredor Bento Gonçalves, essa questão deverá ser melhor analisada durante a elaboração do projeto operacional.

Foram identificadas estações que exigiriam 3 baias para operar com ônibus articulados:

- Salgado Filho – corredor Bento Gonçalves;
- Freitas e Castro – corredor Bento Gonçalves;
- Inácio Montanha – corredor Bento Gonçalves;
- Carlos Gomes – corredor Protasio Alves;
- Protasio Alves – corredor Protasio Alves.

Nesses corredores as linhas mais carregadas poderão operar com biarticulados, diminuindo assim a necessidade de 3 baias nas estações. Essa decisão depende da área disponível para as estações. Entretanto é indispensável em um sistema que opera com ônibus de 2 tipos que as portas dos ônibus articulados e biarticulados tenham distâncias compatíveis entre si para viabilizar o uso da mesma estação.

8.2 TAMANHOS DAS ESTAÇÕES

A Figura 7.2 apresenta a planta baixa de um módulo de estação projetado. A largura de cada módulo foi fixada em 2,5 metros, pois essa é a área máxima disponível nos corredores que já estão em operação hoje (Protasio Alves e Bento Gonçalves).

Segundo esse projeto, o módulo com 1 baia para embarque e desembarque terá cerca de 30 metros de comprimento, pois, conforme indicado na Figura 6.2 ele é composto por:

- 4 módulos de união: conecta os demais tipos de módulos;
- 1 módulo de acesso: é o módulo onde ocorre a entrada à estação. Nessa área existe espaço para a venda de passagens e para as 2 cancelas de entrada (1 exclusiva para Portadores de Necessidades Especiais (PNE)).
- 2 módulos de parada de ônibus: é o módulo onde se localiza a área de espera e por onde os passageiros irão entrar e sair do ônibus. Em cada módulo de parada de ônibus está prevista 1 porta.

Já o módulo com 2 baias para embarque e desembarque terá cerca de 48,5 metros de comprimento, sendo composto por:

- 6 módulos de união: conecta os demais tipos de módulos;
- 1 módulo de acesso: é o módulo onde ocorre a entrada à estação. Nessa área existe espaço para a venda de passagens e para as 2 cancelas de entrada (1 exclusiva para Portadores de Necessidades Especiais (PNE)).
- 4 módulos de parada de ônibus: é o módulo onde se localiza a área de espera e por onde os passageiros irão entrar e sair do ônibus. Em cada módulo de parada de ônibus está prevista 1 porta.

As dimensões de cada módulo e das estações com 1 ou 2 baias estão apresentadas na Tabela 6.5.

Tabela 8.5 – Dimensão dos módulos das estações

Tipo de Módulo	Comprimento	Largura	Área
Módulo de Acesso	7,7	2,5	19,3
Módulo Parada de Ônibus	7,7	2,5	19,3
Módulo de União	1,8	2,5	4,5
Estação com 1 baía	30,3	2,5	75,8
Estação com 2 baias	49,3	2,5	123

As estações estão projetadas para atender veículos com 2 portas. Conforme indicado no item 8.1 Quantidade de plataformas em cada estação, a quantidade de portas nos veículos tem uma influencia significativa na capacidade dos corredores e na quantidade de baias necessárias por estação. Se recomenda que o projeto das estações seja modificado visando a utilização de veículos com 4 portas.

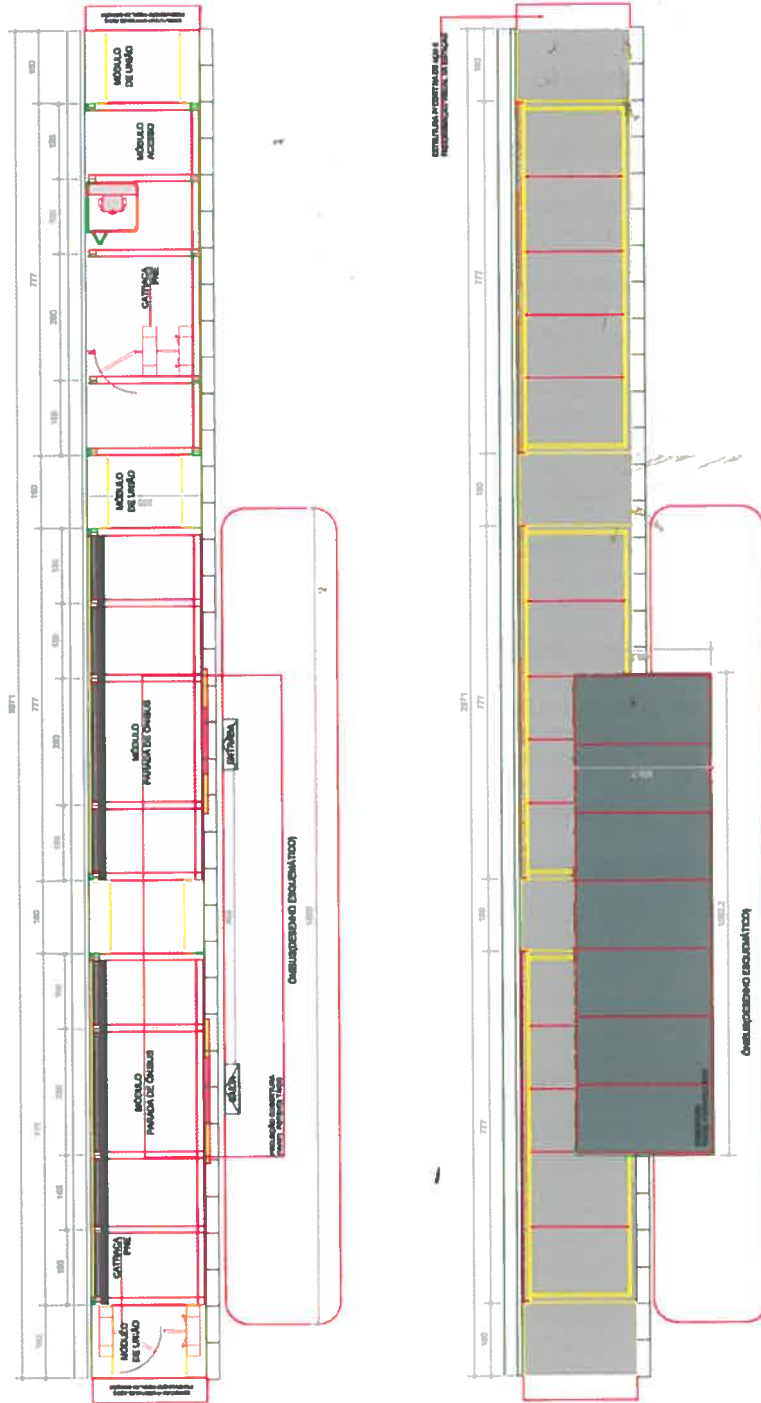


Figura 7.2 – Planta baixa do módulo da estação projetada

As estações devem ter área suficiente para acomodar os usuários que esperam na estação para embarcar e ter uma área destinada a circulação. Por isso, o tamanho das estações pode ser calculado através da equação abaixo:

$$L_{Plat} = 0,5 + L_{Esp} + L_{Circ}$$

Onde:

L_{Plat} = largura da plataforma;

L_{Esp} = largura para acomodar os passageiros esperando;

L_{Circ} = largura para circulação.

A largura para acomodar os passageiros esperando é função da frequência das linhas, do comprimento dos veículos e da densidade máxima de passageiros por metro desejada. Quanto maior a quantidade de pessoas por metro quadrado, pior é o conforto dos usuários do sistema e pior é a qualidade do serviço ofertado. O Manual do BRT sugere que se dimensione as estações considerando uma ocupação máxima de 3 pessoas por metro quadrado. O dimensionamento realizado nesse estudo utilizou esse valor para o dimensionamento das estações, além disso se considerou uma largura mínima de dimensionamento igual a 0,80 metros. Assim, a largura para acomodar os passageiros esperando é definida com base na equação abaixo:

$$L_{Esp} = \text{Máx} \left(\frac{PE}{F \cdot D_{Max} \cdot cvd \cdot co}; 0,8 \right)$$

Onde:

PE = total de passageiros embarcando na estação;

F = soma das frequências das linhas que utilizam a estação;

D_{Max} = densidade máxima de passageiros por m^2 (foi adotada a densidade máxima de 3 passageiros/ m^2 que corresponde ao nível de serviço C para áreas de espera de pedestres segundo o Highway Capacity Manual (HCM));

cvd = coeficiente de variabilidade da demanda (representa a variabilidade na taxa de chegada dos passageiros dentro do período de análise, nesse estudo foi adotado o valor de 0,6);

co = comprimento do ônibus (16 metros articulados e 23 metros para biarticulados).

Tabela 8.6 – Níveis de serviço para dimensionamento de área de espera de pedestres

Nível de Serviço	Densidade (pessoas/ m^2)
A	< 0,83
B	0,83 - 1,11
C	1,11 - 1,67
D	1,67 - 3,33
E	3,33 - 5,00
F	> 5,00

A largura de circulação é calculada em função da quantidade de passageiros embarcando e desembarcando em cada estação. Entretanto essa dimensão não pode ser inferior a 0,80 metros, que é a largura mínima para a passagem de uma pessoa confortavelmente. A equação utilizada para definir a largura de circulação está indicada abaixo:

$$L_{circ} = \text{Máx} \left(\frac{PE + PD}{2000}; 0,80 \right)$$

Onde:

PE = passageiros embarcando;

PD = passageiros desembarcando.

A Tabela 6.7 indica o dimensionamento do tamanho das estações para cada cenário avaliado. Nessa tabela está indicada a Largura de Espera, a Largura de Circulação e a Largura Total necessária por estação. Se forem utilizados os módulos já dimensionados com limite de largura de 2,5 metros (2 metros livres) diversas estações terão problemas de capacidade. Das estações estudadas, 8 necessitam de mais de 2 metros de largura para atender a demanda e 10 necessitam de mais de 2,5 metros.

Como em geral o problema de largura ocorre pela área de circulação, uma solução seria separar as duas plataformas de forma que cada uma delas tivesse acessos independentes. Com a separação das plataformas a quantidade de pessoas circulando na estação é reduzido, diminuindo a largura necessária para a circulação.

Tabela 8.7 – Dimensionamento do tamanho das estações

Corredor	Estação	Lespera								Lc ir c	Largura Estação							
		0,3	0,3 BI-2portas-0,3	BI-4portas-0,3	0,4	0,4 BI-2portas-0,4	BI-4portas-0,4											
João Pessoa	Salgado Filho	1,5	1,5	1,6	1,6	1,5	1,5	1,6	1,6	5, 6	7,1	7,1	7,2	7,2	7,1	7,1	7,2	7,2
João Pessoa	Praça Raul Pila	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2, 4	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
João Pessoa	Universi dade	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0, 8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
João Pessoa	Touring	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1, 6	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
João Pessoa	Jornal do Comérci o	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1, 6	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
João Pessoa	Shoppin g João Pessoa	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0, 8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
João Pessoa	Freitas e Castro	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2, 4	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2

Corredor	Estação	Lespera								Lc ir c	Largura Estação								
		0,3	0,3	Bi-2portas-0,3	Bi-4portas-0,3	0,4	0,4	Bi-2portas-0,4	Bi-4portas-0,4										
João Pessoa	Júlio de Castilhos	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
João Pessoa	Inácio Montanha	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Bento Gonçalves	Azenha																		
Bento Gonçalves	Jaime Telles	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Bento Gonçalves	Santo Antônio	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Bento Gonçalves	Pe. Rambo	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Bento Gonçalves	Partenon	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

Corredor	Estação	Lespera							Lc ir c	Largura Estação								
		0,3	0,3 Bi-2portas-0,3	Bi-4portas-0,3	0,4	0,4 Bi-2portas-0,4	Bi-4portas-0,4											
s									8									
Bento Gonçalves	São Pedro	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Bento Gonçalves	São Jorge	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2,4	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Bento Gonçalves	Sanatori o	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2,4	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Bento Gonçalves	PUC-RS	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Bento Gonçalves	Cristian o Fischer	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Bento Gonçalves	Carrefou r	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

Corredor	Estação	Lespera							Lc ir c	Largura Estação									
		0,3	0,3	Bi-2portas-0,3	Bi-4portas-0,3	0,4	0,4	Bi-2portas-0,4		Bi-4portas-0,4									
Bento Gonçalves	Intercap	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Bento Gonçalves	Rafael Clark	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Bento Gonçalves	Antonio de Carvalho																		
Padre Cacique	Jerônimo Coelho	1,6	1,6	1,7	1,7	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	5,6	5,6	5,7	5,7	5,6	5,6	5,7	5,7
Padre Cacique	Praça Açorianos	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Padre Cacique	DAER	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Padre	SMOV	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

Corredor	Estação	Lespera								Lc ir c	Largura Estação							
		0,3	0,3	BI-2portas-0,3	BI-4portas-0,3	0,4	0,4	BI-2portas-0,4	BI-4portas-0,4									
Cacique										8								
Padre Cacique	Praca Italia	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Padre Cacique	Rodolfo Gomes	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Padre Cacique	Barão do Cerro Largo	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Padre Cacique	Beira Rio	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Padre Cacique	Asilo Padre Cacique	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Padre Cacique	FEBEM	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Padre Cacique	Viaduto BC	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Padre	Viaduto	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

Corredor	Estação	Lespera							Lc ir c	Largura Estação								
		0,3	0,3	Bi-2portas-0,3	Bi-4portas-0,3	0,4	0,4	Bi-2portas-0,4		Bi-4portas-0,4								
Cacique	CB									8								
Padre Cacique	Iberê BC	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0, 8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Padre Cacique	Iberê CB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0, 8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Padre Cacique	Barra Shoppin g	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0, 8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	Rodovia ria	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1, 6	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Protasio Alves	Instituto de Educaçã o	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2, 4	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Protasio Alves	Araújo Viana	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0, 8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	HPS	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0, 8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

Corredor	Estação	Lespera								Lc ir c	Largura Estação								
		0,3	0,3	Bi-2portas-0,3	Bi-4portas-0,3	0,4	0,4	Bi-2portas-0,4	Bi-4portas-0,4										
Protasio Alves	Hospital de Clínicas	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	Colégio America no	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	Colégio Israelita	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	Vicente da Fontour a	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	Eça de Queiroz	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	João Abott	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	Colégio Santa Inês	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6

Corredor	Estação	Lespera							Lc ir c	Largura Estação								
		0,3	0,3 Bi-2portas-0,3	Bi-4portas-0,3	0,4	0,4 Bi-2portas-0,4	Bi-4portas-0,4											
Protasio Alves	Alto Petrópolis	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	Carlos Gomes	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2,4	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Protasio Alves	Três Figueiras	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	Bom Jesus	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	Vila Jardim	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	São Domingos	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Protasio Alves	SESC	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	Protasio Alves	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2,4	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2

Corredor	Estação	Lespera							Lc ir c	Largura Estação									
		0,3	0,3	BI-2portas-0,3	BI-4portas-0,3	0,4	0,4	BI-2portas-0,4		BI-4portas-0,4									
Protasio Alves	Ary Tarragô	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	Nilo Ruschel	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	Daniel Betts	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Protasio Alves	Manoel Elias																		

8.3 DIMENSIONAMENTO DOS ACESSOS

Para o dimensionamento dos acessos foram considerados 2 fatores;

- A quantidade de catracas necessárias nas entradas e saídas das estações;
- A área de estocagem necessária antes das catracas de entrada e depois das catracas de saída.

Para o dimensionamento das catracas foi utilizada a Teoria de Filas. Como os corredores BRT de Porto Alegre serão no centro das vias, será necessário que os usuários de transporte coletivo cruzem a via para chegar às estações. Como os corredores serão localizados em vias de fluxo elevado, as travessias para acesso as estações, serão semaforizadas. Os usuários de transporte coletivo utilizarão os passeios até as travessias, irão esperar o verde para atravessar, e por isso, chegarão em pelotão às catracas da estação. O pagamento será realizado nas catracas localizadas na entrada da estação. Dentro da estação as pessoas irão esperar o ônibus e quando o ônibus chegar embarcarão pela porta mais próxima. Quanto maior o número de portas mais rápido e organizado é o embarque e maior é a capacidade do corredor/estação.

A Tabela 6.9 e a Figura 7.3 apresentam para uma catraca a relação entre o volume de passageiros, o tempo médio de atraso (atraso médio do sistema) e a fila formada (fila 95% do tempo). Essa tabela foi elaborada considerando que o tempo médio de passagem pela catraca é de 2 segundos e que a chegada dos passageiros é aleatória. Observa-se que com volumes de até 500 passageiros por hora não ocorrem filas. Quando o sistema atinge 50% de sua capacidade (grau de saturação igual a 0,5) cada passageiro perde em média 4 segundos para passar a catraca e são esperadas filas de até 3 pessoas. Na medida em que o grau de saturação aumenta tanto as filas quanto os tempos de passagem na catraca aumentam rapidamente.

Tabela 8.8 – Relação entre o volume de passageiros e a fila em 1 catraca

Taxa Chegadas	Grau de Saturação	Fila 95%	Atraso Médio Sistema
100	0,06	0	2,118
200	0,11	0	2,250
300	0,17	0	2,400
400	0,22	0	2,571
500	0,28	1	2,769
600	0,33	1	3,000
700	0,39	1	3,273
800	0,44	1	3,600
900	0,50	3	4,000
1000	0,56	4	4,500
1100	0,61	5	5,143
1200	0,67	6	6,000
1300	0,72	8	7,200
1400	0,78	10	9,000
1500	0,83	15	12,000
1600	0,89	24	18,000
1700	0,94	51	36,000

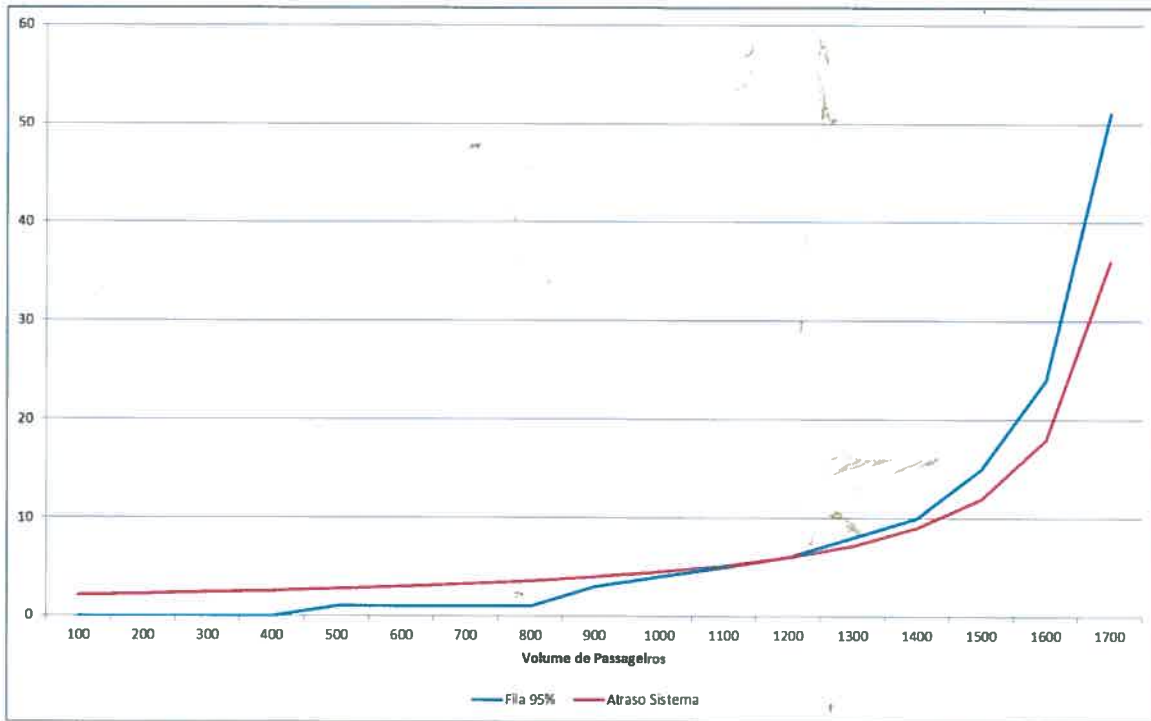


Figura 7.3 – Relação entre o volume de passageiros, a fila e o atraso no sistema

Os dados da tabela e da figura anteriores servem apenas como referência, pois na prática a chegada dos passageiros na estação não será aleatória. Conforme mencionado anteriormente, pela existência de semáforos para travessia os passageiros chegam em pelotão. Por isso, tanto as filas quanto os tempos de passagem serão significativamente maiores.

Para o dimensionamento das catracas e da área de acumulação foram utilizados os seguintes pressupostos:

- As pessoas chegam de forma aleatória até o semáforo;
- Após aguardar o semáforo para a travessia as pessoas chegam às catracas em pelotão;
- O tempo médio de passagem na catraca é de 2 segundos na entrada e 1 segundo na saída (tempo medido pela EPTC);

- Todas as pessoas devem entrar na estação antes do próximo pelotão cruzar a via;
- Foi considerado para o dimensionamento o embarque ou o desembarque máximo por estação por sentido;

Em função da perda de aleatoriedade foi considerado que as catracas devem operar com um grau de saturação de no máximo 50%. Nessas condições é possível absorver além da variabilidade natural na chegada dos passageiros eventuais incidentes na operação que podem bloquear uma catraca por um período maior.

O cálculo da quantidade de catracas necessárias em uma estação foi realizado utilizando a equação a seguir:

$$N = \frac{PE \cdot te}{3600 \cdot gs}$$

Onde,

N = Número de catracas (arredondada para o inteiro superior);

PE = Total de embarques na estação em 1 hora;

te = Tempo médio de passagem pela catraca por passageiro em segundos;

gs = Grau de saturação da catraca.

O cálculo da área de acumulação foi feito utilizando a equação a seguir:

$$A_{Acumulação} = \frac{PE \cdot TC}{60 \cdot D_{Máx}}$$

Onde:

PE = passageiros embarcando;

TC = tempo de ciclo;

D_{Max} = densidade máxima de passageiros por m^2 (foi adotada a densidade máxima de 3 passageiros/ m^2 que corresponde ao nível de serviço C para áreas de espera de pedestres segundo o Highway Capacity Manual (HCM));

A Tabela 6.8 indica a quantidade de catracas necessárias na entrada e na saída por estação e a área de acumulação antes das catracas considerando semáforos para a travessia de pedestres com tempo de ciclo de 60 segundos e 120 segundos.

Como era esperado, a área de acumulação necessária aumenta com o aumento do tempo de ciclo do semáforo, pois a quantidade de pessoas que atravessam por ciclo é maior. Considerando a largura de 2,5 metros das estações projetadas em algumas estações serão necessários mais de 5 metros lineares antes e após a estação. Essa área deverá ser incluída no projeto das estações.

No projeto apresentado as estações possuem 2 catracas de entrada (uma delas adaptada para portadores de necessidades especiais) e 1 catraca de saída. Entretanto, conforme indicado na Tabela 6.8, em 10 estações são necessárias mais catracas na entrada e na saída:

- Salgado Filho (7 de entrada e 4 de saída);
- Praça Raul Pila (3 de entrada e 2 da saída);
- Freitas e Castro (3 de entrada e 2 da saída);
- Inácio Montanha (3 de entrada e 2 da saída);
- São Jorge (3 de entrada e 2 da saída);
- Sanatório (3 de entrada e 2 da saída);
- Jerônimo Coelho (6 de entrada e 2 da saída);
- Instituto de Educação (3 de entrada e 2 da saída);
- Carlos Gomes (3 de entrada e 2 da saída);
- Protasio Alves (3 de entrada e 2 da saída).

Tabela 8.9 – Área de acumulação e quantidade de catracas por estação

Corredor	Estação	Chegada/min	Área Acumulação		Catracas	
			Tempo Ciclo 60	Tempo Ciclo 120	Entrada	Saída
João Pessoa	Salgado Filho	97	32	65	7	4
João Pessoa	Praça Raul Pila	42	14	28	3	2
João Pessoa	Universidade	5	2	3	1	1
João Pessoa	Touring	26	9	17	2	1
João Pessoa	Jornal do Comércio	27	9	18	2	1
João Pessoa	Shopping João Pessoa	6	2	4	1	1
João Pessoa	Freitas e Castro	39	13	26	3	2
João Pessoa	Júlio de Castilhos	17	6	11	2	1
João Pessoa	Inácio Montanha	34	11	22	3	2
Bento Gonçalves	Azenha	23	8	15	2	1
Bento Gonçalves	Jaime Telles	8	3	6	1	1
Bento Gonçalves	Santo Antônio	7	2	5	1	1
Bento Gonçalves	Pe. Rambo	9	3	6	1	1
Bento Gonçalves	Partenon	6	2	4	1	1
Bento Gonçalves	São Pedro	4	1	3	1	1
Bento Gonçalves	São Jorge	30	10	20	3	2

Corredor	Estação	Chegada/min	Área Acumulação		Catracas	
			Tempo Ciclo 60	Tempo Ciclo 120	Entrada	Saída
Bento Gonçalves	Sanatorio	37	12	25	3	2
Bento Gonçalves	PUC-RS	15	5	10	2	1
Bento Gonçalves	Cristiano Fischer	13	4	9	1	1
Bento Gonçalves	Carrefour	14	5	9	1	1
Bento Gonçalves	Intercap	9	3	6	1	1
Bento Gonçalves	Rafael Clark	10	3	7	1	1
Bento Gonçalves	Antonio de Carvalho	58	19	39	4	2
Padre Cacique	Jerônimo Coelho	76	25	51	6	3
Padre Cacique	Praça Açorianos	21	7	14	2	1
Padre Cacique	DAER	6	2	4	1	1
Padre Cacique	SMOV	8	3	6	1	1
Padre Cacique	Praca Italia	4	1	2	1	1
Padre Cacique	Rodolfo Gomes	10	3	7	1	1
Padre Cacique	Barão do Cerro Largo	2	1	2	1	1
Padre Cacique	Beira Rio	4	1	2	1	1
Padre Cacique	Asilo Padre Cacique	3	1	2	1	1
Padre Cacique	FEBEM	3	1	2	1	1

Corredor	Estação	Chegada/min	Área Acumulação		Catracas	
			Tempo Ciclo 60	Tempo Ciclo 120	Entrada	Saída
Padre Cacique	Viaduto BC	0	0	0	1	1
Padre Cacique	Viaduto CB	0	0	0	1	1
Padre Cacique	Iberê BC	1	0	1	1	1
Padre Cacique	Iberê CB	1	0	1	1	1
Padre Cacique	Barra Shopping	3	1	2	1	1
Protasio Alves	Rodoviaria	30	10	20	2	1
Protasio Alves	Instituto de Educação	40	13	26	3	2
Protasio Alves	Araújo Viana	19	6	12	2	1
Protasio Alves	HPS	15	5	10	1	1
Protasio Alves	Hospital de Clínicas	12	4	8	1	1
Protasio Alves	Colégio Americano	10	3	6	1	1
Protasio Alves	Colégio Israelita	8	3	5	1	1
Protasio Alves	Vicente da Fontoura	7	2	4	1	1
Protasio Alves	Eça de Queiroz	9	3	6	1	1
Protasio Alves	Jão Abott	5	2	3	1	1
Protasio Alves	Colégio Santa Inês	13	4	9	1	1
Protasio Alves	Alto Petrópolis	9	3	6	1	1

Corredor	Estação	Chegada/min	Área Acumulação		Catracas	
			Tempo Ciclo 60	Tempo Ciclo 120	Entrada	Saída
Protasio Alves	Carlos Gomes	44	15	29	3	2
Protasio Alves	Três Figueiras	12	4	8	1	1
Protasio Alves	Bom Jesus	6	2	4	1	1
Protasio Alves	Vila Jardim	2	1	1	1	1
Protasio Alves	São Domingos	22	7	15	2	1
Protasio Alves	SESC	9	3	6	1	1
Protasio Alves	Protasio Alves	39	13	26	3	2
Protasio Alves	Ary Tarragô	4	1	3	1	1
Protasio Alves	Nilo Ruschel	9	3	6	1	1
Protasio Alves	Daniel Betts	13	4	8	1	1
Protasio Alves	Manoel Elias	24	8	16	2	1

8.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O pré-dimensionamento das estações serviu para identificar problemas de capacidade que poderão ocorrer em algumas estações quando for implantado o sistema BRT. Entre as principais conclusões dessa análise estão:

- É recomendável que as estações de BRT possuem pelo menos 2 baias com dimensão suficiente para abrigar veículos biarticulados. Isso permitiria uma margem de expansão

para o sistema, mesmo que inicialmente se decida iniciar a operação utilizando veículos articulados e que em muitas estações 1 baía atenderia a demanda prevista.

- Considerando a quantidade de linhas e frequências previstas não são esperados problemas de capacidade na área de espera das plataformas da maior parte das estações. No entanto em muitas estações poderá haver problemas de circulação interna em função do número de passageiros embarcando e desembarcando.
- As estações com maior problema de capacidade na área interna são:
 - Salgado Filho,
 - Praça Raul Pila,
 - Shopping João Pessoa;
 - São Jorge
 - Sanatório,
 - Jerônimo Coelho,
 - Instituto de Educação,
 - Carlos Gomes,
 - Protasio Alves.
- O projeto das estações deverá levar em conta uma área para acumulação dos passageiros antes das catracas de entrada e depois das catracas de saída.
- A quantidade de catracas por estação deverá ser revisada para garantir o funcionamento das estações. Em grande parte das estações serão necessárias mais de 2 catracas de entrada e 1 de saída.

A metodologia utilizada no pre-dimensionamento não levou em consideração a iteração a localização dos semáforos, os tempos de semafóricos e a localização das paradas e interseções ao longo dos corredores BRT. A realização de microssimulação permitiria uma melhor avaliação do desempenho de cada corredor, inclusive com a verificação dos efeitos dos semáforos e desempenho do sistema BRT. Essa avaliação vai além do escopo desse estudo no entanto sugere-se a sua execução nas próximas etapas do trabalho para um melhor desempenho do projeto.