

RELATÓRIO 05 PROGNÓSTICO

ELABORAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE MOBILIDADE
URBANA DE PIRAUARA



Agosto/2021



PREFEITURA DE
PIRAQUARA

URBTECTM
Planejamento Engenharia Consultoria

PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRAQUARA

PREFEITO MUNICIPAL

Josimar Aparecido Knupp Fróes

VICE PREFEITO MUNICIPAL

Olivério Saraiva

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

Ester Goulart Alves

SECRETARIA DE ASSISTÊNCIA SOCIAL

Cintia Aparecida Batista

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO

Eduardo Luis Teixeira Furiatti

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Creusa Nogueira Batista Fróes

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO

Lucas Mileke Scucato

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO

Loireci Dalmolim de Oliveira

SECRETARIA DE CULTURA ESPORTE E LAZER

Ana Elizabete Mazon de Souza Tesserolli

SECRETARIA DE FINANÇAS

Girlei Eduardo De Lima

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E SERVIÇOS URBANOS

Adriano Rodrigo Cordeiro

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE

Cristina Maria Rizzi Galerani

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL

Denilson de Mattos

SECRETARIA DE SAÚDE

Glaucia Buss Guimarães

PROCURADORIA GERAL

Robson Luiz Romani Bucaneve

CONTROLADORIA

Gilberto Mazon

EQUIPE TÉCNICA URBTEC™

COORDENADOR GERAL: ENGENHEIRO CIVIL

Gustavo Taniguchi

COORDENADORA OPERACIONAL: ARQUITETA URBANISTA

Manoela Fajgenbaum Feiges

ADVOGADA

Luciane Leiria Taniguchi

ADVOGADO

Claudio Marcelo Rodrigues Iarema

ARQUITETA URBANISTA

Tami Szuchman

ARQUITETO URBANISTA

Leonardo Fernandes de Campos

ENGENHEIRO CIVIL

Thiago Otto Martins

ENGENHEIRO CARTÓGRAFO

Maximo Alberto S. Miquelles

JORNALISTA

Matheus Rocha Carneiro

JORNALISTA

Sérgio Luiz Zacarias

SOCIOLOGA

Fabiane Baran

ESTAGIÁRIAS

Helena Pauline Schulze

Luisa Amorielo Spolador

Maria Eduarda Dircksen Aguiar

ÍNDICE

1 APRESENTAÇÃO	18
2 METODOLOGIAS	19
2.1 PROJEÇÃO DA DEMANDA DE TRÁFEGO	19
2.1.1 DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE ANÁLISE	19
2.1.2 CARACTERIZAÇÃO DA NATUREZA DA DEMANDA	19
2.1.3 VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS RELEVANTES.....	20
2.1.4 MODELO DE PROJEÇÃO E GERAÇÃO DE VIAGENS	29
2.2 METODOLOGIA DE MODELAGEM	30
2.2.1 1ª ETAPA: GERAÇÃO DE VIAGENS	32
2.2.2 2ª ETAPA: DISTRIBUIÇÃO DE VIAGENS	32
2.2.3 3ª ETAPA: DISTRIBUIÇÃO MODAL	33
2.2.4 4ª ETAPA: ALOCAÇÃO DE VIAGENS	34
2.2.5 CALIBRAÇÃO DO MODELO.....	37
2.2.6 CAPACIDADE DE SUPORTE DO SISTEMA VIÁRIO	38
2.2.7 ELEMENTOS DO MODELO	39
2.2.8 ELEMENTOS DO MODELO DO MUNICÍPIO DE PIRACUARA	44
3 MODELAGEM DO CENÁRIO ATUAL	46
3.1 SISTEMA DE TRANSPORTE PRIVADO	46
3.1.1 CONSTRUÇÃO E CALIBRAÇÃO DO MODELO	47
3.1.2 MACROSSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO	59
3.1.3 MICROSSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO	63
3.2 SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO.....	101
3.2.1 INFRAESTRUTURA VIÁRIA.....	101
3.2.2 SISTEMA DE LINHAS.....	104

3.2.3	MATRIZ DE VIAGENS.....	106
3.2.4	TAXA DE MOTORIZAÇÃO	114
3.2.5	VEÍCULOS EM OPERAÇÃO.....	114
3.2.6	ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA	117
3.2.7	ANÁLISE DA MATRIZ	118
3.3	DIMENSIONAMENTO VIÁRIO	125
4	MODELAGEM DO CENÁRIO TENDENCIAL.....	129
4.1	SISTEMA DE TRANSPORTE PRIVADO	129
4.1.1	MACROSSIMULAÇÃO DA DEMANDA DE TRÁFEGO FUTURA.....	129
4.1.2	MICROSSIMULAÇÃO DA DEMANDA DE TRÁFEGO FUTURA	138
4.1.3	PONTOS CRÍTICOS NA REDE DE TRANSPORTE PRIVADO.....	143
4.2	SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO.....	144
4.2.1	ALTERAÇÕES DE LINHAS	149
4.2.2	PRÉ DIMENSIONAMENTO.....	164
4.2.3	CUSTO GENERALIZADO.....	165
4.3	SÍNTESE DO CENÁRIO TENDENCIAL.....	165
5	MODELAGEM DO CENÁRIO PROSPECTIVO.....	170
5.1	SISTEMA DE TRANSPORTE PRIVADO	170
5.1.1	INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS	171
5.1.2	INTERVENÇÕES OPERACIONAIS.....	193
5.2	SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO.....	201
5.2.1	ALTERAÇÕES DE LINHAS	206
5.2.2	PRÉ DIMENSIONAMENTO.....	218
5.2.3	CUSTO GENERALIZADO.....	218
5.3	DIMENSIONAMENTO VIÁRIO	219

5.3.1	CLASSIFICAÇÃO VIÁRIA	220
5.3.2	CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL.....	222
5.3.3	CRITÉRIOS PARA HIERARQUIZAÇÃO FUNCIONAL DO SISTEMA VIÁRIO	223
5.3.4	PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO FUNCIONAL DO SISTEMA	224
5.3.5	DIMENSIONAMENTO DAS CAIXA DE VIA.....	227
5.4	ANÁLISE DE ATRATIVIDADE PARA EMPREENDIMENTOS	229
5.5	SÍNTESE DO CENÁRIO PROSPECTIVO.....	230
6	DEMONSTRATIVO DOS CENÁRIOS	238
6.1	MATRIZ SÍNTESE	238
6.2	ILUSTRAÇÃO DOS CENÁRIOS	243
6.2.1	R. JOSÉ ELISEU HIPÓLITO	244
6.2.2	AV. BRASÍLIA	245
6.2.3	AV. MAL. DEODORO DA FONSECA	246
6.2.4	R. BETONEX.....	247
6.2.5	R. BETONEX – ACESSO	248
6.2.6	R. JURI DANILENKO	249
6.2.7	R. HEITOR PALLÚ.....	250
7	REFERÊNCIAS	251
8	ANEXOS	254
8.1	ANEXO I – COMPILAÇÃO DOS DADOS DE INTERESSE PARA O MODELO DE PRODUÇÃO DE VIAGENS	254

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Unidades de Desenvolvimento Humano de Piraquara	21
Figura 2: Processo de 4 etapas	31

Figura 3: Esquema exemplo de um pequeno sistema de transporte	35
Figura 4: Exemplo de esquema dos fluxos de carga de um sistema de transporte	35
Figura 5: Níveis de modelos de análise de tráfego.....	37
Figura 6: Componentes de uma estrutura de dados vetoriais.....	40
Figura 7: Zonas de tráfego consideradas no modelo	45
Figura 8: Processo de calibração e validação do modelo de simulação da demanda por transportes para a cidade de Piraquara.	48
Figura 9: Rede de simulação para o município de Piraquara	49
Figura 10: Gráfico de distribuição de volumes de tráfego em 24 horas	55
Figura 11: Origens e destinos transporte privado individual por zonas	58
Figura 12: Panorama atual de alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara	61
Figura 13: Alocação de viagens e do grau de saturação atual para a rede de simulação do município de Piraquara	62
Figura 14: Rede de microssimulação da Região Central de Piraquara.....	68
Figura 15: Rede de microssimulação da Região Guarituba.....	69
Figura 16: Nomenclatura de movimentos para análise de microssimulação de tráfego	72
Figura 17: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 01.....	73
Figura 18: Simulação do cenário atual para a Intersecção 01.....	73
Figura 19: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 02.....	74
Figura 20: Simulação do cenário atual para a Intersecção 02	75
Figura 21: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 03.....	76
Figura 22: Simulação do cenário atual para a Intersecção 03.....	76
Figura 23: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 04.....	77
Figura 24: Simulação do cenário atual para a Intersecção 04.....	78
Figura 25: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 05.....	79
Figura 26: Simulação do cenário atual para a Intersecção 05	79
Figura 27: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 06.....	80
Figura 28: Simulação do cenário atual para a Intersecção 06.....	81
Figura 29: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 07.....	82

Figura 30: Simulação do cenário atual para a Intersecção 07	83
Figura 31: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 08.....	84
Figura 32: Simulação do cenário atual para a Intersecção 08.....	84
Figura 33: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 09.....	86
Figura 34: Simulação do cenário atual para a Intersecção 09.....	87
Figura 35: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 10.....	88
Figura 36: Simulação do cenário atual para a Intersecção 10.....	88
Figura 37: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 11.....	89
Figura 38: Simulação do cenário atual para a Intersecção 11.....	90
Figura 39: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 12.....	91
Figura 40: Simulação do cenário atual para a Intersecção 12.....	91
Figura 41: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 13.....	92
Figura 42: Simulação do cenário atual para a Intersecção 13.....	93
Figura 43: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 14.....	94
Figura 44: Simulação do cenário atual para a Intersecção 14.....	94
Figura 45: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 15.....	95
Figura 46: Simulação do cenário atual para a Intersecção 15.....	96
Figura 47: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 16.....	97
Figura 48: Simulação do cenário atual para a Intersecção 16.....	97
Figura 49: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 17.....	99
Figura 50: Simulação do cenário atual para a Intersecção 17.....	99
Figura 51: Fluxograma de volumes hora pico - Intersecção 18.....	100
Figura 52: Simulação do cenário atual para a Intersecção 18.....	101
Figura 53: Nós da rede viária modelada.....	102
Figura 54: Eixos viários modelados (links da rede).....	103
Figura 55: Linhas de transporte coletivo de passageiros em Piraquara	105
Figura 56: Opções de linhas de transporte coletivo em Piraquara por eixo viário	106
Figura 57: Origens e destinos da matriz de viagens de transporte coletivo de Piraquara	111
Figura 58: Linhas de desejo com mais de 25 viagens na hora pico do sistema	112
Figura 59: Linhas de desejo com mais de 50 viagens na hora pico do sistema	112

Figura 60: Linhas de desejo com mais de 100 viagens na hora pico do sistema	113
Figura 61: Linhas de desejo com mais de 150 viagens na hora pico do sistema	113
Figura 62: Diagrama de autonomia local.....	118
Figura 63: Desejos de viagem	119
Figura 64: Pontos de embarques iniciais do sistema	120
Figura 65: Pontos de desembarques finais do sistema	120
Figura 66: Carregamento da rede de transporte público, pico manhã.....	121
Figura 67: Frequência das linhas (viagens por hora) no sistema de transporte coletivo na hora pico manhã	122
Figura 68: Movimentação nos terminais do sistema de transporte coletivo na hora pico manhã	122
Figura 69: Cobertura Espacial do Sistema Atual.....	123
Figura 70: Carregamentos e taxa de ocupação dos veículos na hora pico	124
Figura 71: Carregamentos e taxa de ocupação dos veículos na hora pico, destaque Planta Deodoro	125
Figura 72: Via Especial – Volteio.....	126
Figura 73: Via Especial – Av. Getúlio Vargas.....	126
Figura 74: Via Secundária	127
Figura 75: Via Local.....	127
Figura 76: Hierarquia Viária Atual	128
Figura 77: Panorama 2023 da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara	130
Figura 78: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2023	131
Figura 79: Panorama 2026 da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara	132
Figura 80: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2026	133
Figura 81: Panorama 2031 da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara	134

Figura 82: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2031	135
Figura 83: Panorama 2041 da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara	136
Figura 84: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2041	137
Figura 85: Nova localização do Terminal Piraquara	145
Figura 86: Terminais de atendimento ao transporte coletivo em Piraquara (tendencial)	146
Figura 87: Linhas troncais Pinhais-Curitiba-Piraquara (tendencial)	147
Figura 88: Linhas alimentadoras Novo Terminal Piraquara (tendencial).....	147
Figura 89: Linhas alimentadoras Terminal Pinhais.....	148
Figura 90: Cobertura espacial do sistema (tendencial).....	149
Figura 91: Linha D11 – Planta Deodoro, cenário base vs cenário tendencial	150
Figura 92: Linha D12 – São Cristóvão, cenário base vs cenário tendencial	151
Figura 93: Linha D13 – Piraquara/Boscardin, cenário base vs cenário tendencial	152
Figura 94: Linha D14 – Prefeitura/Terminal de Pinhais, cenário base vs cenário tendencial	153
Figura 95: Linha D17 – Pendular Norte, cenário base	154
Figura 96: Linhas D17 – Pendular Norte, cenário tendencial, linhas D17A e D17B	155
Figura 97: Linha D18 –Planta Deodoro/São Cristóvão, cenário base vs cenário tendencial .	156
Figura 98: Linha D21 –Santa Mônica, cenário base vs cenário tendencial	157
Figura 99: Linha D23 –Vila Macedo, cenário base vs cenário tendencial	158
Figura 100: Linha D31 –Bela Vista, cenário base vs cenário tendencial	159
Figura 101: Linha D61 –Piraquara – Santos Andrade, cenário base vs cenário tendencial ...	160
Figura 102: Linha D66 –Direto - Piraquara, cenário base vs cenário tendencial	161
Figura 103: Linha I40 – Piraquara – Quatro Barras, cenário base vs cenário tendencial.....	162
Figura 104: Linha I60 – Piraquara – Afonso Pena, cenário base vs cenário tendencial	163
Figura 106: Proposta de implantação de diretriz viária na região central	173
Figura 107: Proposta de implantação de diretriz viária Perimetral Centro	174
Figura 108: Proposta de implantação de trinário central	175
Figura 109: Proposta de implantação de vias turísticas.....	176

Figura 110: Proposta de revitalização da passagem em nível da ferrovia na continuação da Rua Maj. José Luciano.....	177
Figura 111: Proposta de implantação de diretriz viária Diretriz viária Rua Manoel Pedro dos Santos	178
Figura 112: Proposta de implantação rotatórias.....	179
Figura 113: Proposta de implantação de binário da Rua Betonex com Via Parque proposta	180
Figura 114: Proposta de requalificação da Rua Herbert Trapp e implantação de diretriz viária paralela	181
Figura 115: Proposta de requalificação de vias coletoras na região do Guarituba	182
Figura 116: Proposta de Transposição da Av. Nações Unidas sobre a BR-116	183
Figura 117: Panorama 2023 com propostas estruturais da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara	185
Figura 118: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2023 com propostas estruturais.....	186
Figura 119: Panorama 2026 com propostas estruturais da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara	187
Figura 120: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2026 com propostas estruturais.....	188
Figura 121: Panorama 2031 com propostas estruturais da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara	189
Figura 122: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2031 com propostas estruturais.....	190
Figura 123: Panorama 2041 com propostas estruturais da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara	191
Figura 124: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2041 com propostas estruturais.....	192
Figura 125: Implantação de semáforos.....	194
Figura 126: Adequação Geométrica R. Betonex c Pastor Adolfo Weidmann	195

Figura 127: Terminais de atendimento ao transporte coletivo em Piraquara (cenário propositivo, sem gratuidade no Terminal Piraquara)	202
Figura 128: Terminais de atendimento ao transporte coletivo em Piraquara (cenário propositivo, com gratuidade no Terminal Piraquara)	203
Figura 129: Linhas troncais Pinhais-Curitiba-Piraquara (propositivo).....	204
Figura 130: Linhas alimentadoras Novo Terminal Piraquara (propositivo)	204
Figura 131: Linhas alimentadoras Terminal Piraquara (propositivo)	205
Figura 132: Linhas alimentadoras Terminal Pinhais (propositivo)	206
Figura 133: Linha D14 – Prefeitura/Terminal de Pinhais, cenário base vs cenário proposto	208
Figura 134: Linha D17 – Pendular Norte, cenário base	209
Figura 135: Linhas D17 – Pendular Norte, cenário proposto, linhas D17A e D17B	210
Figura 136: Linha D21 –Santa Mônica, cenário base vs cenário proposto	211
Figura 137:Linha D23 –Vila Macedo, cenário base vs cenário proposto	212
Figura 138:Linha D31 –Bela Vista, cenário base vs cenário proposto.....	213
Figura 139:Linha D66 –Direto - Piraquara, cenário base vs cenário proposto.....	214
Figura 140:Linha I40 – Piraquara – Quatro Barras, cenário base vs cenário proposto.....	215
Figura 141:Linha I60 – Piraquara – Afonso Pena, cenário base vs cenário proposto	216
Figura 142: Linha P01 – Novo Terminal Piraquara/Terminal Piraquara, cenário proposto...	217
Figura 143: Pesos relativos das funções circulação e acesso em função da tipologia.....	222
Figura 144: Via Arterial de Sentido Único	227
Figura 145: Via Arterial de Sentido Duplo	227
Figura 146: Via Coletora de Sentido Único.....	228
Figura 147: Via Coletora de Sentido Duplo	228
Figura 148: Via Local de Sentido Duplo	229
Figura 149: Localização das Zonas de Serviço Previstas.....	230
Figura 151: Compilação dos dados de interesse para o modelo de produção de viagens	254

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Síntese do Cenário Tendencial	169
---	-----

Mapa 2: Pavimentação proposta.....	172
Mapa 3: Proposta de hierarquia do sistema viário urbano.....	226
Mapa 4: Síntese do Cenário Prospectivo.....	237

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Frota e linha de tendência para Piraquara e municípios adjacentes	24
Gráfico 2: Frota e linha de tendência para Curitiba	24
Gráfico 3: Evolução da quantidade de passageiros transportados por mês no sistema de ônibus urbano - 1995 - 2019	28
Gráfico 4: Análise da aderência do modelo por regressão linear	60
Gráfico 5: Perfil de viagens com base no uso de cartões do sistema de bilhetagem	107
Gráfico 6: Perfil de média de viagens com base nos dados de demanda	109

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Intervalos de saturação utilizados na análise do sistema viário	39
Quadro 2: Exemplos de elementos do sistema de transporte e componentes de representação	41
Quadro 3: Correlação entre os métodos ICU 2003 e HCM 2010	65
Quadro 4: Nível de serviço para interseção semafORIZADA - Método HCM 2010	66
Quadro 5: Nível de serviço para interseção não semafORIZADA - Método HCM 2010	66
Quadro 6: Resultados operacionais da análise de microssimulação de tráfego para o Cenário 2020 - Atual	70
Quadro 7: Linhas de Transporte Coletivo em atendimento a Piraquara	104
Quadro 8: Veículos em atendimento ao sistema de transporte coletivo de Piraquara	115
Quadro 9: Veículos em atendimento por linha na hora pico no sistema de transporte coletivo de Piraquara	116
Quadro 10: Síntese do Cenário Tendencial	166
Quadro 11: Velocidades apropriadas a cada via conforme classificação	221
Quadro 12: Função das vias classificadas.....	223

Quadro 13: Localização das Zonas de Serviço Previstas	230
Quadro 14: Síntese do Cenário Propositivo	231
Quadro 15: Matriz síntese dos cenários.....	239

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Projeção Populacional por Unidade de Desenvolvimento Humano (UDH) – Piraquara	22
Tabela 2: Taxa de crescimento populacional por Unidade de Desenvolvimento Humano (UDH) Piraquara	22
Tabela 3: Projeção Populacional e taxa de crescimento de municípios adjacentes à Piraquara	23
Tabela 4: Frota por município entre 2010 e 2020.....	23
Tabela 5: Projeção de frota para os períodos de análise, para Piraquara e municípios adjacentes.....	25
Tabela 6: Taxa de crescimento da frota para os períodos de análise, para Piraquara e municípios adjacentes	25
Tabela 7: Taxa de crescimento de viagens de transporte privado por período de análise	27
Tabela 8: Capacidades viárias por tipo de via	51
Tabela 9: Modelo de produção de viagens baseado na renda e no número de residentes por domicílio.....	52
Tabela 10: Classificação da renda média mensal per capita para o Município de Piraquara em baixa, média e alta	52
Tabela 11: Faixas de renda	53
Tabela 12: Distribuição de viagens produzidas por municípios obtido em pesquisa OD	54
Tabela 13: Distribuição de viagens atraídas por municípios obtido em pesquisa OD	54
Tabela 14: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para o cenário atual do município de Piraquara	64
Tabela 15: Resultados operacionais para a intersecção 01 - 101	74
Tabela 16: Resultados operacionais para a intersecção 01 - 102	74

Tabela 17: Resultados operacionais para a intersecção 02 - 201	75
Tabela 18: Resultados operacionais para a intersecção 03 - 301	77
Tabela 19: Resultados operacionais para a intersecção 04 - 401	78
Tabela 20: Resultados operacionais para a intersecção 05 - 501	80
Tabela 21: Resultados operacionais para a intersecção 06 - 601	81
Tabela 22: Resultados operacionais para a intersecção 06 - 602	81
Tabela 23: Resultados operacionais para a intersecção 06 - 603	82
Tabela 24: Resultados operacionais para a intersecção 07 - 701	83
Tabela 25: Resultados operacionais para a intersecção 08 - 801	85
Tabela 26: Resultados operacionais para a intersecção 08 - 802	85
Tabela 27: Resultados operacionais para a intersecção 08 – 803.....	85
Tabela 28: Resultados operacionais para a intersecção 08 - 804	85
Tabela 29: Resultados operacionais para a intersecção 08 - 805	85
Tabela 30: Resultados operacionais para a intersecção 09 - 901	87
Tabela 31: Resultados operacionais para a intersecção 10 - 1001	89
Tabela 32: Resultados operacionais para a intersecção 011 - 1101	90
Tabela 33: Resultados operacionais para a intersecção 012 - 1201	92
Tabela 34: Resultados operacionais para a intersecção 13 - 1301	93
Tabela 35: Resultados operacionais para a intersecção 14 - 1401	95
Tabela 36: Resultados operacionais para a intersecção 15 - 1501	96
Tabela 37: Resultados operacionais para a intersecção 16 - 1601	98
Tabela 38: Resultados operacionais para a intersecção 16 - 1602	98
Tabela 39: Resultados operacionais para a intersecção 16 - 1603	98
Tabela 40: Resultados operacionais para a intersecção 16 - 1604	98
Tabela 41: Resultados operacionais para a intersecção 17 - 1701	100
Tabela 42: Resultados operacionais para a intersecção 18 - 1801	101
Tabela 43: Anexo 2 da Lei 1.185/2012 de Sistema Viário	125
Tabela 44: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para o cenário atual, 2, 5, 10 e 15 anos do município de Piraquara.....	138

Tabela 45: Resultados operacionais da análise de microssimulação para os períodos de análise – Volumes de Tráfego.....	139
Tabela 46: Resultados operacionais da análise de microssimulação para os períodos de análise – Atraso médio por veículo	140
Tabela 47: Resultados operacionais da análise de microssimulação para os períodos de análise – Nível de Serviço HCM	141
Tabela 48: Resultados operacionais da análise de microssimulação para os períodos de análise – Índice de Capacidade Utilizada.....	142
Tabela 49: Resultados operacionais da análise de microssimulação para os períodos de análise – Nível de Serviço ICU	143
Tabela 50: Pré-dimensionamento do sistema de transporte coletivo em cenário tendencial	164
Tabela 51: Custo generalizado e outros indicadores quantitativos de alteração na rede de transporte coletivo	165
Tabela 52: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para os cenários atual, tendencial e prospectivo do município de Piraquara.	184
Tabela 53: Resultados operacionais da análise de microssimulação de tráfego para propostas de intervenções operacionais para os anos de 2023 e 2026.	197
Tabela 54: Resultados operacionais com propostas para a intersecção 03 - 301	198
Tabela 55: Resultados operacionais com propostas para a intersecção 09 - 901	199
Tabela 56: Resultados operacionais com propostas para a intersecção 011 - 1101	200
Tabela 57: Resultados operacionais com proposta para a intersecção 13 - 1301.....	200
Tabela 58: Pré-dimensionamento do sistema de transporte coletivo em cenário proposto	218
Tabela 59: Custo generalizado e outros indicadores quantitativos de alteração na rede de transporte coletivo (cenários propostos).....	219

SIGLAS

- AiBi – Método Tendência de Crescimento
BPR – Bureau of Public Roads
COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
CNT – Confederação Nacional de Transportes
DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
HSM – Highway Capacity Manual
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICU – Intersection Capacity Utilization
NS – Níveis de serviço
NTU – Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
OD – Origem e Destino
PNE – Portador de Necessidades Especiais
RMC – Região Metropolitana de Curitiba
SAT – Saturação
SIG – Sistemas de Informação Geográfica
TRB - Transportation Research Board
UDH – Unidade de Desenvolvimento Humano
VHP – Volume Hora Pico

1 APRESENTAÇÃO

O presente documento técnico compõe o RELATÓRIO 05 – PROGNÓSTICO, produzido na 5ª Etapa, do processo de Elaboração do Plano Municipal de Mobilidade Urbana de Piraquara – Paraná – Brasil, decorrente da Tomada de Preços Nº 14/2019 e Contrato de Prestação de Serviços Nº 86/2020, celebrado no dia 13 de maio de 2020.

O Relatório 05 – Prognóstico aqui apresentado objetiva a construção de possíveis cenários e desenvolvimentos com base nos resultados obtidos na etapa anterior, de diagnóstico, a partir das projeções e modelagens estipuladas no Termo de Referência, com base na metodologia definida no Plano de Trabalho. Por sua vez, os cenários elaborados apontam para as prioridades do município referentes à mobilidade, sendo, portanto, capazes de embasar as propostas e os investimentos que serão subsequentemente traçados no presente Plano de Mobilidade.

Foram definidos dois cenários de análise: o primeiro é o cenário tendencial, sem intervenções, para uma observação da situação futura do município, no que tange a mobilidade, caso nada se altere. O segundo é o cenário prospectivo, levando em consideração as possíveis intervenções, a fim de solucionar pontos problemáticos. As intervenções, por sua vez, podem assumir caráter estrutural, com alterações físicas e de grande porte no sistema de circulação do município; ou caráter operacional, referentes à gestão e manutenção do sistema.

Piraquara, agosto de 2021.

2 METODOLOGIAS

2.1 PROJEÇÃO DA DEMANDA DE TRÁFEGO

Com o objetivo de estabelecer parâmetros para a verificação do nível de serviço e capacidades em cenários futuros, é realizada a projeção dos volumes de tráfego. Deve-se ser determinado o volume de tráfego e sua distribuição para o período que compreende a vida útil das rodovias e interseções, considerando que estes são projetados para proporcionar níveis de serviço aceitáveis durante este período.

2.1.1 DETERMINAÇÃO DO PERÍODO DE ANÁLISE

A determinação do período de análise é realizada tendo em vista os objetivos do Plano de Mobilidade, que visa estabelecer diretrizes para o planejamento estratégico de desenvolvimento urbano, em horizontes de curto, médio e longo prazo. É importante destacar que, à medida que se distancia do período base, há uma perda de precisão nas projeções. Vale ressaltar que o Plano de Mobilidade deve ser revisado a cada 10 anos, o que não invalida as previsões para além deste período, uma vez que pode haver a necessidade de intervir em pontos críticos para o horizonte de longo prazo com antecedência.

Deste modo, conforme indicado no Termo de Referência deste estudo, o período máximo projetado será de 20 anos, com avaliações intermediárias nos prazos de 2, 5 e 10 anos. Tendo o ano de 2021 como base, configura-se:

- 2021 (cenário atual de tráfego);
- 2023 (2 anos, horizonte de curto prazo);
- 2026 (5 anos, horizonte de curto/médio prazo);
- 2031 (10 anos, horizonte de médio/longo prazo);
- 2041 (20 anos, horizonte de longo prazo).

2.1.2 CARACTERIZAÇÃO DA NATUREZA DA DEMANDA

Os sistemas de transporte são responsáveis pelo deslocamento de bens e de pessoas entre as diversas regiões de tráfego da área de influência do sistema. Portanto,

a determinação da demanda consiste na sua caracterização, em termos de parâmetros qualitativos, bem como no levantamento do volume de tráfego, em termos de parâmetros quantitativos, para o período de análise. O tráfego pode ser classificado em dois tipos distintos, pelo ponto de vista da caracterização da demanda:

- Tráfego local: consiste no conjunto de viagens que ocorrem dentro de uma zona de tráfego, com origens e destinos dentro da mesma região. No estudo em questão, pode-se considerar como tráfego local aquele interno ao município de Piraquara.
- Tráfego de longa distância: consiste naquele que se desenvolve entre pares distintos de zonas de tráfego, com origens e/ou destino em regiões diferentes. Neste caso, pode-se considerar as viagens externas ao município de Piraquara como viagens de longa distância.

2.1.3 VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS RELEVANTES

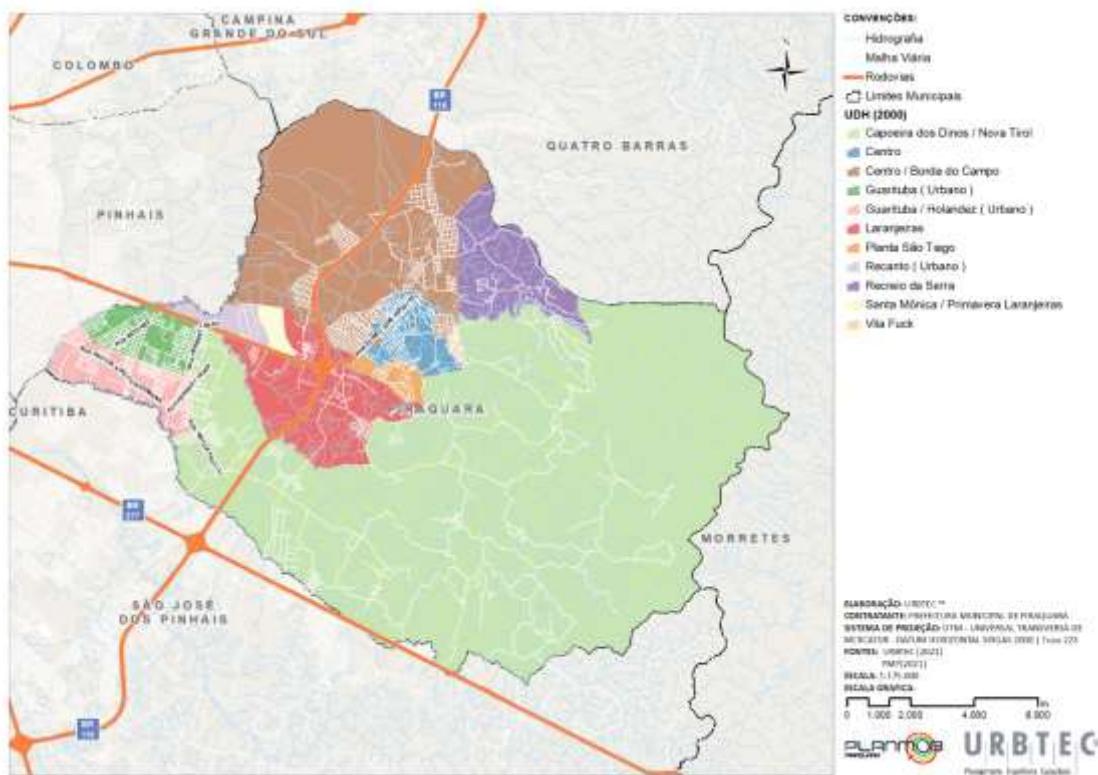
Além da natureza da demanda, como supracitado, na formulação dos modelos de projeção devem ser levadas em consideração as dificuldades metodológicas decorrentes da escassez de dados estatísticos e da diversidade que a demanda de transporte apresenta em certos casos. Essas dificuldades levam à simplificação das projeções e conduzem a uma seleção de variáveis sínteses, capazes de refletir tendências médias de comportamento das demandas de transporte. Para priorizar as características de tráfego local, são selecionados os dados de população e frota.

2.1.3.1. PROJEÇÃO POPULACIONAL

Para a projeção da população urbana de Piraquara foram utilizados os métodos (i) Tendência de Crescimento (ou AiBi) e o (ii) logístico, como apresentado no Relatório 06 – Cenários da Revisão do Plano Diretor de Piraquara. A metodologia consiste em encontrar a relação de proporção entre as áreas menores para com as maiores, para que, sabendo a população da área maior, determine-se a da menor (WALDVOGEL, 1998).

Sabendo a população em dois pontos é possível calcular os coeficientes de projeção. Para a sua aplicação utilizou-se como base os dados do Censo Demográfico do IBGE dos anos de 2000 e 2010, agrupados por Unidades de Desenvolvimento Humano (UDH). O município de Piraquara é composto por onze UDHs, conforme a Figura 1 a seguir:

Figura 1: Unidades de Desenvolvimento Humano de Piraquara



Fonte: URBTEC™ (2021)

A UDH Recreio da Serra foi mesclada com a UDH Capoeira dos Dinos/Nova Tirol na metodologia, já que a primeira não possui dados populacionais no ano 2000. Apenas para a UDH Recanto (Urbano) foi aplicado o método logístico, já que pelo método AiBi obteve-se populações negativas. Para todas as outras unidades, utilizou-se o método AiBi.

A Tabela 1 apresenta os resultados da projeção populacional por UDH de 2000 a 2040. Observa-se que as Unidades Centro/Borda do Campo e Guarituba (Urbano) apresentam as maiores populações absolutas para os próximos 20 anos. Em

contrapartida, a unidade Laranjeiras apresenta os menores valores, com perda populacional no período analisado.

Tabela 1: Projeção populacional por Unidade de Desenvolvimento Humano (UDH) – Piraquara

UDH	2000	2010	2020	2030	2040
Centro/ Borda do Campo	18.020	23.265	31.230	37.255	42.933
Vila Fuck	1.220	1.533	2.008	2.368	2.707
Guarituba/ Holandez (Urbano)	7.021	10.965	16.954	21.485	25.755
Santa Mônica/ Primavera Laranjeiras	6.444	6.960	7.744	8.336	8.895
Guarituba (Urbano)	20.062	23.099	27.711	31.199	34.486
Capoeira dos Dinos/Nova Tirol					
Recreio da Serra	4.676	7.624	12.101	15.488	18.680
Centro	7.993	10.040	13.149	15.501	17.717
Laranjeiras	1.598	1.588	1.574	1.563	1.552
Recanto (Urbano)	679	256	337	399	457
Planta São Tiago	2.179	3.022	4.302	5.270	6.183

Fonte: URBTEC™ (2021)

Já na Tabela 2 são expressas as taxas de crescimento populacional por Unidade de Desenvolvimento Humano. Percebe-se que a dinâmica demográfica aponta variações significativas, como no caso da UDH Laranjeiras que apresenta taxas de crescimento negativas entre os períodos analisados. Também se observa um crescimento em ritmo mais lento nas UDHs Recanto Urbano, Centro e Vila Fuck. Há manutenção das taxas de crescimento nas UDHs Guarituba (Urbano) e Santa Mônica/Primavera Laranjeiras e altas taxas de crescimento nas UDHs Guarituba (Holandez), Centro/Borda do Campo, e Recreio da Serra/Capoeira dos Dinos/Nova Tirol. Frisa-se que o método de projeção representa um cenário tendencial, baseado em dados históricos.

Tabela 2: Taxa de crescimento populacional por Unidade de Desenvolvimento Humano (UDH) de Piraquara

UDH	2000 – 2010	2010 – 2020	2020 – 2030	2030 - 2040
Centro/Borda do Campo	29,11	34,24	19,29	15,24
Vila Fuck	25,66	30,98	17,93	14,32
Guarituba/Holandez (Urbano)	56,19	54,62	26,73	19,87
Santa Mônica/Primavera Laranjeiras	8,01	11,26	7,64	6,71
Guarituba (Urbano)	15,14	19,97	12,59	10,54
Capoeira dos Dinos/Nova Tirol				
Recreio da Serra	63,06	58,72	27,99	20,61
Centro	25,62	30,97	17,89	14,30
Laranjeiras	-0,59	-0,88	-0,70	-0,70
Recanto (Urbano)	-62,27	31,64	18,40	14,54
Planta São Tiago	38,69	42,36	22,50	17,32

Fonte: URBTEC™ (2021)

Considerando que o município de Piraquara possui uma intensa sinergia com os municípios adjacentes, foram definidas as taxas de crescimento para 10 anos, considerando os dados disponibilizados pelo IBGE, vide Tabela 3.

Tabela 3: Projeção populacional e taxa de crescimento de municípios adjacentes à Piraquara

Municípios Adjacentes	2010	2020	2030	2040	Taxa de Cresc. em 10 anos
Campina Grande do Sul	38.769	43.685	49.224	55.466	12,68
Colombo	212.967	246.540	285.406	330.398	15,76
Pinhais	117.008	133.490	152.294	173.746	14,09
São José dos Pinhais	264.210	329.058	409.822	510.410	24,54
Quatro Barras	19.851	23.911	28.801	34.692	20,45
Curitiba	1.751.907	1.948.626	2.167.434	2.410.812	11,23

Fonte: URBTEC™ (2021)

2.1.3.2. PROJEÇÃO DE FROTA

Para obtenção da projeção da frota para o município de Piraquara e municípios adjacentes foram levantados os dados de frota disponibilizados pelo Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN), para o período entre 2010 e 2020, como observado na Tabela 4.

Tabela 4: Frota por município entre 2010 e 2020

Municípios Adjacentes	Piraquara	Campina Grande do Sul	Colombo	Curitiba	Pinhais	Quatro Barras	São José dos Pinhais
2010	25.511	15.278	85.547	1.247.998	57.605	9.472	131.807
2011	29.117	17.031	94.528	1.311.962	63.247	10.310	145.272
2012	32.429	18.546	102.167	1.371.431	67.856	11.226	156.485
2013	35.234	20.066	108.959	1.429.534	71.934	12.105	170.194
2014	38.398	21.529	115.845	1.496.240	75.790	12.854	175.201
2015	39.280	21.967	117.854	1.505.944	76.608	13.007	177.670
2016	42.478	22.890	125.477	1.516.468	80.303	14.206	188.403
2017	43.729	22.845	130.263	1.524.246	83.037	15.418	194.561
2018	45.485	24.097	135.983	1.551.463	86.673	16.119	201.595
2019	47.996	25.777	142.893	1.595.580	89.675	16.867	210.951
2020	49.741	27.204	148.164	1.622.891	91.781	17.401	217.902

Fonte: DENATRAN (2020)

Para a projeção da frota utilizou-se o método de regressão linear simples, pelo qual obtém-se a linha de tendência e a equação que a representa para cada município analisado. Verifica-se que os municípios de Piraquara, Quatro Barras e Colombo apresentam crescimento mais acentuado da frota ao longo dos anos, uma vez que, as linhas de tendência da frota desses municípios possuem coeficientes angulares maiores,

como pode ser observado nos Gráfico 1 e Gráfico 2. A frota de Curitiba foi plotada em um gráfico separado por possuir ordem de grandeza na casa do milhão, diferente dos municípios da Região Metropolitana de Curitiba (RMC), que possuem frota na ordem do milhar.

Gráfico 1: Frota e linha de tendência para Piraquara e municípios adjacentes

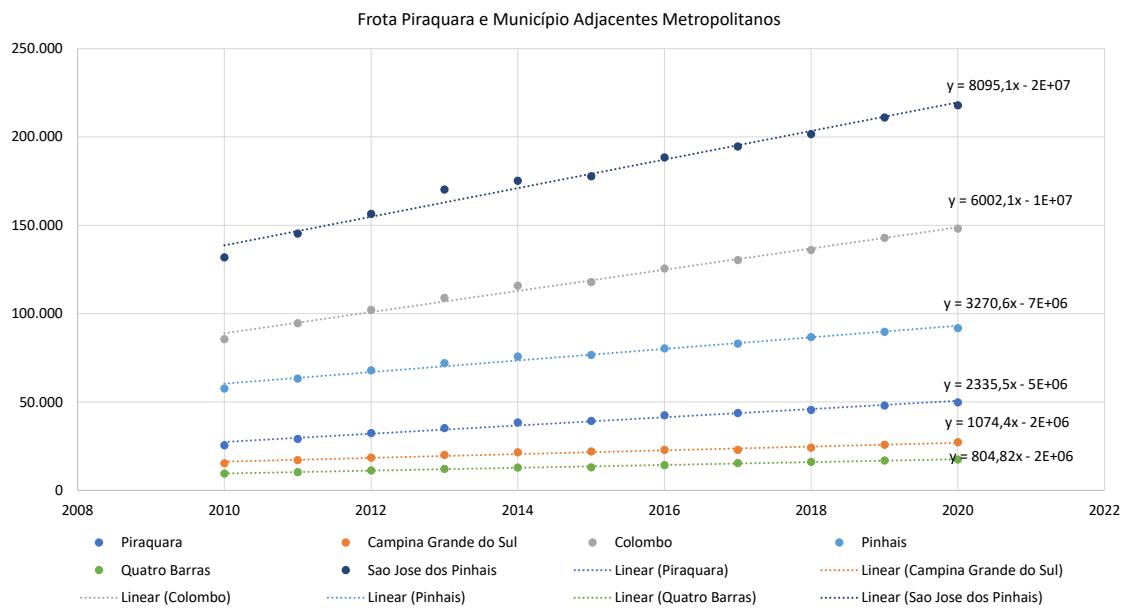
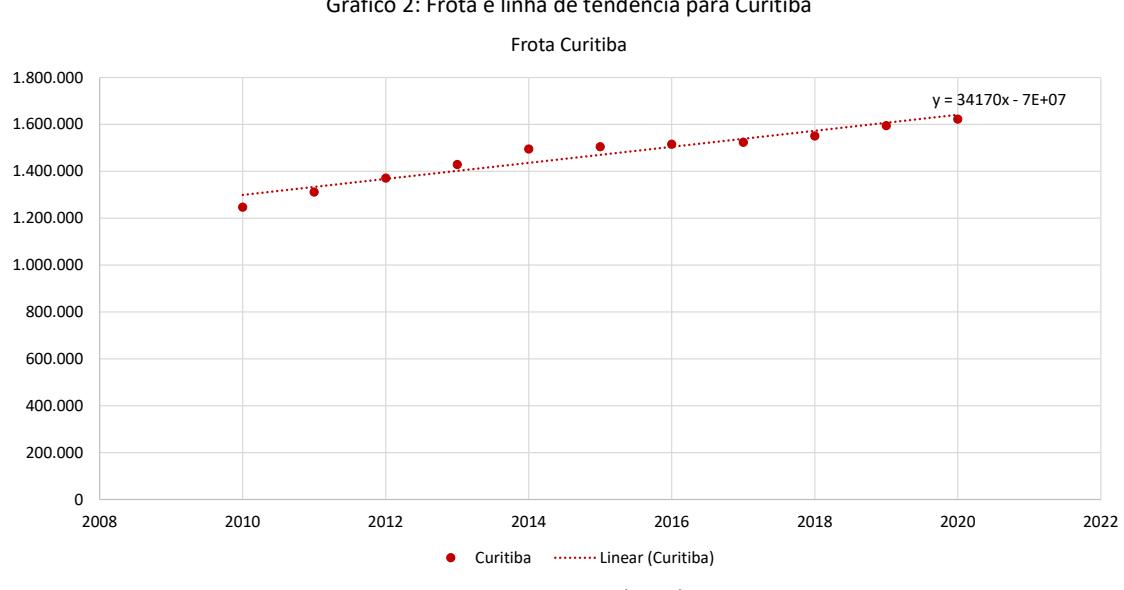


Gráfico 2: Frota e linha de tendência para Curitiba



Aplicando a equação de regressão de cada município é possível obter a projeção da frota para os períodos de análise definidos, bem como a taxa de crescimento de frota correspondente, como observado nas Tabela 5 e Tabela 6.

Tabela 5: Projeção de frota para os períodos de análise, para Piraquara e municípios adjacentes

Municípios Adjacentes	2021	2023	2026	2031	2041
Piraquara	49.741	57.720	64.727	76.404	99.759
Campina Grande do Sul	27.204	30.162	33.385	38.757	49.501
Colombo	148.164	166.897	184.903	214.914	274.935
Curitiba	1.622.891	1.743.700	1.846.210	2.017.059	2.358.758
Pinhais	91.781	102.938	112.750	129.103	161.808
Quatro Barras	17.401	19.983	22.397	26.421	34.469
São José dos Pinhais	217.902	243.855	268.140	308.616	389.566

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 6: Taxa de crescimento da frota para os períodos de análise, para Piraquara e municípios adjacentes

Municípios Adjacentes	2021 – 2023	2023 – 2026	2026 – 2031	2031 – 2041
Piraquara	16,04	12,14	18,04	30,57
Campina Grande do Sul	10,87	10,69	16,09	27,72
Colombo	12,64	10,79	16,23	27,93
Curitiba	7,44	5,88	9,25	16,94
Pinhais	12,16	9,53	14,50	25,33
Quatro Barras	14,84	12,08	17,97	30,46
São José dos Pinhais	11,91	9,96	15,09	26,23

Fonte: URBTEC™ (2021)

2.1.3.3 PROJEÇÃO DE DEMANDA DE TRANSPORTE PRIVADO

A projeção de viagens para o transporte privado, também denominada como projeção de demanda, considera a projeção dos deslocamentos de pessoas ou cargas de um lugar para outro no espaço, consumindo uma quantidade de tempo e recursos. Deste modo, para a projeção de viagens de transporte privado foi utilizada a média entre as taxas de crescimento populacional e de frota, uma vez que o impacto no sistema viário proveniente do acréscimo de demanda é resultado do acréscimo de população que utiliza veículos para a sua locomoção. Ou seja, somente o acréscimo de população não representa de forma significativa o acréscimo de demanda. De maneira análoga, somente o acréscimo de frota não representa um aumento no número de viagens sem que exista um aumento da população para utilizar estes veículos para deslocar-se. A Tabela 7 apresenta as taxas de crescimento de viagens por período para as UDHs de Piraquara e municípios adjacentes.

Tabela 7: Taxa de crescimento de viagens de transporte privado por período de análise

		2021 - 2023			2023 - 2026			2026 - 2031			2031 - 2041		
Regiões		Tx Pop	Tx Frota	Tx Viag	Tx Pop	Tx Frota	Tx Viag	Tx Pop	Tx Frota	Tx Viag	Tx Pop	Tx Frota	Tx Viag
UDH Piraquara	Centro/Borda do Campo	5,79	16,04	10,91	11,57	12,14	11,86	19,29	18,04	18,67	15,24	30,57	22,90
	Vila Fuck	5,38	16,04	10,71	10,76	12,14	11,45	17,93	18,04	17,99	14,32	30,57	22,44
	Guarituba/Holandez (Urbano)	8,02	16,04	12,03	16,04	12,14	14,09	26,73	18,04	22,39	19,87	30,57	25,22
	Santa Mônica/Primavera Laranjeiras	2,29	16,04	9,17	4,58	12,14	8,36	7,64	18,04	12,84	6,71	30,57	18,64
	Guarituba (Urbano)	3,78	16,04	9,91	7,55	12,14	9,85	12,59	18,04	15,32	10,54	30,57	20,55
	Capoeira dos Dinos/Nova Tirol	8,40	16,04	12,22	16,79	12,14	14,47	27,99	18,04	23,02	20,61	30,57	25,59
	Recreio da Serra	8,40	16,04	12,22	16,79	12,14	14,47	27,99	18,04	23,02	20,61	30,57	25,59
	Centro	5,37	16,04	10,70	10,73	12,14	11,44	17,89	18,04	17,97	14,30	30,57	22,43
	Laranjeiras	-0,21	16,04	7,92	-0,42	12,14	5,86	-0,70	18,04	8,67	-0,70	30,57	14,93
	Recanto (Urbano)	5,52	16,04	10,78	11,04	12,14	11,59	18,40	18,04	18,22	14,54	30,57	22,55
	Planta São Tiago	6,75	16,04	11,40	13,50	12,14	12,82	22,50	18,04	20,27	17,32	30,57	23,94
Municípios Adjacentes	Campina Grande do Sul	3,80	10,87	7,34	3,80	10,69	7,25	5,07	16,09	10,58	12,68	27,72	20,20
	Colombo	4,73	12,64	8,69	4,73	10,79	7,76	6,31	16,23	11,27	15,76	27,93	21,85
	Curitiba	3,37	7,44	5,41	3,37	5,88	4,62	5,63	9,25	7,44	14,09	16,94	15,51
	Pinhais	4,23	12,16	8,19	4,23	9,53	6,88	9,82	14,50	12,16	24,54	25,33	24,94
	Quatro Barras	6,14	14,84	10,49	6,14	10,08	9,11	8,18	17,97	13,07	20,45	30,46	25,46
	São José dos Pinhais	7,36	11,91	9,64	7,36	9,96	8,66	4,49	15,09	9,79	11,23	26,23	18,73

Tx Pop – Taxa de crescimento populacional no período

Tx Frota – Taxa de crescimento da frota no período

Tx Viag – Taxa de crescimento das viagens no período

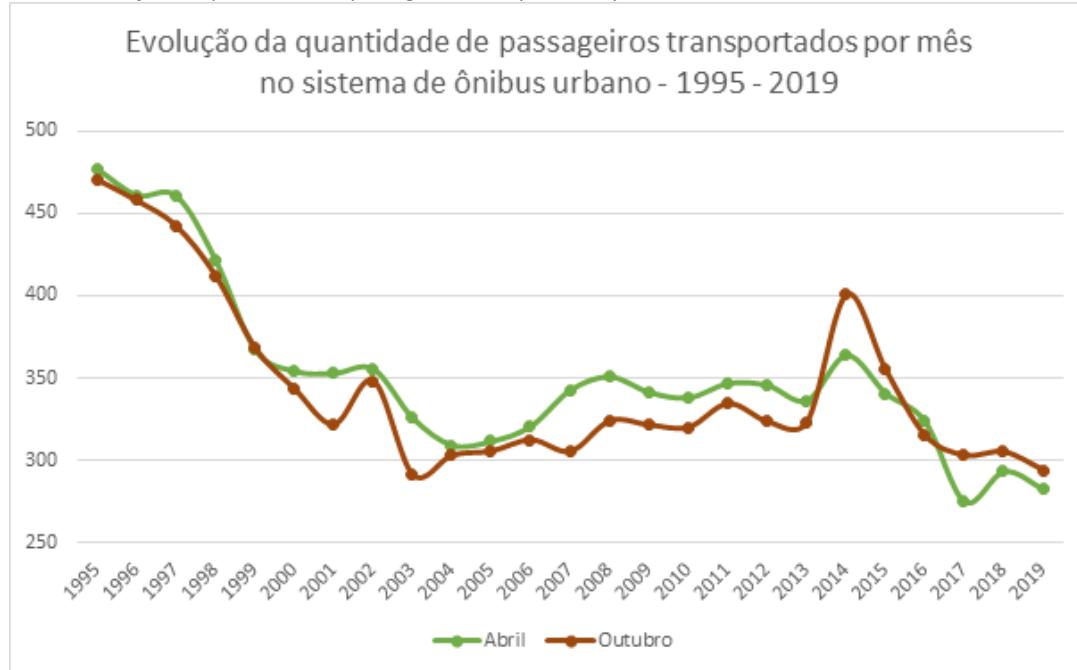
Fonte: URBTEC™ (2021)

2.1.3.4 PROJEÇÃO DE DEMANDA DO TRANSPORTE COLETIVO

No caso específico do transporte coletivo de passageiros, a majoração de passageiros é incompatível com a tendência de queda no número de usuários. A COMEC (2020) indica um potencial de estabilização, mas que ainda não justifica a aplicação de uma taxa de crescimento sob o número de viagens futuras, uma vez que a tendência de decréscimo ocorre de maneira generalizada no país. Dados da CNT (2020) ilustram esse comportamento, como visto no Gráfico 3, comparando o número de passageiros transportados nos meses de abril e outubro de 1995 a 2019, dos municípios de Belo Horizonte (MG), Curitiba (PR), Fortaleza (CE), Goiânia (GO), Porto Alegre (RS), Recife (PE), Rio de Janeiro (RJ), Salvador (BA) e São Paulo (SP).

Dessa maneira, assumindo uma postura conservadora, os dados relativos ao transporte coletivo de passageiros foram assumidos como em estagnação, sem crescimento significativo em cenários futuros.

Gráfico 3:Evolução da quantidade de passageiros transportados por mês no sistema de ônibus urbano - 1995 - 2019



Fonte: CNT (2020), adaptado por URBTEC™ (2021)

2.1.4 MODELO DE PROJEÇÃO E GERAÇÃO DE VIAGENS

A geração de viagens é o processo de atração e produção de veículos em movimento. Considera-se como unidade de viagem cada percurso realizado por uma mercadoria ou pessoa. Nos estudos urbanos, normalmente, uma viagem é considerada como cada percurso realizado por uma só pessoa. No contexto rural, uma viagem é considerada por cada percurso realizado por veículo.

Para a projeção do acréscimo do volume de tráfego é realizada a aplicação do Método Fator de Crescimento (DNIT, 2006), onde se define um coeficiente que, multiplicado pelo tráfego atual, resulta no valor de tráfego futuro, definido pela Equação 1 a seguir:

$$T_f = F_c \times T_A$$

Equação 1

Onde:

T_f = tráfego futuro em determinado ano;

F_c = fator de crescimento correspondente ao intervalo de tempo, em anos;

T_A = tráfego atual em determinado ano.

O fator de crescimento foi calculado conforme explanado no Item 2.1.3, por meio da determinação das variáveis socioeconômicas relevantes. Esse fator será aplicado ao tráfego atual, no ano de 2021, obtido através do levantamento de campo por meio de contagens volumétricas classificatórias para a definição do tráfego futuro para os anos de 2023, 2026, 2031 e 2041.

Em seguida, foi aplicado o Método de Fratar, que consiste na utilização da matriz OD do ano base para obter a matriz OD futura balanceada, de acordo com a alteração do potencial de atração ou produção de viagens das zonas de tráfego no período de análise, sendo possível ajustar a matriz base por meio da aplicação de fatores de crescimento. Além da matriz para o ano base, para a aplicação do método é necessário ainda ter o conhecimento do total de viagens produzidas e atraídas nas zonas de tráfego que compõem a matriz OD para o ano no qual deseja-se realizar a previsão. Deste modo, serão aplicados os fatores de crescimento ao total de viagens produzidas

pelas zonas de geração, e ao total de viagens atraídas pelas zonas de atração (ORTUZÁR, WILLUMSEN, 2011).

2.2 METODOLOGIA DE MODELAGEM

Os modelos matemáticos utilizados como ferramenta na área de transportes, área integrante do processo de planejamento urbano e regional, vêm intensificando seus usos devido à maior capacidade de cálculos realizados pelos computadores e a diminuição dos custos na obtenção de *softwares* para criação de tais modelos.

De acordo com Brasil (2008) modelar é fazer uma representação simplificada dos sistemas do mundo real que permita projeções de condições futuras. Novais (1982) acrescenta que o modelo deverá conter todos os principais elementos e relações existentes no sistema real e que sejam relevantes para o que se planeja criar no modelo. Lee e Vuchic (2005) ressaltam que os modelos calibrados representam a situação atual, logo, sua aplicação será válida se for aceita a premissa de que as relações do presente continuarão válidas no futuro.

Tais elementos relevantes se restringem a complexidade das interações humanas e aleatoriedades de acontecimentos no dia a dia, contudo, com a criação de modelos matemáticos, procura-se identificar padrões no comportamento de determinados grupos como, por exemplo, usuários do transporte coletivo e de veículos particulares.

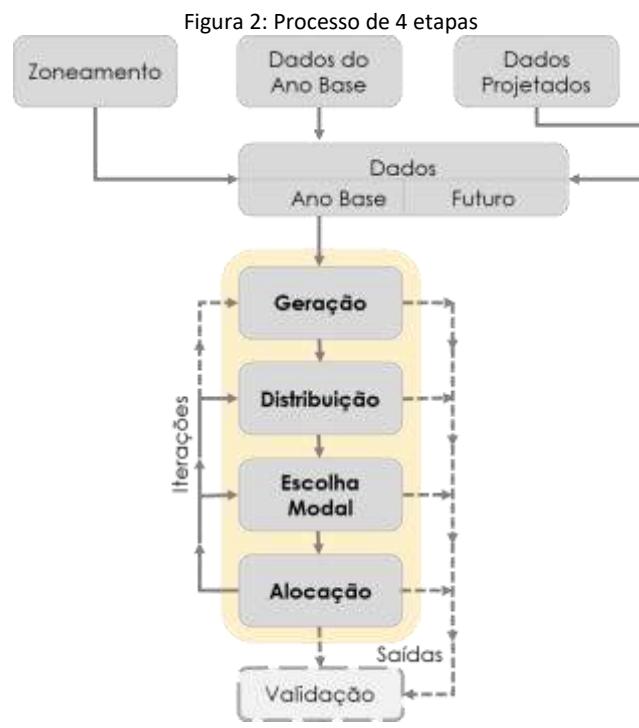
Diante disso, a modelagem de transporte será utilizada para auxiliar o prognóstico deste Plano de Mobilidade, de modo a determinar as condições de oferta e demanda do transporte coletivo urbano e analisar a capacidade viária do sistema de transporte particular em suas principais vias, ajudando o poder público a conformar decisões sobre futuras necessidades de infraestrutura e permitir que planejadores façam projeções para diferentes cenários, conhecendo suas implicações.

Com relação ao processo de modelagem do transporte coletivo e transporte individual, será utilizado o modelo tradicional, separado em etapas, atualmente conhecido como modelo clássico ou modelo padrão (Ortúzar e Willumsen, 2011), no

qual busca-se representar os contextos decisório dos usuários de acordo com seus desejos de viagem, definidos pela frequência, tempo de deslocamento e rota utilizada na rede de transportes.

Esse modelo serve como base para vários *softwares* que permitem a efetiva modelagem de transportes atualmente. O *software* escolhido para a criação dos modelos de previsão de demanda no Plano de Mobilidade de Piraquara é o *Emme Modeler*, da empresa canadense INRO. *Emme*, como é conhecido, é um sistema completo de previsão de transporte para o planejamento do transporte urbano, regional e nacional de pessoas, que ganhou reputação por sua abordagem flexível, escalável e aberta à modelagem, podendo acomodar modelos maiores e mais complexos com flexibilidade. Ainda, esse *software* fornece ao modelador de transporte tudo o que é necessário para modelagem de demanda de viagens, modelagem de rede multimodal e uma ampla variedade de análises relacionadas.

Com relação ao modelo padrão, ou de 4 etapas, Ortúzar e Willumsen (2011) criaram uma representação gráfica deste modelo (Figura 2). Nele, as etapas do processo de concepção do modelo se iniciam pela Geração de Viagens.



2.2.1 1ª ETAPA: GERAÇÃO DE VIAGENS

A etapa de geração de viagens trata essencialmente da demanda atual e futura de cada zona do sistema que será modelado, nos casos do transporte coletivo e do transporte individual.

Estas demandas, de atração e produção em cada zona, são conhecidas através das pesquisas de origem e destino, realizadas para o transporte coletivo e para o transporte individual, apresentadas no Relatório 03 – Diagnóstico do presente Plano, por meio de um modelo de demanda baseado em dados socioeconômicos, disponibilizados pelo município e obtidos do Censo 2010 do IBGE.

Normalmente, a utilização do transporte coletivo a longo prazo é influenciada pelo crescimento da população, pela renda e pelo número de veículos. Contudo, nos últimos anos, de 2014 a 2016, constata-se uma queda nos números de usuários de transporte coletivo no Brasil: um decréscimo de 18% (NTU,2017), conforme já comentado no item 2.1.3.4

Para a análise de cenários futuros serão levados em consideração os parâmetros e as particularidades do município, com explicitado no item 2.1.

2.2.2 2ª ETAPA: DISTRIBUIÇÃO DE VIAGENS

Uma vez definido o número de viagens produzidas e atraídas nas zonas de tráfego na etapa de geração de viagens, a próxima etapa é a de distribuição de viagens, que compreende distribuir as viagens de cada zona com a determinação de cada origem e destino.

Ambas as etapas, de geração e distribuição de viagens, foram obtidas pelas pesquisas de caracterização do transporte coletivo, apresentadas no Relatório 03 – Diagnóstico do presente Plano. Diante disso, não há necessidade de se realizar métodos de geração, tampouco de distribuição de viagens para o transporte coletivo, já que os elementos dessas etapas foram coletados através da pesquisa.

Todavia, para o transporte individual, os vetores de produção e atração foram determinados através de modelos de regressão (vide item 2.1.3.3), método que visa

construir uma relação linear ou não entre o número de viagens existentes (variável dependente) e os vários fatores que influenciam as viagens (variáveis independentes).

Esses modelos estão presentes no trabalho *Travel Estimation Techniques for Urban Planning* (TRB, 1998), que compilou dados de diversas cidades onde foram realizadas pesquisas de origem e destino, transformando os mesmos em modelos de geração de viagens estratificados por tamanho da população e renda.

Os modelos de distribuição de viagens, de modo genérico, podem ser expressos da seguinte maneira: o número de viagens entre as zonas de geração e zonas de atração é função das variáveis socioeconômicas de cada zona, das viagens produzidas e atraídas e da separação espacial ou custo entre as zonas.

Os modelos de distribuição de viagens mais utilizados são o Gravitacional e os de Fator de Crescimento Fratar e Furness, que foram implementados através do módulo de balanceamento bidimensional de matrizes do software *Emme*. Ambos necessitam de totais de viagens por zona, obtidos através do modelo de geração de viagens e de uma matriz modelada atual.

2.2.3 3ª ETAPA: DISTRIBUIÇÃO MODAL

A divisão modal tem o objetivo de destinar aos diferentes modos de transporte as viagens com origem na zona de geração e destino na zona de atração, com base nas variáveis que o usuário utiliza para realizar sua escolha. Devido a pesquisa de origem e destino ter sido realizada especificamente nas linhas do sistema de transporte coletivo, não há escolha a ser realizada pelo usuário, uma vez que o mesmo já utilizará o modo transporte coletivo.

Considerando a realização de pesquisas de contagem volumétricas realizadas em distintos pontos do sistema viário do município, os valores obtidos em campo são utilizados para identificar o total da demanda de automóveis para o sistema de transporte individual, como a distribuição percentual de automóveis, motocicletas, caminhões e ônibus.

2.2.4 4ª ETAPA: ALOCAÇÃO DE VIAGENS

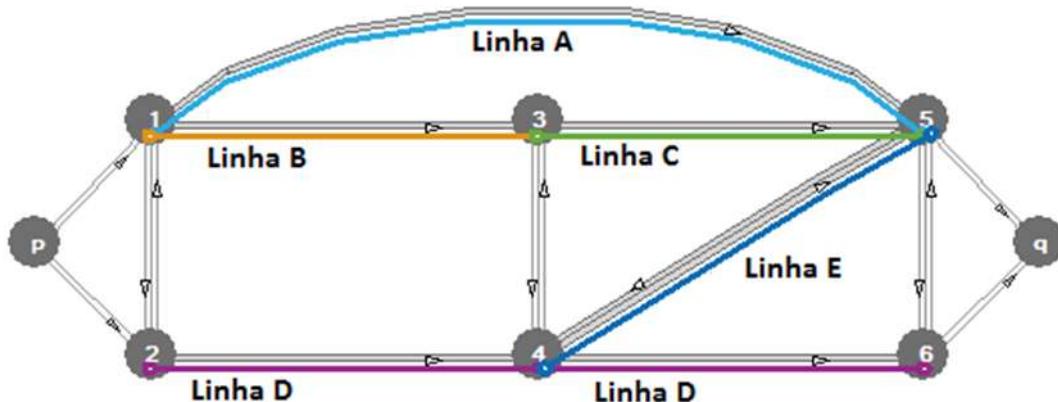
A última etapa do processo é a alocação de viagens. Esta etapa é utilizada para fornecer estimativas de fluxo de passageiros por linha e por via de tráfego.

O processo de alocação de viagens simplifica a metodologia utilizada pelo simulador. Para o Plano de Mobilidade, como já mencionado, foi utilizado o simulador *Emme*. Segundo Paiva (2015), ao explicar a metodologia de Spiess e Florian, o usuário escolhe um conjunto de caminhos viáveis (estratégias) e deixa que a chegada do primeiro veículo determine qual caminho será efetivamente utilizado para chegar ao seu destino. Define-se como estratégia um conjunto de regras que permitem ao usuário atingir seu objetivo.

Com isso, o simulador compara as opções de viagens apresentadas para cada par de origem e destino, e as aloca de maneira inversamente proporcional ao tempo tomado por cada alternativa, depois de considerado o custo generalizado, composto por vários aspectos da viagem, como tempos de espera, embarcação, transferências, etc. A Figura 3 ilustra um pequeno sistema de transporte. Essa alocação estratégica de transportes com variantes permite:

- Analisar os componentes detalhados do custo generalizado para tempos de embarque, viagem embarcada ou a pé, possibilitando separar quais são os valores exatos de tempos de viagem. Além disso, as penalidades para cada componente da viagem (tempos de espera, de transferência, de viagem embarcada, etc.) podem ser configuradas separadamente;
- Optar por liberar ou não o caminho para pedestres: é possível considerar viagens entre zonas adjacentes realizadas a pé;
- Distribuir os fluxos de passageiros por conectores, permitindo a estratégia de otimização de percurso, por meio de um modelo lógico ou configurado pelo usuário.

Figura 3: Esquema-exemplo de um pequeno sistema de transporte

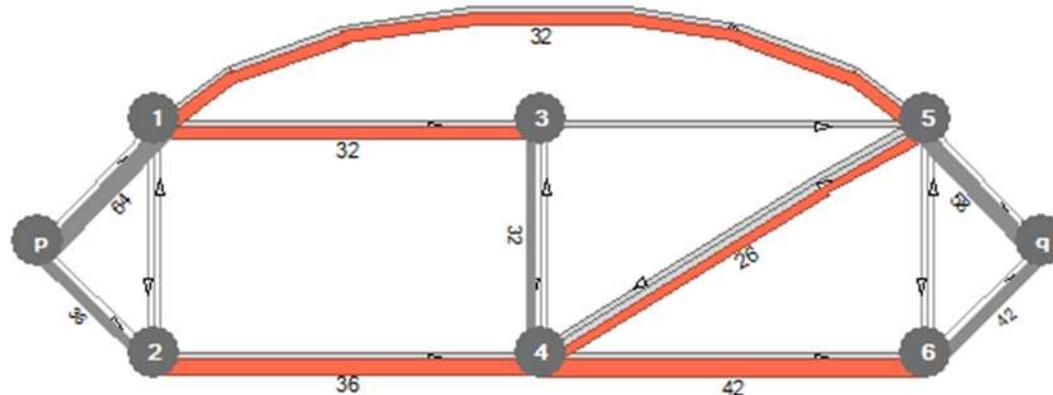


Fonte: INRO (2015), adaptado por URBTEC™ (2021)

Na alocação estratégica com variantes, o fluxo pode ser distribuído entre os conectores utilizando proporções definidas segundo um modelo lógico. Essa é a representação das opções apresentadas a um passageiro entre um ou outro ponto de parada, em uma zona servida por corredores de transportes paralelos, por exemplo. A distribuição dos fluxos nos *links* (a partir dos pontos de parada previstos) é função de variáveis das linhas: pode ser, por exemplo, uma combinação das frequências e tempos de viagens até o destino, o que permite uma representação mais precisa da atratividade de cada linha no modelo.

No exemplo a seguir, imagina-se 100 viagens partindo do ponto “p” para o ponto “q” na extremidade oposta. A distribuição das viagens ocorre em função das variáveis supracitadas e o resultado correspondente a essas combinações pode ser observado na Figura 4.

Figura 4: Exemplo de esquema dos fluxos de carga de um sistema de transporte



Fonte: INRO (2015), adaptado por URBTEC™ (2021)

A representação gráfica do sistema de transporte, embora visualmente simplificada, é parametrizada em seus diversos níveis, e é tradicionalmente representada através de elementos que serão interligados, como nós, eixos viários, dados operacionais das linhas do sistema, volumes, tempos, entre outros. Cada modal correspondente está detalhado, como pode ser visto no item 2.2.7. Essas são representações discretas do espaço contínuo a ser estudado.

A análise dos resultados da alocação de viagens utiliza o conceito de custo generalizado de deslocamento da zona “i” para a zona “j”, que pode ser representado pela Equação 2:

$$C_{ij} = P_1 \times C + P_2 \times t_v + P_3 \times t_t \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

C : Custo generalizado da viagem;

P_1, P_2, P_3 : penalidades;

t_v : tempo gasto dentro do veículo;

t_t : tempo gasto em transferência.

A alocação do tráfego individual, que exprime o comportamento do fluxo de tráfego, pode ser realizada em três níveis de análise através de modelos com abordagem macroscópica, microscópica e mesoscópica, como exemplificado na Figura 5.

A abordagem macroscópica, objeto de interesse deste Plano de Mobilidade, descreve o comportamento do tráfego de maneira agregada, baseada na teoria dos fluidos, sendo o fluxo descrito com base em três variáveis fundamentais:

- (i) volume ou fluxo – número de veículos por unidade de tempo em um determinado ponto (veículos/hora);
- (ii) densidade ou concentração: número de veículos por comprimento unitário da via (veículos/km);
- (iii) velocidade: velocidade média em um trecho linear de via (km/hora).

Figura 5: Níveis de modelos de análise de tráfego



Fonte: URBTEC™ 2021

As matrizes de viagens de transporte individual são alocadas na rede de simulação através de modelos de equilíbrio do usuário, que considera que o equilíbrio é atingido quando nenhum usuário do sistema consegue diminuir seu próprio tempo de viagem, através de uma mudança unilateral de rota. Considerando a hipótese que todos os condutores têm a mesma percepção dos custos de deslocamento, o modelo considera dois tipos de comportamentos: (i) os condutores escolhem os seus percursos independentemente e no seu melhor interesse, com base nas condições de tráfego resultantes das escolhas dos outros; ou (ii) os consultores cooperam na escolha de trajetos, tendo em vista produzir um padrão de tráfego que traga o máximo benefício à comunidade.

É possível considerar que a escolha individualista de trajetos representa a aproximação mais realista. Por meio de uma abordagem interativa, considera-se que o modelo convergiu quando nenhum condutor conseguiu reduzir seu custo de deslocamento escolhendo um trajeto diferente.

2.2.5 CALIBRAÇÃO DO MODELO

A partir da matriz-semente, gerada ao final do processo de distribuição de viagens entre as zonas de tráfego, é realizado o processo de calibração do modelo, que envolve a comparação e ajuste com contagens volumétricas de veículos realizadas em

diversos pontos da cidade. O procedimento de calibração visa compatibilizar os resultados obtidos no modelo e o observado nas contagens volumétricas, mantendo ao máximo o padrão de viagens calculado a partir da matriz-semente.

Os resultados dos procedimentos aplicados anteriormente buscam encontrar um modelo que represente a situação observada através das pesquisas de campo. Esses podem ser expressos em matrizes de origem e destino ou sob a forma de carregamento na rede, podendo-se observar o fluxo de veículos nas vias urbanas.

A análise de compatibilidade é feita por regressão linear, utilizando-se da comparação entre os valores alocados e os valores obtidos nas contagens de campo. Plota-se um gráfico com esses valores e a regressão é estimada, sendo que, quanto maior o R^2 e menor o valor do erro médio, maior a compatibilidade. Para valores de R^2 acima de 0,85 e erro médio menor que 10%, pode-se dizer que o modelo representa a realidade de forma excelente.

2.2.6 CAPACIDADE DE SUPORTE DO SISTEMA VIÁRIO

Para estudos da capacidade de suporte do sistema, a relação entre volume e a capacidades dos *links* permite medir as condições de circulação nas vias, pois identifica pontos onde a oferta não atende mais a demanda. Quanto mais próxima de 1 é a relação volume/capacidade, mais próximo da capacidade está operando um trecho de via, e maior a probabilidade de atrasos e congestionamentos, também denominado como grau de saturação. A avaliação da capacidade de suporte do sistema viário do município de Piraquara pode ser obtida pela análise operacional do sistema viário do modelo de demanda definido anteriormente, através de indicadores de desempenho.

O grau de saturação é a relação entre o volume de tráfego que demandam os usuários da via e a sua capacidade máxima, conforme a Equação 3.

$$SAT = \frac{V_i}{C_i} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

SAT = saturação;

V_i = volume alocado no *link* i;

C_i = capacidade do *link* i.

Para o presente estudo o grau de saturação foi dividido em 6 intervalos para facilitar a análise gráfica, e denominados de “A” à “F”, sendo “A” a situação menos saturada e “F” a situação mais saturada. Os intervalos definidos são ilustrados na Quadro 1.

Quadro 1: Intervalos de saturação utilizados na análise do sistema viário

Intervalo	Saturação	Classificação
1	$0 > SAT > 0,30$	A
2	$0,30 > SAT > 0,40$	B
3	$0,40 > SAT > 0,60$	C
4	$0,60 > SAT > 0,80$	D
5	$0,80 > SAT > 1,00$	E
6	$SAT > 1,00$	F

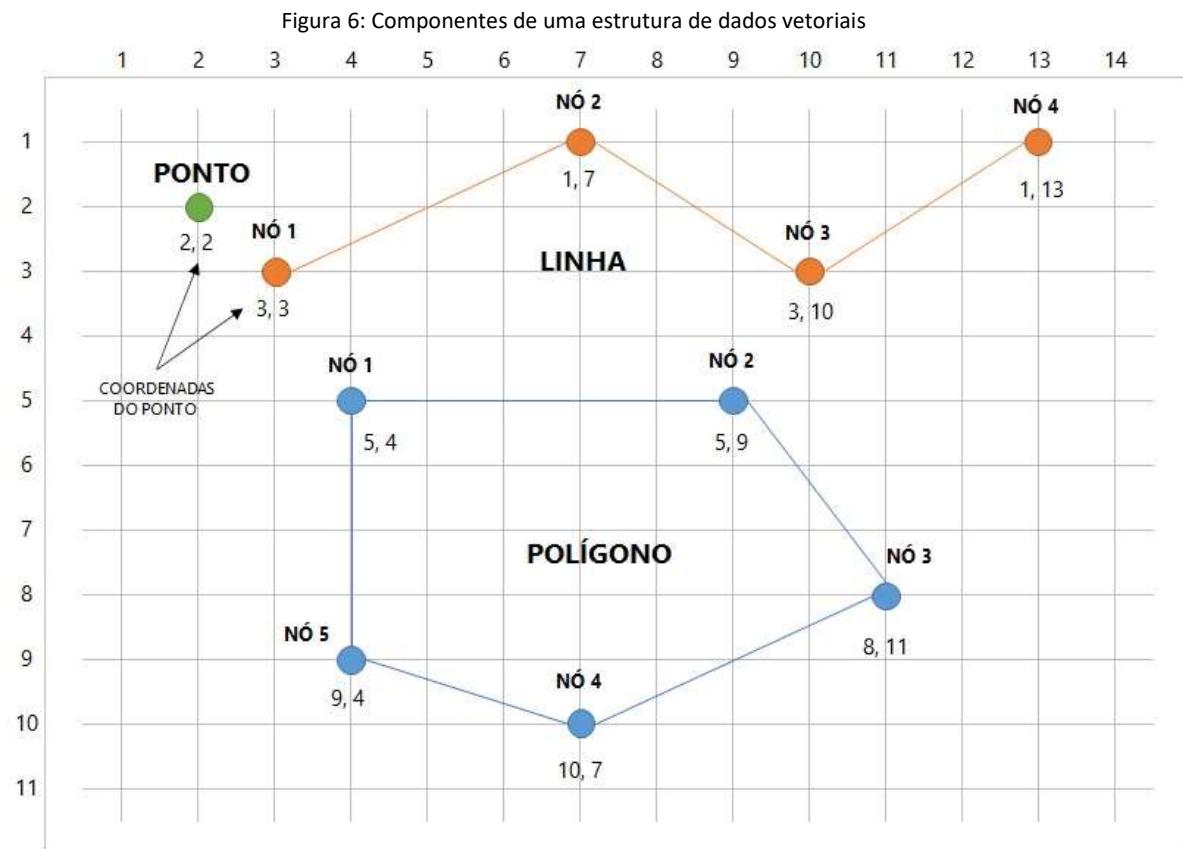
Fonte: URBTEC™ (2021)

2.2.7 ELEMENTOS DO MODELO

O processo de modelagem depende da estruturação de sistemas matemáticos que representem de maneira adequada as características reais do sistema de transporte a ser simulado. O modelo matemático é estruturado em formato de dados vetoriais, arranjo no qual os elementos de influência na operação de transportes local (vias, rotas, população usuária, entre outros, também denominados feições ou camadas) são representados por elementos gráficos geométricos.

Os dados em formato vetorial, dentro de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), são tipicamente representados por elementos de dados que permitem descrever posição e direção. Assim, hierarquicamente são desenvolvidos a partir de pontos, mais comumente denominados como nós ou *nodes*, que possuem como informação básica as suas coordenadas de geolocalização e podem representar interseções viárias físicas ou um determinado grupo populacional, como será detalhado na sequência deste capítulo. As cadeias interligam pontos de forma a representar o contorno da feição, já que são vetores e, portanto, possuem atributo de direção (de onde evoca-se o termo “sistema vetorial”), podendo representar vias, rotas e outros sistemas lineares. Por fim,

três ou mais cadeias formam um polígono, que envolve uma dada região (Davis, 2001). Essas representações gráficas são exemplificadas a seguir, na Figura 6.



Fonte: Davis (2001), adaptado por URBTEC™ (2021)

Compreender este tipo de estruturação é particularmente importante, já que alguns atributos são básicos ou “naturais” à geometria dos elementos. Para exemplificar isso, como já mencionado anteriormente, os pontos são imbuídos de suas coordenadas (Figura 6), e, da correlação entre elas, é possível extrair a distância entre esses dois pontos, que virão a representar a extensão de um segmento da via. É possível associar também outros dados relevantes, como o número de faixas, velocidades operacionais, tipo de pavimento, nome do logradouro, e outros atributos passíveis de detalhamento de uma via.

Tipicamente, alguns dos componentes utilizados para representar elementos de sistemas de transporte são sintetizados no Quadro 2, com exemplos de atributos que

podem ser associados a essas feições. Destaca-se, dentre esses elementos, as zonas que serão a representação do usuário do sistema de transporte no modelo.

Quadro 2: Exemplos de elementos do sistema de transporte e componentes de representação

Elemento	Componente vetorial	Exemplos de atributos associados aplicáveis
Interseção viária	Ponto (Nó)	Coordenadas, tipos de conversões permitidas, semaforização
Via	Linha (Link)	Extensão, sentido (duplo ou único), velocidade, demoras, número de faixas, capacidade, nível de serviço, nome do logradouro, tipo de pavimento
Rota	Linha (Link)	Extensão, frequência, tempo de viagem, tipo de veículo
Zonas	Polígono	Área, população, densidade populacional, uso de solo, renda média, número de habitações

Fonte: URBTEC™ (2021)

Os elementos do modelo são a base para a execução do método, por onde entram os dados de pesquisas. São utilizados nessa metodologia nós, eixos de ligação (*links*), zonas, centroides, conectores e sistemas de linhas, detalhados a seguir.

2.2.7.1. NÓS

O nó é o elemento mais simples do modelo, representado por um ponto, que tem coordenadas “x” e “y” específicas. Os nós são numerados e as coordenadas são cadastradas e georreferenciadas a partir de dados de latitude e longitude, que permitem seu posicionamento exato no espaço.

Esses nós são divididos principalmente em duas categorias: (i) nós comuns, que através dos eixos de ligações representam a infraestrutura disponível do sistema e (ii) centroides, que representam a localização média simplificada dos usuários em cada zona da matriz de viagens.

2.2.7.2. EIXOS DE LIGAÇÃO (*LINKS*)

A conexão entre os nós comuns é denominada de *link*. Estes *links* representam as vias e são normalmente designados por seus nós de origem e de destino. São consideradas somente as vias onde há fluxo de linhas de transporte coletivo e das principais vias de tráfego de veículos individuais.

Os *links* possuem dados como extensão, velocidades médias, sentido de fluxo, penalidades de tempo, entre outros. A partir deles é possível estabelecer funções que calculem, por exemplo, o tempo gasto para percorrer o espaço entre os dois nós.

Cada *link* possui, portanto, um custo generalizado, visto na Equação 2 (item 2.2.4), atributo que combina vários dados e permite, durante o processo de alocação, comparação entre alternativas apresentadas ao usuário. Outros exemplos de informações aplicáveis a este nível são: (i) o número de faixas das vias; (ii) classificação hierárquica; (iii) se a via é unidirecional ou bidirecional; (iv) quais conversões são permitidas; (v) quais modais podem utilizá-la; entre outros.

2.2.7.3. SISTEMA DE LINHAS

Cada trecho das linhas de transporte coletivo está vinculado a um *link*, e seus parâmetros podem ser definidos à linha como um todo (código, nome, tipo de veículo utilizado, intervalo entre viagens, velocidades e etc.) ou a este trecho (se há parada para embarque e desembarque ou não; para casos de paradas finais, se o desembarque é obrigatório; se existe algum fator de demora específico, etc.).

Os atributos de cada trecho podem ser somados e gerar informações gerais da linha, como o tempo necessário para completar uma viagem; tempo de ciclo; e também a frota necessária para suprir o volume de passageiros transportados, entre outras opções.

2.2.7.4. ZONAS, CENTROIDES E CONECTORES

No modelo de simulação as zonas são agrupamentos de amostras populacionais nas quais são estimadas características similares. Usualmente são baseadas em setores censitários ou subdivisões políticas que são usadas como base para qualquer informação existente de censo ou estudos anteriores de origem e destino. O uso de setores censitários que já existam na cidade aumenta as chances de compatibilidade com a sobreposição de diferentes tipos de dados.

A informação necessária para a modelagem, entretanto, não é exatamente a mesma que a informação necessária para o órgão do censo populacional. Assim, algumas zonas do censo são usualmente agregadas em zonas maiores e outras divididas em zonas menores.

A dimensão das zonas está diretamente associada às respostas que serão fornecidas pelas questões colocadas sobre o sistema de transporte que passa pelo processo de modelagem. Cardoso (1999) realiza essa inferência em sua pesquisa, por meio de uma série de experimentos, detectando a influência do zoneamento nos fluxos de atravessamento (externa-externa), de entrada e saída (externa-interna), interzonais (interna-interna), e viagens intrazonais (interna-interna). No processo de revisão bibliográfica, ele ainda cita Ortúzar & Willumsen (1994) e os critérios sobre zoneamento que devem ser observados:

- “1. O tamanho das zonas deve ser aquele em que o erro de agregação causado pela suposição de que todas as atividades sejam concentradas no centroide está dentro de padrões aceitáveis.
2. O sistema de zoneamento deve ser compatível com outras divisões administrativas, particularmente com zonas do censo; este é provavelmente o principal critério; as compatibilidades restantes devem ser seguidas, se não tornarem inconsistentes este critério.
3. As zonas devem ser tão homogêneas quanto possível com relação ao uso do solo e/ou composição da população. Zonas censitárias com claras diferenças a este respeito (por exemplo zonas residenciais com grandes diferenças no nível de renda) em princípio não devem ser agregadas, mesmo se elas forem muito pequenas.
4. As fronteiras das zonas devem ser compatíveis com linhas de contornos, 19 aferição (*cordon lines* e *screen lines*) e com sistemas prévios de zoneamento. Tem se verificado que a prática do uso de vias importantes como fronteiras de zonas deve ser evitada porque esta aumenta consideravelmente a dificuldade de atribuir viagens para as zonas quando estas tiverem origem ou destino na fronteira da zona.
5. A forma das zonas deve permitir fácil determinação dos conectores de centroides. Isso é particularmente importante para determinarmos estimativas posteriores das características intrazonais. A zona deve representar a área natural de influência da rede de transporte e as ligações do centroide devem representar unicamente os custos principais de acesso a essa rede.

6. As Zonas não necessitam ter a mesma área, mas sim dimensões similares em unidades de tempo de viagem; por essa razão, as zonas são menores em áreas congestionadas do que em áreas não congestionadas.

7. O sistema de zoneamento deve ser hierárquico com diferentes níveis de agregação, permitindo facilidades de análise para diferentes tipos de decisão.”

2.2.8 ELEMENTOS DO MODELO DO MUNICÍPIO DE PIRAQUARA

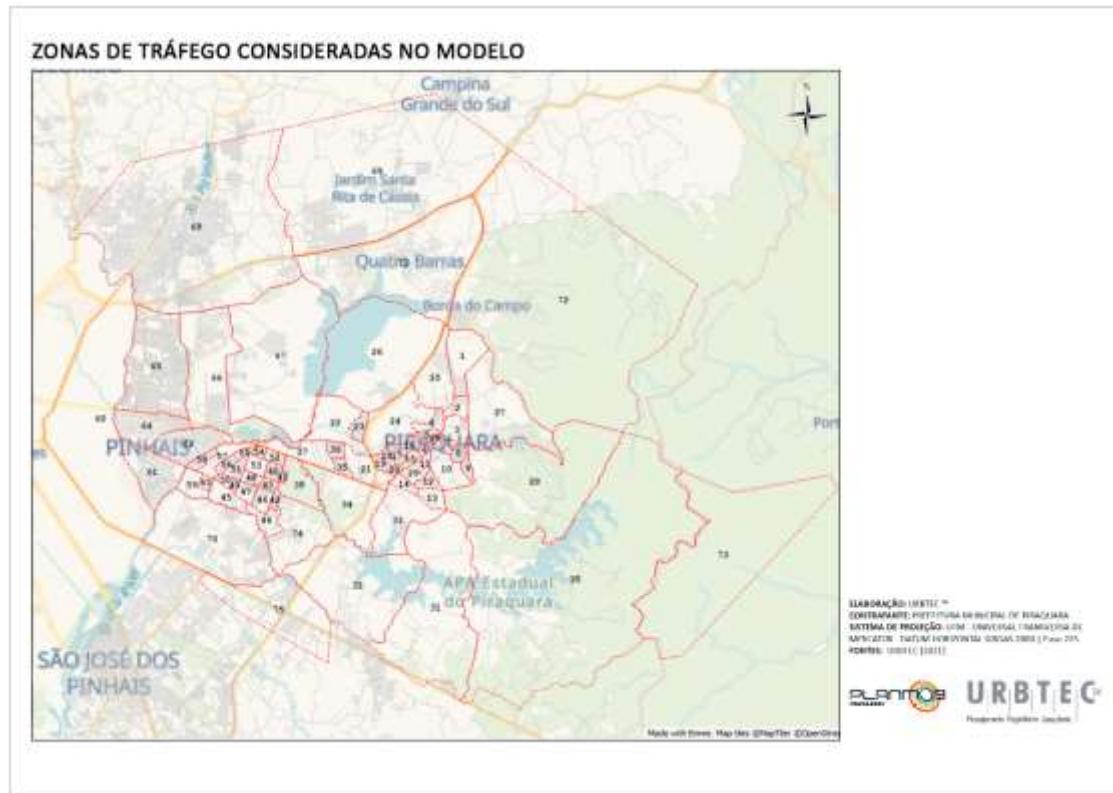
Para o município de Piraquara foram delimitadas 75 zonas de tráfego, sobre as quais é importante ressaltar que foram tomadas as devidas precauções para o agrupamento de setores com características similares, principalmente no que tange ao uso de solo, conforme visto no item anterior, 2.2.7.4.

As zonas de tráfego foram criadas de forma coincidente com os setores censitários do IBGE, de forma que se possa ter uma organização das informações socioeconômicas e de demografia. Contudo, como se trata de um estudo estratégico, o número de zonas foi reduzido através do agrupamento de dois ou mais setores censitários, especialmente para áreas com baixa densidade populacional (o que representa um número reduzido de viagens geradas).

O centroide costuma ser posicionado sobre o centro geográfico da zona que representa. Há, entretanto, casos em que este elemento pode ser deslocado para a melhor representação da densidade populacional da zona (quando esta possui vazios populacionais, tais como lagos, parques de preservação ambiental, etc.) e, consequentemente, de seu comportamento.

Os conectores são as ligações entre os centroides e a rede de transportes, representando seu acesso/egresso na mesma. Abaixo, na Figura 7, está representado o sistema de zoneamento adotado no modelo de simulação de Piraquara.

Figura 7: Zonas de tráfego consideradas no modelo



Fonte: URBTEC™ (2021)

3 MODELAGEM DO CENÁRIO ATUAL

Para avaliar as condições de circulação no município de Piraquara, bem como estabelecer propostas de intervenções, foram criados modelos de transporte que representam a dinâmica de circulação local, como também o comportamento desta dinâmica com a implantação de intervenções.

A modelagem do sistema de transporte privado consiste em modelos de macrossimulação, ou seja, modelos da perspectiva do município como um todo, e de microssimulação, com recortes em regiões de interesse, em interseções. A modelagem do sistema de transporte coletivo analisa os diversos elementos que compõem o sistema, como vias, pontos de parada, rotas dos veículos e matrizes de viagem.

3.1 SISTEMA DE TRANSPORTE PRIVADO

Com o intuito de avaliar o sistema de transporte privado do município de Piraquara, foram estabelecidos dois métodos de análise que consistem nos modelos de macrossimulação e de microssimulação.

Os modelos de macrossimulação são utilizados para verificação de propostas e intervenções estruturais no município. Intervenções estruturais são aquelas capazes de reestruturar a circulação viária local, como abertura de novas vias, implantação de obras de arte especiais, anéis viários de circulação e vias de pedestres. O parâmetro utilizado para as análises por macrossimulação é a relação de volume sobre a capacidade.

A microssimulação analisa de forma específica cada cruzamento e possui como parâmetro de análise a relação de nível de serviço, que considera os tempos de atraso de cada interseção, ou seja, o tempo perdido para transposição de uma interseção, pois quanto maior o tempo perdido, maiores serão os congestionamentos. Com a microssimulação é possível verificar o rendimento das intervenções operacionais do sistema. São exemplos de intervenções operacionais as alterações de preferência de passagem, sentido de fluxo, tempos semafóricos e dispositivos de controle.

Procura-se com estes dois modelos propor intervenções que melhorem o fluxo de veículos no município de Piraquara, de forma estrutural e operacional.

3.1.1 CONSTRUÇÃO E CALIBRAÇÃO DO MODELO

Este item trata da montagem e calibração de um modelo de simulação que tem por objetivo inicial a representação do tráfego atual do sistema viário de Piraquara.

3.1.1.1 DADOS DE ENTRADA DO MODELO

Para a calibração do modelo e verificação da adesão dos volumes alocados em relação à realidade, foram realizadas contagens de tráfego em 18 pontos distintos, além de pesquisas de velocidade e retardamento que possibilitam obter os dados de velocidade média, o tempo gasto em cada seção e também o tempo parado. As pesquisas foram apresentadas no Relatório 03 – Diagnóstico, do presente Plano. Com esses dados foi possível determinar a velocidade de fluxo livre, que é calculada considerando o veículo se movimentando livremente 100% do tempo, e os atrasos em intersecções, considerando os tempos parados em cada interseção.

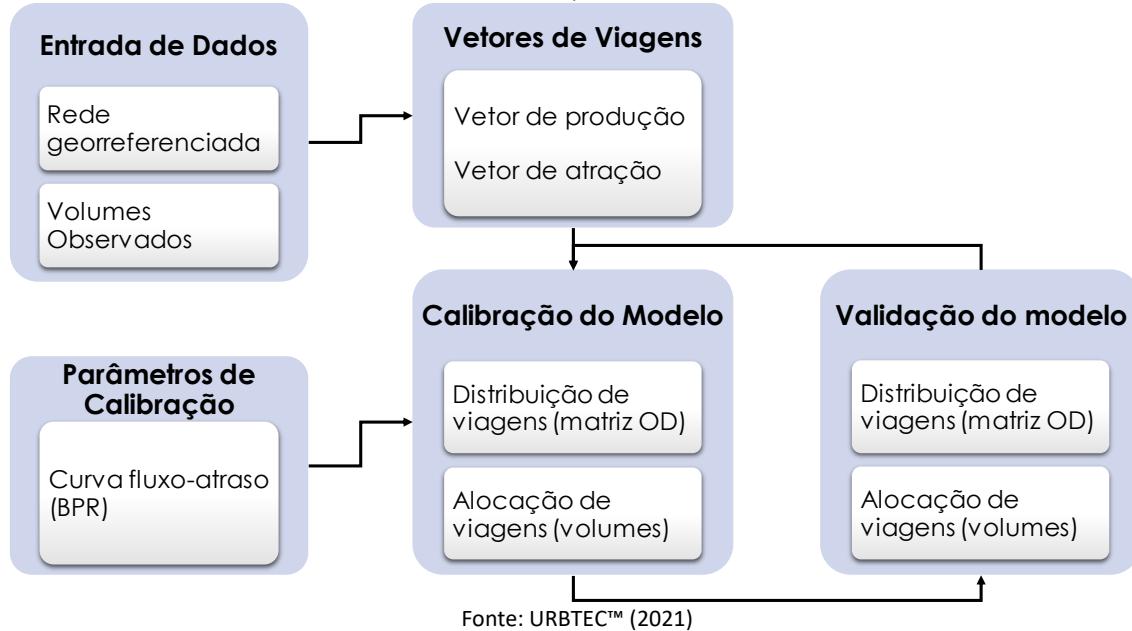
A calibração e a validação são procedimentos realizados de forma que o modelo implementado no software *Emme* possa representar da forma mais realista possível os volumes de tráfego observados em diferentes segmentos da malha viária de Piraquara.

A calibração envolve, basicamente, a entrada no modelo de informações obtidas em campo (contagens de tráfego) e de parâmetros específicos para a calibração (tais como os parâmetros da curva que expressa o tempo de viagem ou atraso em função do fluxo veicular alocado).

A validação, por sua vez, envolve a comparação dos resultados das alocações, ou seja, os volumes alocados pelo modelo nas vias da cidade, com os respectivos volumes observados em campo. Considera-se que o modelo esteja validado quando os volumes obtidos na simulação forem próximos aos volumes observados. Essa fase é considerada como uma medida da aderência do modelo.

Neste contexto, a calibração e a validação são realizadas de forma simultânea e iterativa, seguindo o procedimento ilustrado na Figura 8.

Figura 8: Processo de calibração e validação do modelo de simulação da demanda por transportes para a cidade de Piraquara.



Cada uma das etapas do processo é explicada a seguir.

3.1.1.2. REDE GEORREFERENCIADA

A rede do modelo representa o sistema viário principal do município de Piraquara, e é composta por: *links*, que são os trechos de via; *nós (nodes)*, que são pontos que representam interseções ou dispositivos que causam algum tipo de influência na circulação de veículos; e *zonas de tráfego*, que são polígonos, representados por seu centroide, que contêm os dados das viagens produzidas ou atraídas, ou origens e destinos.

A rede foi desenvolvida e modelada também no software *Emme* sobre as bases georreferenciadas fornecidas pelo município. Quando necessário, foram feitos ajustes para correção da conectividade das vias, proibição de conversões e definição de atributos das vias, como velocidade, número de faixas, sentido e capacidade. Este processo é complexo e define o grau de detalhamento do modelo, com base nas

informações disponíveis. Destaca-se que o desenvolvimento do processo de modelagem com excessiva discretização pode acarretar em imprecisões. A Figura 9 apresenta a rede de simulação do município.

Figura 9: Rede de simulação para o município de Piraquara



Fonte: URBTEC™ (2021)

3.1.1.3. CONTAGENS DE TRÁFEGO

Como comentado anteriormente, foram realizadas contagens do tipo volumétrica para a calibração e validação do modelo. As contagens foram classificadas em automóveis, motocicletas, caminhões, ônibus e bicicletas, com volumes agregados de 15 em 15 minutos. Mais informações são apresentadas no Relatório 04 – Diagnóstico.

Dentro das faixas horárias em que foram realizadas as contagens, a hora de pico, ou seja, a hora com maior volume de tráfego, ocorreu entre 17h30 e 18h30, com uma média de cerca de 1.700 veículos por ponto de pesquisa. Os volumes obtidos através

das contagens para a hora de pico da tarde foram associados aos *links* da rede de simulação como um atributo dos mesmos.

3.1.1.4. CALIBRAÇÃO DE ATRIBUTOS DE IMPEDÂNCIA PARA OS LINKS

Foram atribuídos indicadores de caracterização às classes hierárquicas funcionais de cada via, tais como velocidade de fluxo livre; e capacidade e coeficientes de calibração da curva, que expressam o tempo de percurso (*delay* ou atraso) em função do fluxo alocado a este *link*. De maneira geral, a finalidade é a estimativa do tempo de viagem, que será o parâmetro fundamental na seleção entre as opções de trajetos.

A função BPR (*Bureau of Public Roads*) calcula o tempo de percurso da via pela relação entre seu fluxo e capacidade. Os valores α e β são coeficientes de calibração da função atraso-volume, necessária na etapa de alocação das viagens à rede. A Equação 4 apresenta a função de atraso (demora) com base nos outros componentes da função, descritos na sequência.

$$t(v) = k_4 t_0 \left(1 + \alpha \left(\frac{v}{c}\right)^\beta\right) \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

$t(v)$ = função de demora;

k_4 = parâmetro de calibração;

t_0 = tempo em fluxo livre;

α e β = parâmetros a serem estimados;

c = capacidade em veículos equivalentes por hora.

O tempo em fluxo livre, t_0 , é o tempo que um veículo levaria para percorrer um *link* se estivesse em velocidade de fluxo livre. A velocidade de fluxo livre é atingida pelos veículos quando não há fluxos que causem interferências, ou seja, a velocidade possível para um trecho quando não está congestionado.

As tipologias caracterizam a função de fluxo-demora, isto é, cada tipologia corresponde a uma capacidade, uma velocidade de fluxo livre, um alfa e um beta próprios. Neste estudo, a configuração inicial adotada foi de $\alpha=0,15$ e $\beta=4,0$.

A cada um dos pontos nos quais foram realizadas as contagens, foi associada a velocidade de veículo privado obtida a partir dos estudos de velocidade. Para cada um desses registros, obteve-se o horário da medição de velocidade e o volume do fluxo veicular do ponto no mesmo horário. Dessa mesma maneira, foi associada a capacidade da via detectada, descrita anteriormente.

A capacidade varia em função da tipologia da via, e a tipologia da via interfere diretamente na velocidade de fluxo livre, sendo que para este modelo foram consideradas as velocidades regulamentares das vias. Desta forma, a capacidade foi calculada a partir da expressão:

$$c = -0,0982vf^2 + 29,018vf + 337,5$$

Esta expressão foi obtida a partir de regressão linear de capacidades e velocidades de fluxo livre presentes no *Highway Capacity Manual*, sendo considerada como válida para todo o intervalo de valores de velocidade de fluxo livre. A Tabela 8 apresenta as capacidades viárias por tipo de via.

Tabela 8: Capacidades viárias por tipo de via

Hierarquia Base	Velocidade Regulamentada	Capacidade
Arterial 1	60	1.725
Arterial 2	50	1.543
Coletora 1	40	1.341
Coletora 2	40	1.341
Local	30	1.120
Trânsito Rápido	70	1.888

Fonte: URBTEC™ (2021)

Em resumo, as características geométricas definidas para cada *link*, número de faixas e alinhamento horizontal e vertical, interferem diretamente em sua capacidade: à medida que a utilização da via aumenta, mais interferências são geradas, e o fluxo, em contraponto, diminui. Assim, quanto maior a concentração de veículos em uma via, pior é o seu desempenho e, consequentemente, maior o tempo para percorrê-la e maior a demora.

3.1.1.5. MODELO DE TRÁFEGO

A modelagem inclui etapas de geração, distribuição e alocação de viagens, como visto no item 2.2. A seguir são apresentadas cada uma das etapas para o município de Piraquara.

- **Geração de Viagens**

A geração de viagens neste trabalho foi determinada através do método desenvolvido pelo TRB (1998), no qual, a partir da compilação de dados de diversas cidades, foi estabelecido que o volume de viagens com origem em determinada zona é definido em função de dados socioeconômicos, como o tamanho do lar (número de residentes), a renda média, a posse de veículos, entre outros. A diferenciação de faixas de renda é baseada na renda e número de residentes por domicílio, através da correlação sugerida pelo próprio TRB (1998), apresentada na Tabela 9.

Tabela 9: Modelo de produção de viagens baseado na renda e no número de residentes por domicílio

Renda	Residentes por domicílio				
	1	2	3	4	5+
Baixa	3,6	6,5	9,1	11,5	13,8
Média	3,9	7,3	10	13,1	15,9
Alta	4,5	9,2	12,2	14,8	18,2

Fonte: TRB (1998), adaptado por URBTEC™ (2021)

Os dados de renda obtidos no Censo 2010 do IBGE foram divididos em três classes (renda baixa, média e alta), com a mesma amplitude, considerados os valores máximos e mínimos de renda existentes agregados do censo às zonas de tráfego. Ressalta-se que foi desconsiderado o valor máximo de renda referente a zona de tráfego correspondente a Planta Recanto, uma vez que, esse é 80% maior que o valor máximo da segunda zona com maior renda. Os valores de renda máxima e mínima, o intervalo e as faixas de renda são identificados a seguir, na Tabela 10 e Tabela 11, respectivamente.

Tabela 10: Classificação da renda média mensal per capita para o município de Piraquara em baixa, média e alta

Parâmetro	Valor
Renda máxima	R\$ 4.245,76
Renda mínima	R\$ 367,39
Intervalo	R\$ 3.878,37
Tamanho do intervalo	R\$ 1292,79

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 11: Faixas de renda

Faixas de renda	Inferior	Superior
Baixa	R\$ 367,39	R\$ 1.660,18
Média	R\$ 1.660,19	R\$ 2.952,98
Alta	R\$ 2.952,99	R\$ 4.245,78

Fonte: URBTEC™ (2021)

O resultado do modelo de geração de viagens é o número total de viagens por zona, independente do modal utilizado. Contudo, a metodologia do TRB pontua que, na média, 69% das viagens geradas são realizadas por meio de transporte particular motorizado. Para o município de Piraquara foi realizada uma pesquisa de origem e destino através de formulário eletrônico, que apurou que 46% das viagens são realizadas por meio de transporte particular motorizado. Então, o valor de viagens particulares motorizadas é obtido pelo produto do total de viagens geradas pelo fator 0,46. O ANEXO I apresenta a compilação de dados dos setores censitários que embasaram a construção da matriz de viagens de transporte privado.

Para os vetores de atração de viagens, o modelo do TRB utiliza diversos dados socioeconômicos nas zonas de tráfego. Optou-se por utilizar um modelo de atração que correlaciona o número de viagens atraídas com a renda e a população da zona de forma proporcional. Em um sistema balanceado, o número de viagens atraídas é igual ao número de viagens produzidas, porém, no caso de Piraquara foi definido um modelo em que as viagens atraídas são proporcionais às viagens produzidas, de forma ponderada pela renda e pela população de cada zona, sendo que a renda tem peso maior do que a população na proporção de 70% para 30%. O modelo utilizado é apresentado na Equação 5 abaixo.

$$V(a_i) = \frac{(M_i \cdot 0,30 + R_i \cdot 0,70)}{[(\sum_j^i M_{ij} \cdot 0,30) + (\sum_j^i R_{ij} \cdot 0,70)] \sum_j^i V p_{ij}} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

$V(a_i)$ = viagens atraídas para a zona i;

M_i = moradores da zona i;

$\sum_j^i M_{ij}$ = somatório de moradores de todas as zonas;

$\sum_j^i R_{ij}$ = somatório da renda per capita de todas as zonas;

$\sum_j^i Vp_{ij}$ = somatório das viagens produzidas por todas as zonas.

Considerando que o município de Piraquara está contido na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), as viagens produzidas e atraídas por zona foram corrigidas considerando o resultado da pesquisa de origem e destino, aplicando os fatores de correção das Tabela 12 e Tabela 13.

Tabela 12: Distribuição de viagens produzidas por municípios obtido em pesquisa OD

Viagens Geradas	Respostas pesquisa OD	Fator de Correção
Piraquara	425	0,9529
Colombo	1	0,0022
Curitiba	6	0,0135
Pinhais	11	0,0247
São José dos Pinhais	3	0,0067

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 13: Distribuição de viagens atraídas por municípios obtido em pesquisa OD

Viagens Atraídas	Respostas pesquisa OD	Fator de Correção
Piraquara	263	0,5897
Campina Grande do Sul	1	0,0022
Campo Largo	1	0,0022
Colombo	1	0,0022
Curitiba	126	0,2825
Pinhais	45	0,1009
Quatro Barras	1	0,0022
São José dos Pinhais	8	0,0179

Fonte: URBTEC™ (2021)

Os valores de atração e produção de viagens obtidos através dos modelos apresentados representam o número de viagens existentes no ano de 2010, visto que foram utilizados os dados censitários disponíveis para esse ano de referência. Para a obtenção de números mais atualizados, é necessário fazer a correção das viagens geradas em função do crescimento populacional do município de Piraquara. As estimativas apontam para uma população de 114.970 habitantes em 2020.

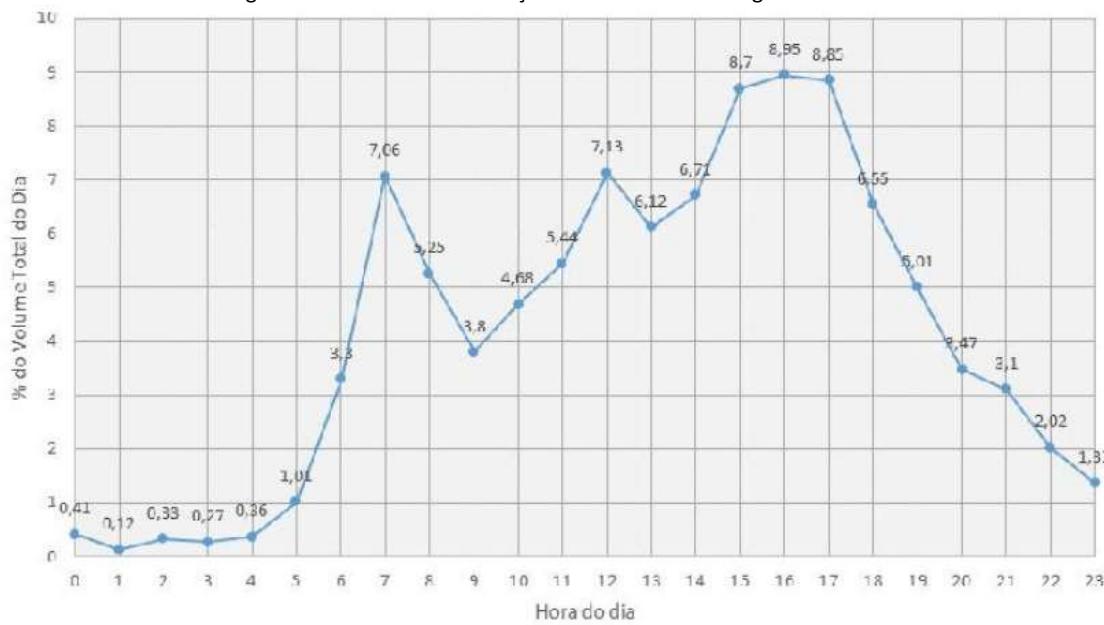
Desta forma, é possível considerar que o crescimento populacional de Piraquara, entre os anos de 2010 e 2020, foi de:

$$\frac{114.970 - 93.207}{93.207} \times 100 = 23,35$$

Assim, devido à linearidade do modelo, é possível acrescer os valores obtidos com os dados do Censo 2010 pelo fator de 23,35%.

Para a definição da matriz de viagens da hora pico, considerando que as análises de tráfego são realizadas para o período de maior demanda de tráfego, foi utilizada uma distribuição de tráfego constante (TBR, 1998), conforme mostra a Figura 10.

Figura 10: Gráfico de distribuição de volumes de tráfego em 24 horas



Fonte: TBR (1998)

Usando as porcentagens da distribuição apresentada, os vetores de produção e atração de viagens foram reduzidos para o período de uma hora.

- **Distribuição de Viagens**

Para a distribuição de viagens adotou-se o Modelo Gravitacional de Distribuição, no qual as viagens entre cada zona de origem e destino (q_{ij} , função das variáveis apresentadas na Equação 6, conforme formulação apresentada na Equação 8) são estimadas em função da produção da zona de geração, atração da zona de destino, e impedância para movimentação entre as zonas (t_{ij} , conforme Equação 7).

$$q_{ij} = f(P_i, A_j, f(t_{ij})) \quad \text{Equação 6}$$

$$f(t_{ij}) = a \cdot t_{ij}^b \cdot e^{c \cdot t_{ij}} \quad \text{Equação 7}$$

$$q_{ij} = \frac{P_i \cdot A_j}{f(t_{ij})} \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

q_{ij} = viagens entre cada zona de origem e destino;

P_i = viagens produzidas pela zona i;

A_j = viagens atraídas pela zona j;

$f(t_{ij})$ = função de impedância entre a zona de origem i e zona de destino j;

t_{ij} = tempo de deslocamento entre a zona de origem e destino;

a, b e c = parâmetros de calibração;

A função de impedância ¹entre os pares OD envolve o tempo de deslocamento e os parâmetros a, b e c (definidos como $a = 1$, $b = 1$ e $c = -0,005$). Assim, o volume relacionado a cada par OD é resultado da multiplicação dos valores de produção da origem e atração do destino, dividido pela respectiva impedância. A matriz obtida neste processo é chamada de matriz-semente, sendo o ponto de partida para o ajuste do modelo aos volumes observados. O processo de distribuição das viagens foi conduzido dentro do software *Emme*, resultando na matriz-semente utilizada no processo de alocação.

- **Alocação de Viagens**

As matrizes-semente de viagens são alocadas à rede de simulação através de processos computacionais, considerando o modelo de equilíbrio do usuário. O processo

¹ “Uma impedância significa qualquer tipo de oposição ao movimento e pode ser definida por uma variável ou por um conjunto de variáveis tais como distância, tempo de viagem ou custo de transporte. Quando a impedância é definida por um conjunto destas variáveis dá-se o nome de custo generalizado.” (PAIVA, 2006)

de alocação é realizado várias vezes, de forma a atualizar os tempos de percurso entre as zonas, o que, por sua vez, interfere no cálculo da impedância utilizada no processo de distribuição de viagens. O processo é encerrado quando a rede atinge o equilíbrio, ou seja, a variação nos volumes é inferior ao limite.

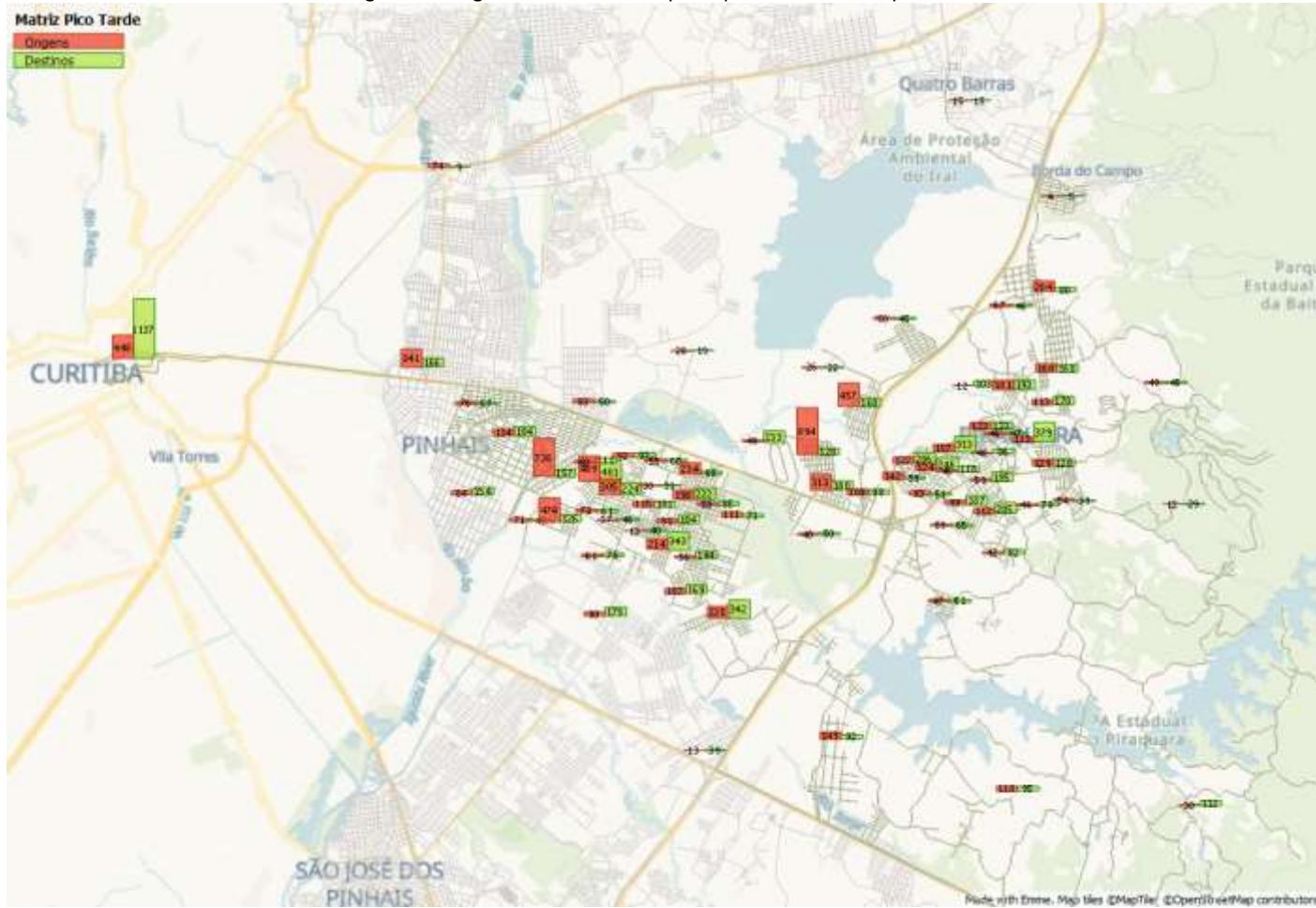
O impacto do congestionamento define a complexidade e aplicabilidade dos métodos de alocação de tráfego escolhidos. Quanto maior o congestionamento (ou, em outros termos, o nível de aproximação ao limite da capacidade do sistema de transporte), maiores os tempos de viagem. Essa correlação é ainda mais importante em horários de pico.

3.1.1.6. CALIBRAÇÃO DO MODELO DE ALOCAÇÃO

Para a obtenção de uma representação dos fluxos de veículos no município de Piraquara, foi realizado um processo em que primeiramente são estimadas as viagens entre as diferentes zonas do município, através de dados secundários coletados, e depois realizado um ajuste a partir de dados de contagens volumétricas coletados em campo.

A partir da matriz-semente gerada ao final da distribuição de viagens entre as zonas, é iniciado um processo de calibração do modelo, que envolve a comparação e ajuste com contagens volumétricas de veículos realizadas em diversos pontos da cidade, realizado através do software *Emme*. A matriz resultante, elaborada a partir do processo de distribuição de viagens e devidamente calibrada, é ilustrada na Figura 11. O total de viagens obtidas através da construção e calibração do modelo de tráfego para a hora de pico da tarde é de 9.957 viagens.

Figura 11: Origem Destino de transporte privado individual por zonas



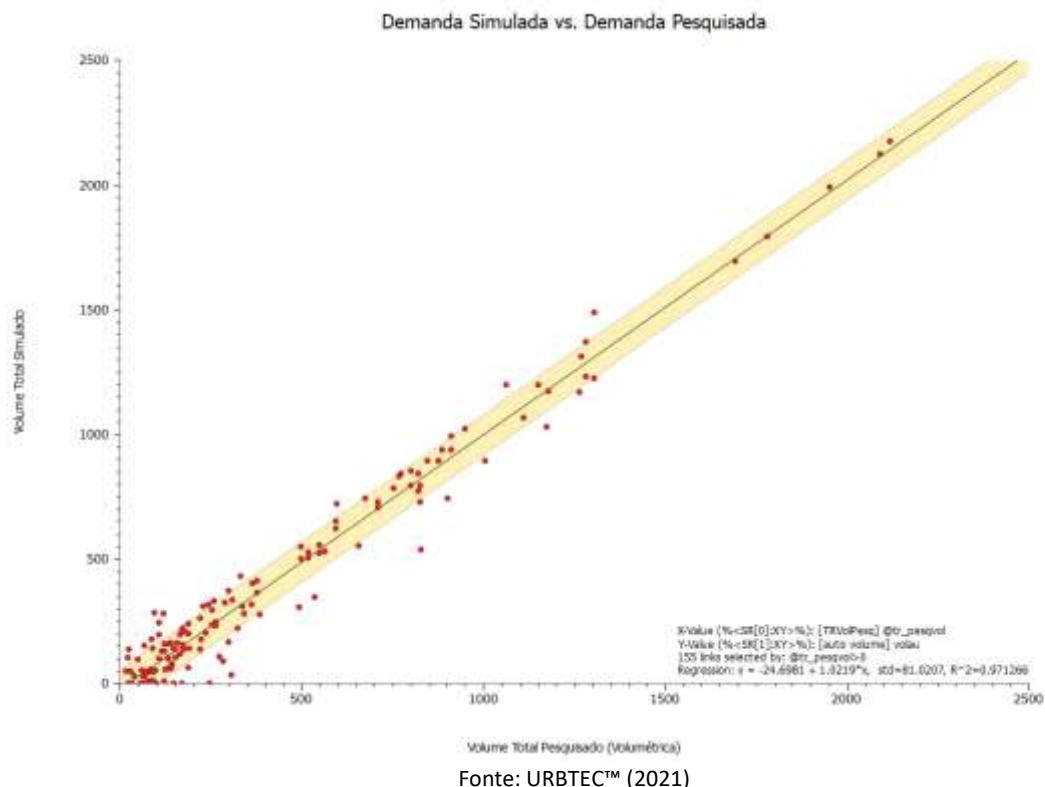
3.1.2 MACROSSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO

Com o modelo devidamente calibrado, representando de maneira adequada a situação real descrita através das pesquisas de campo realizadas, foi possível avaliar os primeiros resultados, expressos tanto em matrizes de origem destino, como sob a forma de carregamentos na rede, possibilitando observar o fluxo de veículos nas vias urbanas.

Para a verificação da adequabilidade, a análise da aderência foi realizada por regressão linear, segundo metodologia de Wright e Ashford (1989), utilizando-se a correlação entre os valores alocados e os valores obtidos nas contagens em campo. Os valores foram plotados no Gráfico 4 e a regressão estimada. Quanto maior o valor de R², menor o valor do erro médio, ou seja, maior é a aderência.

Para um processo de modelagem adequado, buscam-se valores de R² maiores que 0,85 e de erro médio menores que 10%, significando uma boa representação da realidade de operação do sistema. Para a rede modelada para Piraquara, o valor de R² foi de 0,97 e do erro médio de 2,19%, o que indica um nível de aderência compatível com as necessidades do processo de simulação.

Gráfico 4: Análise da aderência do modelo por regressão linear



Para a análise da demanda de tráfego na área de estudo, foi feita a alocação das viagens de veículos privados, resultando em um mapa com a localização dos volumes de tráfego na rede. É possível verificar que as vias que concentram o maior volume de tráfego são as vias rua Barão do Cerro Azul, PR-506, rua Herbert Trapp, rua Betonex e rua Pastor Adolfo Weidmann.

As vias também foram categorizadas a partir de seus graus de saturação, vide item 2.2.6. As figuras a seguir ilustram o comportamento do tráfego no município, com destaque na região central, que contempla as vias citadas acima. A Figura 12 trata da alocação dos volumes de tráfego do município, enquanto a Figura 13 ilustra os graus de saturação das vias de Piraquara.

Figura 12: Panorama atual de alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 13: Alocação de viagens e do grau de saturação atual para a rede de simulação do município de Piraquara



Fonte: URBTEC™ (2021)

O modelo aponta que o sistema viário de Piraquara suporta a demanda atual de tráfego, pois apresenta, vias com índices de saturação A, B e C em parcela considerável.

Não foi verificada a presença de vias com índice de saturação E ou F, o que indica que o município apresenta um estoque na capacidade viária. Porém, durante o processo de levantamento de dados, visitas em campo e reuniões técnicas, observou-se que a percepção do usuário é de um sistema com menores condições de capacidade do que o resultado do estudo apresentou. Nesse sentido, cabe ressaltar que o usuário geralmente estabelece uma relação de comparação entre as diferentes vias do município, podendo gerar a impressão de que alguns trechos e intersecções estão em estado crítico.

3.1.3 MICROSSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO

A microssimulação de tráfego é uma ferramenta que possibilita a análise detalhada das intervenções propostas para um sistema, em interseções críticas previamente selecionadas. Além da saturação e do volume de tráfego, é possível obter dados operacionais do sistema viário de tráfego, compreendendo:

- tempo total de viagem dos usuários;
- tempo médio de viagem dos usuários;
- tempo máximo de viagem dos usuários;
- distância total percorrida pelos veículos;
- velocidade média.

Esses parâmetros devem ser utilizados para a avaliação do benefício da implantação de ações e intervenções e na análise de impactos das ações de ganhos de tempo e velocidade. Para obtenção destes resultados são desenvolvidos modelos de simulação que representam a operação atual do sistema. Diante destes modelos é possível verificar a eficiência das alternativas propostas para o município, nos pontos de maior demanda. Na Tabela 14 são apresentados os dados operacionais do município de Piraquara, para o cenário atual.

Tabela 14: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para o cenário atual do município de Piraquara

Parâmetro	Unidade	Dados Operacionais Atual - 2020
Demandna hora pico da tarde	viagens	9.957
Tempo total de viagens	min.	80.325,40
Tempo médio de viagens	min.	14,280
Tempo máximo de viagem	min.	71,30
Distância total percorrida	km	77.228,60
Velocidade média	km/h	29,64

Fonte: URBTEC™ (2021)

3.1.3.1. METODOLOGIA DE ANÁLISE DE CAPACIDADE VIÁRIA E NÍVEL DE SERVIÇO

A capacidade viária é expressa pelo número máximo de veículos que podem passar por uma determinada faixa de tráfego ou trecho de via durante um período de tempo, sob as condições da via e do trânsito. A determinação da capacidade quantifica o grau de suficiência para acomodar os volumes de trânsito existentes e previstos, permitindo análises que asseguram o escoamento do volume em condições aceitáveis. Para a análise da capacidade, é empregado o método *Intersection Capacity Utilization* (ICU, 2003), que classifica os níveis de capacidade em oito níveis de serviço, designados pelas oito primeiras letras do alfabeto (de A à H). O nível A corresponde à melhor condição de operação, enquanto o nível H, no outro extremo, corresponde à condição de congestionamento completo.

Porém, a capacidade sozinha não representa a totalidade das condições de utilização da via pelos usuários, pois refere-se somente ao número de veículos que podem circular em um dado período de tempo. Outros fatores de utilização, como: velocidade e tempo de percurso, facilidade de manobras, conforto, custos de operação, entre outros, também devem ser avaliados. Nesse sentido, foi introduzido pelo *Highway Capacity Manual* (HCM, 2010) o conceito de Nível de Serviço, que avalia o grau de eficiência de uma via. De acordo com o manual as condições de operação são classificadas em seis níveis de serviço, designadas pelas seis primeiras letras do alfabeto (de A à F). O nível A corresponde à melhor condição de operação, e o nível F corresponde à condição de congestionamento completo.

Como os dois métodos estão interrelacionados, uma vez que caracterizam o mesmo volume de tráfego, sobre a mesma condição viária, pode-se aplicar a correlação entre os dois métodos, conforme Quadro 3.

Quadro 3: Correlação entre os métodos ICU 2003 e HCM 2010

ICU	Nível de Serviço ICU	Nível de Serviço HCM	Conceito
ICU ≤ 55%	A	A	O cruzamento não tem congestionamento. A duração do ciclo de 80 segundos ou menos vai mover o tráfego de forma eficiente. Todo o tráfego deve ser atendido no primeiro ciclo. Flutuações de tráfego, acidentes e bloqueios da pista podem gerar congestionamento mínimo. A intersecção pode acomodar até 40% a mais de tráfego em todos os movimentos, ou seja, em todos os sentidos em que é possível seguir.
55% < ICU ≤ 64%	B	B	O cruzamento tem muito pouco congestionamento. Quase todo o tráfego será atendido no primeiro ciclo. A duração do ciclo de 90 segundos ou menos vai mover o tráfego de forma eficiente. Flutuações de tráfego, acidentes e bloqueios de pista podem gerar congestionamento mínimo. A intersecção pode acomodar até 30% a mais de tráfego em todos os movimentos.
64% < ICU ≤ 73%	C	C	O cruzamento não tem grandes congestionamentos. A maioria do tráfego deve ser atendida no primeiro ciclo. A duração do ciclo de 100 segundos ou menos vai mover o tráfego de forma eficiente. Flutuações de tráfego, acidentes e bloqueios de pista podem causar algum congestionamento. A intersecção pode acomodar até 20% a mais de tráfego em todos os movimentos.
73% < ICU ≤ 82%	D	D	A intersecção normalmente não tem congestionamento. A maioria do tráfego deve ser atendida no primeiro ciclo. A duração do ciclo de 110 segundos ou menos vai mover o tráfego de forma eficiente. Flutuações de tráfego, acidentes e bloqueios de pista podem causar congestionamento significativo. A intersecção pode acomodar até 10% a mais de tráfego em todos os movimentos.
82% < ICU ≤ 91%	E	E	A intersecção está à beira de condições de congestionamento. Muitos veículos não são atendidos no primeiro ciclo. A duração do ciclo de 120 segundos é obrigatória para mover todo o tráfego. Flutuações de tráfego mínimas, acidentes e bloqueios de pista podem causar congestionamentos significativos. O cruzamento tem capacidade de reserva menor que 10%.
91% < ICU ≤ 100%	F	-	A intersecção está acima da capacidade e, provavelmente, os períodos de congestionamento estão entre 15 a 60 minutos por dia. Filas residuais no final do sinal verde em interseções semafORIZADAS são comuns. A duração do ciclo de mais de 120 segundos é obrigatória para mover todo o tráfego. Flutuações de tráfego mínimas, acidentes e bloqueios de pista podem causar aumento dos congestionamentos.

ICU	Nível de Serviço ICU	Nível de Serviço HCM	Conceito
100% < ICU ≤ 109%	G	F	O cruzamento está 10% a 20% acima da capacidade e, provavelmente, os períodos de congestionamento estão entre 60 a 120 minutos por dia. Longas filas são comuns. A duração do ciclo de mais de 120 segundos é obrigatória para mover todo o tráfego. Os motoristas podem escolher rotas alternativas, se elas existirem, ou fazerem menos viagens durante o horário de pico.
ICU > 109%	H	-	O cruzamento está 20% acima da capacidade e pode passar por períodos de congestionamento de mais de 120 minutos por dia. Longas filas são comuns. A duração do ciclo de mais de 120 segundos é obrigatória para mover todo o tráfego. Os motoristas podem escolher rotas alternativas, se elas existirem, ou fazerem menos viagens durante o horário de pico.

Fonte: URBTEC™ (2021)

Cabe ressaltar que o nível de serviço ICU não deve ser confundido com o nível de serviço HCM, pois são utilizados parâmetros distintos para a análise de desempenho de um cruzamento em cada um dos índices. O nível de serviço (NS) ICU reporta a quantidade de reserva ou o déficit de capacidade, enquanto o NS HCM indica o atraso médio experimentado pelos motoristas. A demonstração dos dois métodos tem como objetivo apresentar um diagnóstico mais preciso dos cruzamentos analisados.

A metodologia do HCM avalia o nível de serviço para cada aproximação das interseções em função da demora causada pelos dispositivos de controle. Os valores de demora por veículo são obtidos através da microssimulação de tráfego. Nos quadros a seguir, estão apresentadas as classificações utilizadas por nível de serviço para as interseções semaforizadas e não semaforizadas.

Quadro 4: Nível de serviço para interseção semaforizada - Método HCM 2010

Nível de Serviço	Demora (s/veículo)
A	Menor ou igual a 10
B	Entre 10 a 20
C	Entre 20 a 35
D	Entre 35 a 55
E	Entre 55 a 80
F	Maior que 80

Fonte: URBTEC™ (2021)

Quadro 5: Nível de serviço para interseção não semaforizada - Método HCM 2010

Nível de Serviço	Demora (s/veículo)
A	Menor ou igual a 10
B	Entre 10 a 15
C	Entre 15 a 25
D	Entre 25 a 35

Nível de Serviço	Demora (s/veículo)
E	Entre 35 a 50
F	Maior que 50

Fonte: URBTEC™ (2021)

3.1.3.2. REDE DE SIMULAÇÃO

A microssimulação de tráfego consiste na construção de um modelo representativo do tráfego da região de estudo. Esses modelos têm como base as pesquisas de contagem volumétrica e os dados físicos e operacionais das interseções pesquisadas.

Para a construção da rede de microssimulação são adotados alguns parâmetros de calibração, sendo estes:

- Extensão dos links: o desenho da rede é georreferenciado, e devido ao seu grau de detalhamento, a extensão dos links é um atributo natural, já calculado e associado a cada trecho;
- Velocidade de fluxo livre: para as velocidades das vias é adotada a velocidade máxima permitida, conforme a sinalização local;
- Número de faixas: O número de faixas de tráfego adotado nas vias foi coletado diretamente em campo. São consideradas somente as faixas úteis, sendo excluídas as faixas ocupadas por estacionamentos, pontos de ônibus muito próximos a interseções e pontos de carga e descarga. Deve-se ressaltar que é considerado apenas o número de faixas devidamente sinalizadas;
- Tempo de ciclo semafórico: para os tempos semafóricos, incluindo os tempos de verde, amarelo e vermelho, são adotados os tempos levantados em campo, durante as pesquisas de contagem volumétrica;
- Porcentagem de veículos pesados: Vias de características geométricas idênticas podem apresentar diferentes capacidades, pois são influenciadas também pela composição do tráfego que as utiliza. Para os estudos de capacidade foram consideradas as porcentagens de veículos pesados obtidos através da pesquisa de contagem volumétrica.

A Figura 14 apresenta a rede de microssimulação elaborada para a região central e a Figura 15 apresenta a rede para a região que compreende o bairro Guarituba e entorno.

Figura 14: Rede de microssimulação da Região Central de Piraquara



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 15: Rede de microssimulação da Região Guarituba



Fonte: URBTEC™ (2021)

3.1.3.3. RESULTADOS OPERACIONAIS DE TRÁFEGO ATUAL

O município de Piraquara passou por recente reestruturação do seu sistema viário, com a revitalização das vias av. Getúlio Vargas e rua Barão do Cerro Azul. Além disso, também conta com a recente revitalização e reestruturação da rodovia Dep. João Leopoldo Jacomel, que é a principal via de acesso ao município de Curitiba.

Desse modo, avaliando os resultados referente aos níveis de serviço, bem como os valores de atraso por veículo para as intersecções analisadas, foi possível constar que as condições de tráfego no município podem ser classificadas como boas e eficientes, pois, em sua maioria, apresentou-se níveis de serviço A e C pelo método HCM (2010) e majoritariamente A pelo método ICU (2003).

O Quadro 6 apresenta os resultados operacionais de tráfego das intersecções da rede de estudo, os parâmetros avaliados para compor os resultados são:

- Atraso médio por veículo: expresso em segundos, corresponde à média dos atrasos de cada veículo da intersecção;

- Nível de Serviço HCM (2010): consiste no nível de serviço conforme a metodologia HCM 2010, que avalia os atrasos médios por veículo, vide item 3.1.3.1;
- Índice de Capacidade Utilizada: expresso em porcentagem, representa a ocupação da intersecção, ou seja, a relação de volume sobre capacidade;
- Nível de Serviço ICU (2003): consiste no nível de serviço conforme a metodologia ICU 2003, que avalia a ocupação da intersecção, vide item 3.1.3.1.

Quadro 6: Resultados operacionais da análise de microssimulação de tráfego para o Cenário 2020 - Atual

Interseção		Descrição	Volume Hora Pico	Atraso Médio Por Veículo (seg.)	2020 - Cenário Atual		
Pesq.	Mod.				Nível de Serviço HCM 2010	Índice de Capacidade Utilizada - ICU	
01	101	R. Francisco Leal & R. Barão do Cerro Azul	1.084	15,8	C	41,7%	A
	102	R. Reinaldo Meira & R. Barão do Cerro Azul	950	0,5	A	35,2%	A
02	201	R. Elvira Lorusso do Nascimento & Av. Getúlio Vargas	1.077	23,8	C	47,5%	A
03	301	R. Maria Carolina Wilk/R. Elvira Lorusso do Nascimento & R. Barão do Cerro Azul	1.482	10,9	B	54,1%	A
04	401	R. José Marcelino Artigas/R. Giberto Nascimento & R. Barão do Cerro Azul & Av. Getúlio Vargas	2.882	42,1	E	79,0%	D
05	501	R. Manoel Pedro dos Santos/R. Estácio de Sá & Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel	2.966	20,6	C	60,7%	B
06	601	R. Leônidas Alves Cordeiro & R. Francisco Úrsula Simão	521	1,9	A	29,0%	A
	602	R. Estanislau Mazepa & R. Leônidas Alves Cordeiro	543	3,3	A	37,4%	A
07	603	R. Leônidas Alves Cordeiro & R. Angelo Jacomel	485	3,9	A	36,9%	A
	701	R. Dep. João Leopoldo Jacomel & R. Eng. Pontini	2.066	7,8	A	42,5%	A
08	801	R. Betonex & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	1.732	3,2	A	47,7%	A
	802	R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. CWB	1.394	0,5	A	54,6%	A
09	803	Retorno Sent. CWB & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	1.269	0,9	A	51,1%	A
	804	Retorno Sent. PIR & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	1.269	0,6	A	76,1%	D
10	805	R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. PIR	1.400	0,9	A	54,6%	A
	901	R. Betonex & R. Jani Rangel/R. das Andorinhas	1.205	5,3	A	53,6%	A
11	1001	R. Betonex & R. Dórico Martins dos Santos/R. Juri Danilenko	1.471	56,7	F	77,4%	D
12	1101	R. Betonex & R. Pastor Adolfo Weidman	1.706	11,3	B	86,5%	E
13	1201	R. Dr. Ernani Engui & R. Pastor Adolfo Weidman	850	7,5	A	57,9%	B
14	1301	R. Hebert Trapp & R. São José	1.152	11,4	B	68,6%	C
15	1401	Rod. Dep. João Leopoldo JAcovel & Av. Centenário do Paraná	2.919	1,4	A	76,6%	D
16	1501	R. Armando Romani/R. Francisco Schuartz & Av. Getúlio Vargas	1.100	4,8	A	47,7%	A
	1601	R. Barão do Cerro Azul & R. Armando Romani	1.076	8,4	A	47,2%	A
17	1602	R. Leônidas Alves Cordeiro	248	6,2	A	12,7%	A
	1603	R. Barão do Cerro Azul	919	1,0	A	34,5%	A
18	1604	R. Vinte e Nove de Janeiro & R. Barão do Cerro Azul	943	0,3	A	35,5%	A
	1701	R. Calondela/R. Vitorio Bervenvanso & R. Tarumã	606	5,4	A	33,6%	A
18	1801	R. Gerhard Von Scheidt & R. Juri Danilenko	547	4,2	A	40,1%	A

Fonte: URBTEC™ (2021)

Destaca-se as intersecções 004 – Av. Getúlio Vargas x R. Barão do Cerro Azul x R. Gilberto Nascimento, a 010 – R. Betonex x R. Juri Danilenko, e a 011 – R. Pastor Adolfo Weidmann x R. Betonex, que resultaram em condições ineficientes de tráfego, uma vez que apresentaram níveis de serviço E ou F. Deste modo, serão propostas alternativas de intervenções para melhorar as condições de tráfego destas intersecções, apresentados na sequência.

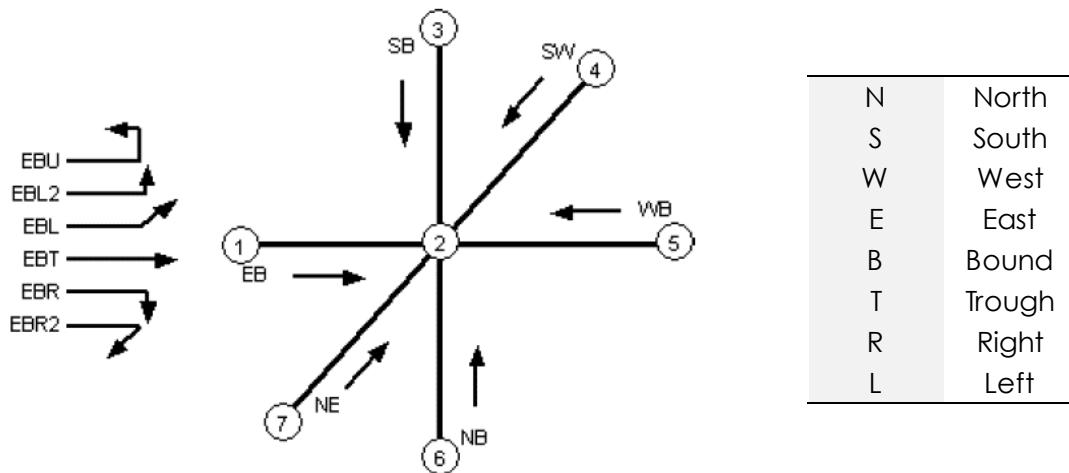
É interessante observar que, na interseção 008 – 804 – Retorno sentido Piraquara Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel, os resultados de atraso e capacidade são bastante discrepantes. Isso ocorre porque o HCM avalia os atrasos na intersecção, e nesse caso, apresenta-se um nível de serviço A, ou seja, os dispositivos de controle (sinalizações verticais, horizontais, eletrônicas e rotatórias) não provocam atraso no deslocamento de veículos, porém o ICU resulta em nível D, ou seja, a capacidade viária é elevada, devido ao significativo volume de tráfego.

3.1.3.4. RESULTADO POR INTERSEÇÃO

Apresentamos a seguir o resultado da microssimulação para cada interseção, pelas metodologias HCM e ICU.

A apresentação dos volumes, fatores de hora pico e a porcentagem de veículos pesados é detalhada para cada movimento de cada ponto, para tanto, é utilizada a nomenclatura apresentada na Figura 16.

Figura 16: Nomenclatura de movimentos para análise de microssimulação de tráfego

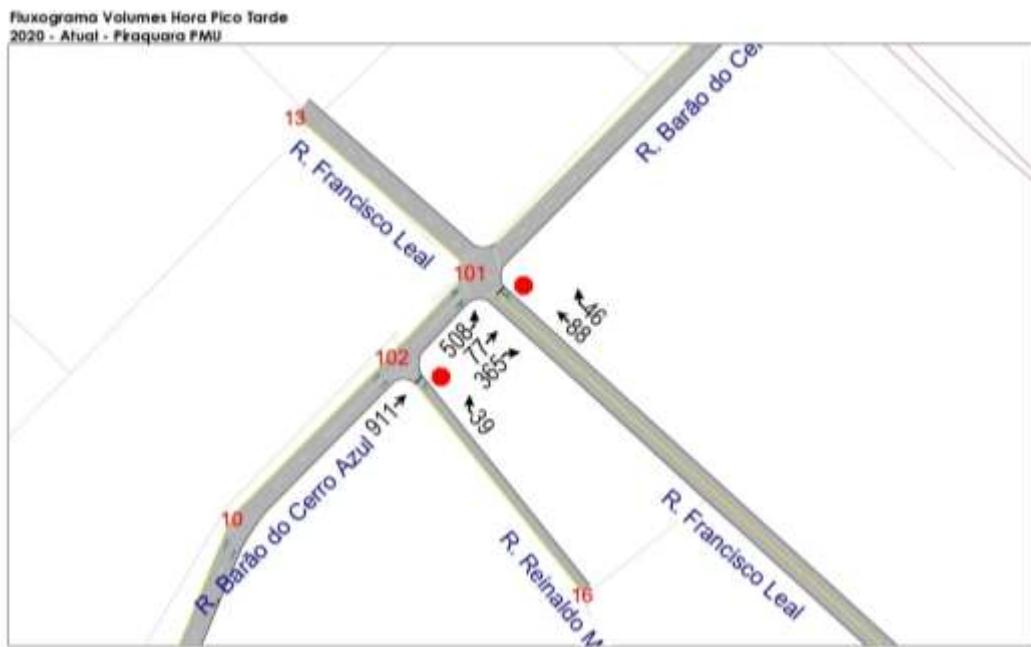


Fonte: Trafficware (2011)

- 01 - R. Barão do Cerro Azul x R. Francisco Leal**

Intersecção não semafORIZADA constituída de quatro aproximações com um total de cinco movimentos (fluxos).

Figura 17: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 01



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 18: Simulação do cenário atual para a Intersecção 01



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 15: Resultados operacionais para a intersecção 01 - 101

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind.	Capac. Capac. NS
		→			←			↑			↓				
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	508	77	365				88	46					1.084	
	Atraso (s/lane group)*	8,0	0,0					95,1						-	
	Nível de Serviço HCM	A	A					F						-	41,7% A
	Atraso por Aproximação (s)	4,6						95,1						15,8	
	Nível de Serviço HCM		A					F						C	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 16: Resultados operacionais para a intersecção 01 - 102

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind.	Capac. Capac. NS
		→			←			↑			↓				
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	911						39						950	
	Atraso (s/lane group)*	0,0						12,0						-	
	Nível de Serviço HCM	A						B						-	35,2% A
	Atraso por Aproximação (s)	0,0						12,0						0,5	
	Nível de Serviço HCM		A					B						A	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

- 02 - Av. Getúlio Vargas x R. Elvira Lorusso do Nascimento**

Intersecção semafORIZADA constituída de quatro aproximações com um total de nove movimentos (fluxos).

Figura 19: Fluxograma de volumes na horapico - Intersecção 02

Fluxograma Volumes Hora Pico Tarde
2020 - Atual - Piracicaba PMU



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 20: Simulação do cenário atual para a Intersecção 02



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 17: Resultados operacionais para a intersecção 02 - 201

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac.	
		→			←			↑			↓			Total	Capac. NS
		E	T	D	E	T	D	R	T	D	E	T	D		
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)				54	591	66	63	78	147	27	30	21	1.077	
	Atraso (s/lane group)*				43,6		24,6	20,5			14,7			-	
	Nível de Serviço HCM				D	C		C			B			-	47,5% A
	Atraso por Aproximação (s)				26,0			20,5			14,7			23,8	
	Nível de Serviço HCM				C			C			B			C	

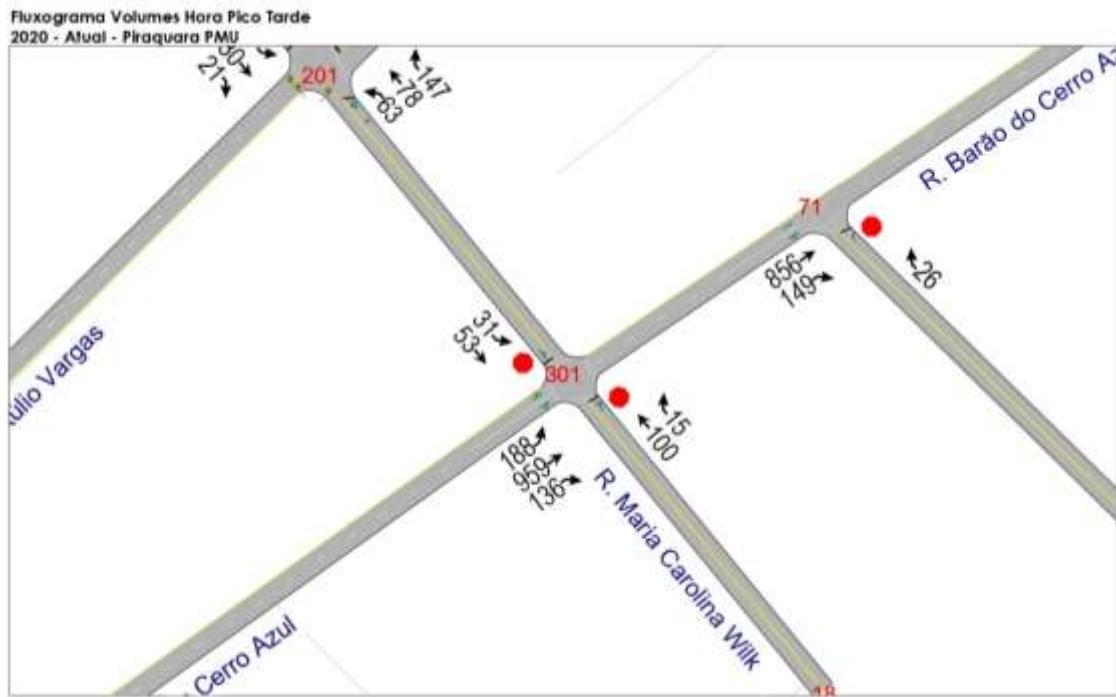
* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

- **03 - R. Barão do Cerro Azul x R. Maria Carolina Wilk**

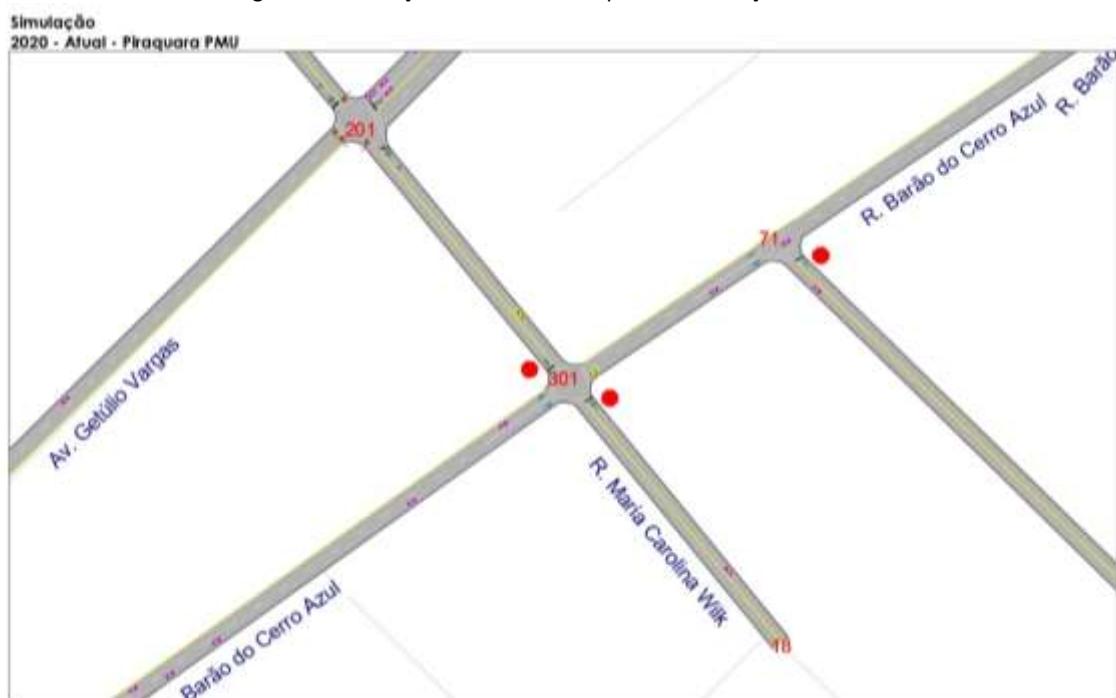
Intersecção não semafORIZADA constituída de quatro aproximações com um total de sete movimentos (fluxos).

Figura 21: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 03



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 22: Simulação do cenário atual para a Intersecção 03



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 18: Resultados operacionais para a intersecção 03 - 301

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac.	Capac. NS
		→			←			↑			↓				
2020 - Atual	E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D	Total		
	Volume Hora Pico (VHP)	188	959	136				100	15	31	53		1.482		
	Atraso (s/lane group)*	3,1	0,0					70,9		68,9			-		
	Nível de Serviço HCM	A	A					F		F			-	54,1%	A
	Atraso por Aproximação (s)	1,6						70,9		68,9			10,9		
	Nível de Serviço HCM	A						F		F			B		

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

• 04 - Av. Getúlio Vargas x R. Barão do Cerro Azul x R. Gilberto Nascimento

Intersecção em rotatória constituída de cinco aproximações com um total de quatorze movimentos (fluxos).

Figura 23: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 04



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 24: Simulação do cenário atual para a Intersecção 04



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 19: Resultados operacionais para a intersecção 04 - 401

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac.	Capac. NS	
		→			↑			↓			↖					
		E	T	D	R	T	D	E	T	D	E	T	D			
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	352	1.164	178	33	33	12	107	47	81	50	591	34	2.682	-	
	Atraso (s/lane group)*	37,9	63,5			18,7			13,4		5,3	33,2			-	
	Nível de Serviço HCM		E	F		C		B		A	D			-	79,0%	
	Atraso por Aproximação (s)		51,5			18,7		13,4		31,1				42,1		D
	Nível de Serviço HCM			F		C		B		D				E		

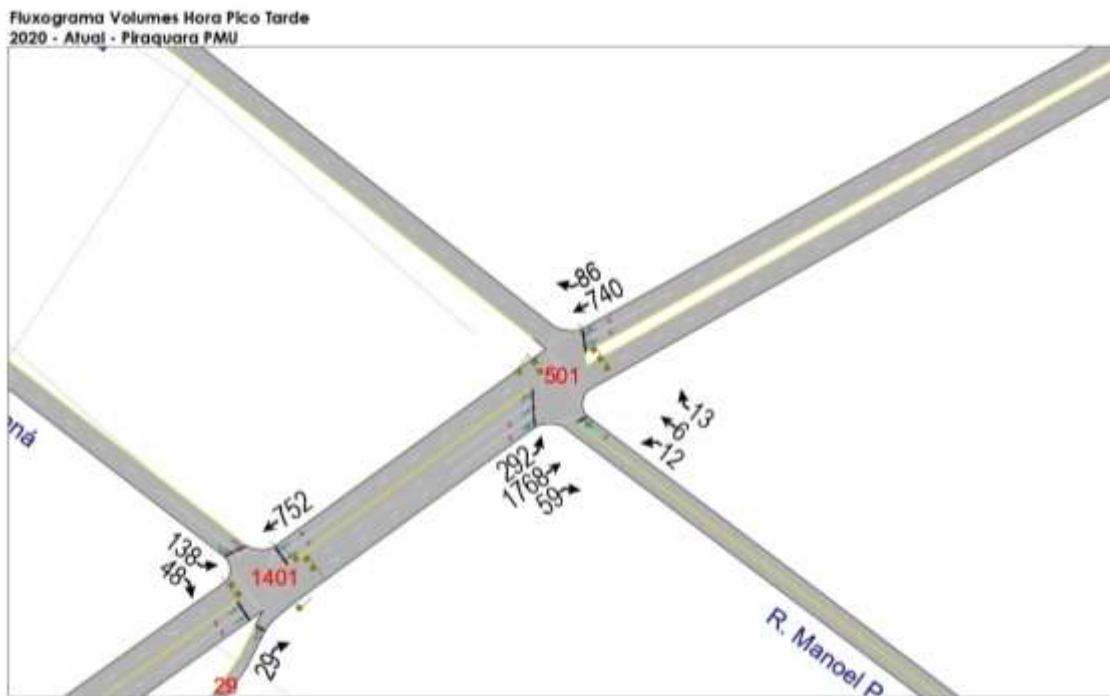
* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

- **05 - Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel x R. Estácio de Sá**

Intersecção não semaforizada constituída de quatro aproximações com um total de oito movimentos (fluxos).

Figura 25: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 05



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 26: Simulação do cenário atual para a Intersecção 05



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 20: Resultados operacionais para a intersecção 05 - 501

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde									ICU - Ind. Capac.	Capac. NS		
		→			←			↑			↓			
		E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D	
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	292	1.768	59		740	86	12	6	13		2.976		
	Atraso (s/lane group)*	39,4	15,7	16,4		23,7	23,9	26,2				-		
	Nível de Serviço HCM	D	B	B		C	C	C				-	B	
	Atraso por Aproximação (s)	19,3				23,8		26,2				20,6		
	Nível de Serviço HCM	B				C		C				C		

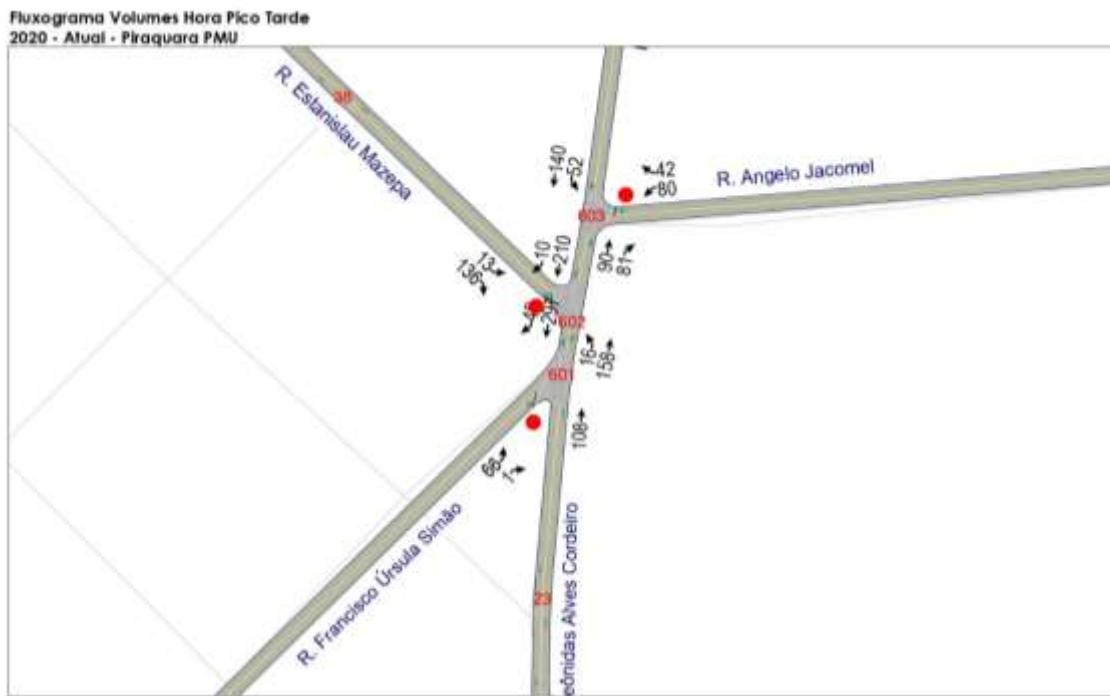
* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

• 06 - R. Leônidas Alves Cordeiro x R. Francisca Úrsula Simão

Intersecção não semaforizada constituída de quatro aproximações com um total de dez movimentos (fluxos).

Figura 27: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 06



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 28: Simulação do cenário atual para a Intersecção 06



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 21: Resultados operacionais para a intersecção 06 - 601

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac.	
		→			←			↑			↓			Total	Capac.
		E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		Capac. NS
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	66		1				108	297	49				521	
	Atraso (s/lane group)*	14,1						0,0		0,0				-	
	Nível de Serviço HCM	B						A		A				29,0%	A
	Atraso por Aproximação (s)	14,1						0,0		0,0				1,9	
	Nível de Serviço HCM	B						A		A				A	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 22: Resultados operacionais para a intersecção 06 - 602

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac.	
		↑			↓			↖			↗			Total	Capac.
		R	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		Capac. NS
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	16	158		210	10	13		136					543	
	Atraso (s/lane group)*	0,9			0,0			10,9						-	
	Nível de Serviço HCM	A			A			B						37,4%	A
	Atraso por Aproximação (s)	0,9			0,0			10,9						3,3	
	Nível de Serviço HCM	A			A			B						A	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 23: Resultados operacionais para a intersecção 06 - 603

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac.	Capac. NS
		→			←			↑			↓				
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	80	42		90	81	52	140			485				
	Atraso (s/lane group)*			12,0			0,0		2,3		-				
	Nível de Serviço HCM			B			A		A		-		36,9%	A	
	Atraso por Aproximação (s)			12,0			0,0		2,3		3,9				
	Nível de Serviço HCM			B			A		A		A				

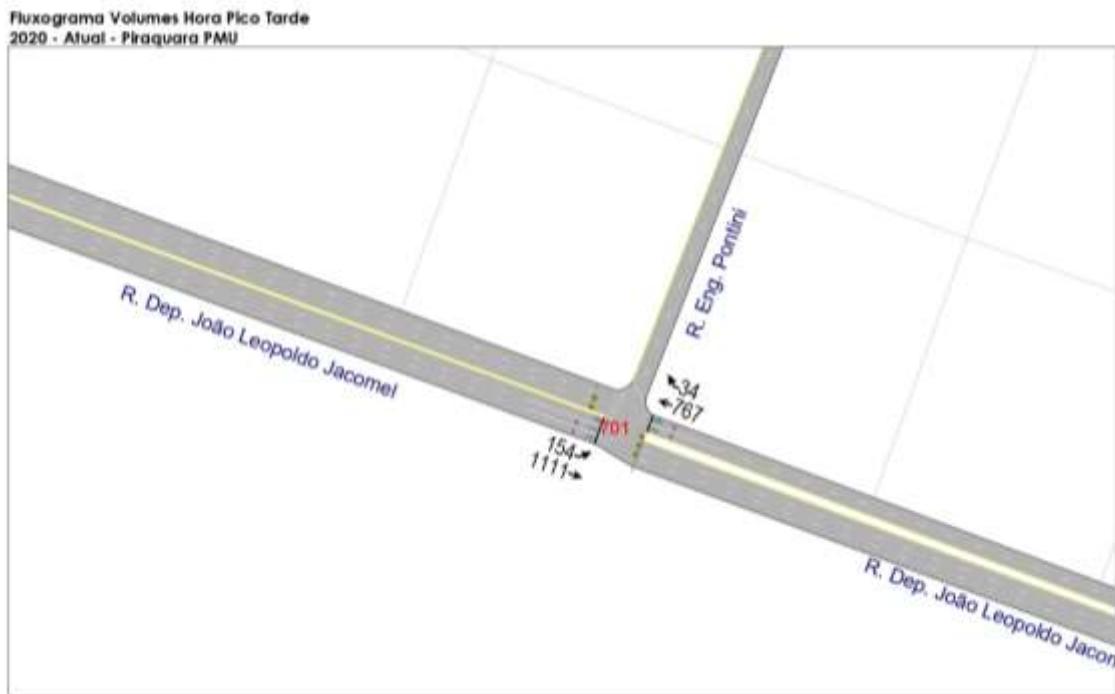
* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

• 07 - Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel x R. Eng. Pontoni

Intersecção semaforizada constituída de três aproximações com um total de quatro movimentos (fluxos).

Figura 29: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 07



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 30: Simulação do cenário atual para a Intersecção 07



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 24: Resultados operacionais para a intersecção 07 - 701

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac.	Capac. Capac. NS
		→			←			↑			↓				
		E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	154	1.111		767	34								2.066	-
	Atraso (s/lane group)*	14,9	2,3		14,0	14,1								-	-
	Nível de Serviço HCM	B	A		B	B								42,5%	A
	Atraso por Aproximação (s)	3,8			14,0									7,8	
	Nível de Serviço HCM	A			B									A	

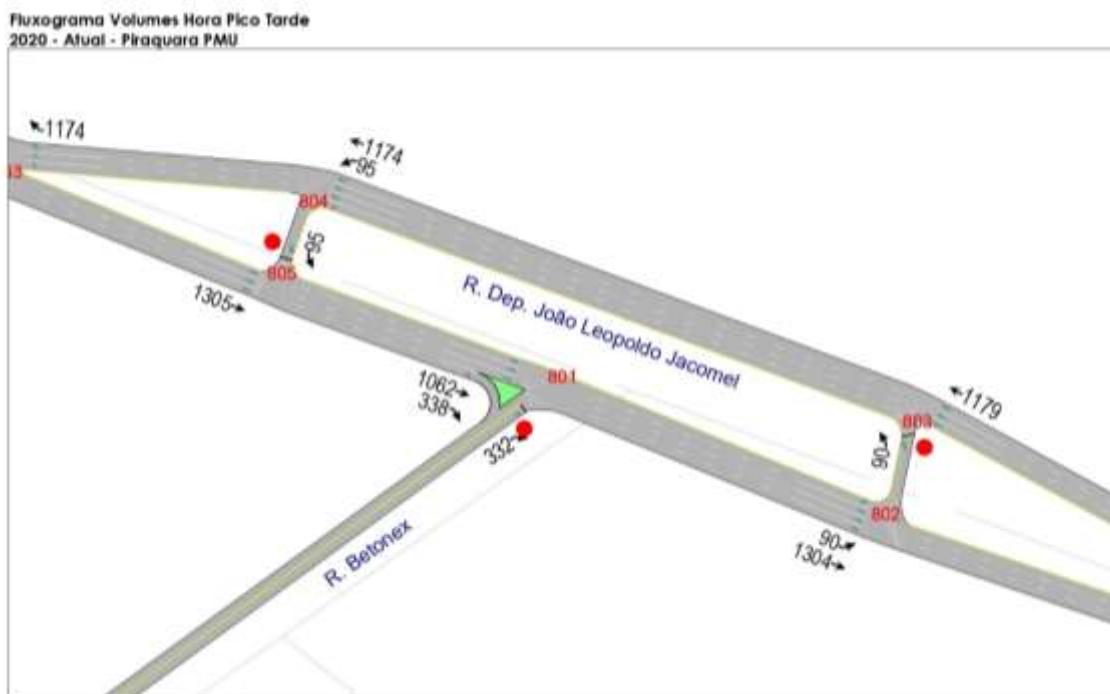
* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

- **08 - Rod. Dep. João Leopoldo Jacomei x R. Betonex**

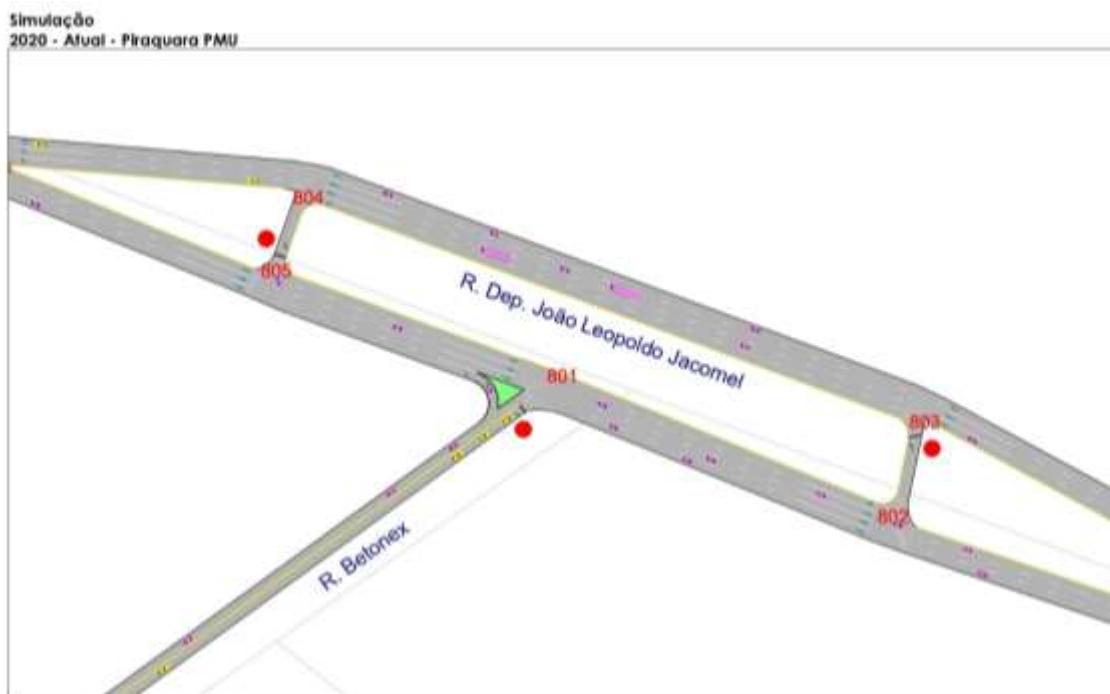
Intersecção não semaforizada constituída de quatro aproximações com um total de seis movimentos (fluxos).

Figura 31: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 08



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 32: Simulação do cenário atual para a Intersecção 08



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 25: Resultados operacionais para a intersecção 08 - 801

008 - 801			Resultados HCM - Pico Tarde										ICU - Ind.				
Cenário	Aproximação Movimento		→			←			↑			↓			Total	Capac.	
			E	T	D	E	T	D	R	T	D	E	T	D		Capac. NS	
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)		1.062	338							332				1.732		
	Atraso (s/lane group)*		0,0								16,9				-		
	Nível de Serviço HCM		A								C				-	47,7%	A
	Atraso por Aproximação (s)		0,0								16,9				3,2		
	Nível de Serviço HCM		A								C				A		

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 26: Resultados operacionais para a intersecção 08 - 802

008 - 802			Resultados HCM - Pico Tarde										ICU - Ind.				
Cenário	Aproximação Movimento		→			←			↑			↓			Total	Capac.	
			E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		Capac. NS	
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)		90			1.304									1.394		
	Atraso (s/lane group)*		7,4			0,0									-		
	Nível de Serviço HCM		A			A									-	54,6%	A
	Atraso por Aproximação (s)		0,5			0,0									0,5		
	Nível de Serviço HCM		A			A									A		

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 27: Resultados operacionais para a intersecção 08 - 803

008 - 803			Resultados HCM - Pico Tarde										ICU - Ind.				
Cenário	Aproximação Movimento		→			←			↑			↓			Total	Capac.	
			E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		Capac. NS	
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)					1.179			90						1.269		
	Atraso (s/lane group)*					0,0			12,9						-		
	Nível de Serviço HCM					A			B						-	51,1%	A
	Atraso por Aproximação (s)					0,0			12,9						0,9		
	Nível de Serviço HCM					A			B						A		

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 28: Resultados operacionais para a intersecção 08 - 804

008 - 804			Resultados HCM - Pico Tarde										ICU - Ind.				
Cenário	Aproximação Movimento		→			←			↑			↓			Total	Capac.	
			E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		Capac. NS	
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)					95	1.174								1.269		
	Atraso (s/lane group)*					7,4	0,0								-		
	Nível de Serviço HCM					A	A								-	76,1%	D
	Atraso por Aproximação (s)					0,6									0,6		
	Nível de Serviço HCM					A									A		

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 29: Resultados operacionais para a intersecção 08 - 805

008 - 805			Resultados HCM - Pico Tarde										ICU - Ind.				
Cenário	Aproximação Movimento		→			←			↑			↓			Total	Capac.	
			E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		Capac. NS	
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)					1.305						95			1.400		
	Atraso (s/lane group)*					0,0						13,6			-		
	Nível de Serviço HCM					A						B			-	54,6%	A
	Atraso por Aproximação (s)					0,0						13,6			0,9		
	Nível de Serviço HCM					A						B			A		

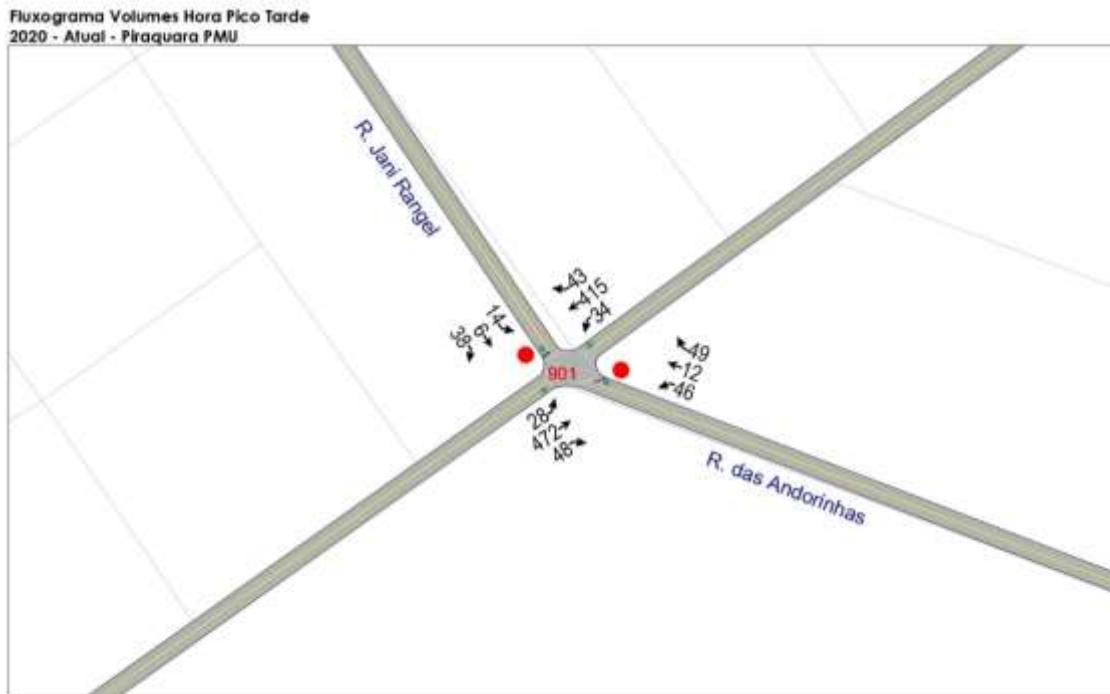
* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

- **09 - R. Betonex x R. das Andorinhas**

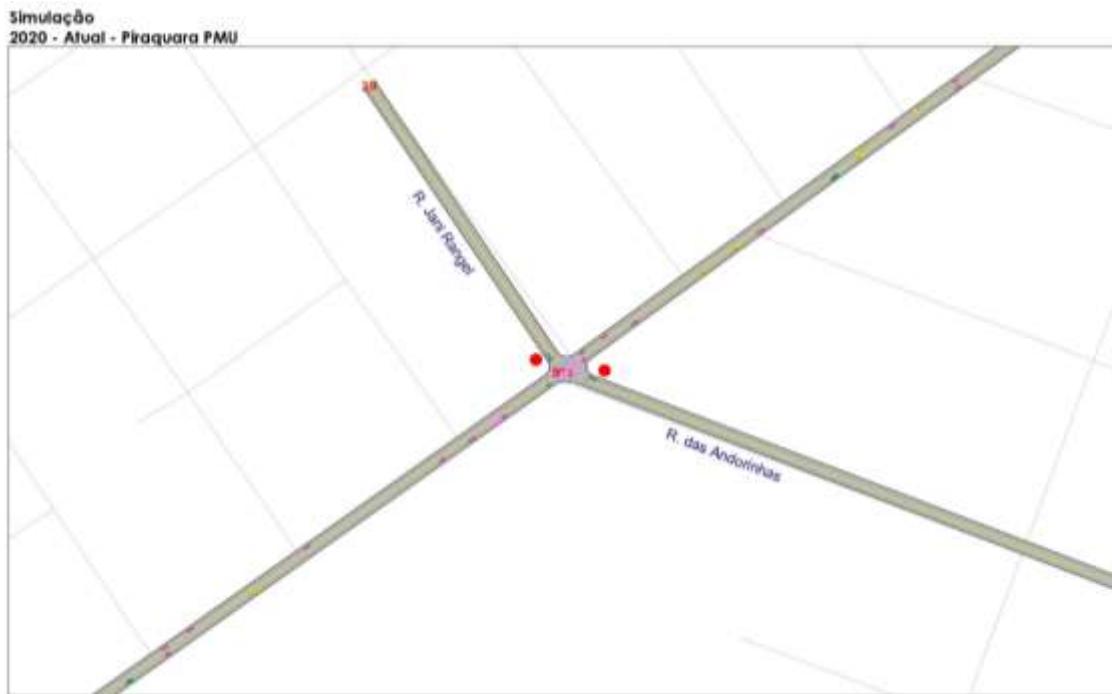
Intersecção não semafORIZADA constituída de quatro aproximações com um total de doze movimentos (fluxos).

Figura 33: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 09



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 34: Simulação do cenário atual para a Intersecção 09



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 30: Resultados operacionais para a intersecção 09 - 901

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac. NS
		→			←			↑			↓			
		E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D	
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	14	6	38	46	12	49	28	472	48	34	415	43	1.205
	Atraso (s/lane group)*		22,9			38,3			0,8			1,0		-
	Nível de Serviço HCM	C			E			A			A			53,6% A
	Atraso por Aproximação (s)	22,9			38,3			0,8			1,0			5,3
	Nível de Serviço HCM	C			E			A			A			A

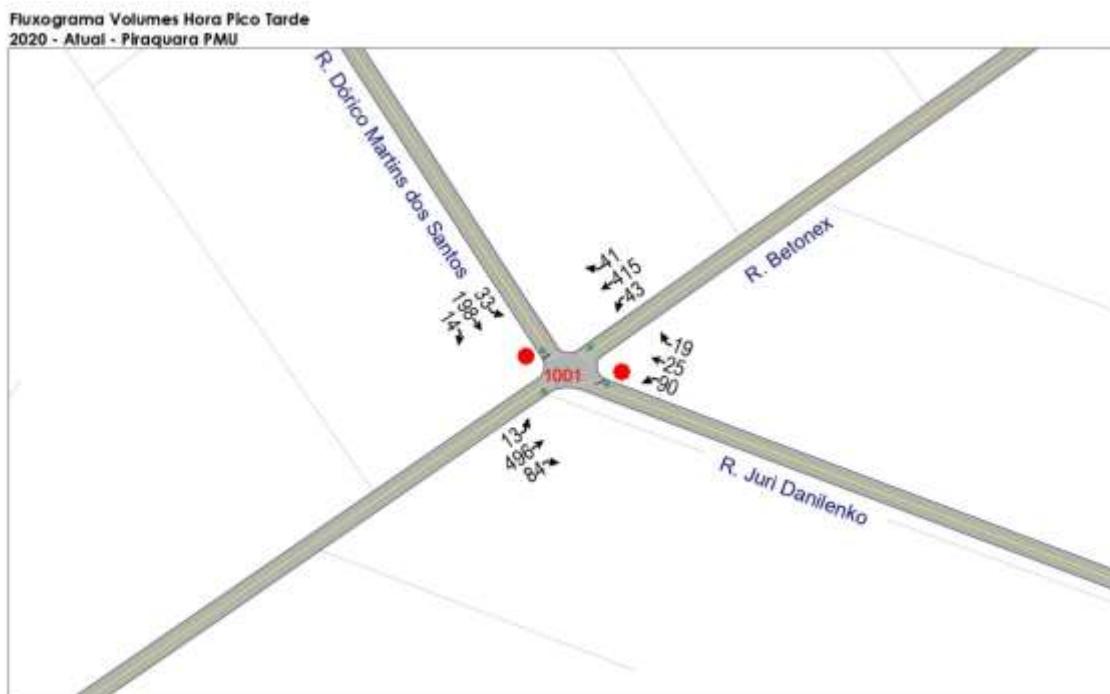
* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

- 10 - R. Betonex x R. Juri Danilenko**

Intersecção não semaforizada constituída de quatro aproximações com um total de doze movimentos (fluxos).

Figura 35: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 10



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 36: Simulação do cenário atual para a Intersecção 10



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 31: Resultados operacionais para a intersecção 10 - 1001

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac.	Capac. NS
		→			←			↑			↓				
		E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D	Total	
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	33	198	14	90	25	19	13	496	84	43	415	41	1.471	
	Atraso (s/lane group)*		147,4			346,4			0,4		1M3			-	
	Nível de Serviço HCM		F			F			A		A			-	D
	Atraso por Aproximação (s)		147,4			346,4			0,4		1,3			56,7	
	Nível de Serviço HCM		F			F			A		A			F	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

- 11 - R. Pastor Adolfo Weidmann x R. Betonex**

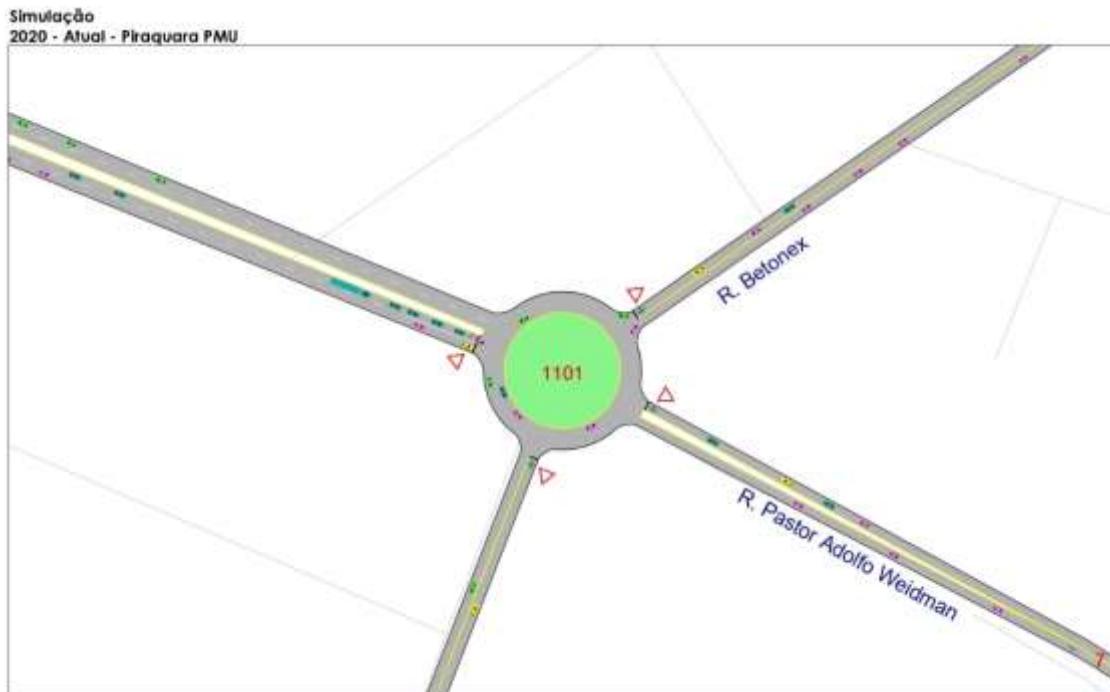
Intersecção em rotatória constituída de quatro aproximações com um total de doze movimentos (fluxos).

Figura 37: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 11



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 38: Simulação do cenário atual para a Intersecção 11



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 32: Resultados operacionais para a intersecção 011 - 1101

011 - 1101		Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac.	
Cenário	Aproximação Movimento	→			←			↑			↓			Total	Capac. NS
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	479	300	43	39	174	52	22	62	16	62	88	369	1.706	-
	Atraso (s/lane group)*	11,4	8,3			10,9		9,2				13,8			
	Nível de Serviço HCM	B	A			B		A			B			86,5%	E
	Atraso por Aproximação (s)	10,1				10,9		9,2			13,8			11,3	
Nível de Serviço HCM		B				B		A			B			B	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

• 12 - R. Pastor Adolfo Weidmann x R. Dr. Ernani Engui

Intersecção não semafORIZADA constituída de três aproximações com um total de seis movimentos (fluxos).

Figura 39: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 12
**Fluxograma Volumes Hora Pico Tarde
 2020 - Atual - Piraquara PMU**



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 40: Simulação do cenário atual para a Intersecção 12
**Simulação
 2020 - Atual - Piraquara PMU**



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 33: Resultados operacionais para a intersecção 012 - 1201

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde									ICU - Ind. Capac.			
		→			←			↑			↓			
		E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D	
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	219	158	64	123			142	143					849
	Atraso (s/lane group)*	0,0				3,3				20,2				-
	Nível de Serviço HCM	A				A				C				-
	Atraso por Aproximação (s)	0,0			3,3				20,2					57,9% B
	Nível de Serviço HCM	A			A				2					7,5 A

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

• 13 - R. Hebert Trapp x R. São José

Intersecção não semaforizada constituída de quatro aproximações com um total de doze movimentos (fluxos).

Figura 41: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 13



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 42: Simulação do cenário atual para a Intersecção 13



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 34: Resultados operacionais para a intersecção 13 - 1301

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind.	
		→			←			↑			↓			Total	Capac. Capac.
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	37	19	17	13	122	9	21	73	13	38	626	164	1.152	-
	Atraso (s/lane group)*	58,4				55,9		2,1			0,7				68,6% C
	Nível de Serviço HCM	F				F		A			A				
	Atraso por Aproximação (s)	58,4				55,9		2,1			0,7			11,4	
	Nível de Serviço HCM	F				F		A			A			B	

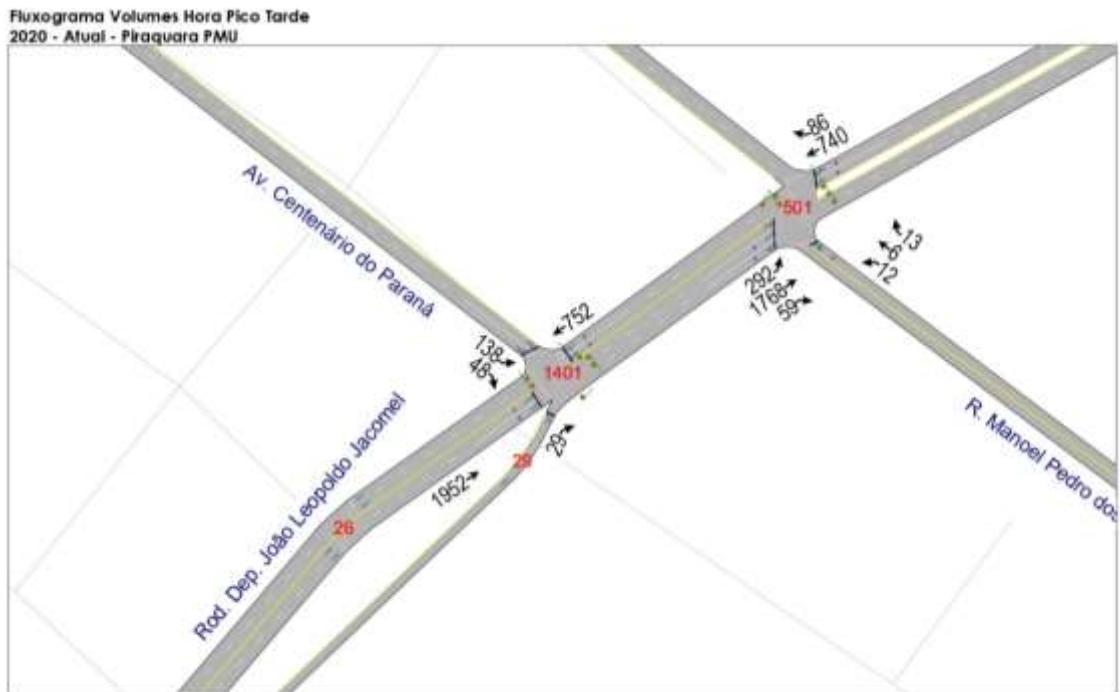
* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

- **14 - Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel x Av. Centenário do Paraná**

Intersecção semafORIZADA constituída de quatro aproximações com um total de cinco movimentos (fluxos).

Figura 43: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 14



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 44: Simulação do cenário atual para a Intersecção 14



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 35: Resultados operacionais para a intersecção 14 - 1401

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde									ICU - Ind. Capac.	Capac. NS		
		→			←			↑			↓			
		E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D	
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	1.953			752			29	138	48	2.920			
	Atraso (s/lane group)*	1,8			0,5			0,0	0,0	0,0	-			
	Nível de Serviço HCM	A			A			A	A	A	-	76,6%	D	
	Atraso por Aproximação (s)	1,8			0,5			0,0	0,0	0,0	1,4			
	Nível de Serviço HCM	A			A			A	A	A	A			

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

• 15 - Av. Getúlio Vargas x R. Armando Romani x R. Francisco Schuartz

Intersecção não semafORIZADA constituída de quatro aproximações com um total de doze movimentos (fluxos).

Figura 45: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 15



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 46: Simulação do cenário atual para a Intersecção 15



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 36: Resultados operacionais para a intersecção 15 - 1501

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac.	
		→			←			↑			↓			Total	Capac. NS
		E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	36	106	32	120	631	21	33	16	6	23	47	1.071		
	Atraso (s/lane group)*	4,0	0,0		2,8	0,0		26,3			22,0		-		
	Nível de Serviço HCM	A	A		A	A		D			C		-	47,7%	A
	Atraso por Aproximação (s)		2,0			1,6		26,3			22,0		4,8		
	Nível de Serviço HCM		A			A		D			C		A		

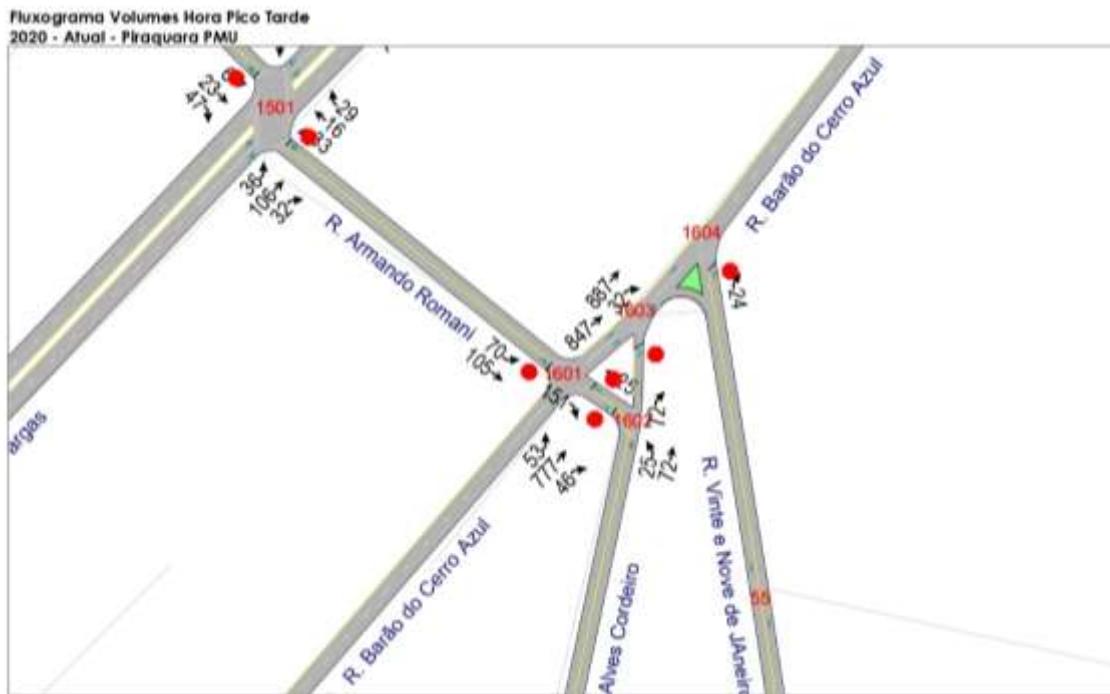
* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

- **16 - R. Barão do Cerro Azul x R. Armando Romani**

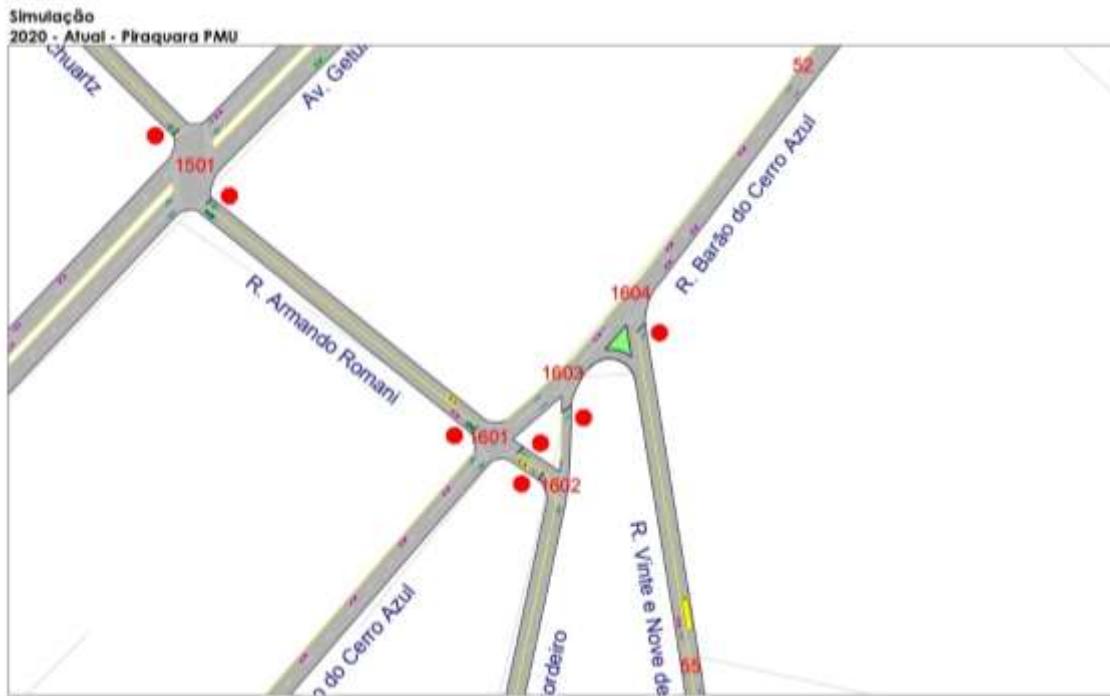
Intersecção não semaforizada constituída de cinco aproximações com um total de seis movimentos (fluxos).

Figura 47: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 16



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 48: Simulação do cenário atual para a Intersecção 16



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 37: Resultados operacionais para a intersecção 16 - 1601

016 - 1601			Resultados HCM - Pico Tarde									ICU - Ind.				
Cenário	Aproximação Movimento		→			←			↑			↓			Total	Capac.
			E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		Capac. NS
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)		53	777	46				25	70	105				1.076	
	Atraso (s/lane group)*		1,2	0,0					22,1		45,2				-	
	Nível de Serviço HCM		A	A					C		E				47,2%	A
	Atraso por Aproximação (s)		0,6						22,1		45,2				8,4	
	Nível de Serviço HCM			A					C		E				A	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 38: Resultados operacionais para a intersecção 16 - 1602

016 - 1602			Resultados HCM - Pico Tarde									ICU - Ind.				
Cenário	Aproximação Movimento		→			←			↑			↓			Total	Capac.
			E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		Capac. NS
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)			151					25	72					248	
	Atraso (s/lane group)*			9,0					2,0						-	
	Nível de Serviço HCM			A					A						-	12,7% A
	Atraso por Aproximação (s)			9,0					2,0						6,2	
	Nível de Serviço HCM			A					A						A	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 39: Resultados operacionais para a intersecção 16 - 1603

016 - 1603			Resultados HCM - Pico Tarde									ICU - Ind.				
Cenário	Aproximação Movimento		→			←			↑			↓			Total	Capac.
			E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		Capac. NS
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)			847						72					919	
	Atraso (s/lane group)*			0,0						12,7					-	
	Nível de Serviço HCM			A						B					-	34,5% A
	Atraso por Aproximação (s)			0,0					12,7						1,0	
	Nível de Serviço HCM			A					B						A	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 40: Resultados operacionais para a intersecção 16 - 1604

016 - 1604			Resultados HCM - Pico Tarde									ICU - Ind.				
Cenário	Aproximação Movimento		→			←			↑			↓			Total	Capac.
			E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		Capac. NS
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)			887	32					24					943	
	Atraso (s/lane group)*			0,0						12,8					-	
	Nível de Serviço HCM			A						B					-	35,5% A
	Atraso por Aproximação (s)			0,0					12,8						0,3	
	Nível de Serviço HCM			A					B						A	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

• 17 - R. Tarumã x R. Vitório Belevanso

Intersecção não semaforizada constituída de quatro aproximações com um total de doze movimentos (fluxos).

Figura 49: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 17



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 50: Simulação do cenário atual para a Intersecção 17



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 41: Resultados operacionais para a intersecção 17 - 1701

017 - 1701		Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac.	
Cenário	Aproximação Movimento	→			←			↑			↓			Total	Capac. NS
		E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	30	192	31	19	116	23	29	40	19	47	39	21	606	-
	Atraso (s/lane group)*		1,1			1,1			14,1			14,7		-	
	Nível de Serviço HCM	A			A			B			B			-	33,6% A
	Atraso por Aproximação (s)	1,1,			1,1			14,1			14,7			5,4	
	Nível de Serviço HCM	A			A			B			B			A	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

• 18 - R. Juri Danilenko x R. Gerhard Von Scheidt

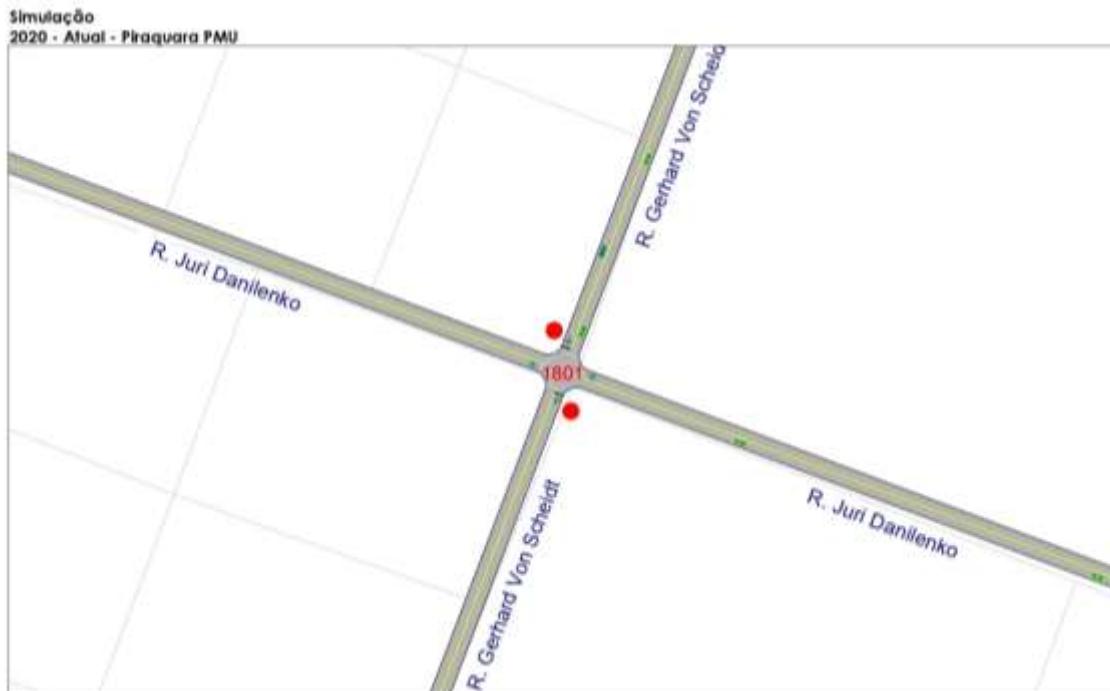
Intersecção não semaforizada constituída de quatro aproximações com um total de doze movimentos (fluxos).

Figura 51: Fluxograma de volumes na hora pico - Intersecção 18



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 52: Simulação do cenário atual para a Intersecção 18



Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 42: Resultados operacionais para a intersecção 18 - 1801

Cenário	Aproximação Movimento	Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac.	Capac. NS	
		→	←	↑	↓	E	T	D	E	T	D	E	T	D		
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	13	228	3	3	99	47	2	6	9	104	15	21	550	-	
	Atraso (s/lane group)*	0,5				0,2			11,4			14,1			-	
	Nível de Serviço HCM	A				A			B			B			-	40,1% A
	Atraso por Aproximação (s)	0,5				0,2			11,4			14,1			4,2	
	Nível de Serviço HCM	A				A			B			B			A	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

3.2 SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO

Este tópico apresenta a estruturação dos elementos que compõem o sistema de transporte coletivo de passageiros do município de Piraquara – incluindo sua rede de infraestrutura (vias e pontos de parada), rotas de ônibus e a matriz de viagens correlacionada ao zoneamento de tráfego, já previamente apresentado – para representação e análise do sistema em software de simulação.

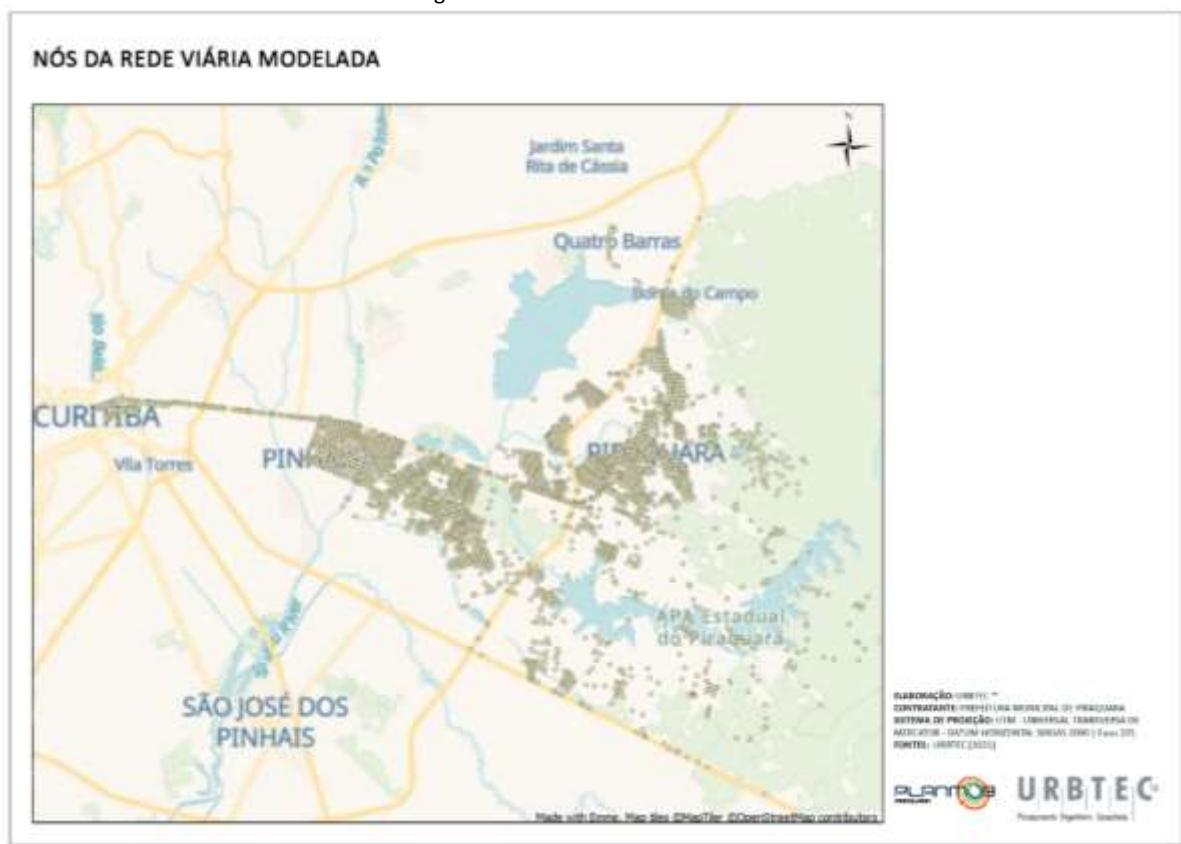
3.2.1 INFRAESTRUTURA VIÁRIA

A operação adequada de um sistema de transportes depende de uma rede que permita o deslocamento dos veículos em condições de conforto e segurança ao usuário,

garantindo velocidades operacionais previstas no sistema, já que o planejamento de tabelas horárias depende desses parâmetros. Além disso, o posicionamento de pontos de parada é essencial para o acesso do usuário ao sistema e idealmente garante condições de segurança e conforto térmico.

No contexto do modelo, os nós representam as interseções viárias (ou pontos geometricamente relevantes das vias), e nelas são implementadas as conversões possíveis dentro das redes viárias. A Figura 53 representa os nós do modelo de simulação do município de Piraquara.

Figura 53: Nós da rede viária modelada

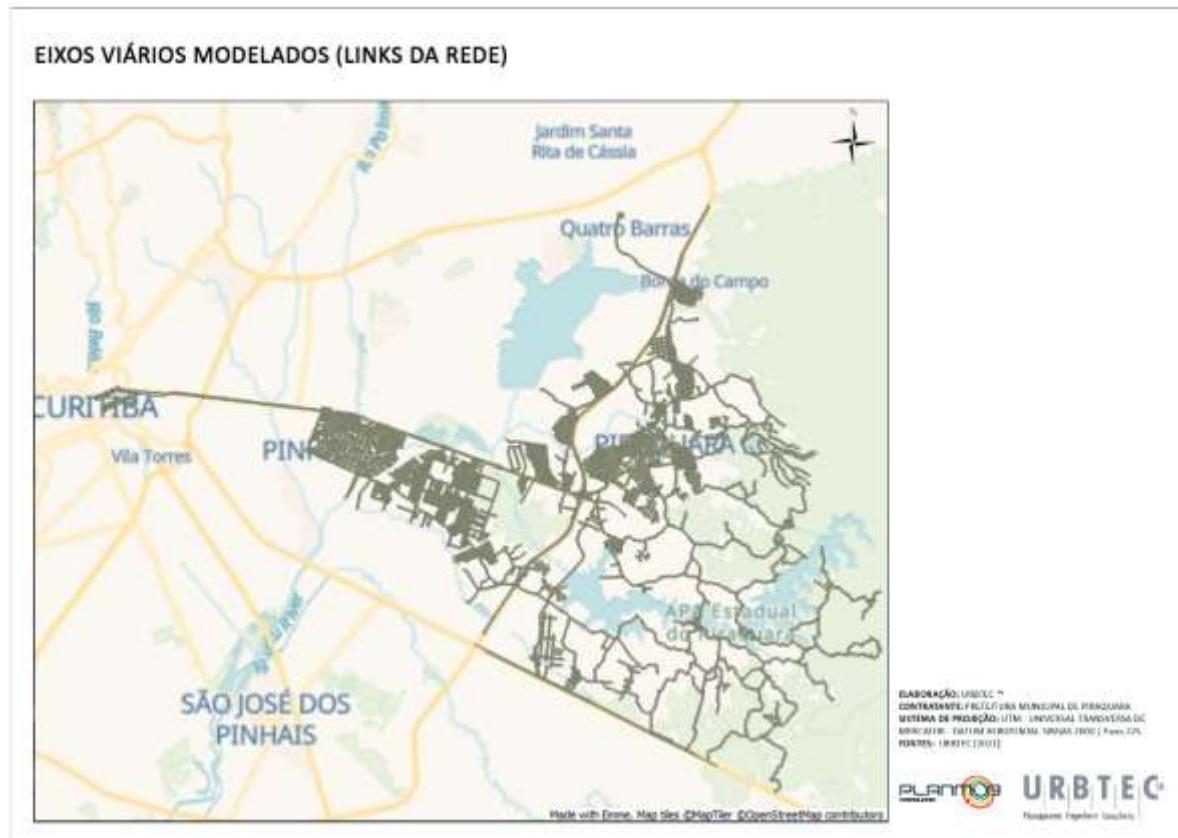


Fonte: URBTEC™ (2021)

A representação da rede viária é estabelecida através de *links*. A rede viária foi disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Piraquara, e simplificada para os eixos de interesse para o sistema de transporte público. A rede viária é apresentada a seguir, na Figura 54, que apresenta os *links* do sistema modelado que representam os eixos viários

do município de Piraquara, incluindo acessos a cidades vicinais que possuam mobilidade relevante em termos de contexto urbano, como Curitiba e Quatro Barras.

Figura 54: Eixos viários modelados (links da rede)



Fonte: URBTEC™ (2021)

Além desses elementos, o zoneamento de tráfego também é relevante, pois através de sua representação geográfica são assumidas as posições das origens e destinos das viagens, ou mesmo dos usuários deste sistema de transportes.

Dessa maneira, todas as viagens de uma região inserida em uma dada zona são representadas pelo seu centroide, de onde partem todas as viagens. De maneira similar, todas as viagens que chegam a uma dada região inserida em uma zona são destinadas ao centroide que a representa. Cada grupo de centroides de onde iniciam e onde finalizam as viagens são denominados Pares de Origem e Destino (ou simplesmente, Par OD).

As combinações de pares de origem e destino possíveis, com os respectivos números de pessoas realizando essas viagens, são denominadas Matriz Origem e

Destino (Matriz OD). Como o processo de modelagem do sistema de transportes permite o prognóstico da capacidade do sistema, o mais usual é que a Matriz OD seja relativa à hora de pico, isto é, o período em que o mesmo é mais carregado. A seguir apresenta-se a construção da Matriz da Hora Pico do município de Piraquara, bem como a sua inserção no modelo de transportes.

3.2.2 SISTEMA DE LINHAS

As rotas do sistema de transportes são representadas por segmentos de retas vinculadas aos eixos viários representados que compartilham informações, por exemplo, a velocidade que o veículo conseguirá atingir na viagem – que está diretamente associada à velocidade da via e seus atrasos.

A rede de linhas ou rotas de ônibus foi estruturada com base na informação disponibilizada pela Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC, 2020), sendo representados os itinerários das linhas apresentadas no Quadro 7, a seguir.

Quadro 7: Linhas de transporte coletivo em atendimento a Piraquara

Cód	Linha	Municípios atendidos	Categoria
C11	Jd. Holandês	Pinhais/Piraquara	Intercidades Integrado
C12	Vila Nova	Pinhais/Piraquara	Intercidades Integrado
C13	Água Clara	Pinhais/Piraquara	Intercidades Integrado
D11	Planta Deodoro	Piraquara	Alimentador
D12	São Cristovão	Piraquara	Alimentador
D13	Integrar Piraquara	Piraquara	Alimentador
D14	Pinhais/Piraquara	Pinhais/Piraquara	Intercidades Integrado
D17	Pendular Norte	Piraquara	Alimentador
D18	Pl.Deodoro-S.Cristovão	Piraquara	Alimentador
D21	Sta. Mônica	Pinhais/Piraquara	Intercidades Integrado
D22	Guarituba	Pinhais/Piraquara	Intercidades Integrado
D23	V. Macedo	Pinhais/Piraquara	Intercidades Integrado
D31	Jd. Bela Vista	Pinhais/Piraquara	Intercidades Integrado
D61	Piraquara/Santos Andrade	Piraquara	Troncal
D66	Piraquara/Santos Andrade (Direto)	Piraquara	Troncal
I40	Q.Barras/Piraquara	Q.Barras/Piraquara	Intercidades Integrado
I60	Piraquara/São José	Piraquara/São José dos Pinhais	Intercidades Integrado

Fonte: COMEC (2019), adaptado por URBTEC™ (2021)

Uma vez inserida no sistema de eixos, é possível avaliar o impacto espacial das linhas sobre a região: as linhas apresentam uma cobertura que se estende para além da área urbanizada de Piraquara, aos municípios limítrofes, como Curitiba, Pinhais e Quatro Barras.

Figura 55: Linhas de transporte coletivo de passageiros em Piraquara

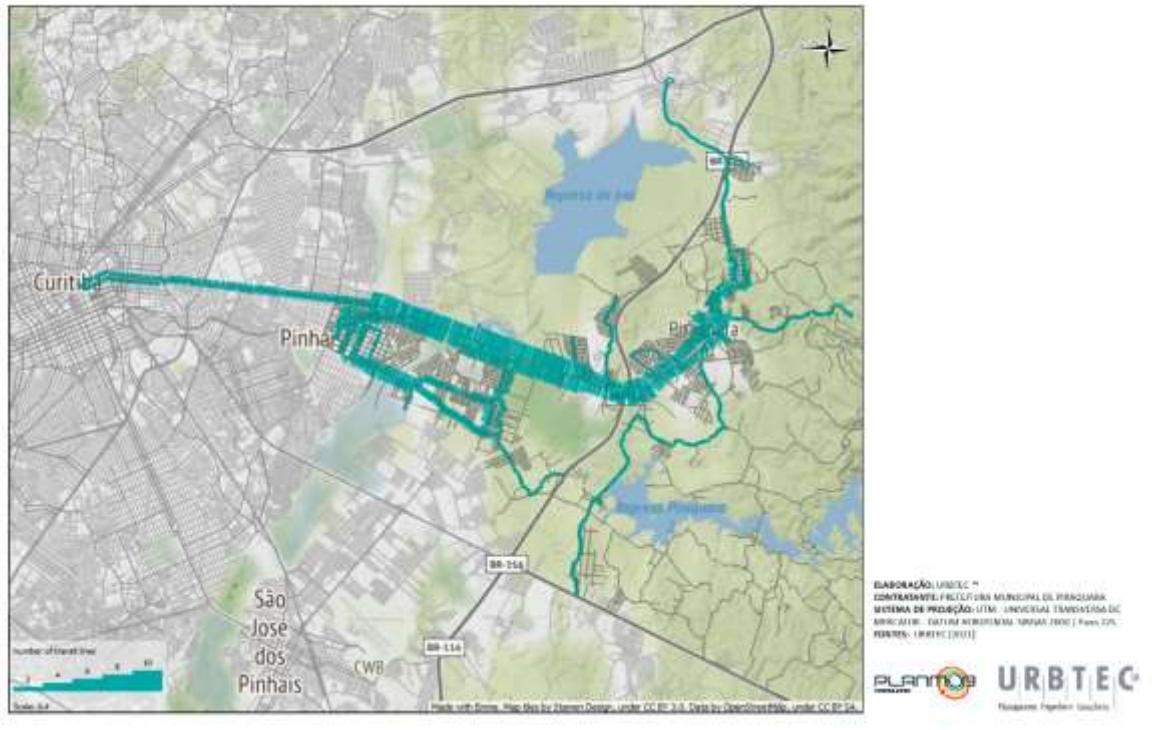


Fonte: URBTEC™ (2021)

Além da avaliação espacial, verifica-se a disponibilidade de opções de rotas por vias, destacando-se o eixo de deslocamento ao longo da rodovia Deputado João Leopoldo Jacomel, que se estende até o binário da av. Getúlio Vargas e da rua Barão do Cerro Azul, conforme apresentado na Figura 56, a seguir.

Figura 56: Opções de linhas de transporte coletivo em Piraquara por eixo viário

OPÇÕES DE LINHAS DE TRANSPORTE COLETIVO EM PIRAUARA POR EIXO VIÁRIO



Fonte: URBTEC™ (2021)

3.2.3 MATRIZ DE VIAGENS

A matriz de viagens do transporte coletivo de passageiros de Piraquara foi desenvolvida a partir da combinação de uma série de informações disponibilizadas pelos órgãos associados à sua operação, tais como a COMEC, Metrocard, empresas operadoras, entre outros.

O processo de compilação da matriz foi desenvolvido a partir da correlação das coordenadas geográficas dos pontos onde os cartões do sistema de bilhetagem eletrônica foram acionados pelos usuários, em adaptação ao método apresentado por Guerra (2011).

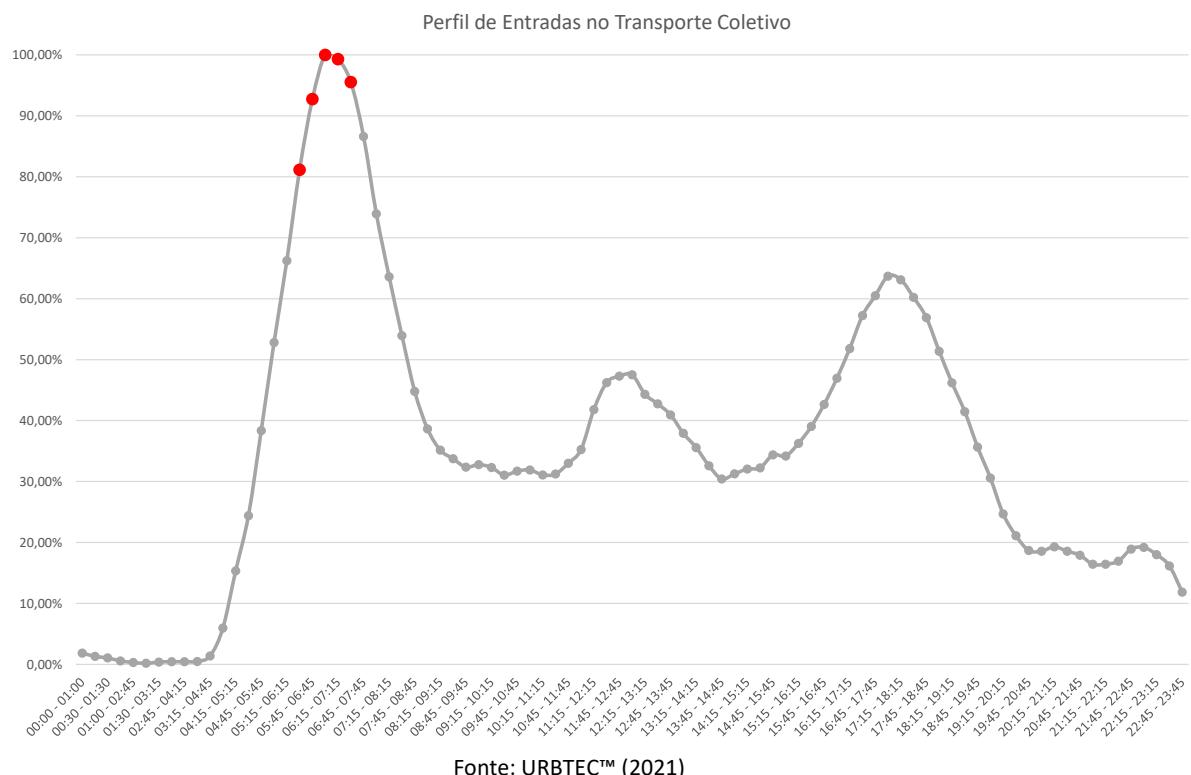
Além das coordenadas já mencionadas, a informação, fornecida pela Metrocard sob a autorização da COMEC, inclui: a data e o horário de utilização; a linha na qual o embarque foi realizado (com o prefixo do ônibus); o horário da utilização; e o tipo de cartão/passageiro (Cadeirante, Cobrador, Comum, Funcionário, Gratuito,

Motorista, Operadores, Portador de Necessidades Especiais – PNE – e PNE com acompanhante).

Os dados de cartão fornecidos compreendem o período entre 04 e 10 de novembro de 2019, sendo, portanto, dados anteriores a pandemia de COVID-19. O número de viagens para esse período foi de 108.895. Entretanto, o princípio da análise de capacidade requer a avaliação de períodos críticos de utilização, sendo assim, a primeira restrição aplicada foi a de uso exclusivo de dias úteis, delimitando o intervalo de 04 a 08 de novembro de 2019.

Com os dados restantes, foi estabelecido o perfil de viagens, representado no Gráfico 5. O período do dia que representa a maior movimentação é das 06h às 07h da manhã, sendo a hora pico do sistema. Para garantir uma diversidade significativa na amostragem de pares OD obtidos, foram consideradas as entradas para um perfil estendido de duas horas, na qual a hora de pico se estende das 05h30 às 07h30, com adição de 30 minutos antes e depois da hora pico previamente identificada. Em vermelho estão destacadas as demandas para a hora pico estendida.

Gráfico 5: Perfil de viagens com base no uso de cartões do sistema de bilhetagem



Todos os cartões com entradas registradas na hora pico estendida foram analisados. As coordenadas geográficas representam a origem do usuário, posteriormente correlacionadas com a localização da sua respectiva zona. Como não há registro – uso do cartão – no momento do desembarque, a definição do destino foi admitida como o embarque da viagem subsequente, sendo realizadas as seguintes considerações:

- Cartões com um único embarque no dia foram compreendidos como viagens isoladas, não possibilitando a formação de um par OD;
- Viagens com apenas dois embarques no dia foram compreendidas como pares OD, constituídos pelo embarque na origem no período pico, e o local de embarque da segunda viagem entendido como o destino;
- Viagens com 3 ou mais embarques carregaram consideração similar aos cartões com duas viagens no dia, mas com um aspecto adicional: na condição de haver uma ou mais viagens subsequentes num intervalo menor que 1h, essas foram compreendidas como viagens adicionais, de transferência, a fim de completar a viagem e atingir seu destino final, sendo descartada como destino, até que o limite de tempo fosse ultrapassado, ou a última viagem do dia associada a este cartão fosse registrada.

Esse processo definiu os parâmetros qualitativos da matriz de viagens, agregando um total de 8.804 pares de origem e destino em dias úteis, para o período de uma semana.

Para determinação dos parâmetros quantitativos, foram utilizados os dados de demanda de meia viagem² da operação, por sentido de viagem, disponibilizados pela COMEC. Os dados possuíam o número de passageiros, por linha e veículo, contabilizados no ponto final de cada tramo da rota de transporte coletivo, com o horário e data da

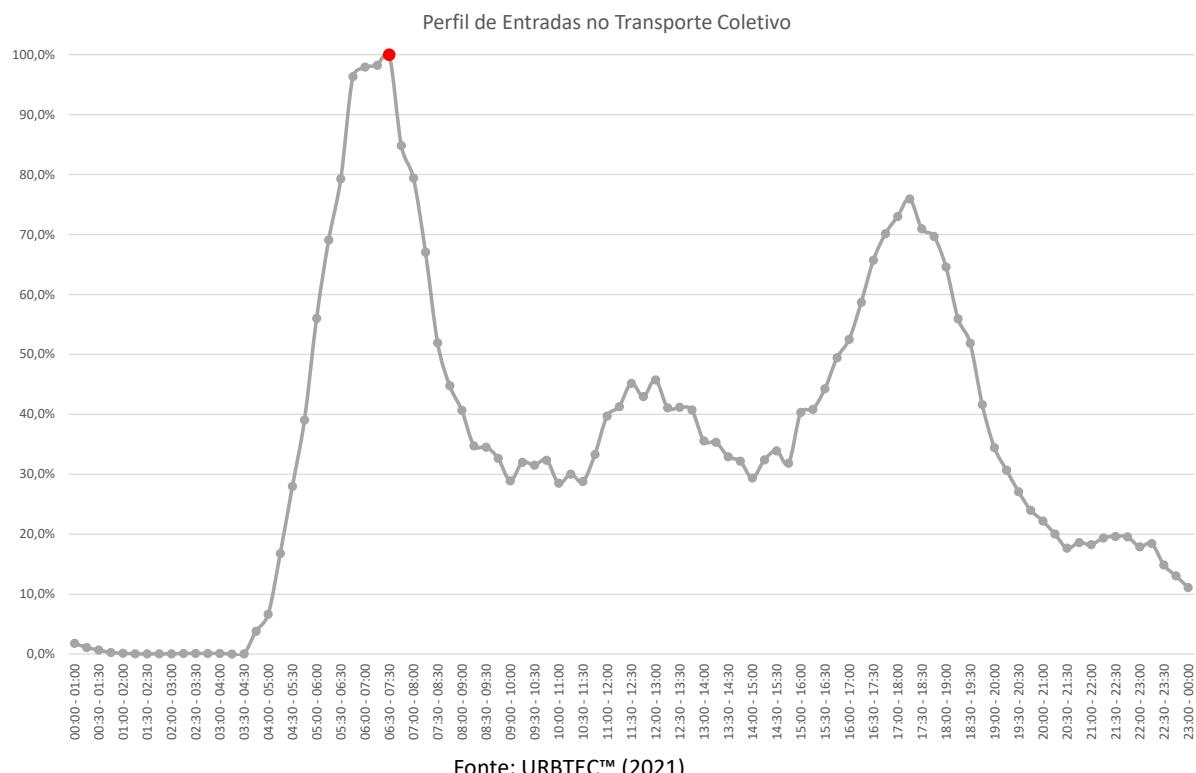
² A meia viagem é um termo que denota os segmentos da rota que representam, usualmente, extremos do seu trajeto e em cujo final é registrado o número de passageiros (comumente com base em dados de catraca).

viagem, dentro do mesmo período de coleta de distribuição de origens e destinos, de 04 a 10 de novembro de 2019. Da mesma maneira, restringiu-se o uso de dados relativos aos dias úteis, ou seja, de 04 a 08 de novembro de 2019.

Como o objetivo dessa etapa é determinar as quantidades representativas do número de movimentações, diferentemente do processo relativo aos cartões – que considerou o total de viagens na semana –, a definição do perfil quantitativo do comportamento da hora de pico trata da média dos dias úteis no período analisado. Para essa análise quantitativa, considerou-se apenas a hora com volume de passageiros mais intenso, representando o universo amostral.

O perfil de viagens resultante é apresentado a seguir, no Gráfico 6, com a hora pico ocorrendo (em consonância com os dados dos cartões), no intervalo das 06h30 às 07h30, indicado na cor vermelha, período no qual ocorreram um total de 5.443 viagens, para as quais os pares OD serão expandidos.

Gráfico 6: Perfil de média de viagens com base nos dados de demanda



O processo de expansão dos dados compilados dos pares OD usou como referência as demandas por linha e meia viagem, visto que em um dado período do dia

é esperado que haja interesses distintos em termos de fluxo e contrafluxo de viagens. Por exemplo, no período da manhã espera-se que o interesse de viagens com origens em regiões residenciais e destinos em regiões comerciais seja maior que o inverso. Dessa maneira, a compatibilidade dos fatores de expansão é essencial para manutenção da coerência da representação da matriz OD.

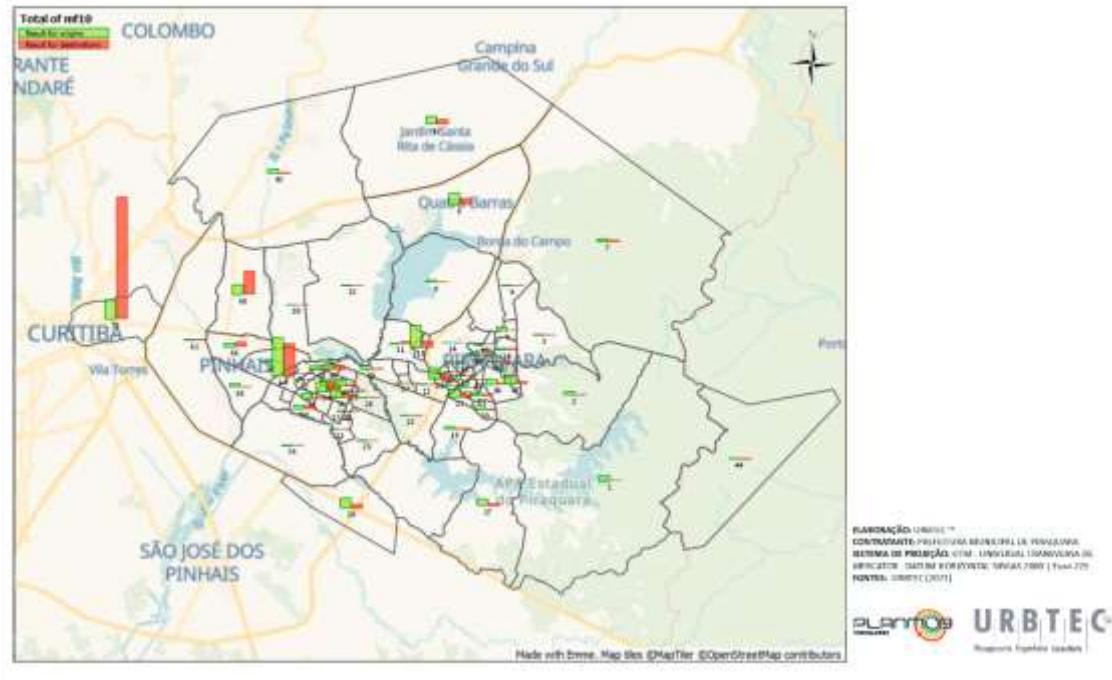
Os dados relativos aos cartões não possuíam a informação direta acerca do sentido de deslocamento em que o veículo se encontrava no momento de acesso do usuário. Para inclusão dessa informação, foi traçado um paralelo em blocos de 15 minutos do sentido do veículo (denominado por seu prefixo, advindo dos dados de demanda), com o mesmo parâmetro nos dados de cartões, determinando assim o sentido no momento do embarque dos passageiros. Dessa forma, esses paralelos permitiram a projeção do espaço amostral de pares OD dos registros do sistema de bilhetagem eletrônica à totalidade de usuários durante a hora de pico do sistema.

Uma vez que esse espaço amostral foi projetado à população, foi necessário estabelecer uma projeção adicional, representando os passageiros que realizaram os embarques diretamente no terminal, que não estavam contabilizados. Eles representam uma majoração na matriz OD de 2,32%, já que são 126,2 passageiros na hora pico do sistema na média dos dias úteis contabilizados.

A composição final dos parâmetros quantitativos e qualitativos definiu a matriz OD da hora pico do transporte coletivo de passageiros do município de Piraquara, representada a seguir na Figura 57. As origens são identificadas por barras verdes, e os destinos por barras vermelhas. É significativo o volume de destinos concentrados em Curitiba e a alta interação do sistema com o município de Pinhais.

Figura 57: Origens e destinos da matriz de viagens de transporte coletivo de Piraquara

ORIGENS E DESTINOS DA MATRIZ DE VIAGENS DE TRANSPORTE COLETIVO DE PIRACUARA

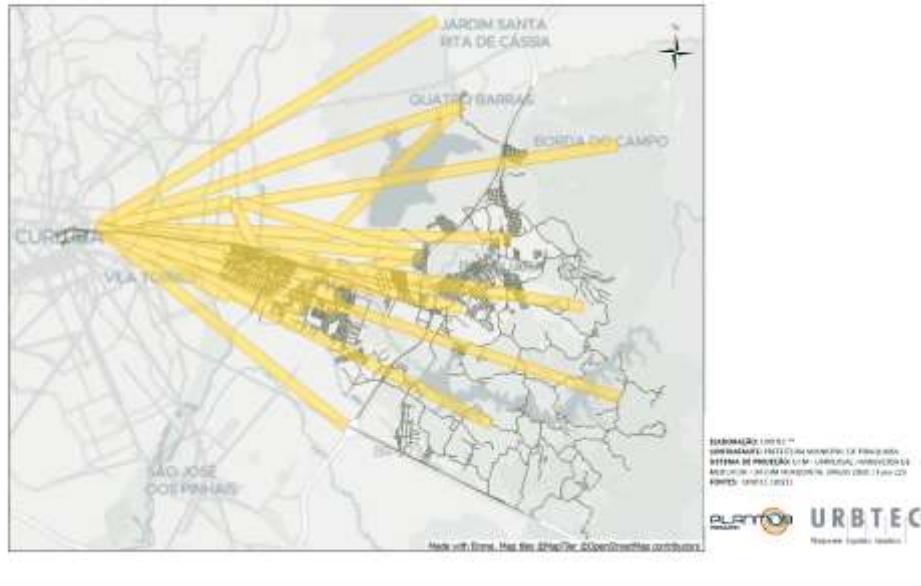


Fonte: URBTEC™ (2021)

Uma outra maneira de representar as interações entre as origens e destinos são as linhas de desejo de viagens, que vinculam esses pares. Da Figura 58 a Figura 61 estão representados os pares OD com interesses de deslocamentos mais significativos da matriz. É importante destacar a compatibilidade dessa estrutura de linhas de desejo com a oferta dos serviços disponíveis, que concentra as rotas de ônibus nos eixos onde estão agregados os maiores volumes de passageiros. No item 5.1.2 serão avaliados os indicadores de oferta e ocupação deste sistema.

Figura 58: Linhas de desejo com mais de 25 viagens na hora pico do sistema

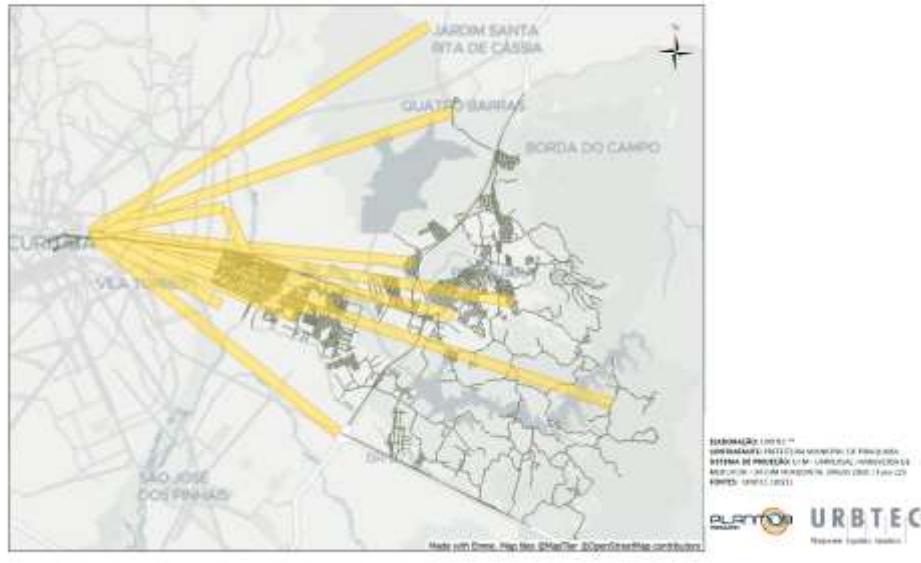
LINHAS DE DESEJO COM MAIS DE 25 VIAGENS NA HORA PICO DO SISTEMA



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 59: Linhas de desejo com mais de 50 viagens na hora pico do sistema

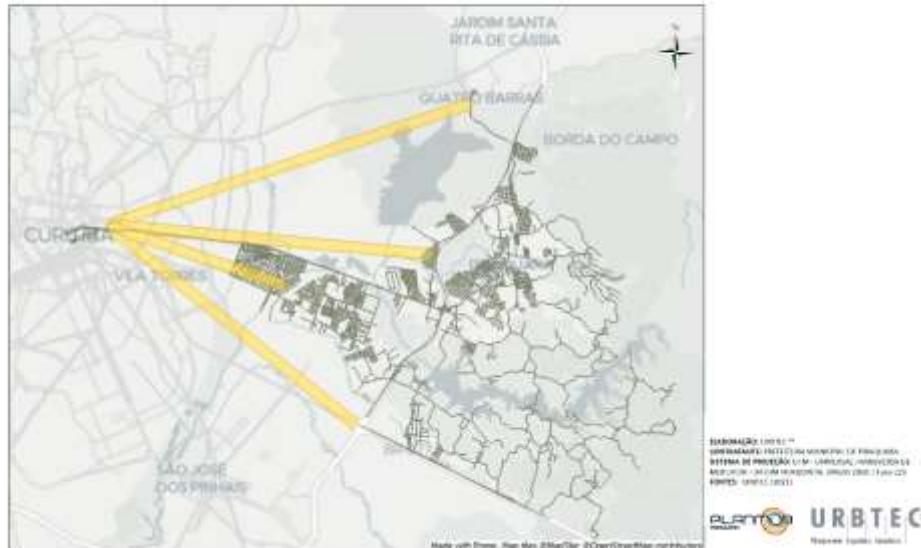
LINHAS DE DESEJO COM MAIS DE 50 VIAGENS NA HORA PICO DO SISTEMA



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 60: Linhas de desejo com mais de 100 viagens na hora pico do sistema

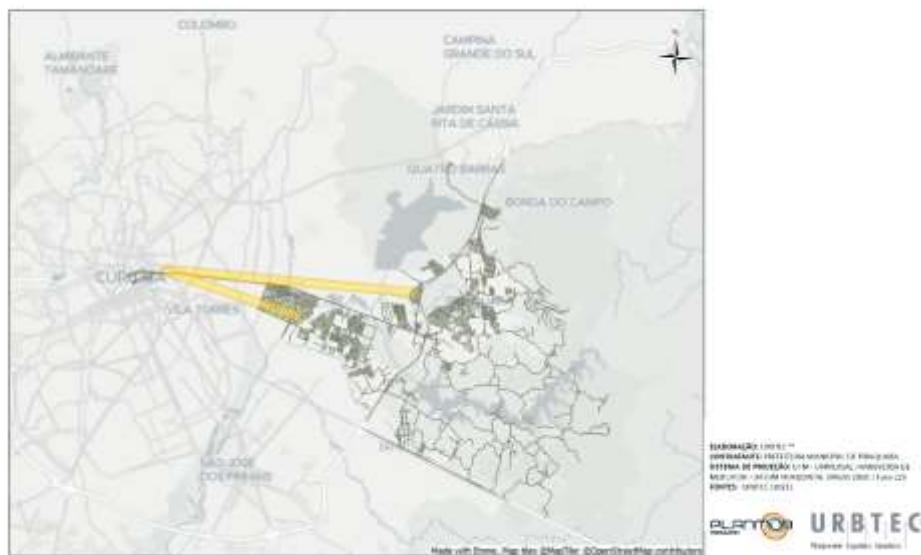
LINHAS DE DESEJO COM MAIS DE 100 VIAGENS NA HORA PICO DO SISTEMA



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 61: Linhas de desejo com mais de 150 viagens na hora pico do sistema

LINHAS DE DESEJO COM MAIS DE 150 VIAGENS NA HORA PICO DO SISTEMA



Fonte: URBTEC™ (2021)

3.2.4 TAXA DE MOTORIZAÇÃO

Com base nos indicadores de usuários do sistema, é possível estabelecer indicativos de análise da taxa de motorização do sistema de transporte coletivo do município de Piraquara, avaliando esta correlação sob duas perspectivas:

- O número de veículos em operação em comparação com o número de usuários do sistema: o escopo, neste caso, fica restrito ao indicador “usuários de cartão”, que concentra particularmente usuários regulares do sistema. Este primeiro indicador não permite a avaliação em termos de condições de equilíbrio, já que os viajantes estão distribuídos de maneira não homogênea ao longo do dia;
- O número de veículos em operação durante a hora pico em comparação com o número de viagens estabelecidos na matriz de viagens do mesmo período.

3.2.5 VEÍCULOS EM OPERAÇÃO

Foram identificados 72 veículos em operação no sistema, identificados por seus códigos de carro, em registro de uma semana de 2019. A lista é apresentada a seguir, no Quadro 8. A correlação direta com a população estabelece uma relação de 0,06 veículo para cada 100 habitantes.

Uma correlação diretamente relacionada aos usuários do sistema de transporte coletivo, entretanto, pode ser definida a partir dos registros de cartões do sistema de bilhetagem. Embora seja permitida a circulação com uso direto do dinheiro, admite-se que o usuário regular faça uso da bilhetagem eletrônica, de maneira mais precisa que o indicador estabelecido com base nos habitantes totais do município. Pode-se, particularmente, admitir que o indicador efetivo está no intervalo entre os dois.

Na mesma semana de registo de veículos, foram utilizados 21.042 cartões de bilhetagem eletrônica. Assim, fica estabelecida a relação de 0,34 veículos para 100 cartões de bilhetagem eletrônica utilizados.

Quadro 8: Veículos em atendimento ao sistema de transporte coletivo de Piraquara

Cód. Veículo	Chassi	Carroceria	Cód. Veículo	Chassi	Carroceria
29001	Volvo B270 F	COMIL – SVELTO U	29286	Volkswagen 17/230	SVELTO U
29002	Volkswagen 17/230	SVELTO U	29287	Volkswagen 17/230	SVELTO U
29003	Volvo B270 F	COMIL – SVELTO U	29288	Volkswagen 17/230	SVELTO U
29005	Volvo B270 F	COMIL – SVELTO U	29289	Volkswagen 17/230	SVELTO U
29006	Volvo	MARCOPOLO TORINO	29290	Volkswagen 17/230	SVELTO U
29007	Volvo	MARCOPOLO TORINO	29291	Volkswagen 17/230	TORINO
29008	Volvo	MARCOPOLO TORINO	29292	Volkswagen 17/230	TORINO
29009	Volvo	MARCOPOLO TORINO	29293	Mercedes	TORINO
29010	Volvo	MARCOPOLO TORINO	29294	Mercedes Benz	TORINO
29011	Volvo	MARCOPOLO TORINO	29295	Mercedes Benz	TORINO
29012	Volvo	MARCOPOLO TORINO	29296	Mercedes Benz	TORINO
29081	Volkswagen 17/230	SVELTO	29400	Volvo B 12 M	VIALE
29082	Mercedes Benz	SVELTO	29401	Volvo B 12 M	VIALE
29083	Volkswagen 17/230	SVELTO	29402	Volvo B 12 M	VIALE
29084	Volkswagen 17/230	SVELTO	29403	Volvo B 12 M	VIALE
29085	Volkswagen 17/230	SVELTO	29404	Volvo B340 M	MARCOPOLO
29086	Volkswagen 17/230	SVELTO	29405	Volvo B340 M	MARCOPOLO
29087	Volkswagen 17/230	SVELTO	29406	Volvo B340 M	MARCOPOLO
29088	Volkswagen 17/230	SVELTO	29591	Volvo B 12 M	MEGA
29089	Volkswagen 17/230	SVELTO	29592	Volvo B 12 M	MEGA
29098	Volvo B270	SVELTO	29593	Volvo B 12 M	MEGA
29099	Volvo B270	SVELTO	29594	Volvo B 12 M	VIALE
29271	Volkswagen 16/210	SVELTO	29595	Volvo EDC B 10 M	VIALE
29272	Volvo B270 F	TORINO-GVU	29596	Volvo B 12 M	VIALE
29273	Volvo B270 F	TORINO-GVU	29597	Volvo EDC B 10 M	VIALE
29274	Volvo B270 F	TORINO-GVU	29598	Volvo B 12 M	VIALE
29275	Volvo B270 F	TORINO-GVU	29599	Volvo B 12 M	VIALE

Cód. Veículo	Chassi	Carroceria	Cód. Veículo	Chassi	Carroceria
29276	Volvo B270 F	TORINO	29606	Volkswagen 17/230	SVELTO
29277	Volkswagen 17/230	SVELTO U	29607	Volvo 290 CV	MASCARELO GRANVIA
29278	Volkswagen 17/230	SVELTO U	29608	Volvo 290 CV	MASCARELO GRANVIA
29279	Volkswagen 17/230	SVELTO U	29609	Volvo 290 CV	MASCARELO GRANVIA
29280	Volkswagen 17/230	SVELTO U	29610	Volvo 290 CV	MASCARELO GRANVIA
29281	Volkswagen 17/230	SVELTO U	29611	Volvo 290 CV	MASCARELO GRANVIA
29282	Volkswagen 17/230	SVELTO U	29612	Volvo 290 CV	MASCARELO GRANVIA
29284	Volkswagen 17/230	SVELTO U	29613	Volvo 290 CV	MASCARELO GRANVIA
29285	Volkswagen 17/230	SVELTO U	29614	Volvo 290 CV	MASCARELO GRANVIA

Fonte: COMEC (2021), adaptado por URBTEC™ (2021)

3.2.5.1. VEÍCULOS EM OPERAÇÃO NA HORA PICO

Se, por outro lado, for admitida a condição de avaliação da condição na hora crítica de operação, ou seja, na hora pico do sistema definido na matriz, a análise estabelece padrões mais precisos, embora mais pontuais. Dessa maneira, foi estabelecida a taxa de motorização para essa análise, correlacionando dados de demanda registrados (na mesma semana dos dados anteriores) e a demanda da hora crítica – 06h30 às 07h30. Nestas condições, são 70 veículos (apresentados no Quadro 9 a seguir) com embarques registrados.

Quadro 9: Veículos em atendimento por linha na hora pico no sistema de transporte coletivo de Piraquara

Linha	Veículos
C03 – Pinhais/Guadalupe	7
C12 – Vila Nova	5
D11 – Planta Deodoro	2
D12 -São Cristóvão	2
D13 – Integrar Piraquara	2
D14 – Pinhais/Piraquara	4
D17 – Pendular Norte	1
D21 – Santa Mônica	4
D22 – Guarituba	6
D23 – Vila Macedo	6
D31 – Bela Vista	6
D61 – Curitiba/Piraquara	17

Linha	Veículos
D66 – Curitiba/Piraquara (Direto)	7
I40 – Quatro Barras/Piraquara	1
Total	70

Fonte: COMEC (2021), adaptado por URBTEC™ (2021)

A matriz tem um total de 5.443 viagens realizadas (usuários). Da correlação entre os dois, a taxa de motorização eleva-se a 1,29 veículos por 100 usuários transportados na hora pico manhã.

3.2.6 ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA

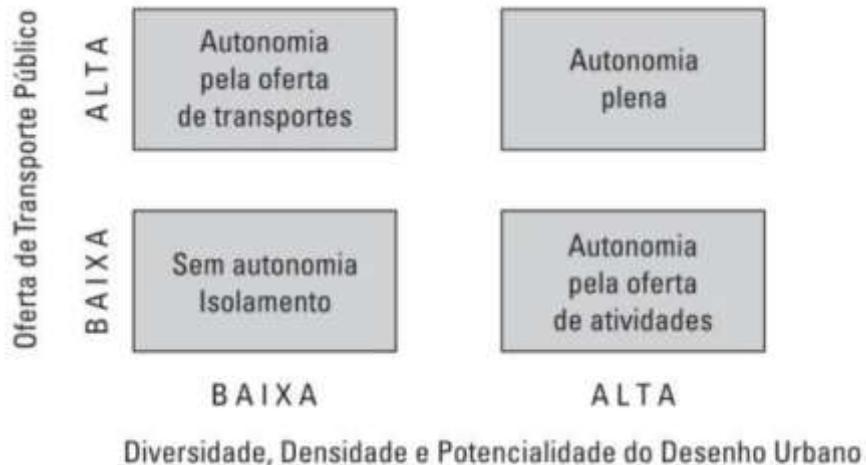
O sistema de transporte público atua como elemento de organização e composição urbana, quando devidamente estruturado e em harmonia com os desejos de deslocamento da população. Além disso, sua composição é capaz de complementar a infraestrutura de acessibilidade do município e influenciar o comportamento dos viajantes, a partir da integração com modais não motorizados, estimulando assim tal modelo de viagem.

A revisão do sistema de transporte coletivo busca otimizar a operação de transportes, melhorando tanto aspectos de acessibilidade quanto mobilidade dos usuários do sistema, partindo de premissas básicas, como os itinerários das linhas em funcionamento; a atual matriz de viagens; indicadores de ocupação; entre outros.

Com esta finalidade, e em coerência com o porte da cidade de Piraquara, a análise em escala mesoscópica assume um papel relevante, pois combina elementos da macroacessibilidade (cada localidade deve estar integrada ao território para que haja equidade) e da microacessibilidade (com análise de localidades críticas e adoção de medidas corretivas de forma a favorecer deslocamentos ativos).

No âmbito de análise da mesoacessibilidade, Mello e Kneib (2017) propõem a distribuição de classes de autonomia que uma localidade pode vivenciar, em níveis que variam de áreas sem autonomia – ditas isoladas – a áreas de autonomia plena – que combinam alta oferta de atividades e alta oferta de transportes –, conforme é representado na Figura 62.

Figura 62: Diagrama de autonomia local



Fonte: Mello e Kneib (2017)

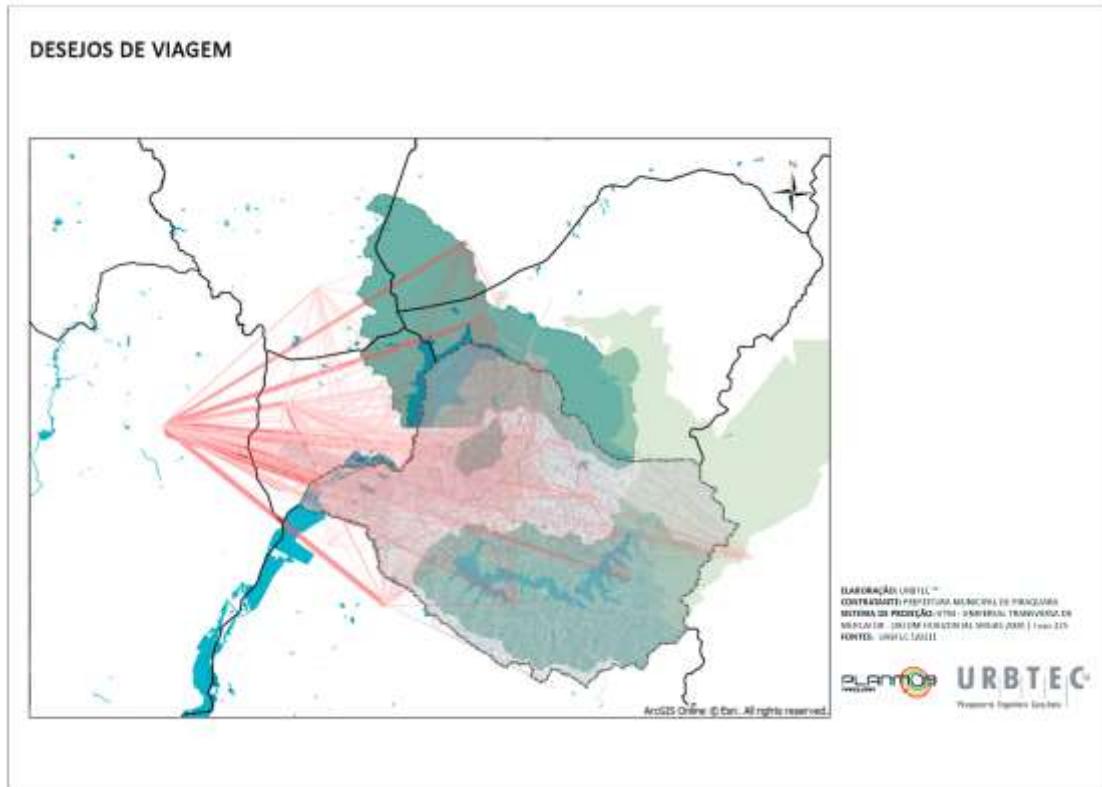
As localidades caracterizadas pela autonomia plena equilibram elementos como densidade, diversidade e desenho urbano propício a deslocamentos ativos, mas contemplam, em grande nível, oferta de serviço público suficiente e de qualidade.

Admite-se como parâmetros de qualidade de um serviço de transporte: cobertura espacial, cobertura temporal e custo generalizado de viagem (gastos e tempos totais de viagens despendidos pelo usuário). Os itens a seguir apresentam a proposta de revisão do sistema de transporte público, elaborada a fim de otimizar essas características.

3.2.7 ANÁLISE DA MATRIZ

Como apresentado no item 3.2.3, a matriz de origens e destinos da cidade de Piraquara tem o comportamento de município incluso em regiões metropolitanas, com alto fluxo de viagens intermunicipais – no período pico manhã, que aqui apresenta-se como crítico – particularmente em direção aos municípios que concentram maiores atividades comerciais. A tendência é de regressão dessas viagens no fim do dia (período pico tarde).

Figura 63: Desejos de viagem

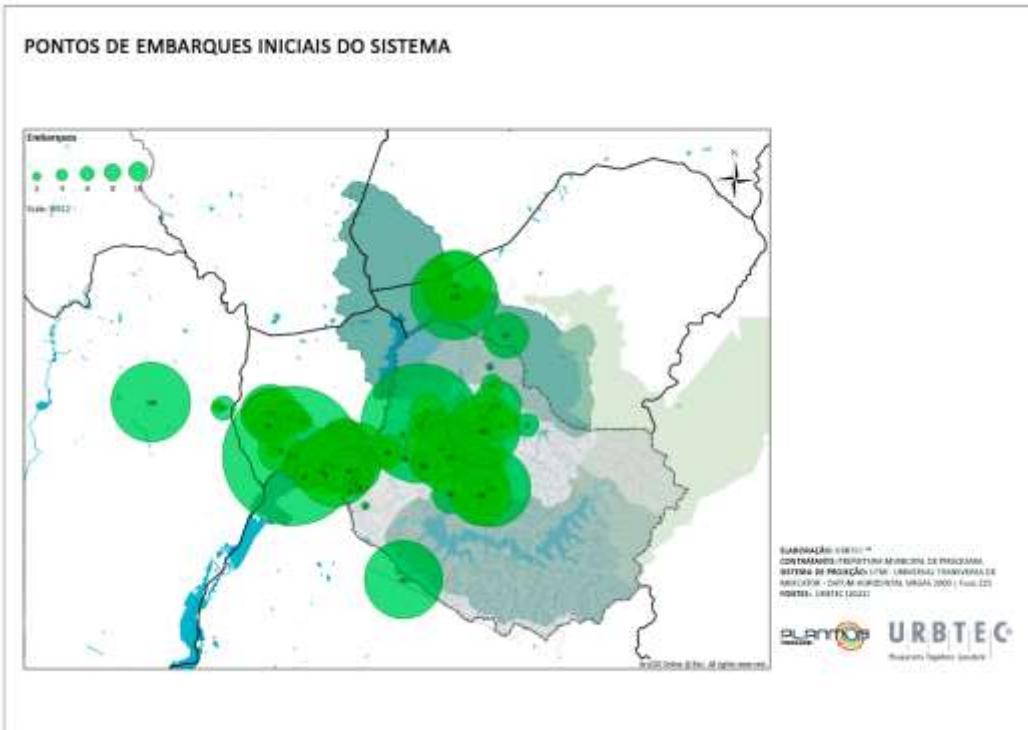


Fonte: URBTEC™ (2021)

3.2.7.1. RESULTADOS DE ALOCAÇÃO

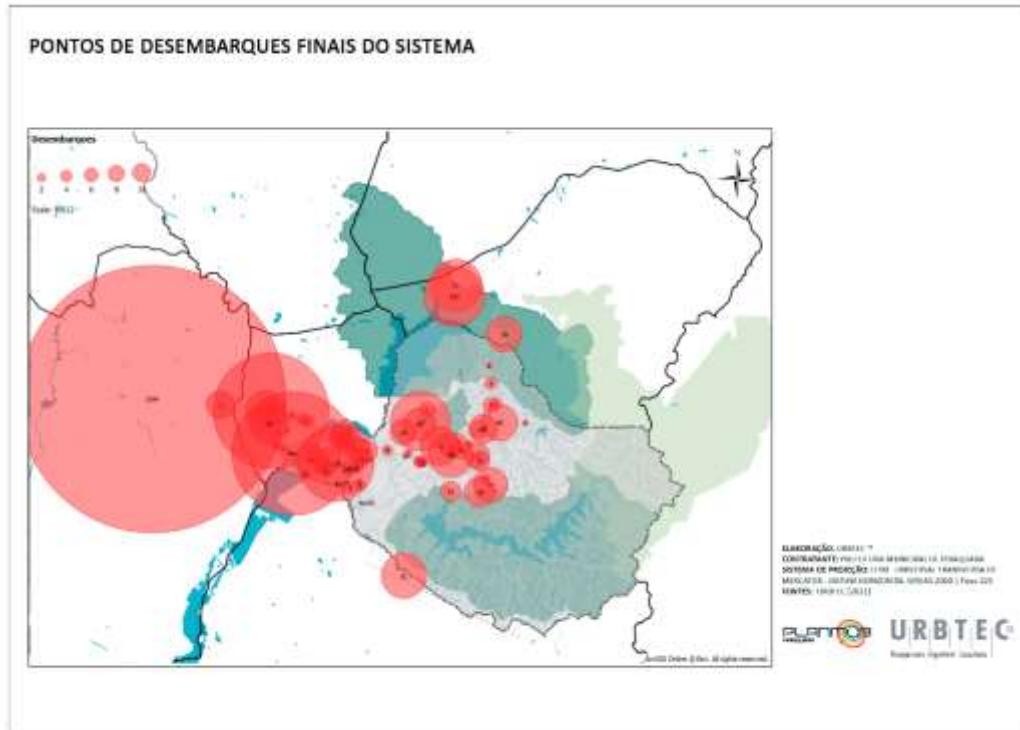
A Figura 64 representa os pontos onde os usuários estão adentrando o sistema na hora pico manhã. Como esperado, os embarques são realizados de forma mais pulverizada ao longo da área urbana com destaque nos eixos de atendimento do transporte coletivo em direção aos centros de atratividade de atividades econômicas, em destaque na Figura 65, que ilustra os pontos de desembarque dos usuários.

Figura 64: Pontos de embarques iniciais do sistema



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 65: Pontos de desembarques finais do sistema

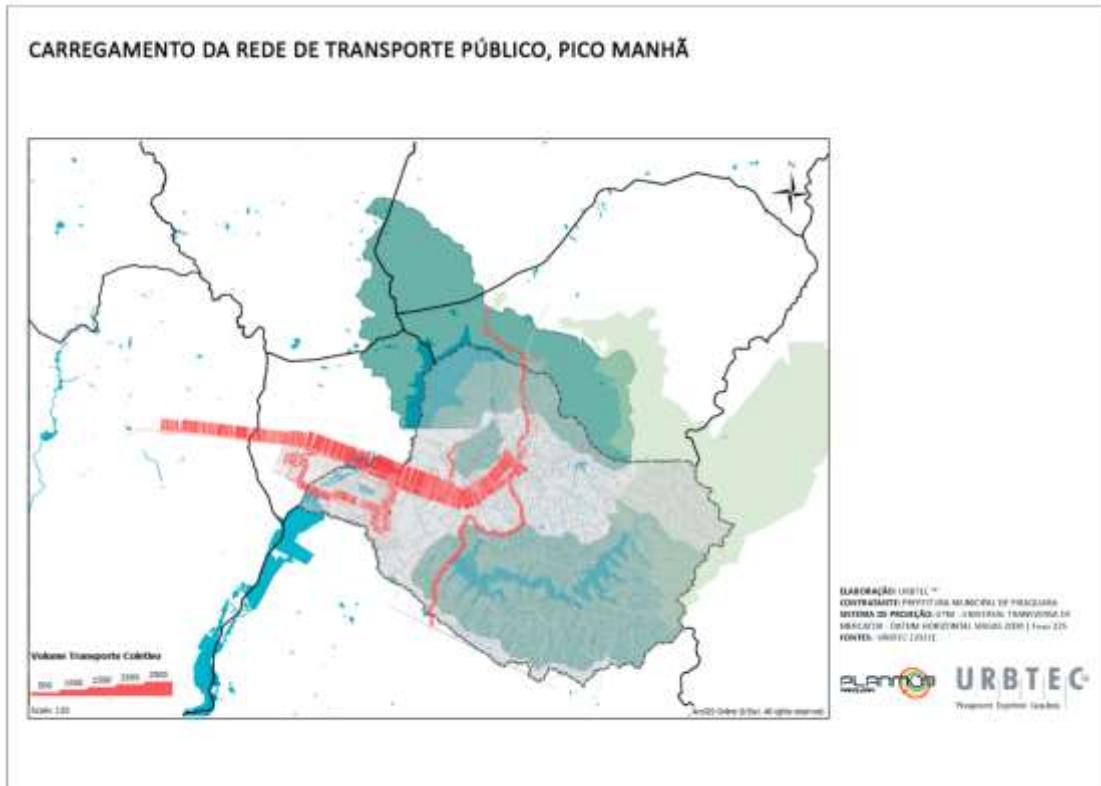


Fonte: URBTEC™ (2021)

Aqui, destaca-se a importância do corredor de escoamento composto pela rodovia Deputado João Leopoldo Jacomel, que concentra um volume expressivo de passageiros. A rede, carregada com os volumes de passageiros transportados na hora pico, é apresentada a seguir, na Figura 66. Por sua vez, a Figura 67 mostra a soma da frequência das linhas da hora pico manhã projetadas no sistema viário de Piraquara, em compatibilidade com os volumes de passageiros modelados. Nesse sentido, observa-se uma proporcionalidade entre os eixos de oferta e demanda do transporte coletivo.

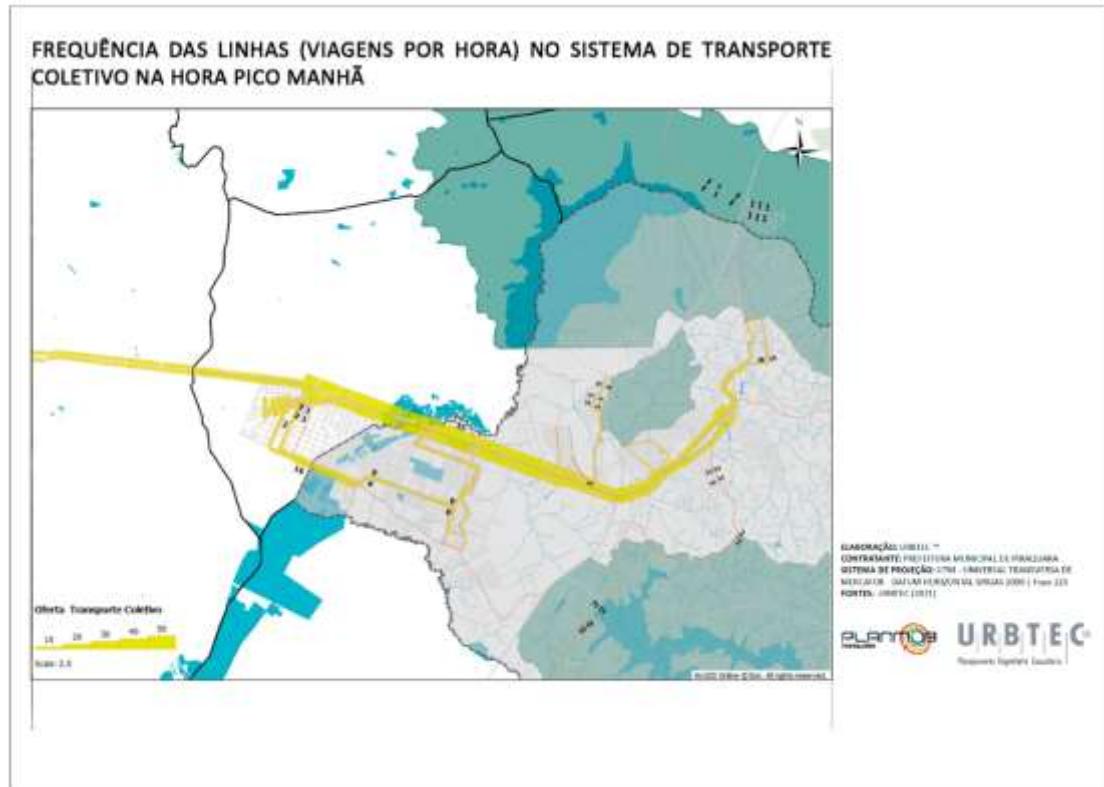
Além disso, a Figura 68 ilustra a representatividade dos dois terminais de maior impacto aos usuários de transporte coletivo do município de Piraquara, representado por círculos que ilustram a movimentação relativa entre os dois. Nota-se que dentre os passageiros do município, o Terminal de Piraquara concentra mais de 2.300 transferências na hora pico manhã, e mais de 500 no Terminal de Pinhais.

Figura 66: Carregamento da rede de transporte público na hora pico manhã



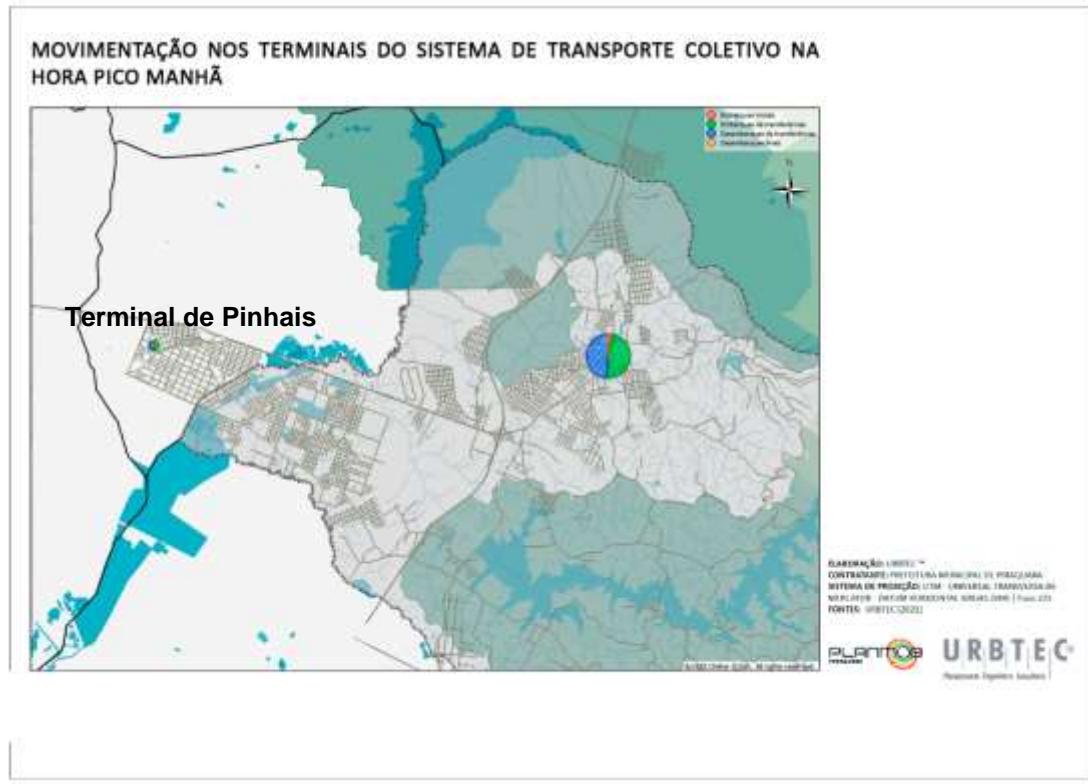
Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 67: Frequência das linhas (viagens por hora) no sistema de transporte coletivo na hora pico manhã



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 68: Movimentação nos terminais do sistema de transporte coletivo na hora pico manhã



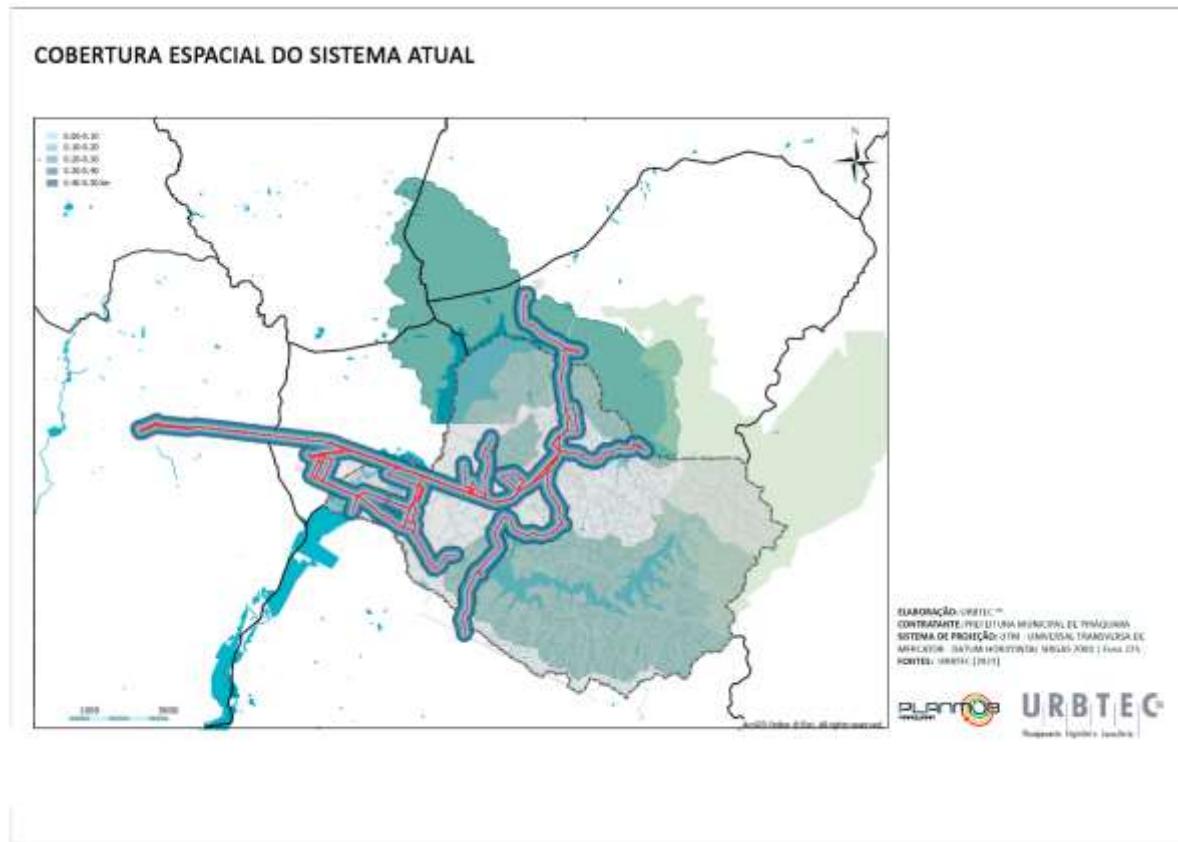
Fonte: URBTEC™ (2021)

3.2.7.2. COBERTURA ESPACIAL DO SISTEMA

As características geográficas do município, com uma quantidade de vazios urbanos significativo, dificultam a determinação de uma cobertura espacial a partir de densidades habitacionais e sobreposição de serviços. No entanto, em análise das áreas urbanas ocupadas, o atendimento espacial do sistema se mostra adequado. A Figura 69 ilustra as áreas desse atendimento, em faixas de proximidade.

É importante ressaltar que os serviços de transporte aqui analisados são os oferecidos na hora pico manhã, período de análise do serviço, dada as condições críticas em questão. No entanto, ao longo do dia há maior diversidade de linhas em operação, fato que denota uma maior abrangência geral do sistema.

Figura 69: Cobertura Espacial do Sistema Atual

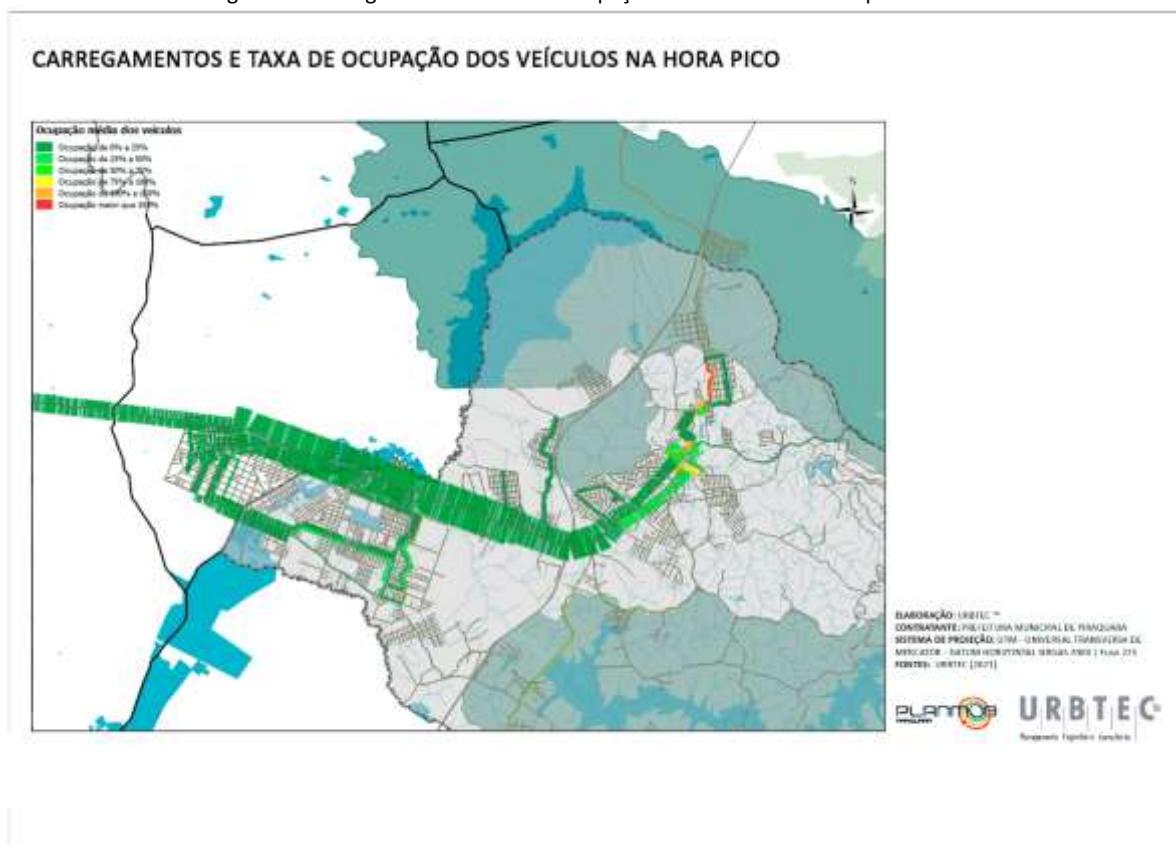


Fonte: URBTEC™ (2021)

3.2.7.3. PONTOS CRÍTICOS NA REDE DE TRANSPORTE COLETIVO

Como citado acima, a oferta de serviços atende de maneira adequada os usuários do sistema de transporte coletivo de Piraquara. Tal análise se confirma a partir dos indicadores de ocupação média dos veículos, ilustrada na Figura 70, abaixo. Em tons de verde observa-se os segmentos onde a ocupação apresenta equilíbrio; em tons de amarelo, onde se aproxima do limite de capacidade do veículo; e em tons avermelhados, onde a demanda supera a oferta.

Figura 70: Carregamentos e taxa de ocupação dos veículos na hora pico



Fonte: URBTEC™ (2021)

A Figura 71 dá destaque aos segmentos críticos, observados na região da Planta Deodoro. Uma avaliação paralela à cobertura temporal do sistema (ilustrada na Figura 67) permite considerar que o parâmetro crítico aqui não identifica uma demanda excessiva, mas uma baixa oferta de linhas na região em questão. Esse aspecto é corroborado pela alta oferta de linhas no corredor da rodovia Deputado João Leopoldo Jacomel, que apresenta um indicador médio de baixa ocupação.

Figura 71: Carregamentos e taxa de ocupação dos veículos na hora pico, destaque na região de Planta Deodoro



Fonte: URBTEC™ (2021)

3.3 DIMENSIONAMENTO VIÁRIO

O dimensionamento dos eixos viários se dá com base na hierarquia viária municipal. Atualmente, a Lei 1.185/2012 define 5 hierarquias para o sistema viário de Piraquara. O anexo 2 da lei define as dimensões das caixas e seguimentos de tais hierarquias, descritas na Tabela 43 abaixo:

Tabela 43: Anexo 2 da Lei 1.185/2012 de Sistema Viário

Hierarquia	Seção Normal da via (m)	Seção Reduzida da via (m)	Pista de Rolamento da via (m)	Faixa de Estacionamento (m)	Calçada (m)	Canteiro (m)
Via de estruturação regional	Características próprias e consolidadas					
Via Especial – Volteio	20	15	10	5	-	4
Via Especial – Av. Getúlio Vargas	30	28	Direita: 7 Esquerda: 7	Direita: 2 Esquerda: 2	Direita: 4 Esquerda: 4	Direita: 2 Esquerda: 2
Via Secundária	20	12	7	4	5	-
Via Local	18	12	7	2	5	-

Fonte: PMP (2012), adaptado por URBTEC™ (2021)

As dimensões expostas são ilustradas abaixo, nas Figura 72 e Figura 75:

Figura 72: Via Especial – Volteio



Fonte: URBTEC™ (2021)

Conforme suas definições, a via tem previsão de caixa total de 20m, sendo 15m destinados a veículos e 4m para canteiro. Considerando que não é especificada a largura da calçada, a partir da subtração da caixa total, resta apenas 1m para as calçadas (0,5m para cada lado via), inviabilizando a circulação de pedestres.

Figura 73: Via Especial – Av. Getúlio Vargas



Fonte: URBTEC™ (2021)

Já a av. Getúlio Vargas tem previsão de caixa total de 30m, no entanto, a soma de seus segmentos resulta em 34m. Apesar dessa incompatibilidade, suas dimensões são adequadas e a aplicação dos segmentos em sua recente revitalização se mostra favorável à circulação geral da região central, promovendo uma convivência segura entre modais motorizados e não motorizados.

Figura 74: Via Secundária



Fonte: URBTEC™ (2021)

As vias secundárias apresentam a mesma incompatibilidade, com previsão de caixa total em via de 20m e soma dos segmentos com um total de 16m, diferentes tanto da seção normal quanto reduzida, dada no anexo supracitado. O mesmo se dá para as vias locais, com caixa total de 18m e soma de segmentos em 14m.

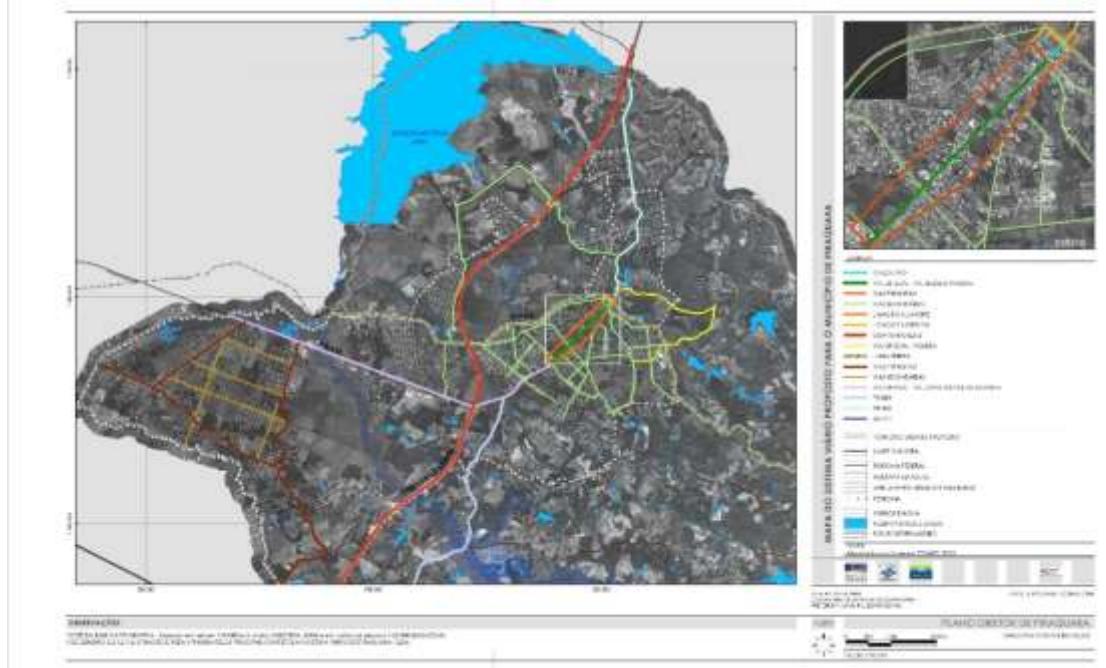
Figura 75: Via Local



Fonte: URBTEC™ (2021).

Abaixo, na Figura 76, é ilustrada a disposição das hierarquias em questão, dispostas na lei supracitada.

Figura 76: Hierarquia viária atual



Fonte: PMP (2012)

4 MODELAGEM DO CENÁRIO TENDENCIAL

Com base nas simulações acima, associadas às projeções de evolução urbana e demanda, é possível sintetizar as possibilidades de desenvolvimento municipal em dois cenários: tendencial e propositivo. O cenário tendencial parte do cenário atual, levantado na etapa de diagnóstico, com as projeções realizadas, pressupondo sua inércia e então apontando para tendências críticas que devem ser abordadas a fim de sanar possíveis pontos de conflito e sobrecarga do sistema viário. Neste capítulo são apresentadas as tendências levantadas para os sistemas de transporte privado e público, permitindo então a compreensão do sistema de circulação municipal como um todo.

4.1 SISTEMA DE TRANSPORTE PRIVADO

Aplicando-se as taxas de crescimento, o modelo de projeção e geração de viagens (descrito no item 2.1) à matriz de viagens, obtida a partir do modelo devidamente calibrado, pode ser avaliado o comportamento do sistema viário frente à evolução da demanda futura, refletida a partir do fluxo de veículos nas vias urbanas.

4.1.1 MACROSSIMULAÇÃO DA DEMANDA DE TRÁFEGO FUTURA

Como apresentado para as demandas atuais, são definidos indicadores de desempenho para a avaliação operacional do sistema viário em relação à demanda futura.

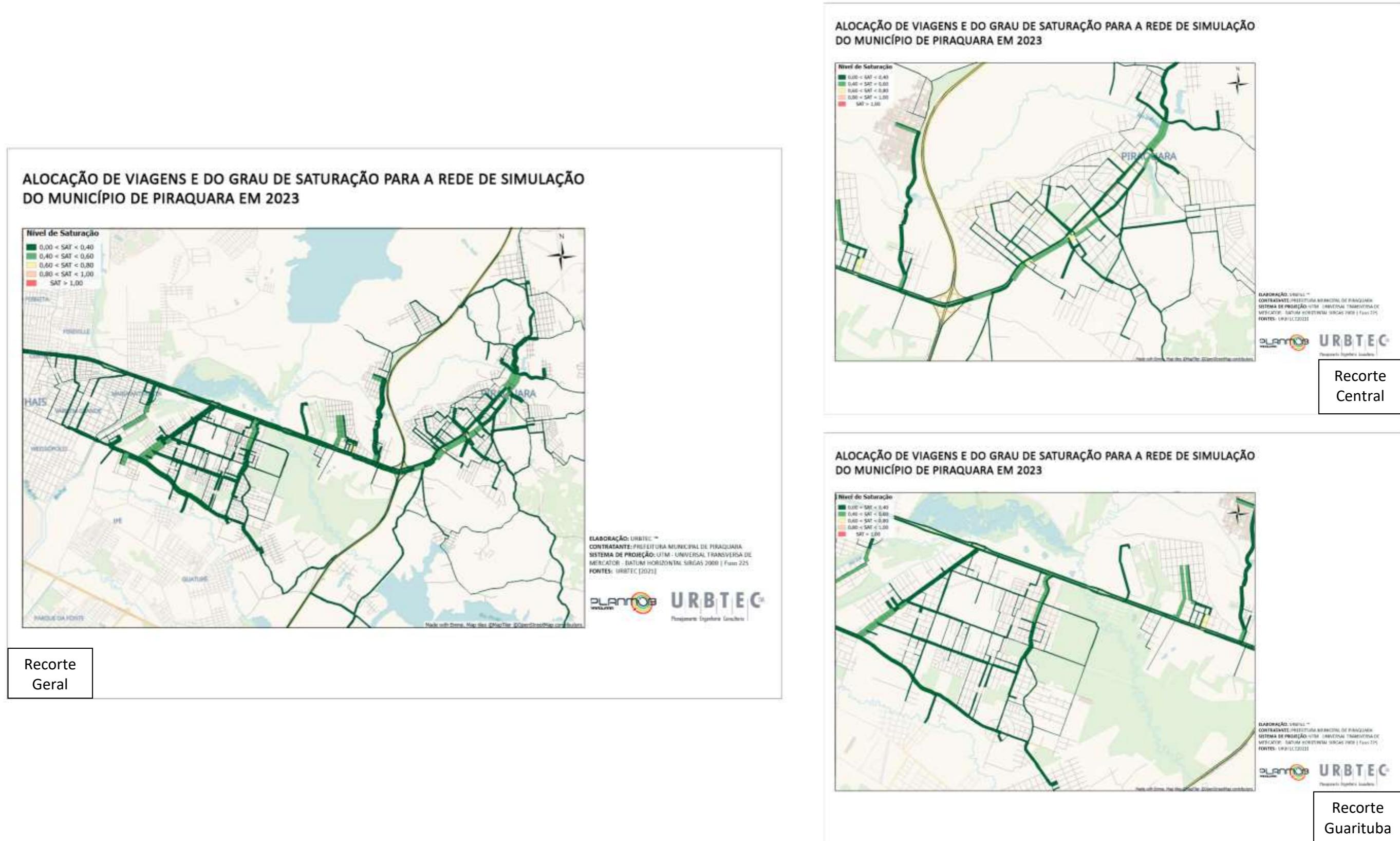
Deste modo, são apresentados para os anos de 2023, 2026, 2031 e 2041, (respectivamente 2, 5, 10 e 20 anos) o carregamento da rede viária e seu grau de saturação. Tais parâmetros foram obtidos através da alocação das matrizes futuras no modelo de transporte privado, produzindo os resultados mostrados nas figuras a seguir.

Figura 77: Panorama de 2023 da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 78: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2023



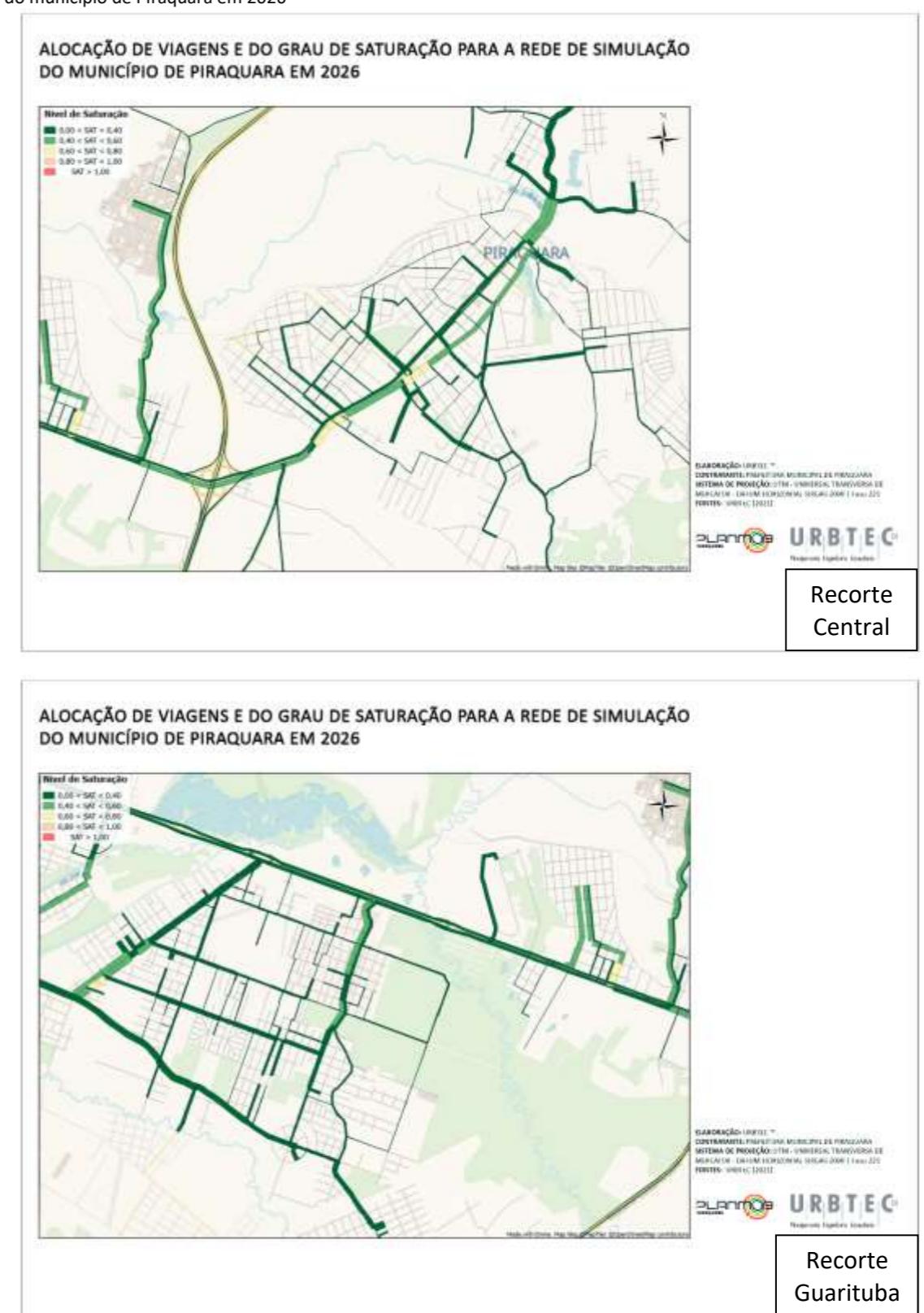
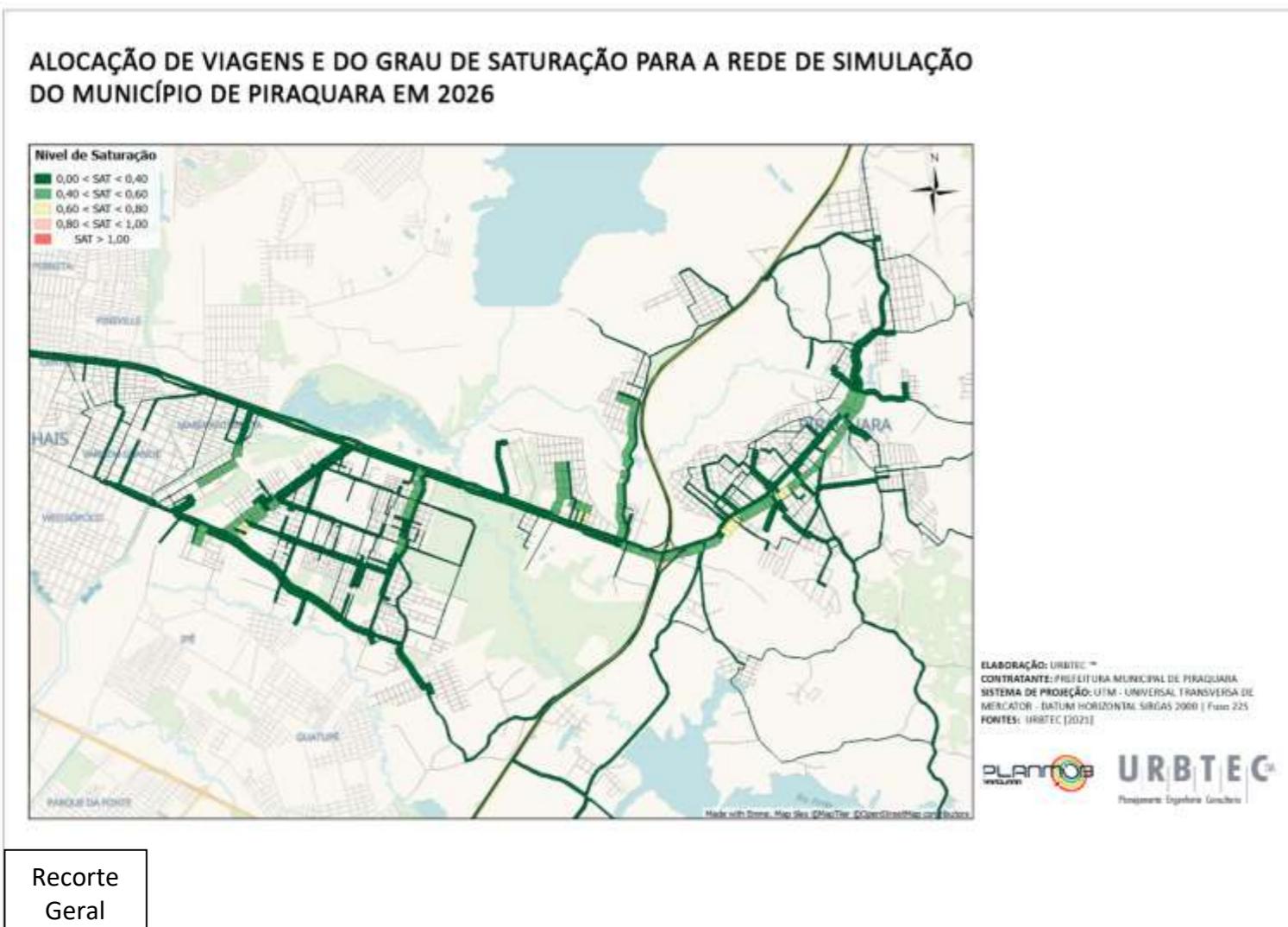
Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 79: Panorama de 2026 da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 80: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2026



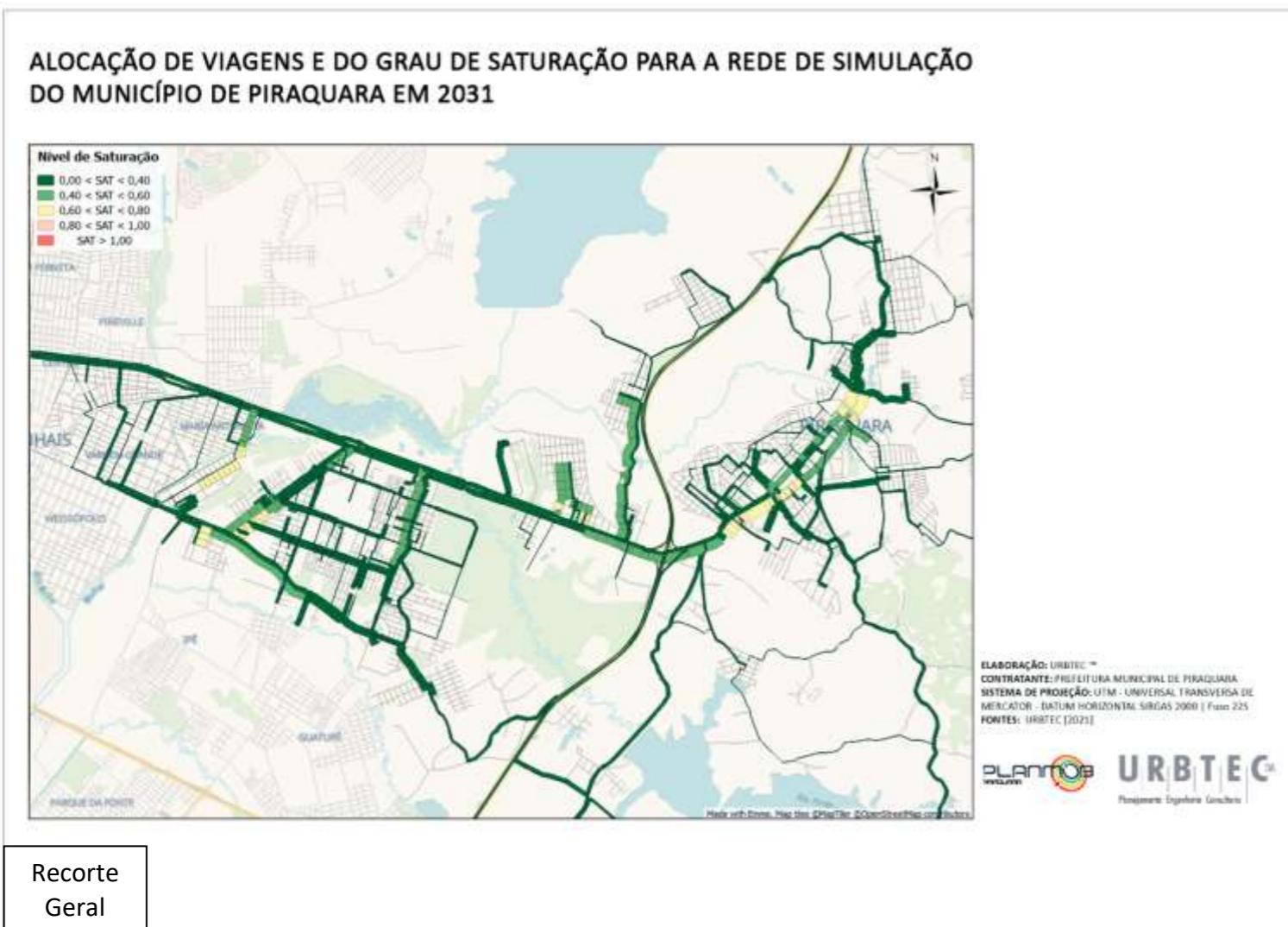
Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 81: Panorama de 2031 da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 82: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2031



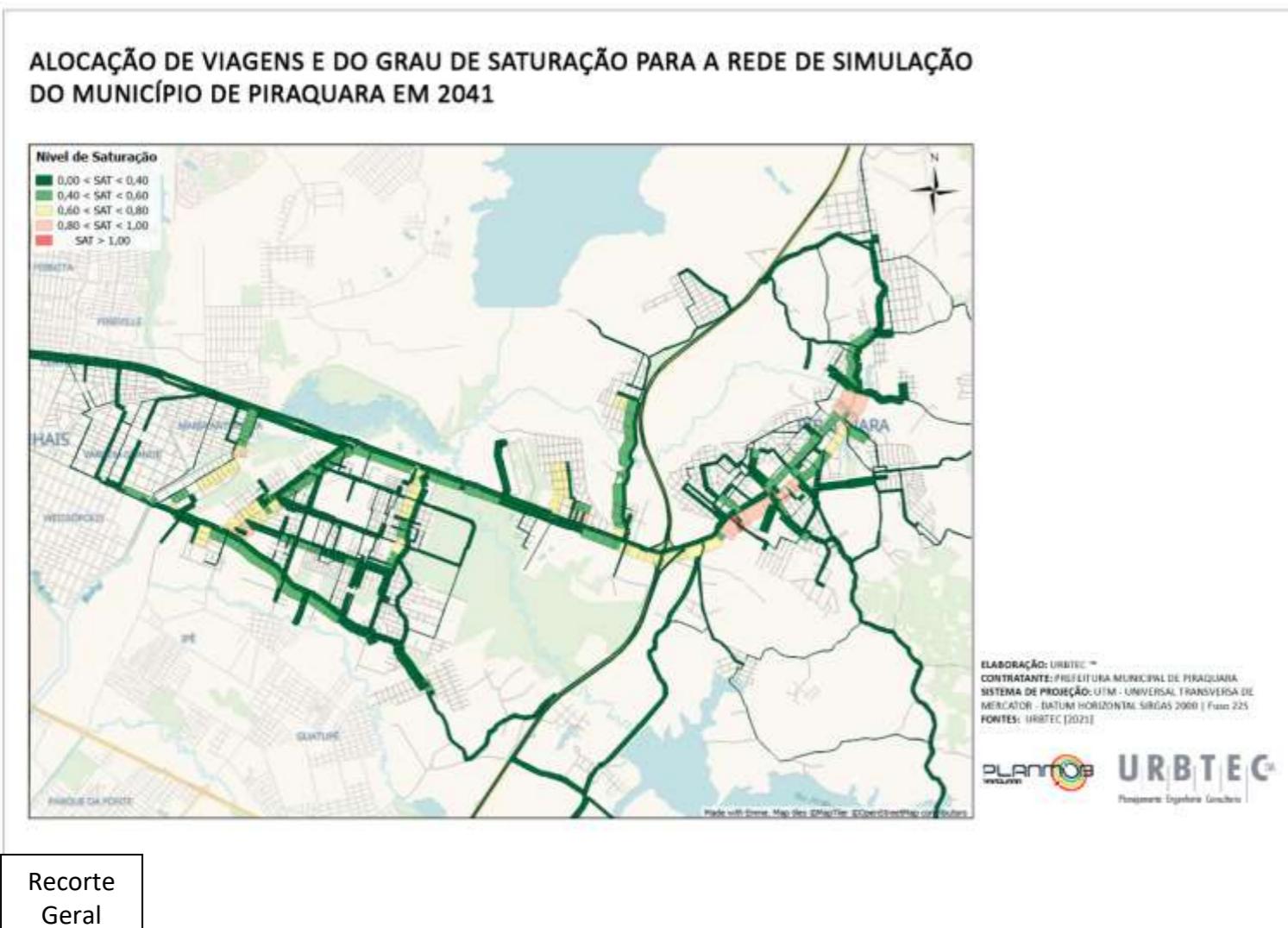
Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 83: Panorama de 2041 da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 84: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2041



Fonte: URBTEC™ (2021)

Estes parâmetros devem ser utilizados para a avaliação do benefício da implantação de ações, intervenções e na análise de impactos das ações com ganhos de tempo e velocidade.

Tabela 44: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para o cenário atual, 2, 5, 10 e 15 anos do município de Piraquara

Parâmetro	Unidade	Dados Operacionais				
		Atual - 2020	Projeção - 2023	Projeção - 2026	Projeção - 2031	Projeção - 2041
Demandas Hora Pico Tarde	viagens	9.957	10.978	12.162	14.250	17.437
Tempo total de viagens	min.	80.325,40	80.346,50	80.380,30	80.471,20	80.700,50
Tempo médio de viagens	min.	14,280	14,284	14,290	14,306	14,347
Tempo máximo de viagem	min.	71,304	71,304	71,305	71,307	71,313
Distância Total Percorrida	km	77.228,60	84.554,48	92.906,60	107.666,20	131.000,70
Velocidade Média	km/h	29,64	29,64	29,64	29,63	29,61

Fonte: URBTEC™ (2021)

4.1.2 MICROSSIMULAÇÃO DA DEMANDA DE TRÁFEGO FUTURA

Como apresentado para as demandas atuais, são definidos indicadores de desempenho para a avaliação operacional do sistema viário em relação à demanda futura, considerando a microssimulação de tráfego.

Desse modo, são apresentados para os mesmos anos: o volume de tráfego alocado; o atraso médio por veículo em segundos; o nível de serviço em função do atraso HCM; o índice de capacidade utilizada – ICU; e o nível de serviço em relação à capacidade.

Esses parâmetros de análise foram obtidos através da alocação das matrizes futuras no modelo de transporte privado, produzindo os resultados mostrados nas tabelas a seguir.

Tabela 45: Resultados operacionais da análise de microssimulação para os períodos de análise – Volumes de Tráfego

Interseção Pesq. Mod.	Descrição	Volume Hora Pico						Volume Adicional		
		2020	2023	2026	2031	2041	2023-2020	2026-2023	2031-2026	2041-2031
01	101 R. Francisco Leal & R. Barão do Cerro Azul	1.084	1.192	1.322	1.561	1.908	108	130	238	347
	102 R. Reinaldo Meira & R. Barão do Cerro Azul	950	1.045	1.159	1.368	1.672	95	114	209	304
02	201 R. Elvira Lorusso do Nascimento & Av. Getúlio Vargas	1.077	1.185	1.314	1.551	1.896	108	129	237	345
	301 R. Maria Carolina Wilk/R. Elvira Lorusso do Nascimento & R. Barão do Cerro Azul	1.482	1.630	1.808	2.134	2.608	148	178	326	474
04	401 R. José Marcelino Artigas/R. Giberto Nascimento & R. Barão do Cerro Azul & Av. Getúlio Vargas	2.882	3.170	3.516	4.150	5.072	288	346	634	922
	501 R. Manoel Pedro dos Santos/R. Estácio de Sá & Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel	2.966	3.263	3.619	4.271	5.220	297	356	653	949
05	601 R. Leônidas Alves Cordeiro & R. Francisco Úrsula Simão	521	573	636	750	917	52	63	115	167
	602 R. Estanislau Mazepa & R. Leônidas Alves Cordeiro	543	597	662	782	956	54	65	119	174
06	603 R. Leônidas Alves Cordeiro & R. Angelo Jacomel R. Dep. João Leopoldo Jacomel & R. Eng. Pontini	485	534	592	698	854	49	58	107	155
	701 R. Betonex & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	2.066	2.273	2.521	2.975	3.636	207	248	455	661
07	801 R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. CWB	1.732	1.905	2.113	2.494	3.048	173	208	381	554
	802 R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. CWB	1.394	1.533	1.701	2.007	2.453	139	167	307	446
08	803 Retorno Sent. CWB & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	1.269	1.396	1.548	1.827	2.233	127	152	279	406
	804 Retorno Sent. PIR & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	1.269	1.396	1.548	1.827	2.233	127	152	279	406
09	805 R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. PIR	1.400	1.540	1.708	2.016	2.464	140	168	308	448
	901 R. Betonex & R. Jani Rangel/R. das Andorinhas	1.205	1.326	1.470	1.735	2.121	121	145	265	386
10	1001 R. Betonex & R. Dórico Martins dos Santos/R. Juri Danilenko	1.471	1.618	1.795	2.118	2.589	147	177	324	471
	1101 R. Betonex & R. Pastor Adolfo Weidman	1.706	1.877	2.081	2.457	3.003	171	205	375	546
12	1201 R. Dr. Ernani Engui & R. Pastor Adolfo Weidman	850	935	1.037	1.224	1.496	85	102	187	272
	1301 R. Hebert Trapp & R. São José	1.152	1.267	1.405	1.659	2.028	115	138	253	369
14	1401 Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel & Av. Centenário do Paraná	2.919	3.211	3.561	4.203	5.137	292	350	642	934
	1501 R. Armando Romani/R. Francisco Schuartz & Av. Getúlio Vargas	1.100	1.210	1.342	1.584	1.936	110	132	242	352
15	1601 R. Barão do Cerro Azul & R. Armando Romani	1.076	1.184	1.313	1.549	1.894	108	129	237	344
	1602 R. Leônidas Alves Cordeiro	248	273	303	357	436	25	30	55	79
16	1603 R. Barão do Cerro Azul	919	1.011	1.121	1.323	1.617	92	110	202	294
	1604 R. Vinte e Nove de Janeiro & R. Barão do Cerro Azul	943	1.037	1.150	1.358	1.660	94	113	207	302
17	1701 R. Calondela/R. Vitorio Bervenvanso & R. Tarumã	606	667	739	873	1.067	61	73	133	194
	1801 R. Gerhard Von Scheidt & R. Juri Danilenko	547	602	667	788	963	55	66	120	175

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 46: Resultados operacionais da análise de microssimulação para os períodos de análise – Atraso médio por veículo

Interseção Pesq.	Mod.	Descrição	Atraso Médio Por Veículo (seg.)						Atraso Adicional (seg)		
			2020	2023	2026	2031	2041	2023-2020	2026-2023	2031-2026	2041-2031
01	101	R. Francisco Leal & R. Barão do Cerro Azul	15,8	28,8	56,7	82,1	123,2	13,0	27,9	25,4	41,1
	102	R. Reinaldo Meira & R. Barão do Cerro Azul	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,0	0,0	0,1	0,2
02	201	R. Elvira Lorusso do Nascimento & Av. Getúlio Vargas	12,9	13,6	14,5	16,8	23,8	0,7	0,9	2,3	7,0
03	301	R. Maria Carolina Wilk/R. Elvira Lorusso do Nascimento & R. Barão do Cerro Azul	10,9	19,6	28,1	37,5	71,1	8,7	8,5	9,4	33,6
04	401	R. José Marcelino Artigas/R. Giberto Nascimento & R. Barão do Cerro Azul & Av. Getúlio Vargas	42,1	70,9	118,7	228,9	425,8	28,8	47,8	110,2	196,9
	501	R. Manoel Pedro dos Santos/R. Estácio de Sá & Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel	20,6	25,7	45,9	106,4	216,6	5,1	20,2	60,5	110,2
05	601	R. Leônidas Alves Cordeiro & R. Francisco Úrsula Simão	1,9	2,0	2,2	2,6	3,8	0,1	0,2	0,4	1,2
	602	R. Estanislau Mazepa & R. Leônidas Alves Cordeiro	3,3	3,4	3,6	4,0	4,9	0,1	0,2	0,4	0,9
06	603	R. Leônidas Alves Cordeiro & R. Angelo Jacomel R. Dep. João Leopoldo Jacomel & R. Eng. Pontini	3,9	4,1	4,4	5,0	6,7	0,2	0,3	0,6	1,7
	701	R. Betonex & R. Dep. João Leopoldo Jacomel R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. CWB	5,4	6,7	7,6	12,3	38,7	1,3	0,9	4,7	26,4
07	801	R. Betonex & R. Dep. João Leopoldo Jacomel R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. CWB	3,2	3,9	5,1	11,8	22,0	0,7	1,2	6,7	10,2
	802	Retorno Sent. CWB & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
08	803	Retorno Sent. PIR & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	0,9	1,0	1,1	1,3	1,8	0,1	0,1	0,2	0,5
	804	R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. PIR	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
09	805	R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. PIR	0,9	1,0	1,1	1,4	2,2	0,1	0,1	0,3	0,8
	901	R. Betonex & R. Jani Rangel/R. das Andorinhas R. Betonex & R. Dórico Martins dos Santos/R. Juri Danilenko	5,3	7,7	14,6	51,2	129,7	2,4	6,9	36,6	78,5
10	1001	R. Betonex & R. Pastor Adolfo Weidman	20,3	28,5	41,9	69,8	114,9	8,2	13,4	27,9	45,1
11	1101	R. Dr. Ernani Engui & R. Pastor Adolfo Weidman	11,3	13,2	16,7	30,7	88,5	1,9	3,5	14,0	57,8
12	1201	R. Vinte e Nove de Janeiro & R. Barão do Cerro Azul	7,5	9,4	14,1	42,1	136,5	1,9	4,7	28,0	94,4
13	1301	R. Hebert Trapp & R. São José	11,4	25,7	35,6	61,0	108,3	14,3	9,9	25,4	47,3
14	1401	Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel & Av. Centenário do Paraná	17,3	30,3	59,1	119,3	209,4	13,0	28,8	60,2	90,1
15	1501	R. Armando Romani/R. Francisco Schuartz & Av. Getúlio Vargas	4,8	5,9	8,4	28,5	111,9	1,1	2,5	20,1	83,4
16	1601	R. Barão do Cerro Azul & R. Armando Romani	8,4	13,8	28,2	79,8	162,2	5,4	14,4	51,6	82,4
	1602	R. Leônidas Alves Cordeiro	6,2	6,3	6,3	6,5	6,6	0,1	0,0	0,2	0,1
17	1603	R. Barão do Cerro Azul	1,0	1,1	1,1	1,4	1,9	0,1	0,0	0,3	0,5
	1604	R. Vinte e Nove de Janeiro & R. Barão do Cerro Azul	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1
18	1701	R. Calondela/R. Vitorio Bervarvanso & R. Tarumã	5,4	5,8	6,5	8,6	17,7	0,4	0,7	2,1	9,1
	1801	R. Gerhard Von Scheidt & R. Juri Danilenko	4,2	4,5	5,1	6,6	13,2	0,3	0,6	1,5	6,6

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 47: Resultados operacionais da análise de microssimulação para os períodos de análise – Nível de Serviço HCM

Interseção Pesq. Mod.	Descrição	Nível de Serviço - HCM						Alteração NS - HCM		
		2020	2023	2026	2031	2041	2023-2020	2026-2023	2031-2026	2041-2031
01	101 R. Francisco Leal & R. Barão do Cerro Azul	C	D	F	F	F	D	F	-	-
	102 R. Reinaldo Meira & R. Barão do Cerro Azul	A	A	A	A	A	-	-	-	-
02	201 R. Elvira Lorusso do Nascimento & Av. Getúlio Vargas	B	B	B	B	C	-	-	-	C
03	301 R. Maria Carolina Wilk/R. Elvira Lorusso do Nascimento & R. Barão do Cerro Azul	B	C	D	E	F	C	D	E	F
04	401 R. José Marcelino Artigas/R. Giberto Nascimento & R. Barão do Cerro Azul & Av. Getúlio Vargas	E	F	F	F	F	F	-	-	-
05	501 R. Manoel Pedro dos Santos/R. Estácio de Sá & Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel	C	C	D	F	F	-	D	F	-
	601 R. Leônidas Alves Cordeiro & R. Francisco Úrsula Simão	A	A	A	A	A	-	-	-	-
06	602 R. Estanislau Mazepa & R. Leônidas Alves Cordeiro	A	A	A	A	A	-	-	-	-
	603 R. Leônidas Alves Cordeiro & R. Angelo Jacomel R. Dep. João Leopoldo Jacomel & R. Eng. Pontini	A	A	A	A	A	-	-	-	-
07	701 R. Betonex & R. Dep. João Leopoldo Jacomel R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. CWB	A	A	A	B	D	-	-	B	D
	802 Retorno Sent. CWB & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	A	A	A	A	A	-	-	-	-
08	803 Retorno Sent. PIR & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	A	A	A	A	A	-	-	-	-
	804 R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. PIR	A	A	A	A	A	-	-	-	-
09	901 R. Betonex & R. Jani Rangel/R. das Andorinhas R. Betonex & R. Dórica Martins dos Santos/R. Juri Danilenko	A	A	C	F	F	-	C	F	-
10	1001 R. Betonex & R. Pastor Adolfo Weidman	C	D	E	F	F	D	E	F	-
11	1101 R. Dr. Ernani Engui & R. Pastor Adolfo Weidman	B	B	C	D	F	-	C	D	F
12	1201 R. Hebert Trapp & R. São José	A	A	B	E	F	-	B	E	F
13	1301 Rod. Dep. João Leopoldo JAcомel & Av. Centenário do Paraná	B	C	D	F	F	C	D	F	-
14	1401 R. Armando Romani/R. Francisco Schuartz & Av. Getúlio Vargas	B	C	E	F	F	C	E	F	-
15	1501 R. Barão do Cerro Azul & R. Armando Romani	A	B	D	F	F	B	D	F	-
	1601 R. Leônidas Alves Cordeiro	A	A	A	A	A	-	-	-	-
16	1603 R. Barão do Cerro Azul	A	A	A	A	A	-	-	-	-
	1604 R. Vinte e Nove de Janeiro & R. Barão do Cerro Azul	A	A	A	A	A	-	-	-	-
17	1701 R. Calondela/R. Vitorio Bervarvanso & R. Tarumã	A	A	A	A	C	-	-	-	C
18	1801 R. Gerhard Von Scheidt & R. Juri Danilenko	A	A	A	A	B	-	-	-	B

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 48: Resultados operacionais da análise de microssimulação para os períodos de análise – Índice de Capacidade Utilizada

Interseção Pesq. Mod.	Descrição	Índice de Capacidade Utilizada - ICU					Adicional de Ocupação			
		2020	2023	2026	2031	2041	2023-2020	2026-2023	2031-2026	2041-2031
01	101 R. Francisco Leal & R. Barão do Cerro Azul	41,7%	46,3%	50,7%	58,6%	70,1%	4,6%	4,4%	7,9%	11,5%
	102 R. Reinaldo Meira & R. Barão do Cerro Azul	35,2%	37,7%	40,7%	46,4%	55,2%	2,5%	3,0%	5,7%	8,8%
02	201 R. Elvira Lorusso do Nascimento & Av. Getúlio Vargas	47,5%	51,4%	56,1%	64,7%	77,3%	3,9%	4,7%	8,6%	12,6%
03	301 R. Maria Carolina Wilk/R. Elvira Lorusso do Nascimento & R. Barão do Cerro Azul	54,1%	61,7%	67,3%	77,7%	92,7%	7,6%	5,6%	10,4%	15,0%
04	401 R. José Marcelino Artigas/R. Giberto Nascimento & R. Barão do Cerro Azul & Av. Getúlio Vargas	79,0%	85,6%	93,5%	108,6%	129,6%	6,6%	7,9%	15,1%	21,0%
	501 R. Manoel Pedro dos Santos/R. Estácio de Sá & Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel	60,7%	65,8%	71,9%	83,1%	99,3%	5,1%	6,1%	11,2%	16,2%
05	601 R. Leônidas Alves Cordeiro & R. Francisco Úrsula Simão	29,0%	31,2%	33,9%	38,8%	46,0%	2,2%	2,7%	4,9%	7,2%
	602 R. Estanislau Mazepa & R. Leônidas Alves Cordeiro	37,4%	40,5%	44,2%	50,9%	60,8%	3,1%	3,7%	6,7%	9,9%
06	603 R. Leônidas Alves Cordeiro & R. Angelo Jacomel R. Dep. João Leopoldo Jacomel & R. Eng. Pontini	36,9%	39,6%	42,9%	48,8%	57,4%	2,7%	3,3%	5,9%	8,6%
	701 R. Betonex & R. Dep. João Leopoldo Jacomel R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. CWB	42,5%	45,6%	49,3%	56,0%	65,9%	3,1%	3,7%	6,7%	9,9%
07	801 R. Betonex & R. Dep. João Leopoldo Jacomel R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. CWB	47,7%	51,9%	56,8%	65,8%	79,0%	4,2%	4,9%	9,0%	13,2%
	802 Retorno Sent. CWB & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	54,6%	59,4%	65,2%	75,8%	91,1%	4,8%	5,8%	10,6%	15,3%
08	803 Retorno Sent. CWB & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	31,1%	37,2%	56,1%	61,1%	68,4%	6,1%	18,9%	5,0%	7,3%
	804 Retorno Sent. PIR & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	36,1%	37,2%	81,1%	86,1%	93,4%	1,1%	43,9%	5,0%	7,3%
09	805 R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. PIR	54,6%	59,4%	65,1%	75,6%	91,0%	4,8%	5,7%	10,5%	15,4%
	901 R. Betonex & R. Jani Rangel/R. das Andorinhas	53,6%	58,3%	63,9%	74,2%	87,8%	4,7%	5,6%	10,3%	13,6%
10	1001 R. Betonex & R. Dórica Martins dos Santos/R. Juri Danilenko	77,4%	84,1%	92,2%	107,0%	128,6%	6,7%	8,1%	14,8%	21,6%
11	1101 R. Betonex & R. Pastor Adolfo Weidman	86,5%	94,2%	103,4%	120,0%	144,7%	7,7%	9,2%	16,6%	24,7%
12	1201 R. Dr. Ernani Engui & R. Pastor Adolfo Weidman	57,9%	62,7%	68,4%	79,0%	94,3%	4,8%	5,7%	10,6%	15,3%
13	1301 R. Hebert Trapp & R. São José	68,6%	74,8%	82,3%	95,7%	114,7%	6,2%	7,5%	13,4%	19,0%
14	1401 Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel & Av. Centenário do Paraná	76,6%	82,8%	90,2%	103,7%	123,4%	6,2%	7,4%	13,5%	19,7%
15	1501 R. Armando Romani/R. Francisco Schuartz & Av. Getúlio Vargas	47,7%	50,8%	54,5%	61,4%	75,7%	3,1%	3,7%	6,9%	14,3%
16	1601 R. Barão do Cerro Azul & R. Armando Romani	47,2%	50,6%	54,7%	62,1%	73,0%	3,4%	4,1%	7,4%	10,9%
	1602 R. Leônidas Alves Cordeiro	12,7%	13,6%	14,7%	16,8%	19,8%	0,9%	1,1%	2,1%	3,0%
17	1603 R. Barão do Cerro Azul	34,5%	37,3%	40,7%	46,8%	55,7%	2,8%	3,4%	6,1%	8,9%
	1604 R. Vinte e Nove de Janeiro & R. Barão do Cerro Azul	35,5%	38,1%	41,2%	46,8%	54,9%	2,6%	3,1%	5,6%	8,1%
18	1701 R. Calondela/R. Vitorio Bervenvanso & R. Tarumã	33,6%	36,3%	39,5%	45,4%	54,0%	2,7%	3,2%	5,9%	8,6%
18	1801 R. Gerhard Von Scheidt & R. Juri Danilenko	40,1%	42,8%	46,0%	51,9%	60,5%	2,7%	3,2%	5,9%	8,6%

Fonte: URBTEC™ (2021)

Tabela 49: Resultados operacionais da análise de microssimulação para os períodos de análise – Nível de Serviço ICU

Interseção Pesq. Mod.	Descrição	Nível de Serviço - ICU						Alteração NS - ICU		
		2020	2023	2026	2031	2041	2023-2020	2026-2023	2031-2026	2041-2031
01	101 R. Francisco Leal & R. Barão do Cerro Azul	A	A	A	B	C	-	-	B	C
	102 R. Reinaldo Meira & R. Barão do Cerro Azul	A	A	A	A	B	-	-	-	B
02	201 R. Elvira Lorusso do Nascimento & Av. Getúlio Vargas	A	A	B	C	D	-	B	C	D
03	301 R. Maria Carolina Wilk/R. Elvira Lorusso do Nascimento & R. Barão do Cerro Azul	A	B	C	D	F	B	C	D	F
04	R. José Marcelino Artigas/R. Giberto Nascimento & R. Barão do Cerro Azul & Av. Getúlio Vargas	D	E	F	G	H	E	F	G	H
	401 R. Manoel Pedro dos Santos/R. Estácio de Sá & Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel	B	C	C	E	F	C	-	E	F
05	501 R. Leônidas Alves Cordeiro & R. Francisco Úrsula Simão	A	A	A	A	a	-	-	-	-
	601 R. Estanislau Mazepa & R. Leônidas Alves Cordeiro	A	A	A	A	B	-	-	-	B
06	602 R. Leônidas Alves Cordeiro & R. Angelo Jacomel R. Dep. João Leopoldo Jacomel & R. Eng. Pontini	A	A	A	A	B	-	-	-	B
	801 R. Betonex & R. Dep. João Leopoldo Jacomel R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. CWB	A	A	B	C	D	-	B	C	D
07	802 Retorno Sent. CWB & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	A	B	C	D	F	B	C	D	F
	803 Retorno Sent. PIR & R. Dep. João Leopoldo Jacomel	A	A	A	B	C	-	-	B	C
08	804 R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. PIR	A	A	D	E	F	-	D	E	F
	805 R. Dep. João Leopoldo Jacomel & Retorno Sent. PIR	A	B	C	D	E	B	C	D	E
09	901 R. Betonex & R. Jani Rangel/R. das Andorinhas R. Betonex & R. Dórico Martins dos Santos/R. Juri Danilenko	A	B	C	D	E	B	C	D	E
10	1001 R. Betonex & R. Pastor Adolfo Weidman	D	E	F	G	H	E	F	G	H
11	1101 R. Betonex & R. Pastor Adolfo Weidman	E	F	G	H	H	F	G	H	-
12	1201 R. Dr. Ernani Engui & R. Pastor Adolfo Weidman	B	B	C	D	F	-	C	D	F
13	1301 R. Hebert Trapp & R. São José	C	D	E	F	H	D	E	F	H
14	1401 Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel & Av. Centenário do Paraná	D	E	E	G	H	E	-	G	H
15	R. Armando Romani/R. Francisco Schuartz & Av. Getúlio Vargas	A	A	A	B	D	-	-	B	D
	1501 R. Barão do Cerro Azul & R. Armando Romani	A	A	A	B	C	-	-	B	C
16	1601 R. Leônidas Alves Cordeiro	A	A	A	A	A	-	-	-	-
	1602 R. Barão do Cerro Azul	A	A	A	A	B	-	-	-	B
17	1603 R. Vinte e Nove de Janeiro & R. Barão do Cerro Azul	A	A	A	A	A	-	-	-	-
	1701 R. Calondela/R. Vitorio Bervenvanso & R. Tarumã	A	A	A	A	A	-	-	-	-
18	1801 R. Gerhard Von Scheidt & R. Juri Danilenko	A	A	A	A	B	-	-	-	B

Fonte: URBTEC™ (2021)

4.1.3 PONTOS CRÍTICOS NA REDE DE TRANSPORTE PRIVADO

Avaliando o comportamento do sistema viário ao longo dos anos verifica-se a consolidação dos deslocamentos de tráfego nos principais eixos do município. Observa-se que na região central, em 20 anos, a r. Barão do Cerro Azul e a av. Getúlio Vargas apresentarão ocupação próxima da sua capacidade, uma vez que compreendem o principal eixo de tráfego do município. O mesmo ocorre com a PR-506, na região entre o Centro e a Planta Cruzeiro, pois consiste no único acesso a áreas de adensamento urbano da região.

A r. Betonex, principal ligação da região do Guarituba com a rodovia Deputado João Leopoldo Jacomel, e a r. Herbert Trapp apresentarão ocupação significativa de

tráfego, uma vez que são as principais vias que dão acesso ao centro de Piraquara e aos municípios de Curitiba e Pinhais. Os parâmetros operacionais relacionados à avaliação microscópica também evidenciaram condições críticas de tráfego nessa região, com longos tempos de atraso e níveis de serviço críticos como E e F.

É esperado que as intervenções de tráfego tenham resultados operacionais eficientes por no mínimo 10 anos. Pode-se verificar que as recentes intervenções realizadas na rodovia Deputado Leopoldo Jacomel apresentam eficiente condições de tráfego mesmo para um horizonte de 20 anos.

É importante ressaltar que as intersecções das vias transversais à rodovia necessitam de ajustes operacionais para atender a demanda futura, pois com o crescimento do volume ocorrem situações de congestionamento nas vias transversais à rodovia.

4.2 SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO

Conforme já apresentado no Item 2.1.3.4, o aumento do volume de passageiros no atual contexto do município (e até mesmo nacional) é pouco provável, o que viabiliza a análise do cenário atual (base) como o cenário tendencial. Como apontado na própria pesquisa de percepção dos usuários, apresentada na fase de diagnóstico, o sistema encontra-se em adequação com as demandas e necessidades dos usuários.

Há uma previsão de realocação do terminal atual para o Jardim Santa Mônica, um projeto da prefeitura em conjunto com a COMEC visando melhorias estruturais, operacionais e potencial atendimento à área destinada ao parque tecnológico proposto. A área disponível para sua instalação é representada na Figura 85.

Figura 85: Nova localização do Terminal Piraquara



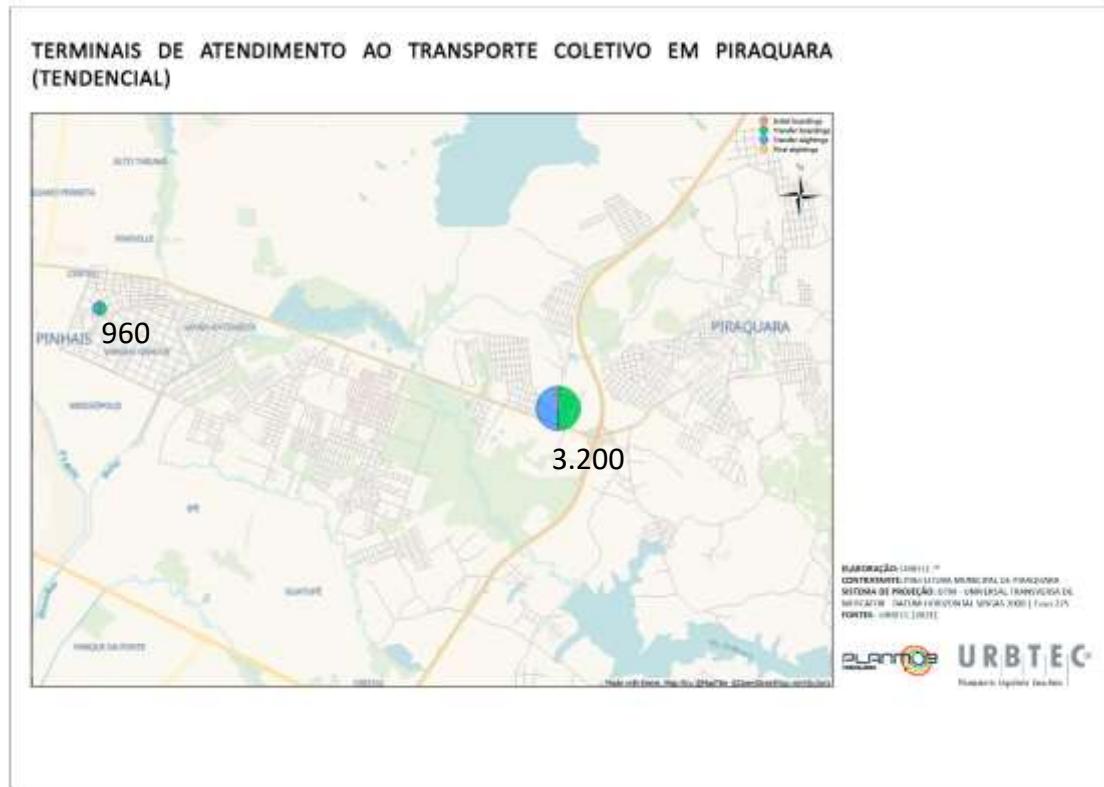
Fonte: URBTEC™ (2021)

Decorrente de sua implementação, serão necessários ajustes nas linhas, mas que não trazem uma alteração significativa nas estratégias de viagens dos usuários do sistema. As imagens a seguir ilustram esse comportamento e as variações decorrentes dessa alteração.

A principal modificação é o reposicionamento da localização das transferências. O número de transferências totais terá um acréscimo da ordem de 7% das viagens, principalmente em virtude das linhas com destino a Curitiba, que acabam por ter seu trajeto reduzido no segmento dentro do município.

Conforme verificado nas modelagens acima, o Novo Terminal de Piraquara passa a contar com mais de 3.200 transferências, ao passo que o Terminal de Pinhais passa a contar com mais de 960 transferências. A proporção é ilustrada a seguir, na Figura 86.

Figura 86: Terminais de atendimento do transporte coletivo em Piraquara (tendencial)



Fonte: URBTEC™ (2021)

O corredor passará por uma redistribuição das linhas, em coerência com a nova posição do terminal. Assim, terá atendimento troncalizado das linhas provenientes de Pinhais/Curitiba e alimentação de linhas municipais e de alguns municípios vicinais, como Quatro Barras. Por fim, haverá linhas de alimentação do Terminal de Pinhais que atendem o município de Piraquara. Os três grupos são ilustrados a seguir, respectivamente, na Figura 87, na Figura 88 e na Figura 89.

Figura 87: Linhas troncais Pinhais-Curitiba-Piraquara (tendencial)



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 88: Linhas alimentadoras do Novo Terminal Piraquara (tendencial)



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 89: Linhas alimentadoras do Terminal Pinhais

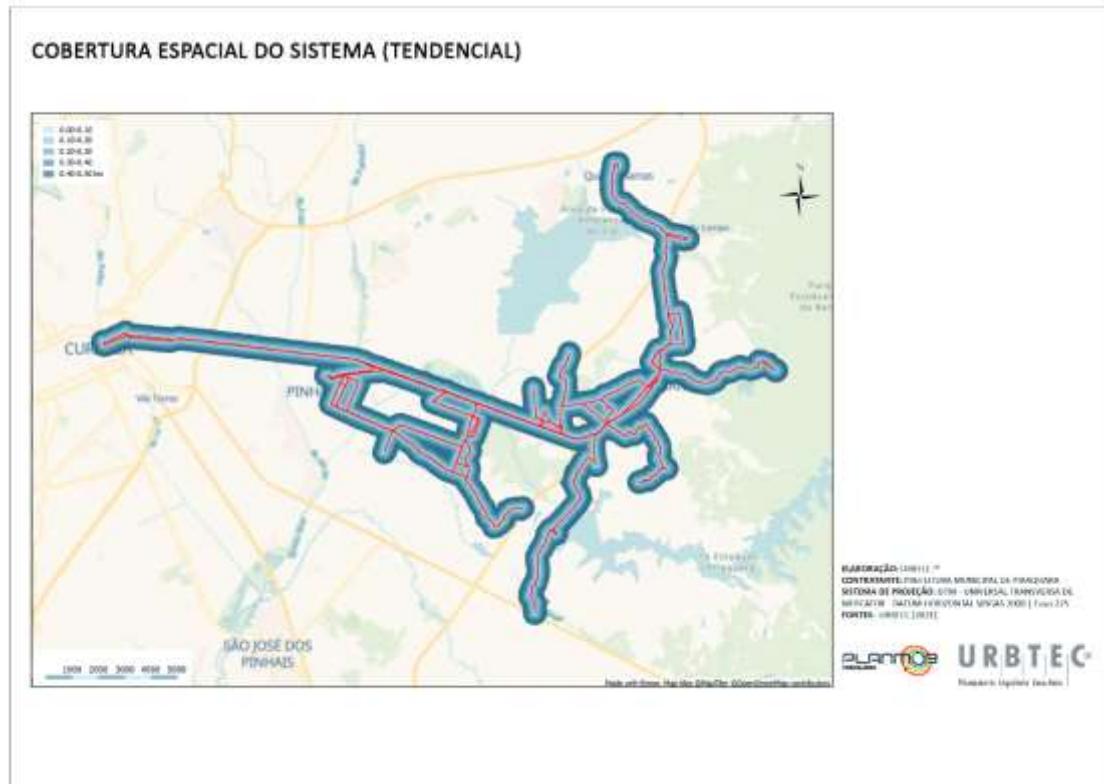


Fonte: URBTEC™ (2021)

A cobertura espacial do novo sistema de linhas não possui alteração significativa, visto que há uma busca pela manutenção dos trajetos em seus trechos finais (as alterações são próprias dos inícios das linhas). De maneira similar, não são esperadas alterações dos indicadores de volumes em distribuição nos corredores, pelo mesmo motivo.

O aumento do número de transferências do sistema decorre do aumento de 13% do tempo total de viagem (também denominado de tempo generalizado), tendo como contrapartida, entretanto, uma redução de 15% no tempo embarcado no veículo. Vale destacar que o tempo embarcado costuma ter maior impacto na percepção do usuário, já que restringe suas possibilidades de atividades secundárias.

Figura 90: Cobertura espacial do sistema (tendencial)



Fonte: URBTEC™ (2021)

Em associação às alterações viárias que podem provocar impacto no terminal, é possível considerar reajustes nos itinerários nos segmentos em aproximação ao terminal, visando aumentar a segurança operacional e melhorias nos deslocamentos na região.

4.2.1 ALTERAÇÕES DE LINHAS

Este item apresenta o traçado das linhas desse sistema, para a indicação de como o desenho delas pode ser adaptado à implementação do novo Terminal Piraquara. Algumas linhas que atendem o Terminal Pinhais, como a C11 – Jardim Holandês, C12 – Vila Nova, C13 – Santa Clara e D22 – Guarituba, ilustradas na Figura 89, não passaram por alterações, e por isso não estão listadas a seguir. Para as demais, são indicadas as modificações propostas no desenho de cada linha.

4.2.1.1. LINHA D11 – PLANTA DEODORO

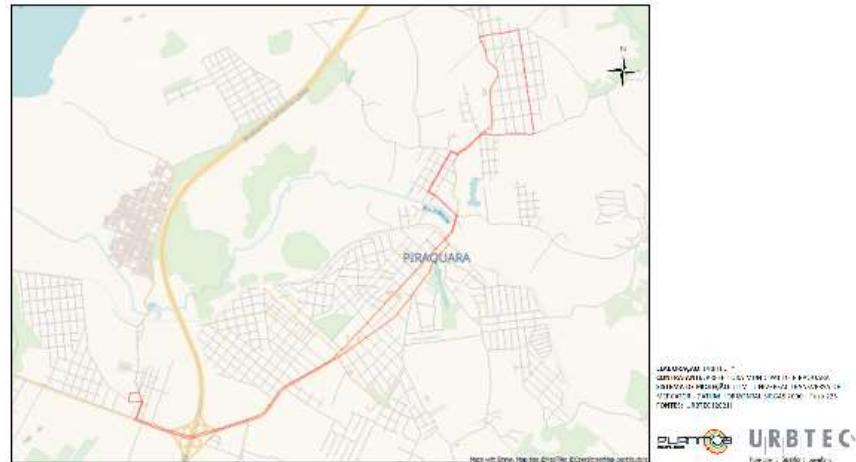
Realizada extensão da rota até o Novo Terminal Piraquara.

Figura 91: Linha D11 – Planta Deodoro, cenário base vs. cenário tendencial

LINHA D11 – PLANTA DEODORO, CENÁRIO BASE



LINHA D11 – PLANTA DEODORO, CENÁRIO TENDENCIAL



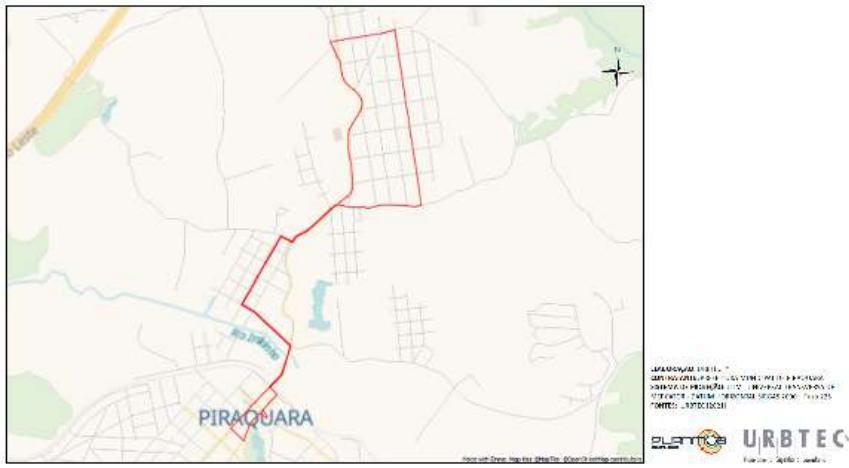
Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.1.2. LINHA D12 – SÃO CRISTÓVÃO

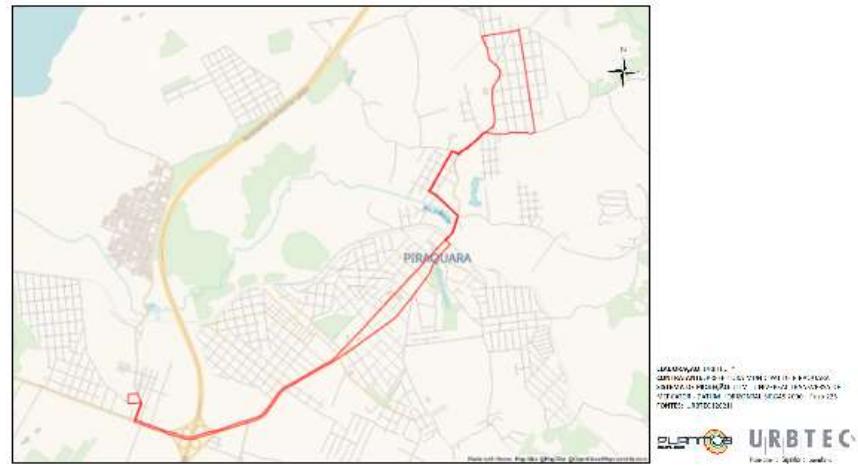
Realizada extensão da rota até o Novo Terminal Piraquara.

Figura 92: Linha D12 – São Cristóvão, cenário base vs. cenário tendencial

LINHA D12 – SÃO CRISTÓVÃO, CENÁRIO BASE



LINHA D12 – SÃO CRISTÓVÃO, CENÁRIO TENDENCIAL



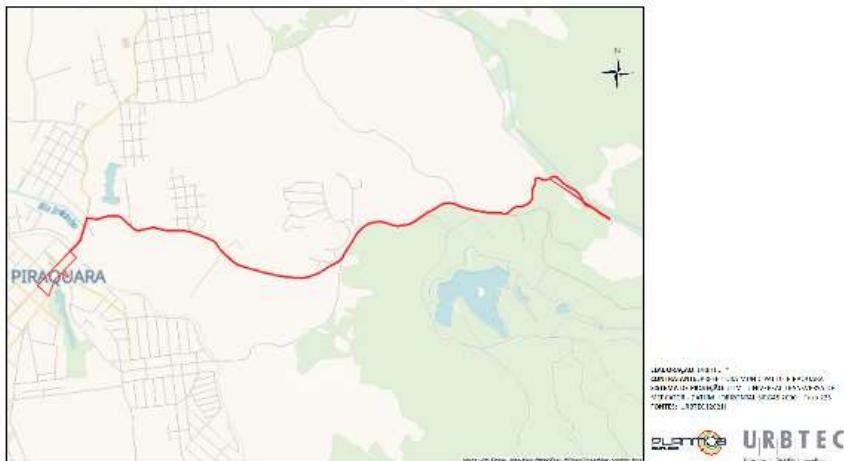
Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.1.3. LINHA D13 – PIRAQUARA/BOSCARDIN

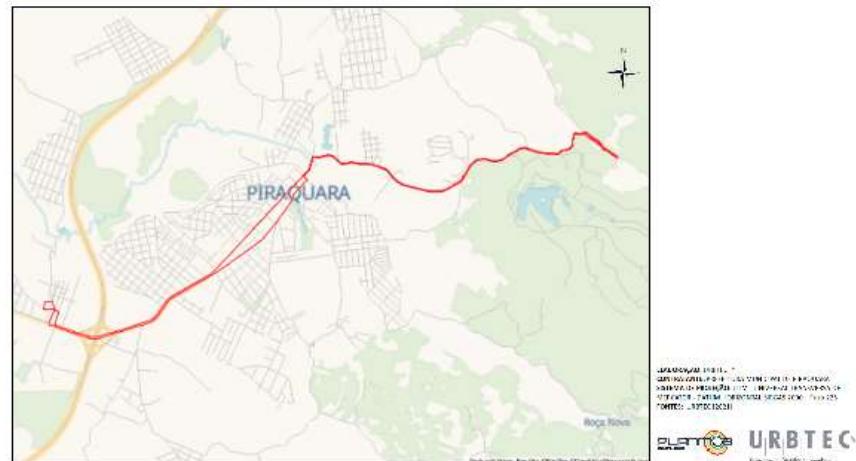
Realizada extensão da rota até o Novo Terminal Piraquara.

Figura 93: Linha D13 – Piraquara/Boscardin, cenário base vs. cenário tendencial

LINHA D13 – PIRAQUARA/BOSCARDIN, CENÁRIO BASE



LINHA D13 – PIRAQUARA/BOSCARDIN, CENÁRIO TENDENCIAL



Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.1.4. LINHA D14 – PREFEITURA/TERMINAIS DE PINHAIS

Realizada redução da rota, reduzindo segmento final que vai até o atual Terminal Piraquara.

Figura 94: Linha D14 – Prefeitura/Terminal de Pinhais, cenário base vs. cenário tendencial

LINHA D14 – PREFEITURA/TERMINAL DE PINHAIS, CENÁRIO BASE



LINHA D14 – PREFEITURA/TERMINAL DE PINHAIS, CENÁRIO TENDENCIAL

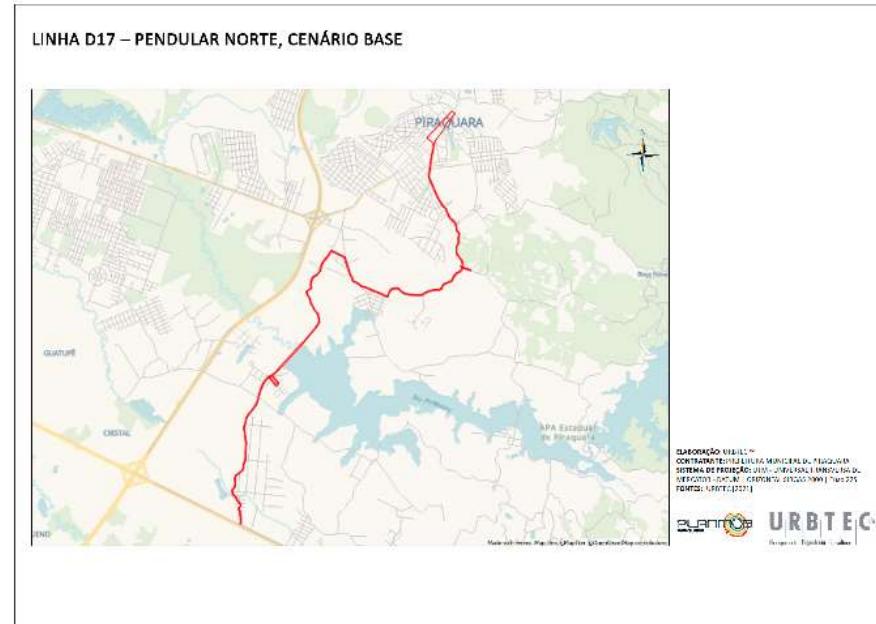


Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.1.5. LINHA D17 – PENDULAR NORTE

Dividida em duas linhas distintas, atendendo regiões separadas, a primeira atendendo a Borda do Campo São Sebastião e a segunda atendendo a área da Planta São Tiago.

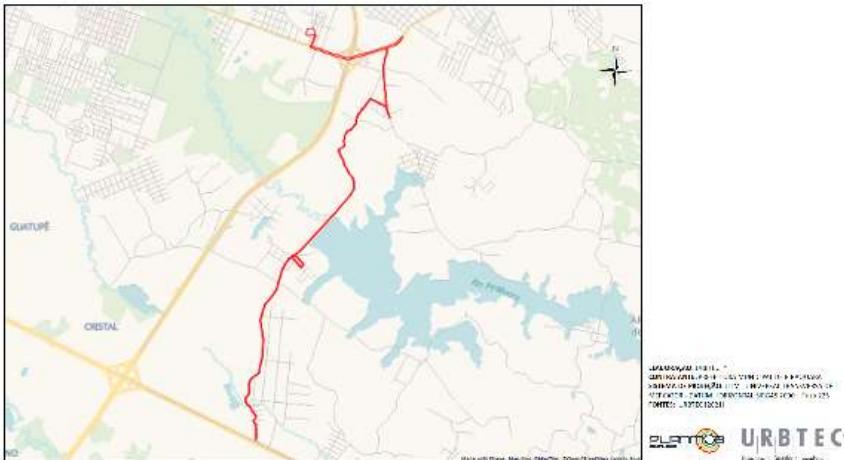
Figura 95: Linha D17 – Pendular Norte, cenário base



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 96: Linhas D17 – Pendular Norte, cenário tendencial, linhas D17A e D17B

LINHAS D17 – PENDULAR NORTE, CENÁRIO TENDENCIAL, LINHA D17A



LINHAS D17 – PENDULAR NORTE, CENÁRIO TENDENCIAL, LINHA D17B



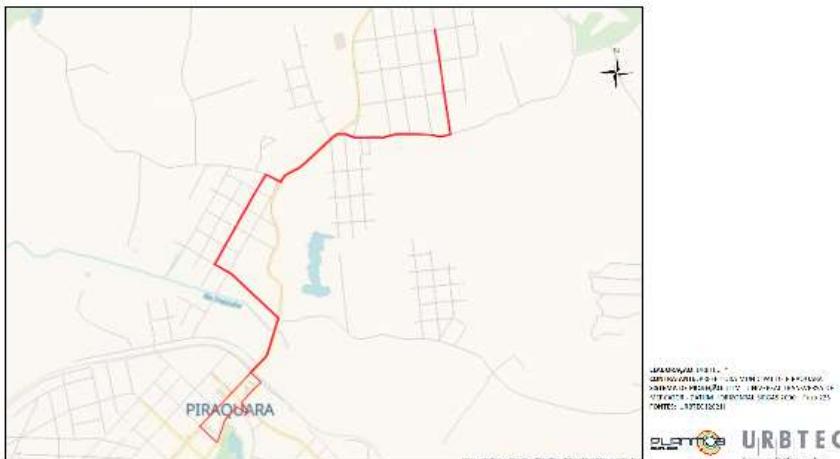
Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.1.6. LINHA D18 – PLANTA DEODORO/SÃO CRISTÓVÃO

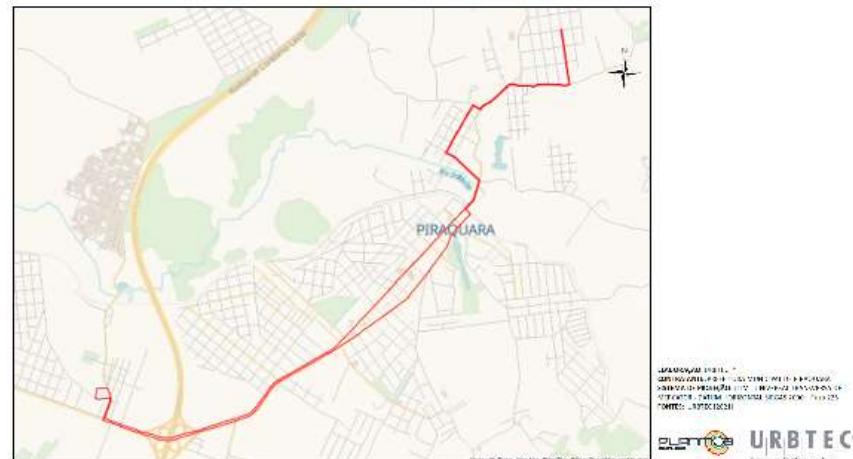
Realizada extensão da rota até o novo Terminal Piraquara.

Figura 97: Linha D18 –Planta Deodoro/São Cristóvão, cenário base vs. cenário tendencial

LINHA D18 –PLANTA DEODORO/SÃO CRISTÓVÃO, CENÁRIO BASE



LINHA D18 –PLANTA DEODORO/SÃO CRISTÓVÃO, CENÁRIO TENDENCIAL



Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.1.7. LINHA D21 – SANTA MÔNICA

Realizado pequeno ajuste no trajeto para garantir passagem pelo novo Terminal Piraquara.

Figura 98: Linha D21 –Santa Mônica, cenário base vs. cenário tendencial

LINHA D21 –SANTA MÔNICA, CENÁRIO BASE



LINHA D21 –SANTA MÔNICA, CENÁRIO TENDENCIAL



Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.1.8. LINHA D23 – VILA MACEDO

Sem alteração significativa de traçado, mas entrando no novo Terminal Piraquara.

Figura 99: Linha D23 –Vila Macedo, cenário base vs. cenário tendencial

LINHA D23 –VILA MACEDO, CENÁRIO BASE



LINHA D23 –VILA MACEDO, CENÁRIO TENDENCIAL



Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.1.9. LINHA D31 – BELA VISTA

Realizado pequeno ajuste no trajeto para garantir passagem pelo novo Terminal Piraquara.

Figura 100: Linha D31 –Bela Vista, cenário base vs. cenário tendencial

LINHA D31 –BELA VISTA, CENÁRIO BASE



LINHA D31 –BELA VISTA, CENÁRIO TENDENCIAL



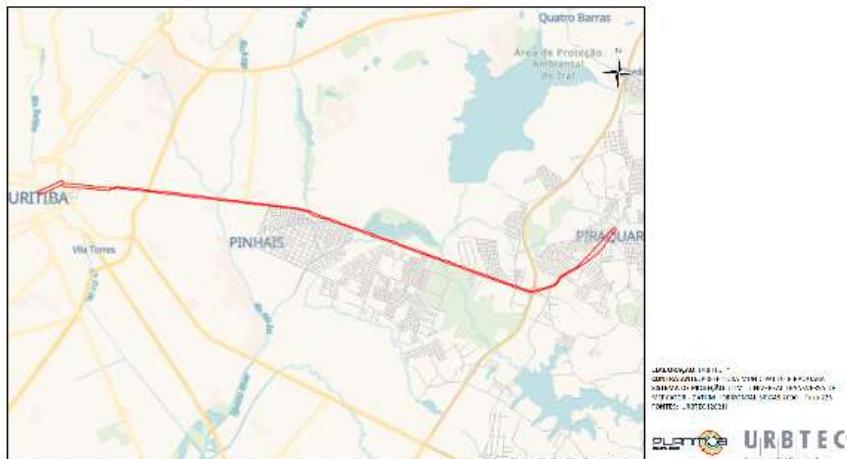
Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.1.10. LINHA D61 – PIRAQUARA – SANTOS ANDRADE

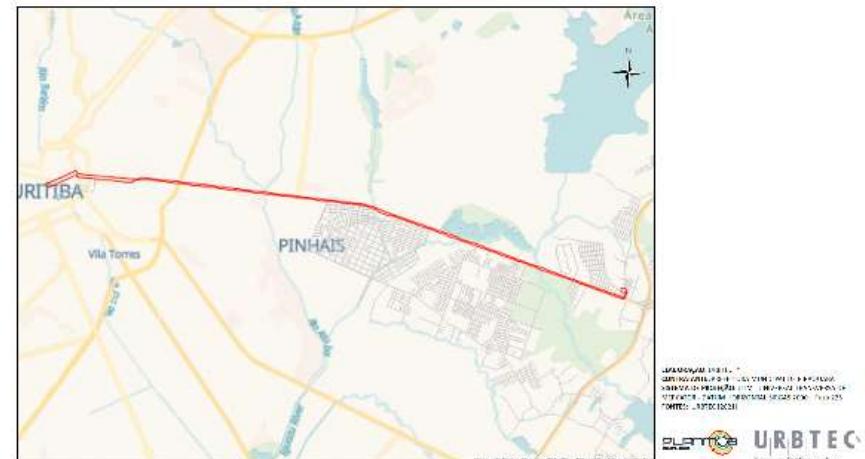
Realizada redução da rota, reduzindo segmento final que vai até o atual Terminal Piraquara.

Figura 101: Linha D61 –Piraquara – Santos Andrade, cenário base vs. cenário tendencial

LINHA D61 – PIRAQUARA – SANTOS ANDRADE, CENÁRIO BASE



LINHA D61 – PIRAQUARA – SANTOS ANDRADE, CENÁRIO TENDENCIAL



Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.1.11. LINHA D66 – DIRETO PIRAQUARA

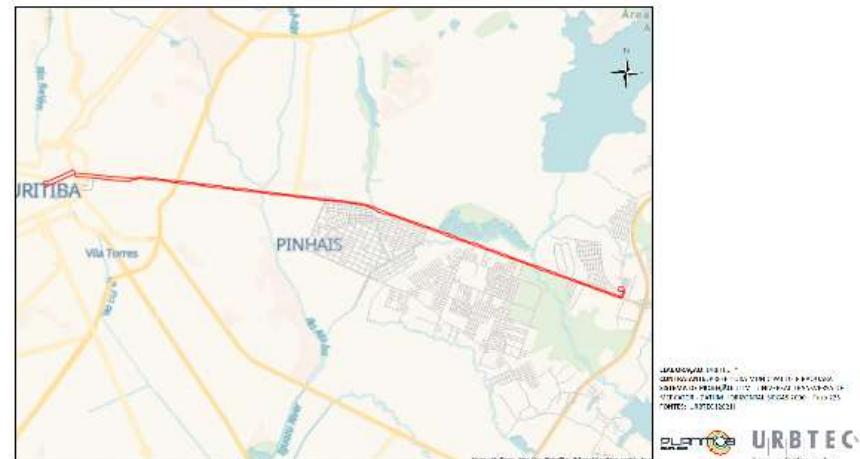
Realizada redução da rota, reduzindo segmento final que vai até o atual Terminal Piraquara.

Figura 102: Linha D66 –Direto - Piraquara, cenário base vs. cenário tendencial

LINHA D66 –DIRETO - PIRAQUARA, CENÁRIO BASE



LINHA D66 –DIRETO - PIRAQUARA, CENÁRIO TENDENCIAL



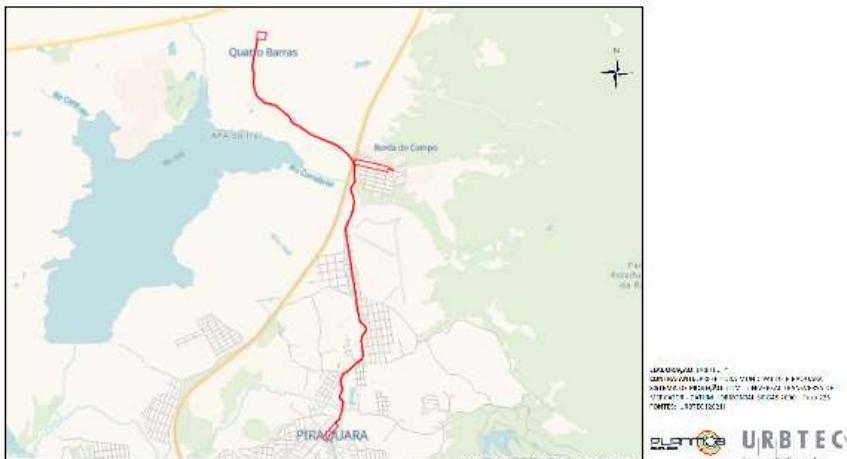
Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.1.12. LINHA I40 –PIRAQUARA – QUATRO BARRAS

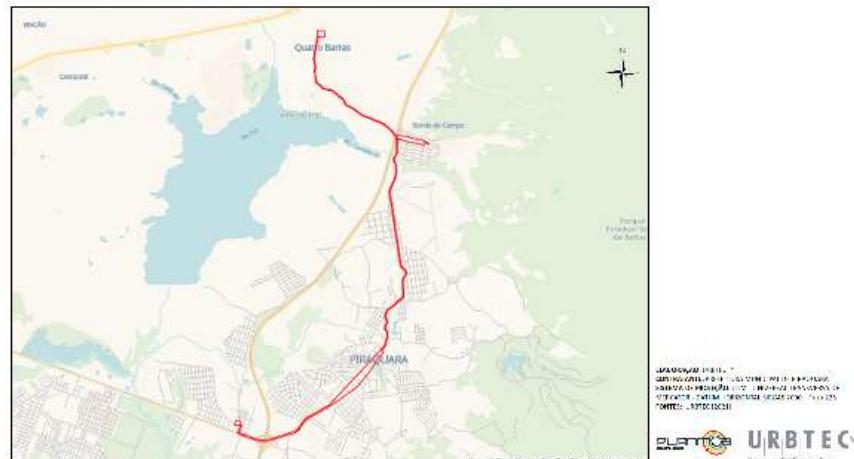
Realizada extensão da rota até o novo Terminal Piraquara.

Figura 103: Linha I40 – Piraquara – Quatro Barras, cenário base vs. cenário tendencial

LINHA I40 – PIRAQUARA – QUATRO BARRAS, CENÁRIO BASE



LINHA I40 – PIRAQUARA – QUATRO BARRAS, CENÁRIO TENDENCIAL



Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.1.13. LINHA I60 –PIRAQUARA – AFONSO PENA

Realizada redução da rota, reduzindo segmento final que vai até o atual Terminal Piraquara.

Figura 104: Linha I60 – Piraquara – Afonso Pena, cenário base vs. cenário tendencial

LINHA I60 – PIRAQUARA – AFONSO PENA, CENÁRIO BASE



LINHA I60 – PIRAQUARA – AFONSO PENA, CENÁRIO TENDENCIAL



Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.2 PRÉ DIMENSIONAMENTO

Nesta etapa conceitual de construção de cenários alternativos, é precipitado estabelecer dimensionamento com alta precisão de dados, no entanto, a fim de avaliar as condições estimadas de operação, é válido construir o pré-dimensionamento do sistema. O cenário proposto toma como referência os indicadores operacionais do cenário base para permitir uma avaliação direta do impacto da reestruturação das linhas. A partir disso, é possível avaliar como as linhas comportam-se com alterações dos indicadores. Os valores levantados são sumarizados na Tabela 50, abaixo:

Tabela 50: Pré-dimensionamento do sistema de transporte coletivo em cenário tendencial

Código	Linha	Estimativa de veículos em operação	Veículos totais (com frota reserva)	Intervalo (min)	Extensão (Km)	Tempo de viagem (min)	Velocidade média considerada (Km/h)	Passageiros na hora pico	Volume máximo na hora pico
C11	JARDIM_HOLADES	3	3,3	8,57	9,06	17,23	31,5	12	8,3
C12	VILA_NOVA	3	3,3	12	14,8	25,39	35,0	109	69,9
C13	STA_CLARA	1	1,1	55	23,18	38,36	36,3	5	2,6
D11	PLANTA_DEODORO	3	3,3	15	17,34	35,07	29,7	138	108,8
D12	SAO_CRISTOVAO	4	4,4	12	17,34	35,07	29,7	172	136
D13	INT/-PIRAQ_BOSCARDIN	2	2,2	30	21,17	41,28	30,8	138	84,1
D14	PREFEITURA_TERM_PINHAI S	4	4,4	20	36,22	67,64	32,1	1616	985,9
D17A	PENDULAR_NORTE (BORDA DO CAMPO DE SÃO PEDRO)	2	2,2	30	22,57	43,58	31,1	295	220,8
D17B	PENDULAR_NORTE (PLANTA SÃO TIAGO)	2	2,2	30	15,81	32,27	29,4	572	467,2
D18	PLANTA_DEODORO-SAO_CRISTOVAO	1	1,1	60	16,09	32,76	29,5	41	34,1
D21	SANTA_MONICA	5	5,5	15	24,17	58,01	25,0	356	285
D22	GUARITUBA	6	6,6	8,57	21,13	44,08	28,8	276	202,1
D23	VILA_MACEDO	6	6,6	12	28,33	64,94	26,2	944	804,1
D31	JD_BELA_VISTA	7	7,7	10	28,88	64,14	27,0	2239	2144,3
D61	PIRAQ_STOS_ANDRADE	14	15,4	5,45	37,17	73,64	30,3	2075	1758,9
D66	DIRETO_PIRACUARA	7	7,7	12	37,17	73,64	30,3	942	798,8
I40	PIRAQ_QUATRO_BARRAS	1	1,1	60	31,94	51,81	37,0	663	419,5
I60	PIRAQUARA_AFONSO_PENA	1	1,1	60	23,49	40,64	34,7	44	23,5
TOTAL		72	80			VELOC. MÉDIA	30,8		

Fonte: URBTEC™ (2021)

4.2.3 CUSTO GENERALIZADO

A avaliação quantitativa de um sistema de transporte coletivo pode ser realizada por indicadores de comportamento do usuário, denominado custo generalizado. Um dos principais parâmetros para escolha, entre as possibilidades de viagem, do custo generalizado, compatibiliza aspectos relacionados ao custo (tarifa paga pelo usuário) e ao tempo gasto em etapas de viagem, como o tempo de caminhada até o ponto de parada, espera pela linha, tempos gastos em transferência de uma linha para outra, permanência dentro do veículo, etc.

A Tabela 51, abaixo, apresenta um quadro comparativo dos cenários base e tendencial. Destaca-se que o reposicionamento do Terminal de Piraquara leva a um aumento do número de transbordos (ou seja, um número maior de usuários realiza transferências de uma linha a outra, na ordem de 11%), o que acaba resultando em um aumento total no tempo de viagem (13%), em contrapartida, o tempo de circulação dentro do veículo foi reduzido em 15%.

INDICADOR	CENÁRIO BASE	CENÁRIO 01 - TENDENCIAL	%
Tempo generalizado (min)	1.034.297	1.165.950	13%
Tempo dentro do veículo (min)	229.259	194.816	-15%
Demandas de viagens sem transbordo	2.109	1.728	-18%
Demandas de viagens com transbordo	3.334	3.714	11%

Fonte: URBTEC™ (2021)

4.3 SÍNTESE DO CENÁRIO TENDENCIAL

A partir dos resultados até então obtidos, assim como dos dados levantados no processo de revisão do Plano Diretor de Piraquara, realizado concomitantemente à presente elaboração do Plano de Mobilidade, destacam-se as seguintes tendências para o desenvolvimento municipal, conforme o quadro abaixo:

Quadro 10: Síntese do Cenário Tendencial

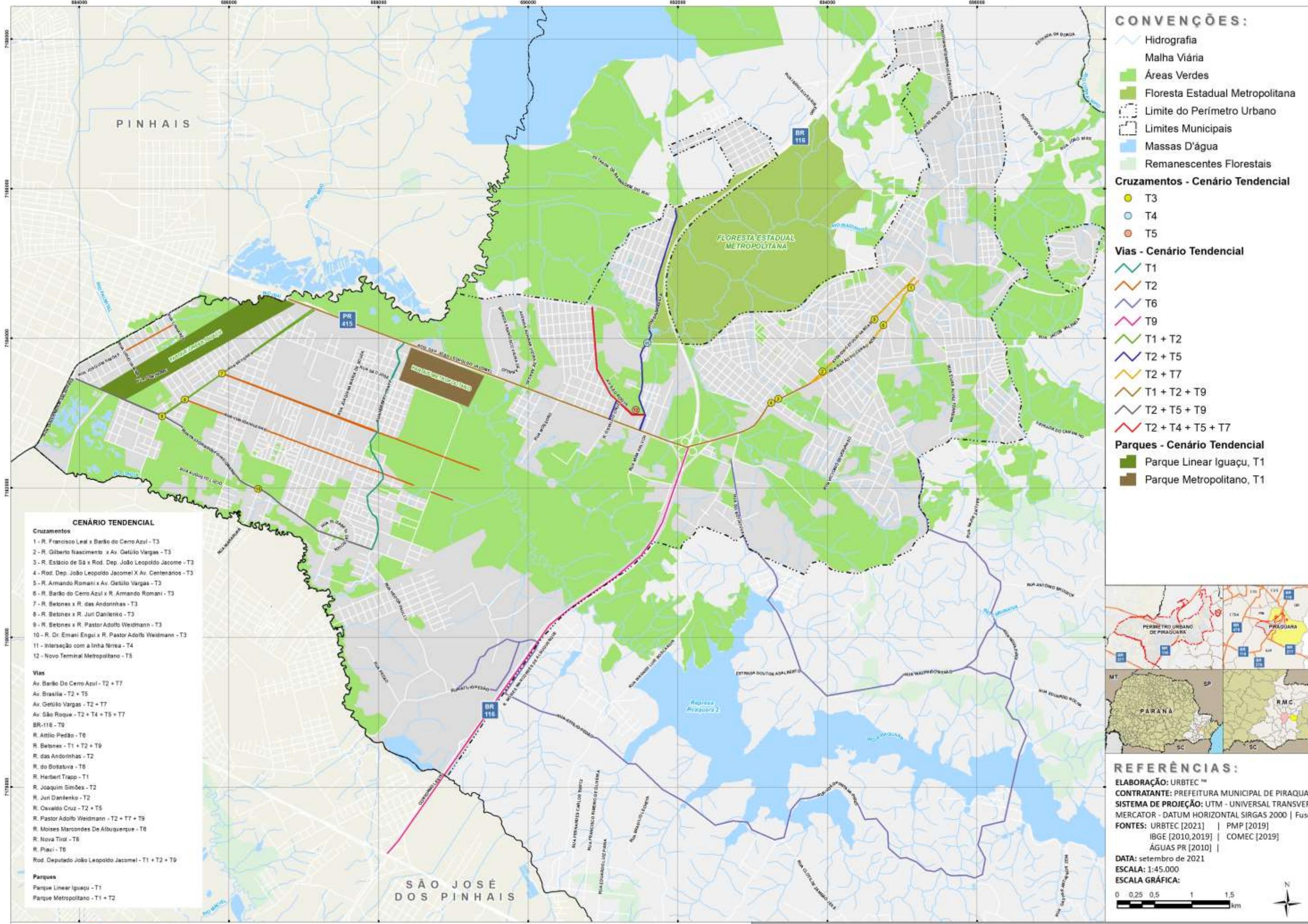
TENDÊNCIAS		CENÁRIO TENDENCIAL	
Temática	Nº	Considerações gerais	Impactos sobre o Sistema Viário
SISTEMA GERAL DE CIRCULAÇÃO	T1	Ocupação irregular gradual dos territórios estatais destinados a parques: Parque Linear do Iguaçu e Parque Metropolitano (Guarituba)	I. PARQUE LINEAR DO IGUAÇU: sobrecarga das vias R. Betonex e R. Pastor Adolfo Weidmann. II. PARQUE GUARITUBA: sobrecarga da via R. Herbert Trapp e maior fluxo sobre Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel, sentido oeste.
SISTEMA GERAL DE CIRCULAÇÃO	T2	Adensamento das UDHs “Guarituba (Urbano)”, “Guarituba Holandez”, “Santa Mônica/Primavera” e “Centro”	I. GUARITUBA: saturação das vias R. Betonex, R. Herbert Trapp, R. Juri Danilenko, R. Pastor Adolfo Weidmann. R. das Andorinhas e R. Joaquim Simões. II. SANTA MÔNICA: maior fluxo sobre as vias Av. São Roque e Av. Brasília, assim como nos pontos de acesso à Rodovia (R. Osvaldo Cruz). III. CENTRO: maior fluxo sobre as vias especiais Av. Getúlio Vargas, R. Barão do Cerro Azul e Rodovia Dep. João Leopoldo Jacomel e queda no nível de serviço da rotária de acesso.
SISTEMA GERAL DE CIRCULAÇÃO	T3	Piores níveis de serviço até 2041 no Centro e no Guarituba	I. CENTRO: Interseção das ruas: R. Francisco x Rua Barão do Cerro Azul, R. Gilberto Nascimento x Av. Getúlio Vargas, R. Estácio de Sá x Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel, Av. Centenário do Paraná x Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel, R. Armando Romani x Av. Getúlio Vargas, R. Barão do Cerro Azul x R. Armando Romani e R. Elvira Louso x R. Barão do Cerro Azul. II. GUARITUBA: Interseção das ruas: Rua Betonex x R. das Andorinhas, R. Betonex x Rua Juri Danilenko, Rua Betonex x R. Pastor Adolfo Weidmann e R. Dr. Ermani Engui x R. São José.
SISTEMA GERAL DE CIRCULAÇÃO	T4	Dificuldade de acesso às Vilas Militar e Macedo	I. Saturação da Av. Brasília no trecho de acesso às Vilas Militar e Macedo, por se tratar de um acesso único. II. Maiores congestionamento no trecho, também consequentes à interseção com a linha férrea.
SISTEMA GERAL DE CIRCULAÇÃO	T5	Maior eficiência na circulação do transporte público a partir da implantação do novo terminal de transporte	Saturação das vias de acesso ao novo terminal e à Rodovia: Av. Brasília, Av. São Roque e R. Osvaldo Cruz.

TENDÊNCIAS		CENÁRIO TENDENCIAL	
Temática	Nº	Considerações gerais	Impactos sobre o Sistema Viário
	T6	Consolidação da atividade turística de "turismo de passagem" em especial sobre a porção rural do município	Fluxo de passagem sobre a R. Nova Tirol, Estrada das Laranjeiras, Estrada do Botiatuva, R. Atílio Pedão, R Pernambuco, R. Piauí e R. Moises Marcondes de Albuquerque.
SISTEMA GERAL DE CIRCULAÇÃO	T7	Obras viárias recentes e previstas no município, por parte da Prefeitura, abrangendo readequação de calçadas e execução de estruturas cicloviárias	I. Maior apropriação de pedestres e ciclistas sobre as vias em questão. II. Depreciação gradual das vias em consequência da falta de manutenção e gestão da infraestrutura projetada.
	T8	Consolidação do sistema viário nas dimensões atuais (*)	Dificuldade de intervenções estruturais de grande porte no sistema viário
MODOS MOTORIZADOS	T9	Fortalecimento das conexões com Curitiba, Pinhas e São José dos Pinhais decorrente das recentes obras em vias de ligação com estes municípios	Maior fluxo intermunicipal sobre: Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel, sentido Curitiba, R. Betonex, R. Pastor Adolfo Weidmann, sentido Pinhais, e BR 116, sentido São José dos Pinhais.
MODOS NÃO MOTORIZADOS	T10	Aumento do uso de bicicletas como modal de transporte (*)	I. Maior número de pontos de conflitos entre ciclistas e modais motorizados. II. Sobrecarregamento das estruturas cicloviária existentes.
	T11	Aumento gradual da insegurança viária e pública (*)	I. Diminuição de deslocamentos pedonais opcionais (usuários que tem a opção de não se deslocarem a pé). II. Crescimento da taxa de motorização em detrimento a modais não motorizados.
LEGENDA			
(*)	Tendência não mapeada no Mapa 1		

Fonte: URBTEC™ (2021)

Dentre os impactos tendenciais sobre o sistema viário, elencados acima, nota-se a tendência frequente de sobrecarregamento de vias, indicando consequentemente a falta de capacidade das vias atuais de comportar a demanda futura de fluxo. Subentende-se que essa tendência implica também no aumento do número de acidentes, congestionamentos, pontos de conflito e insegurança viária, evidenciando

assim a necessidade de implementar intervenções nessas vias, a fim de barrar e/ou mitigar a predisposição.

**REFERÊNCIAS:**

ELABORAÇÃO: URBTEC™
 CONTRATANTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRACUARA
 SISTEMA DE PROJEÇÃO: UTM - UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - DATUM HORIZONTAL SIRGAS 2000 | Fuso 22S
 FONTES: URBTEC [2021] | PMP [2019]
 IBGE [2010,2019] | COMEC [2019]
 ÁGUAS PR [2010] |

DATA: setembro de 2021

ESCALA: 1:45.000

ESCALA GRÁFICA:



N

5 MODELAGEM DO CENÁRIO PROSPECTIVO

O cenário propositivo, por sua vez, considera propostas e intervenções sobre o cenário atual necessárias para o aprimoramento da mobilidade urbana no município, dando insumos, a partir dos resultados obtidos, para o aprofundamento e detalhamento dessas intervenções no relatório subsequente aos Objetivos, Metas e Ações. Neste capítulo, são apresentadas as intervenções levantadas e suas consequências nos sistemas de transporte privado e público.

5.1 SISTEMA DE TRANSPORTE PRIVADO

Com os objetivos de proporcionar melhoria na fluidez e no nível de serviço adequado, com diminuição de conflitos viários, aumento da segurança nas travessias de pedestres e a viabilidade de melhor acomodação de novos modais na via pública, em especial pedestres e ciclistas, propõe-se a reorganização do sistema por meio da implantação de intervenções viárias operacionais e estruturais.

São utilizados, para a verificação da eficiência das propostas estruturais, os modelos de macrossimulação, por meio do parâmetro volume sobre capacidade. Já para a análise da eficiência das intervenções operacionais, é utilizada a microssimulação, visto sua capacidade de analisar especificamente cada cruzamento e de possuir, como parâmetro de análise, a relação nível de serviço que considera os tempos de atraso de cada interseção, ou seja, o tempo perdido para transposição de uma interseção, pois, quanto maior o tempo perdido, maiores serão os congestionamentos.

Procura-se, com estes dois modelos, propor intervenções que melhorem o fluxo de veículos no município de Piraquara, de forma estrutural e operacional.

O conjunto de propostas de intervenções apresentado neste plano é resultado dos diagnósticos e levantamentos realizados no município, bem como em reuniões e oficinas técnicas realizadas na comunidade. A apresentação das intervenções seguirá, primeiramente, expondo as intervenções estruturais e seus resultados na

macrossimulação e, posteriormente, as intervenções operacionais e seus resultados na microssimulação.

5.1.1 INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS

Dentre as intervenções estruturais propostas, por sua vez sintetizadas no item 5.5, destacam-se as seguintes frente às implicações sobre o sistema de transporte privado:

- **Programa de Pavimentação das Vias principais e secundárias**

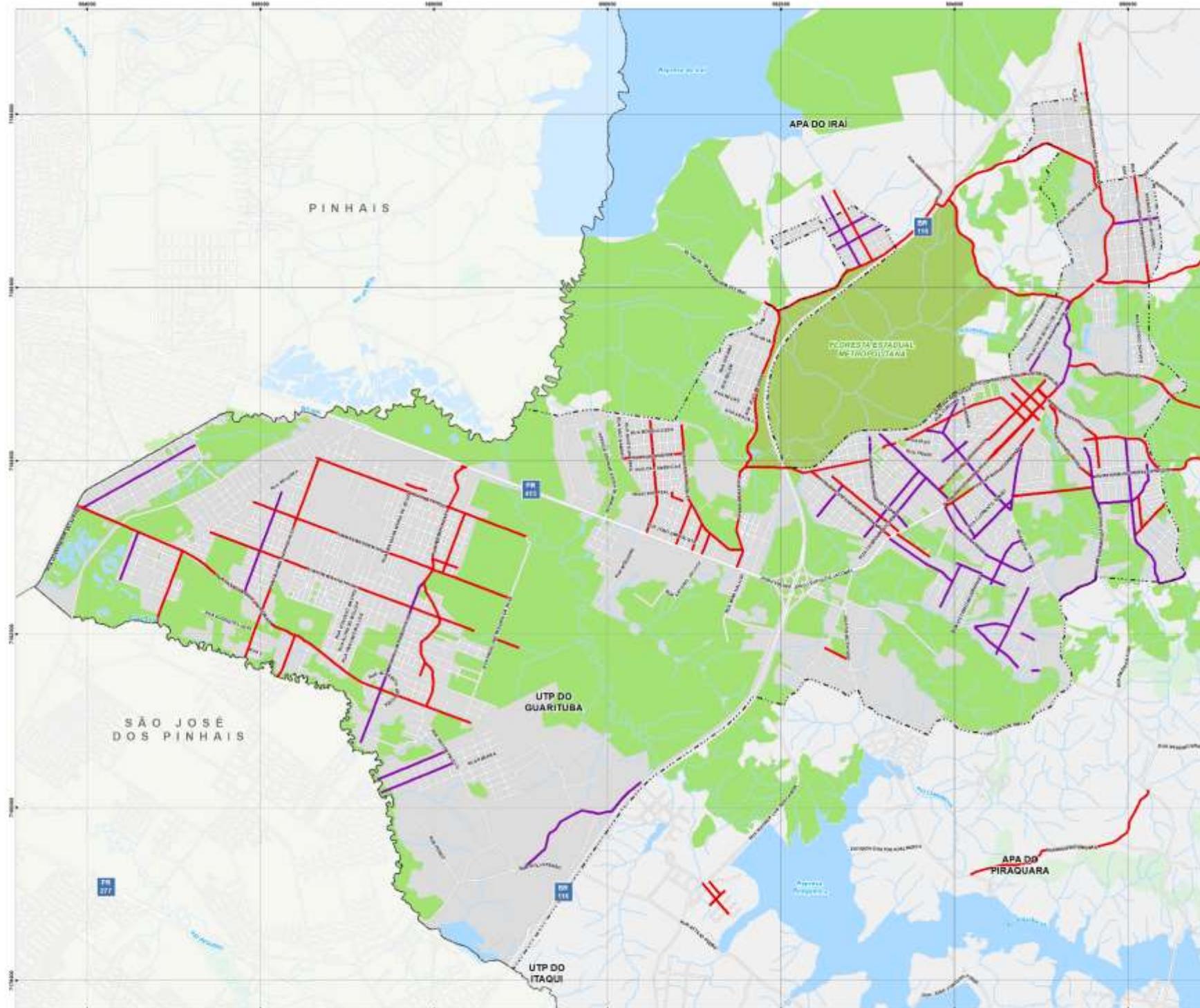
A fim de fomentar a utilização das vias principais e secundárias e compatibilizar seu uso em termos de infraestrutura de pavimento, propõe-se um programa de pavimentação dessas vias, em favor de maior fluidez e qualidade nos deslocamentos realizados pelo sistema viário. O Mapa 2, a seguir, mostra as diretrizes de pavimentação do programa proposto.

CONVENÇÕES:

- Hidrografia
- Malha Vária
- Áreas Verdes Urbanas
- Floresta Estadual Metropolitana
- Limite do Perímetro Urbano
- Limites Municipais
- Massas D'água
- Remanescentes Florestais

Prioridade de Pavimentação

- Vias Arteriais e Coletoras e que Possuem Linhas de Transporte Público
- Vias Locais



REFERÊNCIAS:

ELABORAÇÃO: URBTEC
CONTRATANTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRAUARA.
SISTEMA DE PROJEÇÃO: UTM - UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - DATUM HORIZONTAL SIRGAS 2000 | Fuso 22S
FONTS: URBTEC (2021) | PMP (2019)
IBGE (2010,2019) | COMEC (2019)
ÁGUAS PR (2010) |

DATA: setembro de 2021

ESCALA: 1:42.500

ESCALA GRÁFICA:

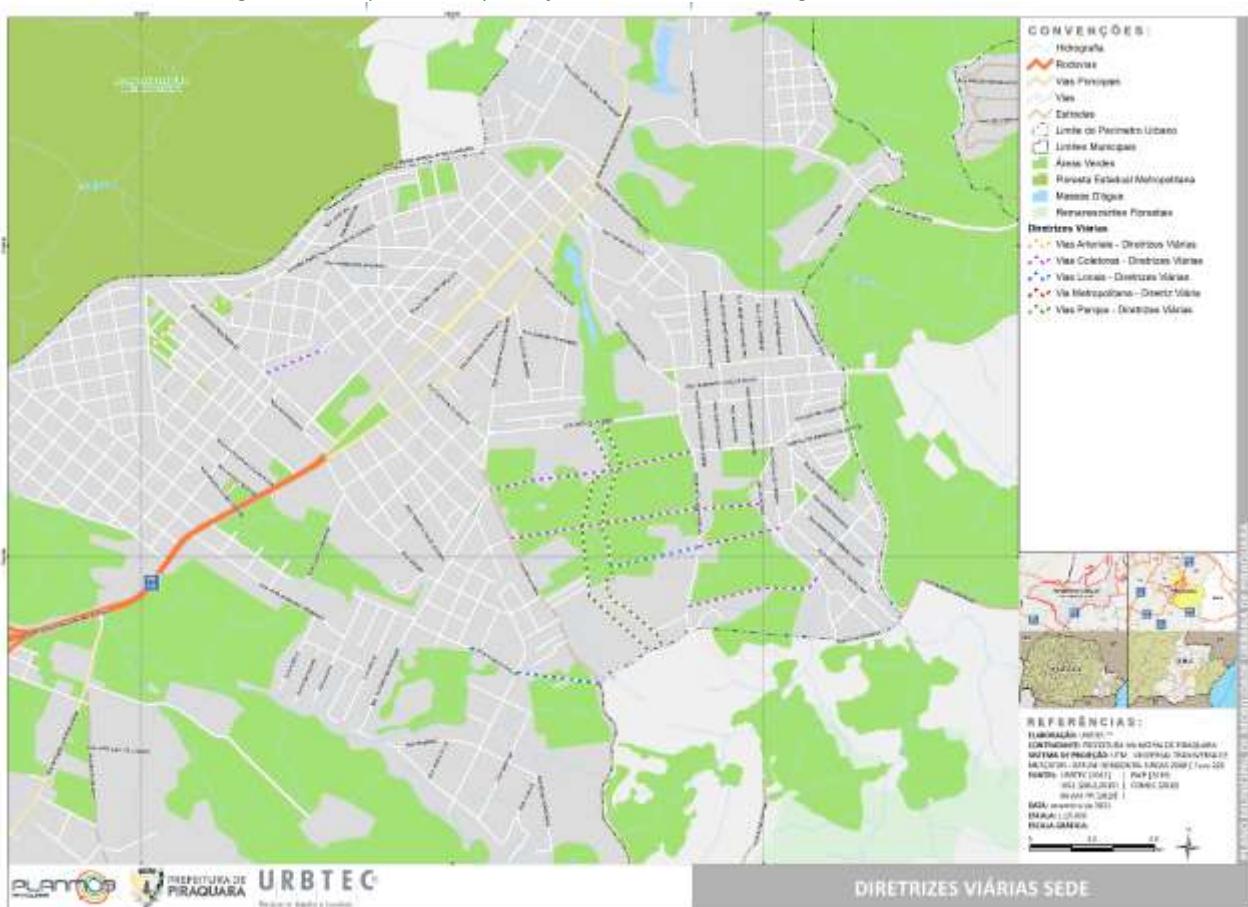
0 0,5 1 1,5 KM



- **Diretrizes viárias da região central**

A implantação de diretrizes viárias na região central do município de Piraquara, proporciona mais opções de ligações viárias, bem como previne o surgimento de obstáculos à fluidez do sistema viário. A Figura 105, a seguir, representa um croqui esquemático da proposta:

Figura 105: Proposta de implantação de diretriz viária na região central



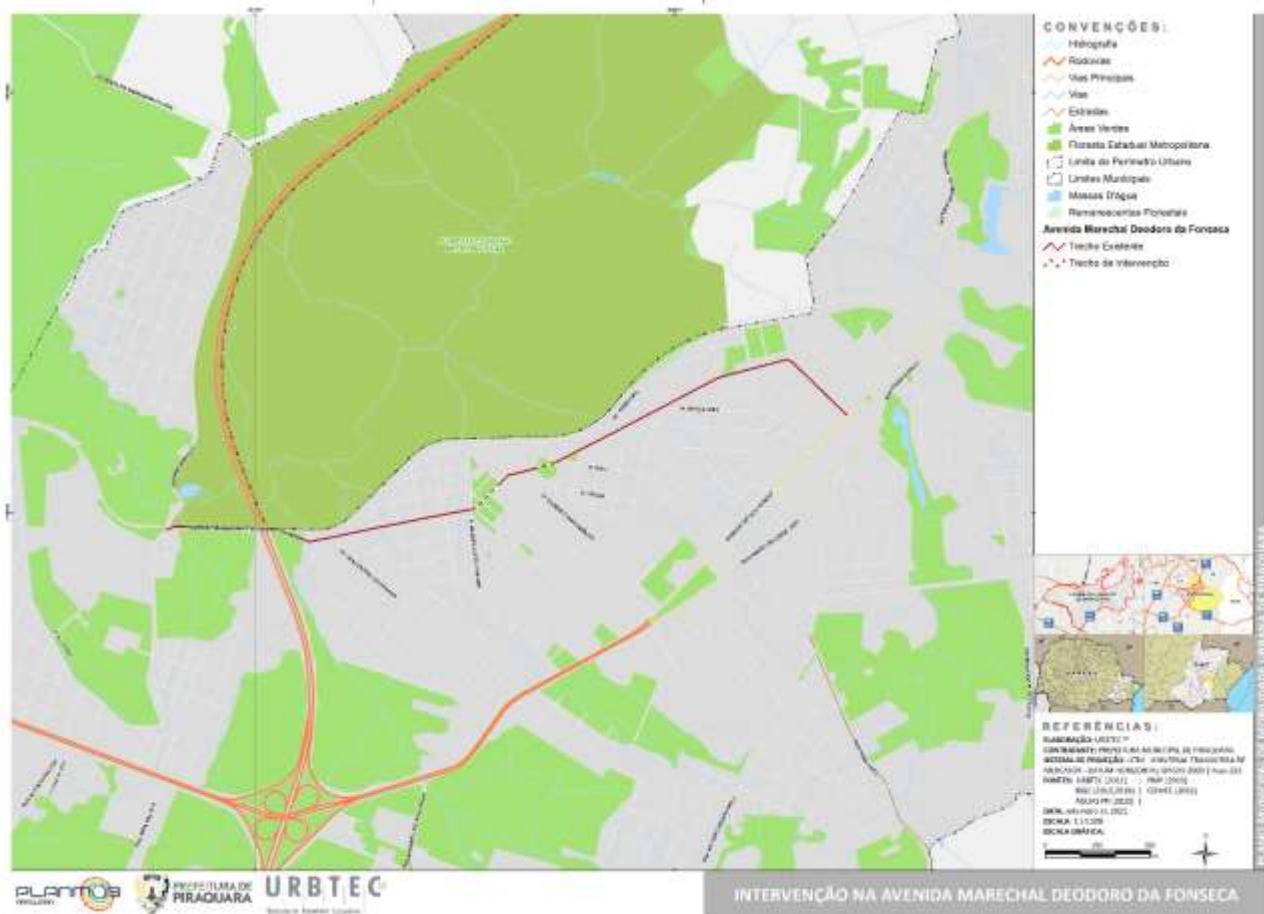
Fonte: URBTEC™ (2021)

• Diretriz viária Perimetral Centro

A implantação dessa diretriz viária resulta na conexão da Rua Mal Deodoro da Fonseca, vide Figura 106, que apresenta atualmente uma situação com interrupções ao longo

de seu percurso, com a proposta de transposição do Contorno Leste. Consiste em uma alternativa de tráfego na região central, aliviando o volume de veículos na Av. Getúlio Vargas.

Figura 106: Proposta de implantação de diretriz viária Perimetral Centro

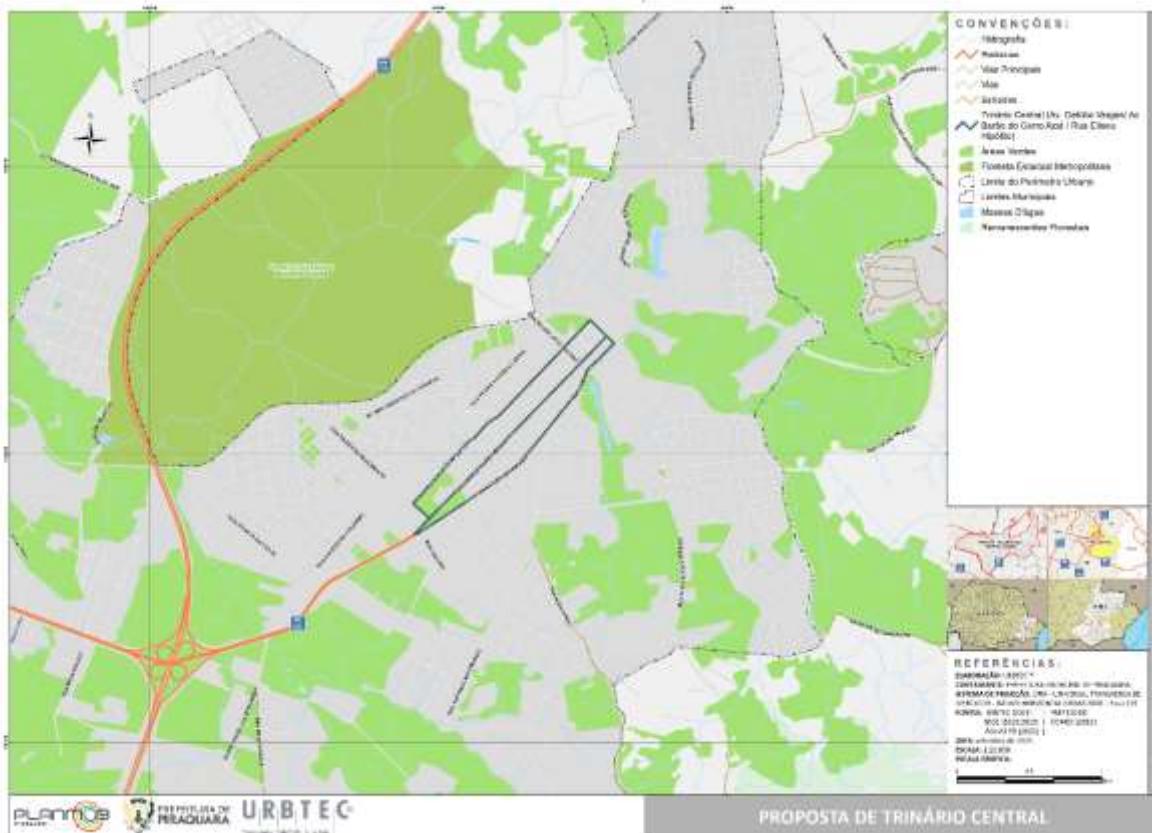


Fonte: URBTEC™ (2021)

- Trinário Av. Getúlio Vargas/ Av. Barão do Cerro Azul / Rua José Eliseu Hipólito Camargo**

A implantação de um sistema trinário na região central tem por objetivo otimizar o deslocamento tanto de passagem, quanto local, vide Figura 107.

Figura 107: Proposta de implantação de trinário central

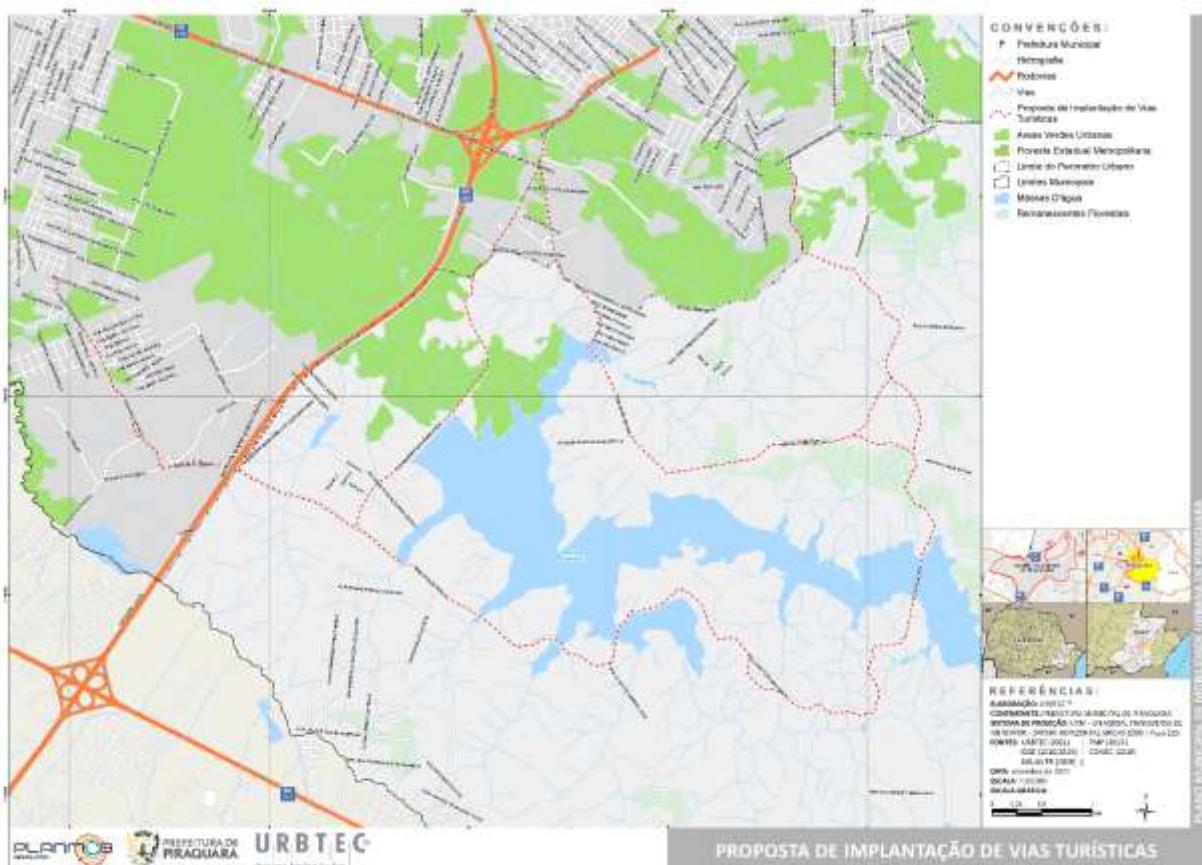


Fonte: URBTEC™ (2021)

- **Vias especiais turísticas**

Com o objetivo de fomentar o turismo rural, propõe-se a implantação de duas importantes vias turísticas a Rua Atílio Pedão/Nova Tirol e da Estrada do Botiatuva. A Figura 108, a seguir, representa um croqui esquemático da proposta:

Figura 108: Proposta de implantação de vias turísticas

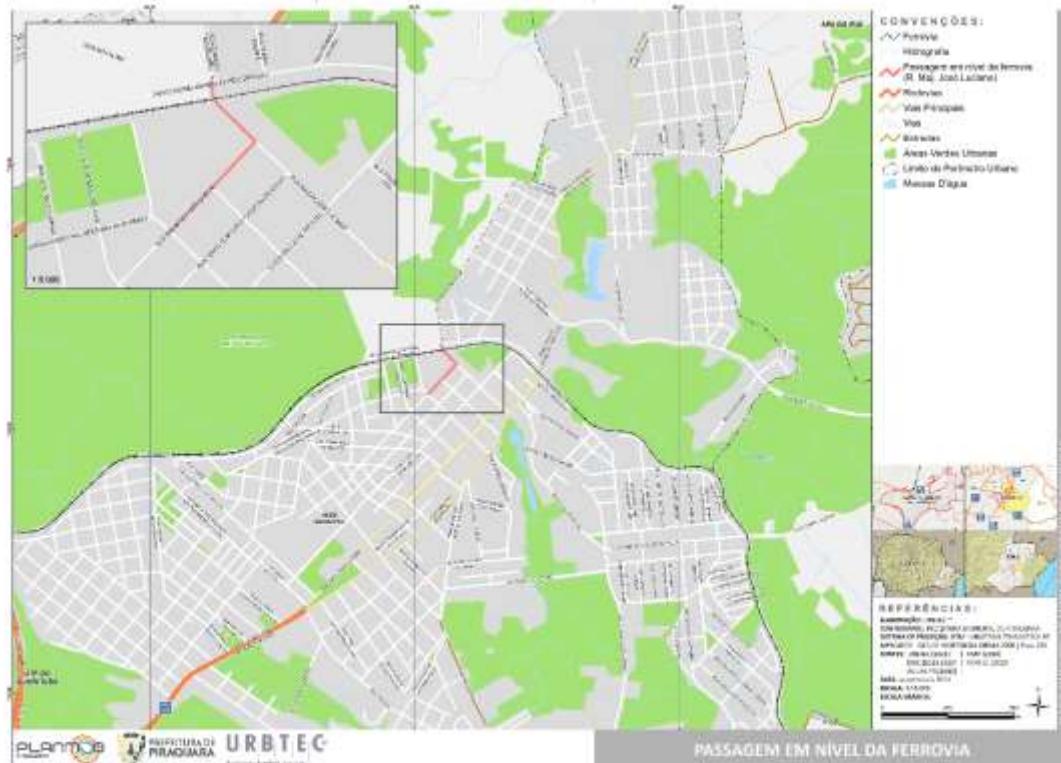


Fonte: URBTEC™ (2021)

- Revitalização da passagem em nível da linha férrea

Consiste em uma alternativa de ligação da região da Planta Irmão Michel ao Centro, ou seja, ocorre um aumento de oferta de transporte, proporcionando melhor operação na Av. Getúlio Vargas, vide Figura 109.

Figura 109: Proposta de revitalização da passagem em nível da ferrovia na continuação da Rua Maj. José Luciano

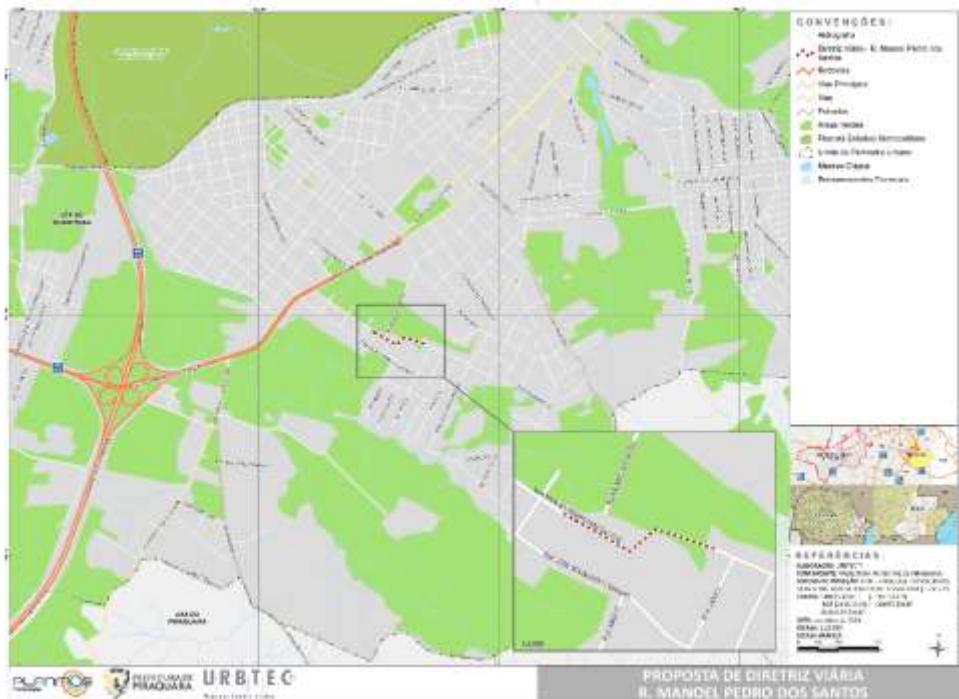


Fonte: URBTEC™ (2021)

- **Diretriz viária Rua Manoel Pedro dos Santos**

A implantação dessa diretriz viária resulta em aumento da oferta de serviço de transporte, pois, possibilita uma nova alternativa para acesso à região da Vila Julianana, além da intersecção entre a Av. Getúlio Vargas e Rua Carlos Belão, como visto na Figura 110.

Figura 110: Proposta de implantação de diretriz viária Diretriz viária Rua Manoel Pedro dos Santos

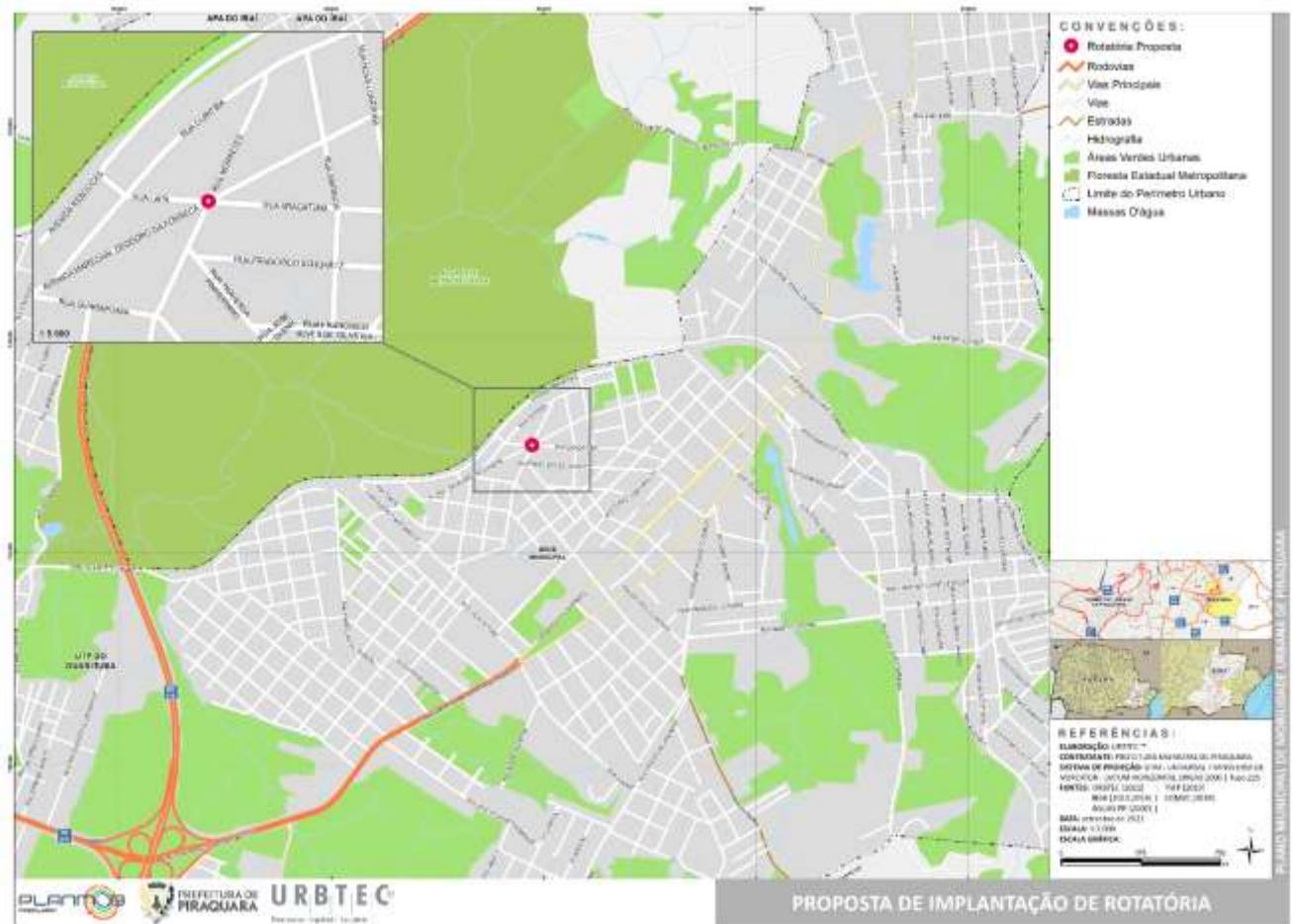


Fonte: URBTEC™ (2021)

- **Implantação de Rotatória**

Implantação de rotatória na intersecção da Rua Morretes com Rua Mal Deodoro da Fonseca e Rua Araçatuba. As rotatórias consistem em dispositivos de organização de tráfego de fácil implantação e custo reduzido, para execução em curto prazo, e proporcionam melhor fluidez de tráfego e diminuição de risco de acidentes viários. A Figura 111, a seguir, representa um croqui esquemático da proposta:

Figura 111: Proposta de implantação rotatórias

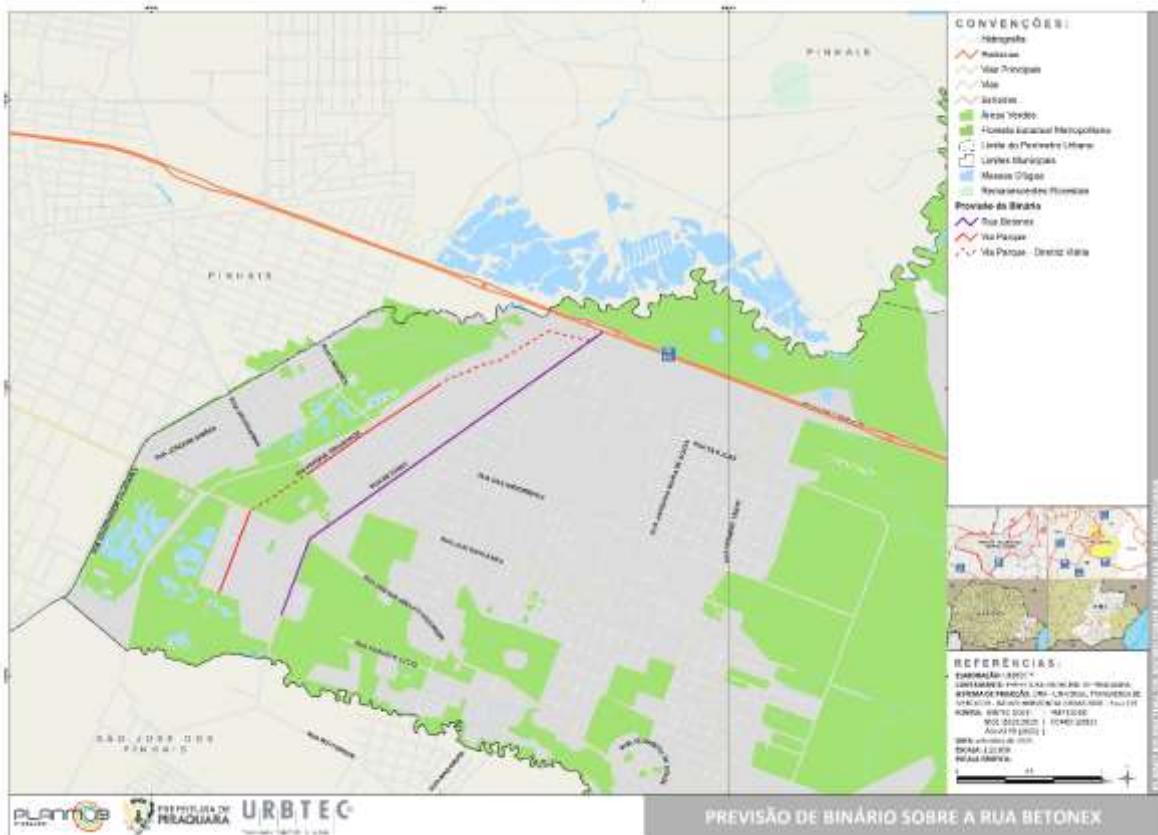


Fonte: URBTEC™ (2021)

- Implantação de Binário da R. Betonex com Via Parque proposta

A implantação de diretriz viária paralela à R. Betonex resulta em uma redistribuição dos fluxos na região, ou seja, há um aumento na oferta de transporte privado, em uma configuração de binário, em que a Av. Betonex possui sentido Norte e a Via Parque possui sentido Sul, estão previstas vias com duas faixas de tráfego. Essa proposta também beneficia o fluxo da Rua Herbert Trapp. A Figura 112, a seguir, representa um croqui esquemático da proposta.

Figura 112: Proposta de implantação de binário da Rua Betonex, com Via Parque proposta



Fonte: URBTEC™ (2021)

- Readequação de Rua Herbert Trapp e implantação de diretriz viária paralela

A readequação da Rua Herbert Trapp, bem como a implantação de diretriz viária paralela, proporciona maior fluidez de tráfego na região, pois, consiste em uma alternativa de deslocamento no sentido Norte e Sul da região do Guarituba. A Figura 113, a seguir, representa um croqui esquemático da proposta:

Figura 113: Proposta de requalificação da Rua Herbert Trapp e implantação de diretriz viária paralela

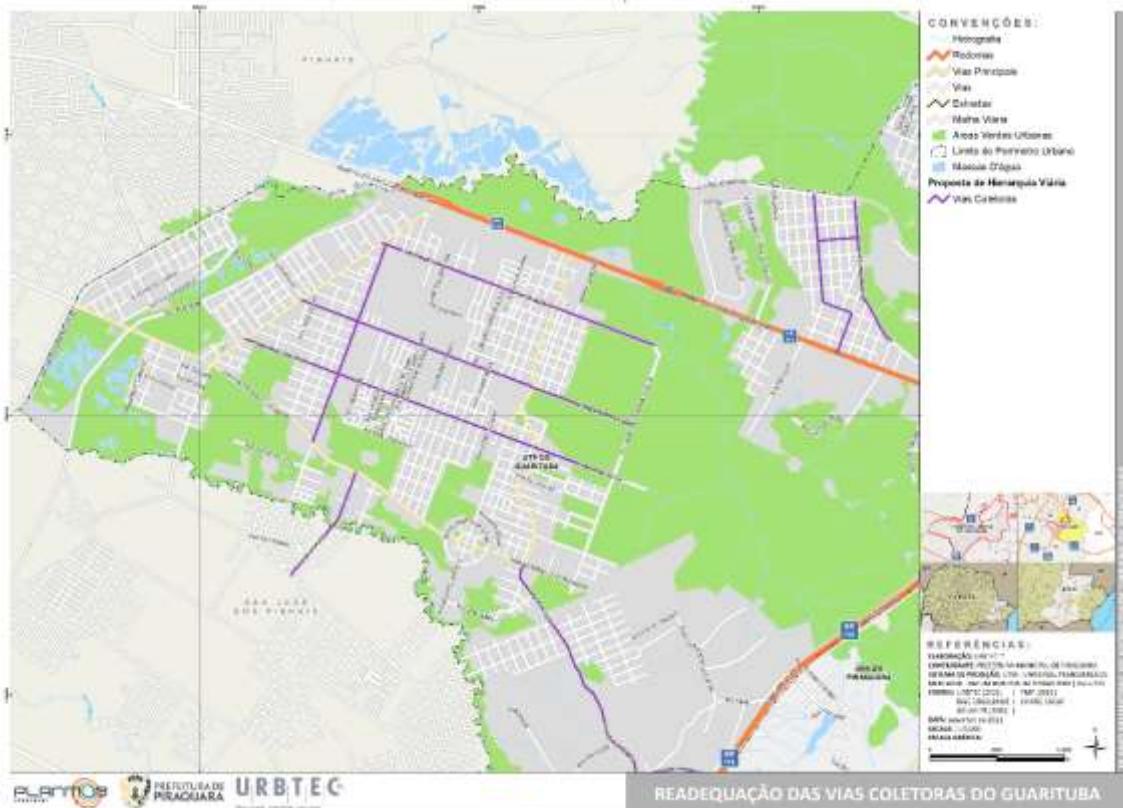


Fonte: URBTEC™ (2021)

- Readequação de vias coletoras no Guarituba

A readequação das vias: Rua Juri Danilenko, Rua das Andorinhas e Rua São José, resulta em uma organização do sistema viário da região, e na melhora dos deslocamentos por meio das condições de pavimentação. A Figura 114, a seguir, representa um croqui esquemático da proposta:

Figura 114: Proposta de requalificação de vias coletoras na região do Guarituba

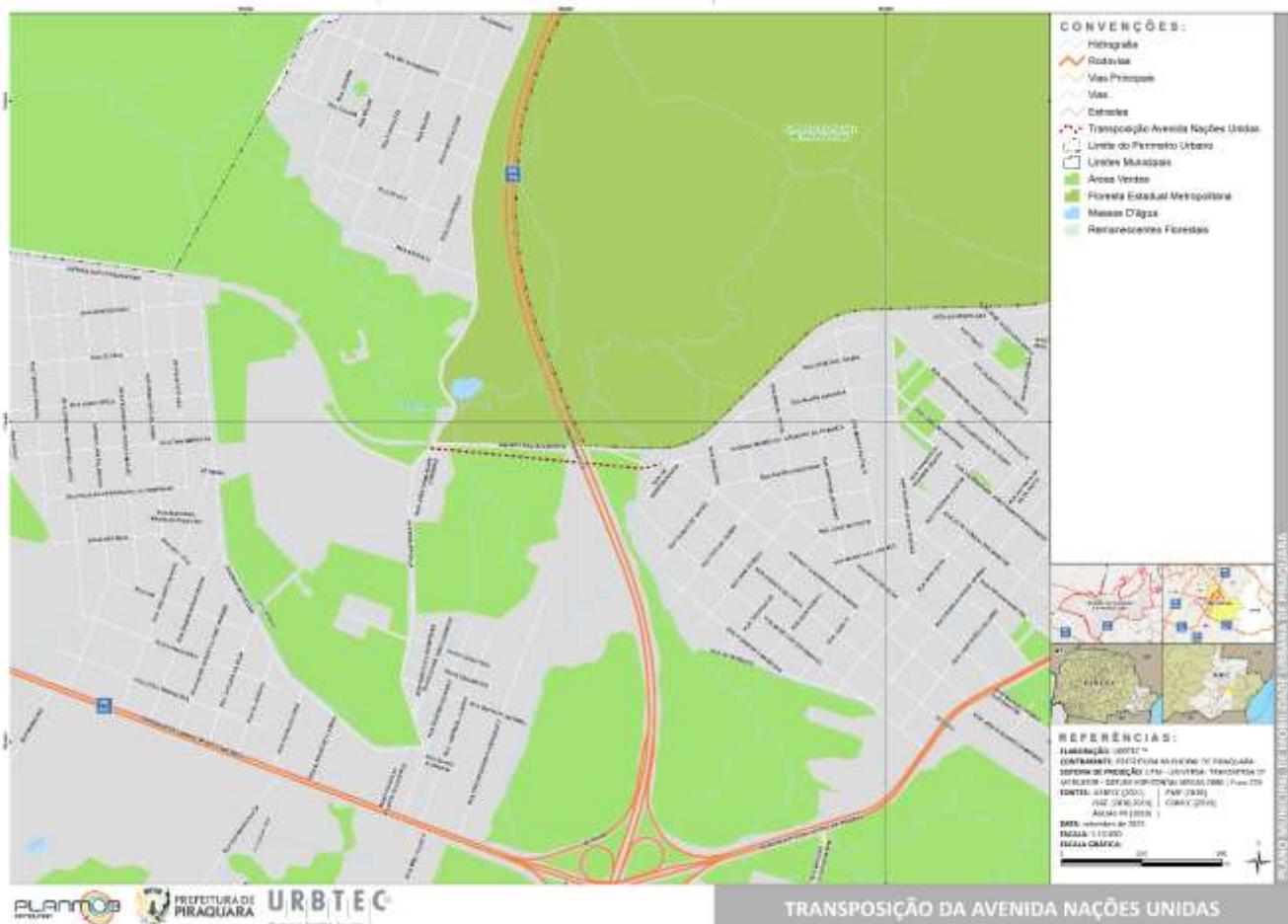


Fonte: URBTEC™ (2021)

- **Transposição da Av. Nações Unidas sobre a BR-116**

A transposição da Av. Nações Unidas sobre a BR-116 confere um novo acesso ao Jardim Bela Vista, e o conecta com o Jardim Esmeralda, como ilustrado na Figura 115. Essa conexão é de extrema importância para a operação no novo terminal de transporte coletivo, tornando-se uma rota alternativa frente à rodovia.

Figura 115: Proposta de Transposição da Av. Nações Unidas sobre a BR-116



Fonte: URBTEC™ (2021)

5.1.1.1. RESULTADOS DAS INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS NA MACROSSIMULAÇÃO

As intervenções estruturais impactam diretamente no cenário mais global da circulação viária de Piraquara, mostrando resultados no âmbito do sistema como um todo. Nesse sentido, cabe analisar quais são os efeitos das propostas de intervenções estruturais na organização do sistema viário de Piraquara, dentro da macrossimulação de tráfego.

Comparando a simulação realizada para o cenário atual com a nova simulação, que agrupa as propostas de intervenções estruturais, observa-se maior equilíbrio dos volumes de tráfego nas vias urbanas da cidade. É possível analisar também o nível de saturação das vias que compõem o sistema viário da cidade, observando uma diminuição no nível de saturação, o que indica um aproveitamento maior da capacidade viária da cidade.

A comparação de dados operacionais do sistema de transporte privado consiste em uma importante ferramenta na verificação da eficiência das intervenções estruturais propostas. A Tabela 52 apresenta os dados de tempo de viagem, distância percorrida e velocidade média. É possível verificar que o cenário prospectivo resulta em redução de aproximadamente 6 % no tempo de viagem total e médio do sistema. É possível verificar uma redução aproximada de 5.000 minutos no tempo total de usuários na hora pico de um dia útil, extrapolando esse valor para uma média mensal, pode-se estimar uma redução de 1.750 horas perdidas devido ao tempo de viagem de todos os usuários do sistema.

Além dos tempos de viagem, pode-se verificar a redução de aproximadamente 2,40% da distância total percorrida. A implantação de novas ligações viárias resulta viagens mais curtas e com duração significativamente menores. Isso se deve pela verificação do aumento na velocidade média dos usuários, ou seja, o tempo perdido com paradas durante as viagens diminuiu.

Tabela 52: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para os cenários atual, tendencial e prospectivo do município de Piraquara.

Parâmetro	Unidade	2020		2023		2026		
		Atual	Projeção	Proposta	Comparação	Projeção	Proposta	Comparação
Demandas Hora Pico Tarde	viagens	9.957	10.978	10.978		12.162	12.162	
Tempo total de viagens	min.	80.325,40	80.346,50	75.428,80	-6,12%	80.380,30	75.442,20	-6,14%
Tempo médio de viagens	min.	14,280	14,284	13,410	-6,12%	14,290	13,412	-6,14%
Tempo máximo de viagem	min.	71.304	71.304	71.304	0,00%	71.305	71.305	0,00%
Distância Total Percorrida	km	77.228,60	84.554,48	82.529,62	-2,39%	92.906,60	90.640,86	-2,44%
Velocidade Média	km/h	29,64	29,64	31,56	6,48%	29,64	31,55	6,44%
Parâmetro	Unidade	2020		2031		2041		
		Atual	Projeção	Proposta	Comparação	Projeção	Proposta	Comparação
Demandas Hora Pico Tarde	viagens	9.957	14.250	14.250		17.437	17.437	
Tempo total de viagens	min.	80.325,40	80.471,20	75.474,00	-6,21%	80.700,50	75.558,90	-6,37%
Tempo médio de viagens	min.	14,280	14,306	13,418	-6,21%	14,347	13,433	-6,37%
Tempo máximo de viagem	min.	71.304	71.307	71.307	0,00%	71.313	71.313	0,00%
Distância Total Percorrida	km	77.228,60	107.666,20	104.905,90	-2,56%	131.000,70	127.575,90	-2,61%
Velocidade Média	km/h	29,64	29,63	31,55	6,48%	29,61	31,54	6,52%

Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 116: Panorama 2023 com propostas estruturais da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 117: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2023 com propostas estruturais



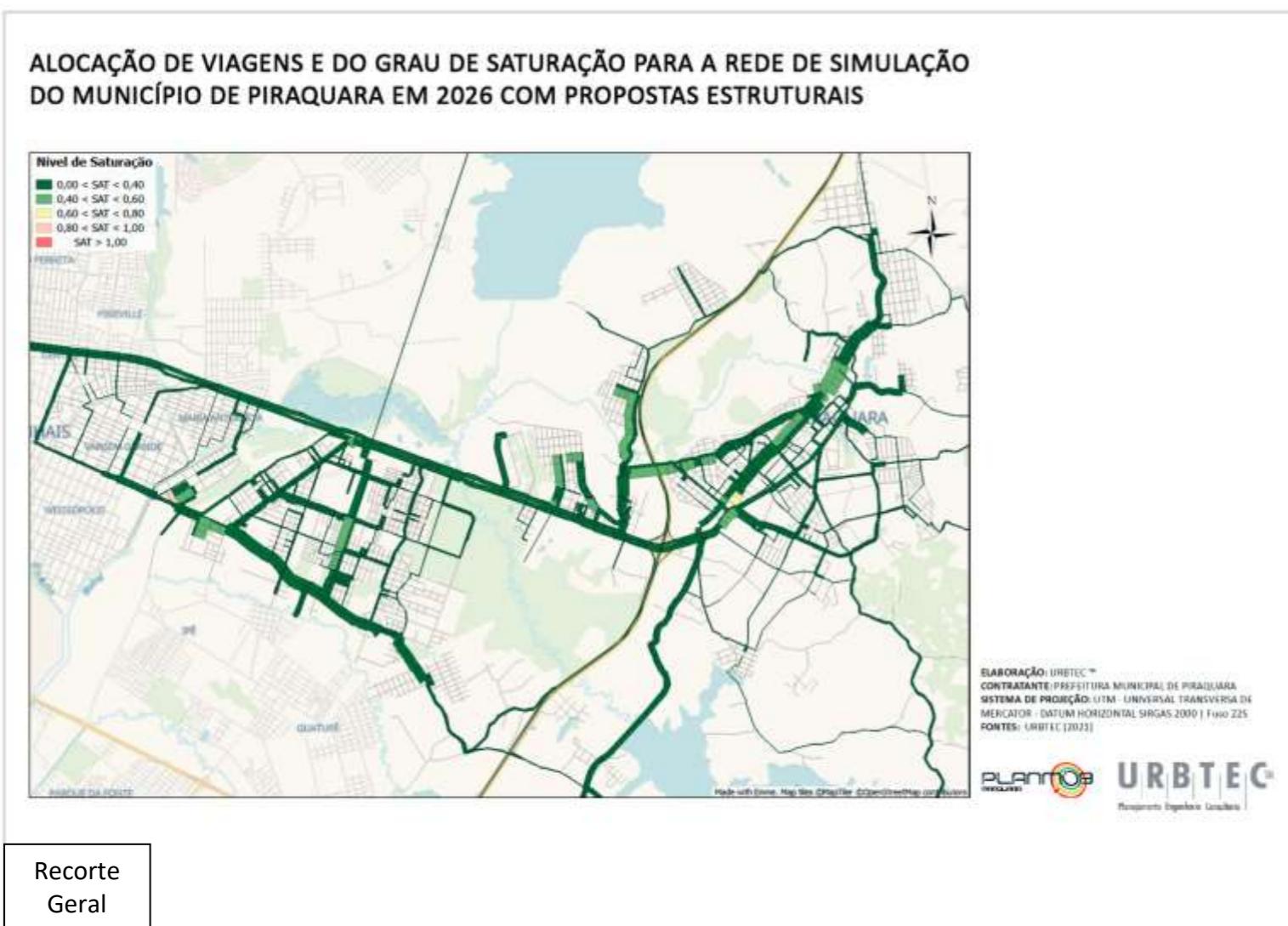
Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 118: Panorama 2026 com propostas estruturais da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 119: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2026 com propostas estruturais



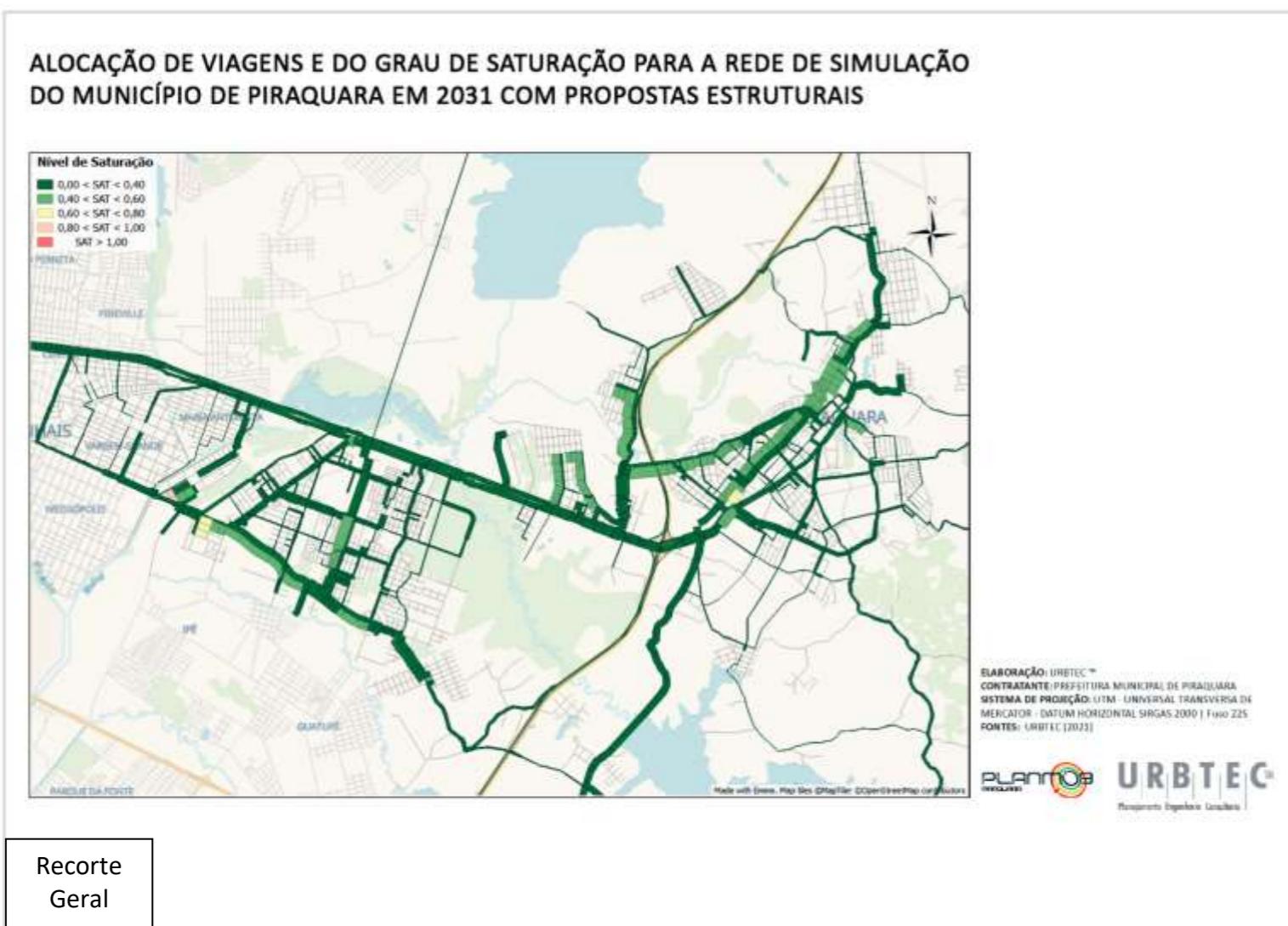
Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 120: Panorama 2031 com propostas estruturais da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 121: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2031 com propostas estruturais



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 122: Panorama 2041 com propostas estruturais da alocação de viagens para a rede de simulação do município de Piraquara



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 123: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Piraquara em 2041 com propostas estruturais



Fonte: URBTEC™ (2021)

5.1.2 INTERVENÇÕES OPERACIONAIS

Dentre as intervenções operacionais propostas, por sua vez sintetizadas no item 5.5, destacam-se as seguintes frente às implicações sobre o sistema de transporte privado:

- **Aumento da Caixa da Via da Av. Brasília**

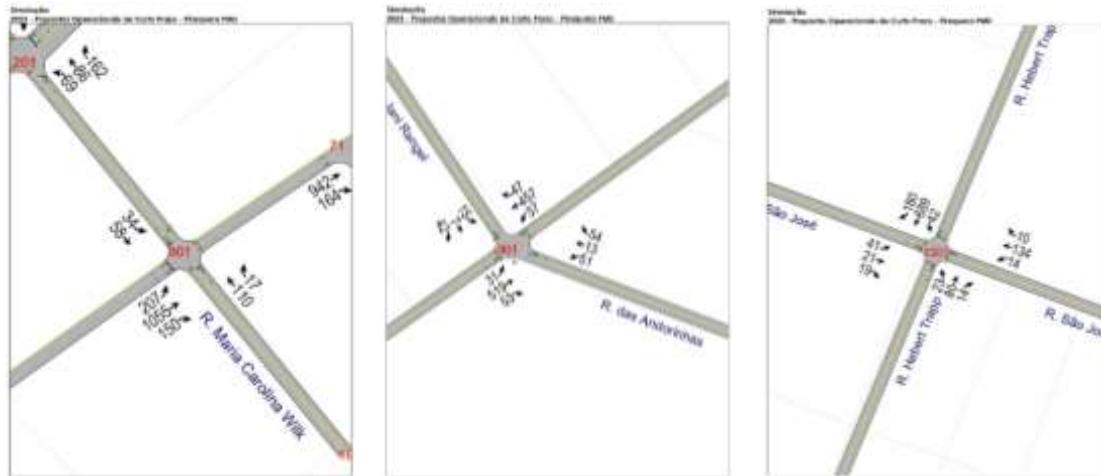
Por conta da inserção do novo Terminal no Santa Monica, a Av. Brasília ficará sobrecarregada, com a dimensão de caixa de via que existe atualmente. O aumento da caixa da via vem com intenção de trazer mais conforto para os veículos, facilitando as curvas dos ônibus (raio de curva) e o acesso para outros veículos, sem congestionar a Rodovia Deputado João Leopoldo Jacomel.

- **Implantação de Controle Semaforico**

A operação com via preferencial, pela implantação de sinalização horizontal e vertical de “PARE”, pode ser ineficiente a partir de volumes elevados de tráfego, resultando em tempos de espera elevado na via secundária. Considerando que a transposição da via principal é resultado da tomada de decisão do motorista, com tempos de espera elevados, esses tendem a realizar movimentos mais perigosos. Desse modo, propõe-se a implantação de sinalização semafórica de maneira imediata nas intersecções listadas a seguir, essa ação tem o objetivo de reorganizar o tráfego na região, bem como, aumentar a segurança viária na intersecção.

- R. Maria Carolina Wilk x R. Barão do Cerro Azul (Intersecção 003);
- R. Betonex x R. das Andorinhas (Intersecção 009);
- R. Herbert Trapp x R. São José (Intersecção 013).

Figura 124: Implantação de semáforos.



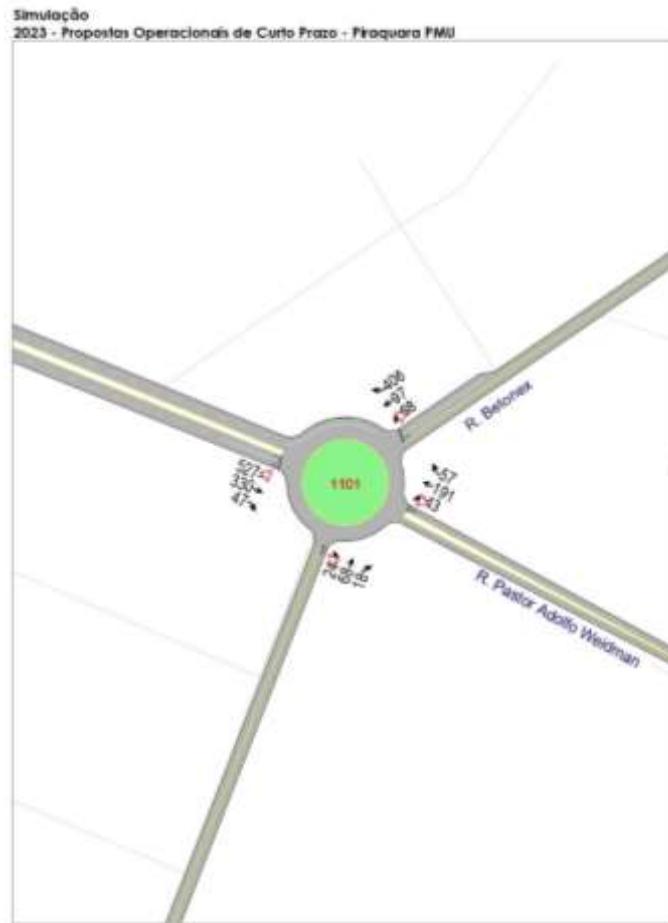
Fonte: URBTEC™ (2021)

- Adequação Geométrica do Cruzamento R. Betonex X R. Pastor Adolfo Weidmann**

A adequação geométrica consiste na atualização da geométrica de uma intersecção, com o objetivo de melhorar a eficiência operacional da mesma. Podem ser utilizados alguns recursos como: implantação de faixa adicional, implantação de faixa para conversão a esquerda e ou a direita, segregação de fluxos entre outros. No município de Piraquara foi identificada a necessidade de adequação de curto prazo na intersecção: R. Betonex x R. Pastor Adolfo Weidmann.

Propõe-se a implantação de faixa para conversão à direita, com extensão de aproximadamente 50 metros no sentido da Rua Betonex para Rua Pastor Adolfo Weidmann, sentido município de Pinhais. A Figura 105 apresenta um croqui esquemático dessa proposta:

Figura 125: Adequação Geométrica R. Betonex c Pastor Adolfo Weidmann



Fonte: URBTEC™ (2021)

5.1.2.1. RESULTADOS INTERVENÇÕES OPERAÇÕES NA MICROSSIMULAÇÃO

As intervenções operacionais impactam de maneira pontual na circulação viária de Piraquara. São propostas de implantação de curto prazo, que possuem objetivos de reorganizar o tráfego local, bem como, prover maior segurança viária.

Comparando a simulação realizada para o cenário atual, com a nova simulação que agrega as propostas de intervenções operacionais, observa-se maior equilíbrio nos tempos de atraso para transposição das intersecções avaliadas, bem como melhorias nos níveis de serviço para os anos de 2023 e 2026.

A Tabela 53 apresenta os resultados operacionais de tráfego das intersecções da rede de estudo, que tiveram propostas operacionais de intervenção, com os seguintes parâmetros avaliados:

- Atraso médio por veículo: expresso em segundos, corresponde à média dos atrasos de cada veículo da intersecção;
- Nível de Serviço HCM (2010): consiste no nível de serviço, conforme metodologia HCM 2010 que avalia os atrasos médios por veículo;
- Índice de Capacidade Utilizada: expresso em percentagem, representa a ocupação da intersecção, ou seja, a relação do volume sobre a capacidade;
- Nível de Serviço ICU (2003): consiste no nível de serviço, conforme metodologia ICU 2003 que avalia a ocupação da intersecção.

Tabela 53: Resultados operacionais da análise de microssimulação de tráfego para propostas de intervenções operacionais para os anos de 2023 e 2026.

Interseção		Descrição	2020	Atraso Médio Por Véhculo (seg.)				Atraso Adicional (seg)	
Pesq.	Mod.			2023-Tendencial	2023-Prop Operac.	2026-Tendencial	2026-Prop Operac.	2023(PO)-2023(T)	2026(PO)-2026(T)
03	301	R. Maria Carolina Wilk/R. Elvira Lorusso do Nascimento & R. Barão do Cerro Azul	10,9	19,6	13,2	28,1	13,9	-6,4	-14,2
09	901	R. Betonex & R. Jani Rangel/R. das Andorinhas	5,3	7,7	16,1	14,6	20,1	8,4	5,5
11	1101	R. Betonex & R. Pastor Adolfo Weidman	11,3	13,2	8,7	16,7	10,4	-4,5	-6,3
13	1301	R. Hebert Trapp & R. São José	11,4	25,7	26,4	35,6	27,6	0,7	-8,0
Interseção		Descrição	2020	Nível de Serviço - HCM				Alteração NS - HCM	
Pesq.	Mod.			2023-Tendencial	2023-Prop Operac.	2026-Tendencial	2026-Prop Operac.	2023(PO)-2023(T)	2026(PO)-2026(T)
03	301	R. Maria Carolina Wilk/R. Elvira Lorusso do Nascimento & R. Barão do Cerro Azul	B	C	B	D	B	B	B
09	901	R. Betonex & R. Jani Rangel/R. das Andorinhas	A	A	B	C	C	B	-
11	1101	R. Betonex & R. Pastor Adolfo Weidman	B	B	A	C	B	A	B
13	1301	R. Hebert Trapp & R. São José	B	D	C	E	C	C	C
Interseção		Descrição	2020	Índice de Capacidade Utilizada - ICU				Adicional de Ocupação	
Pesq.	Mod.			2023-Tendencial	2023-Prop Operac.	2026-Tendencial	2026-Prop Operac.	2023(PO)-2023(T)	2026(PO)-2026(T)
03	301	R. Maria Carolina Wilk/R. Elvira Lorusso do Nascimento & R. Barão do Cerro Azul	54,1%	61,7%	61,7%	67,3%	67,3%	0,0%	0,0%
09	901	R. Betonex & R. Jani Rangel/R. das Andorinhas	53,6%	58,3%	59,9%	63,9%	6,6%	1,6%	-57,3%
11	1101	R. Betonex & R. Pastor Adolfo Weidman	86,5%	94,2%	70,6%	103,4%	76,5%	-23,6%	-26,9%
13	1301	R. Hebert Trapp & R. São José	68,6%	74,8%	76,5%	82,3%	83,9%	1,7%	1,6%
Interseção		Descrição	2020	Nível de Serviço - ICU				Alteração NS - ICU	
Pesq.	Mod.			2023-Tendencial	2023-Prop Operac.	2026-Tendencial	2026-Prop Operac.	2023(PO)-2023(T)	2026(PO)-2026(T)
03	301	R. Maria Carolina Wilk/R. Elvira Lorusso do Nascimento & R. Barão do Cerro Azul	A	B	B	C	C	-	-
09	901	R. Betonex & R. Jani Rangel/R. das Andorinhas	A	B	B	C	C	-	-
11	1101	R. Betonex & R. Pastor Adolfo Weidman	E	F	C	G	D	C	D
13	1301	R. Hebert Trapp & R. São José	C	D	D	E	E	-	-

Fonte: URBTEC™ (2021)

Apresentamos, a seguir, o resultado da microssimulação para cada interseção, com propostas operacionais determinadas pelas metodologias HCM e ICU.

003 - R. Barão Do Cerro Azul X R. Maria Carolina Wilk

Proposta de implantação de sinalização semafórica.

Tabela 54: Resultados operacionais com propostas para a intersecção 03 - 301

003 - 301			Resultados HCM - Pico Tarde										ICU - Ind. Capac. Capac. NS		
Cenário	Aproximação Movimento		→			←			↑			↓			Total
			E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D	
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	188	959	136					100	15	31	53		1.482	
	Atraso (s/lane group)*	3,1	0,0						70,9			68,9		-	
	Nível de Serviço HCM	A	A						F			F		-	54,1% A
	Atraso por Aproximação (s)	1,6							70,9			68,9		10,9	
2023 - Projeção	Nível de Serviço HCM	A							F			F		B	
	Volume Hora Pico (VHP)	207	1.055	150					110	17	34	58		1.630	
	Atraso (s/lane group)*	3,3	0,0						52,5			247,1		-	
	Nível de Serviço HCM	A	A						F			F		-	61,7% B
2023 - Proposta	Atraso por Aproximação (s)	1,7							52,5			247,1		19,6	
	Nível de Serviço HCM	A							F			F		C	
	Volume Hora Pico (VHP)	207	1.055	150					110	17	34	58		1.630	
	Atraso (s/lane group)*	12,8							16,0			15,7		-	
2026 - Projeção	Nível de Serviço HCM	B							B			B		-	61,7% B
	Atraso por Aproximação (s)	12,8							16,0			15,7		13,2	
	Nível de Serviço HCM	B							B			B		B	
	Volume Hora Pico (VHP)	229	1.170	166					122	18	38	65		1.808	
2026 - Proposta	Atraso (s/lane group)*	3,5							75,3			364,4		-	
	Nível de Serviço HCM	A							F			F		-	67,3% C
	Atraso por Aproximação (s)	3,5							75,3			364,4		28,1	
	Nível de Serviço HCM	A							F			F		D	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

09 - R. Betonex X R. Das Andorinhas

Proposta de implantação de sinalização semafórica.

Tabela 55: Resultados operacionais com propostas para a intersecção 09 - 901

009 - 901		Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac. Capac. NS	
Cenário	Aproximação Movimento	→			←			↑			↓			Total	
		E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	14	6	38	46	12	49	28	472	48	34	415	43	1.205	
	Atraso (s/lane group)*		22,9			38,3			0,8			1,0		-	
	Nível de Serviço HCM	C			E			A			A		-	53,6% A	
	Atraso por Aproximação (s)	22,9			38,3			0,8			1,0			5,3	
2023 - Projeção	Nível de Serviço HCM	C			E			A			A			A	
	Volume Hora Pico (VHP)	15	7	42	51	13	54	31	519	53	37	457	47	1.326	
	Atraso (s/lane group)*		28,6			61,1			0,9			1,1		-	
	Nível de Serviço HCM	D			F			A			A		-	58,3% B	
2023 - Proposta	Atraso por Aproximação (s)	28,6			61,1			0,9			1,1			7,7	
	Nível de Serviço HCM	D			F			A			A			A	
	Volume Hora Pico (VHP)	15	7	42	51	13	54	31	519	53	37	457	47	1.326	
	Atraso (s/lane group)*		12,8			13,6			17,7			15,3		-	
2026 - Projeção	Nível de Serviço HCM	B			B			B			B		-	59,9% B	
	Atraso por Aproximação (s)	12,8			13,6			17,7			25,3			16,1	
	Nível de Serviço HCM	B			B			B			B			B	
	Volume Hora Pico (VHP)	17	7	46	56	15	60	34	576	59	41	506	52	1.470	
2026 - Proposta	Atraso (s/lane group)*		40,9			130,9			1,1			1,3		-	
	Nível de Serviço HCM	E			F			A			A		-	63,9% B	
	Atraso por Aproximação (s)	40,9			130,9			1,1			1,3			14,6	
	Nível de Serviço HCM	E			F			A			A			B	

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

11 - R. Pastor Adolfo Weidmann X R. Betonex

Propostas de readequação geométrica.

Tabela 56: Resultados operacionais com propostas para a intersecção 011 - 1101

011 - 1101		Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac. Capac. NS		
Cenário	Aproximação Movimento	→			←			↑			↓			Total		
		E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D			
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	479	300	43	39	174	52	22	62	16	62	88	369	1.706		
	Atraso (s/lane group)*	11,4	8,3			10,9			9,2			13,8		-		
	Nível de Serviço HCM	B	A			B			A			B		-	86,5% E	
	Atraso por Aproximação (s)	10,1			10,9			9,2			13,8		11,3			
2023 - Projeção	Nível de Serviço HCM	B			B			A			B		B			
	Volume Hora Pico (VHP)	527	330	47	43	191	57	24	68	18	68	97	406	1.877		
	Atraso (s/lane group)*	13,2	9,1			12,7			10,3			16,8		-		
	Nível de Serviço HCM	B	A			B			B			C		-	94,2% F	
2023 - Proposta	Atraso por Aproximação (s)	11,5			12,7			10,3			16,8		13,2			
	Nível de Serviço HCM	B			B			B			C		B			
	Volume Hora Pico (VHP)	527	330	47	43	191	57	24	68	18	68	97	406	1.877		
	Atraso (s/lane group)*	13,2	9,1			12,7			10,3			6,1	0,0	-		
2026 - Projeção	Nível de Serviço HCM	B	A			B			B			A	A	-	70,6% C	
	Atraso por Aproximação (s)	11,5			12,7			10,3			1,8		8,7			
	Nível de Serviço HCM	B			B			B			A		A			
	Volume Hora Pico (VHP)	584	366	52	48	212	63	27	76	20	76	107	450	2.081		
2026 - Proposta	Atraso (s/lane group)*	16,4	10,3			15,5			11,9			22,8		-		
	Nível de Serviço HCM	C	B			C			B			C		-	103,4% G	
	Atraso por Aproximação (s)	13,9			15,5			11,9			22,8		16,7			
	Nível de Serviço HCM	B			C			B			C		C			

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

13 - R. Hebert Trapp X R. São José

Proposta de implantação de sinalização semafórica.

Tabela 57: Resultados operacionais com proposta para a intersecção 13 - 1301

013 - 1301		Resultados HCM - Pico Tarde												ICU - Ind. Capac. Capac. NS	
Cenário	Aproximação Movimento	→			←			↑			↓			Total	
		E	T	D	E	T	D	E	T	D	E	T	D		
2020 - Atual	Volume Hora Pico (VHP)	37	19	17	13	122	9	21	73	13	38	626	164	1.152	
	Atraso (s/lane group)*	58,4				55,9			2,1			0,7		-	
	Nível de Serviço HCM	F				F			A			A		-	68,6% C
	Atraso por Aproximação (s)	58,4			55,9			2,1			0,7		11,4		
2023 - Projeção	Nível de Serviço HCM	F			F			A			A		B		
	Volume Hora Pico (VHP)	41	21	19	14	134	10	23	80	14	42	689	180	1.267	
	Atraso (s/lane group)*	193,1			101,0			2,3			0,8		-		
	Nível de Serviço HCM	F			F			A			A		-	74,8% D	
2023 - Proposta	Atraso por Aproximação (s)	193,1			101,0			2,3			0,8		25,7		
	Nível de Serviço HCM	F			F			A			A		D		
	Volume Hora Pico (VHP)	41	21	19	14	134	10	23	80	14	42	689	180	1.267	
	Atraso (s/lane group)*	18,5			20,4			6,6			30,7		-	76,5% D	
2026 - Projeção	Nível de Serviço HCM	B			C			A			C		C		
	Atraso por Aproximação (s)	18,5			20,4			6,6			30,7		26,4		
	Nível de Serviço HCM	B			C			A			C		C		
	Volume Hora Pico (VHP)	45	23	21	16	149	11	26	89	16	46	764	200	1.405	
2026 - Proposta	Atraso (s/lane group)*	336,4			106,5			2,5			1,0		-		
	Nível de Serviço HCM	F			F			A			A		-	82,3% E	
	Atraso por Aproximação (s)	336,4			106,5			2,5			1,0		35,6		
	Nível de Serviço HCM	F			F			A			A		E		

* E - Esquerda; T - Transpor; D - Direita; R - Retorno

Fonte: URBTEC™ (2021)

5.2 SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO

Em virtude do impacto negativo em termos de tempo generalizado do usuário do transporte coletivo do município de Piraquara, propõe-se, neste item, um cenário propositivo, alternativo, visando mitigar os efeitos no ajuste do sistema. Nessa alternativa são estruturadas redes de linhas operantes tanto no Novo Terminal Piraquara, quanto no Terminal Piraquara (em operação)³, que se encontra atualmente em operação. Além disso, são assumidas duas diretrizes adicionais:

- A frequência mínima das linhas é de 2 viagens por hora, ou seja, intervalos máximos de 30 minutos;
- Implementação de linha pendular entre os dois terminais, circulando pela nova diretriz viária da Av. Marechal Deodoro da Fonseca/Av. Nações Unidas;

O cenário será avaliado em dois contextos: um no qual os únicos pontos de integração gratuita são o Terminal de Pinhais e o Novo Terminal Piraquara; no segundo, o Terminal de Piraquara será uma alternativa à integração também gratuita. Nos dois casos, a estruturação das linhas é mantida da mesma forma: dentre outras alterações, que serão indicadas a seguir, uma das linhas com destino a Curitiba, estendendo-se até a sede do município, garantindo alternativa aos usuários do sistema.

A inclusão do Terminal Piraquara, como elemento estruturante da rede de linhas do sistema, resulta em modificações na dinâmica de mobilidade do sistema, incluindo o reposicionamento da localização das transferências. Com ou sem gratuidade nas transferências realizadas nele, e em relação ao cenário base, o número de transferências totais tem um acréscimo da ordem de 7% das viagens na hora de pico. Detalhando as transferências dos terminais nesses cenários propositivos, nos dois contextos – sem e com gratuidade, respectivamente – o Terminal de Pinhais apresenta 1.145 e 1.129 transferências, o Novo Terminal de Piraquara apresenta 2.469 e 2.420

³ Doravante, neste documento, serão denominados dessa maneira, Novo Terminal Piraquara, referente à nova localização do terminal e Terminal Piraquara, referente à localização em que opera atualmente.

transferências e, o Terminal de Piraquara, 84 e 388 transferências. A proporção é ilustrada a seguir, na Figura 126, quando não considerada a gratuidade nas transferências do Terminal Piraquara, e, na Figura 127, considerando gratuidade nas transferências do Terminal Piraquara.

Figura 126: Terminais de atendimento ao transporte coletivo em Piraquara (cenário propositivo, sem gratuidade no Terminal Piraquara)

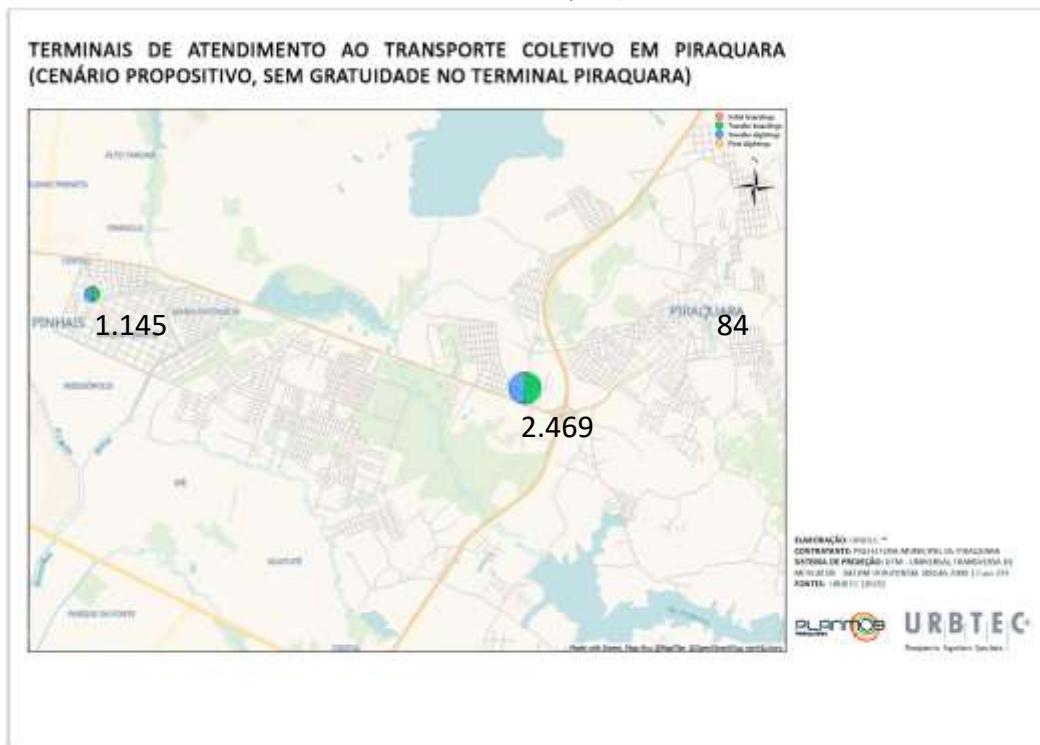


Figura 127: Terminais de atendimento ao transporte coletivo em Piraquara (cenário proppositivo, com gratuidade no Terminal Piraquara)



Fonte: URBTEC™ (2021)

Para redução das taxas de ocupação mais altas detectadas nos pontos críticos do sistema (item 3.2.7.3), as linhas que apresentam frequências acima de 30 minutos foram reduzidas a esse valor máximo. Como exemplos de linhas enquadradas nessa situação, cita-se a D18 – Planta Deodoro/São Cristóvão, I40 – Piraquara/Quatro Barras e I60 – Piraquara/Afonso Pena.

Em termos gerais, a estruturação do sistema permite o agrupamento das linhas com base nos terminais de apoio e no tipo de operação. Assim, a Figura 128 apresenta as linhas troncais que garantem a movimentação entre os terminais; a Figura 129 apresenta as linhas de alimentação do Novo Terminal Piraquara, ao passo que a Figura 130 ilustra as linhas de alimentação do Terminal Piraquara. Por fim, as linhas de alimentação do Terminal Pinhais são apresentadas na Figura 131.

Figura 128: Linhas troncais Pinhais-Curitiba-Piraquara (propositivo)



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 129: Linhas alimentadoras Novo Terminal Piraquara (propositivo)



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 130: Linhas alimentadoras Terminal Piraquara (propositivo)



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 131: Linhas alimentadoras Terminal Pinhais (propositivo)



Fonte: URBTEC™ (2021)

5.2.1 ALTERAÇÕES DE LINHAS

A estrutura de linhas, desta proposta, parte do pressuposto da redistribuição de linhas entre o Terminal Piraquara e o Novo Piraquara, estabelecendo serviços de alimentação de bairros aos terminais, bem como serviços troncalizados de movimentação entre eles, e até Curitiba, principal destino da matriz de viagens da hora de pico do sistema de transporte coletivo.

Assim, as linhas D11 – Planta Deodoro, D12 – São Cristóvão, D13 – Piraquara/Boscardin, D18 – Planta Deodoro/São Cristóvão mantêm o desenho em operação, sem modificações, já que atualmente compõe a atual bacia de alimentação do Terminal Piraquara. A linha D61 – Piraquara – Santos Andrade cumpre o papel de linha troncal até Curitiba

As linhas D14 – Prefeitura/Terminal de Pinhais, D17 – Pendular Norte, D21 – Santa Mônica, D23 – Vila Macedo, D31 – Bela Vista, D66 – Direto Piraquara, I40 –

Piraquara – Quatro Barras e passam por alterações nos seus itinerários, que serão detalhados e ilustrados a seguir

Algumas linhas, como a C11 – Jardim Holandês, C12 – Vila Nova, C13 – Santa Clara e D22 – Guarituba, que atendem o Terminal Pinhais, não passaram por alterações, permanecem na função de alimentação deste terminal, sem modificações.

Por fim, é proposta uma nova linha, denominada neste relatório como P01, com a finalidade de integrar os dois terminais do município de Piraquara. Seu detalhamento também é apresentado na sequência:

Essa combinação de linhas foi avaliada nos dois contextos: o de integração gratuita exclusivamente no Novo Terminal Piraquara, e em ambos os terminais. Os resultados obtidos são apresentados no item 5.2.3.

5.2.1.1. LINHA D14 – PREFEITURA/TERMINAIS DE PINHAIS

Realizada redução da rota, encurtando o segmento final, que vai, nesse cenário, apenas até o Novo Terminal Piraquara.

Figura 132: Linha D14 – Prefeitura/Terminal de Pinhais, cenário base vs cenário proposto



Fonte: URBTEC™ (2021)

5.2.1.2. LINHA D17 – PENDULAR NORTE

Dividida em duas linhas distintas, atendendo regiões separadas, a primeira atendendo a Borda do Campo São Sebastião e a segunda atendendo a área da Planta São Tiago.

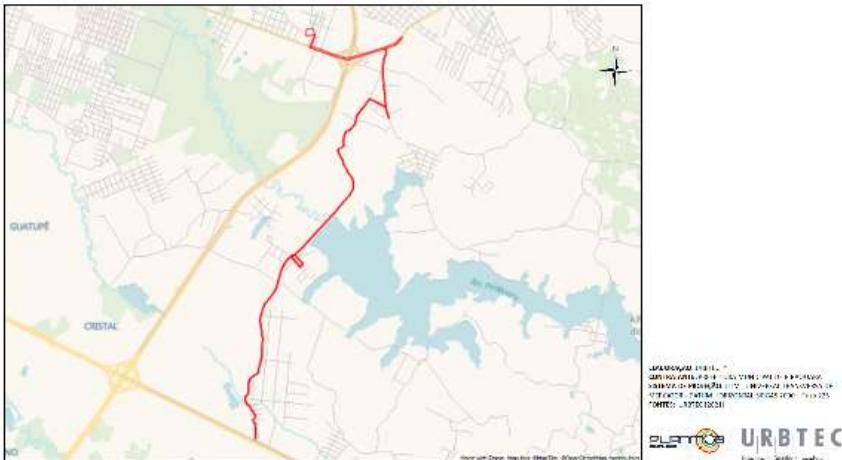
Figura 133: Linha D17 – Pendular Norte, cenário base



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 134: Linhas D17 – Pendular Norte, cenário proposto, linhas D17A e D17B

LINHAS D17 – PENDULAR NORTE, CENÁRIO PROPOSTO, LINHA D17A



LINHAS D17 – PENDULAR NORTE, CENÁRIO PROPOSTO, LINHA D17B



Fonte: URBTEC™ (2021)

5.2.1.3. LINHA D21 – SANTA MÔNICA

Realizado pequeno ajuste no trajeto para garantir passagem pelo Novo Terminal Piraquara.

Figura 135: Linha D21 –Santa Mônica, cenário base vs cenário proposto

LINHA D21 – SANTA MÔNICA, CENÁRIO BASE



LINHA D21 – SANTA MÔNICA, CENÁRIO PROPOSTO



Fonte: URBTEC™ (2021)

5.2.1.4. LINHA D23 – VILA MACEDO

Sem alteração significativa de traçado, mas entrando no Novo Terminal Piraquara.

Figura 136:Linha D23 –Vila Macedo, cenário base vs cenário proposto

LINHA D23 –VILA MACEDO, CENÁRIO BASE



LINHA D23 –VILA MACEDO, CENÁRIO PROPOSTO



Fonte: URBTEC™ (2021)

5.2.1.5. LINHA D31 – BELA VISTA

Realizado pequeno ajuste no trajeto para garantir passagem pelo Novo Terminal Piraquara.

Figura 137:Linha D31 –Bela Vista, cenário base vs cenário proposto

LINHA D31 –BELA VISTA, CENÁRIO BASE



LINHA D31 –BELA VISTA, CENÁRIO PROPOSTO



Fonte: URBTEC™ (2021)

5.2.1.6. LINHA D66 – DIRETO PIRAUARA

Realizada redução da rota, encurtando segmento final que vai até o atual Terminal Piraquara.

Figura 138:Linha D66 –Direto - Piraquara, cenário base vs cenário proposto

LINHA D66 –DIRETO – PIRAUARA, CENÁRIO BASE



LINHA D66 –DIRETO – PIRAUARA, CENÁRIO PROPOSTO



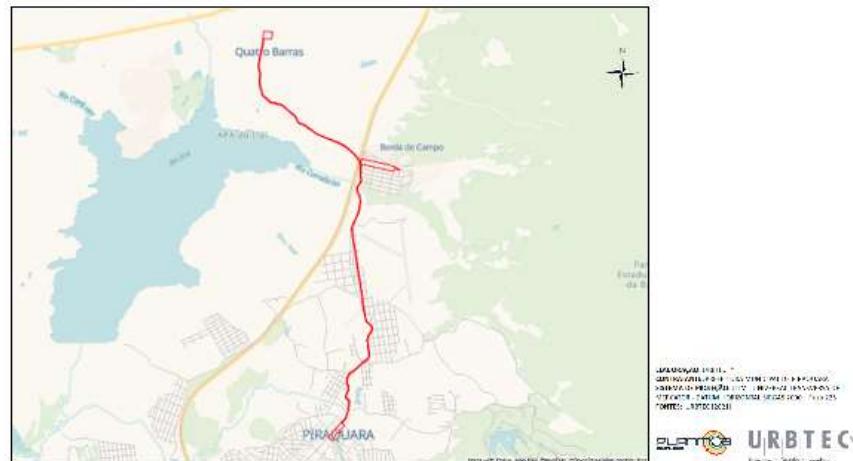
Fonte: URBTEC™ (2021)

5.2.1.7. LINHA I40 –PIRAQUARA – QUATRO BARRAS

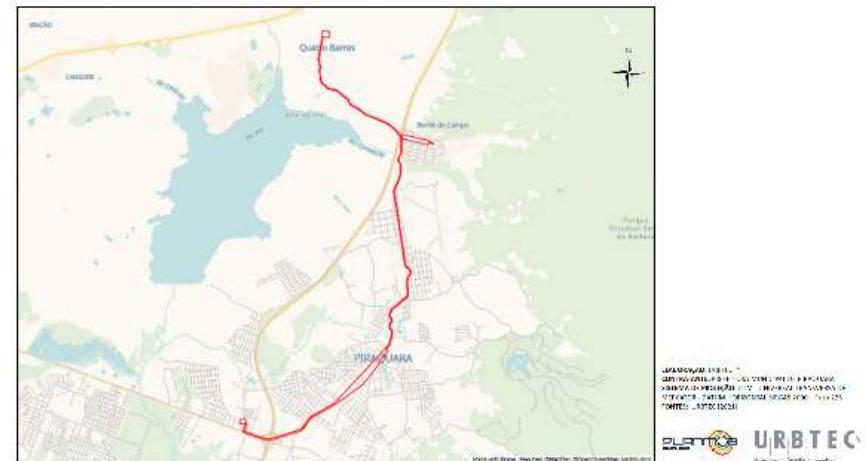
Realizada extensão da rota até o Novo Terminal Piraquara.

Figura 139:Linha I40 – Piraquara – Quatro Barras, cenário base vs cenário proposto

LINHA I40 – PIRAQUARA – QUATRO BARRAS, CENÁRIO BASE



LINHA I40 – PIRAQUARA – QUATRO BARRAS, CENÁRIO PROPOSTO



Fonte: URBTEC™ (2021)

5.2.1.8. LINHA I60 –PIRAQUARA – AFONSO PENA

Realizada redução da rota, encurtando o segmento final, que vai até o atual Terminal Piraquara.

Figura 140:Linha I60 – Piraquara – Afonso Pena, cenário base vs cenário proposto

LINHA I60 – PIRAQUARA – AFONSO PENA, CENÁRIO BASE



LINHA I60 – PIRAQUARA – AFONSO PENA, CENÁRIO PROPOSTO

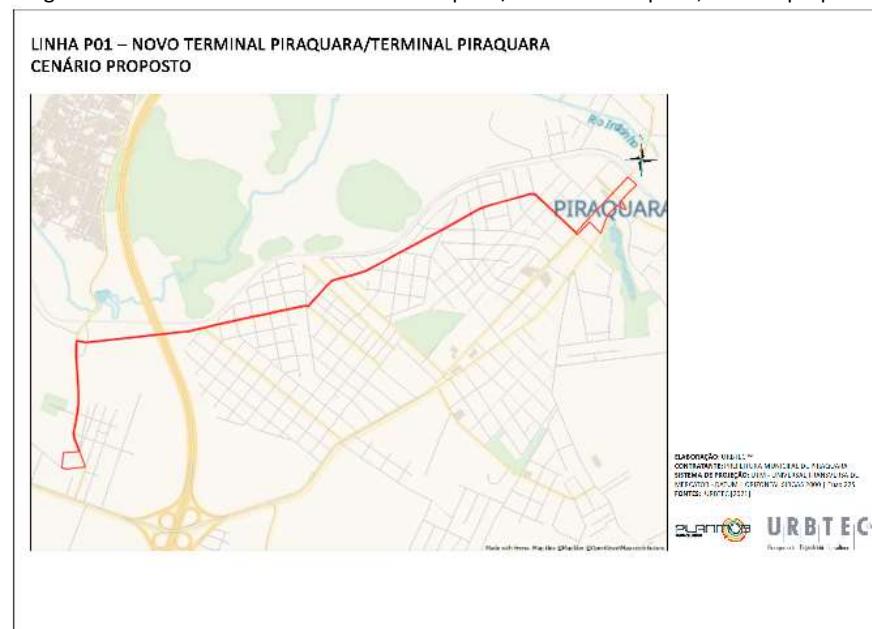


Fonte: URBTEC™ (2021)

5.2.1.9. LINHA P01 –TERMINAL PIRAQUARA-NOVO TERMINAL PIRAQUARA

A linha P01 é um trajeto novo, com o objetivo de conectar os dois Terminais de Piraquara, por meio da nova diretriz viária, estabelecida na Rua Marechal Deodoro da Fonseca e Av. dos Estados. Sua presença no modelo de simulação conta com uma alta frequência, para estimular sua adoção como estratégia de viagem, fomentar o desenvolvimento da região ao Norte da Rodovia Deputado João Leopoldo Jacomel e desviar parte do fluxo desse corredor.

Figura 141: Linha P01 – Novo Terminal Piraquara/Terminal Piraquara, cenário proposto



Fonte: URBTEC™ (2021)

5.2.2 PRÉ DIMENSIONAMENTO

Utilizando metodologia similar ao pré-dimensionamento desenvolvido para o cenário tendencial, estimam-se os seguintes indicadores operacionais, apresentados, na Tabela 58. Destaca-se que, no mesmo Quadro a seguir, as estimativas de passageiros na hora de pico, bem como de volume máximo em segmento da linha, são apresentados para as duas possibilidades de operação, com ou sem gratuidade nas transferências realizadas no Terminal Piraquara.

Tabela 58: Pré-dimensionamento do sistema de transporte coletivo em cenário proposto

Código	Linha	Estimativa de veículos em operação	Veículos totais (com frota reserva)	Intervalo (min)	Extensão (Km)	Tempo de viagem (min)	Vel. média considerada (Km/h)	Tipo de veículo	Sem gratuidade no T. Piraquara		Com gratuidade no T. Piraquara	
									Passageiros na hora pico	Volume máximo na hora pico	Passageiros na hora pico	Volume máximo na hora pico
C11	JARDIM_HOLADES	3	3,3	8,57	9,06	17,23	31,5	Art.	461	401	460	401
C12	VILA_NOVA	3	3,3	12	14,8	25,39	35,0	Art.	517	370	517	371
C13	STA_CLARA	1	1,1	55	23,18	38,36	36,3	Conv.	47	35	47	35
D11	PLANTA_DEODORO	2	2,2	15	8,24	18,73	26,4	Conv.	22	20	38	34
D12	SAO_CRISTOVAO	2	2,2	12	8,24	18,73	26,4	Conv.	28	25	48	43
D13	INT-/PIRAQ_BOSCARDIN	1	1,1	30	12,07	24,63	29,4	Conv.	91	50	91	50
D14	PREFEITURA_TERM_PINHAIS	4	4,4	20	36,22	67,63	32,1	Conv.	684	459	683	459
D17A	PENDULAR_NORTE (BORDA DO CAMPO DE SÃO SEBASTIÃO)	2	2,2	30	22,57	43,58	31,1	Conv.	294	221	294	221
D17B	PENDULAR_NORTE (PLANTA SÃO TIAGO)	2	2,2	30	15,81	32,27	29,4	Conv.	578	467	580	467
D18	PLANTA_DEODORO-SAO_CRISTOVAO	1	1,1	30	6,98	16,43	25,5	Conv.	11	11	27	26
D21	SANTA_MONICA	5	5,5	15	24,17	58,01	25,0	Conv.	321	273	315	261
D22	GUARITUBA	6	6,6	8,57	21,13	44,08	28,8	Conv.	431	238	413	238
D23	VILA_MACEDO	6	6,6	12	28,33	64,94	26,2	Conv.	912	773	897	763
D31	JD_BELA_VISTA	7	7,7	10	28,88	64,15	27,0	Art.	788	716	733	677
D61	PIRAQ_STOS_ANDRADE	17	18,7	5,45	45,61	87,83	31,2	Art.	1199	849	1307	912
D66	DIRETO_PIRAQUARA	7	7,7	12	37,17	73,64	30,3	Conv.	1799	1684	1727	1623
I40	PIRAQ_QUATRO_BARRAS	2	2,2	30	32,03	51,92	37,0	Conv.	841	568	784	512
I60	PIRAQUARA_AFONSO_PENA	2	2,2	30	23,49	40,64	34,7	Conv.	67	35	66	35
P01	NOVO TERMINAL-TERMINAL PIRAQUARA	5	5,5	5	10,44	19,55	32,0	Conv.	265	168	400	242
TOTAL		78	86			VELOC. MÉDIA	30,3					

Fonte: URBTEC™ (2021)

5.2.3 CUSTO GENERALIZADO

Admitindo os mesmos parâmetros comparativos utilizados entre o cenário base e o tendencial, indicados no Item 4.2.3, incluem-se na análise os indicadores do cenário propositivo. Observa-se que as viagens sem transferências, que haviam aumentado na ordem de 18% no cenário tendencial, aumentam, no cenário propositivo

em relação ao cenário base (indistintamente se há ou não gratuidade no Terminal Piraquara), aproximadamente 7%.

O principal ponto de impacto em que há distinção entre os cenários propositivos, com ou sem gratuidade, é a indicação do tempo generalizado, no qual há uma redução de 1% no cenário em que há gratuidade no Terminal Piraquara, contra um aumento da ordem de 1%, quando a gratuidade na transferência nesse terminal é retirada. Uma síntese é apresentada na Tabela 59.

Tabela 59: Custo generalizado e outros indicadores quantitativos de alteração na rede de transporte coletivo (cenários propostos)

INDICADOR	CENÁRIO BASE	CENÁRIO 01 - TENDENCIAL	% (TENDENCIAL EM RELAÇÃO AO CENÁRIO BASE)	CENÁRIO 02 - PROPOSTO SEM GRATUIDADE NO T. PIRAQUARA	% (PROPOSTO EM RELAÇÃO AO CENÁRIO BASE)	CENÁRIO 02 - PROPOSTO COM GRATUIDADE NO T. PIRAQUARA	% (PROPOSTO EM RELAÇÃO AO CENÁRIO BASE)
Tempo generalizado (min)	1.034.297	1.165.950	13%	1.044.300	1%	1.020.372	-1%
Tempo dentro do veículo (min)	229.259	194.816	-15%	189.771	-17%	190.558	-17%
Demandas de viagens sem transbordo	2.109	1.728	-18%	1.872	-11%	1.870	-11%
Demandas de viagens com transbordo	3.334	3.714	11%	3.571	7%	3.573	7%

Fonte: URBTEC™ (2021)

5.3 DIMENSIONAMENTO VIÁRIO

O dimensionamento do sistema viário consiste em uma ferramenta para definir parâmetros e dimensões das novas ligações viárias, bem como para a revitalização de vias existentes. Um instrumento para definição do dimensionamento é a hierarquia viária, em que são definidas, além do dimensionamento viário, a função das vias do município.

A fixação de uma determinada hierarquia ao sistema viário deve levar em conta, não somente a função que a mesma cumpre para a realização dos deslocamentos, mas, eventuais interconexões aos deslocamentos futuros previstos, devido à expansão da cidade, ao crescimento da demanda e às mudanças na organização viária, seja para aumento da capacidade viária, priorização ao transporte coletivo e/ou priorização ao transporte não motorizado. Para isso, vários aspectos

devem ser levados em consideração, tais como fluxo de tráfego, tipos de veículos, velocidade de operação, necessidade de vagas de estacionamento, intensidade do fluxo de pedestres e tipo de ocupação dos terrenos lindeiros. O Código Trânsito de Brasileiro (CTB – Lei 9.503/1997) estabelece critérios para a identificação e hierarquização funcional das vias dentro de uma malha viária.

Dadas as inconsistências observadas no dimensionamento atual, demonstradas no item 3.3, e a necessidade de compatibilizar as hierarquias viárias com as normativas estipuladas no CTB, propõem-se, conforme solicitado no item 4.5.1.2 do Termo de Referência, a readequação de sua nomenclatura e revisão de suas dimensões, de acordo com os objetivos do presente Plano de Mobilidade. Ressalta-se que são apresentadas, neste relatório, as propostas iniciais, que por sua vez serão aprofundadas e aprimoradas nas fases subsequentes do plano.

5.3.1 CLASSIFICAÇÃO VIÁRIA

O sistema viário de um município pode se apresentar como instrumento de indução à ocupação e adensamento em determinadas áreas e fator preponderante na ocupação do solo, obedecendo os moldes previstos pela municipalidade. Entretanto, dependendo das condições físicas e operacionais existentes e/ou implantadas para determinada via, os efeitos podem ser nocivos, provocando a degradação do uso do solo lindeiro e do espaço público. Por exemplo, elevados índices de saturação e congestionamentos, associados às condições geométricas desfavoráveis, normalmente ocasionam a evasão de diversas atividades locais.

Em contrapartida, uma malha viária funcionalmente bem organizada, geometricamente bem dimensionada, que facilite as condições de deslocamento de bens, mercadorias e pessoas, especialmente as que se deslocam a pé e embarcadas em veículos de transporte público coletivo, é fator local decisivo para atração de investimentos.

Isso posto, podemos definir Classificação Viária como modo de distinguir, em conjunto, as ruas que apresentem características semelhantes, em termos de uso do espaço destinado à mobilidade, bem como de uso e ocupação das propriedades

lindeiras. A classificação viária é em função da natureza das vias, suas características geométricas anteriores - largura e extensão, nível de articulação interurbana e regional, dinâmica do trânsito gerado por atividades instaladas ao longo das vias, existentes e previstas.

As vias urbanas são classificadas considerando suas características funcionais e físicas. Segundo o CTB são quatro tipos (Art. 60):

- Vias Expressas ou Vias de Trânsito Rápido: sem interseções em nível, controle de acesso e sem travessia de pedestres em nível.
- Vias Arteriais: com interseções em nível (normalmente semaforizadas), travessias de pedestres e acesso a imóveis lindeiros.
- Vias Coletoras: Vias destinadas a distribuir o tráfego oriundo de vias arteriais e expressas para as zonas da cidade (ex.: bairros).
- Vias Locais: caracterizadas por transposições em nível não semaforizadas, acesso local. Ideais para utilização de elementos de segurança viária para controle de velocidade (traffic calming).

A via, de acordo com sua classificação, deverá ter sua velocidade regulamentada pela sinalização vertical. De acordo com o CTB, somente a sinalização vertical regulamenta a velocidade da via. A sinalização horizontal deve ser inserida somente de forma a complementar a sinalização vertical e de advertência.

Quadro 11: Velocidades apropriadas a cada via conforme classificação

Classificação pelo CTB	Principal Característica	
	Funcional	Operacional
Expressas ou de trânsito rápido	Deslocamentos de longa distância	
Arteriais	Ligações entre os bairros	
Coletoras	Circulação nos bairros	

Classificação pelo CTB	Principal Característica	
	Funcional	Operacional
Locais	Acesso às moradias	

Fonte: Código de Trânsito Brasileiro (1997), adaptado por URBTEC™ (2021)

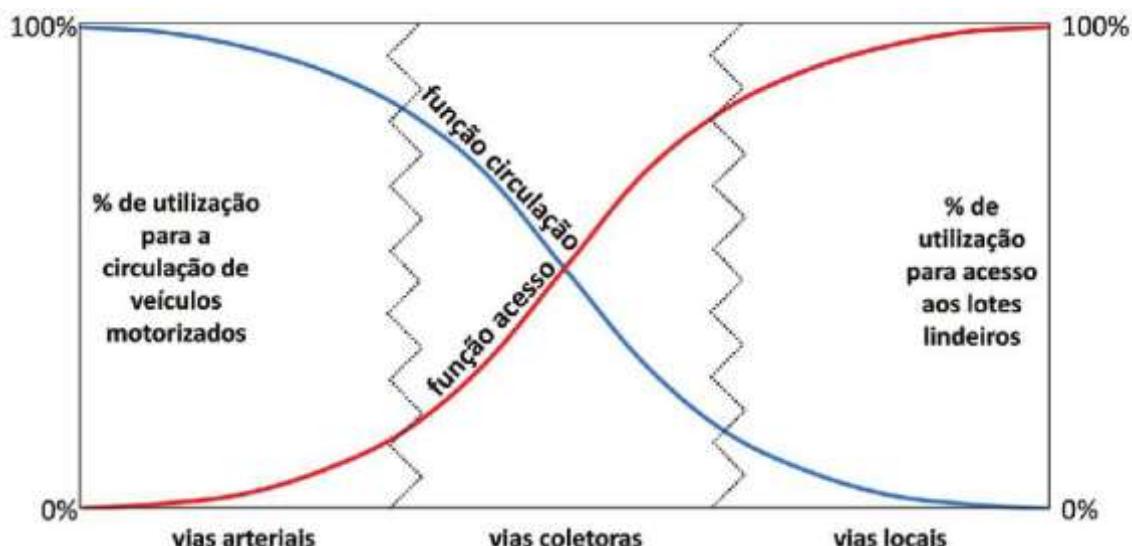
As entidades ou órgãos de trânsito podem regulamentar velocidades superiores ou inferiores àquelas pré-estabelecidas pelo CTB, por meio de sinalização.

5.3.2 CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL

As vias classificadas apresentam funções relacionadas à acessibilidade e à circulação na malha urbana:

- Função Circulação: consiste nas vias que propiciam grandes deslocamentos, tem a função de realizar a ligação entre bairros, predominantemente possuem tráfego de passagem.
- Função Acesso: consiste nas vias de circulação nos bairros que permitem acesso a centralidades específicas (áreas comerciais, terminais de integração, equipamentos urbanos, etc.) e o acesso local a edificações.

Figura 142: Pesos relativos das funções circulação e acesso em função da tipologia.



Fonte: Instituto da Mobilidade e dos Transportes, IP (2008)

5.3.3 CRITÉRIOS PARA HIERARQUIZAÇÃO FUNCIONAL DO SISTEMA VIÁRIO

A definição de uma determinada hierarquia ao sistema viário deve levar em conta, não somente a função que a mesma cumpre para a realização dos deslocamentos, mas, eventuais interconexões a deslocamentos futuros previstos, devido à expansão da cidade, crescimento da demanda e mudanças na organização viária, seja para aumento da capacidade viária, priorização ao transporte coletivo e/ou priorização ao transporte não motorizado.

Devem ser levados em consideração, para a definição da hierarquia, aspectos como fluxo de tráfego, tipos de veículos, velocidade de operação, necessidade de vagas de estacionamento, intensidade do fluxo de pedestres e tipo de ocupação dos terrenos lindeiros.

O Código de Trânsito Brasileiro estabelece critérios para a identificação e hierarquização funcional das vias, dentro de uma malha viária, por premissas apresentadas na tabela abaixo.

Quadro 12: Função das vias classificadas

	Vias Locais	Vias Coletoras	Vias Arteriais
Atividades predominantes	<ul style="list-style-type: none"> • Caminhada a pé; • Acesso de veículos; • Veículos lentos em movimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Movimentos veiculares no início e fim de viagens; • Paradas de coletivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tráfego para vias expressas; • Operação de coletivos; • Trajetos de média e curta duração.
Tráfego local	Comum (função essencial)	Grande	Pequeno
Estacionamento de veículos	Permitido (exceto em locais inseguros)	Permitido e muito utilizado	Restrito (em função das condições de tráfego)
Acesso veicular ao uso de solo	Permitido (função essencial)	Disciplinados (locais seguros)	Restrito e protegido (polos geradores de tráfego)
Movimento de pedestres	Livre com cruzamentos aleatórios	Controle em faixa de pedestres	Protegido canalizado (interferência mínima no tráfego)
Características da via	Pista simples sem divisão	Pista simples ou separadores simples	Pistas separadas por canteiro largo, faixas largas e baias de conversão

Fonte: Código de Trânsito Brasileiro (1997), adaptado por URBTEC™ (2021)

Os critérios apresentados pelo Código Brasileiro de Trânsito consistem em uma recomendação para as novas vias a serem implantadas no município. Devido à dinâmica de ocupação do município no passado, algumas características físicas não correspondem às prerrogativas do CTB, porém, é importante ressaltar que, além das características físicas, a função da via no contexto do município é o principal elemento para a sua classificação viária.

5.3.4 PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO E HIERARQUIZAÇÃO FUNCIONAL DO SISTEMA

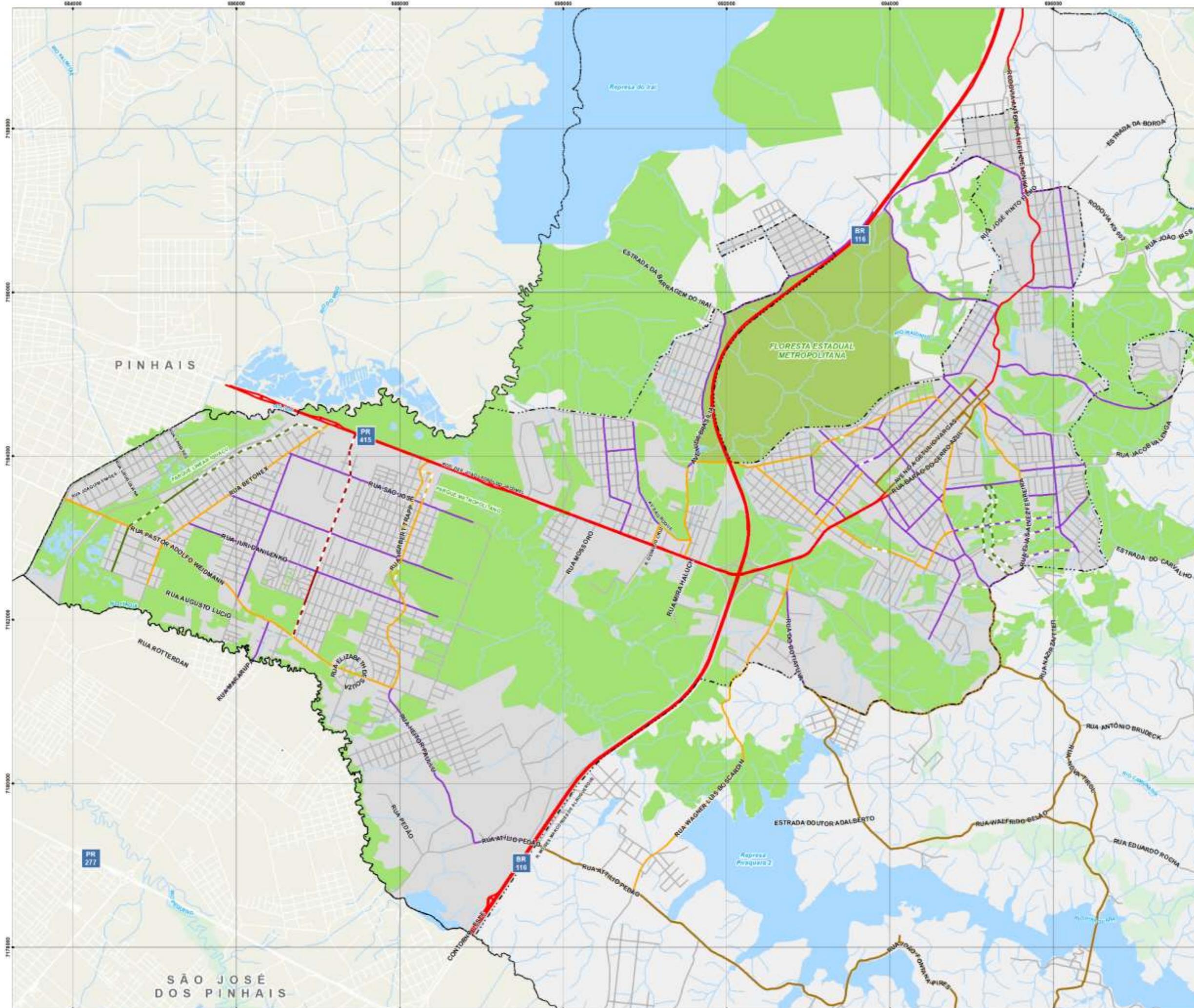
Para organizar o sistema viário, de acordo com suas características atuais, foi proposta a redefinição da hierarquia viária de Piraquara. Tal medida trata de reler a hierarquia viária encontrada na legislação vigente, que não se refere ao sistema viário urbano, e adaptá-la para a realidade atual do município. A proposta de redefinição da hierarquia viária coloca também a necessidade de ampliar acessos e conexões viárias na cidade.

Nesse sentido, e com base na classificação do CTB, foram determinados cinco tipos de vias no município, sendo elas:

- Vias Expressas: comprehende as vias sem interrupção de tráfego por semáforos e com velocidade alta.
- Vias Arteriais: são as vias que representam maior volume de tráfego diário na cidade, com características de geometria e pavimentação adequadas a este volume.
- Vias Coletoras: são as vias que coletam o tráfego de vias locais para vias arteriais. São vias de volume de tráfego razoável, mas que apresentam características intermediárias de geometria e pavimento e influenciam na estruturação viária de bairros e regiões residenciais.
- Vias Calmas: vias centrais de tráfego calmo com compartilhamento e baixas velocidades. Velocidade regulamentar recomendada de 30 a 40 km/h.

-
- Vias Locais: possuem a função de possibilitar o acesso às unidades residenciais e às demais atividades do âmbito local distribuídas ao longo da malha urbana.
 - Vias Turísticas: compreendem as vias localizadas na área rural do município, possuem a função dos deslocamentos na área rural, bem como o fomento ao turismo rural.
 - Pedestre: consiste nas vias destinadas exclusivamente para o deslocamento de pedestres, também denominados calçadões.

O Mapa 3 a seguir apresenta a classificação viária proposta para o município de Piraquara.



- CONVENÇÕES:**
- Hidrografia
 - Áreas Verdes
 - Floresta Estadual Metropolitana
 - Limite do Perímetro Urbano
 - Limites Municipais
 - Massas D'água
 - Remanescentes Florestais
- Proposta.Hierarquia.Viária**
- Vias Arteriais - Diretrizes Viárias
 - Vias Coletoras - Diretrizes Viárias
 - Vias Locais - Diretrizes Viárias
 - Via Metropolitana - Diretriz Viária
 - Vias Parque - Diretrizes Viárias
- Proposta de Hierarquia Viária**
- Vias Arteriais
 - Vias Coletoras
 - Vias Especiais
 - Vias Expressas
 - Vias Locais
 - Via Metropolitana
 - Vias Parque



REFERÊNCIAS:

ELABORAÇÃO: URBTEC™
 CONTRATANTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE PIRACUARA
 SISTEMA DE PROJEÇÃO: UTM - UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - DATUM HORIZONTAL SIRGAS 2000 | Fuso 22S
 FONTES: URBTEC [2021] | PMP [2019]
 IBGE [2010,2019] | COMEC [2019]
 ÁGUAS PR [2010] |

DATA: setembro de 2021

ESCALA: 1:45.000

ESCALA GRÁFICA:

0 0,25 0,5 1 1,5 km



5.3.5 DIMENSIONAMENTO DAS CAIXA DE VIA

Cada hierarquia recebe duas opções de caixa levando em consideração as possibilidades de sentido duplo ou único. Para fins desta proposta inicial considera-se que as opções de sentido duplo recebem estruturas cicloviárias bidirecionais, no entanto, conforme explanado acima, tal proposição será detalhada na fase de Objetivos Metas e Ações, em que será apresentada a proposta de trajeto cicloviário municipal, em que os sentidos abordados levarão em consideração mais critérios. As seções para cada hierarquia viária são apresentadas nas Figura 143 a Figura 147.

Figura 143: Via Arterial de Sentido Único



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 144: Via Arterial de Sentido Duplo



Fonte: URBTEC™ (2021)

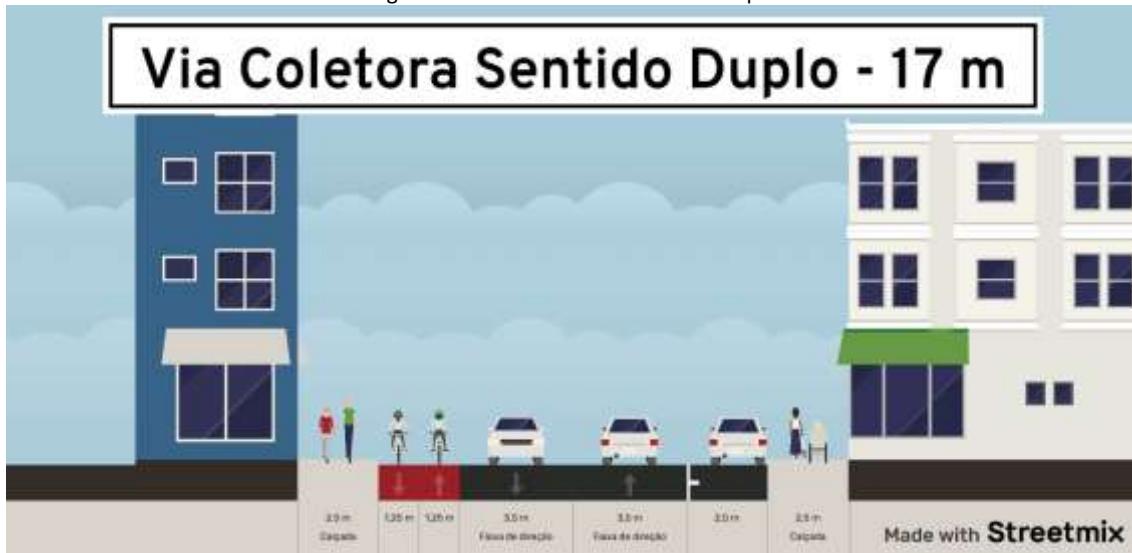
Às vias arteriais, de maior fluxo, propõem-se a inclusão de ciclofaixa garantindo a segurança do ciclista, e a inserção de pistas de rolamento largas, acompanhadas de faixas de estacionamento.

Figura 145: Via Coletora de Sentido Único



Fonte: URBTEC™ (2021)

Figura 146: Via Coletora de Sentido Duplo



Fonte: URBTEC™ (2021)

Por sua vez, subentende-se que o menor fluxo das vias coletoras permite a inserção de ciclofaixa e de pistas de rolamento ligeiramente menores.

Figura 147: Via Local de Sentido Duplo



Fonte: URBTEC™ (2021)

Já às vias locais, usualmente de sentido duplo, aplica-se o compartilhamento entre modais, possibilitado por sua velocidade reduzida.

As vias especiais da hierarquia planejada devem receber desenho específico para cada trajeto definido, sendo assim, serão também especificadas nas etapas subsequentes.

5.4 ANÁLISE DE ATRATIVIDADE PARA EMPREENDIMENTOS

Com base no zoneamento proposto na presente revisão do Plano Diretor, em fase de elaboração, incidem sobre o município zonas destinadas às atividades de uso industrial e logístico. Tais zonas se desenvolvem a partir da Macrozona de Serviços e estão previstas ao longo dos eixos rodoviários da BR-116 e da PR-415 (Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel), que por sua vez constituem as principais vias de escoamento de Piraquara, conferindo localização estratégica para os empreendimentos compatíveis o uso ali incentivado.

Entende-se ainda, como de grande importância para esse contexto, a incidência do contorno Leste, estrutura onde se dá o encontro dos eixos rodoviários supracitados, além do principal acesso à BR-116. O Quadro 13, abaixo, compila os trechos de previsão

de zonas de serviço industrial e logístico, dispostas no Relatório 08, de propostas, da revisão do Plano Diretor, já disponível no portal da Prefeitura de Piraquara.

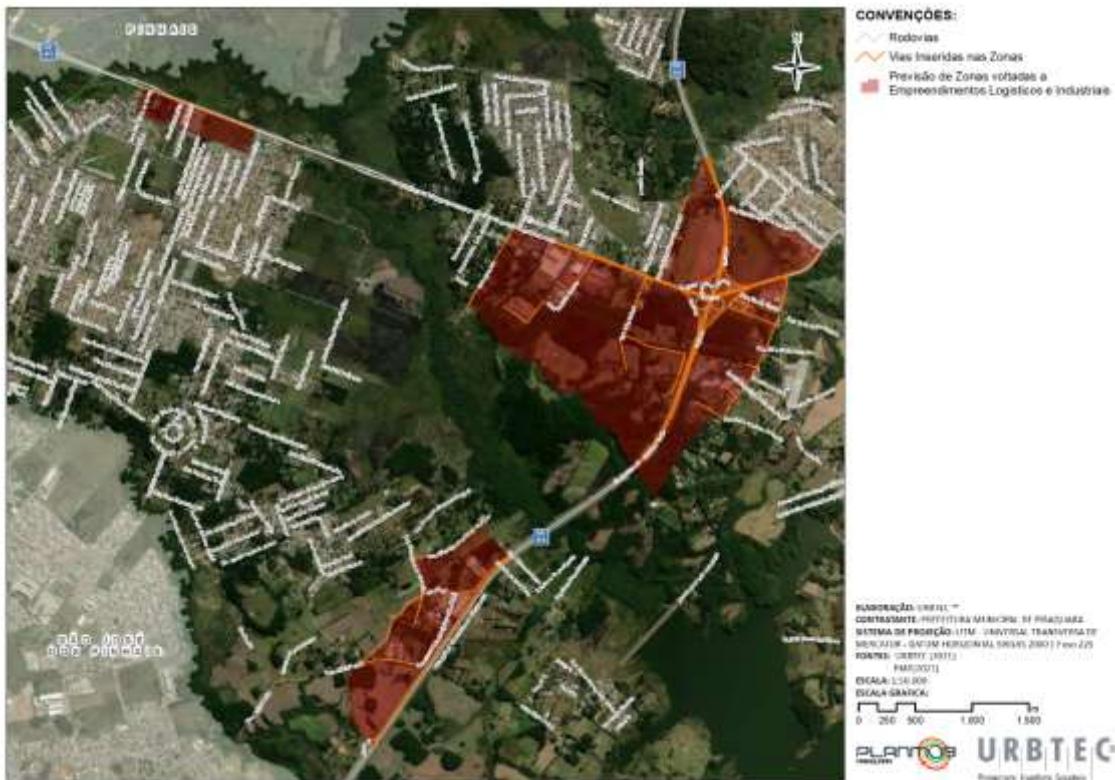
Quadro 13: Localização das Zonas de Serviço Previstas

Rua	Trecho	Região
Rod. João Leopoldo Jacomel	Rua Betonex e Rua Amalia Martins da Silva	Guarituba
Rod. João Leopoldo Jacomel	Rua Mossoró e Contorno Leste	Planta Laranjeiras
Rod. João Leopoldo Jacomel	Rua Frei Nicodemus Grundoff e Contorno Leste	Jardim Esmeralda
BR 116	Contorno Leste e Rua Guttemberg	Jardim Esmeralda
BR 116	Contorno Leste até a indicação no mapa abaixo	Planta Laranjeiras
BR 116	Contorno Leste até a indicação no mapa abaixo	Planta Laranjeiras
BR 116	Contorno Leste e Rua Guttemberg	Jardim Bela Vista
Rod. João Leopoldo Jacomel	Contorno Leste e Rua Wagner Luis Boscanin	Rua Jardim Isis

Fonte: URBTEC™ (2021)

A Figura 148 abaixo ilustra os trechos em questão:

Figura 148: Localização das Zonas de Serviço Previstas



Fonte: URBTEC™ (2021)

5.5 SÍNTSE DO CENÁRIO PROSPECTIVO

A síntese das intervenções e do cenário prospectivo gerada, a partir delas, está compilada no Quadro 14 abaixo:

Quadro 14: Síntese do Cenário Propositivo

CONTEXTO GERAL		CONTEXTO VIÁRIO		
Objetivo	Intervenção geral	Código Intervenção	Intervenção específica	Impactos gerados
Redução no adensamento das UDHs “Guarituba (Urbano)” e “Guarituba Holandez”	Realocação de parte dos moradores, promoção de maiores áreas de lazer e aprimoramento da fiscalização na região	E1	Abertura de diretriz viária limítrofe ao Parque Linear do Iguaçu, conectando o final das quadras existentes, a cerca de 50 m do canal extravasor, implementando a tipologia de via parque.	<ul style="list-style-type: none"> I. Redução no fluxo da R. Betonex e R. Herbert Trapp e em suas velocidades, favorecendo a circulação de modais não motorizados. II. Intensificação do fluxo da R. Pastor Weidmann e via de ligação Leste-Oeste. III. Maior conectividade do Guarituba ao restante do município a partir da promoção de novos acessos.
		E2	Abertura da diretriz viária metropolitana, paralela à R. Pedro Minoli, conectando a R. Pastor Adolfo Weidmann à Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel.	
		E3	Criação de binário, e conexão, entre a R. Betonex e a Diretriz Viária de via parque, paralela ao Rio Iguaçu, proposta, condicionando seus fluxos e possibilitando a ampliação do passeio.	
		E4	Criação de binário entre a R. Herbert Trapp (e continuação a partir da R. Richard Lickfeld) e via paralela à leste, prevista em diretriz viária, em conexão com a R. Juri Danilenko.	
		E5	Adequações sobre a R. Juri Danilenko, R. Andorinhas e São José: implantação de ciclovía, ampliação de calçadas e readequações gerais.	
		O1	Implantação de controle semafórico nas interseções R. Betonex x R. das Andorinhas e R. Herbert Trapp x R. São José.	
		O2	Adequação geométrica do cruzamento entre a R. Betonex e a R. Pastor Adolfo Weidmann.	

CONTEXTO GERAL		CONTEXTO VIÁRIO		
Objetivo	Intervenção geral	Código Intervenção	Intervenção específica	Impactos gerados
Atendimento da demanda de acesso às Vilas Macedo e Militar	Readequações sobre o sistema de circulação interno das Vilas Macedo e Militar	E6	Readequação da Av. Brasília, abrangendo ajustes de calçamento, implantação de ciclofaixa em trechos possíveis e revitalização da sinalização.	Mitigação da tendência de sobrecarregamento do trecho em questão da Av. Brasília.
		E7	Transposição da Av. Nações Unidas sobre a BR-116, com conexão à Av. Brasília, abrindo um novo acesso à região central para o Santa Mônica, a Vila Macedo e Vila Militar.	
Maior eficiência na circulação do transporte público	Execução do novo terminal de transporte (Santa Mônica)	E8	Proposição de novas linhas de transporte em atendimento às áreas atualmente não atendidas (conforme item 5.2.1). (*)	I. Expansão da abrangência do transporte público coletivo. II. Ampliação da capacidade de suporte das vias em questão para atendimento da nova demanda de fluxo de transporte coletivo.
		E9	Readequações no projeto arquitetônico do terminal, prevendo raios de giro compatíveis com os ônibus e remanejamento de acessos	I. Garantia da circulação eficiente dos ônibus com passagem no terminal II. Maior eficiência do sistema viário no entorno do terminal III. Promoção de acessos seguros e eficientes entre o terminal e a Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel
		O3	Readequações de acesso ao terminal: Ampliação da caixa no trecho inicial da Av. Brasília (até sua interseção com a Av. São Roque).	
		E10	Abertura de diretriz viária entre as Av. Brasília e Alexandre Fleming, configurando um novo acesso ao terminal.	
		E11	Implantação de viaduto na região do Guarituba, alinhada à nova diretriz viária de acesso, facilitando a conversão do usuário da via à esquerda, na Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel.	

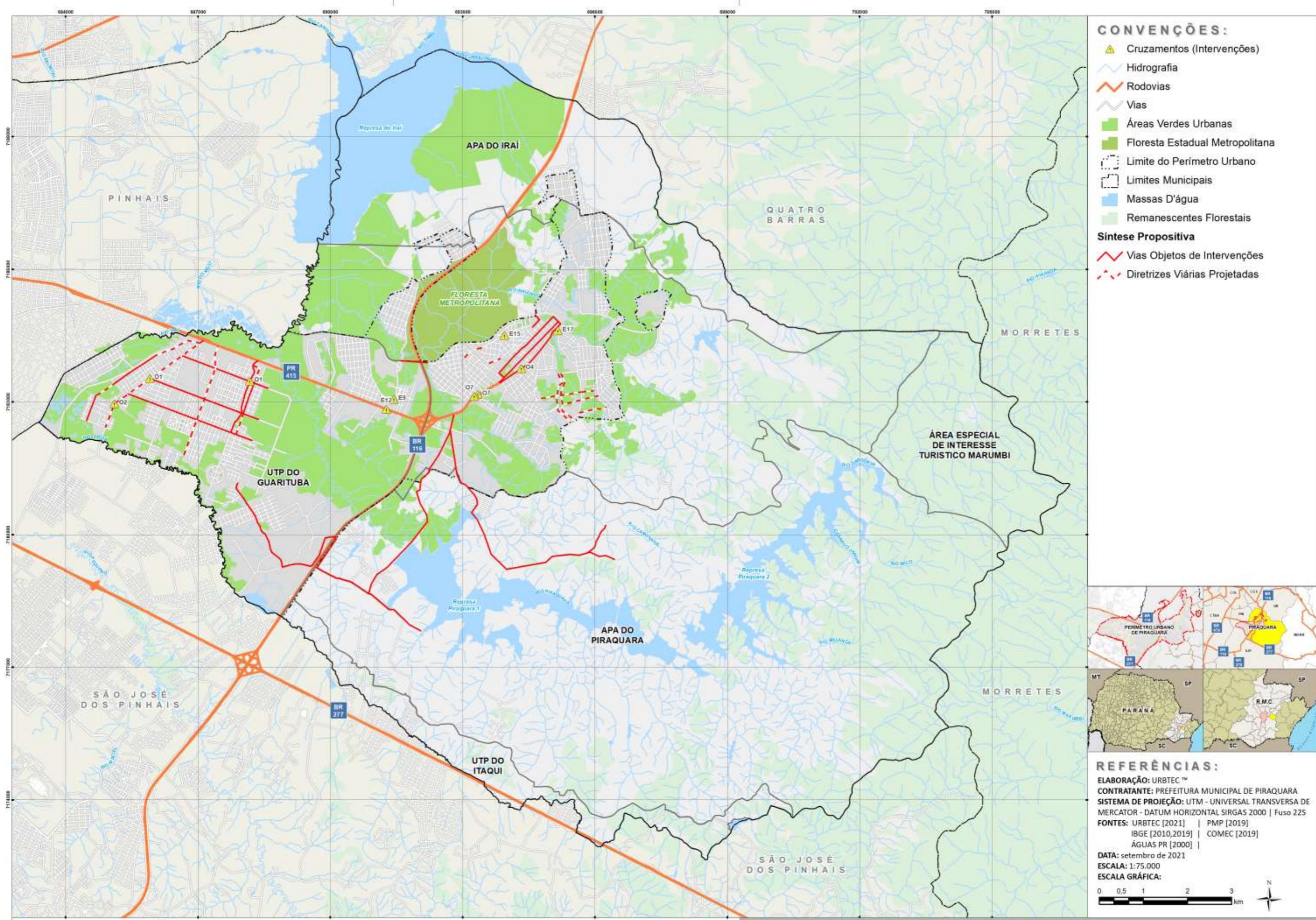
CONTEXTO GERAL		CONTEXTO VIÁRIO		
Objetivo	Intervenção geral	Código Intervenção	Intervenção específica	Impactos gerados
Evitar níveis de serviço insatisfatórios	Novas opções de circulação	E12	Abertura de diretrizes viárias na região em alternativa às vias principais existentes e recebimento em especial do fluxo residencial da sede (conforme mapa síntese abaixo).	I. Redução no fluxo das vias especiais (Av. Getúlio Vargas e R. Barão do Cerro Azul). II. Maior conectividade da região. III. Compatibilização com a previsão de adensamento do compartimento.
Criação de uma demanda metropolitana de visitação ao parque Floresta Metropolitana	Requalificação do Parque e abertura ao público	E13	Qualificação e aplicação de diretriz viária sobre a R. Mal. Deodoro da Fonseca, conectando seus trechos de falha e conectando a Av. Brasília (em transposição à BR-116, paralela à linha férrea) à R. Vítorio Scarante, configurando um ponto de acesso à Floresta Metropolitana e um novo acesso entre Santa Mônica e Sede.	I. Intensificação do fluxo na R. Mal. Deodoro da Fonseca. II. Promoção de rota alternativa às vias especiais. III. Criação de conexão entre os compartimentos Sede e Santa Mônica e consequentemente entre os terminais do município (antigo e novo), vide intervenção E17.
Redirecionamento das tendências de crescimento urbano ao compartimento Sede e às áreas com menor incidência de restrições ambientais	Adensamento da UDH "Centro"	E14	Implantação de rotatória sobre a interseção entre as Ruas Lapa, Araçatuba, Morretes e Av. Mal. Deodoro da Fonseca.	I. Maior segurança viária no trecho. II. Redução de conflitos viários e possíveis acidentes.
		E15	Aplicação de um trinário entre a Av. Getúlio Vargas, Av. Barão do Cerro Azul e R. Eliseu Hipólito Camargo.	I. Maior eficiência na distribuição do fluxo da região. II. Valorização das recentes revitalizações realizadas na região central. III. Estímulo ao viés turístico da região.

CONTEXTO GERAL		CONTEXTO VIÁRIO		
Objetivo	Intervenção geral	Código Intervenção	Intervenção específica	Impactos gerados
Redirecionamento das tendências de crescimento urbano ao compartimento Sede e às áreas com menor incidência de restrições ambientais	Adensamento da UDH "Centro"	E16	Uso do antigo terminal metropolitano como estrutura de a concentração de linhas alimentadoras para a região sede.	I. Maior usabilidade do transporte público coletivo na região central e atratividade ao usuário. II. Estímulo ao uso de modais coletivos e não motorizados. III. Redução de conflitos entre ciclo modais e modais motorizados.
		E17	Ampliação da malha ciclovária permitindo integração entre o sistema de transporte público e ciclo modais. (*)	
		O4	Implantação de controle semafórico na interseção R. Maria Carolina Wilk x R. Barão do Cerro Azul.	
Qualificação do turismo rural no município	Aprimoramento das infraestruturas de cicloturismo ao longo das Ciclorrotas Nascentes do Iguaçu e incentivo à instalação de equipamentos de apoio nas vias R. Nova Tirol, Estrada das Laranjeiras, Estrada do Botiatuva, R. Atílio Pedão, R. Pernambuco, R. Piauí e R. Moises Marcondes de Albuquerque	E18	Qualificação das vias em questão, contemplando pavimentação em paver e inserção de sinalização horizontal e vertical.	I. Aprimoramento na atratividade das vias. II. Maior fluxo sobre a R. Pastor Adolfo Weidmann, como consequência da conexão da recepção do fluxo turístico no Guarituba, em conjunto com a R. Heitor Pallú. III. Maior atratividade sobre os trechos de Ciclorrotas.
		E19	Demarcação de ciclofaixa e aprimoramento da sinalização nos trechos de Ciclorrotas e nas vias em recepcionam seu fluxo (R. Pernambuco, R. Piauí e R. Moises Marcondes de Albuquerque.)	
		O5	Atuação do Departamento de Turismo para identificação das deficiências da Ciclorrotas e proposição de estruturas e formas de sinalização mais atrativas aos turistas. (*)	
		O6	Parceria com o município de São José dos Pinhais e Pinhais para aplicação de padrões de sinalização ao longo das Ciclorrotas. (*)	
Manter a qualidade das vias recém readequadas pela Prefeitura	Viabilizar a manutenção das vias em questão	O7	Ampliação das equipes municipais de manutenção e destinação de verba pública à gestão das obras realizadas. (*)	Mitigação da tendência gradual de deterioração das obras realizadas.

CONTEXTO GERAL		CONTEXTO VIÁRIO		
Objetivo	Intervenção geral	Código Intervenção	Intervenção específica	Impactos gerados
Melhoria nas condições gerais de circulação	Garantia de cumprimento das legislações de trânsito	08	Investimentos nas equipes municipais de fiscalização de trânsito. (*)	I. Redução, ou até extinção, de veículos estacionados em locais irregulares. II. Maior segurança para a circulação de pedestres e ciclistas.
	Padronização dos dispositivos de controle de tráfego horizontais	09	Aplicação de padrões normatizados em lombadas (Resolução CONTRAN 600/2016) e travessias elevadas (Resolução CONTRAN 738/2018). (*)	I. Maior segurança para a circulação de pedestres e ciclistas. II. Maior efetividade na redução de velocidade.
Integrar as informações geográficas do município com a criação de um SIG (Sistema de Informações Geográficas)	Criar insumos para a atualização e gestão do banco de dados municipal	010	Regulamentar a implementação de Estudos de Impactos de Vizinhança (EIV) nos processos de licenciamento para a identificação de novos polos geradores de tráfego (conforme já proposto das minutas da presente revisão do Plano Diretor). (*)	I. Implementação, por consequência, de projetos viários de contrapartida. II. Ajustes viários preventivos evitando conflitos futuros. III. Geração de banco de dados para estudos de tráfego futuros. IV. Acompanhamento das condições de circulação, permitindo planejamento para realização de intervenções.
Redução de congestionamentos pontuais	Manutenção das sinalizações semafóricas	011	Atualização nos tempos semafóricos nas interseções R. Manoel Pedro dos Santos/R. Estácio de Sá x Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel e Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel x Av. Centenário do Paraná.	I. Extinção de filas após o verde, atendendo ao fluxo atual. II. Redução no tempo de espera dos que circulam nas regiões próximas, e dos que passam pelas interseções citadas.

CONTEXTO GERAL		CONTEXTO VIÁRIO		
Objetivo	Intervenção geral	Código Intervenção	Intervenção específica	Impactos gerados
Atendimento à crescente demanda por infraestruturas de ciclomobilidade	Expansão da malha cicloviária sobre as áreas de maior demanda	E20	Promoção de estruturas cicloviárias na Planta Deodoro, Vila Macedo, Vila Militar, Vila Rosa, Recanto, São Cristóvão e Vila Fuck, assim como em trajetos de descolamento metropolitano à Curitiba, Pinhais e São José dos Pinhais, em conjunto com os trajetos voltados à integração da mobilidade com o transporte público coletivo (vide intervenção E18).	I. Fomento do uso de bicicletas como meio de transporte. II. Favorecimento da integração entre modais motorizados e trajetos cicloviários.
		E21	Instalação de paraciclos nos terminais do município e nas principais vias de circulação.	
Melhoria nas condições de caminhabilidade	Remoção de obstáculos móveis das calçadas	O12	Regulamentação adequada de anúncios comerciais em calçadas. (*)	Aumento da largura útil que atende ao fluxo de pedestres nas calçadas e da segurança na caminhabilidade.
	Padronização na execução de calçadas	O13	Projetos para readequação de calçadas existentes e para execução de novas calçadas padronizadas. (*)	I. Maior incentivo ao uso do modal, aumentando o número de adeptos ao pedestrianismo. II. Aumento da segurança na circulação de pedestres.
Legenda e totais				
Intervenções estruturais			Total = 21	
Intervenções operacionais			Total = 13	
(*)	Tendência não mapeada no Mapa 4, abaixo			

Fonte: URBTEC™ (2021)



6 DEMONSTRATIVO DOS CENÁRIOS

Em compilação às tendências, intervenções e cenários levantados no presente relatório, este item visa à criação de um demonstrativo síntese de tais apontamentos, viabilizando a leitura e a compreensão facilitada do contexto municipal diagnosticado e proposto.

6.1 MATRIZ SÍNTESE

O demonstrativo em questão se desenvolve, em especial, a partir da estrutura de matriz síntese, que comporta a compilação supracitada. A estrutura da matriz cruza as tendências levantadas no cenário tendencial (item 4.3), com as intervenções propostas no cenário propositivo (item 5.5), ilustrando de forma simplificada o conjunto de soluções técnicas, concebido como medida de ordenamento e mitigação das tendências municipais identificadas como problemáticas no contexto da mobilidade. Dada as variações de complexidade das intervenções propostas e sua necessidade progressiva diante das tendências apresentadas em anos de projeção (2, 5, 10 e 20 anos), consta também na matriz o intervalo temporal previsto para a implementação das proposições em questão. A síntese se desenvolve abaixo, no Quadro 15.

Quadro 15: Matriz síntese dos cenários

Região	Cenário Tendencial			Cenário Propositivo			Intervalo temporal de implantação				
	Código Tendência	Considerações gerais	Impactos sobre o Sistema Viário	Código Intervenção	Intervenção específica	Impactos gerados	2021	2023	2026	2031	2041
GUARITUBA	T1	Ocupação irregular gradual dos territórios estatais destinados a parques: Parque Linear do Iguaçu e Parque Metropolitano (Guarituba)	I. PARQUE LINEAR DO IGUAÇU: sobrecarga das vias R. Betonex e R. Pastor Adolfo Weidmann. II. PARQUE GUARITUBA: sobrecarga da via R. Herbert Trapp e maior fluxo sobre Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel, sentido oeste.	E1	Abertura de diretriz viária limítrofe ao Parque Linear do Iguaçu, conectando o final das quadras existentes, a cerca de 50 m do canal extravasor, implementando a tipologia de via parque.	I. Redução no fluxo da R. Betonex e R. Herbert Trapp e em suas velocidades, favorecendo a circulação de modais não motorizados. II. Intensificação do fluxo da R. Pastor Weidmann e via de ligação Leste-Oeste. III. Maior conectividade do Guarituba ao restante do município a partir da promoção de novos acessos.			■		
				E2	Abertura da diretriz viária metropolitana, paralela à R. Pedro Minoli, conectando a R. Pastor Adolfo Weidmann à Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel.				■		
	T2	Adensamento das UDHs "Guarituba (Urbano)" e "Guarituba/ Holandez (Urbano)"	Sobrecarregamento das vias R. Betonex, R. Herbert Trapp, R. Juri Danilenko, R. Pastor Adolfo Weidmann e Rua Joaquim Simões.	E3	Criação de binário, e conexão, entre a R. Betonex e a Diretriz Viária de via parque, paralela ao Rio Iguaçu, proposta, condicionando seus fluxos e possibilitando a ampliação do passeio.				■		
				E4	Criação de binário entre a R. Herbert Trapp (e continuação a partir da R. Richard Lickfeld) e via paralela à leste, prevista em diretriz viária, em conexão com a R. Juri Danilenko.				■		
	T3	Piores níveis de serviço até 2041 no Guarituba	Interseção entre as ruas: R. Betonex x R. das Andorinhas, R. Betonex x R. Juri Danilenko, R. Betonex x R. Pastor Adolfo Weidmann, R. Dr. Ermani Engui x R. São José e R. Elvira Louso x Barão do Cerro Azul.	E5	Adequações sobre a R. Juri Danilenko, R. Andorinhas e São José: implantação de ciclovia, ampliação de calçadas e readequações gerais.				■		
				O1	Implantação de controle semafórico nas interseções R. Betonex x R. das Andorinhas e R. Herbert Trapp x R. São José.				■		
				O2	Adequação geométrica do cruzamento entre a R. Betonex e a R. Pastor Adolfo Weidmann.				■		
VILAS MILITAR E MACEDO	T4	Dificuldade de acesso às Vilas Militar e Macedo	I. Saturação da Av. Brasília no trecho de acesso às Vilas Militar e Macedo, por se tratar de um acesso único. II. Maiores congestionamento no trecho, também consequentes à interseção com a linha férrea e o acesso ao Novo Terminal Metropolitano.	E6	Readequação da Av. Brasília, abrangendo ajustes de calçamento, implantação de ciclofaixa em trechos possíveis e revitalização da sinalização.	Mitigação da tendência de sobrecarregamento do trecho em questão da Av. Brasília.			■		
				E7	Transposição da Av. Nações Unidas sobre a BR-116, com conexão à Av. Brasília, abrindo um novo acesso à região central para o Santa Mônica, a Vila Macedo e Vila Militar.						■
SANTA MÔNICA/ PRIMAVERA	T2	Adensamento da UDH "Santa Mônica/Primavera"	Maior fluxo sobre as vias Av. São Roque e Av. Brasília, assim como nos pontos de acesso à Rodovia, R. Osvaldo Cruz.	E8	Proposição de novas linhas de transporte em atendimento às áreas atualmente não atendidas (conforme capítulo 5.2.1).	I. Expansão da abrangência do transporte público coletivo. II. Ampliação da capacidade de suporte das vias em questão para atendimento da nova demanda de fluxo de transporte coletivo.			■		

Região	Cenário Tendencial			Cenário Propositivo			Intervalo temporal de implantação				
	Código Tendência	Considerações gerais	Impactos sobre o Sistema Viário	Código Intervenção	Intervenção específica	Impactos gerados	2021	2023	2026	2031	2041
SANTA MÔNICA/ PRIMAVERA	T5	Implantação de um novo terminal metropolitano na região	Maior fluxo sobre as vias Av. São Roque e Av. Brasília, assim como nos pontos de acesso à Rodovia, R. Osvaldo Cruz.	E9	Readequações no projeto arquitetônico do terminal, prevendo raios de giro compatíveis com os ônibus e remanejamento de acessos	I. Garantia da circulação eficiente dos ônibus com passagem no terminal II. Maior eficiência do sistema viário no entorno do terminal III. Promoção de acessos seguros e eficientes entre o terminal e a Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel	■				
				O3	Readequações de acesso ao terminal: Ampliação da caixa no trecho inicial da Av. Brasília (até sua interseção com a Av. São Roque).			■			
				E10	Abertura de diretriz viária entre as Av. Brasília e Alexandre Fleming, configurando um novo acesso ao terminal.				■		
				E11	Implantação de viaduto na região do Guarituba, alinhada à nova diretriz viária de acesso, facilitando a conversão do usuário da via à esquerda, na Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel					■	
SEDE	T3	Piores níveis de serviço até 2041	Inserção das ruas: R. Francisco x R. Barão do Rio Branco, R. Gilberto Nascimento x Av. Getúlio Vargas, R. Estácio de Sá x Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel, Av. Centenário do Paraná x Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel, R. Armando Romani x Av. Getúlio Vargas e R. Barão do Cerro Azul x R. Armando Romani.	E12	Abertura de diretrizes viárias na região em alternativa às vias principais existentes e recebimento em especial do fluxo residencial da sede (conforme Mapa 4).	I. Redução no fluxo das vias especiais (Av. Getúlio Vargas e R. Barão do Cerro Azul). II. Maior conectividade da região. III. Compatibilização com a previsão de adensamento do compartimento.				■	
	T2	Adensamento da UDH "Centro"	Maior fluxo sobre as vias especiais Av. Getúlio Vargas e R. Barão do Cerro Azul.	E13	Qualificação e aplicação de diretriz viária sobre a R. Mal. Deodoro da Fonseca, conectando seus trechos de falha e conectando a Av. Brasília (em transposição à BR-116, paralela à linha férrea) à R. Vitório Scarante, configurando um ponto de acesso à Floresta Metropolitana e um novo acesso entre Santa Mônica e Sede.	I. Intensificação do fluxo na R. Mal. Deodoro da Fonseca. II. Promoção de rota alternativa às vias especiais. III. Criação de conexão entre os compartimentos Sede e Santa Mônica e consequentemente entre os terminais do município (antigo e novo), vide intervenção E17.				■	
				E14	Implantação de rotatória sobre a interseção entre as Ruas Lapa, Araçatuba, Morretes e Av. Mal. Deodoro da Fonseca.	I. Maior segurança viária no trecho. II. Redução de conflitos viários e possíveis acidentes.				■	
				E15	Aplicação de um trinário entre a Av. Getúlio Vargas, Av. Barão do Cerro Azul e R. Eliseu Hipólito Camargo	I. Maior eficiência na distribuição do fluxo da região. II. Valorização das recentes revitalizações realizadas na região central. III. Estímulo ao viés turístico da região.		■			

Região	Cenário Tendencial			Cenário Propositivo			Intervalo temporal de implantação				
	Código Tendência	Considerações gerais	Impactos sobre o Sistema Viário	Código Intervenção	Intervenção específica	Impactos gerados	2021	2023	2026	2031	2041
SEDE	T2	Adensamento da UDH "Centro"	Maior fluxo sobre as vias especiais Av. Getúlio Vargas e R. Barão do Cerro Azul.	E16	Uso do antigo terminal metropolitano como estrutura de concentração de linhas alimentadoras para a região sede.	I. Maior usabilidade do transporte público coletivo na região central e atratividade ao usuário. II. Estímulo ao uso de modais coletivos e não motorizados. Redução de conflitos entre ciclo modais e modais motorizados.			 		
				E17	Ampliação da malha ciclovíária permitindo integração entre o sistema de transporte público e ciclo modais.				 		
				O4	Implantação de controle semafórico na interseção R. Maria Carolina Wilk x R. Barão do Cerro Azul. (*)			 			
RURAL	T6	Consolidação da atividade turística de "turismo de passagem" em especial sobre a porção rural do município	Fluxo de passagem sobre a R. Nova Tirol, Estrada das Laranjeiras, Estrada do Botiatuva, R. Atílio Pedão, R. Pernambuco, R. Piauí e R. Moises Marcondes de Albuquerque.	E18	Qualificação das vias em questão, contemplando pavimentação em paver e inserção de sinalização horizontal e vertical	I. Aprimoramento na atratividade das vias. II. Maior fluxo sobre a R. Pastor Adolfo Weidmann, como consequência da conexão da recepção do fluxo turístico no Guarituba, em conjunto com a R. Heitor Pallú. III. Maior atratividade sobre os trechos de Ciclorrotas.					
				E19	Demarcação de ciclofaixa e aprimoramento da sinalização nos trechos de Ciclorrotas e nas vias em recepcionam seu fluxo (R. Pernambuco, R. Piauí e R. Moises Marcondes de Albuquerque.)						
				O5	Atuação do Departamento de Turismo para identificação das deficiências da Ciclorrotas e proposição de estruturas e formas de sinalização mais atrativas aos turistas.			 			
				O6	Parceria com o município de São José dos Pinhais e Pinhais para aplicação de padrões de sinalização ao longo das Ciclorrotas.				 		
SISTEMA GERAL DE CIRCULAÇÃO	T7	Obras viárias recentes e previstas no município, por parte da Prefeitura, abrangendo readequação de calçadas e execução de estruturas ciclovírias	I. Maior apropriação de pedestres e ciclistas sobre as vias em questão. Depreciação gradual das vias em consequência da falta de manutenção e gestão da infraestrutura projetada.	O7	Ampliação das equipes municipais de manutenção e destinação de verba pública à gestão das obras realizadas.	Mitigação da tendência gradual de deterioração das obras realizadas.		 			
				O8	Investimentos nas equipes municipais de fiscalização de trânsito.		I. Redução do número de veículos estacionados em locais irregulares. II. Maior segurança para a circulação de pedestres e ciclistas.				
				O9	Aplicação de padrões normatizados em lombadas (Resolução CONTRAN 600/2016) e travessias elevadas (Resolução CONTRAN 738/2018).		I. Maior segurança na travessia de pedestres e ciclistas. II. Maior efetividade na redução de velocidade.		 		

Região	Cenário Tendencial			Cenário Propositivo			Intervalo temporal de implantação				
	Código Tendência	Considerações gerais	Impactos sobre o Sistema Viário	Código Intervenção	Intervenção específica	Impactos gerados	2021	2023	2026	2031	2041
SISTEMA GERAL DE CIRCULAÇÃO	T8	Consolidação do sistema viário nas dimensões atuais	Dificuldade de intervenções estruturais de grande porte no sistema viário.	O10	Regulamentar a implementação de Estudos de Impactos de Vizinhança (EIV) nos processos de licenciamento para a identificação de novos polos geradores de tráfego (conforme já proposto das minutas da presente revisão do Plano Diretor).	I. Implementação, por consequência, de projetos viários de contrapartida. II. Ajustes viários preventivos evitando conflitos futuros. III. Geração de banco de dados para estudos de tráfego futuros. IV. Acompanhamento das condições de circulação, permitindo planejamento para realização de intervenções.					
	T9	Fortalecimento das conexões com Curitiba, Pinhas e São José dos Pinhais decorrente das recentes obras em vias de ligação com estes municípios	Maior fluxo intermunicipal sobre: Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel, sentido Curitiba, R. Betonex, R. Pastor Adolfo Weidmann, sentido Pinhais, e BR 116, sentido São José dos Pinhais.	O11	Atualização nos tempos semafóricos nas interseções R. Manoel Pedro dos Santos/R. Estácio de Sá x Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel e Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel x Av. Centenário do Paraná.	I. Extinção de filas após o verde, atendendo ao fluxo atual. II. Redução no tempo de espera dos que circulam nas regiões próximas, e dos que passam pelas interseções citadas.					
	T10	Aumento do uso de bicicletas como modal de transporte	I. Maior número de pontos de conflitos entre ciclistas e modais motorizados. II. Sobrecarregamento das estruturas cicloviária existentes.	E20	Promoção de estruturas cicloviárias na Planta Deodoro, Vila Macedo, Vila Militar, Vila Rosa, Recanto, São Cristóvão e Vila Fuck, assim como em trajetos de descolamento metropolitano à Curitiba, Pinhais e São José dos Pinhais, em conjunto com os trajetos voltados à integração da mobilidade com o transporte público coletivo (vide intervenção E18).	I. Fomento do uso de bicicletas como meio de transporte. II. Favorecimento da integração entre modais motorizados e trajetos cicloviários.					
				E21	Instalação de paraciclos nos terminais do município e nas principais vias de circulação.						
	T11	Aumento gradual da insegurança viária e pública	I. Diminuição de deslocamentos pedonais opcionais (usuários que tem a opção de não se deslocarem a pé). II. Crescimento da taxa de motorização em detrimento a modais não motorizados.	O12	Regulamentação adequada de anúncios comerciais em calçadas.	Aumento da largura útil que atende ao fluxo de pedestres nas calçadas e da segurança na caminhabilidade.					
LEGENDA											
Intervalo temporal de intervenção	INTERVENÇÃO ESTRUTURAL		INTERVENÇÃO OPERACIONAL		Fonte: URBTEC™ (2021)						
					Fonte: URBTEC™ (2021)						
					Fonte: URBTEC™ (2021)						
					Fonte: URBTEC™ (2021)						
					Fonte: URBTEC™ (2021)						
					Fonte: URBTEC™ (2021)						

	INTERVENÇÃO ESTRUTURAL	INTERVENÇÃO OPERACIONAL
Intervalo temporal de intervenção		

Fonte: URBTEC™ (2021)

6.2 ILUSTRAÇÃO DOS CENÁRIOS

Para melhor entendimento dos cenários tendencial e propositivo, foram selecionadas algumas vias de interesse para serem ilustradas. As vias foram escolhidas pela sua importância para a circulação no município, pelas tendências de aumento na movimentação local, e por possuírem propostas de adequação, revitalização e manutenção da circulação, que impactam o município como um todo. São apresentados: o Cenário Tendencial, com uma figura ilustrativa de como a via estará daqui alguns anos, se não houver nenhum tipo de intervenção; e o Cenário Propositivo, com ilustração das melhorias propostas e como afetam a região. Ambos os cenários são acompanhados de comentários sobre os impactos dos mesmos, sintetizando o apresentado ao longo de todo o presente relatório.

6.2.1 R. JOSÉ ELISEU HIPÓLITO

RUA JOSÉ ELISEU HIPÓLITO	
CENÁRIO TENDENCIAL	CENÁRIO PROSPECTIVO
 <p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>	 <p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>
<p>A Rua José Eliseu Hipólito está propensa a um aumento no fluxo geral da via, em consequência ao adensamento da área central, prevista na presente revisão do Plano Diretor, além detender a ser utilizada como alternativa de desvio frente à Av. Getúlio Vargas. Subentende-se, portanto, que considerada a estrutura atual da via, há ainda a tendência do aumento de conflito entre modos motorizados e não motorizados, visto haver ausência de calçadas em trechos da via, alida à não demarcação de estruturas cicloviárias.</p>	<p>Vistos a sua localização e o seu uso tendencial como rota de desvio, a via possui potencial para a execução de um trinário, junto com a Av. Getúlio Vargas e a Rua Barão do Cerro Azul, aplicando-se ali sentido único à Oeste, capaz de auxiliar a distribuição do fluxo de veículos na região central. Para isso, propõe-se, ainda, a readequação da via, com a inserção de ciclofaixa, readequação e inserção de calçadas, em trechos de ausência.</p>

Fonte: URBTEC™ (2021)

6.2.2 AV. BRASÍLIA

AVENIDA BRASÍLIA	
CENÁRIO TENDENCIAL	CENÁRIO PROSPECTIVO
 <p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>	 <p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>
<p>Decorrente da instalação do Novo Terminal Metropolitano de Piraquara no Santa Mônica, e seu caráter de acesso único às vilas Macedo e Militar, a tendência é de aumento do fluxo, fator que, associado à composição atual da via, gera novamente conflito entre os modos e desprivilegia modais ativos, com a ausência de estruturas cicláveis e dimensão reduzida das calçadas.</p>	<p>Em mitigação ao cenário tendencial, propõem-se a readequação de calçadas e ampliação em trechos possíveis, associada à manutenção da sinalização de trânsito e à implantação de ciclofaixa unidirecional à Sul, em trechos de caixa total suficiente.</p>

6.2.3 AV. MAL. DEODORO DA FONSECA

AVENIDA MAL. DEODORO DA FONSECA	
CENÁRIO TENDENCIAL	CENÁRIO PROSPECTIVO
<p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>	<p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>
<p>A Avenida Marechal Deodoro da Fonseca, apesar de compor um trecho relevante do sistema viário do compartimento Sede, encontra-se atualmente em seu leito natural e apresenta ausência de calçamento. Sua tendência é de permanência dessa situação e consequente insegurança pública. Ressalta-se ainda seus trechos de falha, onde a via é interrompida e deixa de se conectar com o restante da malha viária.</p>	<p>Aproveitando sua localização, propõem-se a implantação de um eixo estratégico sobre a via, promovendo a conexão de seus pontos de falha a partir da execução de diretrizes viárias, associado ao seu prolongamento em transposição à BR-116, criando uma nova conexão com o Santa Mônica. Entende-se que tal proposta caracteriza a via como uma rota alternativa ao trinário central e à Rod. Dep. João Leopoldo Jacomel e, portanto, seu cenário propositivo compreende ainda a readequação de sua caixa, com a inserção de ciclovia bidirecional, calçamento, pavimentação e sinalização de trânsito.</p>

Fonte: URBTEC™ (2021)

6.2.4 R. BETONEX

RUA BETONEX	
CENÁRIO TENDENCIAL	CENÁRIO PROSPECTIVO
<p>DETALHE LOCALIZAÇÃO</p>   <p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>	<p>DETALHE LOCALIZAÇÃO</p>   <p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>
<p>A Rua Betonex atualmente já recebe alto fluxo, em incompatibilidade com sua estrutura e capacidade. Sua tendência prevê o aumento gradativo desse fluxo e o consequentemente sobrecarregamento da via, levando, portanto, a maiores conflitos entre modos motorizados e não motorizados, assim como maiores índices de acidentes e queda, consequente, da sua atratividade ao pedestre.</p>	<p>Visto a tendência de adensamento de fluxo da via, propõem-se como intervenção a formação de um binário na via, em associação a abertura de uma diretriz viária de via parque, paralela ao Parque Linear do Iguaçu, aplicando ali, portanto, sentido de fluxo único (a Norte), distribuído em duas faixas. Tal proposta permite a readequação de calçadas, com sua ampliação, aliada ainda à inclusão de ciclofaixa, proporcionando, portanto, estruturas para cada usuário da via e minimizando a incidência de conflitos. Indica-se, ainda, a regulamentação adequada de anúncios comerciais, para que placas alocadas nas calçadas possam ser removidas, garantindo a passagem ininterrupta e segura de pedestres.</p>

Fonte: URBTEC™ (2021)

6.2.5 R. BETONEX – ACESSO

RUA BETONEX – ACESSO	CENÁRIO PROSPECTIVO	DETALHE DE FLUXOS
	<p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>	<p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>

b

6.2.6 R. JURI DANILENKO

R. JURI DANILENKO	
CENÁRIO TENDENCIAL	CENÁRIO PROSPECTIVO
 <p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>	 <p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>
<p>Caracterizada como umas das principais vias do Guarituba, a R. Juri Danilenko também recebe atualmente alto fluxo de circulação, em incompatibilidade com sua capacidade. Considera-se a tendência de aumento desse fluxo, visto sua conexão entre os sentidos Leste e Oeste, acarretando por sua vez em um maior número de acidentes e conflitos.</p>	<p>Em atendimento à demanda prevista, o cenário prospectivo da via prevê sua consolidação como um dos principais eixos viários da região, contemplando, portanto, a readequação de calçadas e inserção de ciclovia bidirecional, capaz de conectar as ciclofaixas dos binários propostos, associada a readequações na sinalização de trânsito e retirada de placas comerciais em calçadas, conforme previsto na R. Betonex. Mantem-se o sentido duplo da via, em manutenção à conexão Leste-Oeste.</p>

Fonte: URBTEC™ (2021)

6.2.7 R. HEITOR PALLÚ

RUA HEITOR PALLÚ	
CENÁRIO TENDENCIAL	CENÁRIO PROSPECTIVO
<p>DETALHE LOCALIZAÇÃO</p>  <p>AUMENTO DO FLUXO GERAL, EM CONSEQUÊNCIA À CONEXÃO COM A R. PASTOR ADOLFO WEIDMANN</p> <p>ESTACIONAMENTO IRREGULAR DE VEÍCULOS</p> <p>AUMENTO NO CONFLITO DOS MODOS MOTORIZADOS COM OS MODOS NÃO MOTORIZADOS</p>  <p>RECEPÇÃO DOS FLUXO DAS VIAS ATÍLIO PEDÃO E NOVA TIROL, SENTIDO LESTE, COM FLUXO ADENSADO A PARTIR DO INCENTIVO AO TURISMO RURAL</p> <p>AUMENTO NO FLUXO DE BICICLETAS</p> <p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>	 <p>INCLUSÃO DE CALÇADAS EM TRECHOS DE AUSÊNCIA</p> <p>INCLUSÃO DE CICLOFAIXA, COMPORTANDO O FLUXO DE CICLISTAS</p> <p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>
<p>A Rua Heitor Pallú tem tendência de aumento no fluxo geral, em consequência à sua conexão com a Rua Pastor Adolfo Weidmann, de alta relevância e conectividade no contexto do Guaratuba. Ressalta-se também a recepção do fluxo das vias Atílio Pedão e Nova Tirol (sentido oeste), por sua vez adensado a partir do incentivo ao turismo rural, previsto na presente revisão do Plano Diretor, que tende ainda a ampliar o número de ciclistas na região, visto a qualificação das Ciclorrotas do Iguaçu. Essa concentração resulta, novamente, no aumento de conflitos dos modos motorizados e não motorizados e o estacionamento irregular de veículos, já observável atualmente, tende a se intensificar.</p> <p>Visto o grande fluxo de ciclistas na via, conforme identificado ao lado, propõem-se a inclusão de ciclofaixa, proporcionando maior conforto e segurança a estes usuários. É prevista, ainda, readequação de calçadas existentes e sua inserção em trechos de ausência, aliada com a inclusão de sinalização horizontal e vertical de trânsito, para barrar o estacionamento irregular de veículos. Ressalta-se que esta medida deve ser aliada com investimentos nas equipes municipais de fiscalização de trânsito, a fim de garantir sua eficácia.</p>	
<p>Fonte: URBTEC™ (2021)</p>	

7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (NTU). **Anuário NTU: 2016-2017.** Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. - Brasília: NTU, 2017.

BRASIL. **Manual de BRT:** guia de planejamento (bus rapid transit manual). Brasília: MC, ITDP, 2008.

CARDOSO, C. E. **Efeito da Definição do Zoneamento e das Dimensões Relacionadas a este em Modelos de Alocação de Tráfego.** São Paulo: USP, 1999.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES (CNT). **Anuário CNT de Transportes:** estatísticas consolidadas 2020. Disponível em <[Anuário CNT do Transporte](#)>. Acesso em: 10 mai. 2021.

COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (COMECA). **Em 2019, Comec manteve número de usuários no Transporte Coletivo.** Disponível em <<http://www.comec.pr.gov.br/Noticia/Em-2019-Comec-manteve-numero-de-usuarios-no-Transporte-Coletivo>>. Acesso em 10 mai. 2021.

COORDENAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA (COMECA). **Linhos e Horários de Ônibus Metropolitanos.** Disponível em <<http://www.comec.pr.gov.br/Pagina/Linhos-e-Horarios-dos-Onibus-Metropolitanos>>. Acesso em nov. 2020.

DAVIS, B. E. **GIS:** A Visual Approach. Albany: Cengage Learning, 2001.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de estudos de tráfego.** Rio de Janeiro: , 2006. 384 p. v. IPR. Publ., 723.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). **Estatísticas - Frota de Veículos.** 2016. Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/estatisticas-frota-de-veiculos-denatran>>. Acesso em 10 mai. 2021.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHWA). **Traffic Analysis Toolbox:** Guidelines for Applying Traffic Microsimulation Modeling Software. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60070/1/000129417.pdf>>. Acesso em nov. 2012.

GUERRA, A. L. **Determinação de matriz origem/destino utilizando dados do sistema de bilhetagem eletrônica.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia. Belo Horizonte, 2011.

HUSCH, D.; ALBECK, J. **Intersection Capacity utilization:** Evalution Procedures for Intersection and Interchanges. Trafficware, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2000.** Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Disponível em:
<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/administracao-publica-e-participacao-politica/9663-censo-demografico-2000.html?=&t=publicacoes>. Acesso em: 04 jan. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em:
<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/administracao-publica-e-participacao-politica/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9673&t=publicacoes>. Acesso em: 04 jan. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Piraquara/PR.** 2020b.
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/piraquara/panorama>. Acesso em: 19 jun. 2020.

INRO. **Emme Multimodal Transport Planning Software.** Disponível em:
<https://www.inrosoftware.com/en/products/emme/>. Acesso em out. 2015.

LEE, Y.-J.; VUCHIC, V. R. **Transit network design with variable demand.** Journal of Transportation Engineering, v. 131, n. 1, p. 1-10, 2005.

MELLO, A. J. R.; KNEIB, E. C. **Mesoacessibilidade orientada ao transporte público e ao não motorizado com foco no desenvolvimento equilibrado e autônomo.** Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano, Elsevier, 1^a ed. Rio de Janeiro, 2017.

NOVAIS, A. G. **Modelos em planejamento urbano, regional e de transportes.** São Paulo, Edgard Blücher, 1982.

ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport.** Chischester: John Wiley, 1994.

ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. **Modeling Transport.** 4th Edition, John Wiley & Sons Ltd. West Sussex, UK, 2011.

PAIVA, C. **Modelagem e Análise de Dados Dinâmicos do Tráfego Urbano:** Uma Revisão Conceitual e Aplicada. 2015. Disponível em:
<http://sinaldetransito.com.br/artigos/modelagem.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2021.

SPIESS, H.; FLORIAN, M. **Optimal Strategies:** A New Assignment Model for Transit Networks. Transportation Research B, 1989.

TRAFFICWARE. **Synchro Studio 8 User Guide.** 2011.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD NATIONAL RESEARCH COUNCIL (TRB). **Highway Capacity Manual**: Special Report 209. Transportation Research Board, Washington, D.C., 1994.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD NATIONAL RESEARCH COUNCIL (TRB). **Report 365**. Travel Estimation Techniques for Urban Planning. National Academy Press. Washington, 1998.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD NATIONAL RESEARCH COUNCIL (TRB). **Highway Capacity Manual 2000**. Transportation Research Board, Washington, D.C, 2000.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD NATIONAL RESEARCH COUNCIL (TRB). **Highway Capacity Manual 2010**. Transportation Research Board, Washington, D.C., 2010.

WALDVOGEL, B. C. **Técnicas de projeção populacional para o planejamento regional**. In Técnicas de projeção populacional para o planejamento regional. Belo Horizonte, 1998, pp. 162-162.

WRIGHT, P.H.; ASHFORD, N.J. **Transportation Engineering Planning and Design**. 3rd Edition, Wiley, New York, 1989.

8 ANEXOS

8.1 ANEXO I – COMPILAÇÃO DOS DADOS DE INTERESSE PARA O MODELO DE PRODUÇÃO DE VIAGENS

Figura 149: Compilação dos dados de interesse para o modelo de produção de viagens

Zona de Tráfego	Domicílios	Total de Moradores	Renda Média (R\$/mês)	Moradores Por Domicílios	Domicílios com (n) Moradores:					Classe
					1	2	3	4	5+	
1	459,00	1.643,00	556,20	3,58	26	107	103	112	111	Baixa
2	369,00	1.245,00	604,72	3,37	36	71	108	87	67	Baixa
3	241,00	813,00	853,01	3,37	25	52	58	56	50	Baixa
4	412,00	1.316,00	795,60	3,19	50	95	112	88	67	Baixa
5	305,00	936,00	1.135,66	3,07	25	79	98	67	36	Baixa
6	171,00	556,00	681,62	3,25	19	38	41	41	31	Baixa
7	384,00	1.217,00	1.116,61	3,17	45	96	92	93	58	Baixa
8	935,00	3.122,00	2.460,06	3,34	104	200	239	206	186	Média
9	419,00	1.533,00	495,04	3,66	32	76	108	92	111	Baixa
10	315,00	1.009,00	892,39	3,20	37	75	82	58	63	Baixa
11	446,00	1.345,00	1.632,03	3,02	44	135	124	82	61	Baixa
12	684,00	2.292,00	1.407,94	3,35	83	147	157	164	133	Baixa
13	253,00	878,00	543,09	3,47	18	64	54	58	59	Baixa
14	233,00	777,00	475,86	3,33	22	55	55	54	47	Baixa
15	252,00	810,00	936,27	3,21	23	59	69	60	41	Baixa
16	991,00	3.276,00	2.206,67	3,31	105	196	297	210	183	Média
17	603,00	2.121,00	1.263,11	3,52	53	118	151	134	147	Baixa
18	593,00	2.080,00	1.097,49	3,51	47	115	150	147	134	Baixa
19	472,00	1.581,00	657,81	3,35	43	101	123	117	88	Baixa
20	272,00	918,00	742,69	3,38	20	57	69	75	51	Baixa
21	287,00	927,00	1.671,34	3,23	31	56	76	79	44	Média
22	71,00	303,00	367,39	4,27	6	8	11	14	32	Baixa
23	1.325,00	4.581,00	1.653,70	3,46	135	258	345	278	309	Baixa
24	36,00	107,00	1.636,86	2,97	7	12	4	5	7	Baixa
25	167,00	600,00	739,64	3,59	11	40	34	40	42	Baixa
26	166,00	540,00	812,30	3,25	22	37	44	27	36	Baixa
27	138,00	441,00	1.169,66	3,20	13	46	28	23	28	Baixa
28	103,00	318,00	715,49	3,09	20	23	21	19	20	Baixa
29	642,00	1.931,00	879,48	3,01	85	170	183	123	81	Baixa
30	185,00	602,00	1.022,33	3,25	17	50	46	37	35	Baixa
31	335,00	1.044,00	1.410,83	3,12	42	78	99	63	53	Baixa
32	419,00	1.394,00	1.215,33	3,33	59	85	103	75	97	Baixa
33	144,00	418,00	1.060,13	2,90	21	38	41	29	15	Baixa
34	82,00	243,00	873,96	2,96	9	19	30	17	7	Baixa
35	843,00	2.655,00	1.954,73	3,15	111	199	205	187	141	Média
36	1.257,00	4.305,00	3.370,49	3,42	123	222	354	289	269	Alta
37	79,00	256,00	7.735,11	3,24	10	15	15	25	14	Alta
38	302,00	1.043,00	572,21	3,45	26	50	83	84	59	Baixa
39	101,00	330,00	405,03	3,27	11	23	25	24	19	Baixa
40	1.006,00	3.668,00	1.619,32	3,65	93	162	249	232	270	Baixa
41	285,00	997,00	538,23	3,50	19	61	75	73	57	Baixa
42	251,00	878,00	1.206,12	3,50	15	58	71	55	52	Baixa
43	426,00	1.531,00	1.442,92	3,59	44	80	93	98	111	Baixa
44	420,00	1.394,00	1.327,38	3,32	44	89	110	97	80	Baixa
45	257,00	869,00	1.273,21	3,38	29	43	73	53	59	Baixa
46	765,00	2.682,00	2.970,72	3,51	66	143	200	176	180	Alta
47	59,00	212,00	512,19	3,59	2	9	21	13	14	Baixa
48	623,00	2.205,00	1.305,74	3,54	63	109	142	157	152	Baixa
49	174,00	553,00	704,19	3,18	20	38	51	36	29	Baixa
50	211,00	692,00	696,66	3,28	18	46	66	43	38	Baixa
51	1.258,00	4.388,00	3.300,97	3,49	129	239	303	307	280	Alta
52	459,00	1.698,00	1.210,30	3,70	53	69	111	84	142	Baixa
53	69,00	230,00	447,43	3,33	7	16	16	16	14	Baixa
54	238,00	772,00	712,85	3,24	35	41	73	43	46	Baixa
55	378,00	1.296,00	913,20	3,43	42	67	101	81	87	Baixa
56	1.398,00	4.595,00	4.245,76	3,29	148	308	371	303	268	Alta
57	167,00	590,00	1.539,61	3,53	16	31	51	36	33	Baixa
58	680,00	2.328,00	1.751,30	3,42	61	136	179	160	144	Média
59	94,00	326,00	602,31	3,47	10	13	26	23	20	Baixa
63	639,00	2.160,00	1.166,75	3,38	66	126	173	149	125	Baixa
74	812,00	2.782,00	1.773,71	3,43	91	169	191	179	182	Média

Fonte: IBGE (2010), adaptado por URBTEC™ (2021)