RELATÓRIO 04

ANÁLISE TEMÁTICA INTEGRADA

PARTE 2

ELABORAÇÃO DO PLANO DE MOBILIDADE DE PONTA GROSSA

Plano de MOBILIDADE Ponta Grossa

URBTEC Planejamento Engenharia Consultoria

PREFEITURA DE PONTA GROSSA

iplan

PREFEITURA MUNICIPAL DE PONTA GROSSA

PREFEITO MUNICIPAL: Marcelo Rangel Cruz de Oliveira

VICE PREFEITA MUNICIPAL: Elizabeth Silveira Schmidt

IPLAN – INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE PONTA GROSSA
Diretor Executivo: Ciro Macedo Ribas Junior
Diretor do Departamento Administrativo e Financeiro: Miguel Aurélio Droppa
Coordenadora de Pesquisa e Estratégia: Sylvana Zanon
Arquiteta e Urbanista: Karla Volaco Gonzalez Stamoulis
Assessora de Projetos: Rafaela Sangalli
Assessor de Projetos: John Lenon Goes
Assessor de Projetos: Saylon Werner Siqueira
Assessora de Projetos: Andrea Biagi Bertocco

SECRETARIA MUNICIPAL DE ADMINISTRAÇÃO E RECURSOS HUMANOS
Secretário: Ricardo Luiz Torquato de Linhares

SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
Secretária: Ivonei Afonso Vieira

SECRETARIA MUNICIPAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS SOCIAIS
Secretária: Simone Kaminski Oliveira

SECRETARIA MUNICIPAL DE CIDADANIA E SEGURANÇA PÚBLICA
Secretário: Ary Fernando Guimaraes Lovato

SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO
Secretária: Esmeria de Lourdes Saveli

SECRETARIA MUNICIPAL DA FAZENDA
Secretário: Cláudio Grokoviski

SECRETARIA MUNICIPAL DE GOVERNO
Secretário: Maurício Silva

SECRETARIA MUNICIPAL DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL
Secretário: Paulo Henrique Dalle Carbonare

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE
Secretário: Paulo Eduardo Oliveira de Barros

SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS PÚBLICOS
Secretário: Marcio Ferreira

SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E PLANEJAMENTO
Secretário: Celso Augusto Sant Anna

SECRETARIA MUNICIPAL DA SAÚDE
Secretária: Angela Conceição Oliveira Pompeu

EQUIPE TÉCNICA MUNICIPAL

A Equipe Técnica Municipal (ETM) é constituída da seguinte forma:

COORDENAÇÃO GERAL
Karla Volaco Gonzalez Stamoulis

IPLAN – INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE PONTA GROSSA
Rafaela Sangalli
John Lenon Goes
Andrea Biagi Bertocco

AUTARQUIA MUNICIPAL DE TRÂNSITO E TRANSPORTE
Plínio Vivan
Ane Caroline Zelenski

COMPAHIA DE HABITAÇÃO DE PONTA GROSSA - PROLAR
João Carlos Mugnaine
Marines Kabbas Viezzer

SECRETARIA MUNICIPAL DE INDÚSTRIA, COMÉRCIO E QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL
Tonia Mansani de Mira
Michel João Haddad Neto

SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA E PLANEJAMENTO
Sandra Maria Hansen Peixoto
João Francisco Carneiro Chaves

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE
Paulo Eduardo Oliveira de Barros
Isabel Meister

EQUIPE TÉCNICA DE APOIO

A Equipe Técnica de Apoio (ETA) é constituída da seguinte forma:

SECRETARIA MUNICIPAL DE ADMINISTRAÇÃO E RECURSOS HUMANOS
Beatriz Cararo
Ricardo Luiz Torquato

SECRETARIA MUNICIPAL DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
Eldo Berger
Patrícia Gerlinger Striquer

SECRETARIA MUNICIPAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS SOCIAIS
Amanda Costa
Jocemara Santos

SECRETARIA MUNICIPAL DE CIDADANIA E SEGURANÇA PÚBLICA
Rogério Buchener

SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO
Iolanda de Jesus
Viviane Pereria Scheidt Feltz

SECRETARIA MUNICIPAL DA FAZENDA
Alexandre Fernandes Madalozzo
Gerson Luiz Bacovis

SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS PÚBLICOS
Euzita Ferreira
Luiz Eduardo Santos Striquer

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE
Jeferson Constantino Droppa
Julita Simone Therezinha Rentschler

FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE CULTURA
Carolyne Abilhoa
Kathleen Coelho de Andrade Villella de Biassio

FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE ESPORTES
Amanda de Fátima Vieira
Leonardo de Jesus

FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE TURISMO
Cezar Renato Szabli
Rosilete Aurina Martins

Funepo – TV Educativa
Ney David Herma

FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE ASSISTÊNCIA SOCIAL - FASPG
Gisele Ferreira Kravicz
Karym Rachel Mami Collesel

COMPAHIA PONTAGROSSENSE DE SERVIÇOS - CPS
Irajá Meira Barbosa
Josélia Ranieri Cogo

PROCURADORIA GERAL DO MUNICÍPIO
Márcia de Fátima Blageski Talev

AGÊNCIA DE FOMENTO ECONÔMICO DE PONTA GROSSA
Danielle de Mattos Schlumberger
Marco Antônio Deitos

EQUIPE TÉCNICA URBTEC™

Coordenadora Geral: Arquiteta e Urbanista
Izabel Neves da Silva Cunha Borges

Coordenador Geral Executivo: Engenheiro Civil
Gustavo Taniguchi

Coordenadora Técnica do Plano Diretor: Arquiteta Urbanista
Zulma das Graças Lucena Schussel

Coordenadora Técnica Adjunta: Arquiteta e Urbanista
Tami Szuchman

Coordenadora Operacional: Arquiteta e Urbanista
Manoela Fajgenbaum Feiges

Administradora
Mari Ligia Carvalho Leão
Advogada
Luciane Leiria Taniguchi
Advogado
Claudio Marcelo Rodrigues Iarema
Arquiteta e Urbanista
Jussara Maria Silva
Arquiteto e Urbanista
Leonardo Fernandes de Campos
Cientista Social
Sigrid de Mendonça Andersen
Economista
Mariano de Matos Macedo
Engenheiro Ambiental
Altair Rosa
Engenheira Civil
Vanessa Fontana Godoi
Engenheiro Civil
Tiago Otto Martins
Engenheira Civil
Patrícia Schipitoski Monteiro
Geógrafo
Augusto dos Santos Pereira

APRESENTAÇÃO

Esse documento tem o objetivo de apresentar as análises integradas e mapas-síntese produzidos a partir da relação entre os dados e características levantadas na Parte 1 da Análise Temática Integrada. Os dados aqui apresentados foram coletados em cadastros, imagens, fotos aéreas, levantamento de campo, planos setoriais municipais e também da legislação vigente (decretos, leis, portarias, etc).

Vale ressaltar que este documento diz respeito apenas a elaboração da Revisão do Plano de Mobilidade de Ponta Grossa (PlanMob-PG), uma vez que o Plano Diretor Municipal de Ponta Grossa (PDM–PG) é abordado em outro documento.

Ponta Grossa, agosto de 2018.

ÍNDICE

2ª FASE – ANÁLISE TEMÁTICA INTEGRADA PARA REVISÃO DO PDM-PG – PARTE 2 – ANÁLISE TEMÁTICA INTEGRADA E MAPAS-SÍNTESE (ITENS 3.4.12 e 3.4.13 DO TR) ... 14

1. MODELAGEM DO SISTEMA DE TRANSPORTES 15

2. SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO 26

2.1. ELEMENTOS DO MODELO 26

3. SISTEMA VIÁRIO DE TRÁFEGO 64

3.1. DEMANDAS ATUAIS DE TRÁFEGO 64

3.2. DEMANDAS FUTURAS DE TRÁFEGO 95

3.3. ANÁLISE DOS IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DAS AÇÕES NA REDE VIÁRIA DO ENTORNO 109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Processo de 4 etapas 17
Figura 2: Esquema exemplo de um pequeno sistema de transporte 21
Figura 3: Exemplo de esquema dos fluxos de carga de um sistema de transporte 22
Figura 4: Níveis de modelos de análise de tráfego. 23
Figura 5: Nós comuns do modelo de Ponta Grossa, 2018 27
Figura 6: Links do modelo de Ponta Grossa 29
Figura 7: Zonas, centroides e conectores para o município de Ponta Grossa. 32
Figura 8: Linhas do modelo de Ponta Grossa 34
Figura 9: Diagrama de autonomia local 36
Figura 10: Linhas de desejo – mais de 150 viagens 38
Figura 11: Linhas de desejo – mais de 50 viagens 39
Figura 12: Linhas do sistema proposto, por tipo de serviço 42
Figura 13: Linhas convencionais propostas 43
Figura 14: Linhas troncais propostas 45
Figura 15: Linhas alimentadoras do Terminal Nova Rússia propostas 46
Figura 16: Linhas alimentadoras do Terminal Oficinas propostas 47
Figura 17: Linhas alimentadoras do Terminal Uvaranas propostas 48
Figura 18: Linhas alimentadoras do Terminal Santa Paula propostas 49
Figura 19: Linhas associadas ao Terminal Santa Paula propostas 51
Figura 20: Pontos de embarques iniciais do sistema 52
Figura 21: Pontos de desembarques finais do sistema 53
Figura 22: Pontos de transferências do sistema 55
Figura 23: Carregamento da rede de transporte público 56
Figura 24: Carregamento da rede de transporte público, eixos troncais 57
Figura 25: Cobertura espacial 61
Figura 26: Processo de calibração e validação do modelo de simulação da demanda por transportes para a cidade de Ponta Grossa. 66
Figura 27: Zonas de tráfego consideradas no modelo 68
Figura 28: Rede de simulação para o município de Ponta Grossa 69

Figura 29: Localização dos pontos de pesquisa de contagem volumétrica. 70
Figura 30: Origens e destinos por zonas..... 87
Figura 31: Análise da aderência do modelo por regressão linear 89
Figura 32: Panorama geral da alocação de viagens (volume) rede de simulação do município de Ponta Grossa 91
Figura 33: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa 92
Figura 34: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa, com destaque para a área central 93
Figura 35: Panorama geral da alocação de viagens (volume) rede de simulação do município de Ponta Grossa, para horizonte futuro de 5 anos (2023). 103
Figura 36: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa, para horizonte futuro de 5 anos (2023) 104
Figura 37: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa, com destaque para a área central, para horizonte futuro de 5 anos (2023). 105
Figura 38: Panorama geral da alocação de viagens (volume) rede de simulação do município de Ponta Grossa, para horizonte futuro de 10 anos (2028). 106
Figura 39: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa, para horizonte futuro de 10 anos (2028) 107
Figura 40: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa, com destaque para a área central, para horizonte futuro de 10 anos (2028). 108
Figura 41: Reorganização do sistema viário através da reestruturação de eixos de desenvolvimento. 112
Figura 42: Detalhe das ações a serem implantadas para o eixo leste. 113
Figura 43: Detalhe das ações a serem implantadas para o eixo norte. 114
Figura 44: Detalhe das ações a serem implantadas para o eixo noroeste. 115
Figura 45: Detalhe das ações a serem implantadas para o eixo oeste. 116
Figura 46: Detalhe das ações a serem implantadas para o eixo sul. 117

Figura 47: Detalhe das ações a serem implantadas para o anel central externo. 118
Figura 48: Detalhe das ações a serem implantadas para o Anel Central Interno. 119
Figura 49: Detalhe das ações a serem implantadas para o Binário Siqueira Campos/João Tomé. 120
Figura 50: Detalhe das ações a serem implantadas para o Binário Siqueira Campos/João Tomé. 121
Figura 51: Detalhe das ações a serem implantadas para o Binário Emilio De Menezes/Nilo Peçanha. 122
Figura 52: Dimensionamento proposto de faixas dos eixos viários do município de Ponta Grossa. 124
Figura 53: Panorama geral da alocação de viagens (volume) rede proposta de simulação do município de Ponta Grossa. 127
Figura 54: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa 128
Figura 55: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa, com destaque para a área central 129

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Intervalos de saturação utilizados na análise do sistema viário. 25
Tabela 2: Matriz de viagens agregada por bairros 40
Tabela 3: Volumes de transferências nos terminais 54
Tabela 4: Linhas e estimativas operacionais 58
Tabela 5: Comparação de indicadores de operação 63
Tabela 6: Capacidades viárias por tipo de via. 73
Tabela 7: Modelo de produção de viagens baseado na renda e no número de..... 74
Tabela 8: Classificação da renda média mensal per capita para o Município de..... 75
Tabela 9: Faixas de renda 75
Tabela 10: Compilação dos dados de interesse para o modelo de produção de viagens, provenientes do Censo 2010 do IBGE. 76
Tabela 11: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para o cenário atual do município de Ponta Grossa. 95
Tabela 12 - Dados de população de Ponta Grossa 95
Tabela 13 - Evolução da frota de automóveis em Ponta Grossa..... 99
Tabela 14 – Evolução do índice de motorização. 101
Tabela 15 - Taxa anual de crescimento das viagens adicionais ao sistema viário para 2023 e 2028. 102
Tabela 16: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para o cenário atual do município de Ponta Grossa. 109
Tabela 17: Capacidades viárias por tipo de via. 110
Tabela 18: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para o cenário proposto do município de Ponta Grossa, e avaliação dos benefícios da implantação das ações. ... 126
Tabela 19: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para os cenários propostos e futuros do município de Ponta Grossa. 130

2ª FASE – ANÁLISE TEMÁTICA INTEGRADA PARA REVISÃO DO PDM-PG – PARTE 2 – ANÁLISE TEMÁTICA INTEGRADA E MAPAS-SÍNTESE (ITENS 3.4.12 e 3.4.13 DO TR)

A Parte 2 da 2ª Fase do PDM-PG tem por objetivo construir análises integradas e mapas-síntese a partir da relação entre os dados e características levantadas na Parte 1 da Análise Temática Integrada. O resultado dessa fase é a sistematização de todas as informações coletadas e seu cruzamento, gerando dessa forma, as condições para avaliar a situação atual do município, assim como estimar suas perspectivas futuras.

Para facilidade de leitura e análise, as informações foram agrupadas em três temas principais, conforme discriminado abaixo:

1. Modelagem do sistema de transportes
2. Sistema de Transporte Coletivo
3. Sistema Viário de Tráfego

1. MODELAGEM DO SISTEMA DE TRANSPORTES

Os modelos matemáticos utilizados em planejamentos urbanos e regionais na área de transportes vem intensificando seu uso devido a maior capacidade de cálculos realizados pelos computadores e na diminuição dos custos na obtenção de *softwares* para criação de tais modelos.

De acordo com, Brasil[1] (2008) modelar é fazer uma representação simplificada dos sistemas do mundo real que permita projeções de condições futuras, entretanto Novais[2] (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. VUCHIC (2005) ressalta que os modelos calibrados representam a situação atual, logo, sua aplicação será válida se assumir-se 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.

Com isto a modelagem de transporte será utilizada neste Plano de Mobilidade para determinar as condições de oferta e demanda do transporte coletivo urbano e a analisar a capacidade viária do sistema de transporte particular em suas principais vias, ajudando o poder público a conformar decisões sobre futuras necessidades de

---

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

[2] NOVAIS, Antônio Galvão, Modelos em planejamento urbano, regional e de transportes. São Paulo, Edgard Blücher, 1982.

infraestrutura e permitir que planejadores façam projeções por 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[3] (2011), o qual busca representar o contexto decisórios dos usuários de acordo com seu desejo de viagem, definidos pela a frequência, tempo de deslocamento, assim como a rota utilizada na rede de transportes.

Esse modelo serve como base para vários *softwares* que permitem hoje a efetiva modelagem de transportes. O software utilizado para criação dos modelos de previsão de demanda no Plano de Mobilidade de Ponta Grossa é o *Emme Modeler*, da empresa canadense INRO, o mesmo é um sistema completo de previsão de transporte para o planejamento do transporte urbano, regional e nacional de pessoas. O *Emme* ganhou reputação por sua abordagem flexível, escalável e aberta à modelagem que pode acomodar os modelos maiores e mais complexos com flexibilidade. O *Emme* 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) fazem uma representação gráfica deste modelo de acordo com a Figura 1, nele as etapas do processo de concepção do modelo, iniciam pela Geração de Viagens que trata essencialmente da demanda atual e futura de cada zona do sistema que será modelado, no caso do transporte coletivo e transporte individual.

[3] ORTÚZAR, J. D. e WILLUMSEN, L. G. Modeling Transport, 4th Edition, John Wiley & Sons Ltd. West Sussex, UK. 2011.

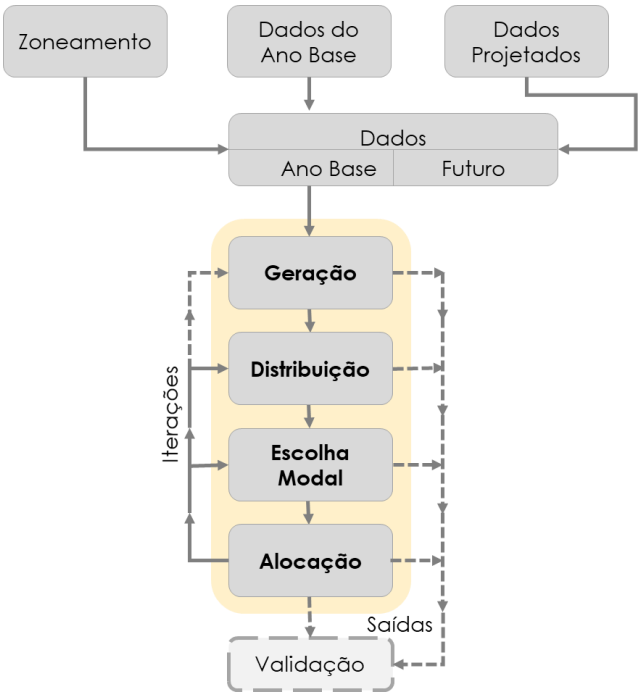
Estas demandas, de atração e produção em cada zona, são conhecidas através das pesquisas de origem/destino, realizadas neste Plano de Mobilidade para o transporte coletivo, e através de um modelo de demanda baseado em dados socioeconômicos, disponibilizados pelo município ou obtidos do censo IBGE 2010, para o transporte individual.

Normalmente, a utilização do transportes públicos à longo prazo é influenciada pelo crescimento da população, da renda e do número de veículos, contudo nos últimos anos, 2014 a 2016, tem se verificado uma queda nos números de usuários de transporte coletivo no Brasil , de acordo com a NTU (2017), este decréscimo chegou a 18%.

A partir de dados fornecidos pelo AMTT (2018) de 2012 a 2017 o sistema de transporte coletivo de Ponta Grossa sofreu um decréscimo de 9,7%, mesmo com o aumento da população neste mesmo período.

Para a análise de cenários futuros serão levados em consideração parâmetros e as particularidades do Munícipio.

Figura 1: Processo de 4 etapas



Fonte: Ortúzar e Willumsen, 2011

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

Estas duas etapas do modelo padrão são conhecidas e foram coletadas em nosso plano através da pesquisa de origem/destinos realizada nas linhas do transporte coletivo, com isto não há necessidade de se realizar métodos de geração e nem de distribuição de viagens para o transporte coletivo, já que conhecemos os elementos destas etapas através da pesquisa.

Todavia para o transporte individual, os vetores de produção e atração serão determinados através de modelos de regressão, 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).

Estes modelos estão presentes no trabalho *Travel Estimation Techniques for Urban Planning*, desenvolvido pelo *Transportation Research Board* norte americano no ano de 1998, que compilou dados de diversas cidades onde foram realizadas pesquisas origem/destino, transformando os mesmos em modelos de geração de viagens estratificados por tamanho da população, renda. O volume de viagens é dependente de dados socioeconômicos tais como, tamanho do lar (número de residentes), renda média, posse de veículos, dentre outros para a produção e dados sobre áreas destinada a indústria, ao comércio e outros, número de empregos, matrículas escolares e acessibilidade.

Uma vez definido o número de viagens produzidas ou atraídas na Zonas de Tráfego, que compõem a área de estudo, o passo seguinte é a determinação da distribuição de viagens entre as zonas, isto é, o volume de viagens entre as diversas origens e os diversos destinos. Os modelos de distribuição de viagens, de um modo genérico, podem ser expressos onde o número de viagens entre a zona i e a zona j é função das variáveis econômicas entre i e j, das viagens produzidas em i e atraídas para j e a separação espacial ou custo entre i e j.

Os modelos de distribuição de viagens mais utilizado são o Gravitacional e os de Fator de Crescimento Fratar e Furness, que serão 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.

A etapa 3 do método padrão, divisão modal, tem o objetivo de destinar aos diferentes modos de transporte as viagens com origem na zona i e destino da zona j, 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 são utilizados os valores obtidos em campo com a distribuição percentual de automóveis, motocicletas, caminhões e ônibus, para identificar o total da demanda de automóveis.

A última etapa do processo, a alocação de viagens que atribui a matriz de viagens ao modo de transporte e as linhas correspondente. 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, da empresa canadense INRO, reconhecido largamente pela literatura, teóricos e modeladores. A metodologia aplicada no *software* EMME é baseado no conceito de

estratégias ótimas (SPIESS e FLORIAN, 1989)[4]. Segundo PAIVA[5] (2018) ao explicar a metodologia de SPIES 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 atingir seu destino. Define-se como estratégia um conjunto de regras que permitem ao usuário atingir seu objetivo.

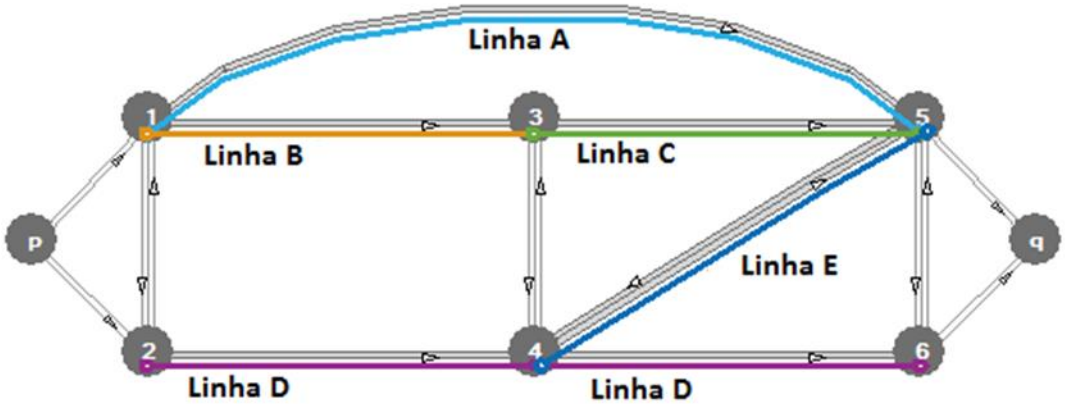
Com isto o simulador compara as opções de viagens apresentadas para cada par de Origem/Destino, e as aloca de maneira inversamente proporcional ao tempo tomado por cada alternativa, depois de considerado o custo generalizado (composto por vários aspectos da viagem, tais como tempos de espera, embarcado, transferências, etc.). Essa alocação estratégica de transportes com variantes permite:

- Análise de 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;
- Opção de liberar ou não o caminho para pedestres: é possível considerar viagens entre zonas adjacentes realizadas a pé;
- A distribuição de fluxo de passageiros por conectores, permitindo a estratégia de otimização de percurso, através de um modelo lógico ou configurado pelo usuário.

[4] SPIESS, H. e FLORIAN, M. Optimal Strategies: A New Assignment Model for Transit Networks. Transportation Research B, 1989

PAIVA, Carlos, disponível em <> https://www.sinaldetransito.com.br/artigos/modelos <> acesso em 12 de agosto de 2018

Figura 2: Esquema exemplo de um pequeno sistema de transporte

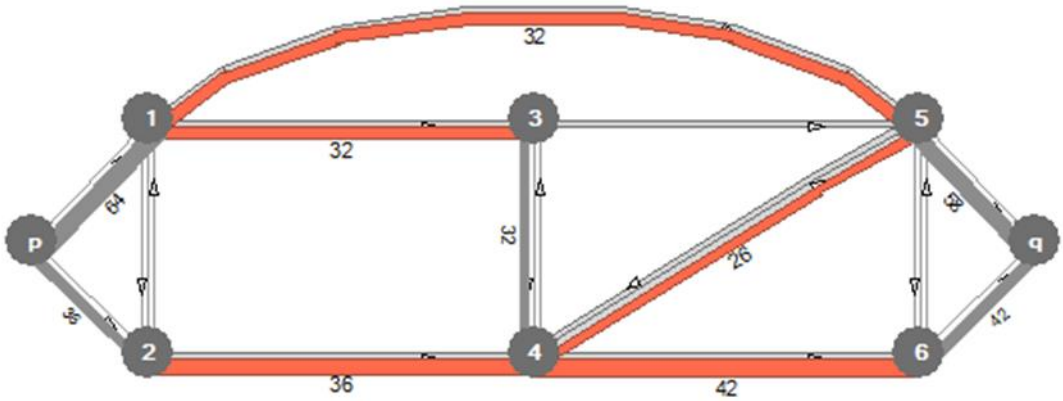


Fonte: Adaptado de INRO, 2015

Na alocação estratégica com variantes, o fluxo pode ser distribuído entre os conectores utilizando proporções definidas segundo um modelo lógico. Esta 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 da atratividade de cada linha mais precisa no modelo.

No exemplo que segue imaginemos 100 viagens partindo do ponto “p” para o ponto na extremidade oposto, denominado “q”. A distribuição das viagens ocorre em função das variáveis supracitadas e o resultado correspondente a estas combinações podem ser observados na figura abaixo.

Figura 3: Exemplo de esquema dos fluxos de carga de um sistema de transporte



Fonte: Adaptado de INRO, 2015

A representação gráfica do sistema de transporte, embora visualmente simplificada, é parametrizada em seus diversos níveis, e é tradicionalmente representado através de elementos que serão interligados em seus diversos níveis, tais como nós, eixos viários, dados operacionais das linhas do sistema. Estes são representações discretas do espaço contínuo a ser estudado. Os elementos do modelo que deverão ser inseridos, como eixos viários, dados operacionais, volumes, tempos entre outros estão detalhados em cada modal correspondente.

A análise dos resultados da alocação de viagens utiliza o conceito de custo generalizado de deslocamento da zona i para a zona j, pode ser representado por:

$$C_{ij} = P_1 * C + P_2 * t_v + P_3 * t_t$$

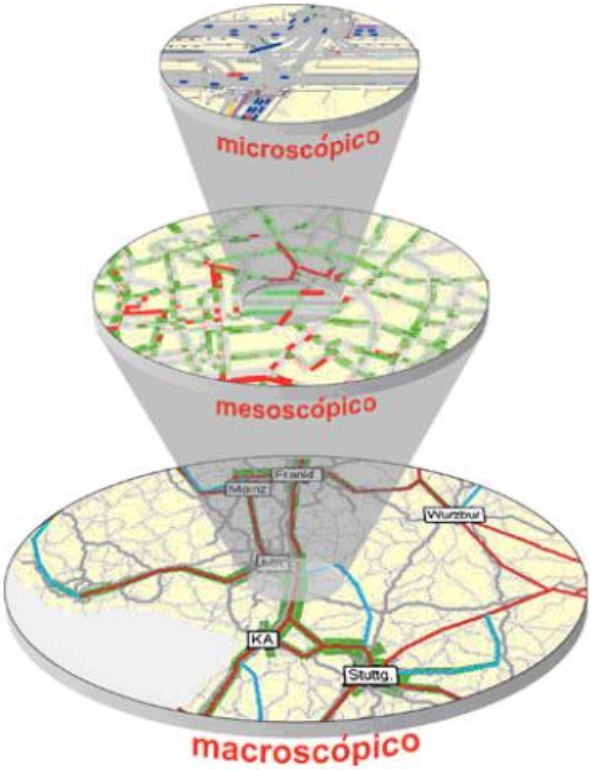
Onde:

C: Custo generalizado da viagem
P_1, P_2, P_3: penalidades
t_v: tempo gasto dentro do veículo
t_t: tempo gasto dentro 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. Objeto de interesse deste Plano de Mobilidade a abordagem macroscópica descreve o comportamento do tráfego de maneira agregada, baseada na teoria dos fluídos. Sendo o fluxo descrito com base em

três variáveis fundamentais: (1) volume ou fluxo – número de veículos por unidade de tempo em um determinado ponto, veículos/hora; (2) densidade ou concentração – número de veículos por comprimento unitário da via, veículos/km e (3) velocidade – velocidade média em um trecho linear de via, km/hora.

Figura 4: Níveis de modelos de análise de tráfego.



Fonte: Adaptado FHWA, 2012

As matrizes de viagens de transporte individual são alocadas à rede de simulação através de modelos de equilíbrio do usuário, que considera que o equilíbrio foi 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 (1) os condutores escolhem seu os seus percursos independentemente e no seu melhor interesse, com base nas condições de tráfego resultantes das escolhas dos outros; (2) os consultores cooperam na escolha de

trajetos, tendo em vista produzir um padrão de tráfego que dê o máximo benefício à comunidade.

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

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 m 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 realmente descrita através das pesquisas de campo. Estes podem ser expressos em matrizes origem-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 a comparação entre valores alocados e os valores obtidos nas contagens de campo. Estes valores são plotados em um gráfico e a regressão é estimada, sendo que quanto maior o R^2 e menor o valor do erro médio, maior a compatibilidade. Sendo os valores de R^2 acima de 0,85 e o erro médio menor de que 10%, pode-se dizer que o modelo representa a realidade de forma excelente.

A avaliação da capacidade de suporte do sistema viário do município, que é item de análise deste plano, pode ser obtida pela análise operacional do sistema viário do modelo de demanda definido anteriormente, através de indicadores de desempenho. Para estudos desta natureza, a relação entre volume e a capacidades dos *links*, permite medir de certa forma 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 grau de saturação.

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 tabela a seguir.

Tabela 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™ (2018)

2. SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO

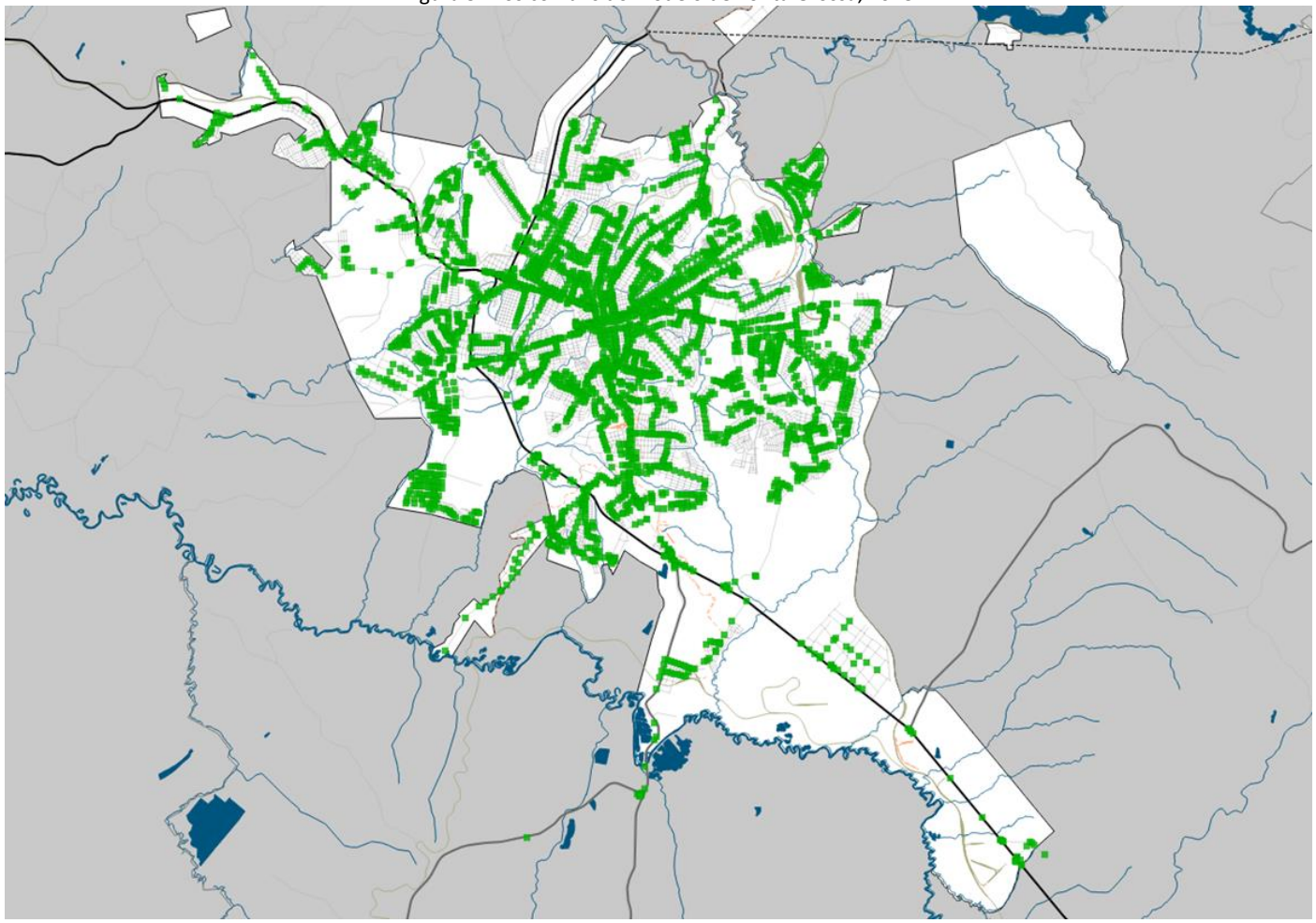
2.1. ELEMENTOS DO MODELO

2.1.1. **NÓS**

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

Estes nós são divididos principalmente em duas categorias, nós comuns, que através dos eixos de ligações representarão a infraestrutura disponível do sistema e os centroides, que representam a localização média simplificada dos usuários em cada zona da matriz de viagens.

Figura 5: Nós comuns do modelo de Ponta Grossa, 2018



Fonte: URBTEC™ (2018)

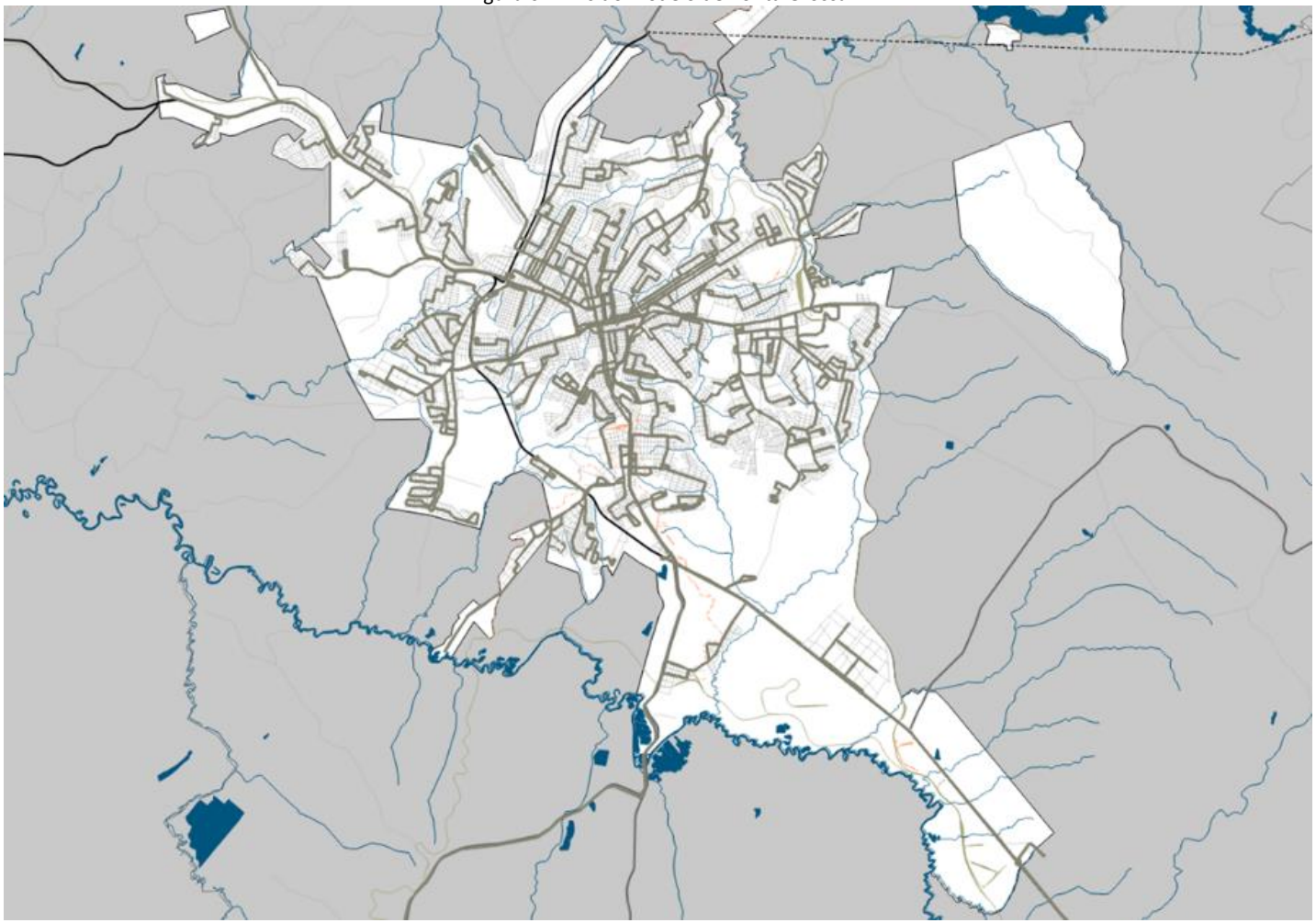
Foram representados 3.892 nós no modelo computacional de transporte coletivo.

2.1.2. 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 considerados somente as vias onde há fluxo das linhas do transporte coletivo e das principais vias de tráfego de veículos individuais.

Os *links* possuem dados tais 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, atributo que combina vários dados e permitirá, durante o processo de alocação, comparação entre alternativas apresentadas ao usuário. Outros exemplos de informações aplicáveis a este nível são o número de faixas das vias, classificação hierárquica, se é unidirecional ou bidirecional, quais conversões são permitidas, quais modais podem utilizá-la, entre outros.

Figura 6: Links do modelo de Ponta Grossa



Fonte: URBTEC™ (2018)

As informações existentes para cada link são:

- Nome: informação existente no arquivo fornecido pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Ponta Grossa - IPLAN;
- Hierarquia viária: informação existente no arquivo fornecido pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Ponta Grossa – IPLAN;
- Capacidade viária: informação estimada com base na hierarquia viária e levantamento através de imagens de satélite e observação em campos para as vias principais. Foi considerada uma capacidade de 1000 veículos/hora/sentido para cada faixa de tráfego;
- Velocidade máxima permitida: foi estimada com base na hierarquia viária. Foram adotados os seguintes valores: 30 km/h para vias locais, 40 km/h para vias coletoras e 60km/h para as vias arteriais e vias de eixo;
- Sentido de circulação: informação obtida através de consulta a mapas de GPS - *Global Positioning System*, de softwares de navegação.
- Comprimento: informação existente no arquivo fornecido pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Ponta Grossa – IPLAN.

Para o modelo de transporte coletivo foram representados 9.052 links da rede de vias do Município de Ponta Grossa.

2.1.3. ZONAS, CENTRÓIDES E CONECTORES

Como todos os dados de origem e destino são coletados e codificados em um sistema de zoneamento, o estabelecimento das zonas é um importante passo.

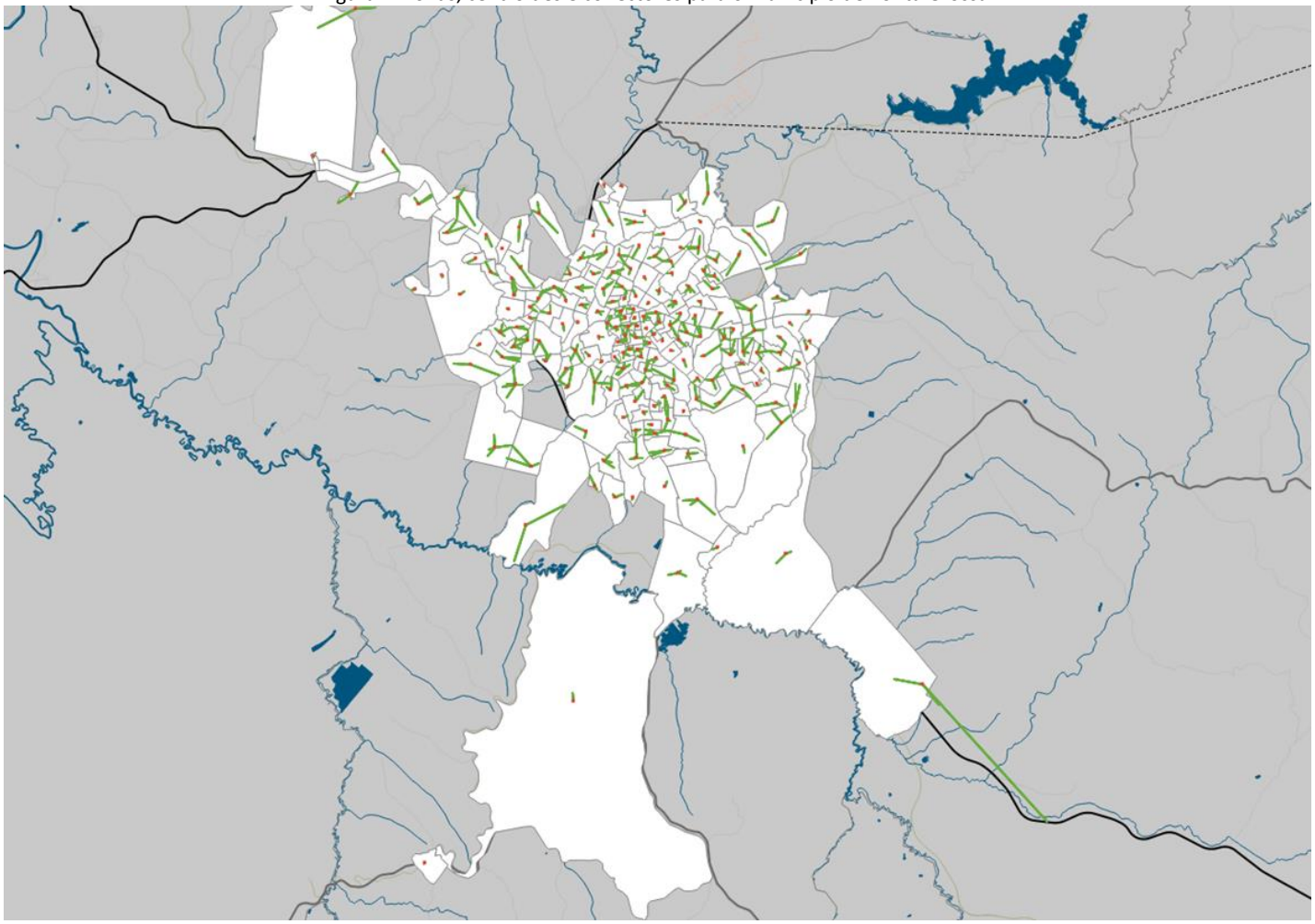
As zonas são agrupamentos de amostras populacionais nas quais são estimadas características similares. Usualmente as zonas são baseadas em setores censitários ou subdivisões políticas que são usadas como a base para qualquer informação existente de censo ou estudos anteriores de origem e destino, como o caso deste estudo. O uso de setores censitários que já existam na cidade aumentará 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 consolidadas em zonas maiores, e outras divididas em zonas menores. Foram delimitadas 189 zonas para o município de Ponta Grossa.

O centroide é o centro geográfico da zona que representa; há, entretanto, casos em que possa ser deslocado para 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 a ligação entre os centroides e a rede de transportes, representando, portanto, seu acesso/egresso na mesma. Abaixo apresentam-se a exemplificação destes três elementos. Foram utilizados 1.042 conectores para representar o acesso das zonas ao Sistema de Transporte Coletivo.

Figura 7: Zonas, centroides e conectores para o município de Ponta Grossa.



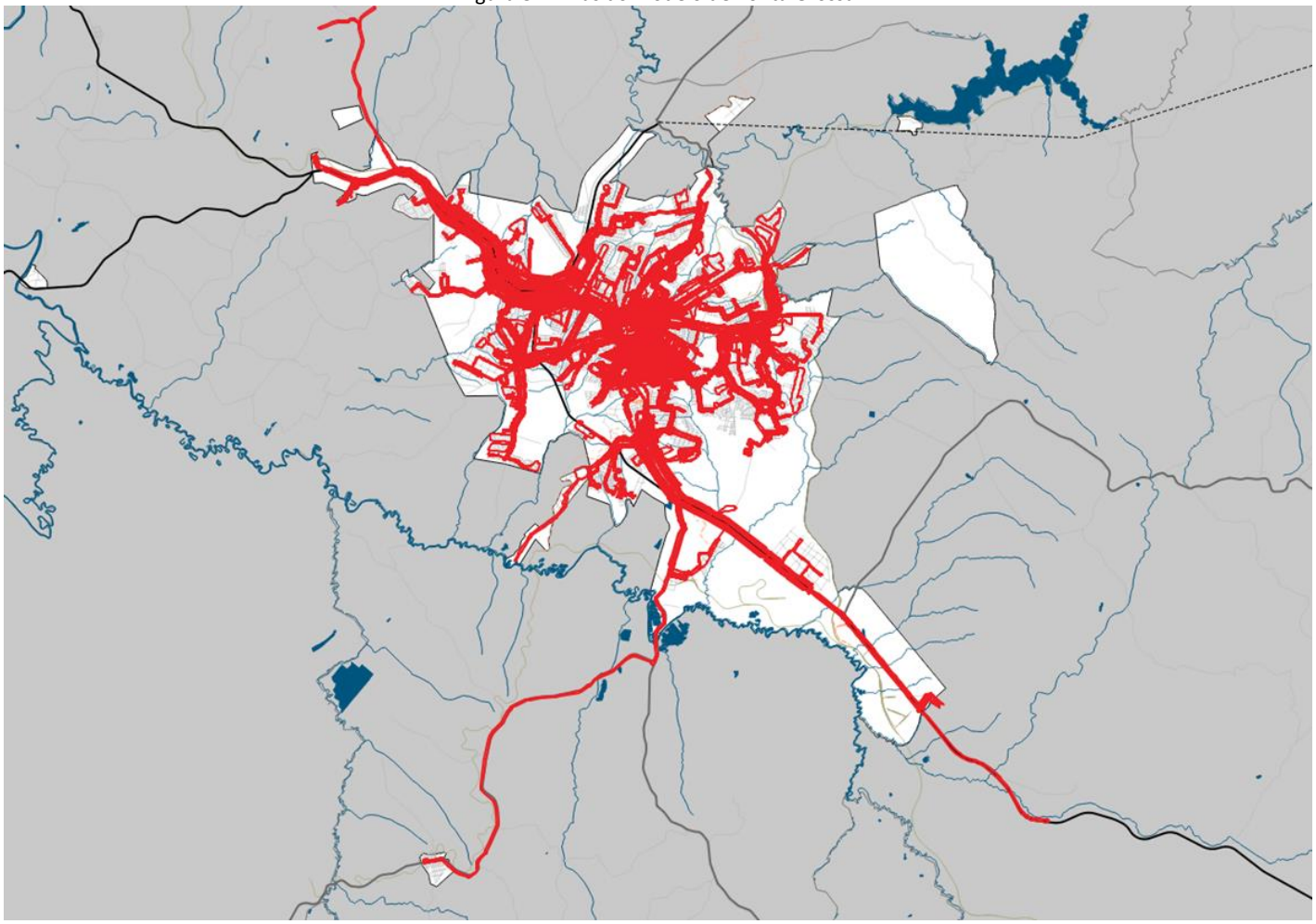
Fonte: URBTEC™ (2018)

2.1.4. 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, por exemplo, o tempo necessário para completar uma viagem, tempo de ciclo, como também a frota necessária para suprir o volume de passageiros transportados, entre outras opções.

Figura 8: Linhas do modelo de Ponta Grossa



Fonte: URBTEC™ (2018)

2.1.4.1. PROPOSTA DE REVISÃO DO SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASSAGEIROS.

O sistema de transporte público, quando devidamente estruturado e em harmonia com os desejos de deslocamento da população, atua como elemento de organização e composição urbana: a definição do funcionamento e operação do sistema de transporte público, desenvolvidos de maneira a complementar a infraestrutura de acessibilidade do município, podem influenciar o comportamento dos viajantes, estimulando o uso de modais não motorizados (em especial para viagens curtas), facilitar seu acesso e principalmente possibilitando intermodalidade.

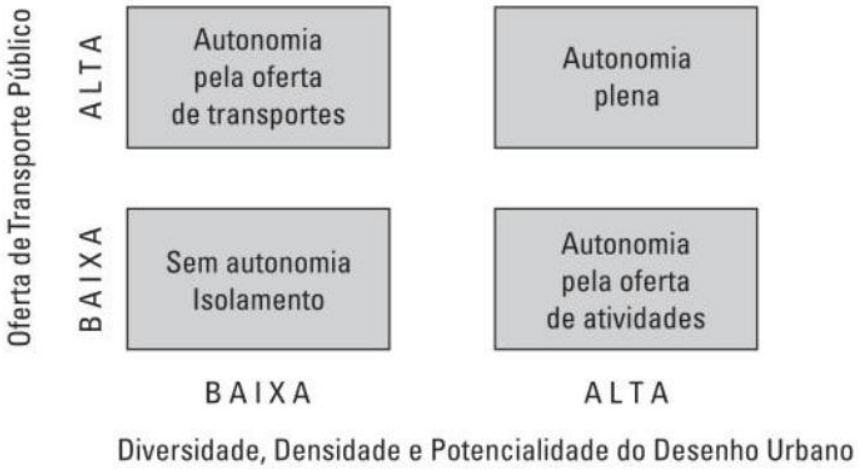
Partindo de premissas básicas - como os itinerários das linhas em funcionamento, a atual matriz de viagens, indicadores de ocupação, entre outros – a revisão busca otimizar a operação de transportes, melhorando tanto aspectos de acessibilidade quanto mobilidade dos usuários do sistema. Com esta finalidade, e em coerência com o porte da cidade de Ponta Grossa, a análise em escala mesoscópica assume papel relevante, já que 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)[6] propõem a distribuição de classes de autonomia que uma localidade pode vivenciar, em níveis que variam de áreas sem autonomia – ditas isoladas – a áreas autonomia plena – que

[6] Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano/Licínio da Silva Portugal [et al]; organização Licínio da Silva Portugal. Cap. 7: Mesoacessibilidade orientada ao transporte público e ao não motorizado com foco no desenvolvimento equilibrado e autônomo/Andrea Justino Ribeiro Mello e Erika Cristine Kneib. – 1ª. ed. – Rio de Janeiro – Elsevier, 2017.

combinam alta oferta de atividades e alta oferta de transportes, conforme representado na Figura 9.

Figura 9: Diagrama de autonomia local



Fonte: Portugal et al (2017)6

As localidades caracterizadas pela autonomia plena equilibram elementos como densidade, diversidade e desenho urbano propício a deslocamentos ativos, mas contempla, em grande nível, oferta de serviço público suficiente e de qualidade. Admitem-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, elaborado de maneira a otimizar estas características.

2.1.5. **ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA**

A avaliação e desenvolvimento do desenho operacional de um sistema de transporte coletivo é composta por algumas etapas, que incluem compreender o atual funcionamento do sistema, identificando indicadores e gargalos operacionais, e avaliar a adequação às necessidades do usuário, classicamente quantificada através de matrizes de viagens.

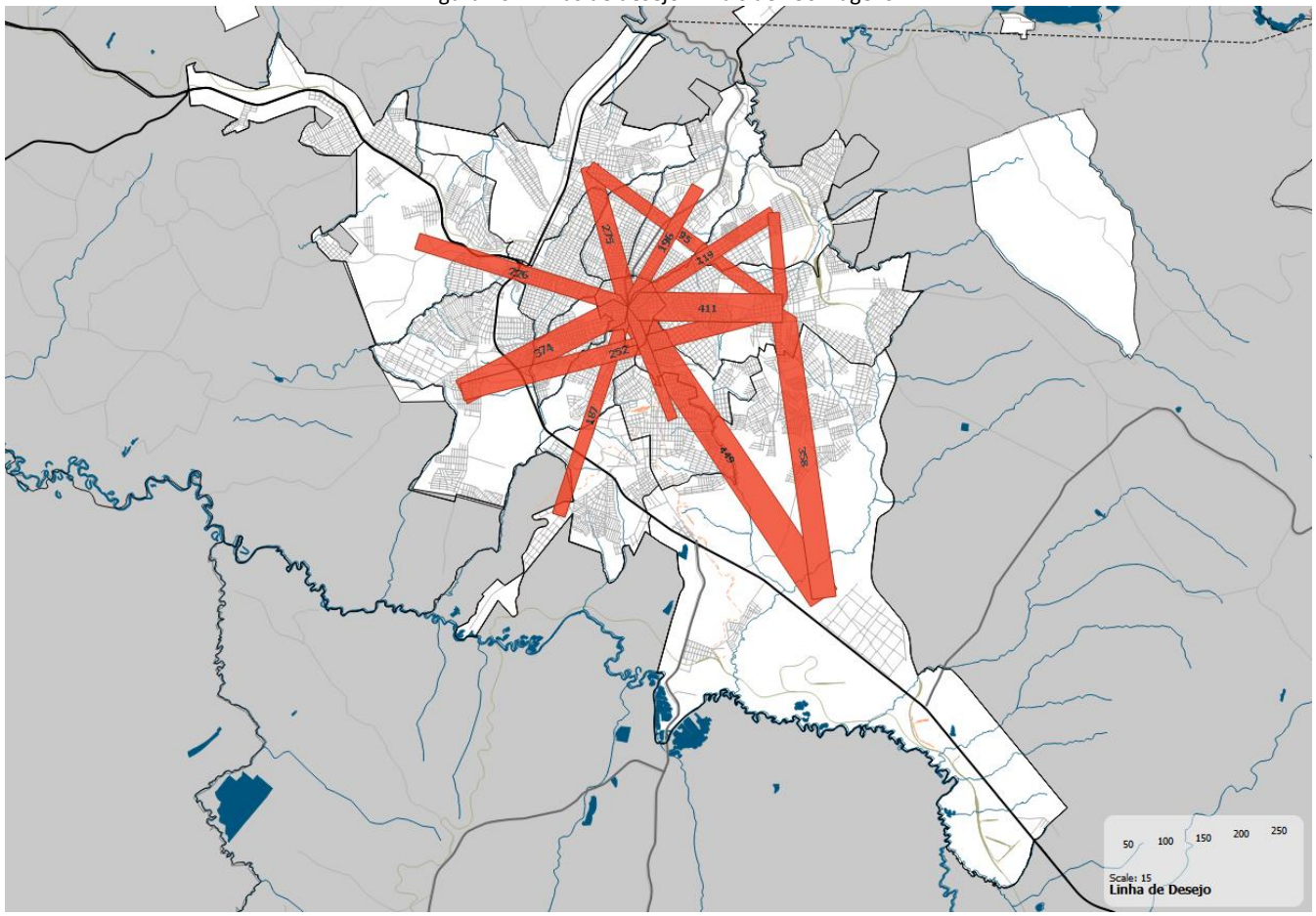
2.1.5.1. Análise da Matriz

A matriz de origens e destinos da cidade de Ponta Grossa tem comportamento compatível com a maioria das cidades brasileiras, de viagens principalmente radiais, com origens – no período pico manhã, que é, usualmente, o crítico – em regiões residenciais que se posicionam a partir de um ponto central, que concentra a maioria dos destinos. A tendência é de regressão dessas viagens no fim do dia (período pico tarde).

Esse comportamento pode ser observado, por exemplo, na Figura 10, com os vetores de mais de 150 viagens na hora pico manhã. Os pares de origem/destino estão agregados ao nível de bairros. É possível perceber a relevância da região central, destino preposto de bairros distribuídos ao redor de todo o município: Cará-cará (Distrito Industrial), Uvaranas, Contorno (Santa Paula), Boa Vista, Chapada, Neves, Jardim Carvalho, Colônia Dona Luíza e Oficinas. Entretanto, é possível observar que, além dele, a região de Uvaranas também é destino procurado por usuários provenientes de bairros diversos: Cará-cará, Contorno, Boa Vista, Neves, além de viagens internas (com origem e destino no mesmo bairro).

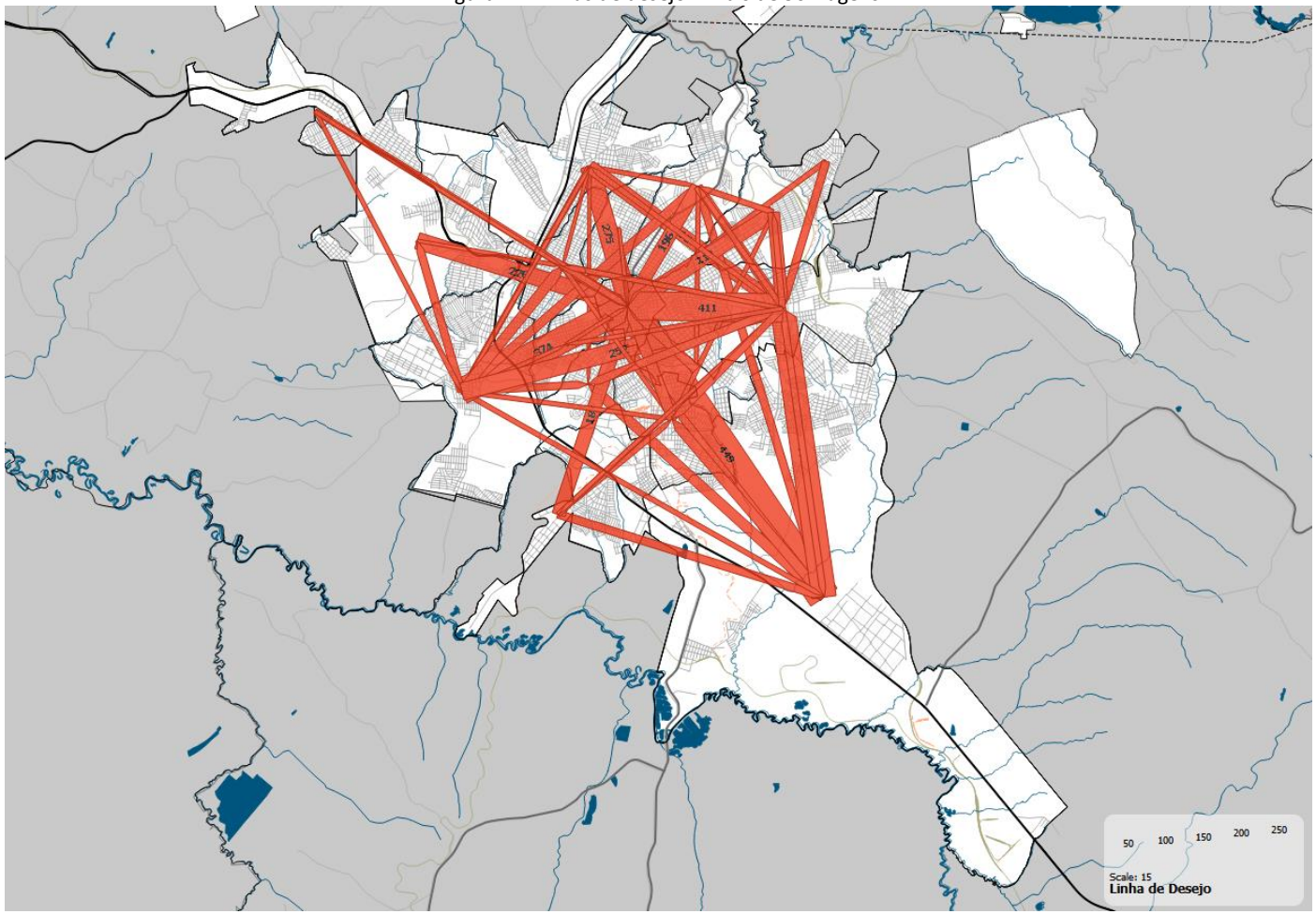
Esse padrão de análise pode evoluir para vetores de viagens (pares de origem e destino) com menores grandezas. Essa avaliação permite identificar as principais necessidades dos usuários e definir, conceitualmente, a operação do sistema. Para exemplificar, observe, na Figura 11, os vetores de origens e destinos com mais de 50 viagens na hora pico. Os interesses de destino para a região central continuam destacando-se, mas outras regiões também passam a despontar como importantes zonas de produção e atração de viagens.

Figura 10: Linhas de desejo – mais de 150 viagens



Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 11: Linhas de desejo – mais de 50 viagens



Fonte: URBTEC™ (2018)

Esta análise gráfica também pode ser realizada matematicamente, a partir da observação da matriz de viagens, apresentada a seguir na Tabela 2, com aglutinação das origens e destinos ao nível de bairros, em coerência com as figuras apresentadas acima. Salienta-se que para o desenvolvimento adequado do desenho dos itinerários das linhas, a avaliação das linhas de desejo será mais precisa em níveis mais desagregados (tais como setores censitários), onde será possível perceber nuances de movimentação internas ao bairros; exemplifica-se essa situação com a região de Santa Paula, inserida no bairro do Contorno, e que concentra seus volumes de viagens mais relevantes.

Tabela 2: Matriz de viagens agregada por bairros

	Destinos																			
Origens	**Boa Vista**	**Cara-Cara**	**Centro**	**Chapada**	**Colonia D. Luiza**	**Contorno**	**Estrela**	**Guaragi**	**Jd. Carvalho**	**Jd. Panamá**	**Neves**	**Nova Russia**	**Oficinas**	**Olarias**	**Orfas**	**Piriquitos**	**Ronda**	**Uvaranas**	**Total Geral**	**% Total**
Boa Vista	55	46	275	28	25	79	58		66		29	60	35	12	11	37	16	195	**1.026**	**8,7%**
Cara-Cara	24	96	449	12	34	12	141		97		23	98	137	18	36	24	25	358	**1.584**	**13,4%**
Centro	24	25	16	0	14	22	10		38		11	32	29	39		3	25	92	**380**	**3,2%**
Chapada	19	19	226	61	4	51	16		20		3	58	37	18	12	24	9	48	**624**	**5,3%**
Colonia D. Luiza	13	116	187	5	83	6	44		28		6	25	74	21	17	4	49	79	**758**	**6,4%**
Contorno	63	64	374	108	45	170	97		128	4	22	149	66	17	32	35	65	252	**1.690**	**14,3%**
Estrela	3	10	14	2	26	5	23		9		0	3	7	6	1	6	2	5	**123**	**1,0%**
Guaragi		12	18	0			12						12						**54**	**0,5%**
Jd. Carvalho	2	30	196	14	3	5	27		162		1	13	35	57	5	2	37	121	**709**	**6,0%**
Jd. Panamá	2	3	71	0	49	18	34	5	30	6	5	5	4	11	6	0	6	113	**366**	**3,1%**
Neves	15	21	219	25	14	24	21		76		17	25	58	35	17	3	36	178	**785**	**6,6%**
Nova Russia	14	0	136	31	0	31	47		48	2	1	80	59	1	2	36	14	70	**571**	**4,8%**
Oficinas	9	33	160	16	20	12	27		31		1	28	29	4	11	2	38	82	**503**	**4,2%**
Olarias	7	25	130	9	4	5	13		3	26	9	14	3	2		1	23	27	**300**	**2,5%**
Orfas	6	2	53	4	6	5	8		4			12	18	6	7	0	5	32	**169**	**1,4%**
Piriquitos	15	27	86	15	6	56	29		23			59	18	6	4	15	10	30	**399**	**3,4%**
Ronda	0	1	56	24	1	5	16		15		5	15	40	3	9	1	2	12	**207**	**1,7%**
Uvaranas	72	88	411	9	63	35	118		68	25	84	62	99	16	28	8	60	345	**1.589**	**13,4%**
Total Geral	**344**	**618**	**3.077**	**363**	**396**	**543**	**739**	**5**	**846**	**62**	**216**	**738**	**761**	**271**	**197**	**200**	**422**	**2.038**	**11.837**	**100,0%**
% Total	**2,9%**	**5,2%**	**26,0%**	**3,1%**	**3,3%**	**4,6%**	**6,2%**	**0,0%**	**7,1%**	**0,5%**	**1,8%**	**6,2%**	**6,4%**	**2,3%**	**1,7%**	**1,7%**	**3,6%**	**17,2%**	**100,0%**	

Fonte: URBTEC™ (2018)

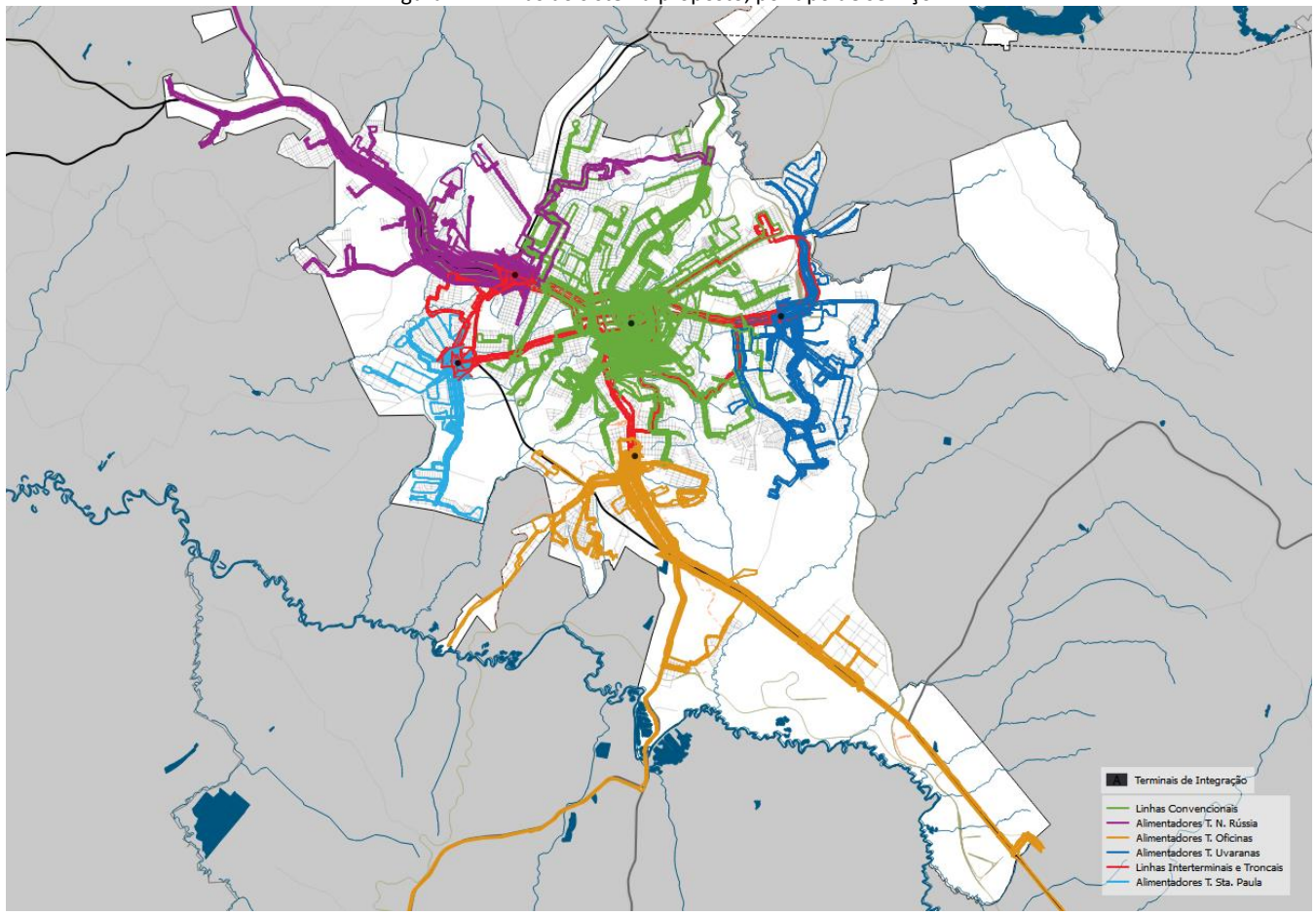
2.1.5.2. Itinerários Propostos

A atual operação do sistema de transporte coletivo de Ponta Grossa já ocorre com base em bacias de alimentação e terminais de transferência entre sistemas (alimentadoras para troncais e vice-versa), em um modelo de organização que demanda um sistema de hierarquização das linhas.

A proposta inclui um conjunto de linhas convencionais, linhas com estrutura típica de um serviço troncalizado, e linhas de alimentação para os terminais de transferência, ou seja, o Nova Rússia, o Oficinas, o Uvaranas, e, como novidade do sistema, o terminal Santa Paula. As linhas que compõe o desenho operacional proposto, classificadas conforme o tipo de serviço, são apresentadas a seguir, na Figura 12. Observe que na composição do sistema, há a movimentação tronco-alimentada, com cores distintas para as alimentadoras de cada um dos terminais, a partir dos quais seguem as linhas troncais, na cor vermelha. Concomitantemente, as linhas destacadas na cor verde, denominadas convencionais, atendem as principais demandas não-radiais identificadas na análise dos desejos de viagens.

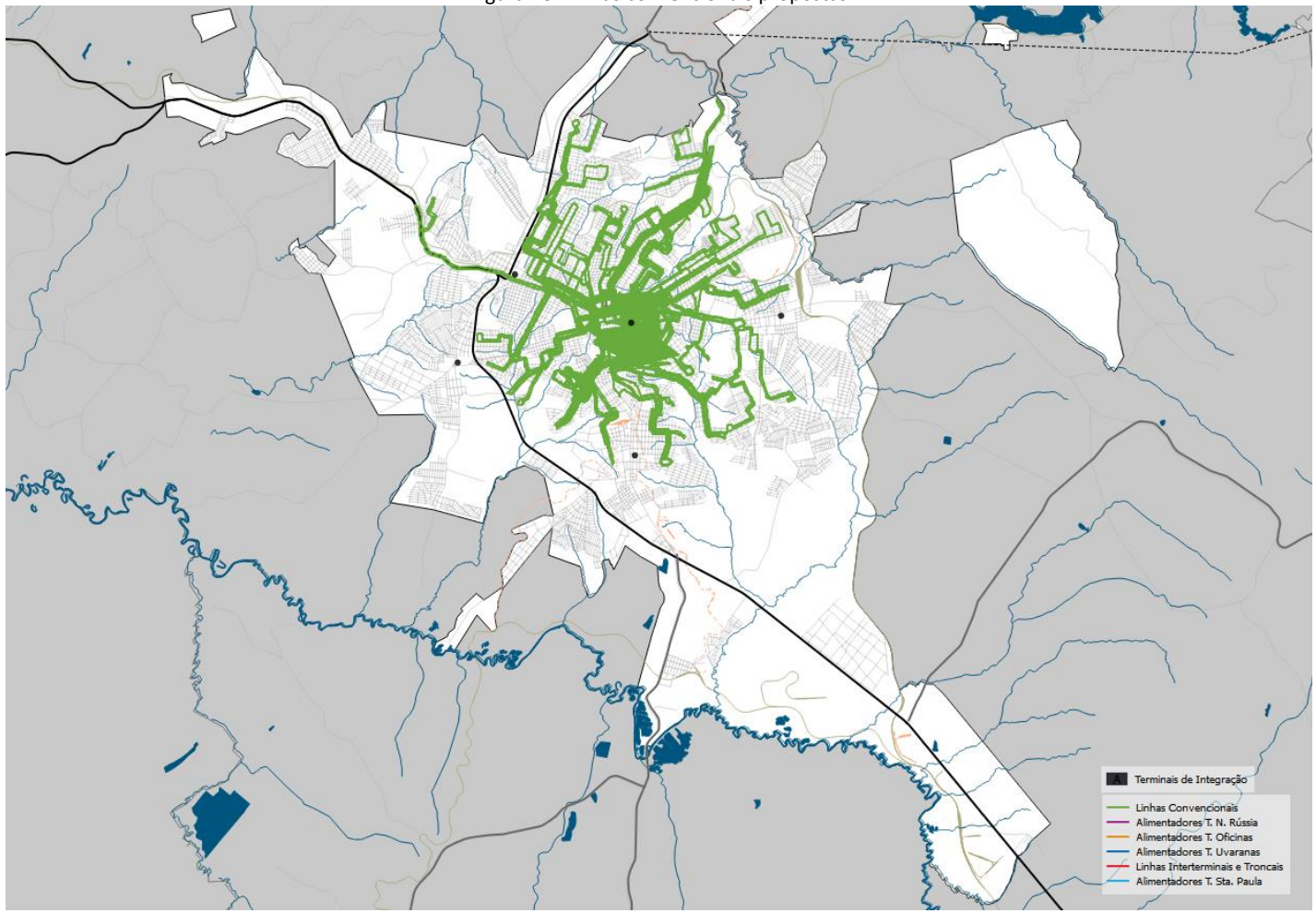
As linhas convencionais, especificamente ilustradas na Figura 13, embora sobreponham-se ao sistema tronco alimentado, cumprem a função de atender uma demanda cujo sentido de movimentação não segue uma direção radial, evitando que este tipo de usuário seja obrigado a percorrer grandes distâncias e necessite um número excessivo de transferências para cumprir sua viagem.

Figura 12: Linhas do sistema proposto, por tipo de serviço



Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 13: Linhas convencionais propostas



Fonte: URBTEC™ (2018)

Por outro lado, a funcionalidade das linhas troncais está associada a viagens mais diretas, em especial entre terminais de transferência. Nesses pontos onde são concentrados os viajantes trazidos pelas linhas alimentadoras, será possível ofertar serviços com boas frequências e viabilizar a adoção de veículos de maior porte, contribuindo para a redução dos tempos de viagens e conforto do usuário. As linhas troncais propostas são apresentadas a seguir, Figura 14. Salienta-se que a principal característica desse subsistema de transporte público é, portanto, a alta mobilidade.

Para que os terminais recebam esses usuários que seguirão suas viagens nas linhas troncais, a operação das linhas alimentadoras deve garantir acessibilidade ao sistema. Elas têm a característica de estarem ramificadas a partir do terminal que alimentam, e dispersam-se através da área (ou bacia) associado a ele.

Em Ponta Grossa, já estão em funcionamento os terminais Nova Rússia, Oficinas, Uvaranas, além do próprio Terminal Central. Propõe-se o estabelecimento de uma nova bacia de alimentação, com a implantação do novo Terminal Santa Paula.

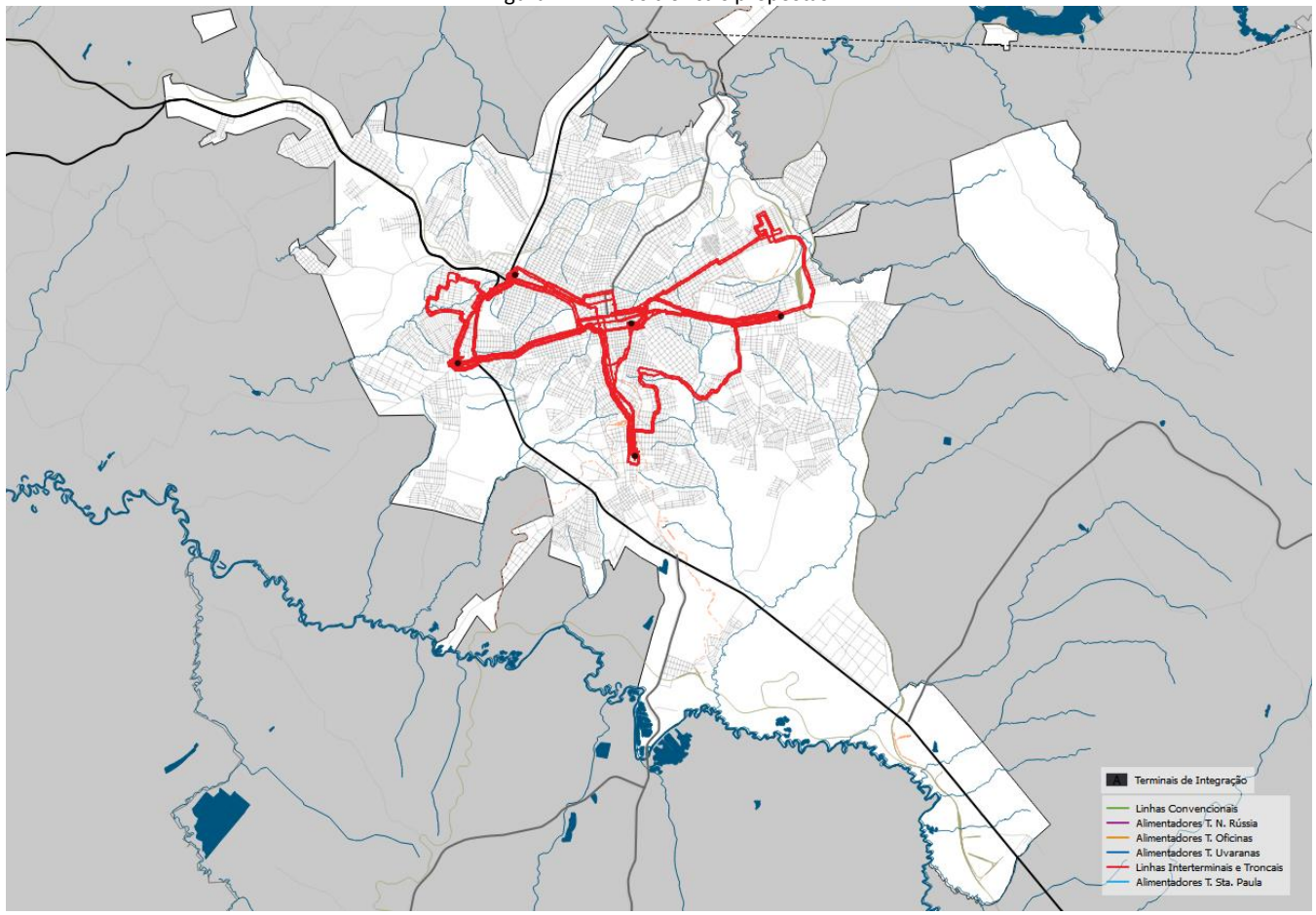
Na definição do itinerário das linhas alimentadoras, é essencial garantir acessibilidade às áreas inseridas em cada uma das bacias. Foram priorizados itinerários com idas e retornos semelhantes (evitando traçados circulares), para minimizar eventuais impactos no contraturno dos usuários.

Devido a dispersão dos usuários do sistema nessa etapa da viagem, os traçados são mais intrincados, o que favorece a acessibilidade às linhas. Entretanto, os veículos costumam assumir portes menores, para garantir frequências adequadas.

As linhas que alimentam cada um dos terminais estão representadas a seguir, na Figura 15 (Terminal Nova Rússia), Figura 16 (Terminal Oficinas), Figura 17 (Terminal Uvaranas) e Figura 18 (Terminal Santa Paula).

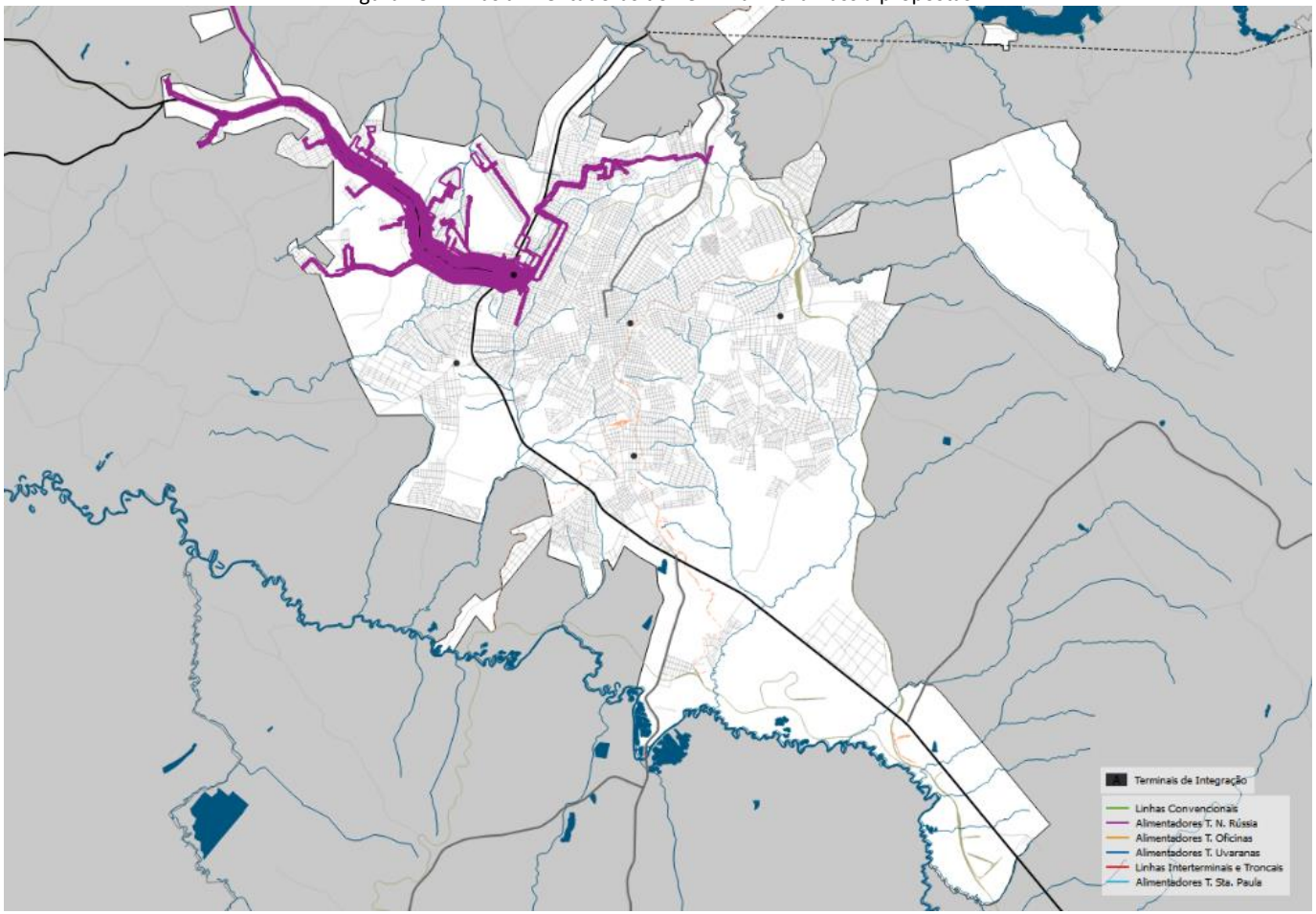
Ressalta-se que algumas das linhas alimentadoras ultrapassam os limites do município, garantindo integração com a região vicinal.

Figura 14: Linhas troncais propostas



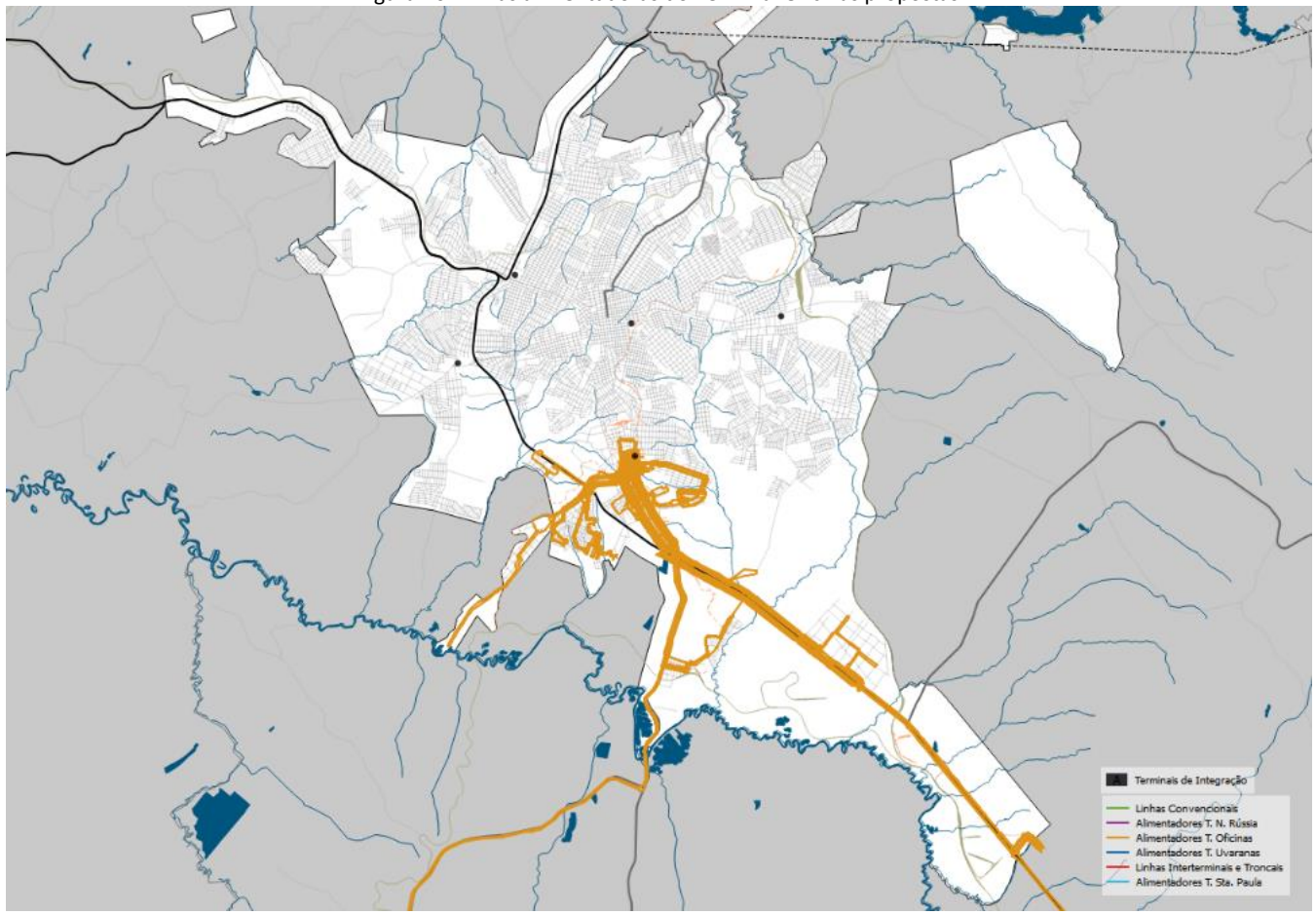
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 15: Linhas alimentadoras do Terminal Nova Rússia propostas



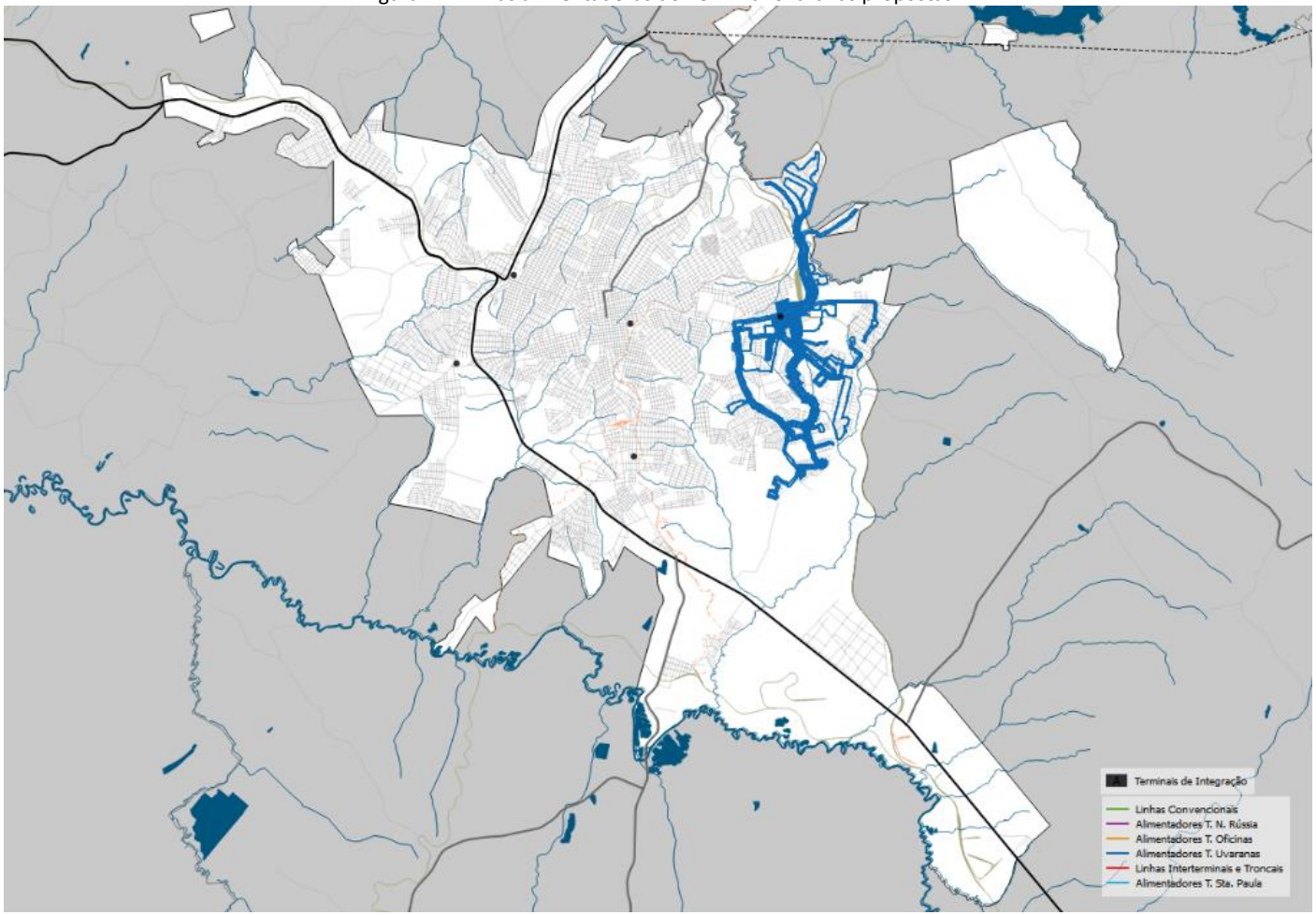
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 16: Linhas alimentadoras do Terminal Oficinas propostas



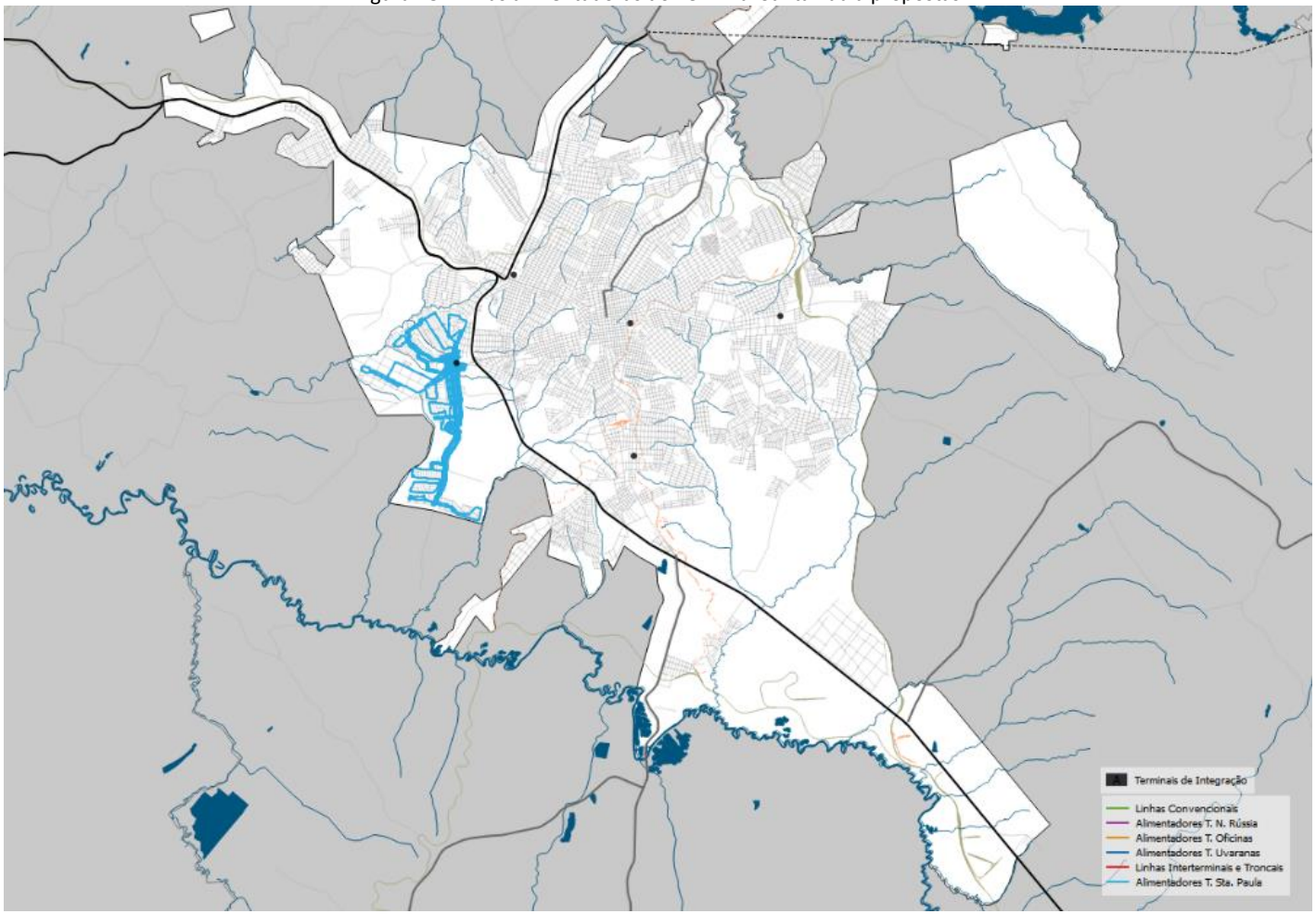
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 17: Linhas alimentadoras do Terminal Uvaranas propostas



Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 18: Linhas alimentadoras do Terminal Santa Paula propostas



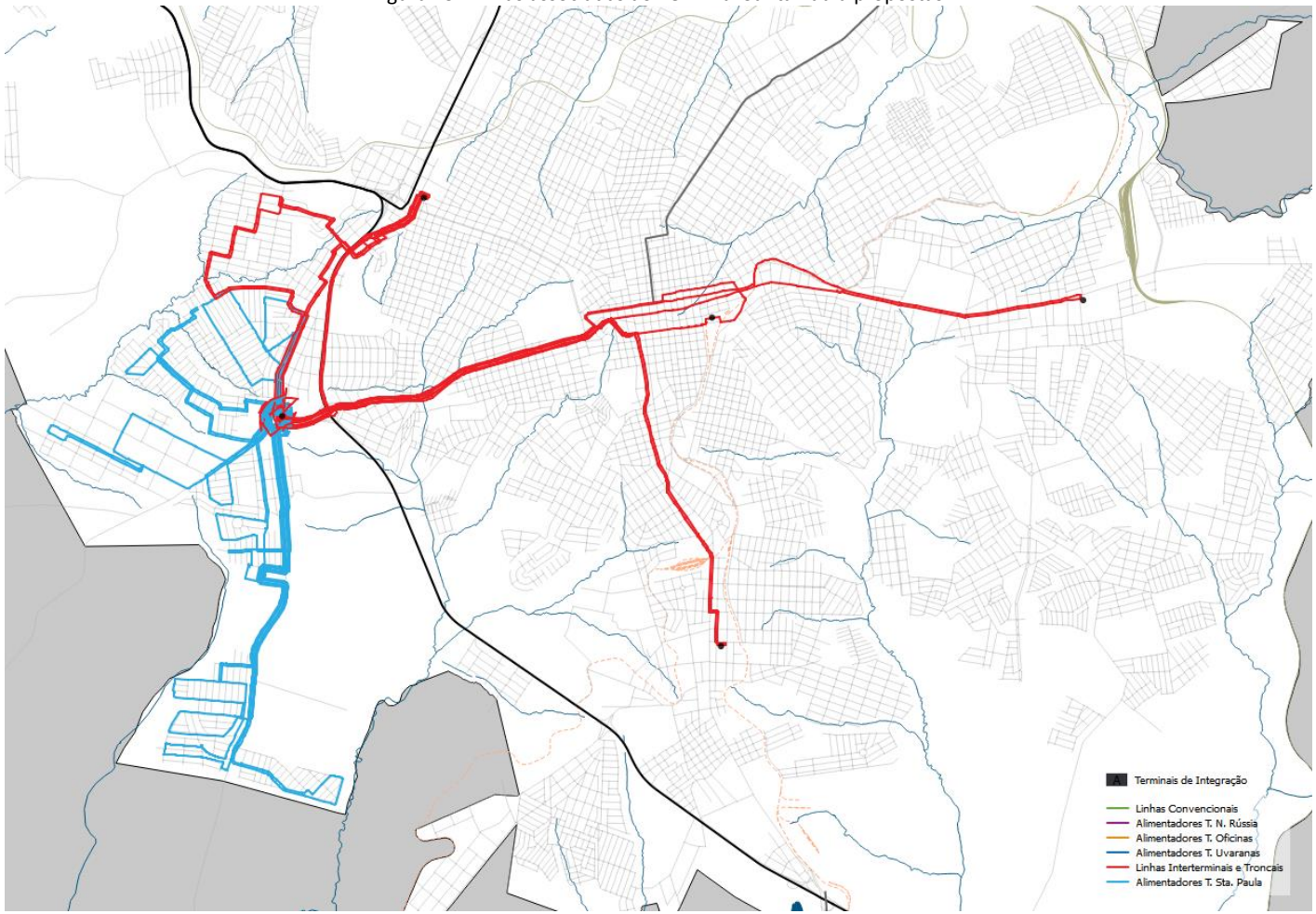
Fonte: URBTEC™ (2018)

Como o Terminal Santa Paula é uma das alterações mais significativas da proposta, na Figura 19 são apresentadas com mais detalhe as linhas com operação associadas a este terminal. Observe que na bacia de alimentação é composta pelo bairro Contorno.

Há ainda o Terminal Central, mas que acaba cumprindo uma função distinta na operação do sistema, atuando como concentrador e distribuidor das linhas. Como foi destacado na análise da matriz de viagens de Ponta Grossa, o centro é o principal ponto de atratividade do município: a tradução da avaliação das linhas de desejo (ou a ferramenta que permite validar a adequação do sistema previsto) é a previsão dos pontos (nós) do município que concentram os embarques iniciais e desembarques finais (ou, em outras palavras origens e destinos das viagens em sua parcela embarcada). A Figura 20 representa os pontos onde os usuários estão adentrando o sistema na hora pico manhã; em coerência com as linhas de desejo já apresentadas, os principais pontos de origens de viagens localizam-se distribuídos em anéis que tem como ponto médio, o próprio Terminal Central.

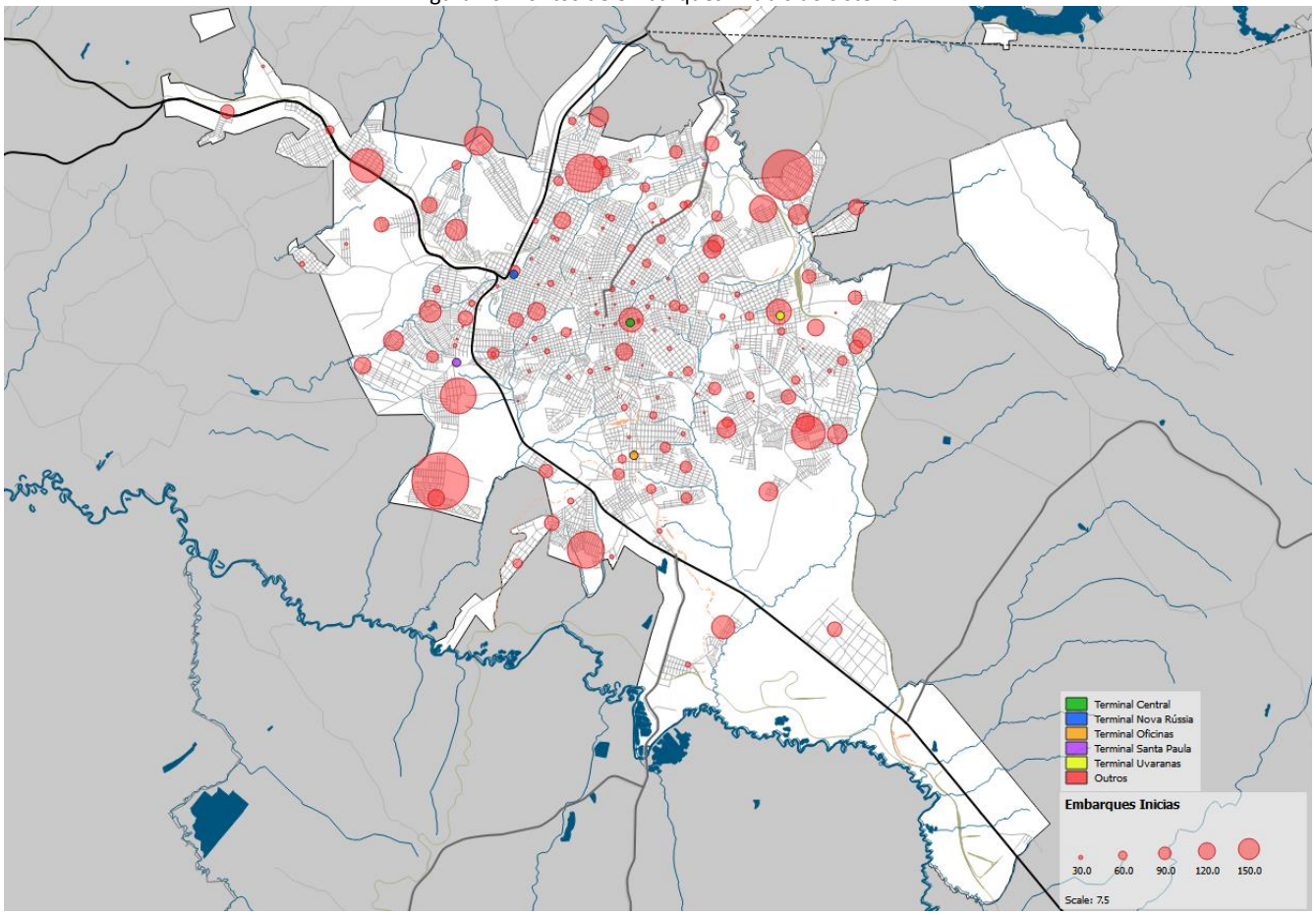
Já a Figura 21 ilustra os pontos onde o usuário deixa o sistema, ou, em outras palavras, realiza o desembarque final de sua viagem. Observa-se a relevância do Terminal Central, como infraestrutura de apoio ao sistema, recebendo os viajantes no período da manhã (representado nessa análise) e sendo o ponto de saída no contraturno.

Figura 19: Linhas associadas ao Terminal Santa Paula propostas



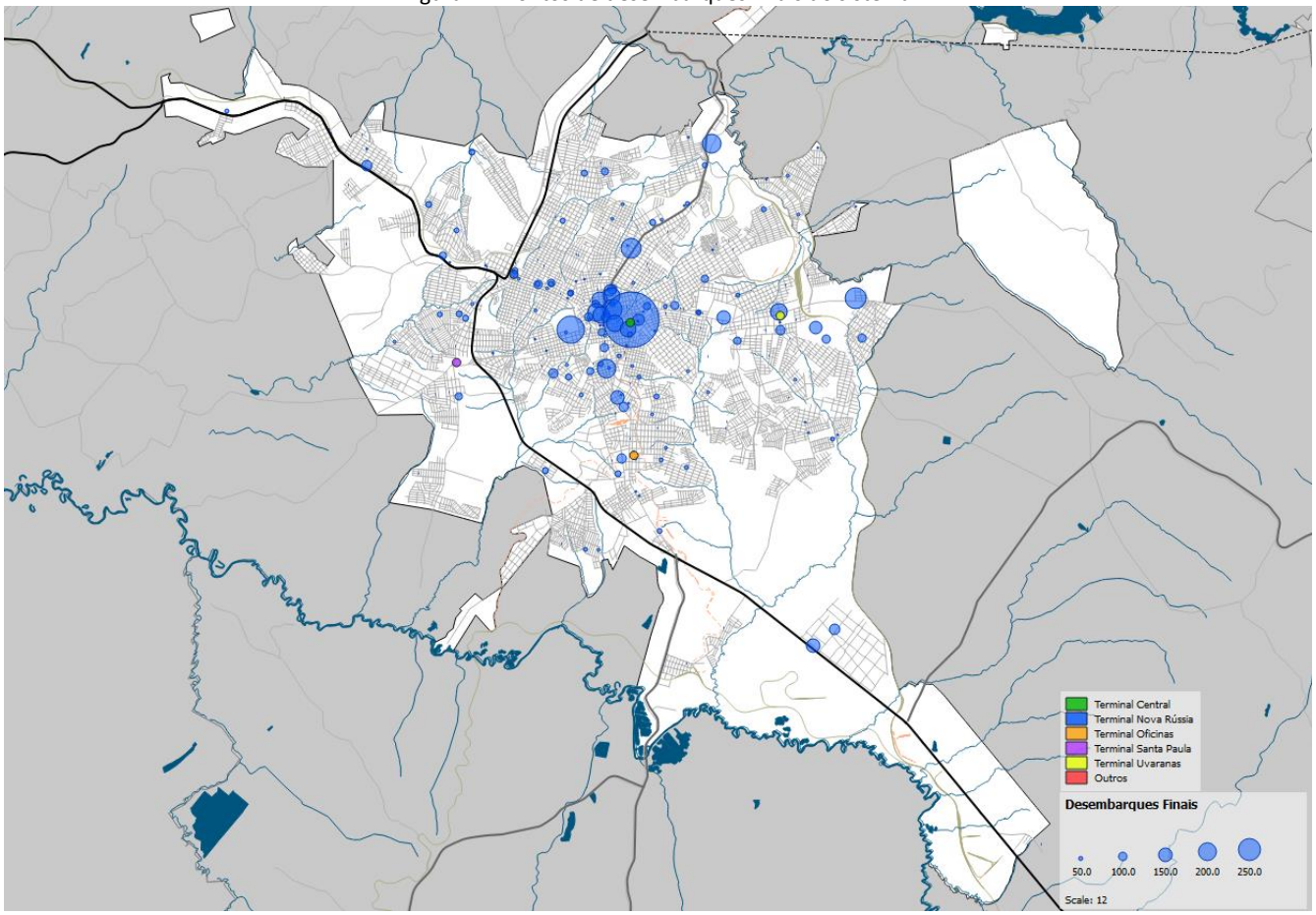
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 20: Pontos de embarques iniciais do sistema



Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 21: Pontos de desembarques finais do sistema



Fonte: URBTEC™ (2018)

Além dos embarques iniciais e desembarques finais, ainda há os desembarques e embarques intermediários, que representam as transferências entre as linhas. Observa-se, na Figura 22 também o importante papel de distribuição a ser cumprido pelo Terminal Central.

A própria concepção do sistema favorece a concentração das transferências ocorrendo nos terminais. Ainda assim, um dos modos de aumentar a eficiência do sistema, garantindo liberdade de opções ao usuário, é possibilitar a transferência - não apenas em terminais (dita física) – dentro de um intervalo de tempo, denominada integração temporal. As restrições ficam na definição do tempo de uma meia-viagem e na sequência de uso, ou seja, o viajante só pode usufruir da integração em um sentido de viagem, não sendo autorizado ida e retorno com uma mesma cobrança de tarifa.

Definidos os pontos de entrada, saída e transferências do sistema, é importante avaliar o comportamento de distribuição da carga ao longo das linhas do sistema. O carregamento da rede permite ajustes nas frequências de viagens, além de auxiliar na identificação dos principais eixos de movimentação. Os volumes de transferências ocorridos em cada terminal são apresentados a seguir na Tabela 3.

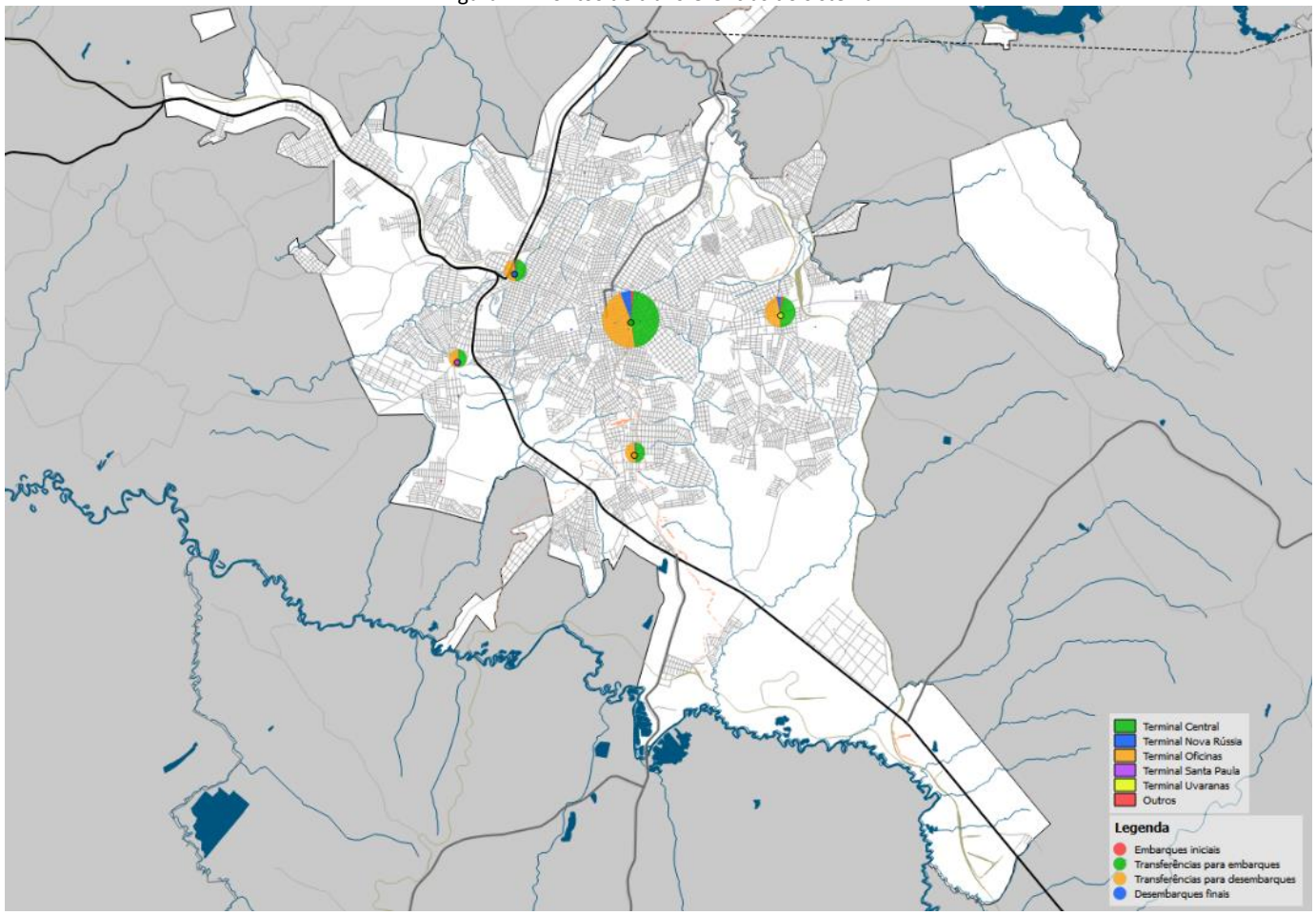
Tabela 3: Volumes de transferências nos terminais

Terminal	Transferências
Central	4.977
Nova Rússia	2.030
Oficinas	1.863
Santa Paula	1.691
Uvaranas	2.671

Fonte: URBTEC™ (2018)

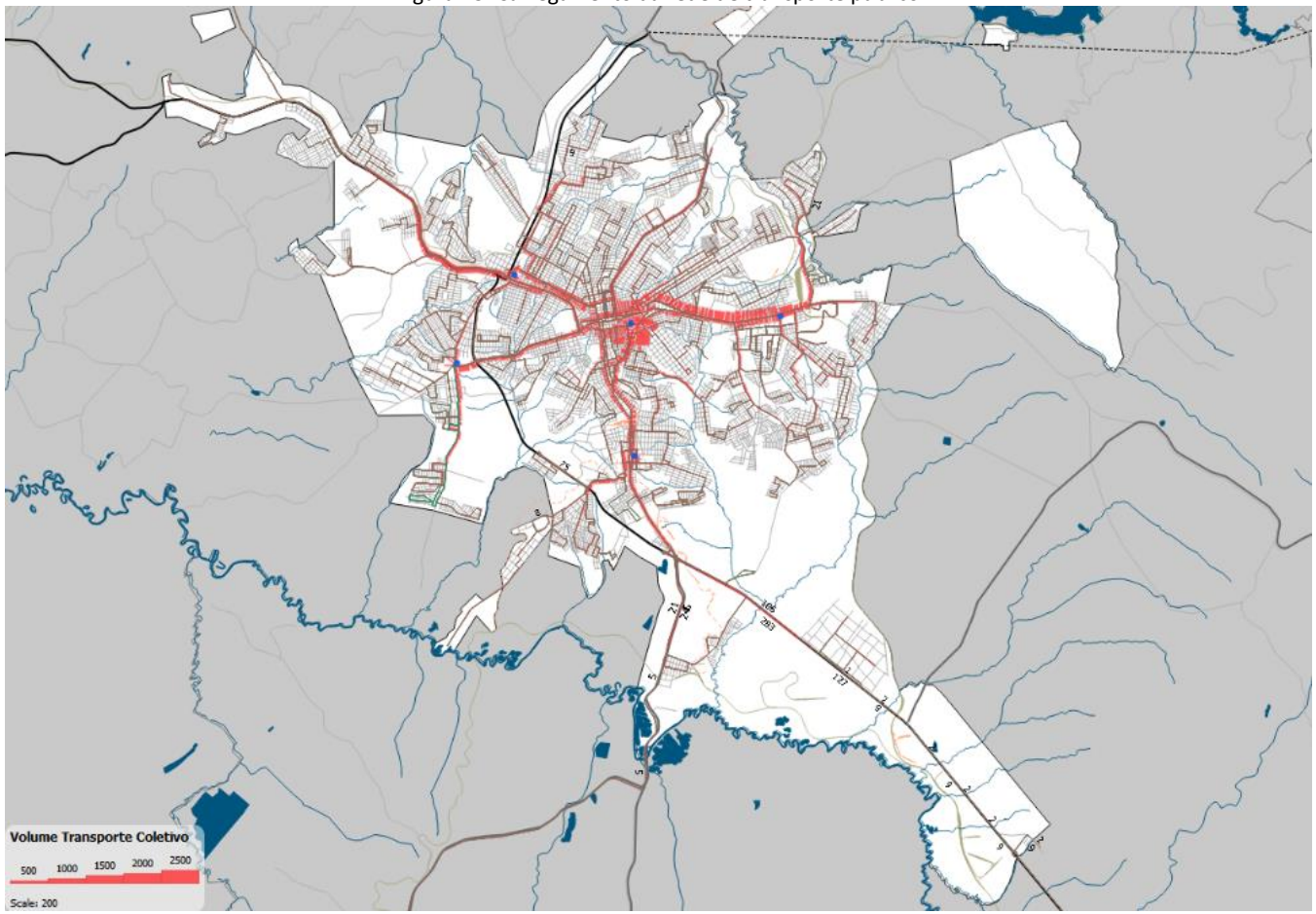
A rede, carregada com os volumes de passageiros transportados na hora pico, é apresentada a seguir, na Figura 23. Destacam-se os eixos de deslocamento das linhas troncais, na Figura 24. Além disso, percebe-se a movimentação mais relevante no eixo leste, que conecta o Terminal Central ao Terminal Uvaranas.

Figura 22: Pontos de transferências do sistema



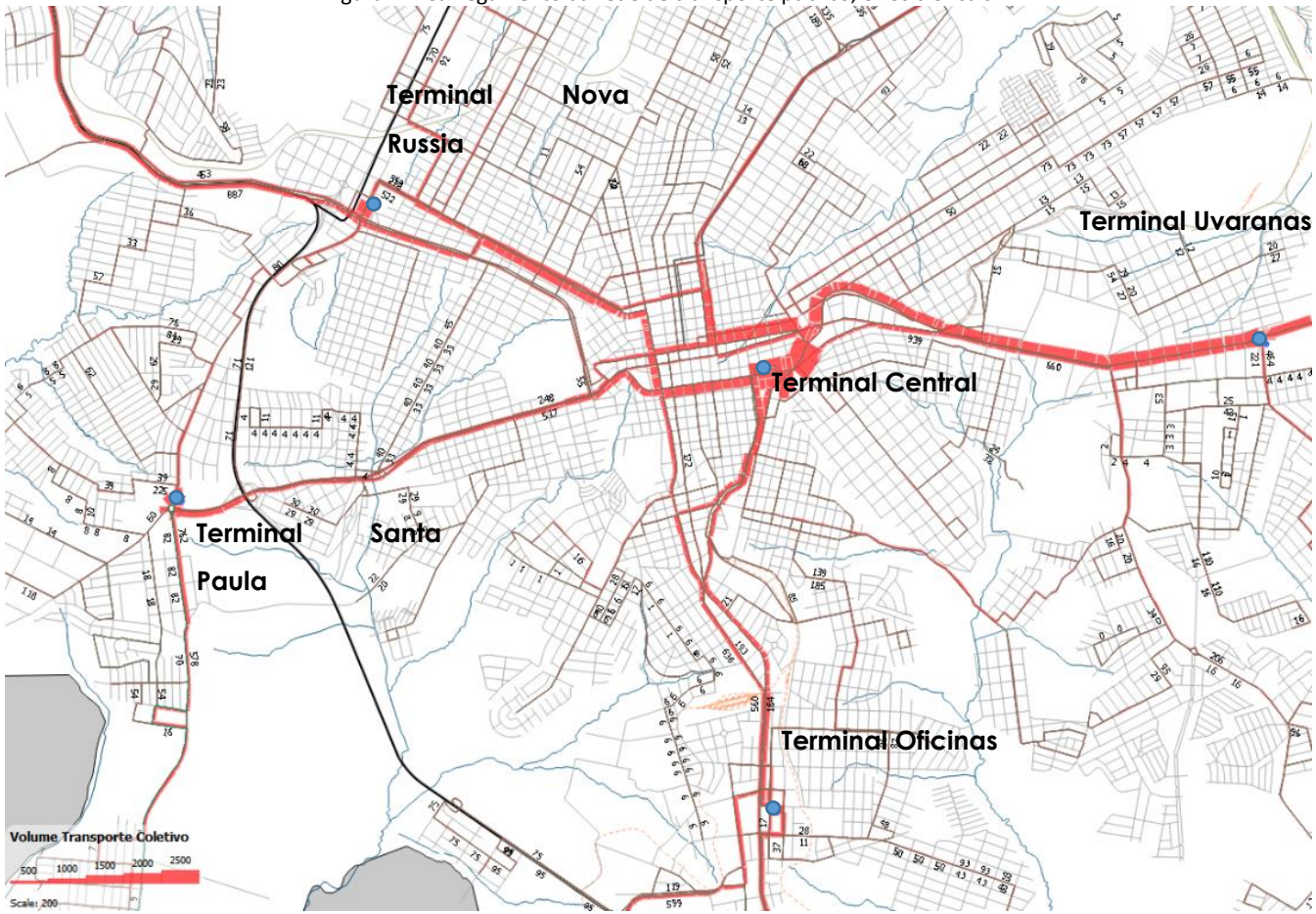
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 23: Carregamento da rede de transporte público



Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 24: Carregamento da rede de transporte público, eixos troncais



Fonte: URBTEC™ (2018)

A listagem das linhas propostas, com estimativas iniciais de operação estão apresentadas na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4: Linhas e estimativas operacionais

Tipo de serviço	Terminal associado	Código de linha original	Nome da linha original	Passageiros	Volume máximo
Alimentador	Santa Paula	56	BUENOS_AIRES	90	78,2
Alimentador	Uvaranas	57	COSTA_RICA	73	37,2
Troncal	Uvaranas/Oficinas	58	TUVARANAS/TOFICINAS	358	167,7
Alimentador	Oficinas	59	IBIRAPUERA	111	105
Alimentador	Nova Rússia	60	JARDIM_MARACANA	164	90,6
Alimentador	Oficinas	61	P_SEGURO/STA_CLARA	137	80,4
Alimentador	Uvaranas	62	LONDRES_VIA_PANAMA	523	454,5
Alimentador	Uvaranas	63	RECANTO_VERDE	186	165,5
Alimentador	Santa Paula	64	ROMA_VIA_CANAA	460	426,5
Alimentador	Nova Rússia	65	BOREAL_VIA_BORATO	106	64
Alimentador	Oficinas	66	OURO_VERDE/CEREJEIRA	179	121,8
Alimentador	Uvaranas	67	HOSPITAL_REGIONAL	96	95,7
Convencional	Central	68	JARDIM_GIANNA	154	122,7
Troncal	Central/Oficinas	69	TCENTRAL/TOFICINAS	1.431	773
Troncal	Uvaranas/Central/Nova Rússia	73	TUVARANAS/TNRUSSIA	704	319,1
Convencional	Central	74	PARQUE_PINHEIROS	224	114,7
Alimentador	Uvaranas	76	SAO_MARCOS	95	49
Alimentador	Uvaranas	77	LAGOA_DOURADA	87	60,3
Convencional	Central	79	S_GABRIEL_VIA_INCOPA	102	72,4
Alimentador	Santa Paula	80	SNT_PAULA/TN_RUSSIA	78	69,4
Alimentador	Nova Rússia	080.1	SNT_PAULA/PLANALTO	18	10,7
Alimentador	Nova Rússia	82	BOCAINA	136	86,8
Convencional	Central	83	PRONTO_SOCORRO	107	96,7
Troncal	Nova Rússia/Oficinas	84	TOFICINAS/TN_RUSSIA	555	312,3
Alimentador	Nova Rússia	85	VILA_ROMANA	98	50,3
Alimentador	Santa Paula	86	DOM_BOSCO	264	225
Alimentador	Uvaranas	88	QUERO_QUERO	386	252,3
Alimentador	Uvaranas	89	SAN_MARTIN_TROPEIRO	155	131
Alimentador	Nova Rússia	91	PORTAL_DO_NORTE	64	46,2
Convencional	Central/Nova Rússia	95	STA_LUZIA/TCENTRAL	314	186,3
Troncaloncal	Central/Nova Rússia	100	TCENTRAL/T_NR_VILELA	1.012	628,1
Troncal	Central/Uvaranas	101	TCENTRAL/TUVARANAS	1.763	1193,3
Alimentador	Uvaranas	102	DAL_COL/VIA_TROPEIRO	17	15,2
Convencional	Central	103	VILA_MARGARIDA	179	105
Convencional	Central	104	BARAUNA	51	30,5
Convencional	Central	104.1	BARAUNA_AROEIRA	27	16,3
Alimentador	Uvaranas	108	BORSATO	50	42,6
Convencional	Central	110	UTFPR_TCENTRAL	450	270,5
Alimentador	Uvaranas	111	CACHOEIRA	237	178,8
Convencional	Central	112	CONCEICAO	37	21,3
Convencional	Central	113	ESPLANADA	203	143,3
Convencional	Central	114	GUAIRA	254	140,1
Convencional	Central	114.2	GUAIRA_PSAUDE	60	37,4
Convencional	Central	115	LEILA_MARIA	100	64,5
Convencional	Central	118	MARINA	97	53,7
Convencional	Central	119	MONTEIRO_LOBATO	85	66,7
Convencional	Central	121	PALMEIRINHA	223	105,1
Convencional	Central	122	NOSSA_S.GRACAS	659	394,1
Convencional	Central	123	PITANGUI/VIA_S_LUCIA	114	81
Convencional	Central	124	PRINCESA/CLAUDIO_L1	173	116,9

(continua)

Tabela 4: Linhas e estimativas operacionais (continuação)

Tipo de serviço	Terminal associado	Código de linha original	Nome da linha original	Passageiros	Volume máximo
Convencional	Central	124.1	CESCAGE	51	31,5
Troncal	Central/Uvaranas	125	TCENTRAL/TUVAR_VERDE	60	26,9
Convencional	Central	127	SNT_LUCIA_VIA_MEZOMO	325	208,3
Convencional	Central	128.1	S_MONICA_UTFPR	561	297,2
Alimentador	Santa Paula	129	SANTA_PAULA	191	166
Alimentador	Santa Paula	130	SANTA_TEREZINHA	126	108,1
Convencional	Central	131	RONDA_PEIXOTO	126	76,9
Alimentador	Uvaranas	132	S_FRANCISCO_SERRARIA	29	29
Convencional	Central	133	SENAI	111	86,8
Alimentador	Santa Paula	134	SHANGRILA_N_RUSSIA	17	9,9
Convencional	Central	135	VILA_BELEM	137	74
Alimentador	Uvaranas	136	CASTANHEIRA_VICENTIN	70	39,6
Alimentador	Santa Paula	137	SHANGRILA_CENTRO	131	117,6
Alimentador	Nova Rússia	139	BORATO	77	56,1
Convencional	Central	140	VILA_XV	248	222,2
Convencional	Central	140.1	VILA_XV_1	66	59,3
Convencional	Central	141	VILA_RICA	141	115,9
Convencional	Central	141.1	VILA_RICA_DEFE	60	50,9
Convencional	Central	142	TCENTRAL/31_MARCO	267	228,2
Alimentador	Nova Rússia	143	TN_RUSSIA/LUZIA/BONS	119	80,8
Alimentador	Uvaranas	144	UNIVERSIDADE_CAMPUS	277	156,7
Alimentador	Uvaranas	145	PARAISO	560	330,2
Alimentador	Oficinas	146	VENDRAMI/T_OFICINAS	100	92,9
Alimentador	Oficinas	146.1	VEND/MADEIREIRA	44	41,3
Alimentador	Oficinas	146.2	VEND/CARA_CARA	34	23,4
Alimentador	Oficinas	147	CARA_CARA	228	178,7
Alimentador	Oficinas	148	CIPA/VIA_AMALIA	149	106,9
Alimentador	Oficinas	148.1	CIPA/VIA_AMALIA_CE	42	28,1
Alimentador	Uvaranas	149	CRISTO_REI	126	73,4
Alimentador	Uvaranas	149.1	NCRISTO_REI	63	36,7
Alimentador	Oficinas	151	DISTRITO_INDUSTRIAL	256	154,9
Alimentador	Oficinas	152	GUARAGI	66	55
Alimentador	Oficinas	153	VVELHA_PANORAMICO	21	19
Alimentador	Nova Rússia	154	ILDEMIRA	72	56,2
Alimentador	Nova Rússia	155	LOS_ANGELES	293	210,2
Alimentador	Nova Rússia	160	NGRACAS/TNRUSSIA_ATL	257	157,4
Convencional	Central	162	PIMENTEL	166	116,8
Alimentador	Nova Rússia	163	PARQUE_DO_CAFE	107	102,3
Alimentador	Oficinas	165	SANTA_MARIA	410	294,9
Alimentador	Oficinas	167	SANTA_TEREZA	152	120
Convencional	Central	169	SANTO_ANTONIO	141	68,8
Alimentador	Oficinas	170	JARDIM_VILA_VELHA	80	59,6
Alimentador	Nova Rússia	171	UTFPR/TN_RUSSIA	170	91,3
Alimentador	Nova Rússia	172	MARACANA/HILGEMBERG	116	106,1
Alimentador	Santa Paula	174	GRALHA_AZUL	182	149,3
Troncal	Nova Rússia/Santa Paula	179	SABARA	232	124,1
Alimentador	Nova Rússia/Santa Paula	180	NUCLEO_CRISTO_REI	63	36,7
Alimentador	Oficinas	181	MARIA_OTILIA	15	10,9
Alimentador	Oficinas	183	D.E.R.	205	108
Alimentador	Nova Rússia/Santa Paula	191	BONSUCESSO	130	89,6

(continua)

Tabela 4: Linhas e estimativas operacionais (conclusão)

Tipo de serviço	Terminal associado	Código de linha original	Nome da linha original	Passageiros	Volume máximo
Alimentador	Nova Rússia/Santa Paula	191.1	BONSUCESSO_3RIOS	86	59,8
Alimentador	Uvranas	193	CASTANHEIRA_TAROBA	76	48,7
Alimentador	Uvranas	194	SAO_FRANCISCO	159	155,5
Convencional	Central	200	RONDA_ANTUNES_DUARTE	71	42,5
Convencional	Central	200.1	RONDA_AN_DUARTE_SENA	51	28,3
Convencional	Central	205	N_PITANGUI/RIO_VERDE	246	171,1
Convencional	Central	206	MARINA_II	144	79,3
Convencional	Central	207	VILA_LIANE	144	83,4
Convencional	Central	209	BARRETO	157	103,9
Convencional	Central	209.1	BARRETO_SANTANA	119	82,3
Alimentador	Uvranas	210	BOM_JESUS_JD.SAMARA	21	9,6
Convencional	Central	211	CATARINA_MIRO	122	92,4
Alimentador	Santa Paula	500	[NOVA]	18	18
Alimentador	Santa Paula	501	[NOVA]	18	18
Troncal	Nova Rússia/Santa Paula	502	[NOVA]	214	121,2
Troncal	Nova Rússia/Santa Paula	1.000	T_STA_PAULA/T_CENTRA	920	624,7

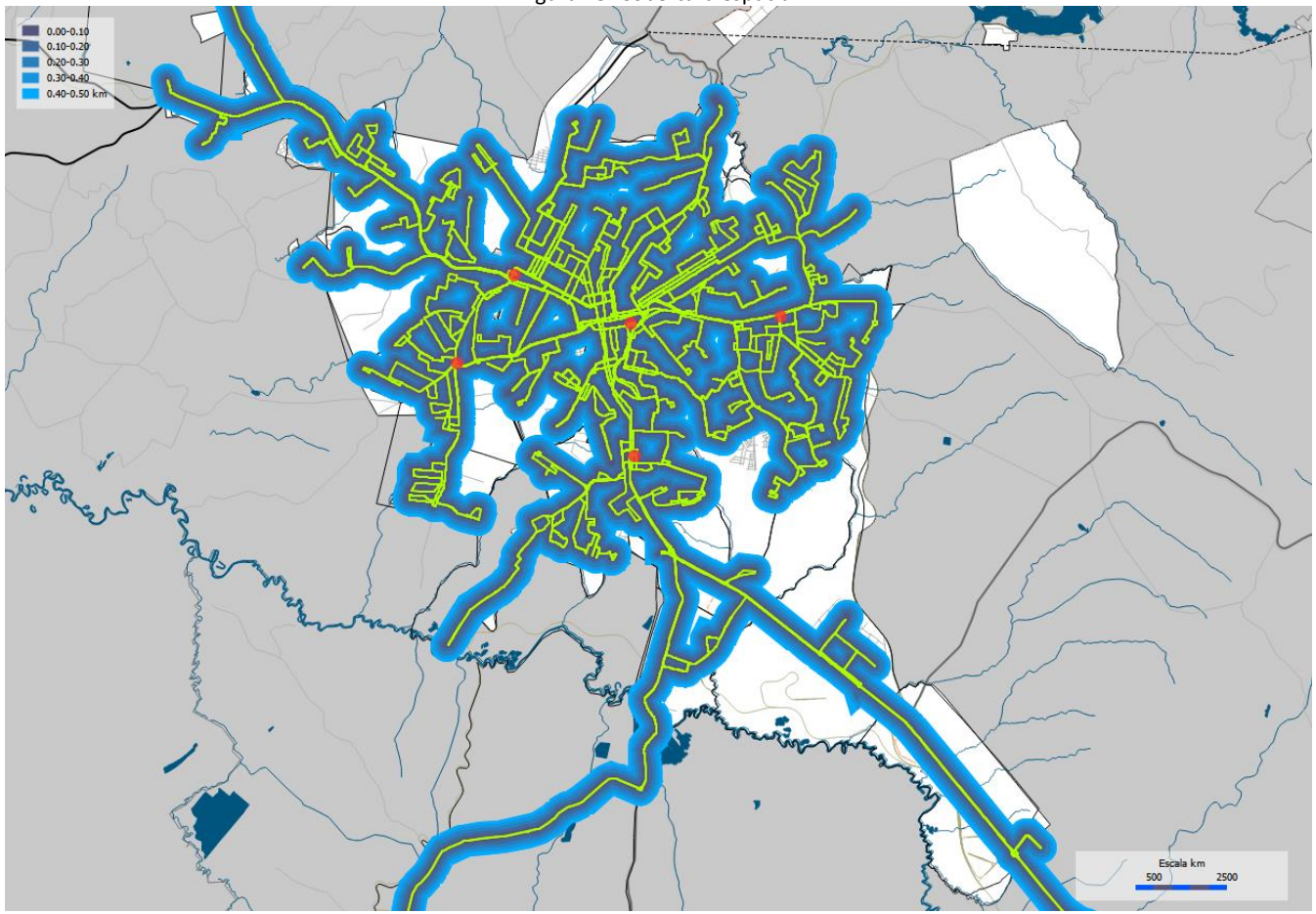
Fonte: URBTEC™ (2018)

2.1.5.3. Cobertura Espacial do Sistema Proposto

Aspecto diretamente correlacionado à acessibilidade ao sistema – e consequentemente ao conforto e nível de serviço ofertado -, a cobertura espacial indica se o sistema atende adequadamente, aproximando-se de todas as localidades e assim garantindo oferta em distâncias aceitáveis. É usual, em regiões de maior interesse, a admissão de distância de caminhada de até 300 m; em localidades de menor interesse, 500m de caminhada são considerados adequados.

A Figura 25 a seguir representa a abrangência dessa área de atendimento. Destaca-se que todas as regiões urbanizadas da cidade de Ponta Grossa estão em posições onde a distância de caminhada é de até 500m. As regiões centrais e próximas aos terminais, em função da proximidade e/ou sobreposição de linhas possuem incremento de oferta espacial, ou seja, atendimento com distâncias médias de caminhada ainda menores, compatíveis com as possibilidades de destinos associadas a estes pontos.

Figura 25: Cobertura espacial



Fonte: Portugal et al (2017)[6]

2.1.5.4. Cobertura Temporal do Sistema Proposto

A análise da cobertura temporal indica o comportamento em termos de ofertas previstas para o sistema. Um importante indicador do que isso representa para o usuário é o parâmetro de tempo generalizado.

O tempo generalizado é a soma do consumo de viagem de todos os usuários do sistema, traduzido em unidade de tempo, composto pelo somatório do tempo de espera (inicial e intermediário, quando existem transferências), tempo de viagem embarcada, tempos de caminhadas e ainda os custos de tarifas, convertidos a uma unidade de tempo para compatibilização do impacto da viagem para o usuário. Nesse contexto, diminuir os tempos de qualquer uma das etapas de viagem significa diminuir o impacto de deslocamento para o usuário.

Para reduzir os tempos de viagem embarcados, é necessário tornar as viagens mais ágeis, seja otimizando percursos (tornando-os o mais direto possível), seja aumentando a velocidade média de deslocamento dos ônibus (através de melhorias na infraestrutura, implantação de vias exclusivas ou faixas preferenciais, etc.). Essas medidas foram tomadas na etapa de desenho dos itinerários (na simplificação de traçados, em especial das linhas troncais), e a adequação da infraestrutura é abordada no capítulo que trata do sistema viário do município.

Para redução dos tempos de caminhada, o foco deve estar na melhoria da cobertura espacial; com o aumento da acessibilidade, através da redução das distâncias de caminhada, há uma redução no tempo despendido nessa etapa da viagem. As adequações com enfoque nesse aspectos concentram-se nas linhas alimentadoras, onde localizam-se os maiores volumes de embarques iniciais.

Entretanto a medida mais efetiva para a redução do tempo generalizado é a redução dos tempos médios de espera, definidos como a metade do intervalo de oferta de serviço. À medida que são ofertadas mais linhas ou são aumentadas as frequências de viagens, o tempo que o usuário precisa aguardar para embarcar (inicialmente ou em transferência de uma linha a outra) diminui, e consequentemente, reduz o tempo total de sua viagem também. Esse tipo de medida é mais eficiente no planejamento do

sistema por que afeta de maneira concomitante, todos os usuários da linha ajustada.

A Tabela 5 a seguir apresenta a comparação dos padrões de viagens ofertados. O sistema proposto tem aumento no número de viagens com transbordo, devido a implantação do Terminal Santa Paula, mas em contrapartida, o tempo generalizado tem uma redução da ordem de 7%. Isso significa que, em contrapartida aos recortes realizados, as viagens apresentam-se mais ágeis e eficientes, apesar do aumento de transferências (que representam tempos de esperas adicionais).

Tabela 5: Comparação de indicadores de operação

Dados	Cenário Atual	Cenário Proposto
Tempo Generalizado	1.775.944	1.643.621
Demanda de viagem sem transbordo	2.502	2.322
Demanda de viagem com um transbordo	6.930	6.629
Demanda de viagem com dois transbordos	2.370	2.850
Demanda de viagem com três ou mais transbordos	0	0

Fonte: URBTEC™ (2018)

3. SISTEMA VIÁRIO DE TRÁFEGO

3.1. DEMANDAS ATUAIS DE TRÁFEGO

3.1.1. INTRODUÇÃO

Para definição das demandas de tráfego atuais para a cidade de Ponta Grossa, foi desenvolvido um modelo de demandas baseado nos dados de população e renda disponíveis pelo Censo do IBGE de 2010, devidamente alocado na rede de tráfego do município contemplando as vias com maior hierarquia no sistema viário. O modelo computacional desenvolvido serve de base para avaliação das condições operacionais atuais do tráfego do município, através da análise da saturação das vias, que é um dos principais indicadores de desempenho da engenharia de tráfego.

Para calibração do modelo e verificação da adesão dos volumes alocados em relação à realidade, foram realizadas contagens de tráfego em 37 pontos distintos.

Além de pesquisas de velocidade e retardamento que possibilitam obter os dados de velocidade média, o tempo gasto em cada seção, e ainda o tempo parado. Com estes dados pode se calcular a velocidade de fluxo livre, que é calculada considerando que o veículo se movimenta livremente 100% do tempo, e os atrasos em intersecções considerando os tempos parados em cada intersecção.

O resultado final deste capítulo é o carregamento diário de tráfego nas principais ruas do sistema viário da cidade e a avaliação do seu impacto na mobilidade através da análise do grau de saturação, sendo que este é o indicador de desempenho que pode ser usado para comparativos com cenários futuros.

3.1.2. CONSTRUÇÃO E CALIBRAÇÃO DO MODELO DE TRÁFEGO

Este item trata da montagem e calibração de um modelo de simulação que tem por objetivo inicial a representação do tráfego que atualmente circula pelo sistema viário de Ponta Grossa.

3.1.2.1. Dados de Entrada no Modelo

O modelo de demanda foi desenvolvido com o auxílio do software EMME®, da companhia canadense INRO, o qual une os dados de oferta (sistema viário) e de demanda (viagens), através de um processo chamado de alocação, resultando no carregamento das vias que compõe a rede em estudo.

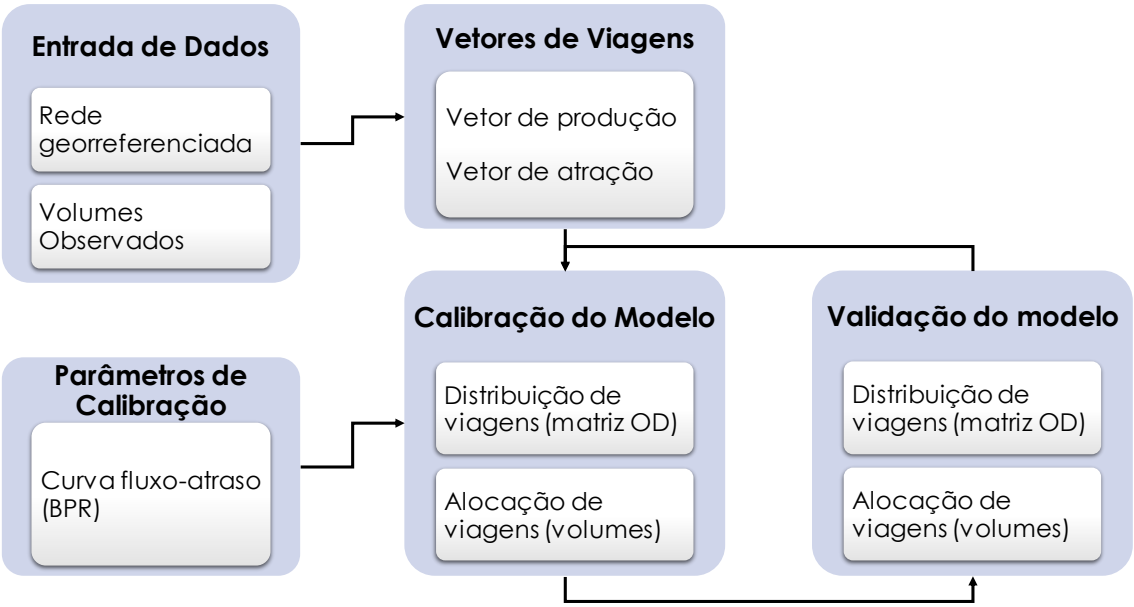
A calibração e a validação são procedimentos realizados de forma que o modelo implementado no software EMME® possa representar de forma mais realista possível os volumes de tráfego observados em diferentes segmentos da malha viária de Ponta Grossa.

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 volumes obtidos na simulação forem próximos aos volumes observados. Esta fase é considerada como uma medida da aderência do modelo.

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

Figura 26: Processo de calibração e validação do modelo de simulação da demanda por transportes para a cidade de Ponta Grossa.



Fonte: URBTEC™ (2018)

Cada uma das etapas do processo é explicada a seguir.

3.1.2.2. Rede Georreferenciada

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

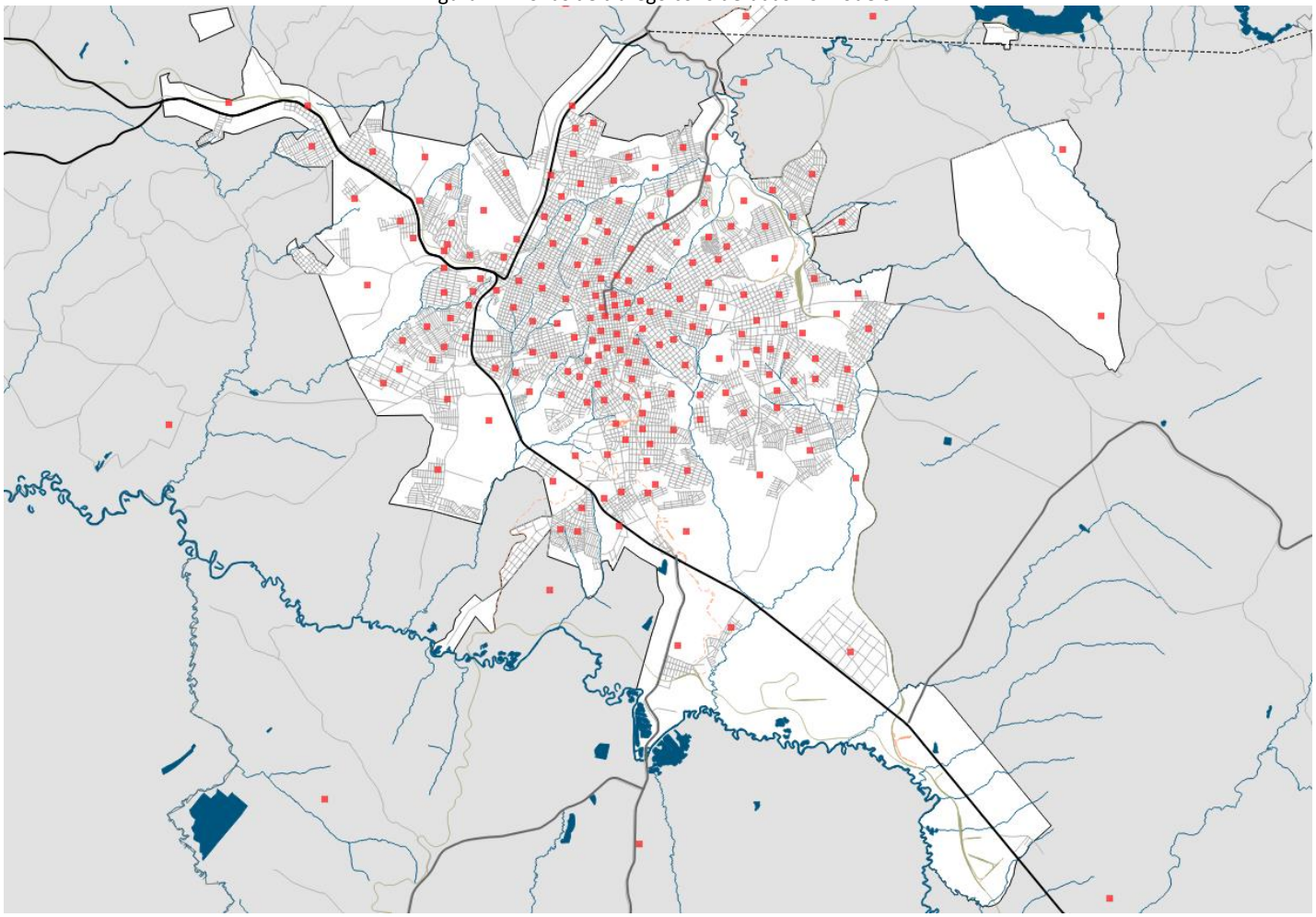
A rede foi desenvolvida e modelada no software EMME® sobre as bases georreferenciadas fornecidas pelo município. Quando necessário, foram feitos ajustes, para correção da conectividade das vias, proibição de conversões e definição de atributos das vias (velocidade, número de faixas, sentido e capacidade).

Este processo é complexo e define, com base nas informações disponíveis, o grau de detalhamento do modelo. 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 sócio econômicas 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). Destaca-se que o desenvolvimento do processo de modelagem com excessiva discretização pode acarretar em imprecisões.

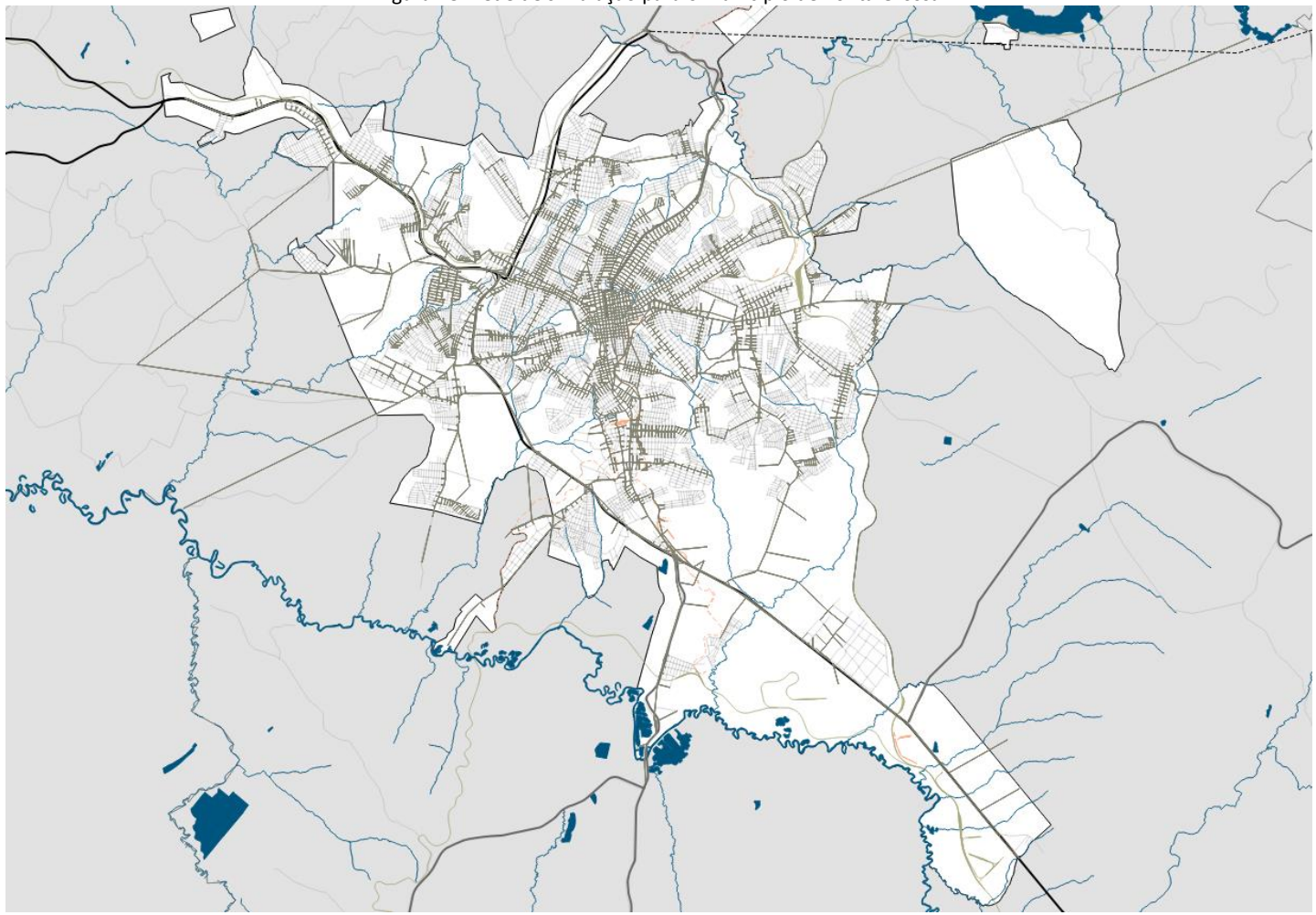
Da mesma forma que para as zonas, o número de links da rede foi limitado para aqueles de maior importância no sistema viário, sendo mantidas as rodovias intermunicipais e as vias eixo, arteriais, coletoras, e de maior volume de tráfego, deixando de lado as vias locais. Essa simplificação permite que se obtenha uma representação com boa acurácia dos principais deslocamentos da cidade.

Figura 27: Zonas de tráfego consideradas no modelo



Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 28: Rede de simulação para o município de Ponta Grossa

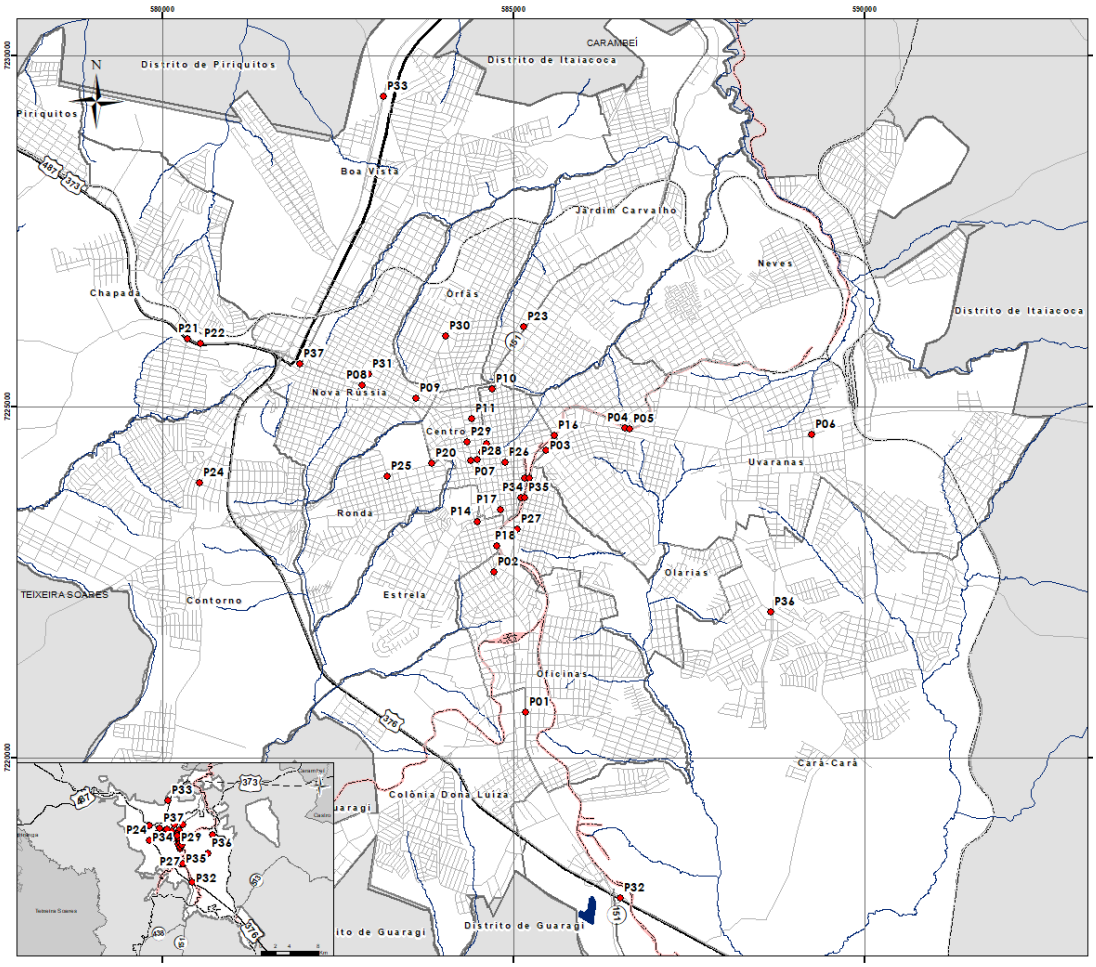


Fonte: URBTEC™ (2018)

3.1.2.3. Contagens de Tráfego

Para calibração e validação do modelo, foram levantados dados de tráfego a partir de contagens de tráfego volumétricas em 37 pontos distintos do sistema viário de Ponta Grossa. As contagens realizadas foram do tipo volumétricas, classificadas em Automóveis, Motocicletas, Caminhões, Ônibus e Bicicletas, com volumes agregados de 15 em 15 minutos. O trabalho de campo aconteceu entre os dias 07/08/2018 e 17/08/2018, nos horários das 06h30min às 09h30min no período da manhã, das 11h00 às 14h00 no período da tarde e das 17h00 às 19h30min. Os locais onde foram realizadas as contagens estão ilustrados na figura a seguir, já foram apresentados em outros relatórios relativos a este estudo.

Figura 29: Localização dos pontos de pesquisa de contagem volumétrica.



Fonte: URBTEC™ (2018)

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 17h30min e 18h30min, com uma média de 2.075 veículos por ponto de pesquisa.

No processo de expansão dos dados de volume horário foi utilizado o método desenvolvido pelo Transportation Research Board, comitê norte-americano e publicado no trabalho Travel Estimation Techniques for Urban Plannnig, em 1998.

3.1.2.4. Introdução dos Volumes Observados na Rede Viária

Os volumes obtidos através das contagens[7] para a hora pico tarde foram associados aos links da rede de simulação como um atributo dos mesmos.

3.1.2.5. Calibração de Atributos de Impedância para os *Links*

Às classes hierárquicas funcionais de cada via foram atribuídos indicadores de caracterização, tais como velocidade de fluxo livre, capacidade e coeficientes de calibração da curva que expressa 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 (do *Bureau of Public Roads*) calcula o tempo de percurso da via conforme a relação entre seu fluxo e capacidade. Os valores “a” e “b” são coeficientes de calibração da função atraso-volume, necessária na etapa de alocação das viagens à rede. A Equação 1 a seguir apresenta a função de atraso (demora) com base nos outros componentes da função, descritos na sequência.

[7] Os dados relativos a esta pesquisa são apresentados no volume “Análise Temática Integrada – Parte 01”, referente a este estudo.

$$t(v) = k_4 t_0 (1 + \alpha (\frac{v}{c})^{\beta}$$

Equação 1

Onde,

$t(v)$, é a função de demora

k_4, é um parâmetro de calibração

t_0, é o tempo em fluxo livre

α e β, são parâmetros a serem estimados

c, é a 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, a cada tipologia corresponde uma capacidade, uma velocidade de fluxo livre, um alfa e um beta próprios. Neste estudo, a configuração inicial adotada foi de α=0,15 e β=4,0.

A cada um dos pontos nos quais foram realizadas 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, que para este modelo foi considera as velocidades regulamentares das vias, e calculada a partir da expressão:

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

Essa 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. Obtém-se deste modo.

Tabela 6: Capacidades viárias por tipo de via.

Hierarquia Base	Velocidade Regulamentada	Capacidade de Modelo
Principal	60 km/h	2.073 veículos/hora
Rodovia	80 km/h	2.651 veículos/hora
Rodovia	60 km/h	2.073 veículos/hora
Rodovia	40 km/h	1.494 veículos/hora
Via Coletora	40 km/h	1.494 veículos/hora
Via Comercial	40 km/h	1.494 veículos/hora
Via Perimetral	60 km/h	2.073 veículos/hora
Local	30 km/h	1.205 veículos/hora

Fonte: URBTEC™ (2018)

Em resumo, as características geométricas definidas para cada link (número de faixas e alinhamento horizontal e vertical) interferem diretamente em sua capacidade: a 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 dada via, pior é o seu desempenho e consequentemente, maior o tempo para percorrê-la (maior a demora). Essa relação é estabelecida pela função fluxo-demora, definida através da equação BPR, apresentada anteriormente.

3.1.2.1. Modelo de tráfego

A modelagem inclui etapas de geração, distribuição e alocação de viagens:

- A geração de viagens estabelece as quantidades de viagens que cada zona produz e atrai;
- A distribuição de viagens inter-relaciona as viagens geradas, determinando os volumes de viagens entre os pares de origem e destino;
- A alocação define os caminhos, dentro da rede viária estabelecida, nos quais ocorrerão as viagens entre as origens e destinos estabelecidos na etapa de distribuição; a opção é eleita com base nos percursos de menor tempo

3.1.2.1.1. Geração de viagens

A geração de viagens é constituída pela quantificação das viagens produzidas e atraídas por cada zona. A produção das viagens neste trabalho foi determinada através de método desenvolvido pelo TRB (1998)[8], no qual, a partir de compilação de dados de diversas cidades, foi estabelecido que o volume de viagens com origem em determinada zona é função de dados socioeconômicos como tamanho do lar (número de residentes), renda média, posse de veículos, entre outros. Para o desenvolvimento desta etapa, foram utilizados os dados do Censo do IBGE de 2010. 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 7 a seguir.

Tabela 7: Modelo de produção de viagens baseado na renda e no número de residentes por domicílio.

	Residentes por domicílio				
Renda	**1**	**2**	**3**	**4**	**5+**
Baixa	3,1	6,3	9,4	12,5	14,7
Média	4,8	7,2	10,1	13,3	15,5
Alta	4,9	7,7	12,5	13,8	16,7

Fonte: adaptado de TRB, 1998

Os dados de renda obtidos do Censo 2010 do IBGE foram divididos em 3 classes (renda baixa, média e alta) com a mesma amplitude, considerados os valores máximos e mínimos de renda existentes no Censo. Os valores de renda máxima e mínima o intervalo e as faixas de renda são identificados a seguir, na Tabela 8 e Tabela 9, respectivamente.

[8] TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. **Travel Estimation Techniques for Urban Planning**. National Cooperative Highway Research Program - NCRHP 365, 1998

Tabela 8: Classificação da renda média mensal per capita para o Município de Ponta Grossa em baixa, média e alta.

Renda máxima	R$ 4.356,92
Renda mínima	R$ 103,44
Intervalo	R$ 4.253,48
Tamanho do intervalo	R$ 1.417,83

Fonte: URBTEC™ (2018)

Tabela 9: Faixas de renda

Faixas de renda	Inferior	Superior
Baixa	R$ 103,44	R$ 1.521,27
Média	R$ 1.521,28	R$ 2.939,11
Alta	R$ 2.939,12	R$ 4.356,95

Fonte: URBTEC™ (2018)

O resultado do modelo de geração de viagens é o número total de viagens por zona. Contudo, a metodologia do TRB pontua que, na média, 69% das viagens geradas 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 0,69.

Tabela 10: Compilação dos dados de interesse para o modelo de produção de viagens, provenientes do Censo 2010 do IBGE.

Código Setor	Nome do Distrito	Domicilios	Total de Moradores	Moradores Por Domicílio	Renda Média (R$/mês)	Número de Moradores Por Domicílio					Classe da Renda
						1	2	3	4	5+	
411990505000306	PONTA GROSSA	42	129	3,07	1368,15	3	14	12	9	4	Baixa
411990505000209	PONTA GROSSA	319	1126	3,53	682,59	19	50	101	83	66	Baixa
411990505000210	PONTA GROSSA	226	794	3,51	653,26	13	44	71	47	51	Baixa
411990505000378	PONTA GROSSA	175	617	3,53	615,16	15	37	38	46	39	Baixa
411990505000211	PONTA GROSSA	230	773	3,36	799,38	22	51	58	50	49	Baixa
411990505000212	PONTA GROSSA	367	1217	3,32	733,37	31	87	95	93	61	Baixa
411990505000214	PONTA GROSSA	303	1040	3,43	713,58	17	75	81	67	63	Baixa
411990505000376	PONTA GROSSA	164	586	3,57	617,82	10	33	39	48	34	Baixa
411990505000405	PONTA GROSSA	24	71	2,96	607,70	4	5	6	6	3	Baixa
411990505000208	PONTA GROSSA	188	672	3,57	502,65	16	27	48	53	44	Baixa
411990505000311	PONTA GROSSA	357	1197	3,35	103,44	47	67	101	61	81	Baixa
411990505000380	PONTA GROSSA	224	746	3,33	532,61	19	48	69	53	35	Baixa
411990505000398	PONTA GROSSA	192	626	3,26	476,90	27	38	46	40	41	Baixa
411990505000234	PONTA GROSSA	192	702	3,66	327,39	11	34	58	45	44	Baixa
411990505000235	PONTA GROSSA	552	2018	3,66	452,98	45	104	120	133	150	Baixa
411990505000330	PONTA GROSSA	350	1219	3,48	467,82	37	59	103	74	77	Baixa
411990505000027	PONTA GROSSA	305	860	2,82	1436,93	43	81	98	60	23	Baixa
411990505000025	PONTA GROSSA	66	216	3,27	466,09	5	13	22	16	10	Baixa
411990505000026	PONTA GROSSA	274	870	3,18	1073,89	31	66	72	63	42	Baixa
411990505000028	PONTA GROSSA	211	519	2,46	1380,87	44	80	46	30	11	Baixa
411990505000029	PONTA GROSSA	314	855	2,72	1378,47	54	96	88	49	27	Baixa
411990505000347	PONTA GROSSA	504	1890	3,75	468,66	33	76	123	126	146	Baixa
411990505000207	PONTA GROSSA	416	1458	3,50	572,50	31	74	118	103	90	Baixa
411990505000206	PONTA GROSSA	146	505	3,46	592,19	11	30	38	36	31	Baixa
411990505000205	PONTA GROSSA	222	670	3,02	566,56	24	54	78	40	26	Baixa
411990505000222	PONTA GROSSA	184	625	3,40	639,73	14	39	56	35	40	Baixa
411990505000360	PONTA GROSSA	244	655	2,68	1509,28	48	77	57	41	21	Baixa
411990505000219	PONTA GROSSA	115	404	3,51	1309,45	9	25	30	23	28	Baixa
411990505000221	PONTA GROSSA	78	308	3,95	339,74	8	12	16	13	29	Baixa
411990505000220	PONTA GROSSA	286	935	3,27	521,28	40	63	72	53	58	Baixa
411990505000023	PONTA GROSSA	458	1393	3,04	2383,81	60	106	120	116	56	Média
411990505000024	PONTA GROSSA	332	889	2,68	1531,71	61	94	91	66	20	Média
411990505000007	PONTA GROSSA	171	480	2,81	4356,92	23	53	53	26	16	Alta
411990505000002	PONTA GROSSA	136	361	2,65	1741,88	35	32	39	17	13	Média
411990505000011	PONTA GROSSA	120	285	2,38	2255,82	32	41	32	9	6	Média
411990505000010	PONTA GROSSA	261	704	2,70	2273,83	51	83	65	33	29	Média
411990505000003	PONTA GROSSA	237	550	2,32	1916,37	83	64	43	30	17	Média
411990505000004	PONTA GROSSA	269	634	2,36	2463,76	79	78	63	36	13	Média
411990505000014	PONTA GROSSA	262	657	2,51	2253,13	55	91	62	42	12	Média
411990505000001	PONTA GROSSA	319	795	2,49	2351,49	84	99	71	37	28	Média
411990505000080	PONTA GROSSA	289	892	3,09	1014,57	39	79	69	57	45	Baixa
411990505000079	PONTA GROSSA	218	682	3,13	961,55	29	49	66	43	31	Baixa
411990505000020	PONTA GROSSA	255	679	2,66	1218,47	60	84	46	33	32	Baixa
411990505000008	PONTA GROSSA	326	896	2,75	1772,35	58	106	76	51	35	Média
411990505000009	PONTA GROSSA	210	544	2,59	1494,52	64	50	40	34	22	Baixa
411990505000006	PONTA GROSSA	105	294	2,80	2610,20	20	27	26	21	11	Média
411990505000019	PONTA GROSSA	399	940	2,36	2105,31	103	140	90	47	19	Média
411990505000018	PONTA GROSSA	8	23	2,88	490,97	2	1	2	2	1	Baixa
411990505000043	PONTA GROSSA	280	798	2,85	1337,36	61	77	59	43	40	Baixa
411990505000178	PONTA GROSSA	129	342	2,65	3025,78	23	44	33	17	12	Alta
411990505000177	PONTA GROSSA	238	625	2,63	1594,95	63	67	55	24	29	Média
411990505000350	PONTA GROSSA	27	74	2,74	1696,49	4	12	5	2	4	Média
411990505000047	PONTA GROSSA	182	557	3,06	687,26	32	54	33	25	38	Baixa
411990505000048	PONTA GROSSA	302	986	3,26	999,64	34	71	76	69	52	Baixa
411990505000046	PONTA GROSSA	161	513	3,19	936,85	19	38	42	35	27	Baixa
411990505000044	PONTA GROSSA	227	699	3,08	1006,39	37	56	51	47	36	Baixa
411990505000359	PONTA GROSSA	87	262	3,01	1021,74	9	26	25	13	14	Baixa
411990505000073	PONTA GROSSA	478	1627	3,40	659,31	52	93	129	99	105	Baixa
411990505000052	PONTA GROSSA	184	567	3,08	1239,21	27	30	58	49	20	Baixa
411990505000022	PONTA GROSSA	102	309	3,03	2470,73	13	30	18	31	10	Média
411990505000021	PONTA GROSSA	259	669	2,58	2432,90	61	82	56	40	20	Média
411990505000041	PONTA GROSSA	223	728	3,26	959,10	28	63	44	38	50	Baixa
411990505000042	PONTA GROSSA	267	850	3,18	917,80	30	68	74	47	48	Baixa
411990505000071	PONTA GROSSA	182	588	3,23	981,65	19	47	48	34	34	Baixa
411990505000072	PONTA GROSSA	2	5	2,50	508,75	2	0	1	0	0	Baixa
411990505000036	PONTA GROSSA	207	669	3,23	1187,06	23	49	47	55	33	Baixa

Código Setor	Nome do Distrito	Domicilios	Total de Moradores	Moradores Por Domicílio	Renda Média (R$/mês)	Número de Moradores Por Domicílio					Classe da Renda
						1	2	3	4	5+	
411990505000040	PONTA GROSSA	196	612	3,12	1090,19	18	57	55	36	30	Baixa
411990505000045	PONTA GROSSA	49	187	3,82	517,96	2	9	13	12	13	Baixa
411990505000038	PONTA GROSSA	155	558	3,60	631,19	13	24	47	32	39	Baixa
411990505000039	PONTA GROSSA	158	582	3,68	487,17	18	27	35	34	44	Baixa
411990505000190	PONTA GROSSA	323	1038	3,21	682,20	26	84	89	73	51	Baixa
411990505000192	PONTA GROSSA	160	561	3,51	350,70	23	28	37	28	44	Baixa
411990505000160	PONTA GROSSA	164	506	3,09	686,55	28	42	32	36	26	Baixa
411990505000159	PONTA GROSSA	192	615	3,20	710,49	19	52	46	38	37	Baixa
411990505000162	PONTA GROSSA	169	557	3,30	505,03	19	38	43	39	30	Baixa
411990505000161	PONTA GROSSA	222	666	3,00	932,43	22	65	60	45	30	Baixa
411990505000353	PONTA GROSSA	39	133	3,41	795,96	2	8	14	9	6	Baixa
411990505000357	PONTA GROSSA	2	5	2,50	103,44	0	1	1	0	0	Baixa
411990505000196	PONTA GROSSA	198	599	3,03	1394,31	21	58	50	43	26	Baixa
411990505000149	PONTA GROSSA	183	619	3,38	669,73	17	36	48	47	35	Baixa
411990505000388	PONTA GROSSA	230	731	3,18	785,76	24	53	70	46	37	Baixa
411990505000285	PONTA GROSSA	207	678	3,28	547,14	26	49	49	36	47	Baixa
411990505000284	PONTA GROSSA	43	149	3,47	468,28	8	7	7	9	12	Baixa
411990505000153	PONTA GROSSA	249	652	2,62	1735,96	44	85	65	38	17	Média
411990505000151	PONTA GROSSA	284	880	3,10	956,26	44	62	71	65	42	Baixa
411990505000015	PONTA GROSSA	228	656	2,88	1299,86	46	62	56	37	27	Baixa
411990505000179	PONTA GROSSA	208	650	3,13	1898,35	25	49	57	46	31	Média
411990505000180	PONTA GROSSA	228	656	2,88	1535,91	37	64	60	39	28	Média
411990505000181	PONTA GROSSA	213	664	3,12	1622,18	24	50	60	48	31	Média
411990505000176	PONTA GROSSA	350	1004	2,87	1597,77	55	98	101	56	40	Média
411990505000005	PONTA GROSSA	316	842	2,66	2047,90	55	111	72	53	25	Média
411990505000016	PONTA GROSSA	225	565	2,51	2342,09	59	67	51	32	16	Média
411990505000352	PONTA GROSSA	81	244	3,01	1043,93	11	19	20	21	10	Baixa
411990505000154	PONTA GROSSA	130	521	4,01	292,79	8	12	33	34	43	Baixa
411990505000156	PONTA GROSSA	328	970	2,96	1080,04	39	97	94	57	41	Baixa
411990505000155	PONTA GROSSA	142	427	3,01	1178,21	22	36	32	35	17	Baixa
411990505000157	PONTA GROSSA	146	420	2,88	793,52	19	46	34	31	16	Baixa
411990505000351	PONTA GROSSA	44	130	2,95	625,76	6	12	16	4	6	Baixa
411990505000158	PONTA GROSSA	200	669	3,35	971,83	20	43	47	59	31	Baixa
411990505000171	PONTA GROSSA	224	697	3,11	948,47	27	58	49	57	33	Baixa
411990505000172	PONTA GROSSA	159	530	3,33	852,16	18	33	40	30	38	Baixa
411990505000175	PONTA GROSSA	168	484	2,88	1555,02	20	49	50	31	18	Média
411990505000173	PONTA GROSSA	173	519	3,00	1189,14	20	53	43	30	27	Baixa
411990505000174	PONTA GROSSA	196	594	3,03	863,11	27	54	45	40	30	Baixa
411990505000142	PONTA GROSSA	279	826	2,96	1377,75	46	67	77	50	39	Baixa
411990505000141	PONTA GROSSA	243	696	2,86	1184,24	41	63	66	45	28	Baixa
411990505000195	PONTA GROSSA	136	476	3,50	1530,66	13	21	33	39	30	Média
411990505000194	PONTA GROSSA	44	158	3,59	328,08	4	7	12	9	12	Baixa
411990505000193	PONTA GROSSA	354	1074	3,03	932,40	45	84	115	65	45	Baixa
411990505000313	PONTA GROSSA	134	485	3,62	409,77	15	25	34	23	37	Baixa
411990505000184	PONTA GROSSA	49	158	3,22	326,37	7	10	11	14	7	Baixa
411990505000187	PONTA GROSSA	127	464	3,65	531,97	8	19	40	26	34	Baixa
411990505000185	PONTA GROSSA	422	1418	3,36	766,02	34	99	112	91	86	Baixa
411990505000163	PONTA GROSSA	175	567	3,24	641,16	17	37	55	37	29	Baixa
411990505000167	PONTA GROSSA	155	447	2,88	791,31	23	43	42	26	21	Baixa
411990505000165	PONTA GROSSA	272	826	3,04	752,61	33	81	65	52	41	Baixa
411990505000164	PONTA GROSSA	49	176	3,59	396,37	2	12	18	4	13	Baixa
411990505000166	PONTA GROSSA	202	637	3,15	698,66	27	44	57	44	30	Baixa
411990505000168	PONTA GROSSA	311	987	3,17	681,80	34	73	93	66	45	Baixa
411990505000169	PONTA GROSSA	411	1333	3,24	814,45	39	97	116	89	70	Baixa
411990505000186	PONTA GROSSA	97	340	3,51	466,37	8	20	26	22	21	Baixa
411990505000170	PONTA GROSSA	296	952	3,22	2158,21	23	67	77	91	38	Média
411990505000032	PONTA GROSSA	372	1245	3,35	541,67	42	76	109	69	76	Baixa
411990505000031	PONTA GROSSA	170	569	3,35	747,67	15	36	42	48	29	Baixa
411990505000202	PONTA GROSSA	307	1007	3,28	505,08	25	80	78	67	57	Baixa
411990505000201	PONTA GROSSA	91	334	3,67	335,76	8	14	22	22	25	Baixa
411990505000189	PONTA GROSSA	218	715	3,28	750,20	23	48	63	46	38	Baixa
411990505000344	PONTA GROSSA	280	932	3,33	471,68	28	58	80	63	51	Baixa
411990505000203	PONTA GROSSA	357	1195	3,35	693,08	25	87	95	82	68	Baixa
411990505000188	PONTA GROSSA	341	1133	3,32	534,78	31	66	100	78	66	Baixa
411990505000204	PONTA GROSSA	428	1395	3,26	564,08	46	103	103	98	78	Baixa
411990505000345	PONTA GROSSA	278	1049	3,77	517,71	16	52	67	59	84	Baixa

Código Setor	Nome do Distrito	Domicilios	Total de Moradores	Moradores Por Domicílio	Renda Média (R$/mês)	Número de Moradores Por Domicílio					Classe da Renda
						1	2	3	4	5+	
411990505000199	PONTA GROSSA	534	1792	3,36	646,69	39	112	180	105	98	Baixa
411990505000200	PONTA GROSSA	307	1127	3,67	487,38	16	53	85	76	77	Baixa
411990505000346	PONTA GROSSA	325	1131	3,48	583,96	27	63	94	65	76	Baixa
411990505000101	PONTA GROSSA	313	1013	3,24	684,75	37	68	89	60	59	Baixa
411990505000114	PONTA GROSSA	317	1040	3,28	1249,98	30	74	89	70	54	Baixa
411990505000113	PONTA GROSSA	273	667	2,44	1448,01	66	87	69	39	12	Baixa
411990505000115	PONTA GROSSA	189	607	3,21	1405,15	17	51	47	43	31	Baixa
411990505000112	PONTA GROSSA	328	1091	3,33	596,45	28	81	82	75	62	Baixa
411990505000370	PONTA GROSSA	225	748	3,32	805,18	25	53	56	52	39	Baixa
411990505000244	PONTA GROSSA	141	444	3,15	831,98	19	39	31	30	22	Baixa
411990505000111	PONTA GROSSA	234	731	3,12	1094,04	27	51	80	42	34	Baixa
411990505000104	PONTA GROSSA	465	1540	3,31	1005,13	36	99	135	116	79	Baixa
411990505000372	PONTA GROSSA	158	536	3,39	576,06	18	32	43	34	31	Baixa
411990505000134	PONTA GROSSA	59	158	2,68	1303,05	7	22	19	7	4	Baixa
411990505000373	PONTA GROSSA	180	582	3,23	682,54	26	42	45	30	37	Baixa
411990505000133	PONTA GROSSA	48	161	3,35	313,35	4	15	11	5	13	Baixa
411990505000117	PONTA GROSSA	278	870	3,13	1283,89	22	80	77	56	43	Baixa
411990505000118	PONTA GROSSA	221	638	2,89	2013,57	31	64	65	33	28	Média
411990505000119	PONTA GROSSA	243	789	3,25	1424,30	12	68	63	60	40	Baixa
411990505000121	PONTA GROSSA	398	1297	3,26	2929,60	30	103	88	116	61	Média
411990505000107	PONTA GROSSA	418	1513	3,62	477,94	27	74	119	94	104	Baixa
411990505000106	PONTA GROSSA	270	948	3,51	446,85	23	57	63	67	60	Baixa
411990505000105	PONTA GROSSA	378	1280	3,39	743,26	38	80	94	93	73	Baixa
411990505000108	PONTA GROSSA	205	671	3,27	598,41	18	40	68	43	36	Baixa
411990505000245	PONTA GROSSA	176	525	2,98	953,87	20	52	49	33	22	Baixa
411990505000366	PONTA GROSSA	77	252	3,27	652,59	5	18	26	16	12	Baixa
411990505000367	PONTA GROSSA	343	1070	3,12	699,18	40	77	98	79	49	Baixa
411990505000368	PONTA GROSSA	11	34	3,09	1717,48	1	3	1	6	0	Média
411990505000312	PONTA GROSSA	49	146	2,98	137,73	7	11	14	12	5	Baixa
411990505000247	PONTA GROSSA	312	1041	3,34	691,18	25	77	80	71	59	Baixa
411990505000248	PONTA GROSSA	302	1033	3,42	638,59	21	71	75	76	59	Baixa
411990505000249	PONTA GROSSA	352	1206	3,43	591,37	22	70	97	97	66	Baixa
411990505000246	PONTA GROSSA	352	1175	3,34	660,71	25	77	109	85	56	Baixa
411990505000109	PONTA GROSSA	280	913	3,26	714,28	29	61	75	65	50	Baixa
411990505000241	PONTA GROSSA	291	1048	3,60	755,89	25	58	62	79	67	Baixa
411990505000369	PONTA GROSSA	142	473	3,33	587,16	19	29	35	33	26	Baixa
411990505000243	PONTA GROSSA	329	986	3,00	1035,18	45	94	63	89	38	Baixa
411990505000242	PONTA GROSSA	139	440	3,17	877,90	14	35	35	35	20	Baixa
411990505000110	PONTA GROSSA	157	498	3,17	695,36	19	37	43	30	28	Baixa
411990505000364	PONTA GROSSA	172	639	3,72	375,23	14	23	41	49	45	Baixa
411990505000365	PONTA GROSSA	173	609	3,52	390,24	21	29	49	33	41	Baixa
411990505000363	PONTA GROSSA	193	715	3,70	373,96	16	30	45	52	50	Baixa
411990505000362	PONTA GROSSA	299	1086	3,63	379,27	30	47	76	61	85	Baixa
411990505000240	PONTA GROSSA	90	299	3,32	863,90	8	17	26	21	18	Baixa
411990505000147	PONTA GROSSA	456	1736	3,81	404,59	24	73	125	104	130	Baixa
411990505000150	PONTA GROSSA	218	754	3,46	445,71	23	44	46	54	51	Baixa
411990505000148	PONTA GROSSA	302	1097	3,63	419,71	20	59	84	63	76	Baixa
411990505000143	PONTA GROSSA	218	693	3,18	730,08	26	53	60	36	43	Baixa
411990505000146	PONTA GROSSA	207	720	3,48	603,86	24	35	56	43	49	Baixa
411990505000145	PONTA GROSSA	254	861	3,39	693,27	23	66	53	63	49	Baixa
411990505000144	PONTA GROSSA	160	560	3,50	690,74	13	35	41	32	39	Baixa
411990505000013	PONTA GROSSA	272	707	2,60	4271,77	57	90	58	44	23	Alta
411990505000012	PONTA GROSSA	313	817	2,61	1894,03	79	86	72	50	26	Média
411990505000081	PONTA GROSSA	281	838	2,98	1383,33	42	84	58	53	44	Baixa
411990505000089	PONTA GROSSA	237	691	2,92	1072,83	48	64	48	37	40	Baixa
411990505000082	PONTA GROSSA	159	445	2,80	1452,95	24	55	38	24	18	Baixa
411990505000086	PONTA GROSSA	405	1471	3,63	639,94	19	83	99	108	96	Baixa
411990505000087	PONTA GROSSA	176	623	3,54	637,66	17	38	36	43	42	Baixa
411990505000083	PONTA GROSSA	240	774	3,23	764,43	26	68	54	48	44	Baixa
411990505000088	PONTA GROSSA	164	572	3,49	827,83	17	36	37	36	38	Baixa
411990505000120	PONTA GROSSA	385	1024	2,66	2574,13	67	126	98	67	27	Média
411990505000125	PONTA GROSSA	215	586	2,73	3599,62	35	65	61	39	15	Alta
411990505000126	PONTA GROSSA	154	452	2,94	3292,41	20	44	41	31	18	Alta
411990505000098	PONTA GROSSA	277	978	3,53	690,49	23	61	75	48	70	Baixa
411990505000092	PONTA GROSSA	243	781	3,21	632,74	26	49	80	48	40	Baixa
411990505000091	PONTA GROSSA	233	770	3,30	731,25	31	54	47	59	42	Baixa

Código Setor	Nome do Distrito	Domicilios	Total de Moradores	Moradores Por Domicílio	Renda Média (R$/mês)	Número de Moradores Por Domicílio					Classe da Renda
						1	2	3	4	5+	
411990505000090	PONTA GROSSA	279	841	3,01	981,13	43	70	79	50	37	Baixa
411990505000116	PONTA GROSSA	398	1310	3,29	1066,66	39	92	104	91	72	Baixa
411990505000099	PONTA GROSSA	324	975	3,01	1444,76	44	84	91	69	36	Baixa
411990505000100	PONTA GROSSA	218	713	3,27	1112,69	16	56	59	46	41	Baixa
411990505000102	PONTA GROSSA	238	749	3,15	732,03	21	63	71	51	32	Baixa
411990505000093	PONTA GROSSA	296	963	3,25	1506,82	31	55	87	79	44	Baixa
411990505000097	PONTA GROSSA	240	850	3,54	546,40	24	41	68	50	57	Baixa
411990505000049	PONTA GROSSA	364	1115	3,06	1103,05	53	78	108	77	48	Baixa
411990505000076	PONTA GROSSA	197	655	3,32	580,41	25	33	57	47	35	Baixa
411990505000078	PONTA GROSSA	148	514	3,47	513,08	24	32	25	33	34	Baixa
411990505000075	PONTA GROSSA	146	457	3,13	798,04	21	34	33	38	20	Baixa
411990505000077	PONTA GROSSA	132	476	3,61	394,39	20	21	33	22	36	Baixa
411990505000084	PONTA GROSSA	368	1319	3,58	394,88	41	55	97	80	95	Baixa
411990505000255	PONTA GROSSA	240	800	3,33	816,65	19	49	75	53	44	Baixa
411990505000253	PONTA GROSSA	144	446	3,10	888,59	19	35	41	24	25	Baixa
411990505000254	PONTA GROSSA	169	558	3,30	803,44	18	37	52	34	28	Baixa
411990505000152	PONTA GROSSA	228	682	2,99	1009,94	33	60	53	58	24	Baixa
411990505000135	PONTA GROSSA	294	1019	3,47	592,49	28	57	75	71	63	Baixa
411990505000386	PONTA GROSSA	199	752	3,78	398,43	20	30	41	52	56	Baixa
411990505000132	PONTA GROSSA	314	1070	3,41	620,58	37	73	65	68	71	Baixa
411990505000131	PONTA GROSSA	290	928	3,20	955,55	32	68	71	74	45	Baixa
411990505000127	PONTA GROSSA	185	718	3,88	417,14	7	40	49	30	59	Baixa
411990505000140	PONTA GROSSA	82	264	3,22	1086,78	10	19	22	16	15	Baixa
411990505000017	PONTA GROSSA	271	744	2,75	1602,57	39	104	56	44	28	Média
411990505000139	PONTA GROSSA	259	803	3,10	777,06	32	70	74	42	41	Baixa
411990505000129	PONTA GROSSA	166	508	3,06	771,47	24	37	47	36	22	Baixa
411990505000128	PONTA GROSSA	260	782	3,01	997,98	46	56	79	49	30	Baixa
411990505000130	PONTA GROSSA	144	495	3,44	545,90	17	31	30	36	30	Baixa
411990505000122	PONTA GROSSA	324	1014	3,13	2892,81	38	76	86	82	42	Média
411990505000123	PONTA GROSSA	361	1156	3,20	926,60	38	98	101	64	60	Baixa
411990505000124	PONTA GROSSA	270	704	2,61	1834,77	48	90	76	35	21	Média
411990505000371	PONTA GROSSA	193	553	2,87	1072,42	29	47	58	47	12	Baixa
411990505000094	PONTA GROSSA	202	674	3,34	540,21	20	39	57	55	31	Baixa
411990505000343	PONTA GROSSA	163	628	3,85	338,54	12	21	43	33	54	Baixa
411990505000085	PONTA GROSSA	432	1550	3,59	465,42	49	72	97	104	110	Baixa
411990505000382	PONTA GROSSA	104	391	3,76	357,05	8	21	20	21	34	Baixa
411990505000138	PONTA GROSSA	225	697	3,10	835,74	26	61	65	39	34	Baixa
411990505000136	PONTA GROSSA	244	796	3,26	817,40	19	61	75	46	43	Baixa
411990505000137	PONTA GROSSA	123	418	3,40	462,70	17	28	27	20	31	Baixa
411990505000266	PONTA GROSSA	177	541	3,06	646,45	19	46	42	52	18	Baixa
411990505000267	PONTA GROSSA	177	604	3,41	795,01	15	31	54	48	29	Baixa
411990505000383	PONTA GROSSA	238	847	3,56	854,71	12	43	72	57	54	Baixa
411990505000103	PONTA GROSSA	298	966	3,24	998,81	25	71	75	83	44	Baixa
411990505000402	PONTA GROSSA	334	1114	3,34	571,69	28	74	104	65	63	Baixa
411990505000326	PONTA GROSSA	313	1057	3,38	575,31	20	70	100	67	56	Baixa
411990505000095	PONTA GROSSA	323	1023	3,17	621,49	23	96	86	70	48	Baixa
411990505000096	PONTA GROSSA	279	958	3,43	503,43	21	61	68	69	60	Baixa
411990505000401	PONTA GROSSA	186	645	3,47	461,93	12	42	52	40	40	Baixa
411990505000403	PONTA GROSSA	323	1157	3,58	610,03	21	60	83	84	75	Baixa
411990505000229	PONTA GROSSA	237	771	3,25	609,02	17	52	77	59	32	Baixa
411990505000396	PONTA GROSSA	161	625	3,88	534,02	10	26	37	38	50	Baixa
411990505000395	PONTA GROSSA	180	602	3,34	530,80	23	40	44	37	36	Baixa
411990505000069	PONTA GROSSA	268	889	3,32	781,18	28	66	62	56	56	Baixa
411990505000228	PONTA GROSSA	236	732	3,10	1084,62	21	59	73	55	28	Baixa
411990505000070	PONTA GROSSA	310	926	2,99	1199,60	47	77	75	76	35	Baixa
411990505000068	PONTA GROSSA	189	657	3,48	731,46	15	36	50	48	40	Baixa
411990505000381	PONTA GROSSA	158	537	3,40	1235,31	11	35	38	42	32	Baixa
411990505000074	PONTA GROSSA	320	1050	3,28	687,50	44	67	76	68	65	Baixa
411990505000361	PONTA GROSSA	139	406	2,92	1847,78	19	36	39	31	14	Média
411990505000051	PONTA GROSSA	283	983	3,47	840,91	29	62	70	61	61	Baixa
411990505000218	PONTA GROSSA	118	398	3,37	1146,04	13	24	24	35	22	Baixa
411990505000050	PONTA GROSSA	206	617	3,00	1330,65	24	59	53	42	28	Baixa
411990505000215	PONTA GROSSA	293	920	3,14	958,67	18	80	93	65	37	Baixa
411990505000377	PONTA GROSSA	218	721	3,31	560,48	27	45	57	48	41	Baixa
411990505000035	PONTA GROSSA	205	659	3,21	1109,41	22	46	53	51	33	Baixa
411990505000034	PONTA GROSSA	333	1056	3,17	961,52	32	75	115	62	49	Baixa

Código Setor	Nome do Distrito	Domicilios	Total de Moradores	Moradores Por Domicílio	Renda Média (R$/mês)	Número de Moradores Por Domicílio					Classe da Renda
						1	2	3	4	5+	
411990505000037	PONTA GROSSA	97	345	3,56	337,88	9	12	27	29	20	Baixa
411990505000328	PONTA GROSSA	303	1033	3,41	526,66	32	55	80	70	66	Baixa
411990505000231	PONTA GROSSA	224	776	3,46	592,83	13	46	64	56	45	Baixa
411990505000233	PONTA GROSSA	193	701	3,63	524,69	24	30	46	43	50	Baixa
411990505000232	PONTA GROSSA	239	786	3,29	670,54	28	49	62	52	48	Baixa
411990505000237	PONTA GROSSA	238	816	3,43	583,86	19	43	84	46	46	Baixa
411990505000397	PONTA GROSSA	173	587	3,39	547,09	11	40	49	39	34	Baixa
411990505000230	PONTA GROSSA	259	914	3,53	403,50	14	60	75	53	57	Baixa
411990505000400	PONTA GROSSA	248	950	3,83	364,91	11	43	55	56	83	Baixa
411990505000399	PONTA GROSSA	151	534	3,54	413,32	17	23	40	35	36	Baixa
411990505000327	PONTA GROSSA	209	754	3,61	518,54	14	37	62	46	50	Baixa
411990505000067	PONTA GROSSA	556	1625	2,92	1035,13	91	147	138	108	72	Baixa
411990505000065	PONTA GROSSA	283	996	3,52	487,43	30	42	78	63	70	Baixa
411990505000066	PONTA GROSSA	441	1471	3,34	605,35	39	91	128	100	83	Baixa
411990505000053	PONTA GROSSA	294	915	3,11	761,77	44	55	85	74	36	Baixa
411990505000056	PONTA GROSSA	261	808	3,10	877,08	36	55	72	64	34	Baixa
411990505000055	PONTA GROSSA	145	422	2,91	1107,93	17	46	37	28	17	Baixa
411990505000224	PONTA GROSSA	287	911	3,17	613,51	36	79	74	43	55	Baixa
411990505000225	PONTA GROSSA	326	1052	3,23	540,04	47	79	74	58	68	Baixa
411990505000223	PONTA GROSSA	268	831	3,10	672,68	37	73	70	45	43	Baixa
411990505000226	PONTA GROSSA	289	902	3,12	850,74	35	72	84	50	48	Baixa
411990505000227	PONTA GROSSA	193	623	3,23	972,52	14	48	56	49	26	Baixa
411990505000379	PONTA GROSSA	237	621	2,62	819,70	53	67	65	35	17	Baixa
411990505000217	PONTA GROSSA	154	522	3,39	774,65	11	30	48	33	32	Baixa
411990505000216	PONTA GROSSA	292	936	3,21	773,07	25	78	92	56	41	Baixa
411990505000033	PONTA GROSSA	290	908	3,13	734,97	27	74	87	63	39	Baixa
411990505000375	PONTA GROSSA	209	763	3,65	478,71	13	43	47	54	52	Baixa
411990505000374	PONTA GROSSA	234	837	3,58	564,44	15	46	65	57	51	Baixa
411990505000030	PONTA GROSSA	239	731	3,06	752,19	30	59	67	51	32	Baixa
411990505000339	PONTA GROSSA	192	620	3,23	838,82	31	35	50	31	45	Baixa
411990505000061	PONTA GROSSA	11	44	4,00	395,10	5	4	3	3	2	Baixa
411990505000236	PONTA GROSSA	214	736	3,44	524,29	16	45	61	41	51	Baixa
411990505000329	PONTA GROSSA	187	647	3,46	528,56	24	38	34	47	44	Baixa
411990505000342	PONTA GROSSA	296	1025	3,46	557,45	38	51	74	59	74	Baixa
411990505000060	PONTA GROSSA	478	1680	3,51	751,59	38	97	121	111	111	Baixa
411990505000213	PONTA GROSSA	100	435	4,35	317,62	9	17	13	21	40	Baixa
411990505000309	PONTA GROSSA	59	211	3,58	883,43	5	11	15	16	12	Baixa
411990505000325	PONTA GROSSA	309	1102	3,57	398,22	19	62	86	69	73	Baixa
411990505000338	PONTA GROSSA	221	777	3,52	507,06	15	45	56	52	53	Baixa
411990505000324	PONTA GROSSA	257	924	3,60	521,05	15	40	80	61	61	Baixa
411990505000337	PONTA GROSSA	286	1086	3,80	502,50	19	43	69	71	84	Baixa
411990505000310	PONTA GROSSA	196	685	3,49	464,16	15	48	54	39	40	Baixa
411990505000296	PONTA GROSSA	277	982	3,55	501,93	18	61	79	57	62	Baixa
411990505000293	PONTA GROSSA	287	953	3,32	757,95	28	55	87	67	50	Baixa
411990505000294	PONTA GROSSA	176	622	3,53	665,36	11	31	53	36	45	Baixa
411990505000295	PONTA GROSSA	131	444	3,39	740,42	11	24	41	30	25	Baixa
411990505000355	PONTA GROSSA	175	595	3,40	484,37	15	31	53	44	32	Baixa
411990505000314	PONTA GROSSA	270	1000	3,70	434,80	18	53	59	62	78	Baixa
411990505000302	PONTA GROSSA	335	1138	3,40	640,14	13	69	110	92	51	Baixa
411990505000301	PONTA GROSSA	175	543	3,10	705,01	23	36	52	43	21	Baixa
411990505000358	PONTA GROSSA	2	5	2,50	389,40	1	2	0	0	0	Baixa
411990505000297	PONTA GROSSA	64	252	3,94	301,51	1	9	21	12	21	Baixa
411990505000300	PONTA GROSSA	69	266	3,86	274,95	7	11	14	14	23	Baixa
411990505000298	PONTA GROSSA	241	807	3,35	546,82	16	52	74	58	41	Baixa
411990505000404	PONTA GROSSA	233	778	3,34	473,91	23	50	58	61	41	Baixa
411990505000299	PONTA GROSSA	255	866	3,40	583,65	22	57	71	55	50	Baixa
411990505000336	PONTA GROSSA	7	19	2,71	548,67	2	2	0	2	1	Baixa
411990505000304	PONTA GROSSA	200	686	3,43	449,54	19	40	45	55	41	Baixa
411990505000392	PONTA GROSSA	132	477	3,61	441,01	12	24	29	30	37	Baixa
411990505000356	PONTA GROSSA	483	1654	3,42	608,32	32	85	154	122	90	Baixa
411990505000389	PONTA GROSSA	476	1754	3,68	386,85	32	81	119	113	131	Baixa
411990505000390	PONTA GROSSA	296	1084	3,66	411,92	19	42	86	71	78	Baixa
411990505000384	PONTA GROSSA	115	382	3,32	705,56	12	24	28	30	21	Baixa
411990505000290	PONTA GROSSA	323	1066	3,30	654,68	22	78	90	84	49	Baixa
411990505000385	PONTA GROSSA	174	553	3,18	777,24	16	46	45	40	27	Baixa
411990505000257	PONTA GROSSA	119	414	3,48	381,23	16	27	32	10	34	Baixa

Código Setor	Nome do Distrito	Domicilios	Total de Moradores	Moradores Por Domicílio	Renda Média (R$/mês)	Número de Moradores Por Domicílio					Classe da Renda
						1	2	3	4	5+	
411990505000277	PONTA GROSSA	186	598	3,22	770,56	22	38	53	41	32	Baixa
411990505000258	PONTA GROSSA	188	660	3,51	472,23	15	31	56	45	41	Baixa
411990505000259	PONTA GROSSA	256	795	3,11	678,88	37	59	65	55	40	Baixa
411990505000260	PONTA GROSSA	185	551	2,98	751,63	24	48	50	42	21	Baixa
411990505000261	PONTA GROSSA	263	790	3,00	839,59	36	70	69	55	33	Baixa
411990505000264	PONTA GROSSA	192	608	3,17	972,34	16	48	57	47	24	Baixa
411990505000262	PONTA GROSSA	204	641	3,14	762,02	25	50	58	39	32	Baixa
411990505000263	PONTA GROSSA	256	862	3,37	666,79	16	67	75	50	48	Baixa
411990505000265	PONTA GROSSA	108	337	3,12	923,92	8	26	42	15	17	Baixa
411990505000387	PONTA GROSSA	152	502	3,30	761,07	14	37	37	38	26	Baixa
411990505000275	PONTA GROSSA	113	357	3,16	906,86	10	28	33	25	17	Baixa
411990505000269	PONTA GROSSA	369	1223	3,31	656,86	30	89	109	76	65	Baixa
411990505000270	PONTA GROSSA	158	572	3,62	466,63	12	25	41	42	38	Baixa
411990505000268	PONTA GROSSA	297	1009	3,40	537,80	32	49	90	70	56	Baixa
411990505000333	PONTA GROSSA	230	772	3,36	561,02	20	51	62	52	45	Baixa
411990505000283	PONTA GROSSA	140	487	3,48	462,10	16	29	33	24	38	Baixa
411990505000272	PONTA GROSSA	191	620	3,25	495,04	25	45	42	40	39	Baixa
411990505000271	PONTA GROSSA	130	411	3,16	646,05	17	28	41	24	20	Baixa
411990505000273	PONTA GROSSA	311	1004	3,23	817,87	23	75	87	81	45	Baixa
411990505000276	PONTA GROSSA	271	864	3,19	792,27	25	57	78	74	37	Baixa
411990505000274	PONTA GROSSA	275	914	3,32	972,20	17	62	72	82	42	Baixa
411990505000287	PONTA GROSSA	469	1797	3,83	391,44	31	80	108	97	153	Baixa
411990505000288	PONTA GROSSA	334	1237	3,70	393,61	26	42	85	89	92	Baixa
411990505000354	PONTA GROSSA	337	1225	3,64	465,21	27	57	78	84	91	Baixa
411990505000183	PONTA GROSSA	274	906	3,31	1426,94	28	56	79	66	45	Baixa
411990505000182	PONTA GROSSA	227	743	3,27	1570,36	17	57	61	59	33	Média
411990505000393	PONTA GROSSA	115	462	4,02	306,36	7	15	24	26	43	Baixa
411990505000394	PONTA GROSSA	103	391	3,80	360,20	7	18	27	16	35	Baixa
411990505000335	PONTA GROSSA	142	492	3,46	303,58	19	25	36	25	37	Baixa
411990505000292	PONTA GROSSA	276	960	3,48	482,74	22	59	77	51	67	Baixa
411990505000289	PONTA GROSSA	191	619	3,24	563,60	18	51	42	44	36	Baixa
411990505000291	PONTA GROSSA	223	722	3,24	618,98	23	53	53	54	40	Baixa
411990505000303	PONTA GROSSA	209	688	3,29	601,97	22	46	50	56	35	Baixa
411990505000334	PONTA GROSSA	45	145	3,22	1225,46	7	8	11	10	9	Baixa
411990505000281	PONTA GROSSA	75	234	3,12	529,26	8	13	31	16	7	Baixa
411990505000278	PONTA GROSSA	316	1142	3,61	456,70	21	50	78	98	69	Baixa
411990505000280	PONTA GROSSA	224	737	3,29	517,19	23	47	55	65	34	Baixa
411990505000282	PONTA GROSSA	185	594	3,21	756,97	23	36	49	52	25	Baixa
411990505000391	PONTA GROSSA	72	227	3,15	578,40	11	11	22	18	10	Baixa
411990505000279	PONTA GROSSA	113	420	3,72	385,50	11	18	26	25	33	Baixa
411990505000286	PONTA GROSSA	314	998	3,18	886,78	36	68	87	79	44	Baixa
411990505000256	PONTA GROSSA	203	738	3,64	503,62	16	36	44	49	58	Baixa
411990505000332	PONTA GROSSA	296	1034	3,49	546,08	25	52	84	67	68	Baixa
411990505000323	PONTA GROSSA	2	5	2,50	103,44	0	1	1	0	0	Baixa
411990505000251	PONTA GROSSA	389	1365	3,51	522,90	41	72	98	84	94	Baixa
411990505000322	PONTA GROSSA	5	23	4,60	446,25	0	1	0	1	3	Baixa
411990505000321	PONTA GROSSA	7	31	4,43	801,71	0	2	0	2	3	Baixa
411990505000252	PONTA GROSSA	544	1867	3,43	742,14	39	100	167	139	99	Baixa
411990505000320	PONTA GROSSA	162	562	3,47	489,56	13	29	50	33	37	Baixa
411990505000059	PONTA GROSSA	309	946	3,06	666,40	44	72	90	58	45	Baixa
411990505000054	PONTA GROSSA	232	761	3,28	757,71	25	41	73	51	42	Baixa
411990505000058	PONTA GROSSA	200	742	3,71	389,99	16	33	51	51	49	Baixa
411990505000057	PONTA GROSSA	305	1005	3,30	811,27	32	62	89	67	55	Baixa
411990505000308	PONTA GROSSA	109	387	3,55	640,96	14	17	27	20	31	Baixa
411990505000348	PONTA GROSSA	12	38	3,17	504,07	2	2	3	4	1	Baixa
411990505000307	PONTA GROSSA	29	97	3,34	581,88	3	5	10	6	5	Baixa
411990505000198	PONTA GROSSA	202	684	3,39	576,71	24	32	60	42	44	Baixa
411990505000319	PONTA GROSSA	172	539	3,13	705,19	11	44	61	34	22	Baixa
411990505000318	PONTA GROSSA	27	88	3,26	592,70	8	10	7	6	3	Baixa
411990505000317	PONTA GROSSA	34	116	3,41	696,91	2	10	8	10	4	Baixa
411990505000315	PONTA GROSSA	360	1211	3,36	481,87	37	61	118	76	68	Baixa
411990505000316	PONTA GROSSA	68	218	3,21	565,15	11	12	19	13	13	Baixa
411990505000331	PONTA GROSSA	413	1163	2,82	1317,32	62	117	120	78	36	Baixa
411990505000238	PONTA GROSSA	442	1575	3,56	512,40	30	88	105	112	107	Baixa
411990505000239	PONTA GROSSA	418	1438	3,44	565,84	29	80	121	115	73	Baixa
411990505000340	PONTA GROSSA	188	636	3,38	563,39	23	33	45	47	40	Baixa

Código Setor	Nome do Distrito	Domicilios	Total de Moradores	Moradores Por Domicílio	Renda Média (R$/mês)	Número de Moradores Por Domicílio					Classe da Renda
						1	2	3	4	5+	
411990505000064	PONTA GROSSA	422	1431	3,39	391,02	51	73	115	89	94	Baixa
411990505000063	PONTA GROSSA	313	1052	3,36	554,15	32	60	84	76	61	Baixa
411990505000341	PONTA GROSSA	262	881	3,36	559,60	25	61	66	56	54	Baixa
411990505000062	PONTA GROSSA	459	1618	3,53	507,26	44	81	111	114	109	Baixa
411990515000010	ITAIACOCA	53	167	3,15	689,16	14	8	8	11	12	Baixa
411990505000305	PONTA GROSSA	15	27	1,80	700,50	8	5	0	1	1	Baixa
411990517000007	PIRIQUITOS	3	8	2,67	3982,50	1	2	1	0	0	Alta
411990517000006	PIRIQUITOS	3	6	2,00	1081,67	1	1	1	0	0	Baixa
411990505000191	PONTA GROSSA	466	1615	3,47	633,44	35	98	120	120	93	Baixa
411990505000197	PONTA GROSSA	340	1197	3,52	546,06	26	48	106	90	70	Baixa
411990505000349	PONTA GROSSA	110	367	3,34	599,58	10	32	19	23	26	Baixa
411990510000007	GUARAGI	114	422	3,70	342,46	12	22	30	15	35	Baixa
411990515000009	ITAIACOCA	41	121	2,95	1450,63	3	16	11	8	3	Baixa
411990515000011	ITAIACOCA	104	311	2,99	635,63	14	29	24	21	16	Baixa
411990510000008	GUARAGI	14	45	3,21	564,71	2	2	3	5	2	Baixa
411990515000012	ITAIACOCA	22	59	2,68	637,40	4	5	8	4	1	Baixa
411990515000014	ITAIACOCA	16	49	3,06	887,93	3	4	7	3	1	Baixa
411990515000013	ITAIACOCA	4	11	2,75	2375,00	1	2	2	0	0	Média
411990510000006	GUARAGI	81	252	3,11	695,06	12	20	20	18	11	Baixa
411990510000004	GUARAGI	34	123	3,62	544,80	3	6	8	7	10	Baixa
411990510000003	GUARAGI	98	314	3,20	435,91	12	20	25	29	12	Baixa
411990510000005	GUARAGI	90	308	3,42	569,05	7	25	18	22	18	Baixa
411990510000001	GUARAGI	360	1241	3,45	430,66	33	96	76	69	86	Baixa
411990515000007	ITAIACOCA	164	572	3,49	274,06	9	31	52	37	35	Baixa
411990515000006	ITAIACOCA	29	89	3,07	381,22	2	11	6	5	5	Baixa
411990515000008	ITAIACOCA	128	424	3,31	346,55	12	29	35	26	26	Baixa
411990515000001	ITAIACOCA	27	86	3,19	547,20	1	10	7	5	4	Baixa
411990515000002	ITAIACOCA	88	259	2,94	521,36	21	18	20	15	14	Baixa
411990515000004	ITAIACOCA	93	298	3,20	396,39	16	20	26	13	18	Baixa
411990515000003	ITAIACOCA	64	214	3,34	501,76	7	16	15	11	15	Baixa
411990515000015	ITAIACOCA	80	253	3,16	427,08	12	20	16	18	14	Baixa
411990515000005	ITAIACOCA	43	128	2,98	480,18	8	11	7	11	6	Baixa
411990510000002	GUARAGI	56	184	3,29	491,58	5	15	15	9	12	Baixa
411990505000250	PONTA GROSSA	171	583	3,41	572,43	15	45	35	36	40	Baixa
411990510000009	GUARAGI	16	47	2,94	797,75	2	5	4	3	2	Baixa
411990525000004	UVAIA	31	112	3,61	534,41	5	3	8	5	10	Baixa
411990525000005	UVAIA	57	172	3,02	511,90	8	15	17	7	10	Baixa
411990517000002	PIRIQUITOS	101	373	3,69	423,43	7	19	26	20	29	Baixa
411990525000002	UVAIA	161	551	3,42	456,84	20	26	42	36	37	Baixa
411990525000001	UVAIA	31	81	2,61	734,68	3	15	6	6	1	Baixa
411990525000003	UVAIA	130	451	3,47	489,55	11	24	38	30	27	Baixa
411990517000003	PIRIQUITOS	26	88	3,38	537,12	2	4	8	6	6	Baixa
411990517000005	PIRIQUITOS	81	261	3,22	658,42	3	26	28	12	12	Baixa
411990517000004	PIRIQUITOS	25	85	3,40	596,76	0	6	10	3	6	Baixa
411990517000001	PIRIQUITOS	16	65	4,06	413,63	0	3	5	5	3	Baixa

Fonte: IBGE, 2010

Para os vetores de atração de viagens, o modelo do TRB utiliza diversos dados de emprego 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. Considerando que num sistema balanceado o número de viagens atraídas é igual ao número de viagens produzidas, foi definido um modelo onde 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 foi o seguinte, apresentado na Equação 2.

$$V(a_i) = \frac{(M_i.0{,}30 + R_i.0{,}70)}{[(\sum_j^i M_{ij}.0{,}30) + (\sum_j^i R_{ij}.0{,}70)]\sum_j^i Vp_{ij}}$$ Equação 2

Onde,

$V(a_i)$, *são as 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*

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 este ano de referência. Para que possamos obter números mais atualizados, é necessário que seja feita a correção das viagens geradas em função do crescimento populacional para o Município de Ponta Grossa. As estimativas apontam para uma população de 348.043 habitantes em 2018.

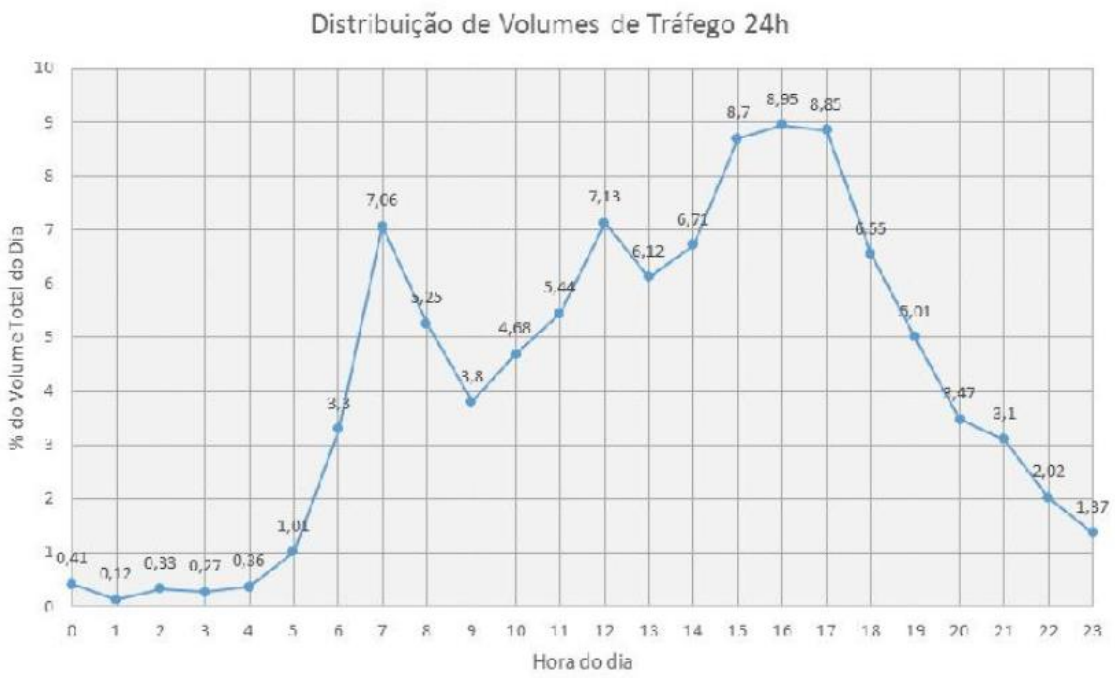
Desta forma, é possível considerar que o crescimento populacional de Ponta Grossa, entre os anos de 2010 e 2018, foi de:

$$\frac{348.043 - 311.611}{311.611} * 100 = 11{,}69$$

Assim, devido à linearidade do modelo, é possível acrescer os valores obtidos com os dados do Censo 2010 pelo fator de 11,69%.

Para a definição da matriz de viagens da hora pico, pois as análises de tráfego são realizadas para o período de maior demanda de tráfego, foi utilizada uma distribuição de tráfego retirada do trabalho Travel Estimation Techniques for Urban Plannnig, desenvolvido pelo Transportation Research Board norte americano no ano de 1998, conforme mostra a figura a seguir.

Gráfico 1: Distribuição de Volumes de Tráfego 24h



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.

3.1.2.1.2. Distribuição de viagens

A passo que o processo de definição dos vetores de viagem indica, para cada zona, o número de viagens produzidas e atraídas, esta etapa tem por finalidade determinar os volumes de viagens entre as diversas origens e destinos, ou seja a distribuição das viagens entre as zonas.

Para isso, adota-se um modelo gravitacional de distribuição, onde as viagens entre cada zona de origem e destino (q_{ij}, função das variáveis apresentadas na Equação 3, conforme formulação apresentada na Equação 5) são estimadas em função da produção da zona *i*, atração da zona de destino *j*, e impedância para movimentação entre zonas de origem *i* e *j* (t_{ij}, conforme Equação 4).

$$q_{ij} = f(P_i, A_j, f(t_{ij}))$$

Equação 3

$$f(t_{ij}) = a.t_{ij}^{b}.e^{c.t_{ij}}$$

Equação 4

$$q_{ij} = \frac{P_i.A_j}{f(t_{ij})}$$

Equação 5

A função de impedância entre 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 deste 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.

3.1.2.1.3. Alocação de viagens

O processo de alocação consiste, principalmente, na determinação dos caminhos eleitos, através das opções estabelecidas na rede, para o trajeto entre pares de zonas de origem e destino. Esse processo define as ligações que receberão o volume de tráfego existente entre as zonas.

As matrizes-semente de viagens são alocadas à rede de simulação através de processos computacionais considerando o modelo de equilíbrio do usuário. O processo de alocação é realizado várias vezes de forma a atualizar os tempos de percurso entre 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.

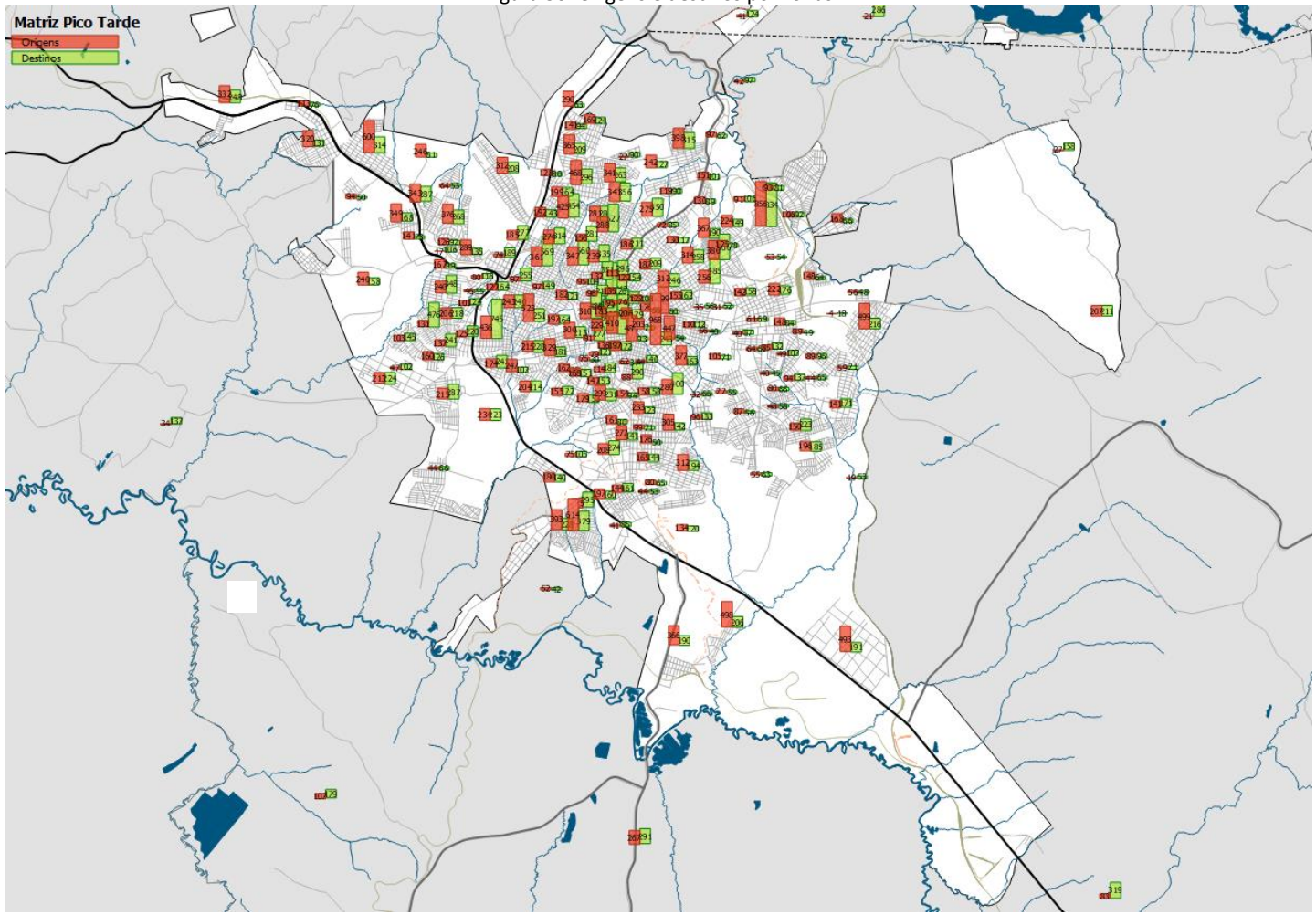
3.1.2.2. Calibração do modelo de alocação

Para a obtenção de uma representação dos fluxos de veículos no município de Ponta Grossa, é realizado um processo em que são primeiramente 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 de cargas realizadas em diversos pontos da cidade, realizado através do software utilizado no projeto, EMME®.

A calibração é um processo que objetiva a definição dos parâmetros que representem adequadamente a situação observada. Visa a aderência entre os resultados exibidos no modelo e o observado nas contagens volumétricas, mantendo ao máximo o padrão de viagens calculado a partir da matriz semente. A rede de validação contou com 37 pontos de pesquisas com contagens classificadas. Além dos fluxos, a alocação gera tempos de viagem e velocidades. A matriz resultante, elaborada a partir do processo de distribuição de viagens e devidamente calibrada é ilustrada na Figura 32 a seguir.

Figura 30: Origens e destinos por zonas



Fonte: URBTEC™ (2018)

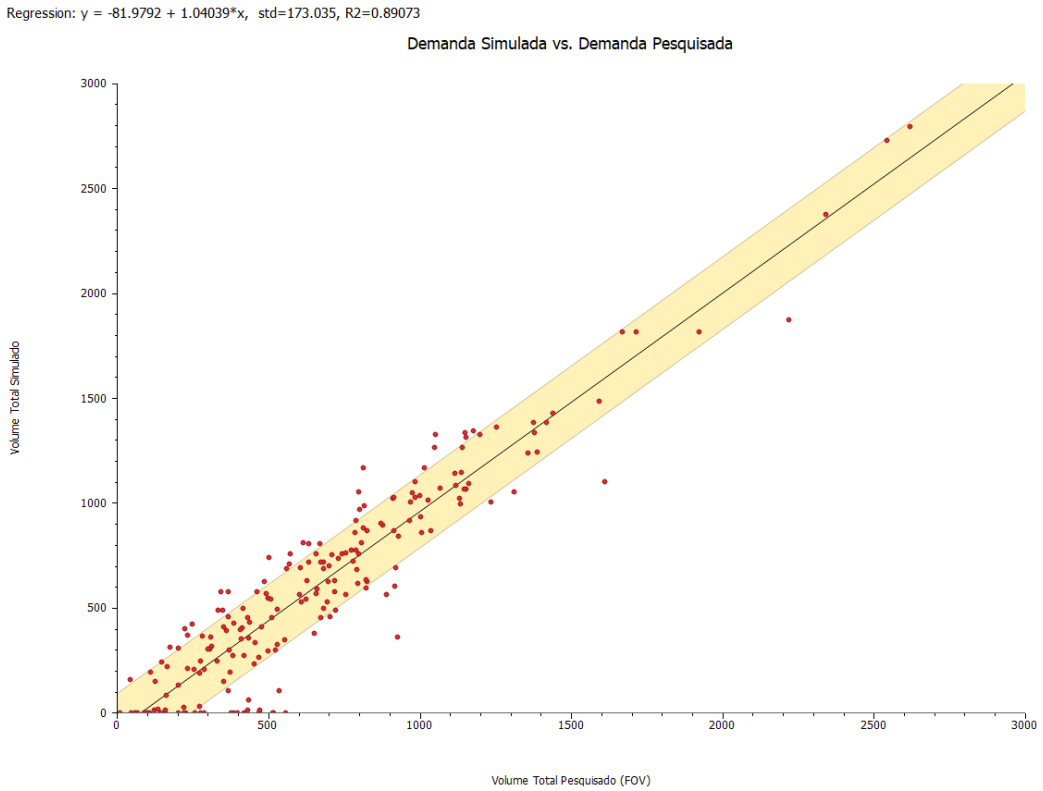
O total de viagens obtidas através da construção e calibração do modelo de tráfego para a hora pico tarde é de 38.572 viagens na hora de maior demanda do sistema.

3.1.3. **RESULTADOS**

Com o modelo devidamente calibrado, representando de maneira adequada a situação real descrita através das pesquisas de campo realizadas, podem ser avaliados os primeiros resultados, expressos tanto em matrizes origem-destino, ou sob a forma de carregamentos na rede, em que é possível observar o fluxo de veículos nas vias urbanas.

Para verificação da adequabilidade, a análise da aderência é realizada por regressão linear, utilizando-se a correlação entre os valores alocados e os valores obtidos nas contagens em campo. Os valores são plotados em um gráfico e a regressão é estimada, sendo que quanto maior o valor de R^2 é menor o valor do erro médio, maior é a aderência. Para valores de R^2 maiores do que 0,85 e do erro médio menores do que 10%, pode-se dizer que o modelo representa a realidade de forma excelente. Para a rede modelada, o valor de R^2 foi de 0,89 e do erro médio de 10%, o que nos informa que a aderência foi compatível com as necessidades do processo de simulação. A Figura 31 ilustra essa condição.

Figura 31: Análise da aderência do modelo por regressão linear



Fonte: URBTEC™ (2018)

3.1.3.1. Análise da Demanda de Tráfego na Área de Estudo.

Com base no modelo de demandas definido para a rede viária de Ponta Grossa, é possível que sejam definidos indicadores de desempenho para avaliação operacional deste sistema viário.

Para estudos desta natureza, o indicador de desempenho que melhor representa o sistema viário é o grau de saturação. O grau de saturação é a relação entre o volume de tráfego que demanda a via e a sua capacidade máxima, conforme a Equação 6.

$$SAT = \frac{V_i}{C_i}$$

Equação 6

Onde,

SAT, *saturação*

V_i, *volume alocado no link i*

C_i, *capacidade do link i*

O grau de saturação varia entre 0 e 1 e quanto maior seu valor, mais saturado se encontra o link, ou seja, maior o nível de congestionamento. Para o presente estudo, a saturação foi dividida em intervalos para facilitar a análise gráfica dos resultados. Os intervalos definidos foram os ilustrados na Tabela.

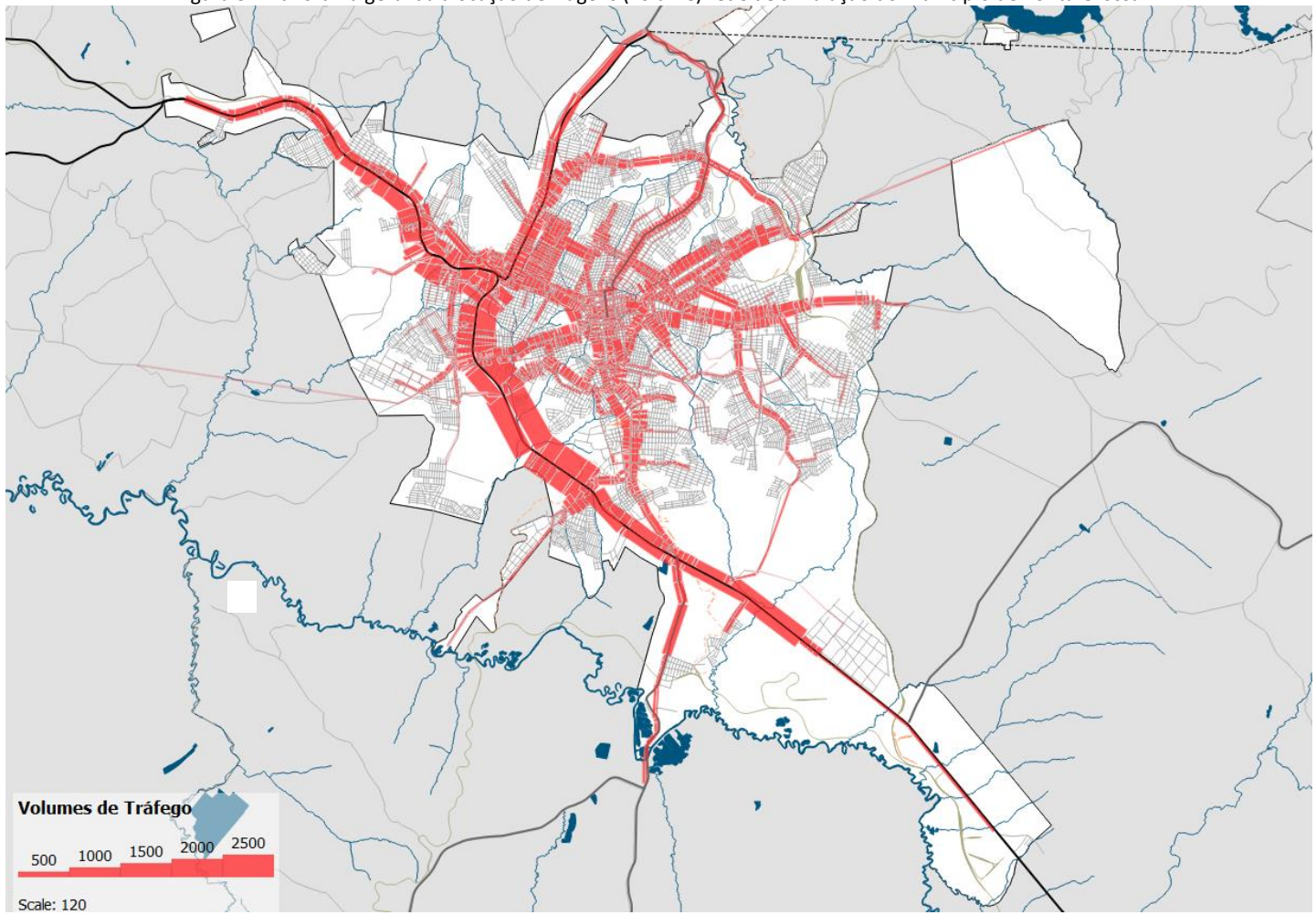
Tabela: Intervalos de saturação utilizados na análise do sistema viário

Nível	Saturação
1	0,00 <SAT< 0,40
2	0,40 <SAT< 0,60
3	0,60 <SAT< 0,80
4	0,80 <SAT< 1,00
5	SAT> 1,00

Fonte: URBTEC™ (2018)

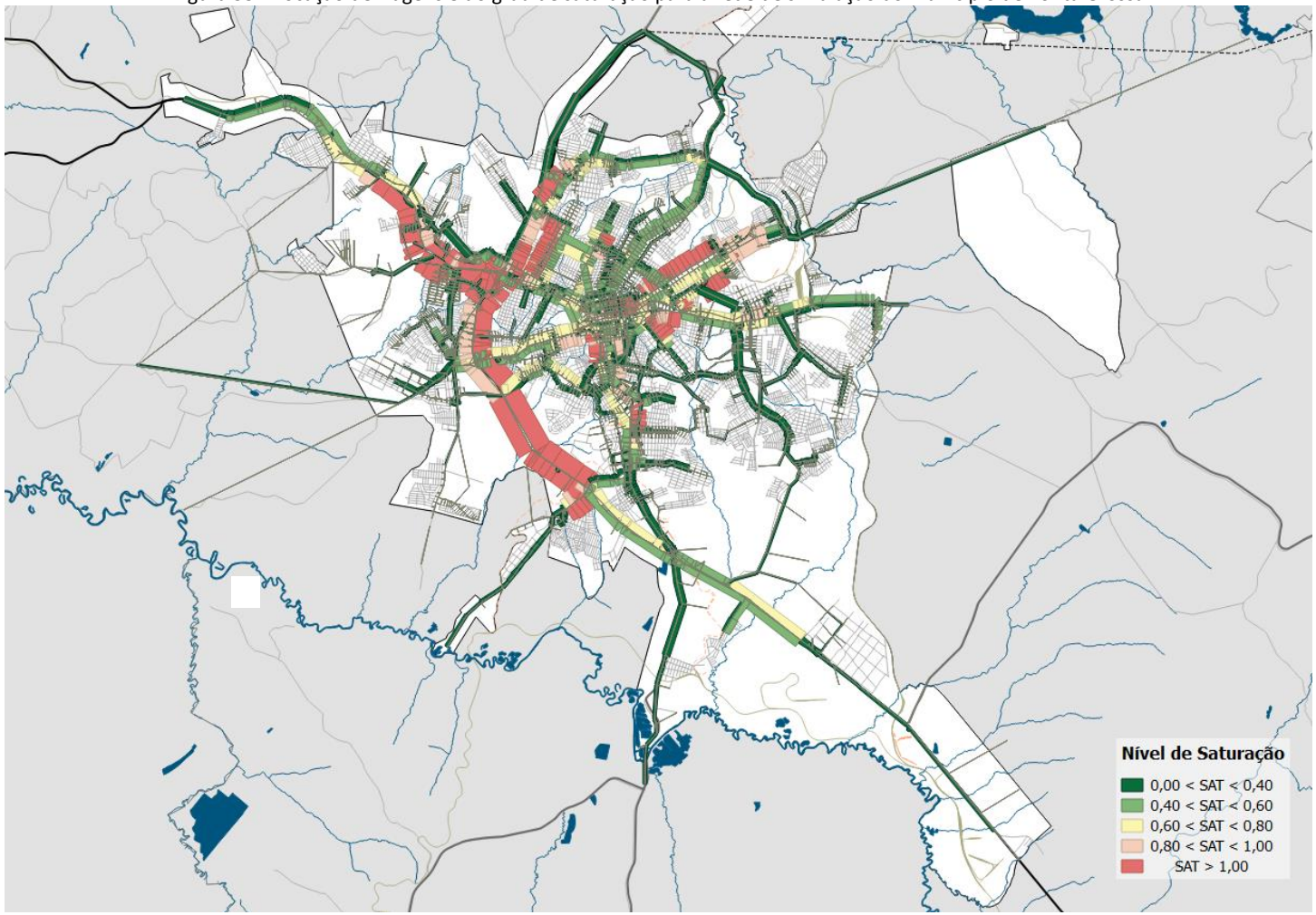
Estes parâmetros de analise foram configurados no EMME®, produzindo os resultados mostrados nas figuras a seguir.

Figura 32: Panorama geral da alocação de viagens (volume) rede de simulação do município de Ponta Grossa



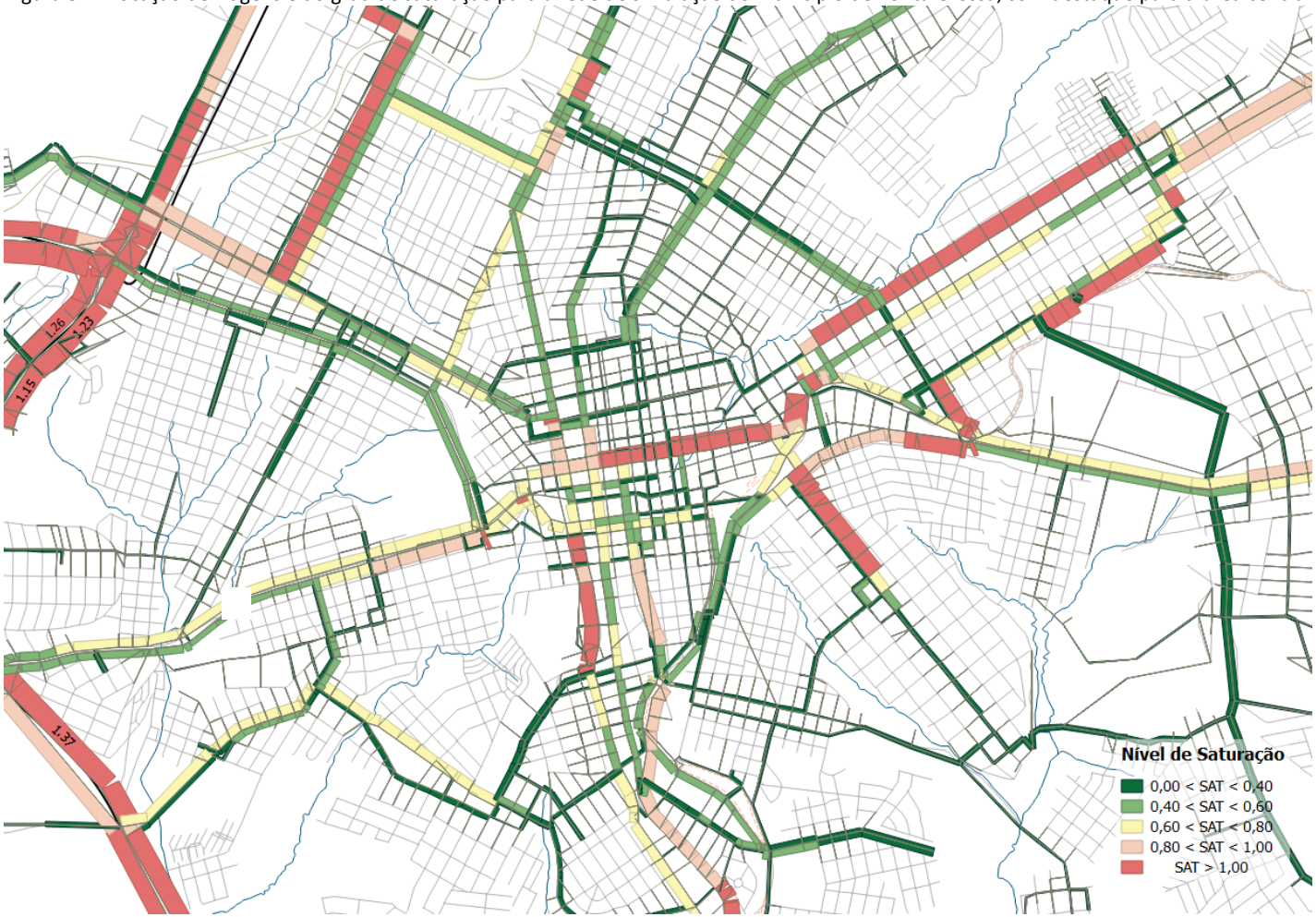
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 33: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa



Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 34: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa, com destaque para a área central



Fonte: URBTEC™ (2018)

As figuras mostram que o sistema viário de Ponta Grossa, apesar de ter limitações de capacidade em função da pouca largura das vias, suporta de maneira razoável a demanda existente. Porém especificamente na região central algumas vias como Rua Comendador Miró, Rua Do Rosário, Av. Doutor Vicente Machado, Rua Balduíno Taques e Rua Coronel Francisco Ribas, apresentam graus de saturação entre 0,60 até maiores que 1,00.

Contudo, saturação de 50%, ou 0,50, quer dizer que a demanda usa apenas metade da capacidade, ou seja, em termos de fluidez do tráfego, existem uma sobra de 50% de capacidade neste trecho. As demais vias trabalham com saturação inferior a 0,40, ou seja, tem sobra de 60% de capacidade, na média.

Portando, a análise das saturações para o município de Ponta Grossa mostra que o sistema viário, possui limitações espaciais e suporta de maneira precária as demandas existentes, ou seja, em termos de fluidez do tráfego, o sistema viário pode receber melhorias.

Além da saturação e do volume de tráfego é possível obter dados operacionais do sistema viário de tráfego, dentre estes dados compreende-se:

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

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

Tabela 11: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para o cenário atual do município de Ponta Grossa.

Parâmetro	Dados Operacionais	Unidade
Demanda Hora Pico Tarde	38.572	viagens
Tempo total de viagens	506.187,00	min.
Tempo médio de viagens	12,05	min.
Tempo máximo de viagem	57,48	min.
Distância Total Percorrida	26.538	km
Velocidade Média	34,71	km/h

Fonte: URBTEC™ (2018)

3.2. DEMANDAS FUTURAS DE TRÁFEGO

O cálculo da evolução da demanda do sistema viário consiste na projeção da demanda atual do sistema, 2018, para os anos de 2023 e 2028 que são respectivamente os cenários para cinco e dez anos. A projeção do acréscimo do volume de tráfego é realizada considerando a evolução dos aspectos sócio econômicos do município de Ponta Grossa.

A seguir estão os dados da evolução populacional de Ponta Grosa para o período entre os anos de 1991, 2000 e 2010.

Tabela 12 - Dados de população de Ponta Grossa

Ano	Populaçao	Taxa de Crescimento Populacional
1991	233.984	-
2000	273.616	1,754%
2010	311.611	1,309%

Fonte: IBGE, 2019

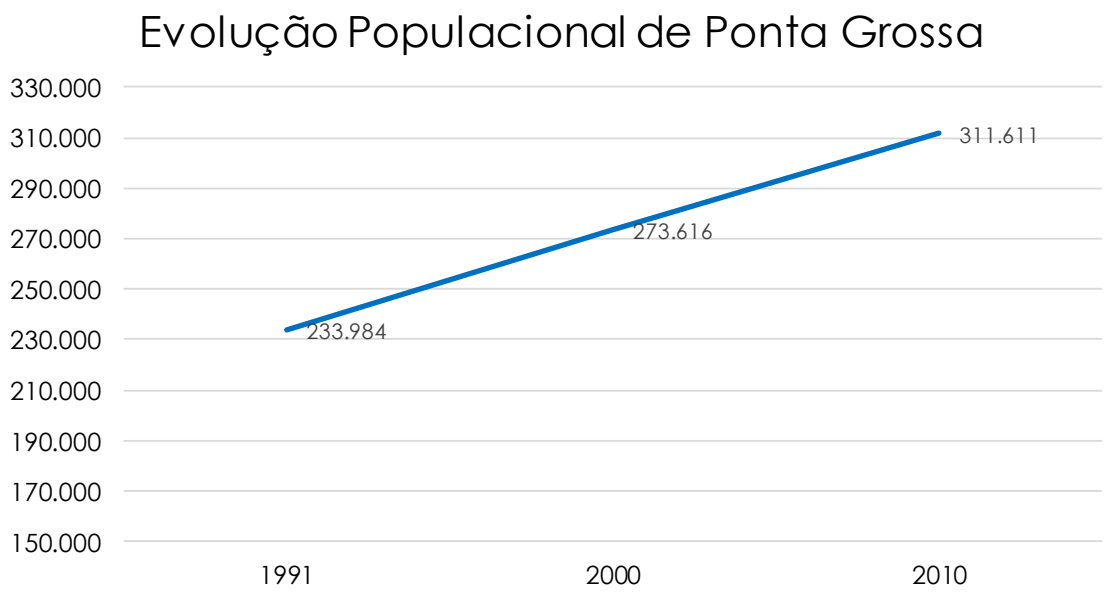


Gráfico 2 - Evolução anual da população de Ponta Grossa
Fonte: IBGE, 2019

A partir dos dados apresentados no gráfico anterior pode-se verificar que a taxa de crescimento da população no período de 1991 a 2000 foi de 1,754% ao ano, enquanto de 2000 a 2010 foi de 1,309% ao ano. Este último valor, por se referir a um período mais recente, será utilizado como valor de referência para previsões de crescimento populacional para os anos de 2023 e 2028.

O padrão de mobilidade para o município de Ponta Grossa é voltado para o automóvel, de maneira similar aos perfis do estado de Paraná e do Brasil, como apresentam os gráficos a seguir. Observa-se que, em 2018, havia 128.090 automóveis no município o que correspondia a 64% do total da frota da região. A proporção de motocicletas na frota total, porém, era de 15%, similar ao valor do estado, porém inferiores ao do país.

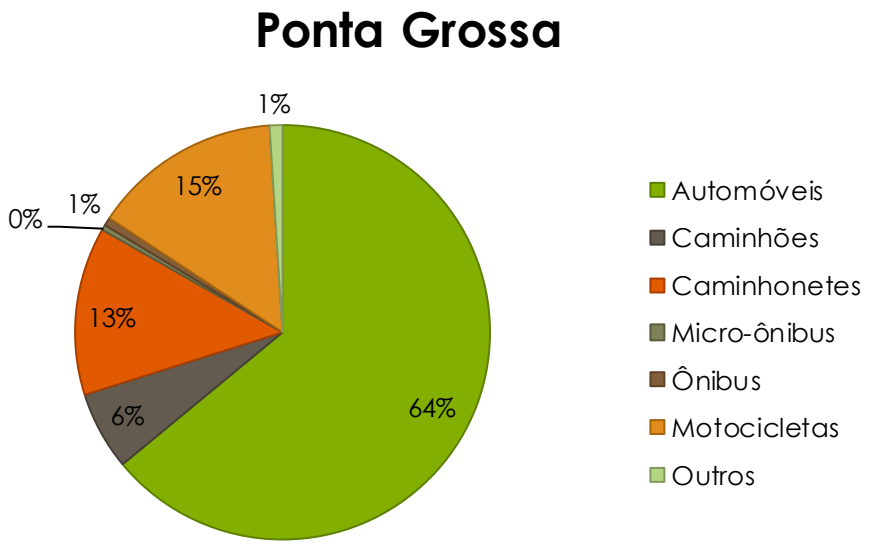


Gráfico 3 - Distribuição da frota em Ponta Grossa
Fonte: DENATRAN, 2018

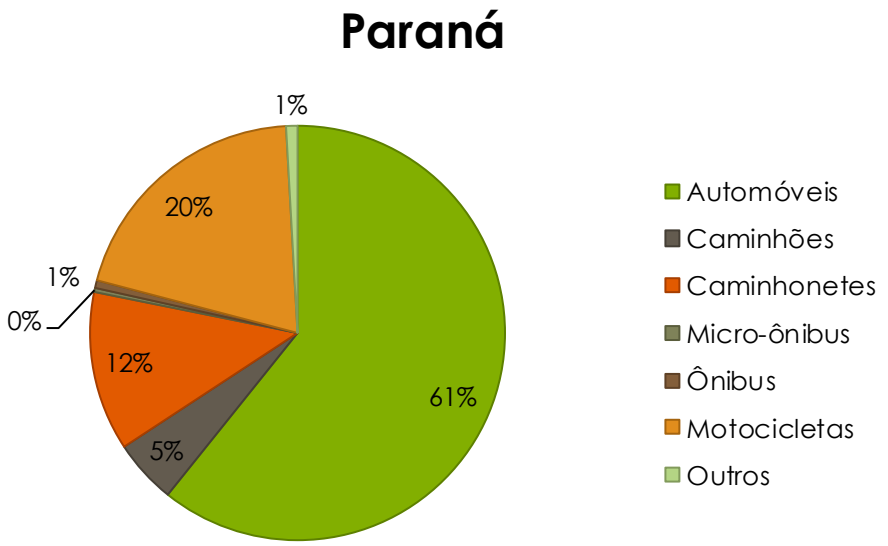


Gráfico 4 - Distribuição da frota no Paraná
Fonte: DENATRAN, 2018

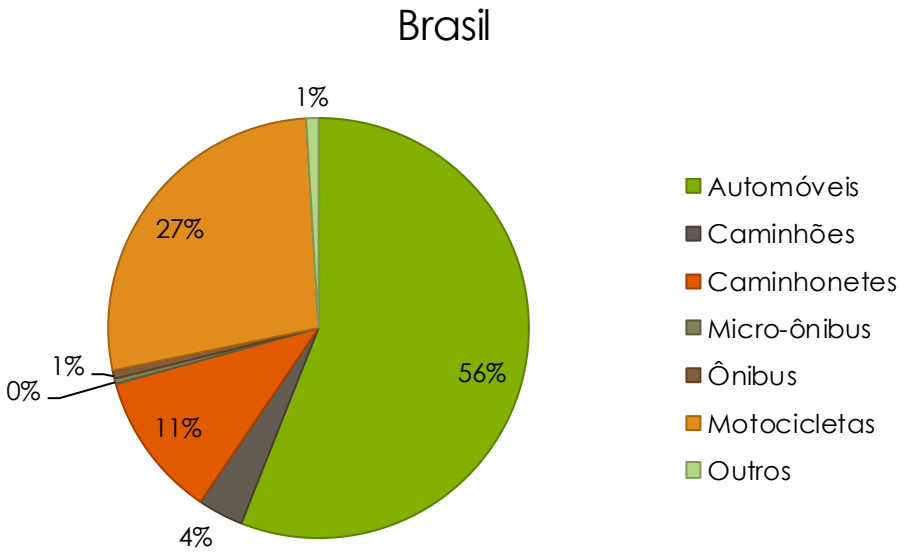


Gráfico 5 - Distribuição da frota no Brasil
Fonte: DENATRAN, 2018

A evolução da frota de automóveis no município de Ponta Grossa apresenta aumento significativo entre os anos 2008 e 2013, é possível supor que este aumento esteja relacionado a políticas públicas que proporcionaram facilidades na obtenção do crédito para a aquisição de automóveis.

Tabela 13 - Evolução da frota de automóveis em Ponta Grossa

Ano	Automóveis	Tx. Cresc. Automóveis
2003	52.980	-
2004	56.390	6,436%
2005	60.028	6,451%
2006	63.791	6,269%
2007	68.774	7,811%
2008	73.852	7,384%
2009	79.178	7,212%
2010	85.556	8,055%
2011	91.624	7,092%
2012	98.209	7,187%
2013	105.161	7,079%
2014	111.033	5,584%
2015	116.051	4,519%
2016	119.789	3,221%
2017	124.092	3,592%
2018	128.090	3,222%

Fonte: DENATRAN, 2018

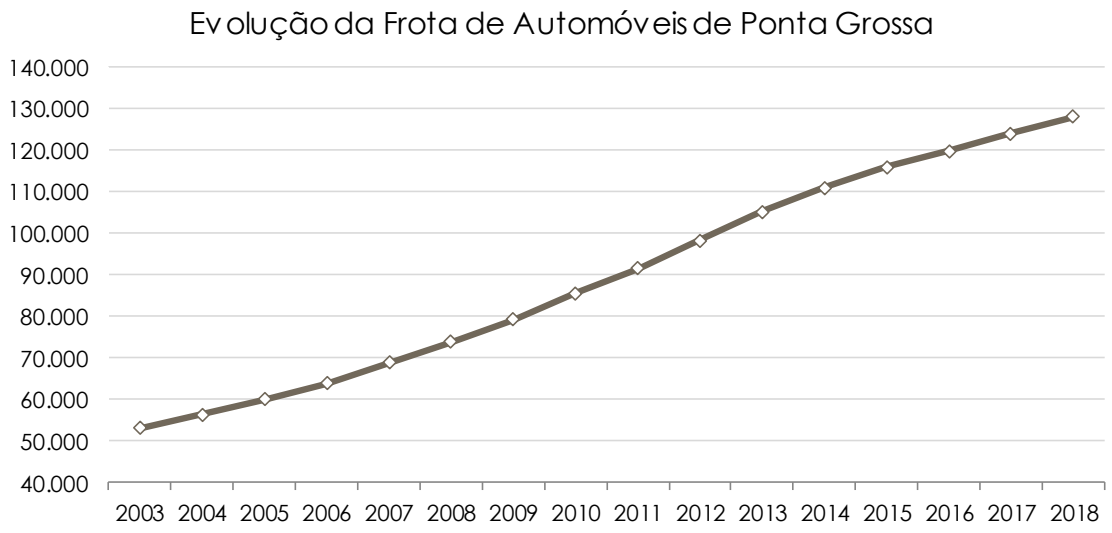


Gráfico 6 - Evolução anual da frota de automóveis de Ponta Grossa
Fonte: DENATRAN, 2015.

É possível observar que nos últimos quatro anos ocorreu a diminuição desse crescimento, ou seja, a frota do município continua crescendo, mas em uma velocidade moderada.

As viagens e deslocamentos dentro do município de Ponta Grossa é função da população e da frota do município, deste modo deve-se analisar o índice de motorização no município.

O índice de motorização é função da relação automóvel e população, a população de entre 2003 e 2018 foi projetada conforme taxa de crescimento populacional da última década, devida a não existência de censos demográficos nestes anos.

Como pode ser observado na tabela a seguir o índice de motorização no ano de 2003 foi de 19 automóveis a cada 100 habitantes (auto/100hab) e em 2018 foi de 37 auto/100hab o que representa uma taxa de crescimento do índice de motorização para o período de 4,692% ao ano. Porém é possível observar que esta taxa vem decrescendo ao longo dos anos.

Portanto como as taxas de motorização do município de Ponta Grossa sofrem variações a cada, ao ano utilizar uma taxa de crescimento fixa para períodos longos como cinco e dez anos é uma posição extremamente subjetiva. A fim de diminuir a possibilidade de equívocos realizou-se uma análise história da taxa de crescimento do índice de motorização nos últimos quinze anos como podem ser observado na tabela a seguir.

Tabela 14 – Evolução do índice de motorização.

Ano	Automóveis	Tx. Cresc. Automóveis	População	Tx. Cresc. Populacional	Índice de Motorização (automóveis/100hab.)	Tx. Cresc. Ind. de Motorização
2003	52.980	-	284.500	1,309%	19	-
2004	56.390	6,436%	288.224	1,309%	20	5,061%
2005	60.028	6,451%	291.996	1,309%	21	5,076%
2006	63.791	6,269%	295.818	1,309%	22	4,896%
2007	68.774	7,811%	299.689	1,309%	23	6,419%
2008	73.852	7,384%	303.612	1,309%	24	5,996%
2009	79.178	7,212%	307.585	1,309%	26	5,827%
2010	85.556	8,055%	311.611	1,309%	27	6,659%
2011	91.624	7,092%	315.689	1,309%	29	5,709%
2012	98.209	7,187%	319.821	1,309%	31	5,802%
2013	105.161	7,079%	324.007	1,309%	32	5,695%
2014	111.033	5,584%	328.247	1,309%	34	4,220%
2015	116.051	4,519%	332.543	1,309%	35	3,169%
2016	119.789	3,221%	336.896	1,309%	36	1,888%
2017	124.092	3,592%	341.305	1,309%	36	2,254%
2018	128.090	3,222%	345.772	1,309%	37	1,888%

Fonte: MobPlan Engenharia, 2018

Deste modo é possível obter a curva exponencial da taxa de crescimento do índice de motorização, bem como a equação que a define.

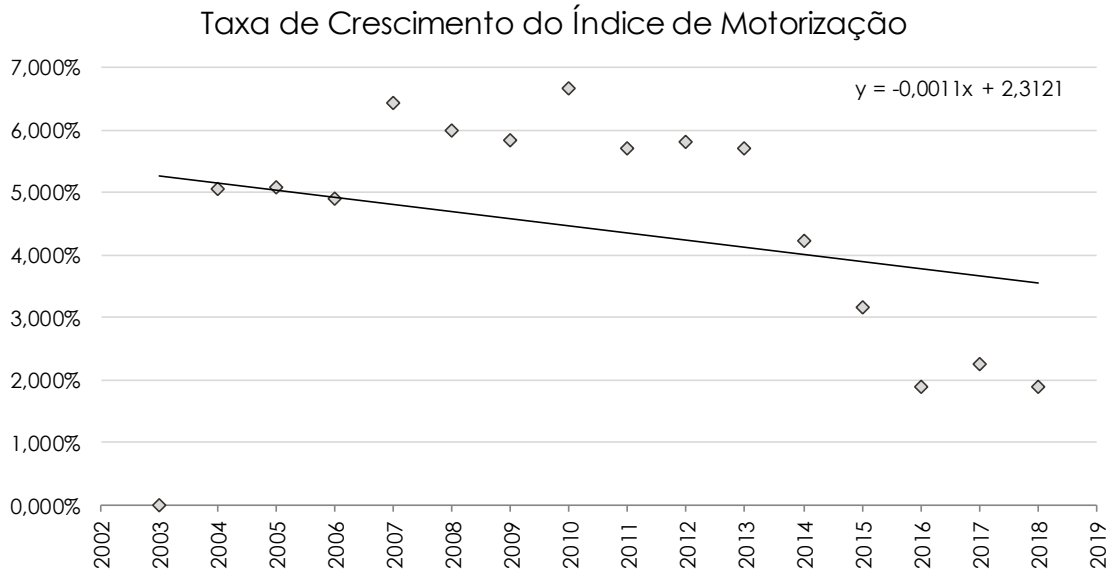


Gráfico 7 - Cálculo da taxa de crescimento do índice de motorização.
Fonte: MobPlan Engenharia, 2018

Aplicando-se a função crescimento, que calcula o crescimento exponencial previsto usando dados existentes, obtemos taxas de crescimento de 1,800% ao ano para

o ano de 2023 e 1,246% ao ano para o ano de 2028, estas serão as taxas de crescimento assumidas para a estimativa das viagens adicionais aos respectivos anos. Conforme tabela a seguir.

Tabela 15 - Taxa anual de crescimento das viagens adicionais ao sistema viário para 2023 e 2028.

Ano	Taxa de Projeção
2023	1,800%
2028	1,246%

3.2.1. RESULTADOS

Aplicando-se o fator de crescimento a matriz de viagens obtida a partir do modelo devidamente calibrado, podem ser avaliados o comportamento do sistema viário com a evolução da demanda futura, sob a forma do carregamento da rede, em que é possível observar o fluxo de veículos nas vias urbanas.

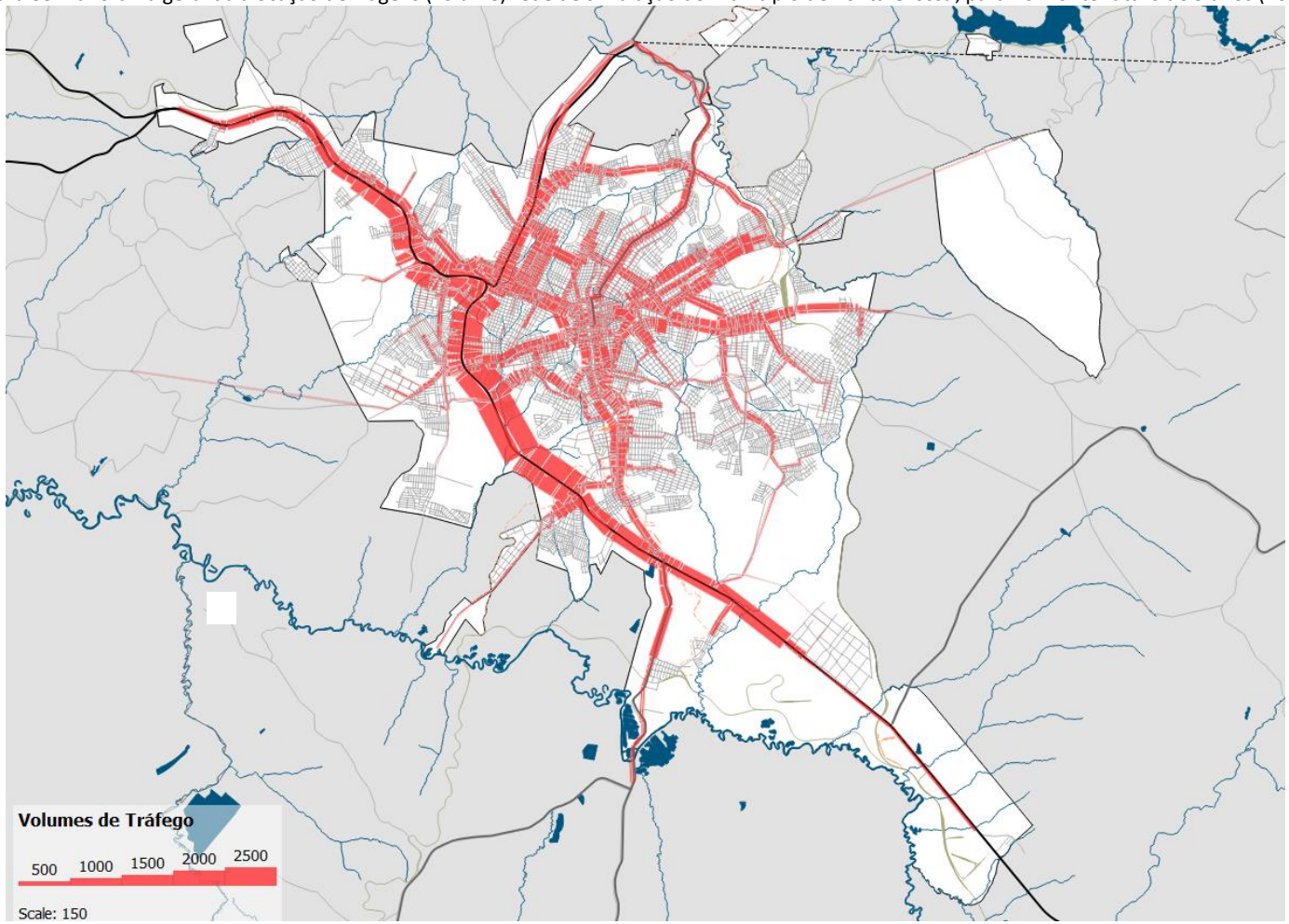
3.2.1.1. Análise da Demanda de Tráfego Futura na Área de Estudo.

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

Deste modo são apresentados para o ano de 2023 e 2028, respectivamente 5 e 10 anos, o carregamento da rede viária e o grau de saturação

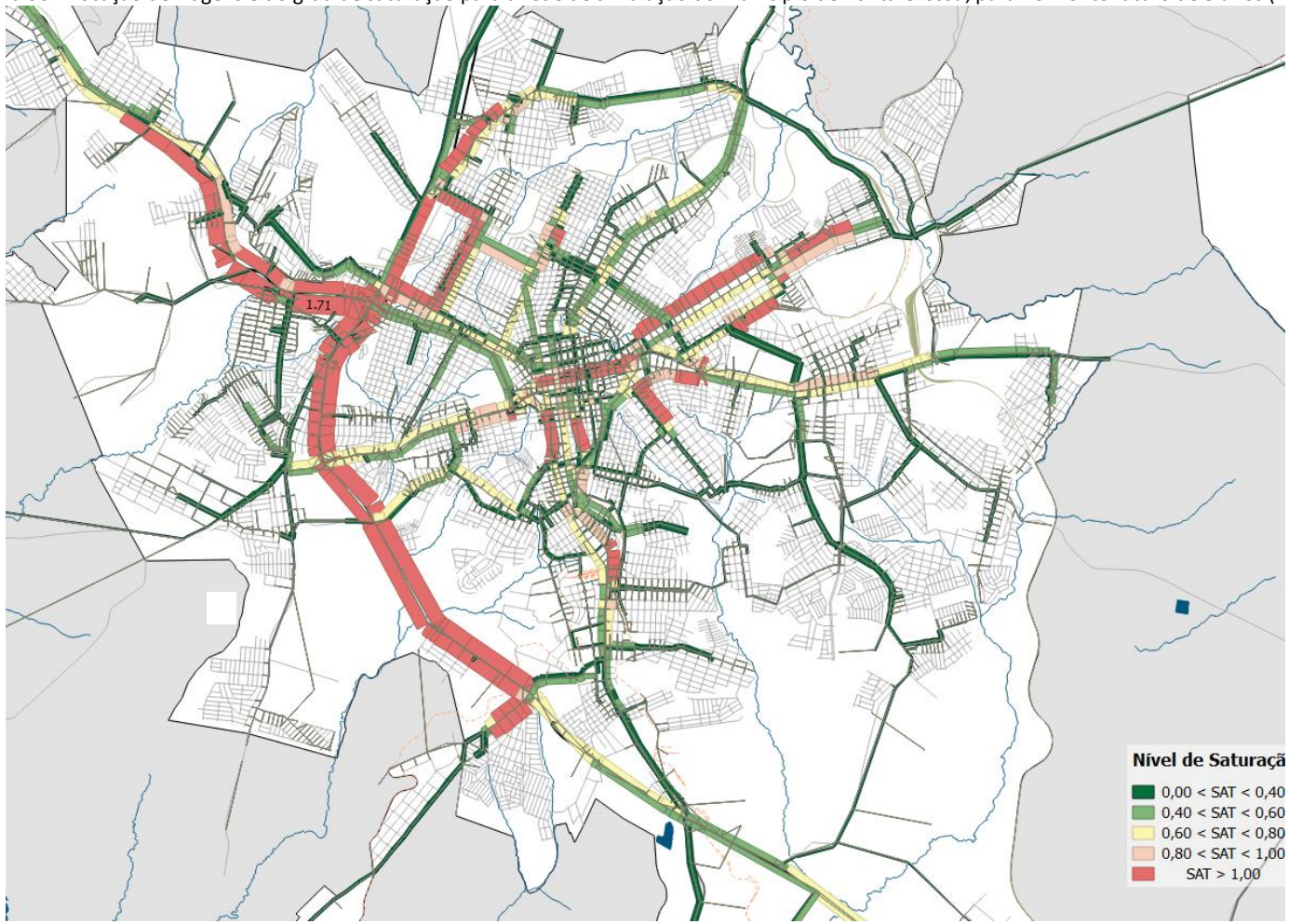
Estes parâmetros de analise foram configurados no EMME®, produzindo os resultados mostrados nas figuras a seguir.

Figura 35: Panorama geral da alocação de viagens (volume) rede de simulação do município de Ponta Grossa, para horizonte futuro de 5 anos (2023).



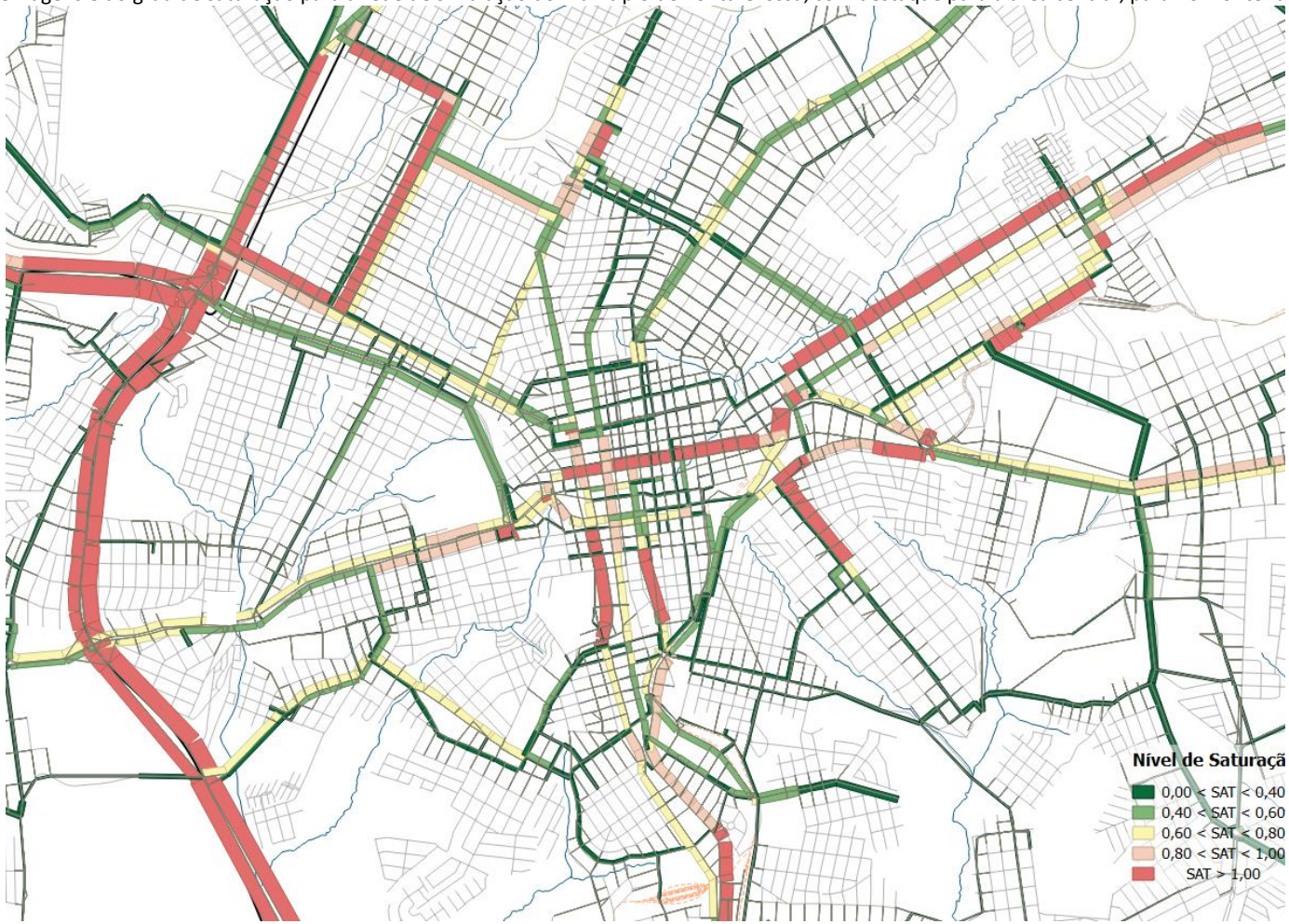
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 36: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa, para horizonte futuro de 5 anos (2023)



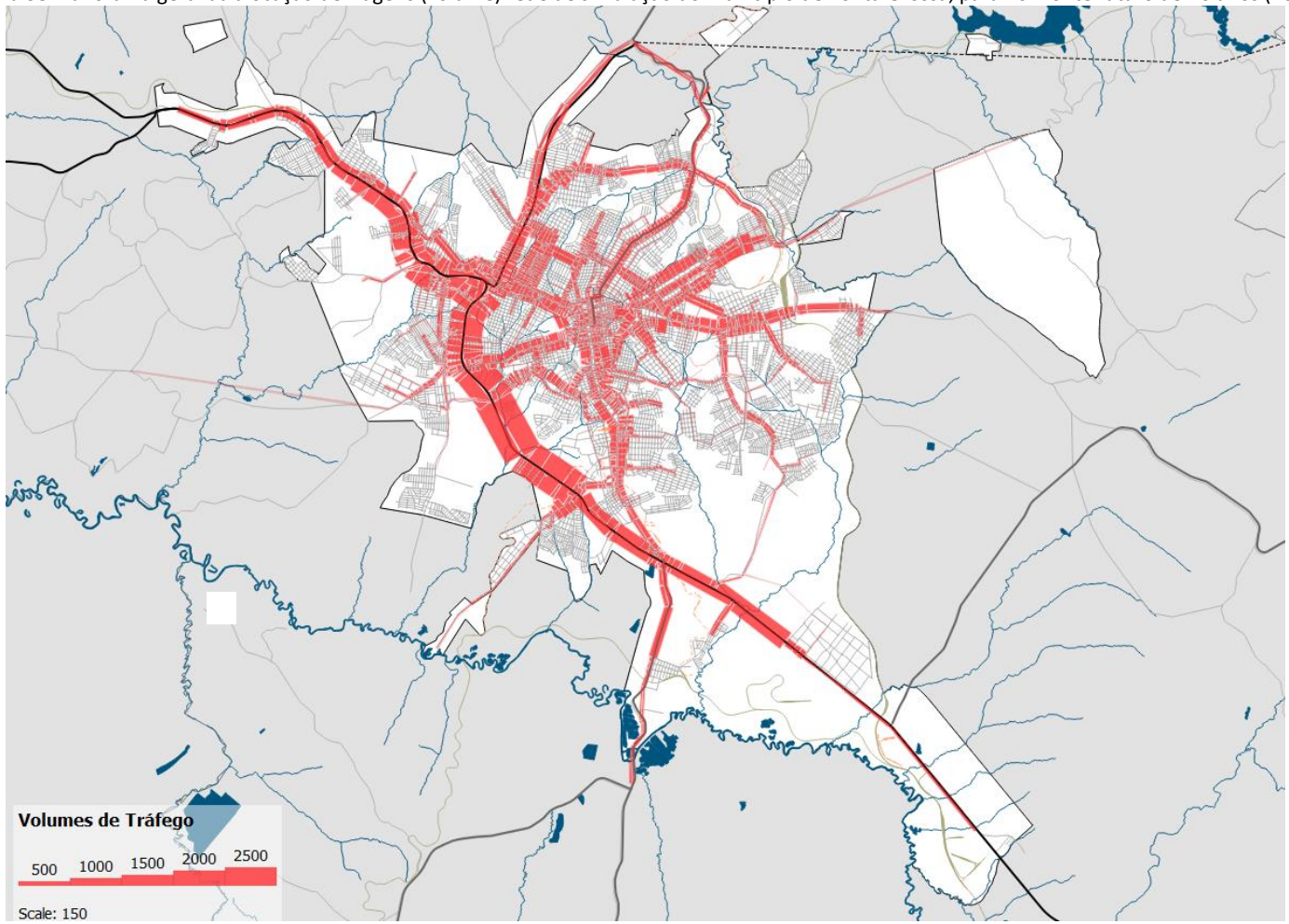
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 37: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa, com destaque para a área central, para horizonte futuro de 5 anos (2023).



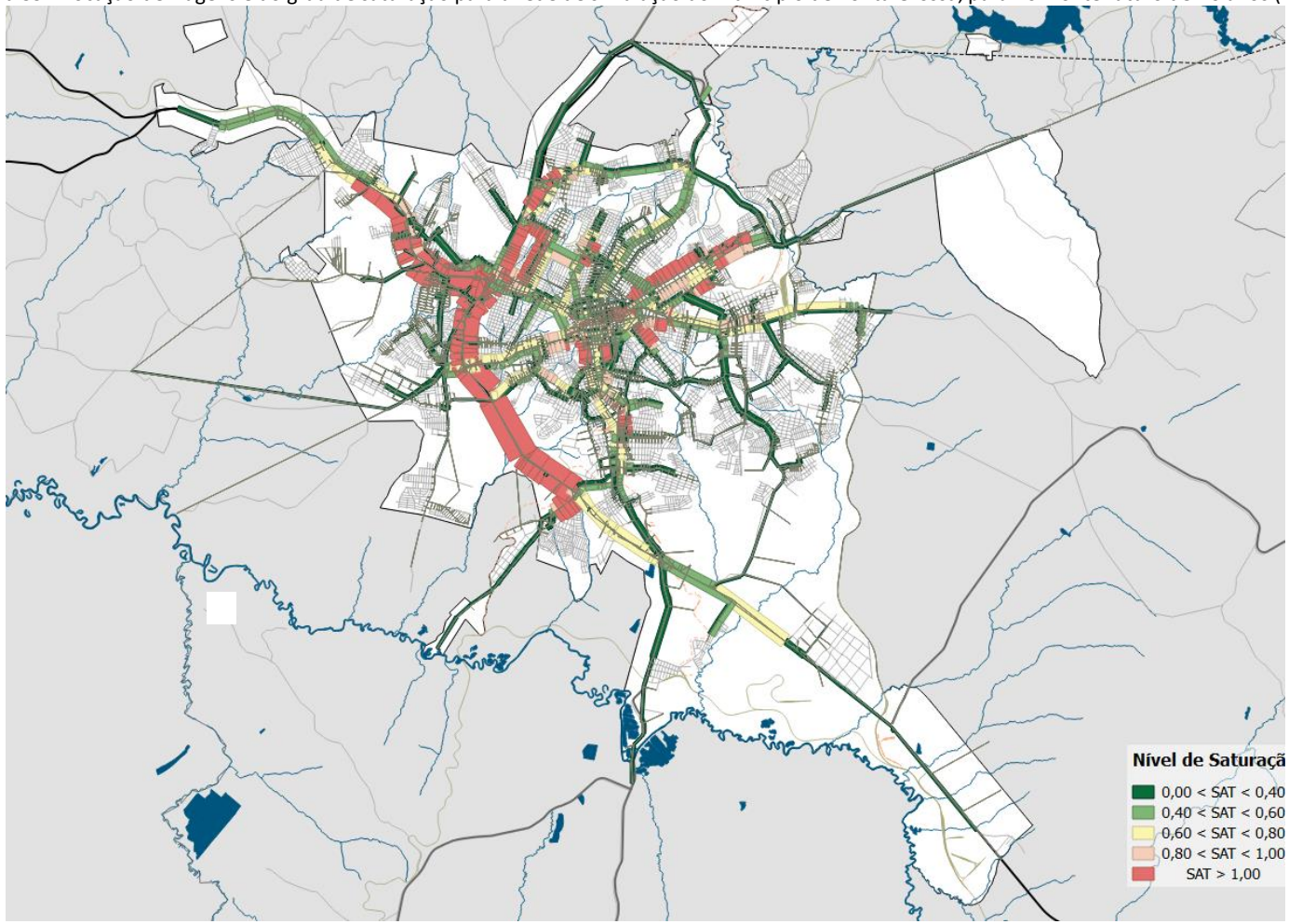
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 38: Panorama geral da alocação de viagens (volume) rede de simulação do município de Ponta Grossa, para horizonte futuro de 10 anos (2028).



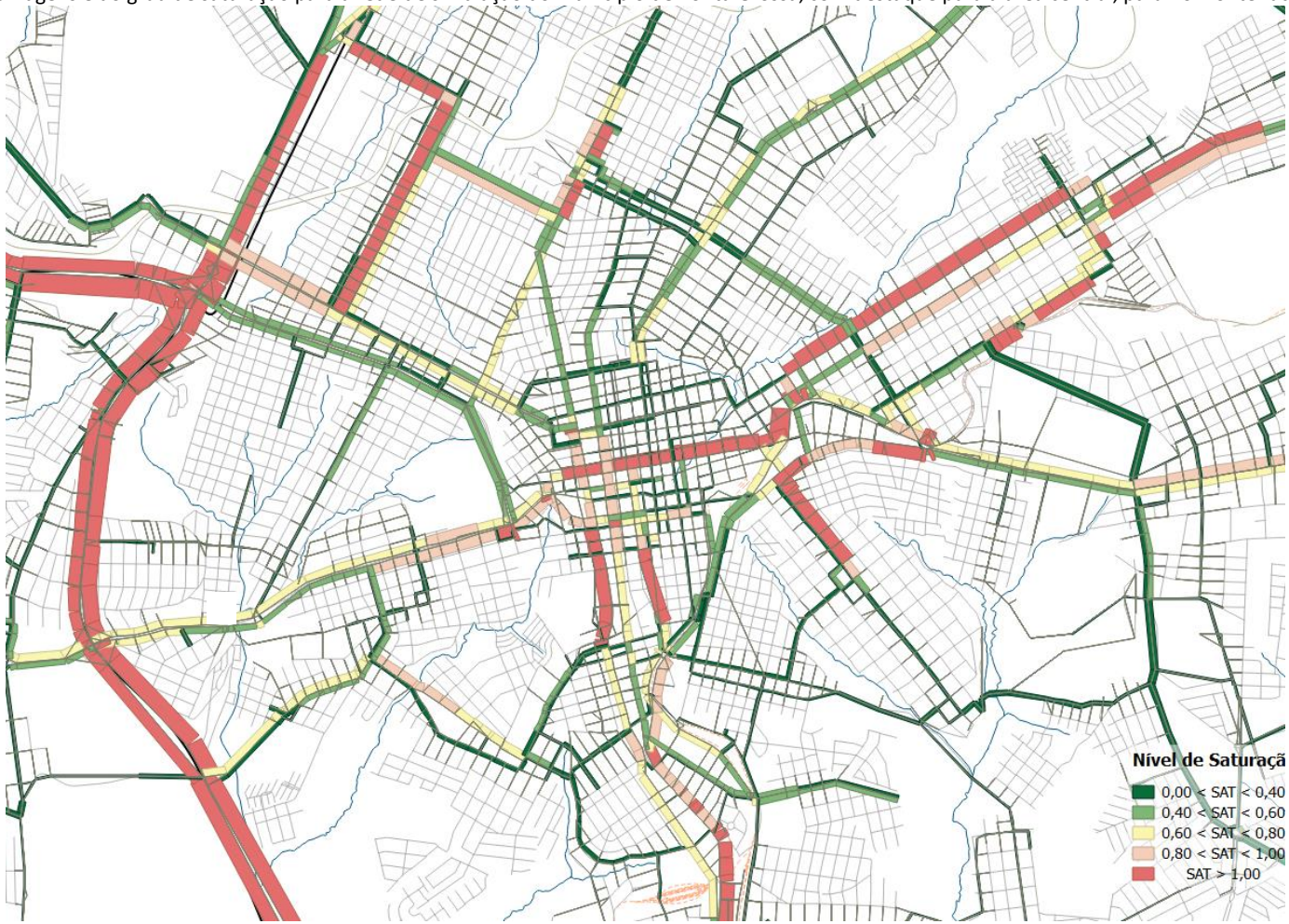
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 39: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa, para horizonte futuro de 10 anos (2028)



Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 40: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa, com destaque para a área central, para horizonte futuro de 10 anos (2028).



Fonte: URBTEC™ (2018)

Além da saturação e do volume de tráfego é possível obter dados operacionais do sistema viário de tráfego, dentre estes dados compreende-se:

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

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

Tabela 16: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para o cenário atual do município de Ponta Grossa.

Parâmetro	Unidade	Dados Operacionais		
		Base - 2018	5 Anos - 2023	10 Anos - 2028
Demanda Hora Pico Tarde	viagens	38.572	42.170	43.656
Tempo total de viagens	min.	506.187,00	507.291,00	508.210,00
Tempo médio de viagens	min.	12,05	12,07	12,09
Tempo máximo de viagem	min.	57,48	57,93	58,10
Distância Total Percorrida	km	265.382	290.201	300.422
Velocidade Média	km/h	34,71	34,68	34,67

Fonte: URBTEC™ (2018)

3.3. ANÁLISE DOS IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DAS AÇÕES NA REDE VIÁRIA DO ENTORNO

Com o objetivo de proporcionar melhoria na fluidez, nível de serviço adequado para desempenhar sua função na hierarquização viária, com a eliminação de barreiras que reduzam desnecessariamente o nível de serviço para o tráfego geral, diminuição de conflitos viários, aumento da segurança nas travessias de pedestres, viabilidade de melhor acomodação de novos modais na via pública, em especial pedestres e ciclistas, propõe-se a reorganização do sistema viário através da implantação de ações na rede viária.

Estas ações que serão detalhas no Relatório 08 – Diretrizes e Propostas do Plano de Mobilidade de Ponta Grossa, consistem em desde a reestruturação do sistema através da proposição de revisão da classificação viária e funcional do sistema viário, até proposição de obras de engenharia para readequação de eixos viários. Apresentamos a seguir uma breve descrição das propostas das ações a serem implantadas:

- Proposta de Classificação e Hierarquização Viária

A nova proposta de hierarquização das vias do município de Ponta Grossa busca aproximar a classificação do Código Brasileiro de Trânsito – CTB, respeitando as especificidades do município. Foram definidas vias eixos, arteriais, coletoras, anel central, rodovia, contorno rodoviário, vias locais, compartilhada; e pedestre.

A redefinição da classificação viária é primordial para basear as atualizações viárias do município, uma vez que, obras de readequação, pavimentação e manutenção viária devem seguir os parâmetros estabelecidos pela lei do sistema viário. Deste modo são redefinidas as capacidades viárias considerando a nova classificação viária.

Tabela 17: Capacidades viárias por tipo de via.

Hierarquia Base	Velocidade Regulamentada	Capacidade de Modelo
Eixos	50 km/h	1.783 veículos/hora
Arteriais	60 km/h	2.073 veículos/hora
Coletoras	40 km/h	1.494 veículos/hora
Anel Central	60 km/h	2.073 veículos/hora
Rodovia	80 km/h	2.651 veículos/hora
Contorno Rodoviário	100 km/h	3.229 veículos/hora
Locais	30 km/h	1.205 veículos/hora
Compartilhada	25 km/h	1.060 veículos/hora
Pedestre	0 km/h	-

Fonte: URBTEC™ (2018)

- *Plano Viário Com Diretrizes De Arruamento Para Orientar Os Parcelamentos Dos Solos Urbanos*

Diretrizes de arruamento constituem as faixas não edificáveis de previsão de passagem de rua. É um mecanismo de planejamento urbano, que tem por objetivo assegurar adequadas ligações viárias e reduzir distância entre ruas paralelas, distância

entre ligações e conexões entre bairros ou loteamentos, principalmente no que se refere ao acesso de pedestres ao transporte ou a equipamentos público.

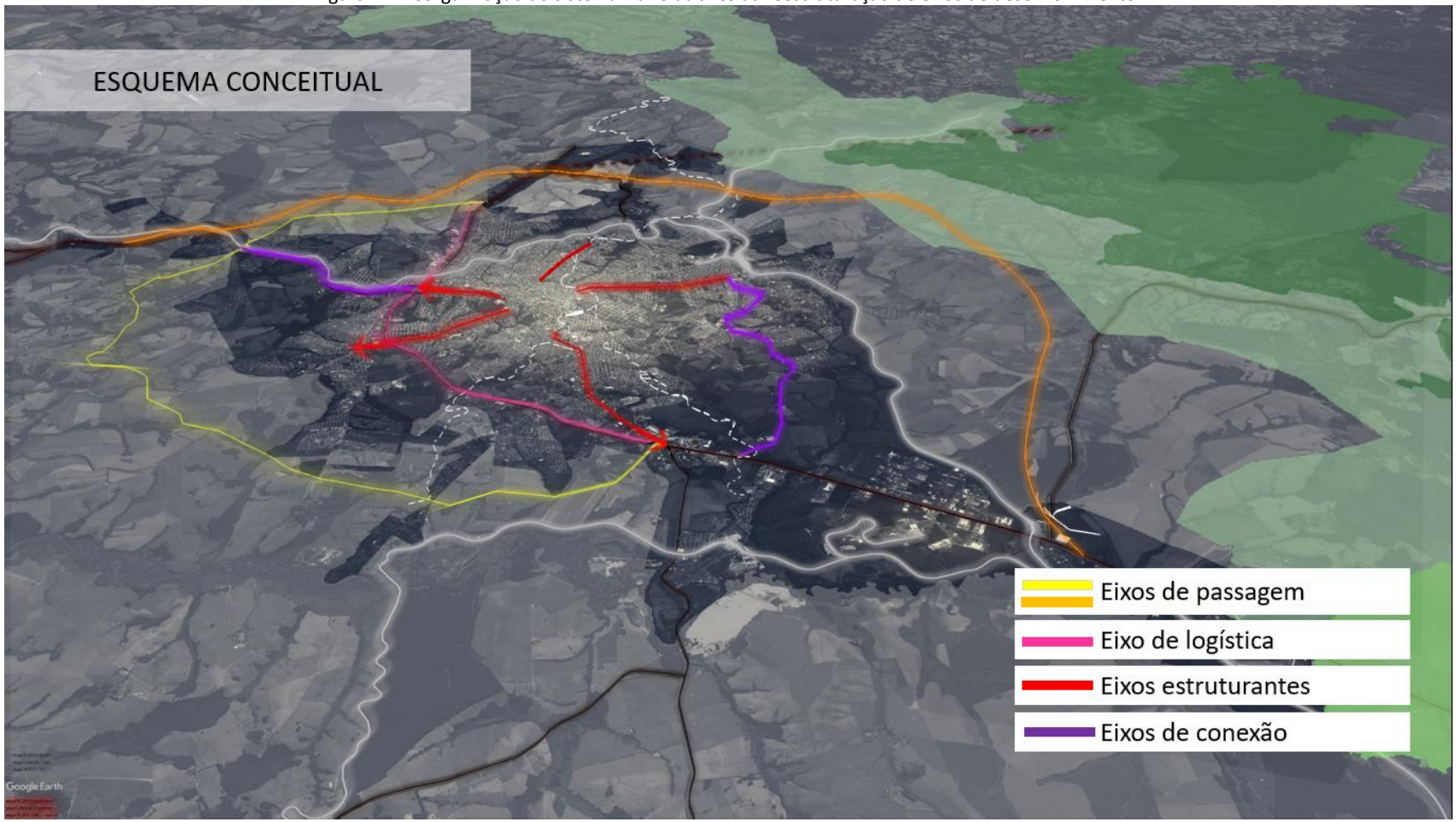
- *Organização da Circulação Viária*

Propõe-se a reorganização do sistema através da reestruturação dos eixos de desenvolvimento definidos para o município.

A rede de simulação do sistema viário de tráfego foi atualizada em atendimento as propostas de ações a serem implantadas.

A avaliação dos impactos das ações na rede viária do entorno é obtida através dos resultados operacionais do cenário proposto, onde é possível verificar os ganhos de tempo e velocidade.

Figura 41: Reorganização do sistema viário através da reestruturação de eixos de desenvolvimento.



Fonte: URBTEC™ (2018)

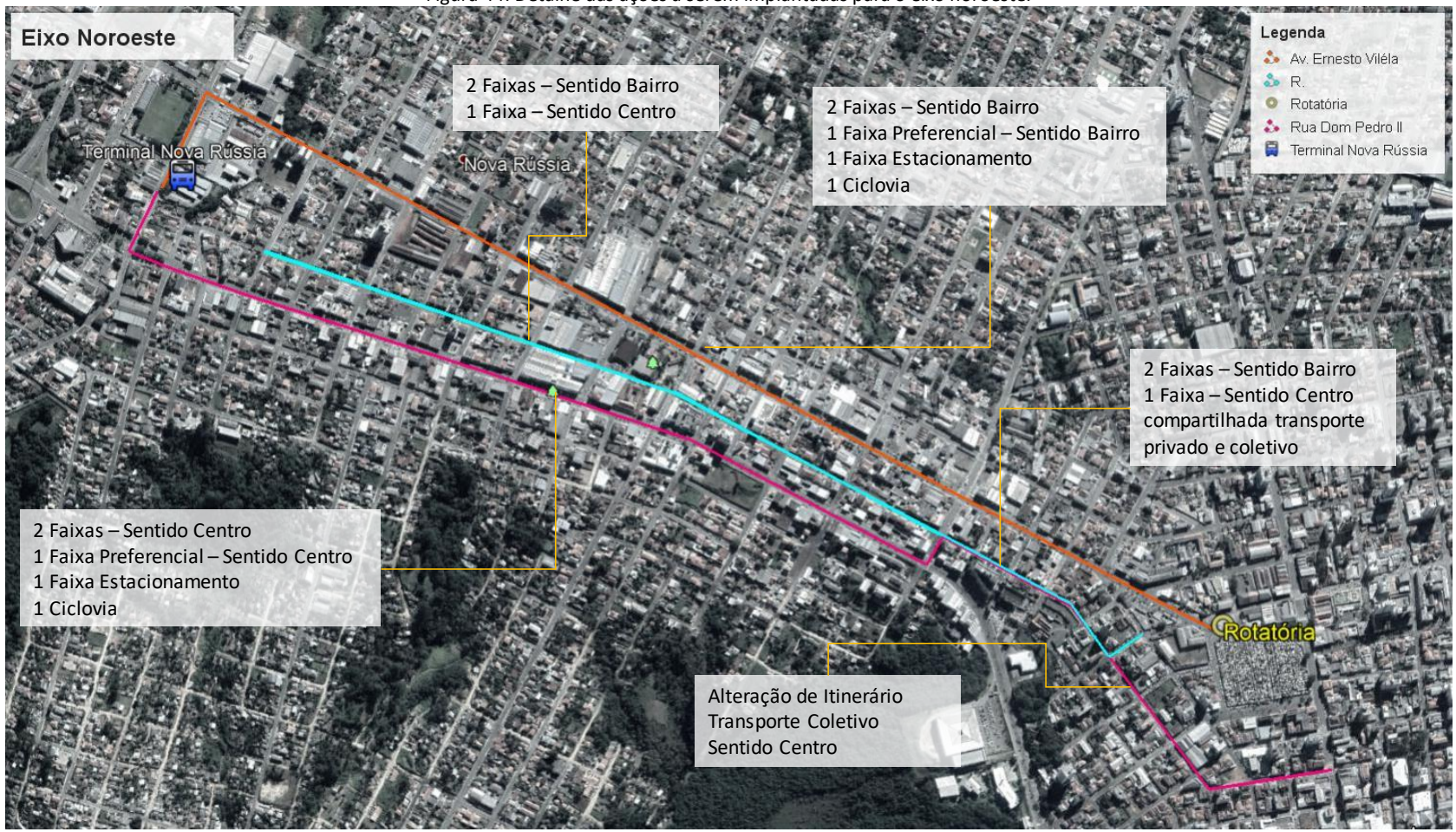
Figura 42: Detalhe das ações a serem implantadas para o eixo leste.

Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 43: Detalhe das ações a serem implantadas para o eixo norte.

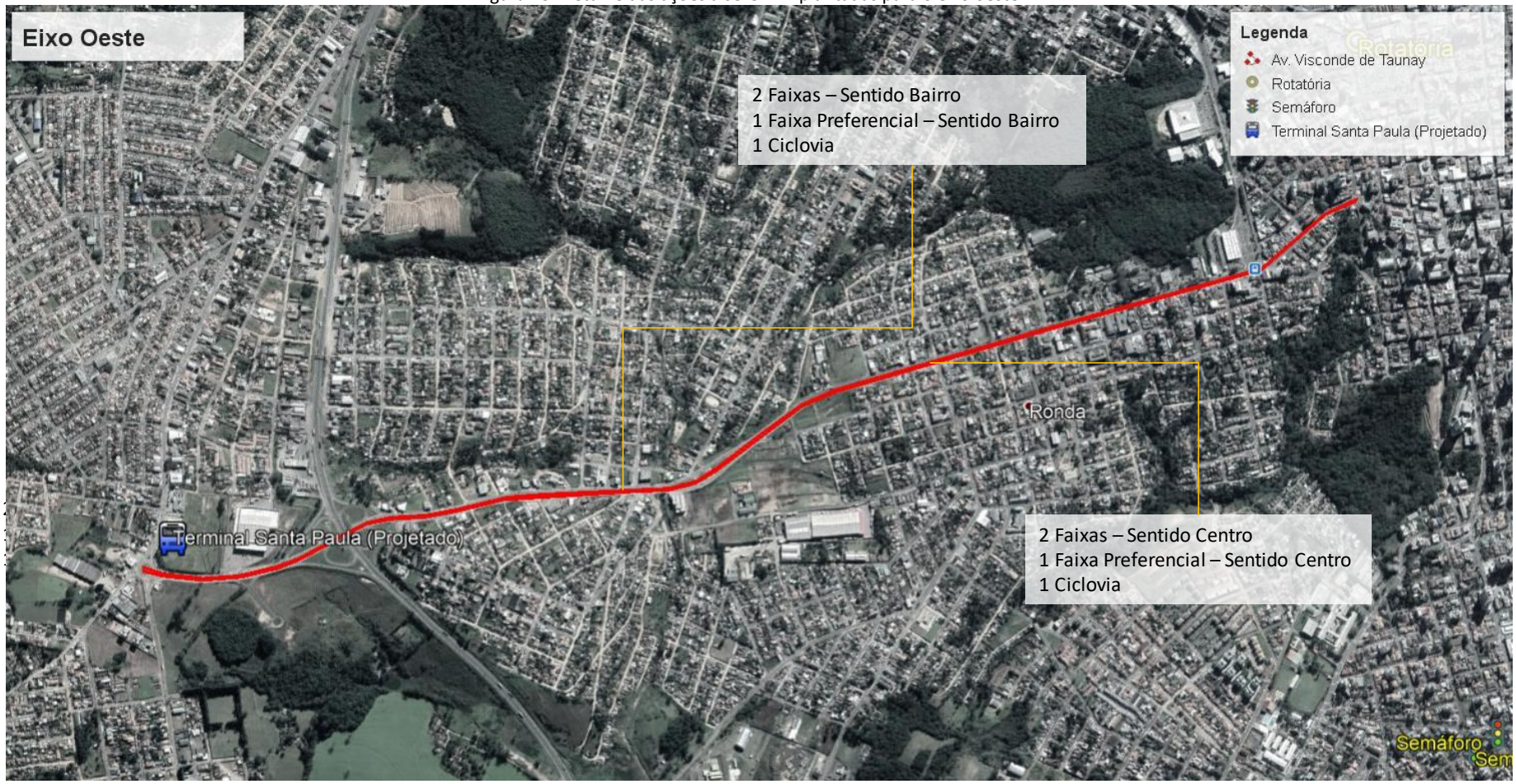
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 44: Detalhe das ações a serem implantadas para o eixo noroeste.



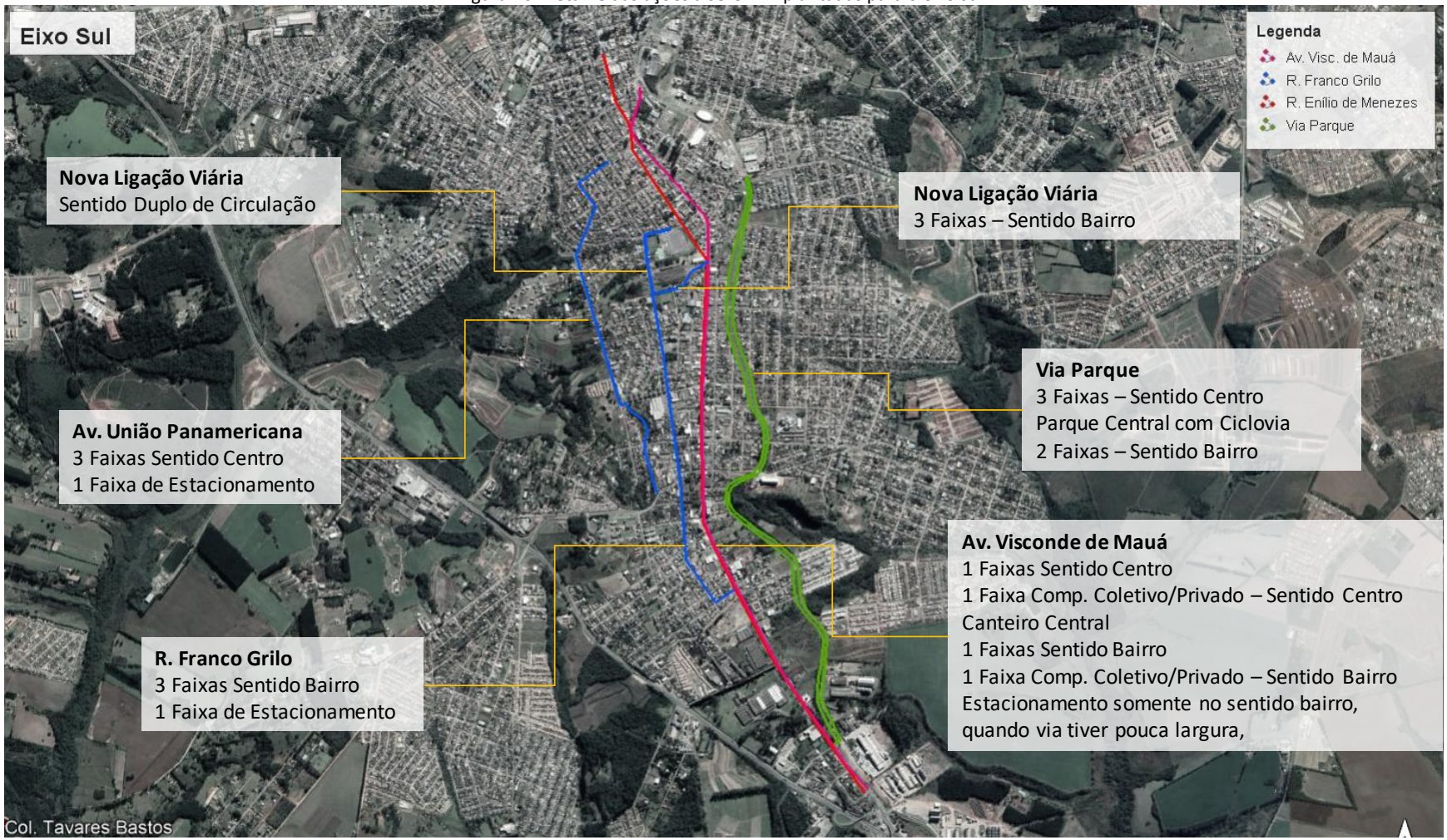
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 45: Detalhe das ações a serem implantadas para o eixo oeste.



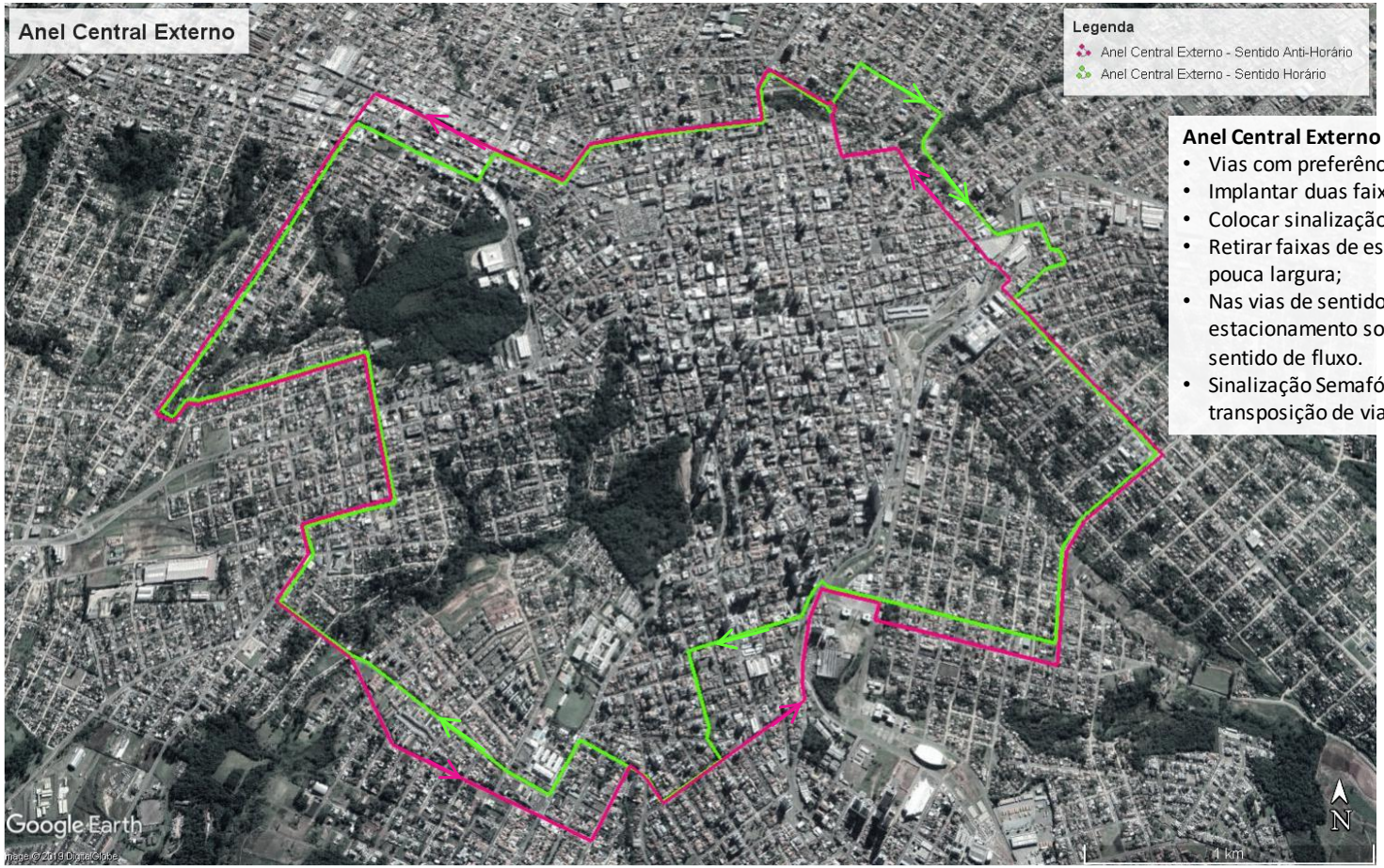
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 46: Detalhe das ações a serem implantadas para o eixo sul.



Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 47: Detalhe das ações a serem implantadas para o anel central externo.

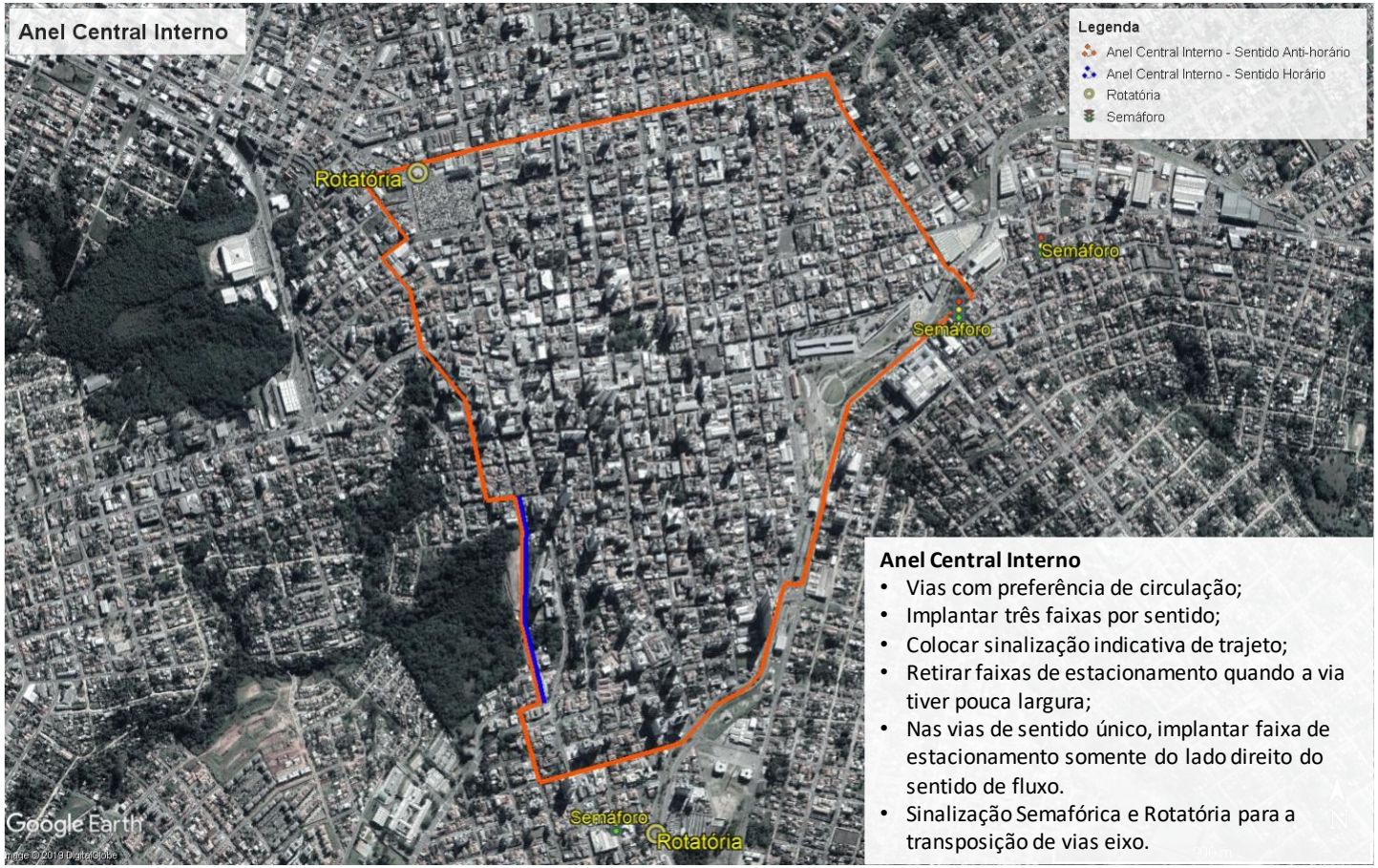


Anel Central Externo

- Vias com preferência de circulação;
- Implantar duas faixas por sentido;
- Colocar sinalização indicativa de trajeto;
- Retirar faixas de estacionamento quan a via tiver pouca largura;
- Nas vias de sentido único, implantar faixa de estacionamento somente do lado direito do sentido de fluxo.
- Sinalização Semafórica e Rotatória para a transposição de vias eixo.

Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 48: Detalhe das ações a serem implantadas para o Anel Central Interno.

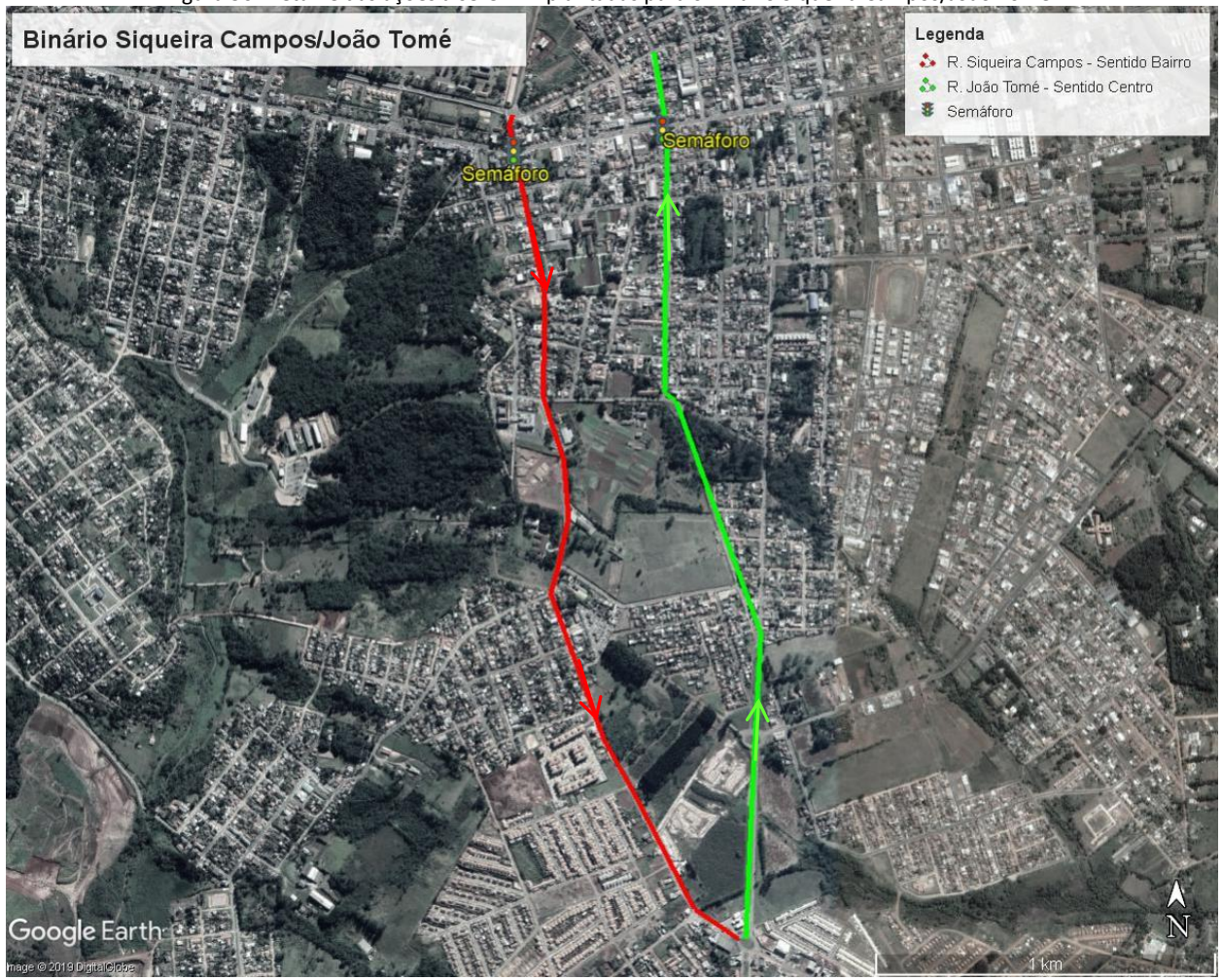


Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 49: Detalhe das ações a serem implantadas para o Binário Siqueira Campos/João Tomé.

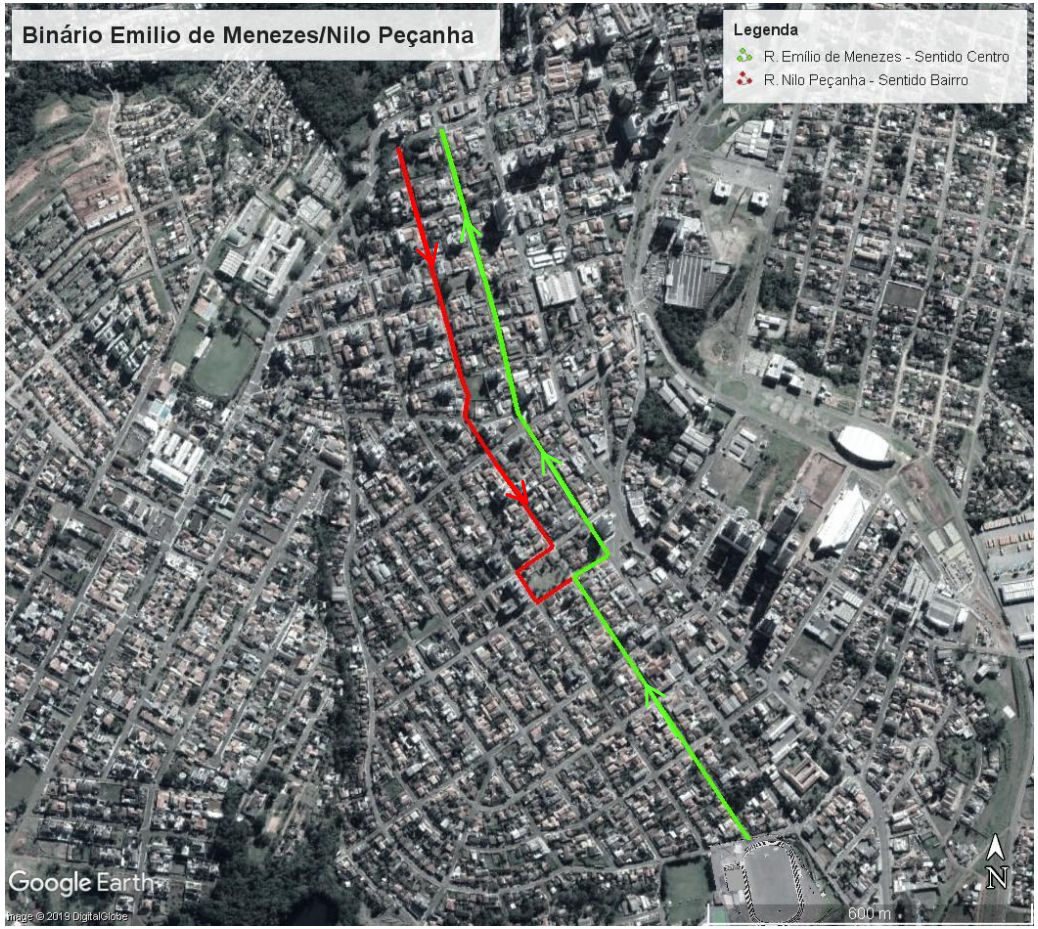
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 50: Detalhe das ações a serem implantadas para o Binário Siqueira Campos/João Tomé.



Fonte: URBTEC™ (2018)

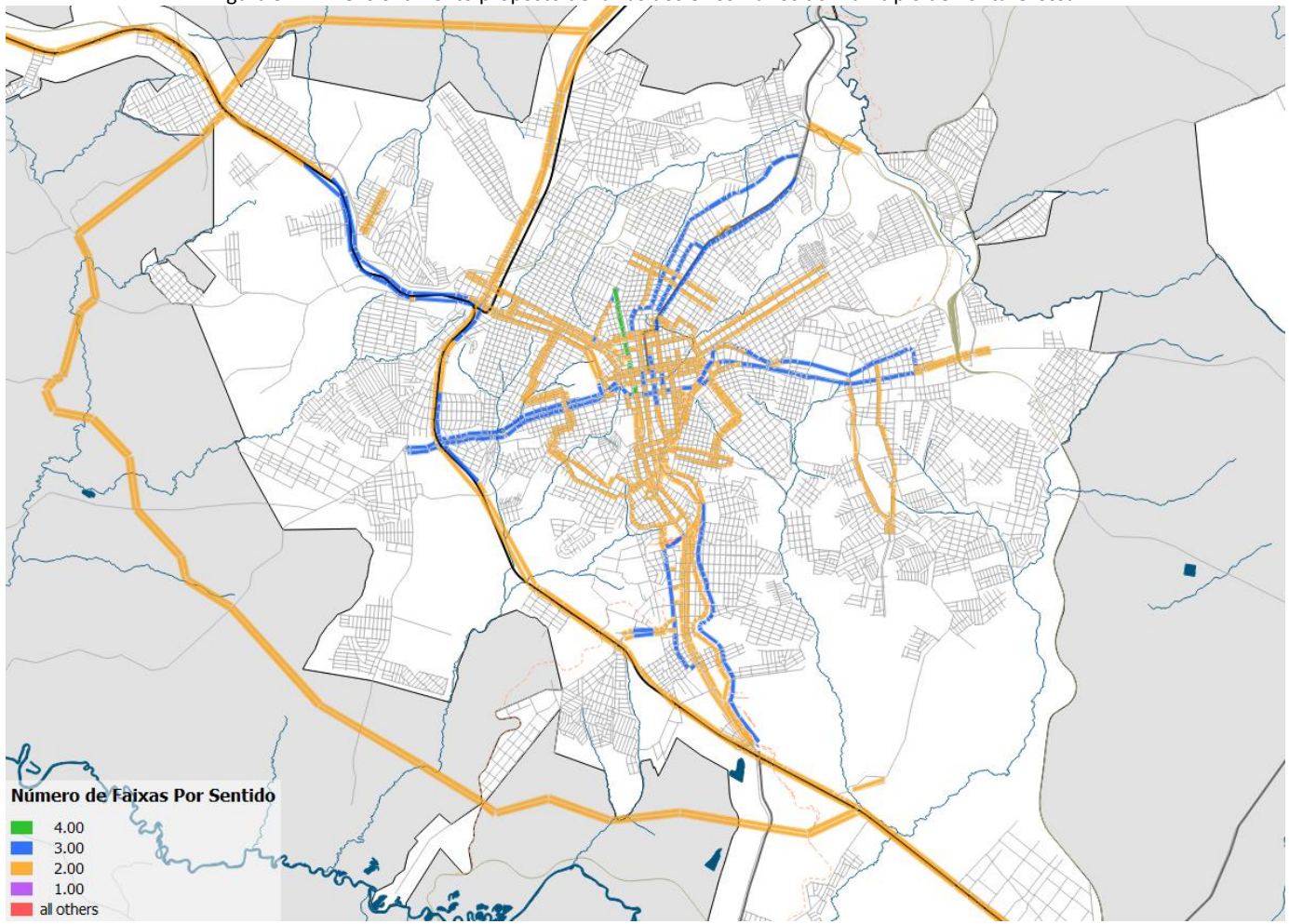
Figura 51: Detalhe das ações a serem implantadas para o Binário Emilio De Menezes/Nilo Peçanha.



Fonte: URBTEC™ (2018)

O conjunto de propostas apresentadas resulta em um redimensionamentos das pistas dos eixos viários, com a nova composição de faixas por sentido. O mapa a seguir apresenta a configuração de faixas propostas para as principais vias do sistema viário proposto para Ponta Grossa.

Figura 52: Dimensionamento proposto de faixas dos eixos viários do município de Ponta Grossa.



Fonte: URBTEC™ (2018)

3.3.1. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS POSITIVOS E NEGATIVOS

Para avaliação dos impactos positivos e negativos deve-se comparar os indicadores operacionais e de desempenho da rede proposta, deste modo apresenta-se o grau de saturação da rede proposta, bem como os volumes alocados na rede. Utilizando-se da mesma metodologia estes parâmetros de análise foram configurados no EMME®, produzindo os resultados mostrados nas figuras 46,47 e 48.

As figuras mostram que houve uma realocação do tráfego do município, principalmente considerando a ação de implantação do contorno rodoviário, que retira uma parcela do tráfego interno ao município.

Apesar da melhora na relação volume sobre capacidade na região central ser discreta, é possível verificar a consolidação dos anéis centrais, que resulta uma alternativa ao sistema viário da região central.

Além da saturação e do volume de tráfego é possível obter dados operacionais do sistema viário de tráfego, dentre estes dados compreende-se:

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

Os ganhos obtidos verificados estes parâmetros operacionais demonstram os benefícios da implantação das ações.

A tabela a seguir apresenta a comparação entre o cenário atual e o cenário proposto, dos dados de tempos e velocidades.

Tabela 18: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para o cenário proposto do município de Ponta Grossa, e avaliação dos benefícios da implantação das ações.

Parâmetro	Dados Operacionais			Unidade
	Atual	Proposto	Benefícios	
Demanda Hora Pico Tarde		38.572		viagens
Tempo total de viagens	506.187	440.043	-66.144	min.
Tempo médio de viagens	12,1	10,5	-1,6	min.
Tempo máximo de viagem	57,5	52,4	-5,1	min.
Distância Total Percorrida	26.538	25.253	-1.285	km
Velocidade Média	34,71	41,44	6,73	km/h

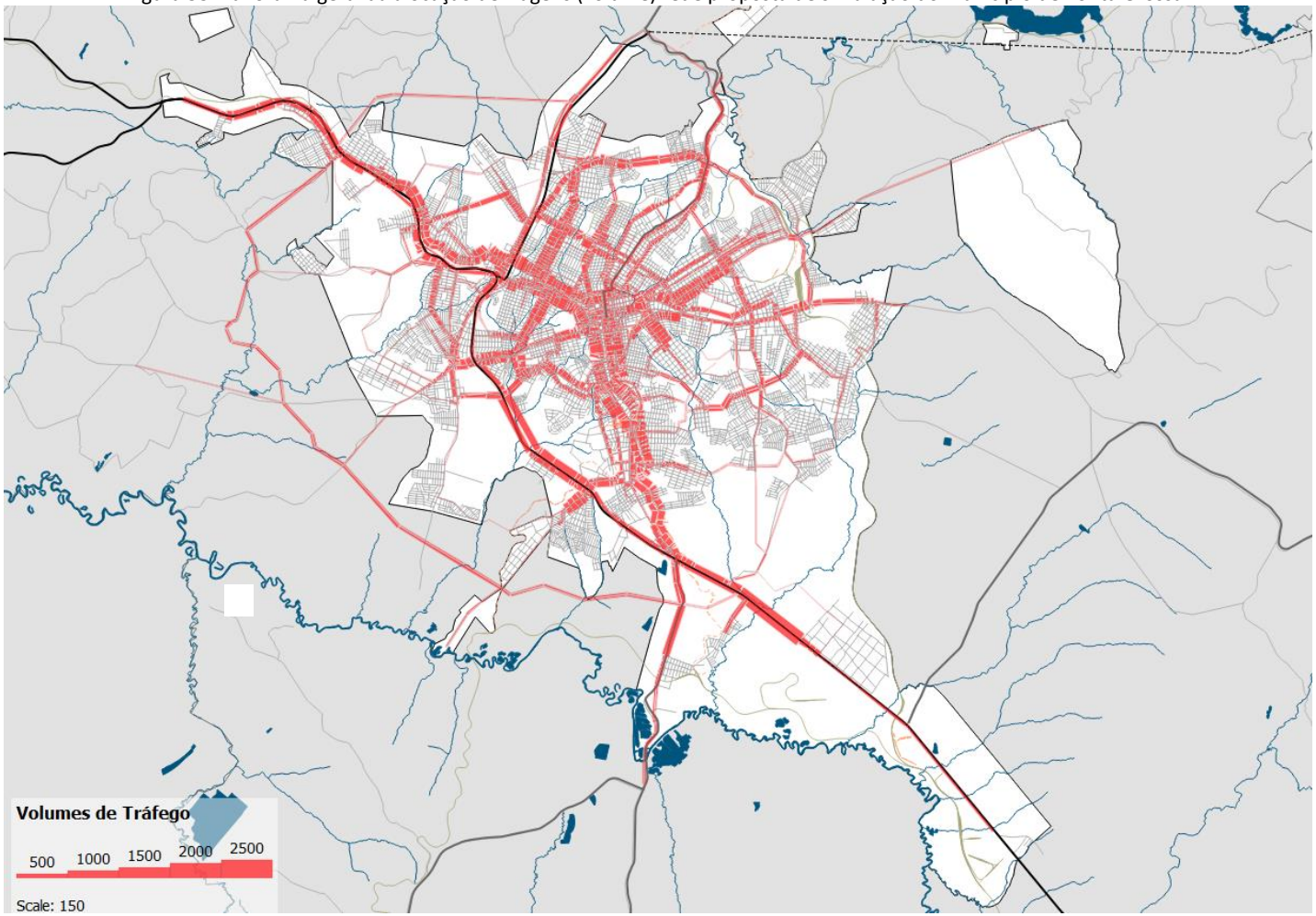
Fonte: URBTEC™ (2018)

Os parâmetros de velocidade e tempo demonstraram que o cenário proposto resulta em benefícios aos usuários, uma vez que, houve redução dos tempos de viagem e aumento da velocidade média dos veículos. Além da diminuição da quilometragem total percorrida pelos veículos na hora pico.

O tempo total de viagem de todos os usuários teve uma redução de 66.144 minutos para a hora pico, outro ponto a destacar é que mesmo com a redução da velocidade das vias compartilhadas, o sistema como um todo obteve aumento da velocidade média. Portanto o conjunto de alterações propostas se mostrou benéfico ao município como um todo.

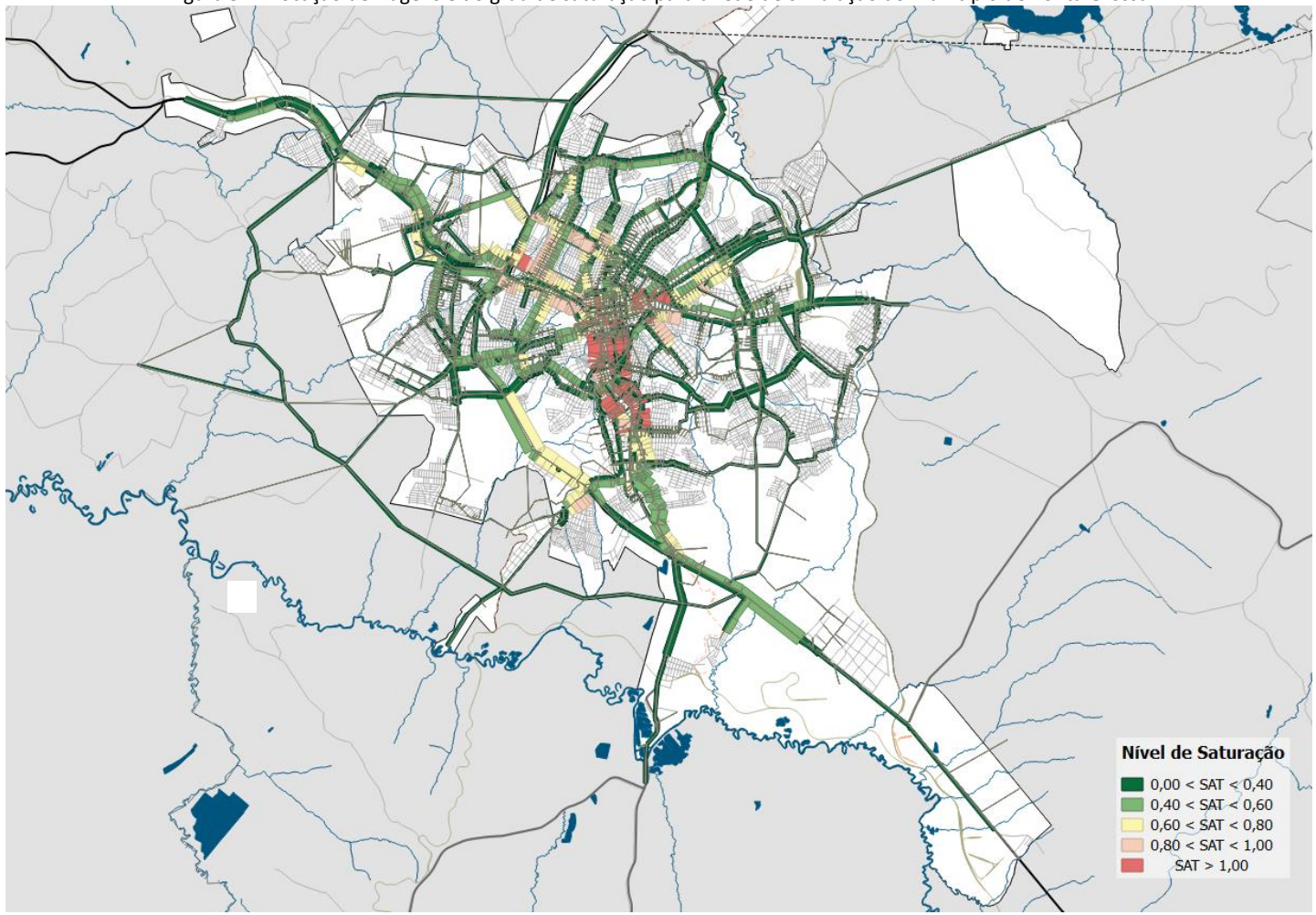
O conjunto de propostas para o sistema viário do município, possibilita melhora nos parâmetros operacionais, sobretudo nos eixos viários oeste e noroeste. Deste modo estes dois eixos, representam áreas de maior atratividade a novos empreendimentos.

Figura 53: Panorama geral da alocação de viagens (volume) rede proposta de simulação do município de Ponta Grossa.



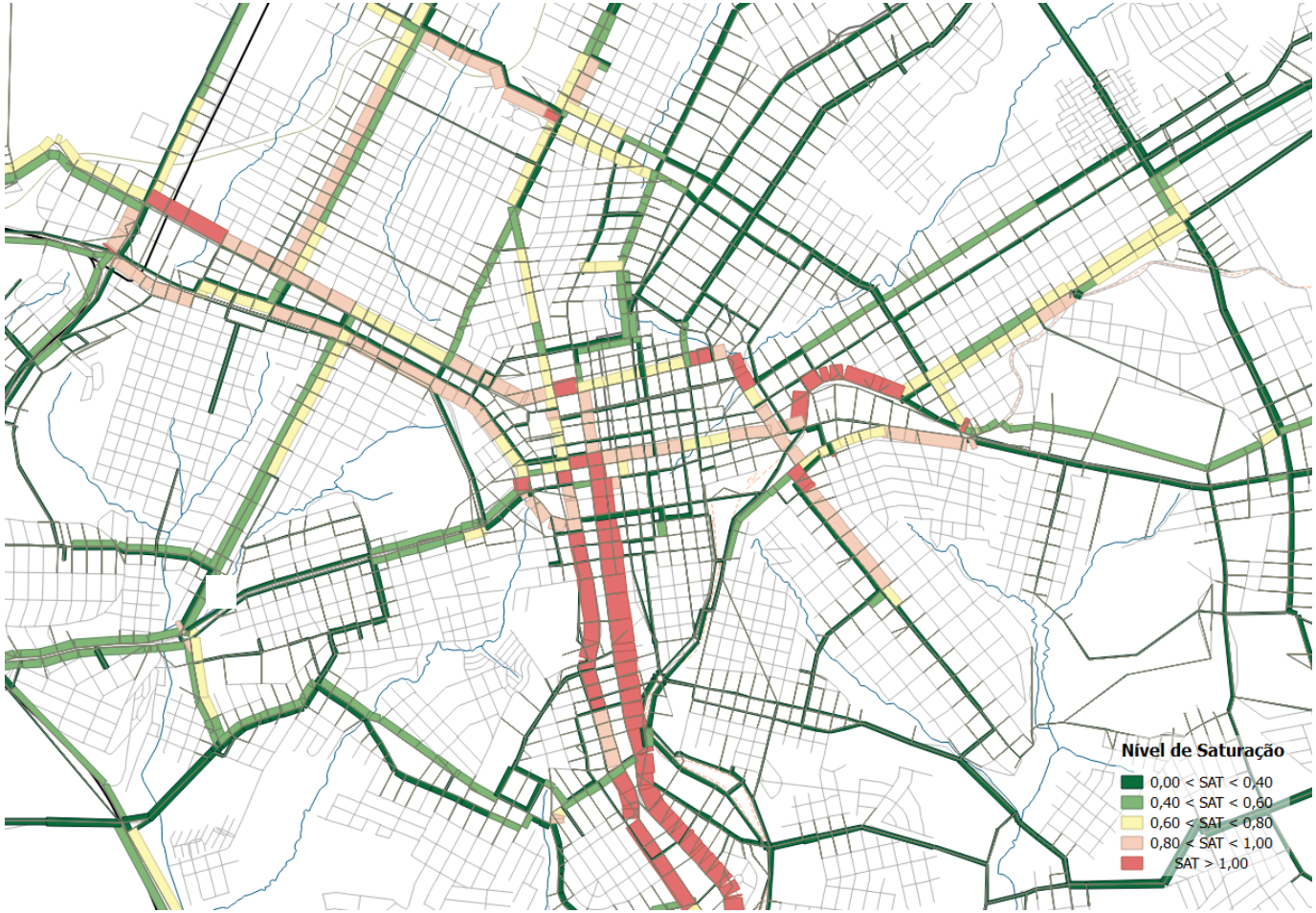
Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 54: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa



Fonte: URBTEC™ (2018)

Figura 55: Alocação de viagens e do grau de saturação para a rede de simulação do município de Ponta Grossa, com destaque para a área central



Fonte: URBTEC™ (2018)

Para a verificação das propostas para demandas futuras, foram modeladas as matrizes de origem e destino futuras, em cenários com as alterações propostas.

A tabela a seguir apresenta os parâmetros operacionais comparativamente para os cenários com proposta.

Tabela 19: Dados operacionais do sistema viário de tráfego para os cenários propostos e futuros do município de Ponta Grossa.

Parâmetro	Unidade	Dados Operacionais					
		2018		5 Anos - 2023		10 Anos - 2028	
		Base	Proposta	Sem Proposta	Com Proposta	Sem Proposta	Com Proposta
Demanda Hora Pico Tarde	viagens	38.572	38.572	42.170	42.170	43.656	43.656
Tempo total de viagens	min.	506.187,00	440.043,00	507.291,00	440.034,00	508.210,00	444.285,00
Tempo médio de viagens	min.	12,05	10,5	12,07	10,47	12,09	10,48
Tempo máximo de viagem	min.	57,48	52,4	57,93	42,40	58,10	52,41
Distância Total Percorrida	km	265.382	252.532	290.201	279.198	300.422	285.923
Velocidade Média	km/h	34,71	41,44	34,68	41,42	34,67	41,41

Fonte: URBTEC™ (2018)

É possível verificar que, mesmo com o crescimento do volume de tráfego ao longo dos anos, o conjunto de propostas para o sistema viário se mantém eficaz, apresentamos dados operacionais mais atrativos que o próprio cenário atual.

1 REFERÊNCIAS

AMTT. Autarquia Municipal de Trânsito e Transportes Ponta Grossa. Disponível em https://amtt.pontagrossa.pr.gov.br. (consultado em 04/03/2018).

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de estudos de tráfego. - Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de projeto geométrico de travessias urbanas. - Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana – SeMob. Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana, 2015.

IPLAN. Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Ponta Grossa. Disponível em http://iplan.pontagrossa.pr.gov.br. (consultado em 04/03/2018).

PREFEITURA MUNICIPAL DE PONTA GROSSA Disponível em http://www.pontagrossa.pr.gov.br. (consultado em: 01/03/2018).

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

NOVAIS, Antônio Galvão, Modelos em planejamento urbano, regional e de transportes. São Paulo, Edgard Blücher, 1982.

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

EMME/2 User's Manual. Release 8. INRO Consultants. Montreal. Quebec. Canada. Janson. B. N.. l993. Most Likely O-D Link Uses from Equilibrium Assignment.

Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano/Licínio da Silva Portugal [et al]; organização Licínio da Silva Portugal. Cap. 7: Mesoacessibilidade orientada ao transporte público e ao não motorizado com foco no desenvolvimento equilibrado e autônomo/Andrea Justino Ribeiro Mello e Erika Cristine Kneib. – 1ª. ed. – Rio de Janeiro – Elsevier, 2017.

MANUAL, Highway Capacity. Highway capacity manual. Washington, DC, v. 2, 2000.

MARTIN, William A.; MCGUCKIN, Nancy A. **Travel estimation techniques for urban planning**. Washington, DC: National Academy Press, 1998.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO (DENATRAN). Frota de veículos. 2018.