

Análise técnica, financeira e contratual com vistas à modelagem e realização de novo processo licitatório de concessão do Sistema de Transporte Público de Franca/SP Contrato Nº 0101/2024

Outubro 2024

PRODUTO 2
PROPOSTA DA REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FRANCA/SP,
BASE PARA O PROCESSO DE LICITAÇÃO



ABREVIACÕES	2
LISTA DE TABELAS	3
LISTA DE FIGURAS	5
APRESENTAÇÃO	8
INTRODUÇÃO	9
1. RESUMO DIAGNÓSTICO.....	10
1.1. Caracterização da Oferta.....	10
1.2. Caracterização da Demanda	16
1.3. Indicadores de desempenho.....	21
2. MATRIZ ORIGEM-DESTINO DE VIAGENS	23
2.1. Bases de dados	23
2.2. Resultados	41
3. METODOLOGIA DE ANÁLISE	67
3.1. Modelagem da Rede de Transporte Público de Franca	67
4. ALTERNATIVAS DE REDE CONSIDERADAS	82
4.1 Alternativa 1 – Situação Atual	85
4.2 Alternativa 2 – Aumento de oferta	85
4.3 Alternativa 3 – Aumento de oferta com Linhas Circulares de Bairros e Linhas Inter-regionais	98
5. RESULTADOS DAS ANÁLISES	102
5.1. Dimensionamento	102
5.2. Modelagem de desempenho	116
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	123

ABREVIACÕES

ANTP - Associação Nacional de Transportes Públicos

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

EMDEF - Empresa Municipal para o Desenvolvimento de Franca

OD - Origem-Destino

FOV - Frequência e Ocupação Visual

GPS - Global Positioning System

GTFS - General Transit Feed Specification

IPK - Passageiro por Quilômetro

PVD - Índice de Passageiros por Veículo por dia

SIT - Sistema Integrado de Transporte

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Números de linhas por região.....	12
Tabela 2: Concentração de frota por região	12
Tabela 3: Comparação de perfil de oferta de outras cidades.....	14
Tabela 4: Relação Oferta Sab/Dom com Dia Útil (% sobre DU)	14
Tabela 5: Estrutura de registros de bilhetagem eletrônica.....	25
Tabela 6: Estrutura dos registros de AVL.....	26
Tabela 7: Universo de viagens por linha entre 5h30 e 7h30 em dias úteis – Abril/2024...	31
Tabela 8: Quantidade de viagens realizadas por Macrozona	44
Tabela 9: Participação percentual de pares de origem/destino	44
Tabela 10: % das viagens com origem em cada Macrozona.....	45
Tabela 11: Destinos das viagens com origens na Macrozona Norte 1	47
Tabela 12: Destinos das viagens com origens na Macrozona Norte 2	49
Tabela 13: Destinos das viagens com origens na Macrozona Norte 3	51
Tabela 14: Destinos das viagens com origens na Macrozona Leste	53
Tabela 15: Destinos das viagens com origens na Macrozona Sul 1.....	55
Tabela 16: Destinos das viagens com origens na Macrozona Sul 2.....	57
Tabela 17: Destinos das viagens com origens na Macrozona Sul 3.....	59
Tabela 18: Destinos das viagens com origens na Macrozona Oeste 1	61
Tabela 19: Destinos das viagens com origens na Macrozona Oeste 2	63
Tabela 20: Destinos das viagens com origens na Macrozona Centro.....	65
Tabela 21: Características da rede de simulação quantificação dos elementos de rede ..	70
Tabela 22: Conteúdo do arquivo EMME, variáveis de centroide	72
Tabela 23: Conteúdo do arquivo EMME, variáveis de links.....	72
Tabela 24: Conteúdo do arquivo EMME, variáveis de rotas.....	73
Tabela 25: Conteúdo do arquivo EMME, variáveis de rotas.....	78
Tabela 26: Períodos utilizados para dimensionamento de partidas.....	81
Tabela 27: Proposta de mudanças de linhas e itinerários – Alternativa 2.....	86
Tabela 28: Relação de linhas mantidas e/ou aumento de frota	97
Tabela 29: Linhas com itinerários e oferta mantidos.....	97
Tabela 30: Novas linhas circulares de bairro e inter-regionais	99

Tabela 31: Comparação das alternativas em relação aos objetivos a serem atingidos ...	102
Tabela 32: Resumo dos dados operacionais das alternativas analisadas	103
Tabela 33: Comparação dos dados operacionais das alternativas analisadas	104
Tabela 34: Dados operacionais das Linhas da Alternativa 1	106
Tabela 35: Dados operacionais das Linhas da Alternativa 2	109
Tabela 36: Dados operacionais das Linhas da Alternativa 3	112
Tabela 37: Comparativo de indicadores, alternativas 1,2 e 3.....	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Itinerário das linhas por região da cidade de Franca	11
Figura 2: Quantidade de partidas por hora ao longo do dia	13
Figura 3: Intervalo das linhas na hora pico manhã	15
Figura 4: % de Chassis por idade	15
Figura 5: Evolução da média móvel de passageiros.....	16
Figura 6: Evolução dos passageiros por mês	16
Figura 7: Período 1 - Pré-Pandemia (jan/17 a fev/20)	17
Figura 8: Período 2 - Pandemia (mar/20 a fev/21).....	18
Figura 9: Período 3 - Imediatamente Pós-Pandemia (mar/21 a dez/22).....	18
Figura 10: Período 4 - Pós-Pandemia mais recente (jan/23 a abr/24)	19
Figura 11: Participação por categoria de bilhetes.....	20
Figura 12: Quantidade de validação de bilhetes por faixa horária	20
Figura 13: IPK físico e equivalente	22
Figura 14: PVD físico e equivalente	22
Figura 15: Pontos GTFS Franca	28
Figura 16: Construção da Matriz OD	29
Figura 17: Média diária de validações em dias úteis – Abril/2024	31
Figura 18: Localização das Bilhetadas.....	35
Figura 19: Bilhetadas por ponto de parada	36
Figura 20: Diagrama do método de encadeamento de viagens – Simples	38
Figura 21: Diagrama do método de encadeamento de viagens – Complexo.....	39
Figura 22: Macrozonas de Franca.....	42
Figura 23: Locais de origem e destino pico manhã no município de Franca.....	46
Figura 24: Locais de origem e destino pico manhã na região Norte 1	47
Figura 25: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Norte 1	48
Figura 26: Locais de origem e destino pico manhã na região Norte 2	49
Figura 27: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Norte 2	50
Figura 28: Locais de origem e destino pico manhã na região Norte 3	51
Figura 29: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Norte 3	52
Figura 30: Locais de origem e destino pico manhã na região Leste	53

Figura 31: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Leste	54
Figura 32: Locais de origem e destino pico manhã na região Sul 1	55
Figura 33: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Sul 1	56
Figura 34: Locais de origem e destino pico manhã na região Sul 2	57
Figura 35: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Sul 2	58
Figura 36: Locais de origem e destino pico manhã na região Sul 3	59
Figura 37: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Sul 3	60
Figura 38: Locais de origem e destino pico manhã na região Oeste 1	61
Figura 39: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Oeste 1	62
Figura 40: Locais de origem e destino pico manhã na região Oeste 2	63
Figura 41: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Oeste 2	64
Figura 42: Locais de origem e destino pico manhã na região Centro.....	65
Figura 43: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Central	66
Figura 44: Modelo do EMME , detalhe dos elementos de rede	71
Figura 45: Modelo do EMME (mancha urbana)	71
Figura 46: Detalhe da variação entre diferentes rotas, destacadas na cor verde, que utilizam o mesmo trecho do sistema viário	75
Figura 47: Tela de edição da base de linhas, programa EMME	76
Figura 48: Linhas C03, V05.....	88
Figura 49: Linhas C31 e V02.....	89
Figura 50: Linhas L01 e V04	90
Figura 51: Linha L02	91
Figura 52: Linha M09 e M04	92
Figura 53: Linha N15	93
Figura 54: Linhas O17 e T30.....	94
Figura 55: Linhas H05, V01 e V03	95
Figura 56: Linhas L20, V02 e V03	96
Figura 57: Linhas circulares - Alternativa 3.....	100
Figura 58: Corredores - Alternativa 3	101
Figura 59: Intervalo das linhas período manhã	104
Figura 60: Carregamento Geral	117

Figura 61: Linha C06 - City Petrópolis	118
Figura 62: Linha A13 - Jardim Aeroporto 3	118
Figura 63: Linha D12 - Jardim Zelinda	119
Figura 64: Linha A14 - Aeroporto 2	119
Figura 65: Linha H05 - Jardim Palmeiras	120
Figura 66: Transferências atuais região central	121
Figura 67: Transferências Alternativa 3	122

APRESENTAÇÃO

O objetivo desse Relatório é apresentar o **PRODUTO 2 - PROPOSTA DA REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FRANCA/SP, BASE PARA O PROCESSO DE LICITAÇÃO** previsto no Contrato Nº 0101/2024 - ANÁLISE TÉCNICA, FINANCEIRA E JURÍDICA COM VISTAS À MODELAGEM E REALIZAÇÃO DE NOVO PROCESSO LICITATÓRIO DE CONCESSÃO DO SISTEMA DE TRANSPORTE COLETIVO URBANO DE FRANCA/SP. O relatório tem como objetivo apresentar as Matrizes de Viagens Origem/Destino produzida no âmbito do presente estudo, as alternativas de rede analisadas e os resultados do processo de análise das alternativas.

INTRODUÇÃO

Esse Relatório, denominado **PRODUTO 2 - PROPOSTA DA REDE DE TRANSPORTE PÚBLICO DE FRANCA/SP, BASE PARA O PROCESSO DE LICITAÇÃO** está dividido em seis seções: a seção 1 apresenta um resumo do diagnóstico, desenvolvido em sua íntegra no Produto 1 entregue; a seção 2 apresenta a Matriz de Viagens Origem/Destino desenvolvida para o estudo; a seção 3 apresenta a metodologia para a construção rede de simulação utilizada na análise das alternativas de rede do transporte público de Franca; a seção 4 apresenta as alternativas de rede de transporte coletivo consideradas; a seção 5 descreve os resultados das análises dessas alternativas; e, por fim, a seção 6 apresenta um conjunto de considerações finais.

1. RESUMO DIAGNÓSTICO

Esse capítulo apresenta um resumo dos principais elementos do diagnóstico do sistema de transporte coletivo de Franca, apresentado na sua íntegra no Produto 1 deste estudo. Neste resumo os principais elementos estão organizados em três blocos: Caracterização da Oferta; Caracterização da Demanda; e Indicadores de Desempenho.

1.1. Caracterização da Oferta

A rede de transporte coletivo de Franca é composta por 36 linhas de ônibus convencionais, sendo 32 linhas regulares, quatro Linhas dos Trabalhadores (que operam apenas em alguns horários de manhã, ligando as diferentes regiões ao Distrito Industrial), e mais seis linhas especiais noturnas (que operam no período da noite). A Figura 1 ilustra os itinerários das linhas por região da cidade.

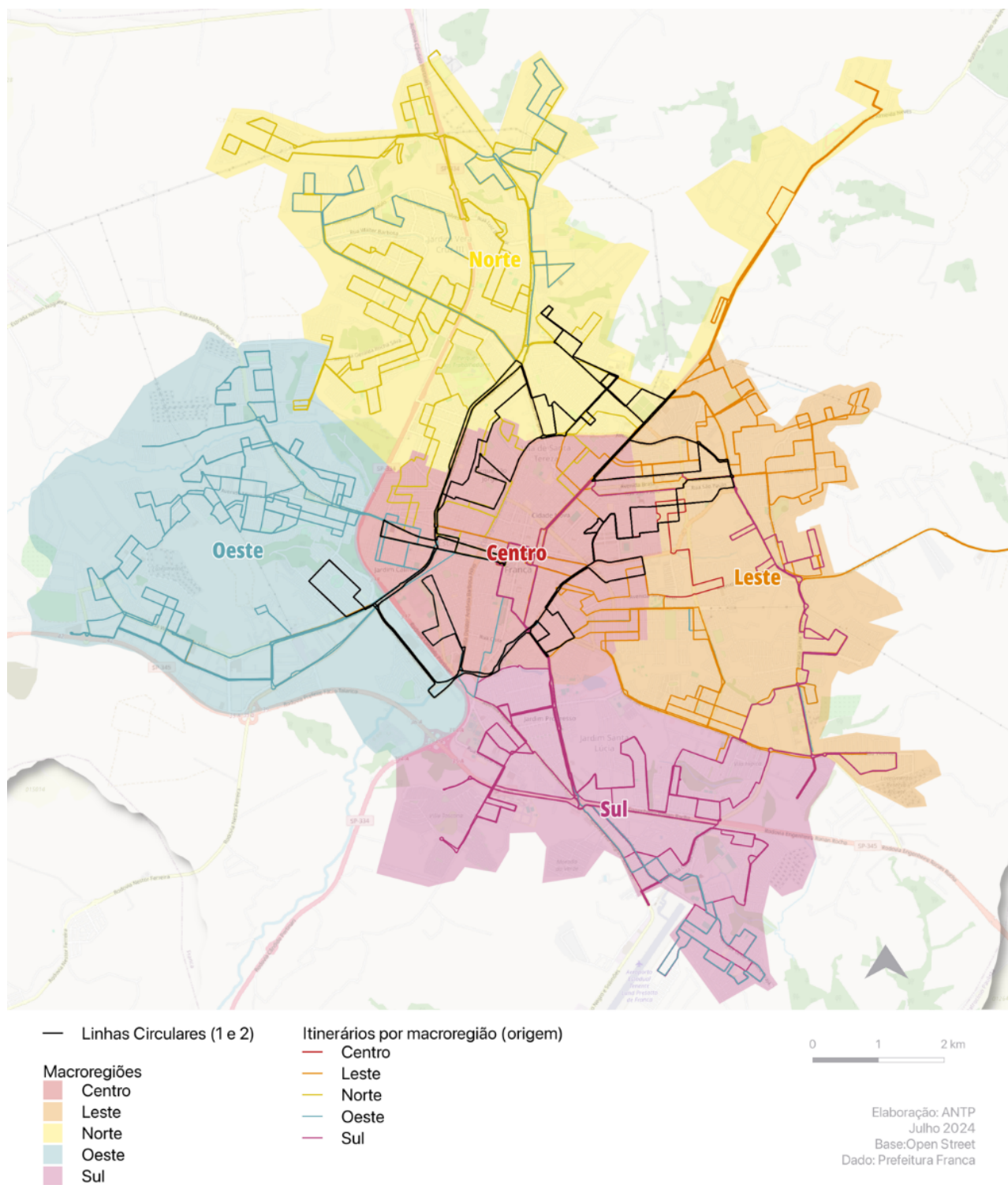


Figura 1: Itinerário das linhas por região da cidade de Franca

Em relação à quantidade de linhas, a região Norte possui mais de um terço do total de linhas (36%), enquanto a região Leste possui um quarto (25%) e as regiões Oeste e Sul possuem as menores quantidades, com 19% e 14%, respectivamente. As linhas circulares, que não

podem ser consideradas de uma região específica, representam 6% do total de linhas da cidade (Tabela 1).

Tabela 1: Números de linhas por região

	Linhas	
Circular	2	6%
Leste	9	25%
Norte	13	36%
Oeste	7	19%
Sul	5	14%

Em relação à frota operacional utilizada nas linhas de cada região, a região Norte continua a concentrar mais de um terço da oferta, enquanto a região Leste concentra 22% e as regiões Oeste e Leste concentram 19%, além das linhas circulares que utilizam 3% do total de frota. Note-se que a região Sul, apesar de concentrar apenas 14% da quantidade de linhas, concentra 19% da frota, indicando uma região com maior densidade de usuários, em especial nos bairros de Jardim Aeroporto (Tabela 2).

Tabela 2: Concentração de frota por região

	Frota Operacional	
Circular	2	3%
Leste	13	22%
Norte	21	36%
Oeste	11	19%
Sul	11	19%

A Figura 2 mostra a quantidade de partidas de ônibus por hora ao longo do dia. De uma maneira geral a figura mostra um comportamento similar a outras cidades brasileiras, com um

pico da manhã com oferta maior, uma redução ao longo do dia, com um pico da tarde um pouco menor do que o da manhã, e com uma redução mais acentuada no período da noite.

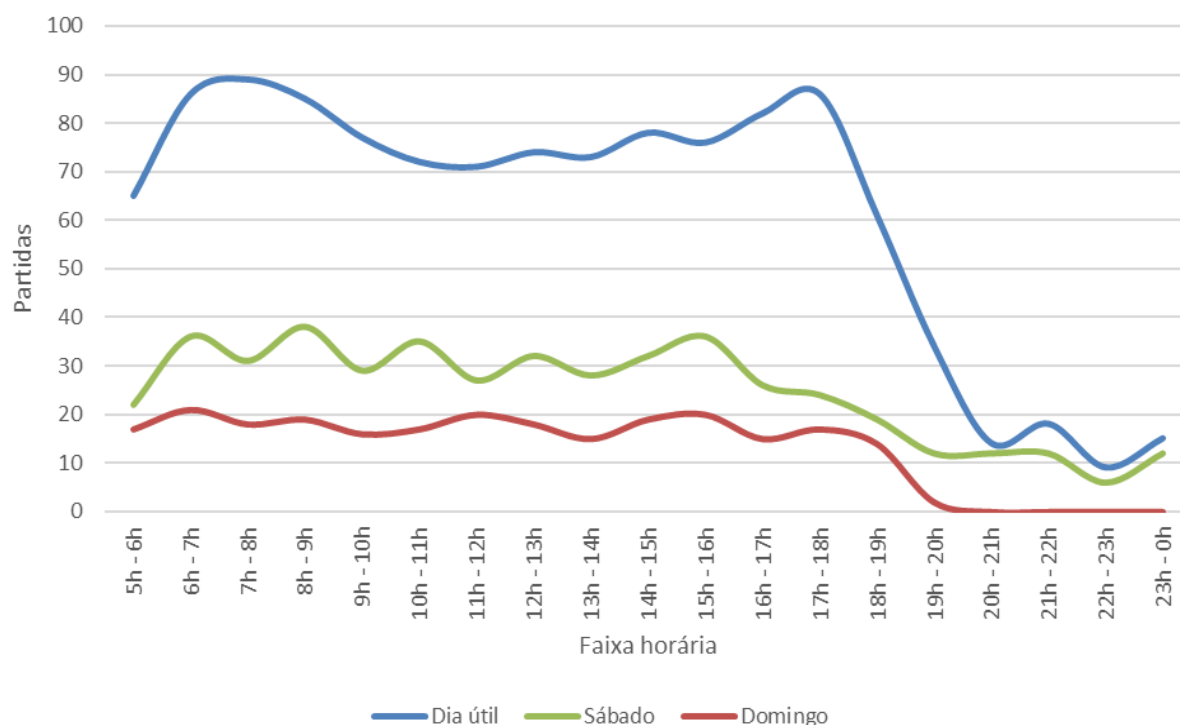


Figura 2: Quantidade de partidas por hora ao longo do dia

No caso do período da noite, a redução da oferta de partidas em Franca é maior do que a redução observada em outras cidades. De fato, considerando uma proporção com a oferta de partidas no período de pico da manhã (PM), o sistema de transporte coletivo de Franca oferece 25% das partidas do PM no primeiro período da noite (N1 – das 19h às 21h59), enquanto a média ofertada por outros municípios está em torno de 50%, e oferece 14% das partidas do PM no segundo período da noite (N2 – das 22h às 0h59), enquanto a média dos outros municípios está em torno de 30% nesse período, conforme pode ser visto na Tabela 3.

Chama a atenção ainda a reduzida oferta de viagens nos finais de semana. Também nesse caso, considerando a relação entre a quantidade de viagens ofertadas no sábado e no domingo em relação à quantidade de viagens ofertadas no dia útil, o sistema de Franca oferece 0,40 viagens de sábado/viagens de dia útil e 0,21 viagens de domingo/viagens de dia útil. Como pode ser visto na Tabela 4, a média das cidades brasileiras conta com cerca de 0,70 viagens no sábado/viagens no dia útil e 0,50 viagens no domingo/viagens no dia útil.

Tabela 3: Comparação de perfil de oferta de outras cidades

Faixa horária	Horas	Franca	São Paulo	Ribeirão Preto	Aracaju	Uberaba	Média sem Franca
PPM	(4h - 5h59)	0,74	0,53	0,61	0,34	0,35	0,46
PM	(6h - 7h59)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
EPM	(8h - 10h59)	0,89	0,48	0,72	0,79	0,70	0,67
PA	(11h - 13h59)	0,83	0,45	0,71	0,83	0,70	0,67
EPT	(14h - 15h59)	0,88	0,71	0,70	0,78	0,70	0,72
PT	(16h - 18h59)	0,87	0,84	0,90	0,88	0,83	0,86
N1	(19h - 21h59)	0,25	0,50	0,52	0,63	0,50	0,54
N2	(22h 0h59)	0,14	0,18	0,36	0,31	0,28	0,28

Tabela 4: Relação Oferta Sab/Dom com Dia Útil (% sobre DU)

	Franca	São Paulo	Ribeirão Preto	Aracaju	João Pessoa	Recife	Uberaba	Média sem Franca
Sábado	0,40	0,63	0,78	0,72	0,80	0,62	0,57	0,69
Domingo	0,21	0,46	0,59	0,48	0,64	0,43	0,42	0,50

Considerando os intervalos entre partidas de linhas de ônibus na hora pico da manhã, a Figura 3 mostra que as linhas com maior oferta (máximo de 20 minutos de intervalo) estão concentradas em menos do que 20% da quantidade de linhas, por outro lado mais de 80% das viagens tem 30 ou 60 minutos de intervalo entre partidas.

Essa característica da rede atual representa um obstáculo para alterações na rede que não considere a proposta de aumento da oferta, pois são poucas as possibilidades de ampliação de atendimento em bairros através do desmembramento do atendimento de linhas existentes.

A análise da frota atualmente utilizada no serviço de transporte coletivo de Franca mostra uma idade média dos veículos de 9,9 anos, com idade máxima de 14 anos. Esses indicadores mostram uma frota envelhecida, podendo causar problemas com aumento na quantidade de falhas mecânicas, implicando em maior quantidade de acidentes ou de não cumprimento de viagens.

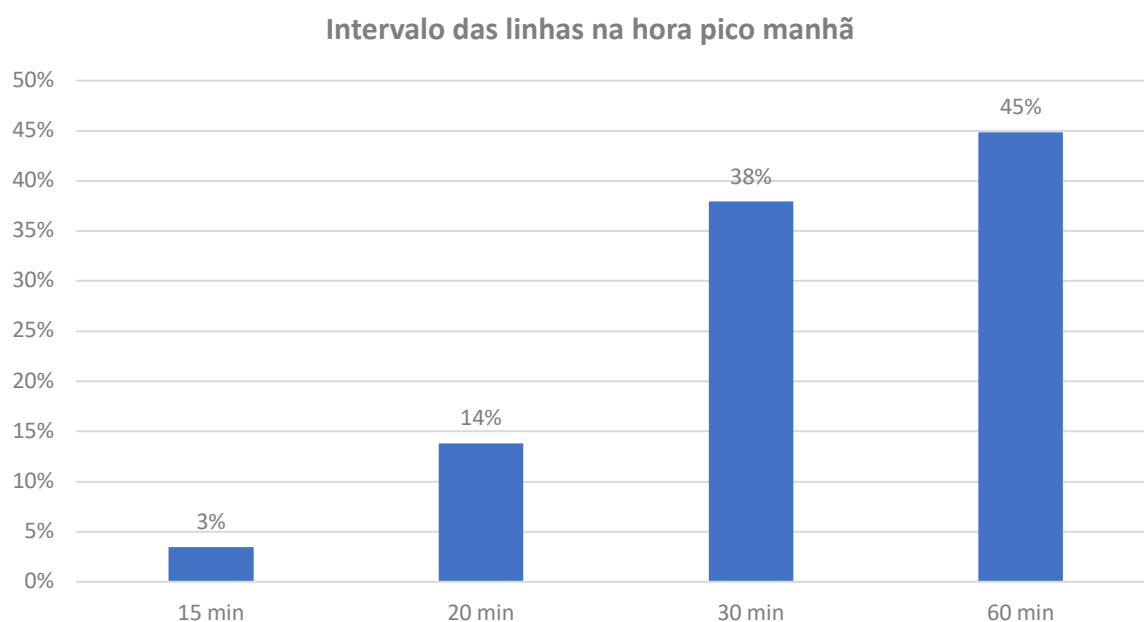


Figura 3: Intervalo das linhas na hora pico manhã

A Figura 4 mostra a composição da frota em relação a idade do veículo. O sistema possui apenas 14% da frota com idade de cinco anos e 27% da frota com idade de nove anos. Por outro lado, cerca de 60% da frota do sistema tem 10 ou mais anos de fabricação.

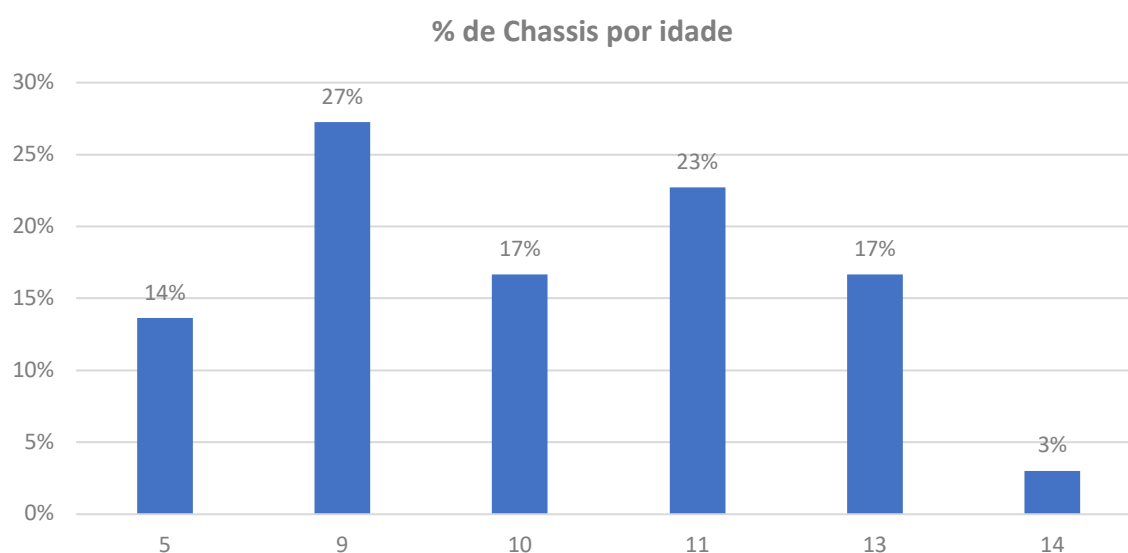


Figura 4: % de Chassis por idade

De uma maneira geral, as concessões de serviço de transporte coletivo realizadas no Brasil nos últimos anos trabalham com uma especificação de frota com previsão de idade média entre 4 e 6 anos e de idade máxima de 8 a 12 anos.

1.2. Caracterização da Demanda

A Figura 6 mostra a evolução na quantidade de passageiros transportados nos últimos anos, apontando para possíveis razões para o comportamento observado. Os dados da Figura 6 mostram a variação na quantidade de passageiros transportados por mês no período entre janeiro de 2017 e abril de 2024.

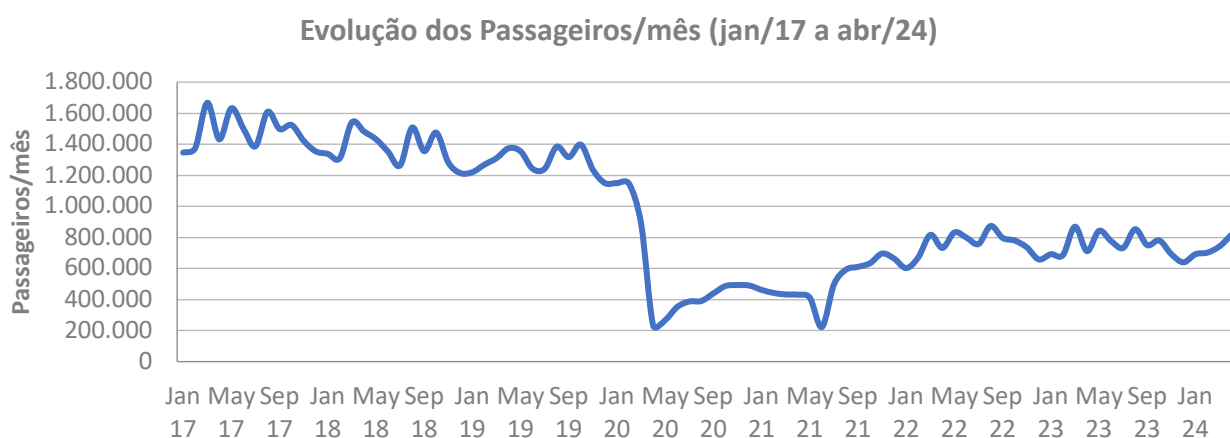


Figura 5: Evolução da média móvel de passageiros

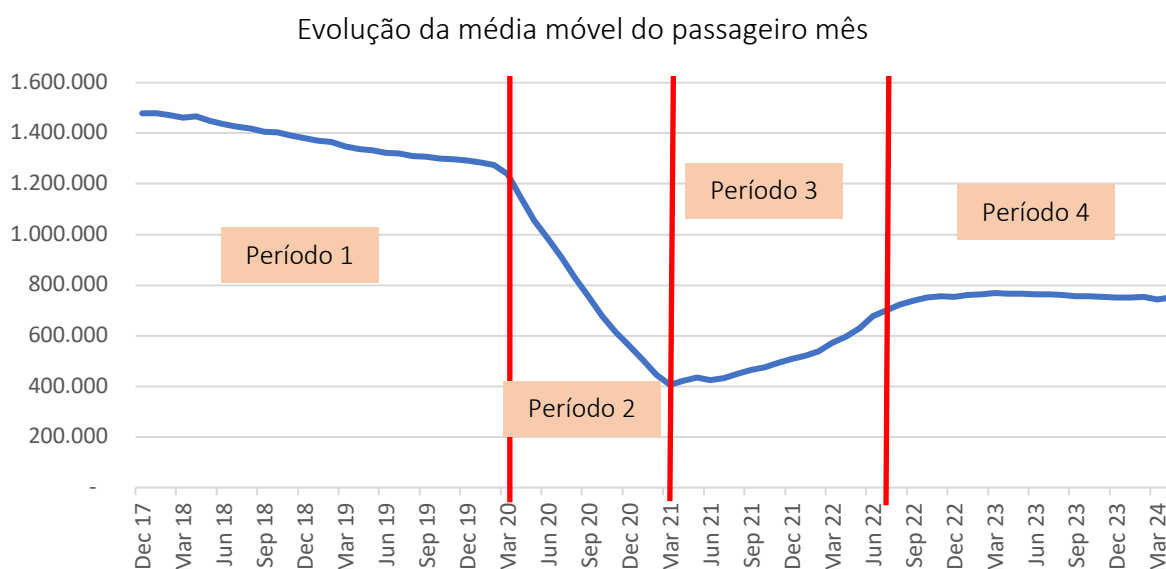


Figura 6: Evolução dos passageiros por mês

Para facilitar a leitura e análise dos dados acerca dos números de passageiros por mês, adotamos a análise em sequências temporais com ocorrência de sazonalidades, ou seja, a análise da evolução da média móvel da variável estudada, isto é, da quantidade de passageiros transportados por mês pelo sistema de transporte coletivo de Franca. A média móvel é a soma dos passageiros transportados nos últimos 12 meses dividida por 12, produzindo um valor médio mensal do último período. A Figura 7 mostra a evolução da média móvel de passageiros/mês no período considerado (jan/17 a abr/24).

É possível observar na Figura 5 quatro períodos distintos:

- **Período 1** (jan/17 a fev/20): período anterior a pandemia de Covid 19, que apresentava uma queda constante de demanda, fruto da desaceleração econômica do período;
- **Período 2** (mar/20 a fev/21): período da pandemia de Covid 19, com queda brusca de demanda em função da contenção de atividades inerente ao combate ao vírus;
- **Período 3** (mar/21 a dez/22): período imediatamente subsequente ao período da pandemia de Covid 19, com recuperação parcial da demanda;
- **Período 4** ((jan/23 a abr/24): período de estabilização atual.

Os gráficos a seguir mostram com maior detalhe os recortes dos quatro períodos identificados.

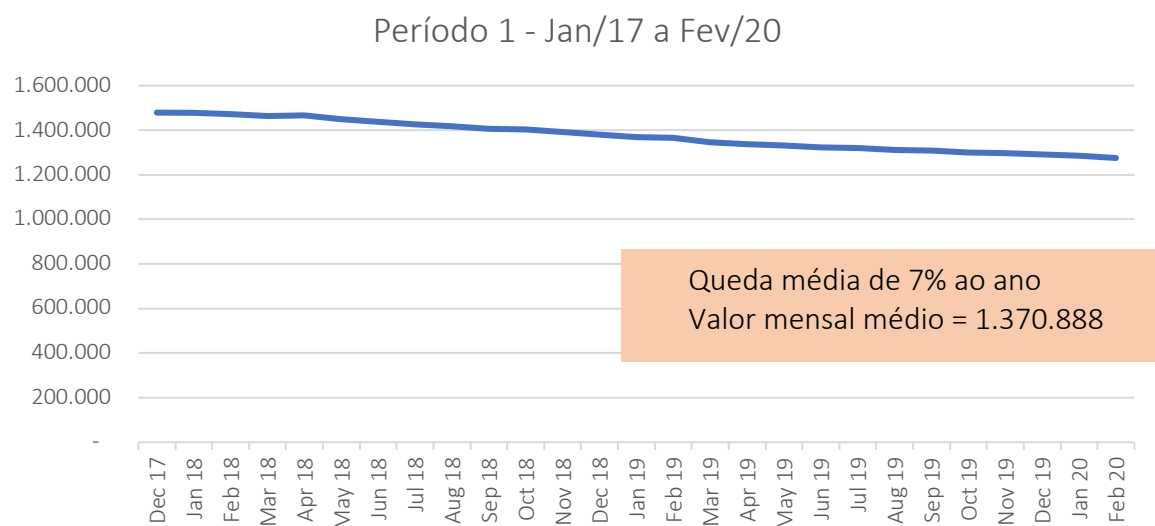


Figura 7: Período 1 - Pré-Pandemia (jan/17 a fev/20)

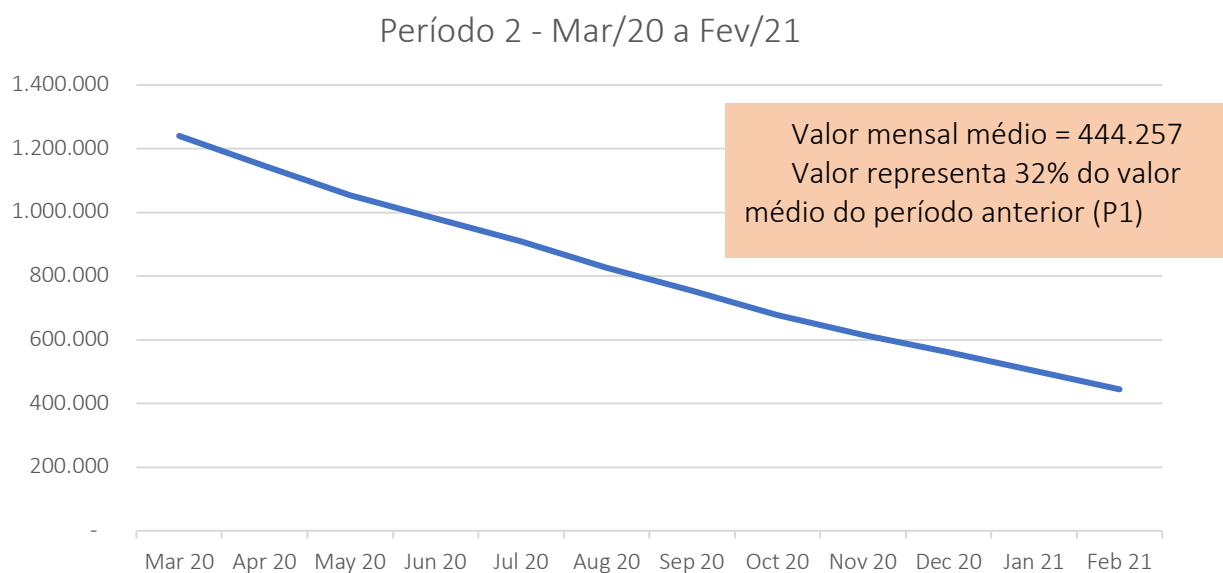


Figura 8: Período 2 - Pandemia (mar/20 a fev/21)

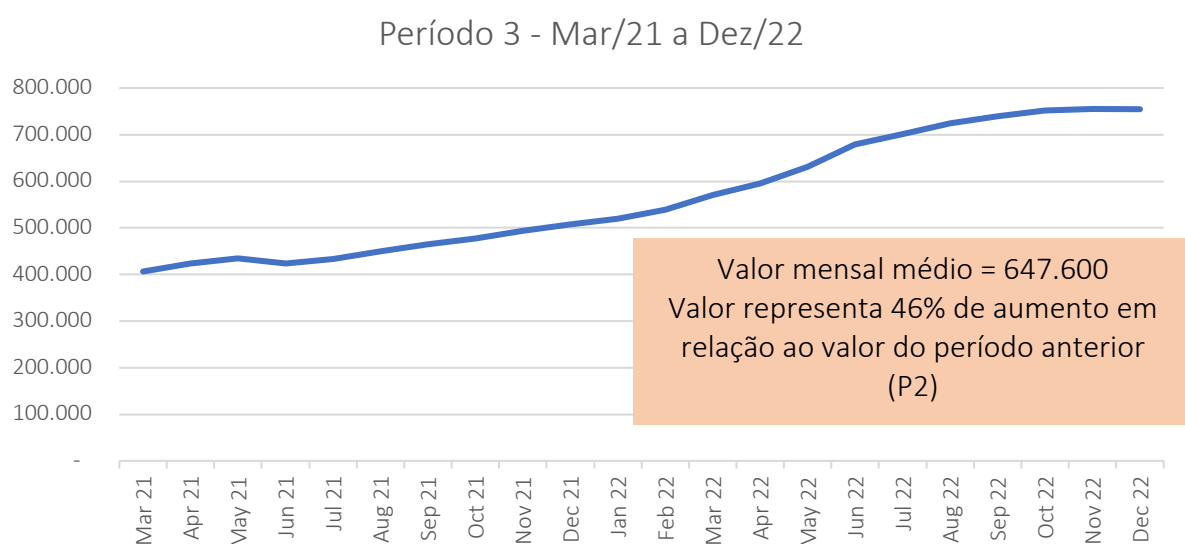


Figura 9: Período 3 - Imediatamente Pós-Pandemia (mar/21 a dez/22)

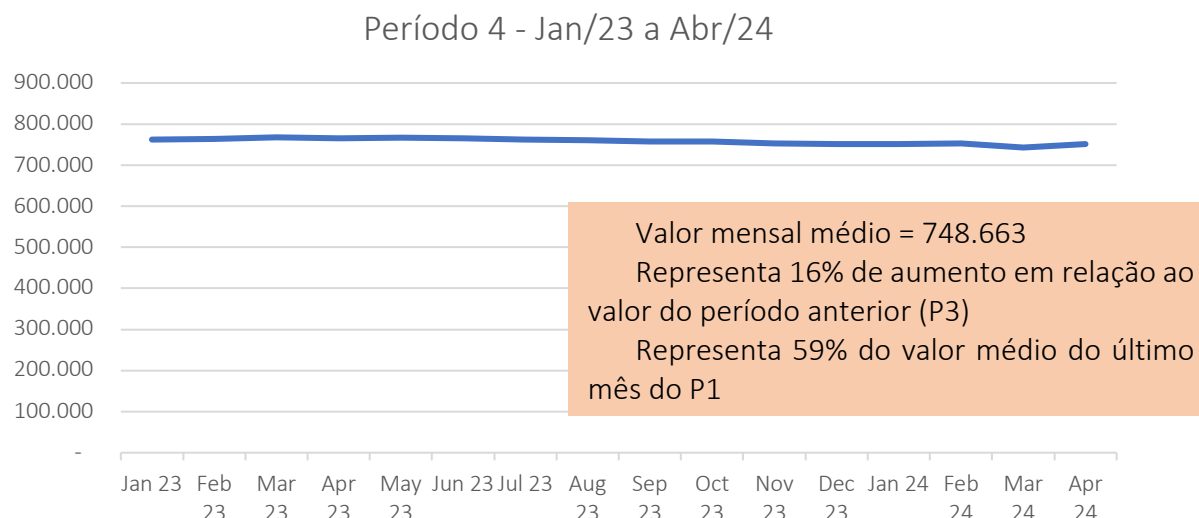


Figura 10: Período 4 - Pós-Pandemia mais recente (jan/23 a abr/24)

Considerando essa análise, o sistema de transporte coletivo de Franca apresenta atualmente um quadro de estabilidade de demanda, ou seja, não há queda nem elevação da quantidade de passageiros transportados, o que é um bom indicador. Por outro lado, a demanda atual está estabilizada em um patamar de cerca de 60% da demanda transportada antes da pandemia de Covid 19, percentual de recuperação ainda muito baixo. Muitas das cidades que recuperaram percentuais maiores, algumas até já atingiram o patamar pré pandemia, o fizeram com um esforço de aumento da oferta, mesmo sem garantia de demanda, para que a qualidade do serviço pudesse induzir o usuário a voltar para o sistema.

A Figura 11 mostra a participação dos diversos tipos de bilhetes na utilização dos serviços de transporte coletivo de Franca. O Vale Transporte é utilizado por 35% dos usuários, valor um pouco inferior ao observado em outras cidades, enquanto os idosos representam 22% do total de passageiros transportados, um pouco superior ao observado em outras cidades. Chama a atenção a ocorrência de 10% de pagamento nas botoeiras, mesmo com um sistema de bilhetagem consolidado há muitos anos.

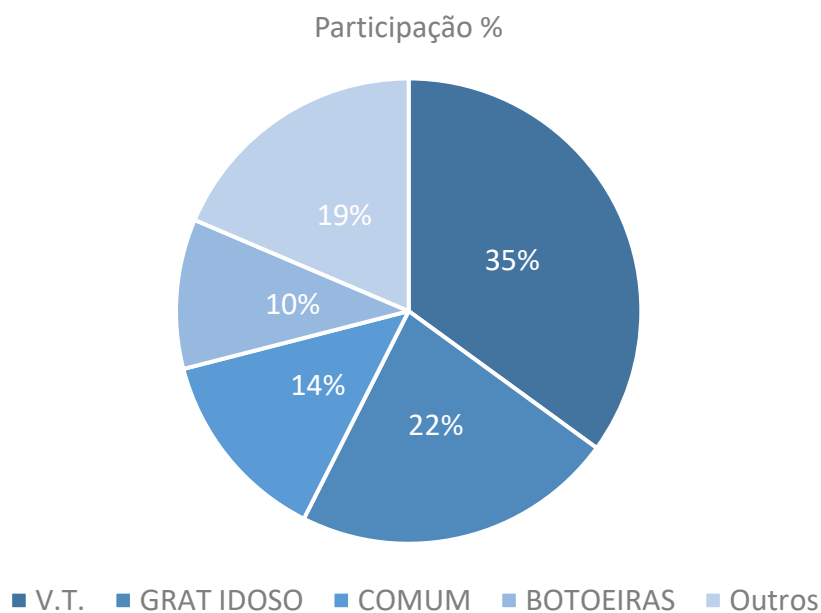


Figura 11: Participação por categoria de bilhetes

A Figura 12 mostra a quantidade de validações de bilhetes por faixa horária ao longo dos dias úteis, sábados e domingos.

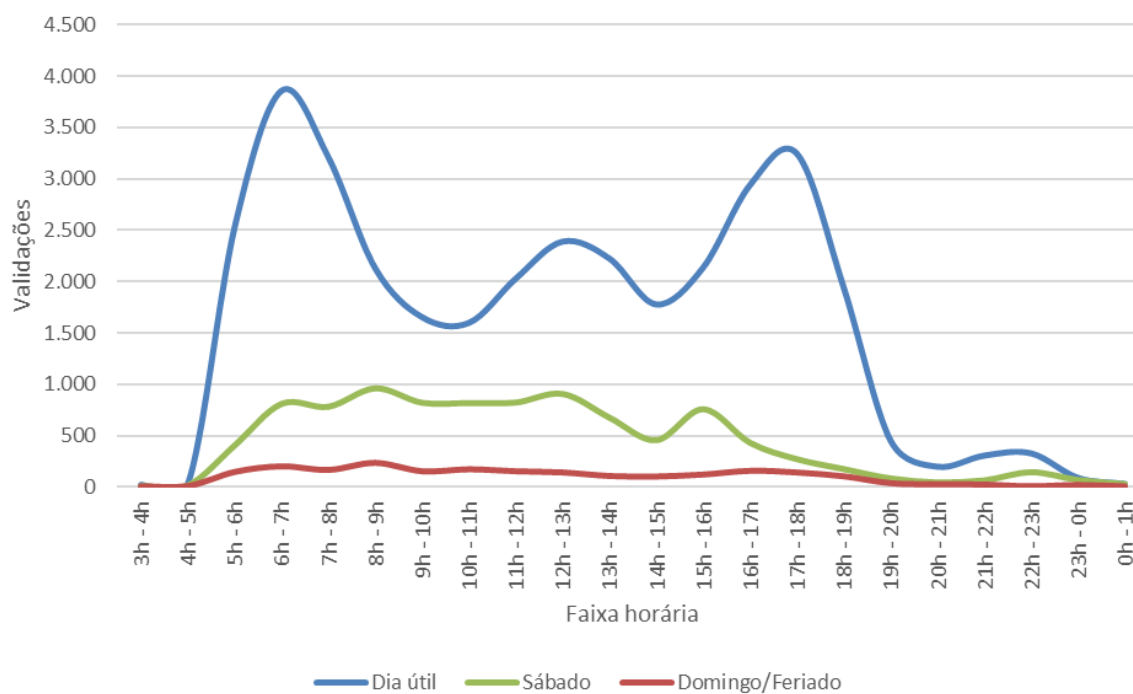


Figura 12: Quantidade de validação de bilhetes por faixa horária

Considerando o dia útil, de uma maneira geral a flutuação da demanda ao longo do dia é bem característica de sistema de transporte coletivo em cidades médias brasileiras: um pico maior e mais concentrado no período da manhã, um pico mais alongado no período do almoço, e um pico da tarde menos concentrado do que o pico da manhã.

Mais uma vez aqui chama a atenção a redução drástica de demanda nos períodos noturnos (após as 19 horas), conforme já analisado quando da apresentação da flutuação da oferta (quantidade de partidas de ônibus).

Também chama a atenção a pequena demanda nos finais de semana, em função da baixa oferta nesses dias, conforme apresentado na análise da flutuação da oferta.

1.3. Indicadores de desempenho

Entre os indicadores de desempenho mais utilizados para a análise de um sistema de transporte coletivo estão o Índice de Passageiros por Quilômetro (IPK) e o Passageiros por veículo por dia (PVD).

O IPK é o resultado da divisão da quantidade de passageiros transportados pela quilometragem percorrida pelos ônibus na prestação do serviço de transporte coletivo. A quantidade de passageiros é uma variável que indica receita e prestação do serviço, enquanto a quilometragem indica os custos envolvidos na prestação do serviço.

Normalmente os estudos de transporte produzem dois indicadores de IPK: o IPK físico, que é a relação entre a quantidade de total de passageiros transportados pela quantidade de quilômetros percorridos; e o IPK econômico (ou equivalente), que é a relação entre os passageiros equivalentes econômicos (retirando as gratuidades, ou seja, a arrecadação tarifária total) pela quantidade de quilômetros percorridos.

A Figura 13 mostra os valores de IPK físico e equivalente para as linhas do sistema, bem como para as linhas de cada região da cidade. O que mais chama a atenção é que o IPK equivalente é apenas a metade do físico, indicando que cerca de metade dos usuários possui algum tipo de benefício.

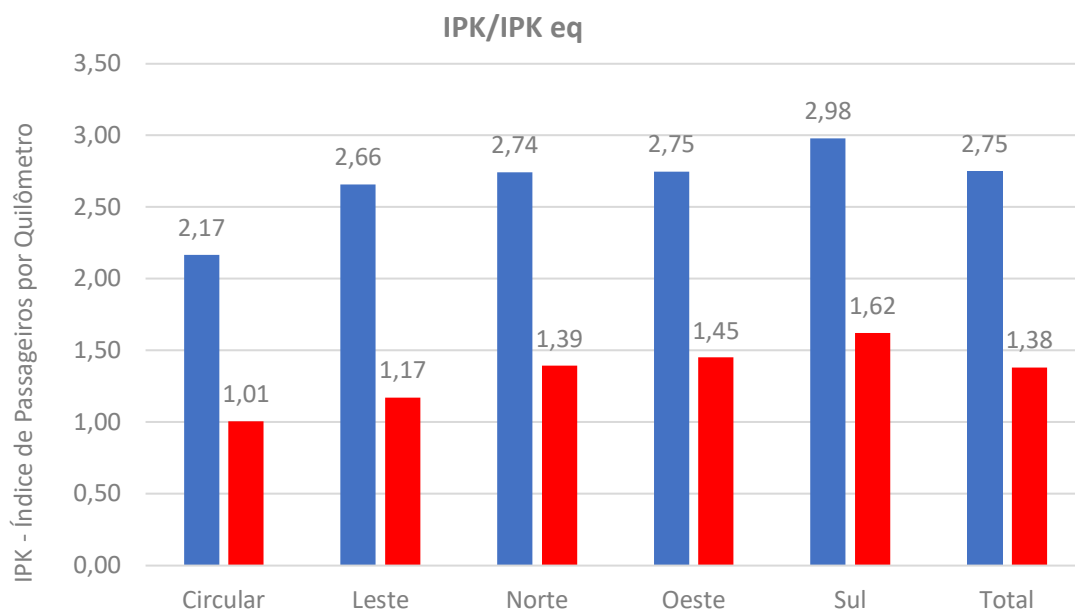


Figura 13: IPK físico e equivalente

A Figura 14 mostra o indicador de PVD que, assim como no caso do IPK, possui dois valores: PVD físico e PVD equivalente. Também nesse caso fica claro a grande diferença entre os dois indicadores, com o equivalente sendo a metade do indicador físico.

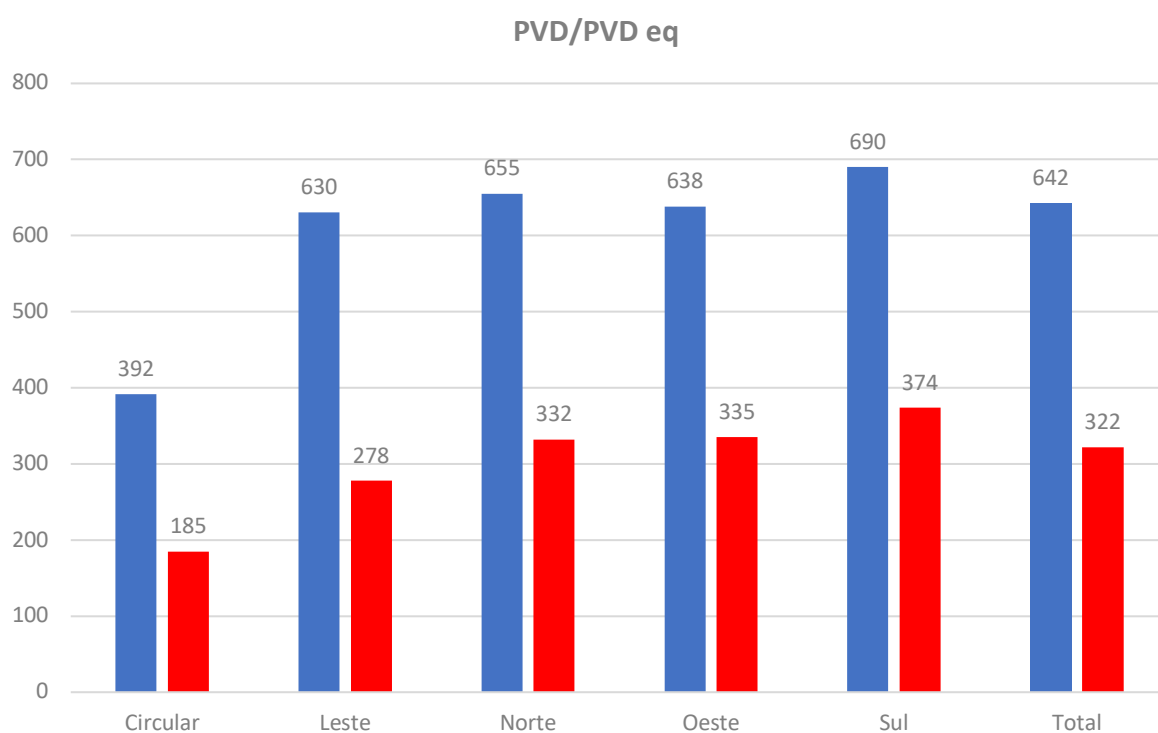


Figura 14: PVD físico e equivalente

2. MATRIZ ORIGEM-DESTINO DE VIAGENS

Este capítulo tem como objetivo apresentar a construção e análise da Matriz OD do sistema de transporte público coletivo do município de Franca elaborada a partir dos dados de bilhetagem eletrônica do sistema. Assim, seu conteúdo é dividido em três partes: i) primeiro, são apresentadas as bases de dados utilizadas neste processo; ii) em seguida é exposta a metodologia empregada para construção da matriz; iii) por fim, são exibidos os resultados da matriz no período de pico do sistema.

2.1. Bases de dados

A elaboração de matrizes OD baseadas nas informações dos sistemas de bilhetagem eletrônica necessita de dois tipos de dados: 1) as validações georreferenciadas realizadas pelos usuários do sistema e 2) um zoneamento definido para a agregação das viagens. A partir das validações (comumente chamadas de *bilhetadas*) é que se captam os deslocamentos realizados pelos usuários, que são posteriormente agrupados nas zonas origem-destino do zoneamento utilizado.

No caso do sistema de Franca, as bilhetadas não possuem o registro de sua localização, visto que os equipamentos validadores embarcados não dispõem dessa funcionalidade. Assim, os dados de bilhetagem fornecidos pelo SIT-Franca, foram associados às informações de posicionamento dos veículos dispostas nos sistemas AVL utilizados nos veículos. Na próxima seção, as estruturas destes dois bancos de dados e os procedimentos realizados em sua compatibilização são detalhados.

Com relação ao segundo dado necessário para construção de uma Matriz OD, o zoneamento, optou-se por utilizar o formato mais desagregado possível: os pontos de parada do sistema. Dada a granularidade da informação disposta tanto nos registros de bilhetagem quanto nos registros de GPS¹ dos veículos, pôde-se trabalhar com um zoneamento que representa exatamente os pontos de embarque e desembarque dos usuários, aumentando a qualidade explicativa da matriz quanto aos deslocamentos realizados no território. Os pontos de parada cadastrados como zonas têm como origem o banco de dados GTFS disponibilizado

¹ Sigla em inglês para “*Global Positioning System*”, ou Sistema de Posicionamento Global no português.

pela empresa São José. A seção seguinte explicita a sistematização de cada uma destas bases citadas.

2.1.1. Dados de Bilhetagem Eletrônica

Quando um usuário encosta seu cartão de transporte no validador instalado em um ônibus operando na cidade de Franca, diversas informações são registradas no sistema de bilhetagem eletrônica. Para além da identificação de qual cartão foi utilizado, são armazenados, por exemplo, a data e o momento exato da ocorrência, a linha de ônibus correspondente à bilhetada, qual veículo que o validador está acoplado, qual é o tipo do cartão, entre outros.

Para fins da construção da Matriz OD, as informações utilizadas desse registro são as seguintes:

- a. **CARTÃO:** o número identificador do cartão eletrônico utilizado para validar a viagem;
- b. **CÓDVIAGEM:** número identificando a viagem realizada;
- c. **CARRO:** é o número atribuído a cada um dos veículos da frota operacional;
- d. **LINHA:** número e nomenclatura identificadores da linha;
- e. **DATAVALIDAÇÃO:** momento exato da validação do cartão, composto por hora, minuto e segundo para além de dia, mês e ano;
- f. **SENTIDOLINHA:** sentido que o veículo está percorrendo no itinerário da linha;
- g. **APLICAÇÃO:** é o tipo de cartão utilizado (comum, vale transporte, idoso, escolar etc.);
- h. **INTEGRAÇÃO:** identifica se a validação é uma integração ou não;
- i. **VALOR:** valor descontado do usuário pela validação realizada.

Para se ter uma perspectiva da magnitude do banco de dados disponível para análise, no mês de abril de 2024 foram registradas mais de 800 mil validações no sistema, sendo 771 mil em dias úteis, 38 mil aos sábados e 8,5 mil aos domingos e feriados. A Tabela 5 mostra um exemplo da estrutura dos registros gravados no sistema de bilhetagem eletrônica para uma mesma viagem.

Tabela 5: Estrutura de registros de bilhetagem eletrônica

CARTÃO	CÓD VIAGEM	CARRO	LINHA	DATA VALIDAÇÃO	SENTIDO LINHA	APLICAÇÃO	INTEGRAÇÃO	VALOR
1	29928172	6200	A13 - AEROPORTO 3	2024-04-01 05:54:55	Volta	V.T.	I	0
2	29928172	6200	A13 - AEROPORTO 3	2024-04-01 06:11:55	Volta	GRAT IDOSO	N	0
3	29928172	6200	A13 - AEROPORTO 3	2024-04-01 06:13:53	Volta	V.T.	N	5
4	29928172	6200	A13 - AEROPORTO 3	2024-04-01 06:14:38	Volta	SUBSIDIADO	N	3,5
5	29928172	6200	A13 - AEROPORTO 3	2024-04-01 06:14:42	Volta	V.T.	N	5
6	29928172	6200	A13 - AEROPORTO 3	2024-04-01 06:23:21	Volta	GRAT IDOSO	N	0
7	29928172	6200	A13 - AEROPORTO 3	2024-04-01 06:24:06	Volta	SOCIAL	N	5
8	29928172	6200	A13 - AEROPORTO 3	2024-04-01 06:28:46	Volta	ESCOLAR PAG	N	2,5
9	29928172	6200	A13 - AEROPORTO 3	2024-04-01 06:38:33	Volta	ESCOLAR PAG	N	2,5

Nota: O número do cartão foi mascarado para impedir qualquer possibilidade de identificação do usuário.

Fonte: SIT-Franca. Elaboração própria.

2.1.2. Dados do Sistema de Localização Automática de Veículos - AVL

Visto que o sistema de bilhetagem eletrônica não inclui o registro da localização onde ocorreram cada uma das validações, esse registro foi recuperado através dos arquivos do sistema de Localização Automática de Veículos (AVL) fornecidos pelo SIT-Franca.

O AVL é a denominação dada para os sistemas de posicionamento e comunicação de veículos em tempo real, contando com tecnologia GPS e transmissores de dados. Utilizado usualmente para realizar o monitoramento da frota pelas operadoras, o AVL possui grande potencial no planejamento dos sistemas de transporte público, pois permite aferir se as viagens de determinada linha estão atrasadas, adiantadas ou no horário. Nos arquivos do sistema AVL disponibilizados constam as seguintes informações:

- j. IdViagem:** número de identificação para cada uma das viagens realizadas por um veículo;
- k. Veículo:** número identificador de cada um dos veículos cadastrados na frota operacional;
- l. IdLinha:** número identificador da linha em operação;
- m. Sentido:** sentido que o veículo está percorrendo no itinerário da linha;
- n. DataHoraGPS:** momento exato do registro da posição do veículo, composto por dia, mês, ano e hora, minuto e segundo;
- o. Longitude:** longitude em graus e décimos de grau da posição do veículo no instante registrado;
- p. Latitude:** latitude em graus e décimos de grau da posição do veículo no instante registrado;
- q. Empresa:** empresa que opera a linha.

Para cada veículo operando no sistema temos, portanto, uma grande quantidade de registros apontando sua localização enquanto se realizam as viagens no itinerário determinado. Considerando os arquivos fornecidos, no mês de abril de 2024 constam mais de 6,8 milhões de posições registradas. Destas, mais de 6 milhões correspondem à operação em dias úteis, 500 mil aos sábados e 268 mil aos domingos e feriados. A Tabela 6 apresenta um exemplo dos dados disponíveis para uma mesma viagem.

Tabela 6: Estrutura dos registros de AVL

idViagem	Veículo	idLinha	Sentido	DataHoraGPS	Longitude	Latitude	Empresa
1993732267	700	101/L01	I	2024-04-01 05:05:01	-47,423191	-20,509724	São José - Urbano
1993732267	700	101/L01	I	2024-04-01 05:05:05	-47,42366	-20,510145	São José - Urbano
1993732267	700	101/L01	I	2024-04-01 05:05:22	-47,424385	-20,510237	São José - Urbano
1993732267	700	101/L01	I	2024-04-01 05:05:22	-47,424599	-20,510235	São José - Urbano
1993732267	700	101/L01	I	2024-04-01 05:05:34	-47,424934	-20,51012	São José - Urbano

idViagem	Veículo	idLinha	Sentido	DataHora GPS	Longitude	Latitude	Empresa
1993732267	700	101/L01	I	2024-04-01 05:05:34	-47,424599	-20,510235	São José - Urbano
1993732267	700	101/L01	I	2024-04-01 05:05:42	-47,424988	-20,509588	São José - Urbano
1993732267	700	101/L01	I	2024-04-01 05:05:49	-47,425243	-20,509289	São José - Urbano
1993732267	700	101/L01	I	2024-04-01 05:06:03	-47,426468	-20,51042	São José - Urbano

Fonte: SIT-Franca. Elaboração própria.

2.1.3. Pontos de Parada

A estruturação de uma Matriz OD necessita, essencialmente, da definição de um zoneamento no qual será contabilizado o número de viagens realizadas entre cada uma de suas zonas. Em estudos de planejamento de transporte são utilizadas variadas definições de zonas, as quais podem representar setores censitários, bairros, distritos, zonas de tráfego ou municípios. Aqui, valendo-se da possibilidade de se trabalhar com dados espaciais com nível de desagregação tão alto, como os dos sistemas de bilhetagem e AVL, optou-se por definir cada ponto de parada do sistema como uma zona. Dessa forma, é possível analisar no nível dos pontos os padrões de deslocamentos dos usuários de maneira mais precisa.

Para consolidar o banco de dados dos pontos de parada de Franca, foi solicitado ao SIT-Franca o arquivo GTFS relativo ao mês de abril de 2024 de sua operação no município. O GTFS, sigla que vem das iniciais de *General Transit Feed Specification* (em português: Especificação Geral de Informações de Transporte Público) consiste em um conjunto de arquivos de texto estruturados que descrevem as informações essenciais sobre um sistema de transporte público, como horários de viagens, rotas, paradas e estrutura tarifária. Elaborada há mais de dez anos em parceria entre a empresa Google e a agência de trânsito de Portland, a TriMet, o GTFS estabelece um padrão na especificação dos dados de oferta de transporte público que possibilita que organizações de transporte público, empresas privadas e usuários em geral consigam analisar, processar e desenvolver aplicações relativas aos serviços de transporte. Aplicativos de roteirização de viagens como os disponíveis no Google Maps ou no Moovit, por exemplo, usam esses arquivos para oferecer ao usuário final maneiras mais eficientes e convenientes para planejar suas viagens.

O arquivo GTFS disponibilizado pelo SIT-Franca apresenta um volume robusto de pontos de paradas cadastrados, com detalhamento do sequenciamento dos pontos para cada rota percorrida pelas linhas de ônibus. A Figura 15 representa a distribuição dos pontos registrados no sistema de Franca.

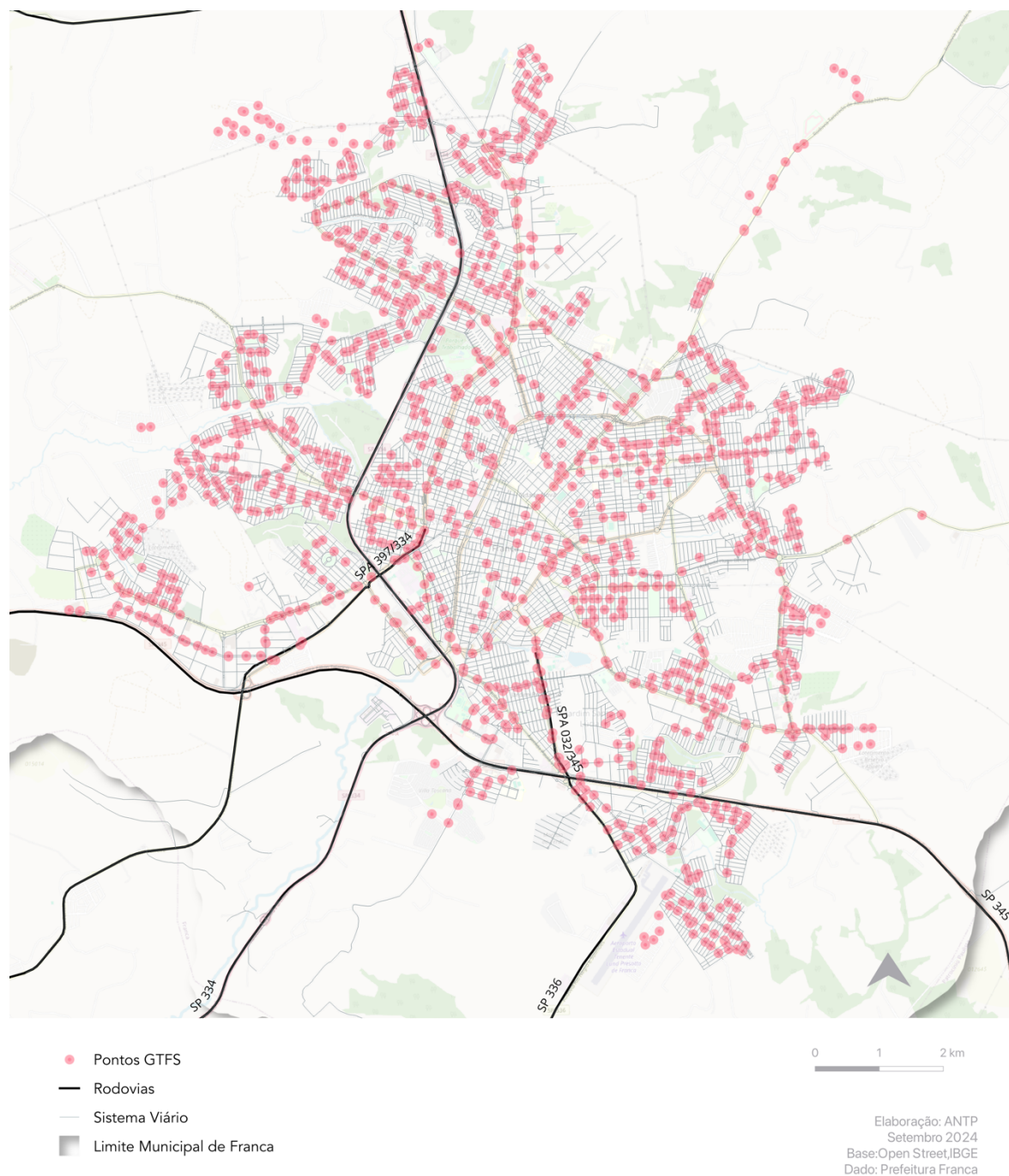


Figura 15: Pontos GTFS Franca

2.1.4. Metodologia

Após a descrição das bases de dados necessárias para a elaboração da matriz OD, tratamos nesta seção de cada um dos processos realizados em sua construção. A fim de ilustrar os passos a serem recorridos, a Figura 16 traz um diagrama encadeando cada um deles. Primeiro, o fluxo superior mostra que a determinação do universo de viagens a ser representado pela matriz parte exclusivamente da consolidação da base de dados da bilhetagem. Abaixo, encontra-se o fluxo que culmina na constituição da amostra de viagens.

Partindo dos insumos fornecidos pelos sistemas de bilhetagem eletrônica e de AVL, é possível referenciar as validações geograficamente, as quais serão posteriormente vinculadas a uma zona OD representada por um ponto de parada cadastrado. Utilizando o método de encadeamento de viagens, os registros da bilhetagem permitem inferir o número de viagens realizadas entre pares de zonas, constituindo assim nossa amostra. Por fim, expandindo a amostra para representar o universo de viagens do sistema, chegamos à matriz OD de fato.

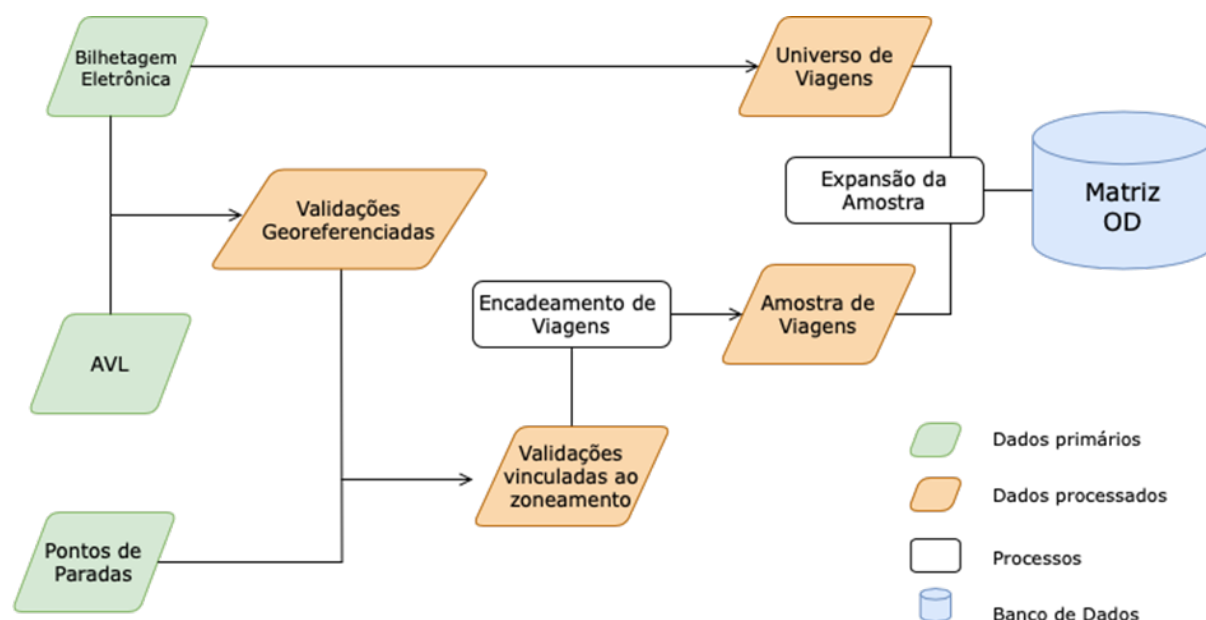


Figura 16: Construção da Matriz OD

Fonte: Elaboração própria.

Para descrever de maneira detalhada por todo esse processo, esta seção encontra-se dividida em três itens. O primeiro item, que segue a esta pequena introdução, define o universo de viagens a ser representado. O segundo item aborda todas as etapas percorridas

na construção da amostra de viagens. Finalmente, o terceiro item se reserva à apresentação do método de expansão da amostra.

2.1.5. Definição do universo de viagens

O objetivo da matriz OD é representar com a maior fidelidade possível o padrão de deslocamento dos usuários que acessaram o sistema de transporte público de Franca. No entanto, como será demonstrado abaixo, para apenas parte das viagens realizadas conseguimos estimar qual sua origem e seu destino. Para que a matriz possa, ainda assim, retratar todas as viagens do sistema, precisamos saber quantas validações foram realizadas em cada linha no período analisado. Esse quantitativo de validações é o que chamamos de universo de viagens.

Para construir a matriz OD dos dias úteis, o universo de viagens é constituído pela média diária de validações por linha e por faixa horária, descontando-se as integrações. Como no sistema de Franca o usuário pode realizar um transbordo gratuito entre linhas que não são do mesmo grupo (não possuem a mesma letra em seu código) em um período de duas horas, o sistema de bilhetagem identifica quais validações se trata de integrações. Dado que uma integração aponta que o usuário está realizando naquele local apenas a transferência entre linhas para chegar ao seu destino, é importante que na construção do universo de viagens esses registros sejam descontados, para que não se atribua erroneamente este local com um destino de viagem.

Visto que temos as informações da bilhetagem para os 22 dias úteis de abril de 2024, a média diária corresponde a uma boa aproximação do montante de validações de um dia típico de operação. E a consolidação por faixa horária possibilita trabalharmos com a expansão da matriz para períodos específicos do dia. Neste caso, um período de especial interesse é aquele que possui a maior demanda observada, visto que esta será a balizadora do dimensionamento da oferta.

A Figura 17 representa a média de validações em dias úteis por faixa horária de todo o sistema. Como pode-se notar, o período de maior demanda se encontra entre as 5h30 e 6h30 da manhã, com uma média diária de 3,9 mil validações. Como de costume em estudos de planejamento de transportes, adotaremos como referência a hora-pico encontrada e a faixa

horária adjacente com maior demanda, para que o universo represente um período-pico de duas horas. Aqui, o período-pico manhã, como será chamado daqui para frente, consiste no intervalo entre 5h30 e 7h30.

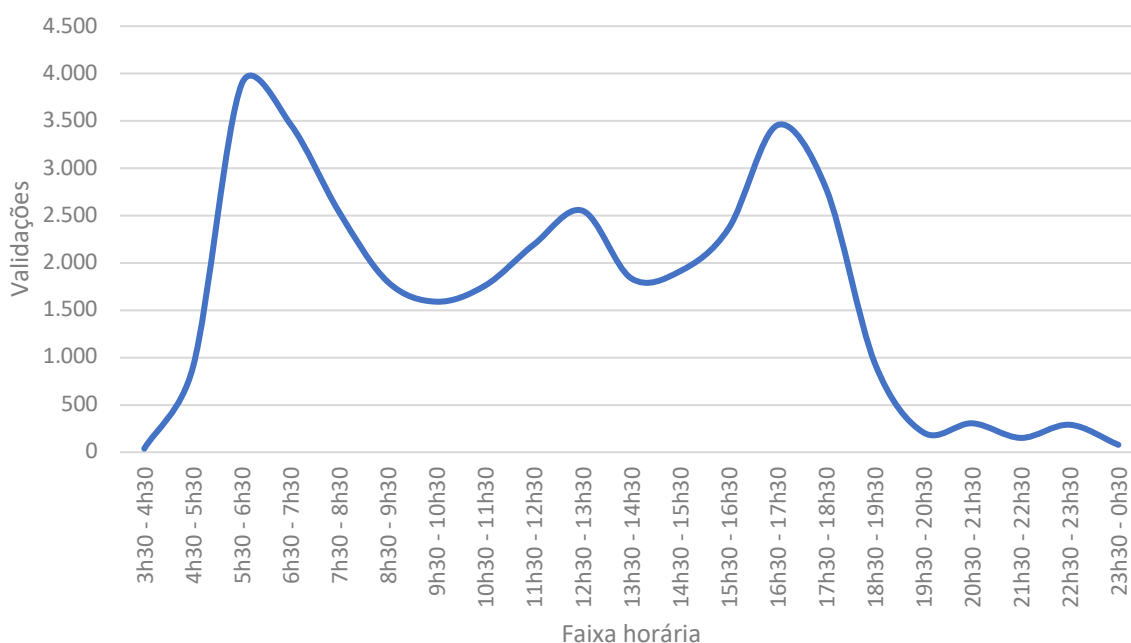


Figura 17: Média diária de validações em dias úteis – Abril/2024

Fonte: Dados de bilheteira eletrônica/ SIT-Franca. Elaboração própria.

Uma vez definido o período-pico manhã, o universo de viagens foi delimitado para a faixa horária das 5h30 às 7h30, sendo este o intervalo de referência para a construção da matriz OD. A Tabela 7 apresenta para cada linha o total de embarques iniciais em dias úteis do mês e sua média diária neste intervalo de duas horas, ou seja, o número de validações descontando-se as integrações.

Tabela 7: Universo de viagens por linha entre 5h30 e 7h30 em dias úteis – Abril/2024

Linha	Universo Abril	Média diária
A13	11.925	542
A14	6.787	309
C01	984	45
C02	904	41
C03	656	30
C06	8.043	366

Linha	Universo Abril	Média diária
C31	5.440	247
D11	621	28
D12	7.050	320
E19	1.508	69
E25	1.293	59
G33	508	23
H05	7.091	322
J08	237	11
K21	1.173	53
L01	5.133	233
L02	3.650	166
L03	2.543	116
L04	5.798	264
L20	6.249	284
LTL	879	40
LTN	237	11
LTO	981	45
LTS	578	26
M07	4.225	192
M09	3.863	176
M10	7.997	364
N15	2.126	97
N18	4.457	203
O17	1.904	87
P01	928	42
P23	4.870	221
S26	838	38
T22	2.664	121
T30	6.796	309
U28	2.057	94

Fonte: Dados de bilhetagem eletrônica/ SIT-Franca. Elaboração própria.

2.1.6. Cálculo da amostra de viagens

Se o universo de viagens tem como finalidade trazer à matriz o quantitativo de viagens que foram realizadas no sistema no período analisado, a amostra cumpre o papel de distribuir essas viagens ao longo do território, representando os desejos de viagens observados. A amostra compõe o que chamamos de “estrutura” da matriz, fornecendo a cada zona de origem quais os principais destinos de viagem que foram encontrados no processamento da bilhetagem.

Com a posterior expansão da amostra, tais proporções de destinos por zona de origem se tornam valores absolutos de número de viagens.

A definição da amostra por meio dos dados de bilhetagem eletrônica tem como elemento fundamental conseguir identificar os deslocamentos realizados por um mesmo usuário ao longo do dia. Para isso, é necessário tanto que o cartão utilizado no momento da validação represente um indivíduo, quanto que esse cartão seja validado ao menos duas vezes em um dia. Isso porque, mapeamos as bilhetadas de um mesmo usuário para estimar quais foram os deslocamentos que eles fizeram. Novamente, as validações que são integrações também são descartadas na construção da amostra, visto que elas não informam origens ou destinos das viagens realizadas pelos usuários, apenas as transferências feitas. Assim, do total de 771 mil de bilhetadas em dias úteis, ficamos com 458 mil registros após excluirmos os cartões que não representam um usuário – como os usados por motoristas quando a viagem é paga em dinheiro – aqueles que registraram apenas uma validação no dia, e os registros de integrações.

Em seguida, o próximo passo foi a espacialização destas observações, visto que o componente espacial é essencial na composição de uma matriz. Como já apontado anteriormente, os dados do sistema de bilhetagem não apresentam a informação da localização onde as validações ocorreram, fazendo necessário lançarmos mão do banco de dados dos sistemas AVL.

O procedimento realizado foi o seguinte: no registro de uma validação constam o veículo em que ela foi realizada e o exato momento que ela ocorreu. Com estas duas informações, foram procurados os registros de GPS deste mesmo veículo e selecionado aquele que possui o horário mais próximo. Com isso, atribui-se a localização do veículo registrada no AVL à validação. Esse processo é feito para todas as observações da amostra.

Visto que nem sempre existem registros de GPS temporalmente próximos a uma bilhetada, se faz necessário adotar intervalos máximos aceitáveis entre estes dois fenômenos. Aqui, foi admitido como intervalo máximo uma janela temporal de 6 minutos, para que a posição estimada para a validação não esteja muito distante do local em que ela de fato ocorreu. Aproximadamente 95% das validações encontram-se dentro deste intervalo, sendo possível inferir sua localização com certa precisão. Assim, as observações cuja localização não foi possível ser inferida foram descartadas da amostra. A Figura 18 apresenta a distribuição das bilhetadas no território.

Seguindo o fluxo para elaboração da amostra de viagens ilustrado pela Figura 16, o passo seguinte foi a vinculação das validações ao zoneamento. Como apresentado na seção anterior, cada zona é representada por um ponto de parada do sistema. A vinculação das validações às zonas consistiu, portanto, na sua vinculação às paradas cadastradas.

Uma vez que as bilhetadas encontram-se agora em um formato georreferenciado, assim como os pontos de parada, a correspondência entre validação e zona passa a ser uma operação essencialmente espacial. Com base na relação dos pontos de parada que servem cada linha, foi possível selecionar o ponto que se encontrava mais próximo de uma validação e que necessariamente atende à respectiva linha registrada na bilhetada. Assim como no procedimento anterior, se fez necessário adotar um limite de distância máximo entre uma validação e o ponto de parada mais próximo, tendo em vista que tal ponto será compreendido como aquele em que foi realizado o embarque correspondente. Como se convencionou na aplicação desta metodologia, adotou-se um limite de distância de 400 metros, a partir do qual enxerga-se um potencial de incorrer em imprecisões na estimação do embarque dos passageiros. Retirando as observações que apresentaram distâncias para uma parada maior que este limite, permanecemos com 98,5% das validações da amostra.

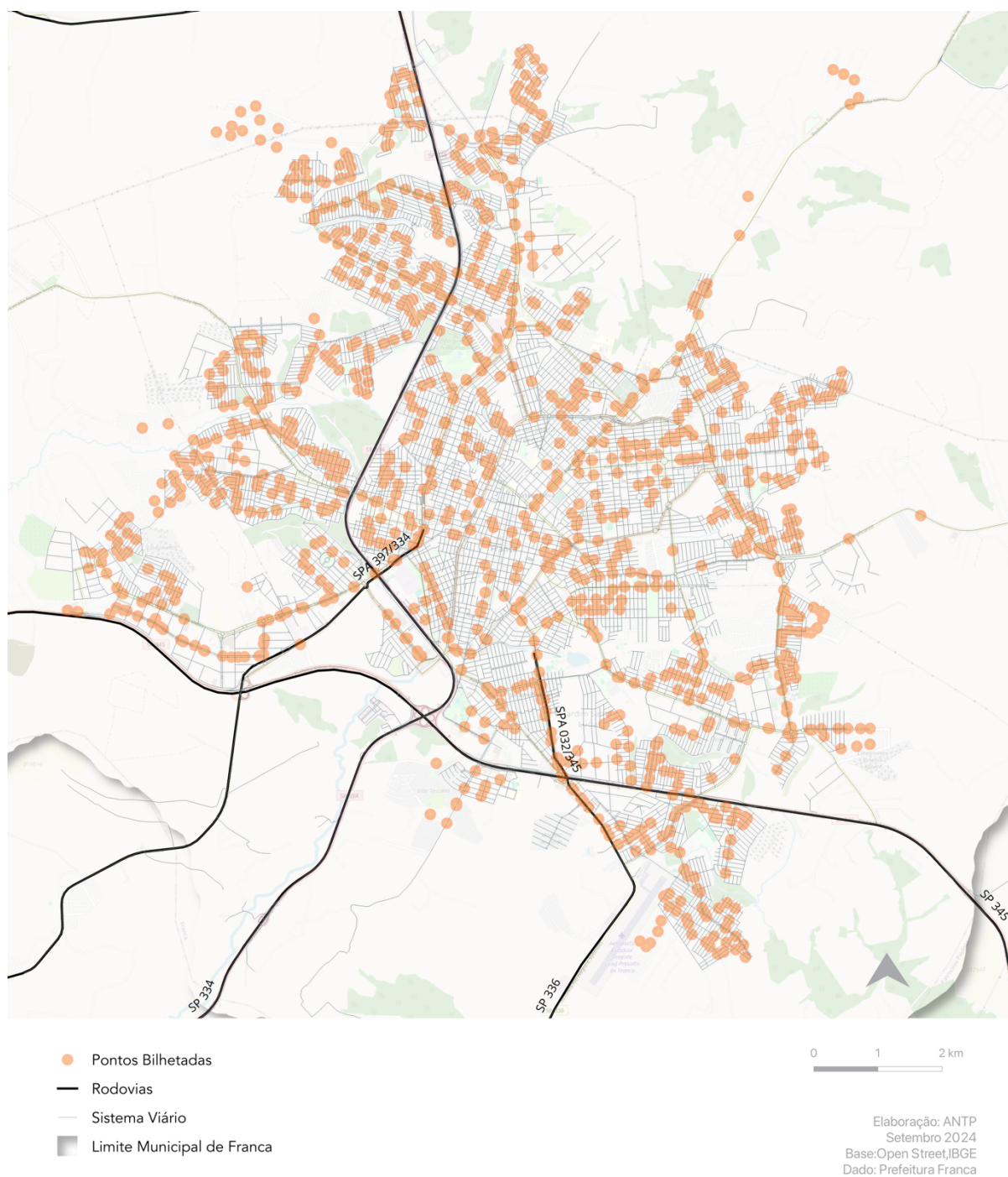


Figura 18: Localização das Bilhetadas

Agora que cada validação possui um ponto de parada relacionado, é possível visualizar, por exemplo, a distribuição das bilhetadas por ponto de parada na amostra (Figura 19).

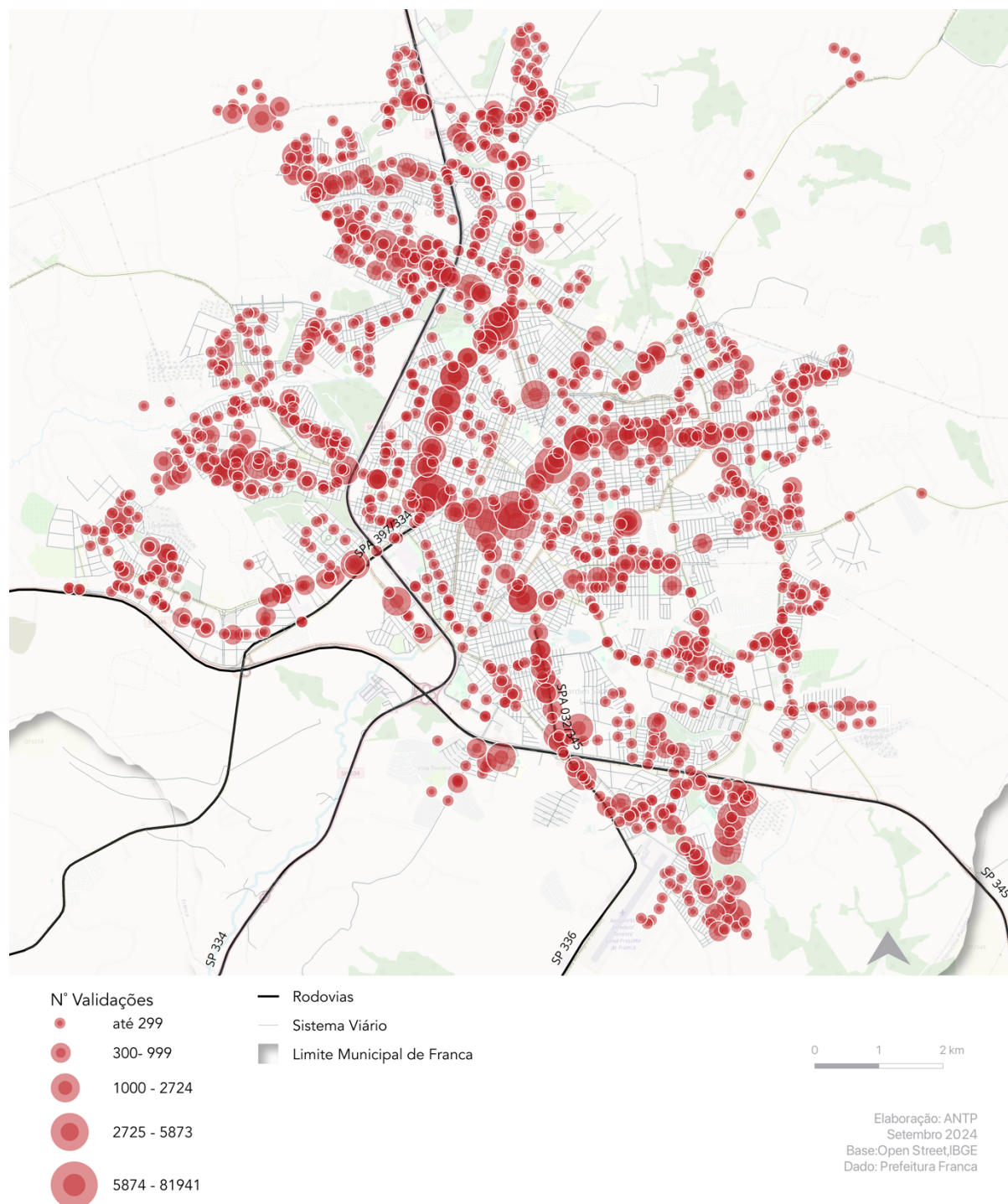


Figura 19: Bilhetadas por ponto de parada

Uma vez estimada a zona OD em que ocorreu cada bilhetada na amostra, a etapa seguinte consistiu na composição das viagens realizadas por cada usuário. No sistema de transporte público de Franca, assim como na maioria das cidades brasileiras, o passageiro valida seu cartão de transporte somente ao embarcar em um veículo, não realizando a validação também

no momento de desembarque. Com isso, os dados de bilhetagem têm a capacidade de proporcionar uma fotografia nítida da distribuição das origens de viagem no sistema, mas não necessariamente dos destinos. Para superar este desafio, os trabalhos no campo de planejamento de transportes têm utilizado um método que vem se provando eficiente para estimar também os locais para onde os usuários se deslocaram.

Chamado de *trip-chaining method*, traduzido livremente por método de encadeamento de viagens, esta metodologia se vale da premissa de que o local em que o usuário realizou sua segunda validação no dia é um bom palpite do destino da viagem iniciada pela sua primeira validação. Tal hipótese se apoia no fato de que ao existir uma segunda validação do mesmo usuário no dia, há um evento concreto que aponta que aquele passageiro se deslocou até aquele ponto após embarcar no veículo em que ele realizou sua primeira validação. Ou seja, é muito provável que seu destino de viagem tenha se dado nas proximidades daquele local. Esta lógica é aplicada para todas as validações registradas em um mesmo cartão em um dia, possibilitando inferir todos os deslocamentos daquele usuário. Novamente, a identificação das integrações no banco de dados da bilhetagem permite filtrar estas validações na análise, visto que os locais de transferência não são considerados como pontos de origem ou de destino de viagens, apenas pontos de transbordo. Já para a última validação de um cartão no dia, assume-se que seu destino é o local de origem da primeira validação registrada, entendendo que o passageiro costuma retornar para o mesmo local de onde partiu no início do dia.

Para ilustrar graficamente esta metodologia de encadeamento de viagens, a Figura 20 representa um exemplo simples, em que um cartão apresenta somente duas validações no dia. Os elementos concretos que retiramos do processamento dos dados de bilhetagem são que este cartão realizou sua **validação 1** às 7h30 e que inferimos ocorrer no ponto de parada A, e de que sua **validação 2** ocorreu às 17h no ponto de parada B. Aplicando a metodologia descrita, temos que este usuário fez a **viagem 1** com origem no ponto A e destino no ponto B. Da mesma forma, sua **viagem 2** teve origem no ponto B e destino no ponto A.

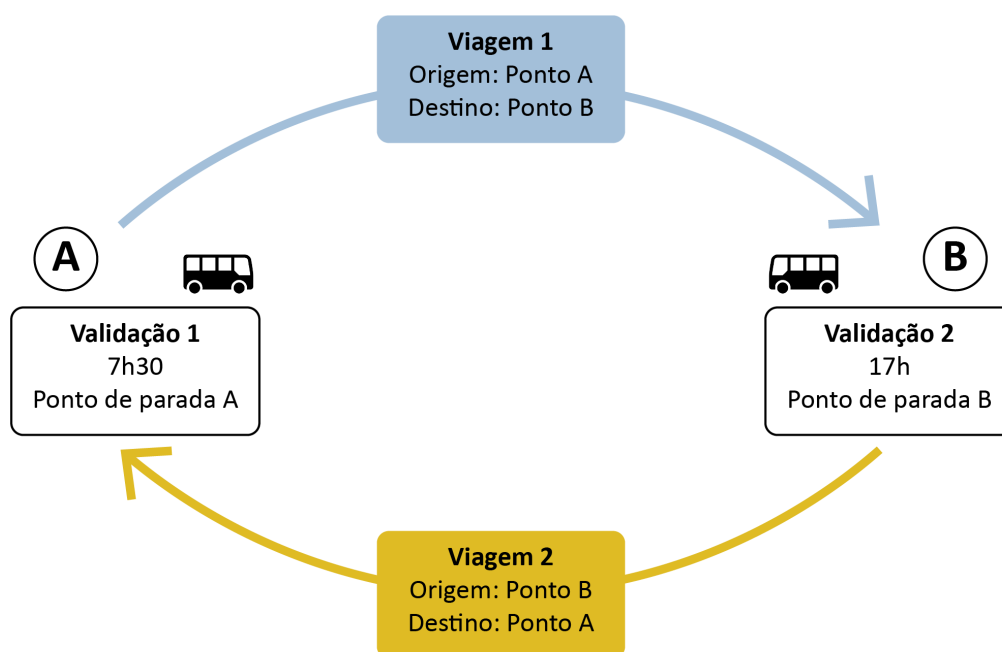


Figura 20: Diagrama do método de encadeamento de viagens – Simples

Fonte: Elaboração própria.

Partindo para um caso um pouco mais complexo, a Figura 21 adiciona viagens com integração. Em vez de se observarem somente dois registros para o cartão no dia, são observados quatro, sendo dois destas integrações. Neste caso, temos que o passageiro realizou a **validação 1** às 7h30 no ponto de parada A, a **validação 2** às 8h30 na parada B, a **validação 3** às 17h na parada C e por fim, a **validação 4** às 18h na parada B. Para efeitos da construção da matriz OD, contabilizamos que este usuário também realizou apenas duas viagens nesse dia. Isso porque as integrações demonstram somente um processo de transbordo que o usuário teve que realizar para chegar no seu destino a partir de sua origem.

Desta forma, inferimos que a viagem 1 teve como origem o ponto A e destino no ponto C e que a viagem 2 se originou no ponto C com destino ao ponto A.

Este formato de corrente que liga as validações por viagens é justamente o que inspira sua denominação em inglês de *trip-chaining*. Este aspecto ressalta, inclusive, uma das limitações inerentes ao método, que é assumir que os usuários realizam apenas deslocamentos via transporte público, não abarcando a possibilidade de integração intermodal nas viagens. Para esta finalidade, pesquisas Origem-Destino domiciliares apresentam vantagens, pois conseguem detalhar todas as formas de deslocamento realizadas, inclusive compreendendo

seus motivos. No entanto, com este processamento dos dados de bilhetagem, se faz possível utilizar os milhares de registros armazenados em um mês para analisar os mais variados movimentos realizados pelos usuários de transporte público no território. A representatividade da amostra construída neste método é consideravelmente maior que as definidas em outras pesquisas de transportes.

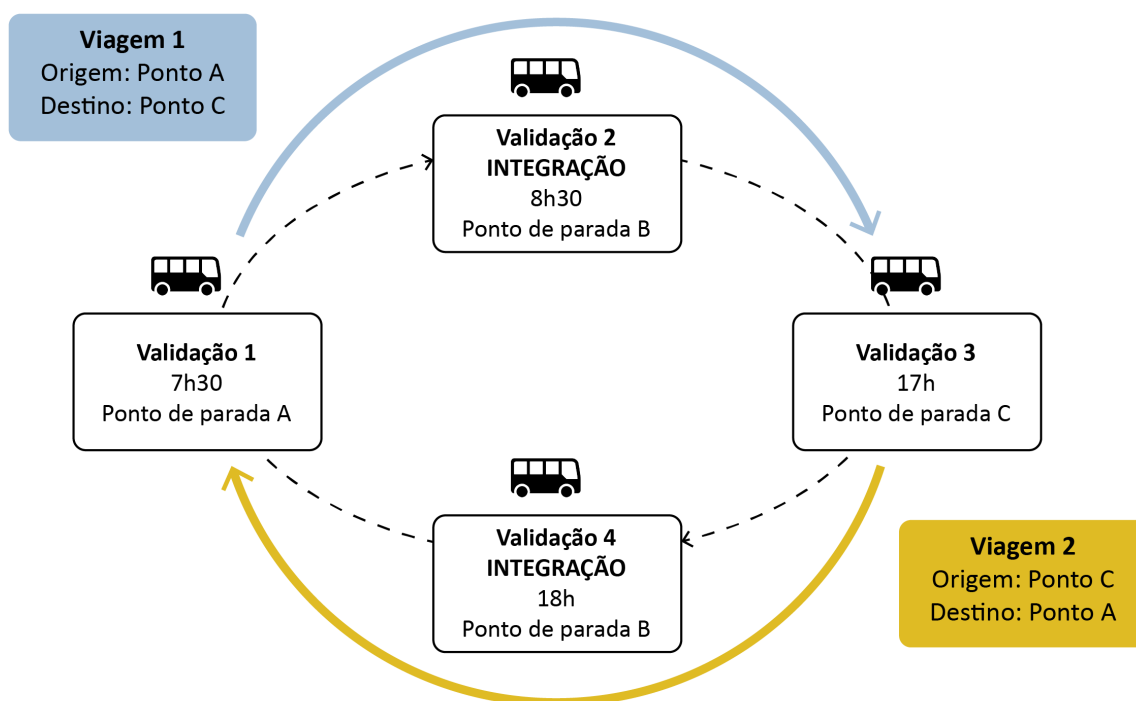


Figura 21: Diagrama do método de encadeamento de viagens – Complexo

Fonte: Elaboração própria.

Portanto, aplicamos a metodologia de encadeamento de viagens para todas as observações da nossa amostra. Seu resultado é a atribuição para cada viagem quais são suas zonas de origem e destino. Visto que possuímos a informação de qual foi a linha acessada na origem de cada viagem, computamos por linha o número de viagens realizadas entre cada par de zonas. Temos então o que chamamos no início desta seção de “estrutura” da matriz, uma distribuição por linha, dos destinos de viagens de cada zona de origem, baseado nos deslocamentos observados.

Para a construção da matriz OD do período-pico do sistema de Franca, selecionamos na amostra somente as viagens iniciadas entre 5h30 e 7h30 da manhã. Assim, a amostra deste período apresenta um conjunto de 62.478 viagens, que representa 51% dos embarques iniciais registrados em dias úteis do mês de abril de 2024, neste mesmo intervalo de tempo. A título

de comparação, amostras de pesquisas domiciliares costumam representar em torno de 7% do universo, e de pesquisas de embarque e desembarque com senha, aproximadamente 25%.

Findado o processo de cálculo da amostra, explora-se no item seguinte o último passo para a elaboração da matriz, a expansão da amostra.

2.1.7. Expansão da amostra

O último passo disposto no diagrama da Figura 16 se refere ao momento de expansão da amostra de viagens elaborada. A expansão consiste na aplicação dos quantitativos observados no universo de viagens à estrutura da matriz disposta na amostra, para que os desejos de viagens ali evidenciados sejam expressos em termos de viagens em um dia típico de operação.

O processo de expansão da amostra do período-pico foi realizado com desagregação linha a linha, ou seja, a amostra de cada linha de ônibus do sistema foi expandida em função do número médio de viagens iniciadas na própria linha no período entre 5h30 e 7h30 em dias úteis.

Diferentemente de estudos baseados em pesquisas de campo, os dados de bilhetagem oferecem amostras significativamente mais abrangentes em termos temporais e espaciais. Permitem, deste modo, a avaliação da variabilidade da amostra ao longo do tempo, obtendo números médios mais precisos e uma representatividade da distribuição espacial de origens e destinos expressivamente maior.

O fator de ponderação da amostra de viagens válidas observadas nos dados de bilhetagem foi calculado em função do número médio de bilhetadas na linha, no período e no ano.

O cálculo é representado na fórmula a seguir:

$$F_{lp} = \frac{E_{lp}}{\sum_{i=1}^Z \sum_{j=1}^Z A_{lpij}}$$

onde:

F_{lp} = fator de ponderação da linha l para o período de pico p;

E_{lp} = número de embarques iniciais na linha l no período de pico p (número de validações sem contabilizar integrações);

A_{lpij} = número de observações na amostra de viagens da linha l com origem na zona i e destino na zona j durante o período de pico p;

Z = número total de zonas.

O número total de viagens no período de pico entre cada par de zonas é dado pela soma (para todas as linhas) do produto entre a amostra de viagens desse par OD em cada linha e o fator de ponderação da respectiva linha, de acordo com a fórmula:

$$V_{ijp} = \sum_{l=1}^L (A_{lp ij} * F_{lp})$$

onde:

V_{ijp} = número de viagens no período de pico p com origem na zona i e destino na zona j;

$A_{lp ij}$ = número de observações na amostra de viagens da linha l com origem na zona i e destino na zona j representativas do período de pico p;

F_{lp} = fator de ponderação da linha l para o período de pico p;

L = número total de linhas

Desta forma, calculamos para cada par de zonas ij o respectivo número de viagens V_{ijp} realizadas entre elas no período de pico. Com isso, chegamos finalmente à matriz Origem-Destino almejada. A apresentação dos resultados contidos nesta matriz é assunto do item que se segue.

2.2. Resultados

Para analisar os resultados da matriz de viagens Origem/Destino do sistema de transporte coletivo de Franca no período de pico manhã a cidade foi subdividida em regiões. As regiões foram definidas em função da atual estrutura da rede de transporte e totalizam 10 macrozonas, conforme apresentado na Figura 22.

As Macrozonas podem ser identificadas com os seguintes bairros e/ou vias de acesso:

- 42

- **Norte 3:** Localizada no centro da região Norte do município, mais próximo da área central, essa macrozona tem como referências os bairros de Pq. São Jorge e UNESP, além da Av. Chico Júlio;
- **Leste:** Abarcando a maior parte da região Leste do município, essa macrozona tem como referências os bairros de Jd. Paulistano, Jd. Panorama e Jd. São Luiz, além das vias Av. Pres. Vargas e Rua Minas Gerais;
- **Sul 1:** Localizada mais ao sul da região Sul do município, essa macrozona tem como referências os bairros de Jd. Aeroporto I, II, III e IV, além das vias Av. César Martins Pirajá e Av. Gabriela de Almeida Pirajá;
- **Sul 2:** Abarcando partes das regiões Sul e Leste do município, essa macrozona tem como referências os bairros de Recanto Elimar, Jd. Noêmia e Res. Zanetti, além das vias Av. São Vicente e Av. Jaime Telini;
- **Sul 3:** Localizada a direita da região Sul do município, essa macrozona tem como referências os bairros de Pq. Progresso e UNIFRAN, além das vias Av. Champagnat e Av. Miguel Sábio de Mello;
- **Oeste 1:** Localizada ao norte da região Oeste do município, essa macrozona tem como referências os bairros de Jd. Dermínio, Res. Santa Maria e Jd. Pulicano, além das vias Rua Francisco Marques e Av. Nossa Senhora de Lurdes;
- **Oeste 2:** Localizada ao sul da região Oeste do município, essa macrozona tem como referências os bairros do Distrito Industrial, Pq. das Esmeraldas e Jd. Zelinda, além da via Av. Wilson Sábio de Mello;
- **Centro:** Envolvendo a área central, inclusive a região da Estação, essa macrozona tem como referências os bairros Centro e Estação, além das vias Av. Antônio Barbosa Filho, Av. Maj. Nicácio e Av. Alonso y Alonso.

O processamento do banco de dados da bilhetagem relativo ao mês de abril de 2024 produziu a matriz de viagens no período de pico manhã (05:30 às 07:30) apresentada na Tabela 8, com as quantidades de viagens realizadas pelos usuários com a macrozona de origem da viagem e com a macrozona de destino das viagens nesse período específico.

No total foram realizadas 5.443 viagens nesse período de pico da manhã, sendo as origens distribuídas nas Macrozonas consideradas e os destinos concentrados no Centro e, em menor escala, na Leste, Norte 3, Sul 3 e Oeste2.

Tabela 8: Quantidade de viagens realizadas por Macrozona

			Norte			Oeste		Sul			Total Origens
	Centro	Leste	1	2	3	1	2	1	2	3	
Centro	58	70	12	21	44	14	53	31	24	49	376
Leste	225	132	5	8	41	14	78	20	29	58	611
Norte 1	446	105	23	10	142	16	58	20	52	77	949
Norte 2	255	58	4	26	69	6	52	16	32	46	564
Norte 3	126	33	16	14	35	4	35	22	20	28	334
Oeste 1	321	118	9	15	69	55	61	31	53	77	810
Oeste 2	134	36	6	9	38	3	69	8	16	18	336
Sul 1	349	104	7	7	69	9	33	42	34	144	799
Sul 2	193	76	7	5	61	6	41	10	47	41	488
Sul 3	63	28	4	4	27	2	11	16	7	13	175
Total Destinos	2.170	760	94	119	595	131	492	216	315	553	5.443

A Tabela 9 mostra a participação percentual de cada par de origem/destino em relação ao total da matriz. Assim, os principais fluxos são as viagens com origem na Norte 1 e destino no Centro (8%), origem na Oeste 1 e destino no Centro (6%), origem na Sul 1 e destino no Centro (6%) e origem na Norte 2 e destino no Centro (5%).

Em termos de origem de viagens, as regiões com maiores volumes de viagens originadas são as Macrozonas Norte 1 (17%), Oeste 1 (15%) e Sul 1 (15%).

Tabela 9: Participação percentual de pares de origem/destino

			Norte			Oeste		Sul			Total Origens
	Centro	Leste	1	2	3	1	2	1	2	3	
Centro	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	7
Leste	4	2	0	0	1	0	1	0	1	1	11
Norte 1	8	2	0	0	3	0	1	0	1	1	17
Norte 2	5	1	0	0	1	0	1	0	1	1	10
Norte 3	2	1	0	0	1	0	1	0	0	1	6
Oeste 1	6	2	0	0	1	1	1	1	1	1	15

	Norte					Oeste		Sul			Total Origens
	Centro	Leste	1	2	3	1	2	1	2	3	
Oeste 2	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	6
Sul 1	6	2	0	0	1	0	1	1	1	3	15
Sul 2	4	1	0	0	1	0	1	0	1	1	9
Sul 3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Total Destinos	40%	14%	2%	2%	11%	2%	9%	4%	6%	10%	100%

A Tabela 10 mostra o destino das viagens com origem em cada Macrozona (%). Como pode ser visto, a exceção da Macrozona Centro, todas as demais possuem o Centro como principal destino e o segundo maior destino no “caminho” para o centro.

Tabela 10: % das viagens com origem em cada Macrozona

	Norte					Oeste		Sul			Total Origens
	Centro	Leste	1	2	3	1	2	1	2	3	
Centro	16	19	3	5	12	4	14	8	6	13	100
Leste	37	22	1	1	7	2	13	3	5	10	100
Norte 1	47	11	2	1	15	2	6	2	5	8	100
Norte 2	45	10	1	5	12	1	9	3	6	8	100
Norte 3	38	10	5	4	11	1	10	7	6	8	100
Oeste 1	40	15	1	2	9	7	8	4	7	10	100
Oeste 2	40	11	2	3	11	1	20	2	5	5	100
Sul 1	44	13	1	1	9	1	4	5	4	18	100
Sul 2	40	16	1	1	12	1	8	2	10	8	100
Sul 3	36	16	2	2	15	1	6	9	4	8	100
Total Destinos	40%	14%	2%	2%	11%	2%	9%	4%	6%	10%	100%

A Figura 23 mostra os locais de origem de viagens no período de pico da manhã a esquerda e em vermelho, com a intensidade da cor aumentando com o aumento do número de origens; e a direita e em azul os locais de destino de viagens no mesmo período. Fica nítido a maior quantidade de viagens com origem nos bairros e destino no Centro e nos corredores de acesso ao Centro.

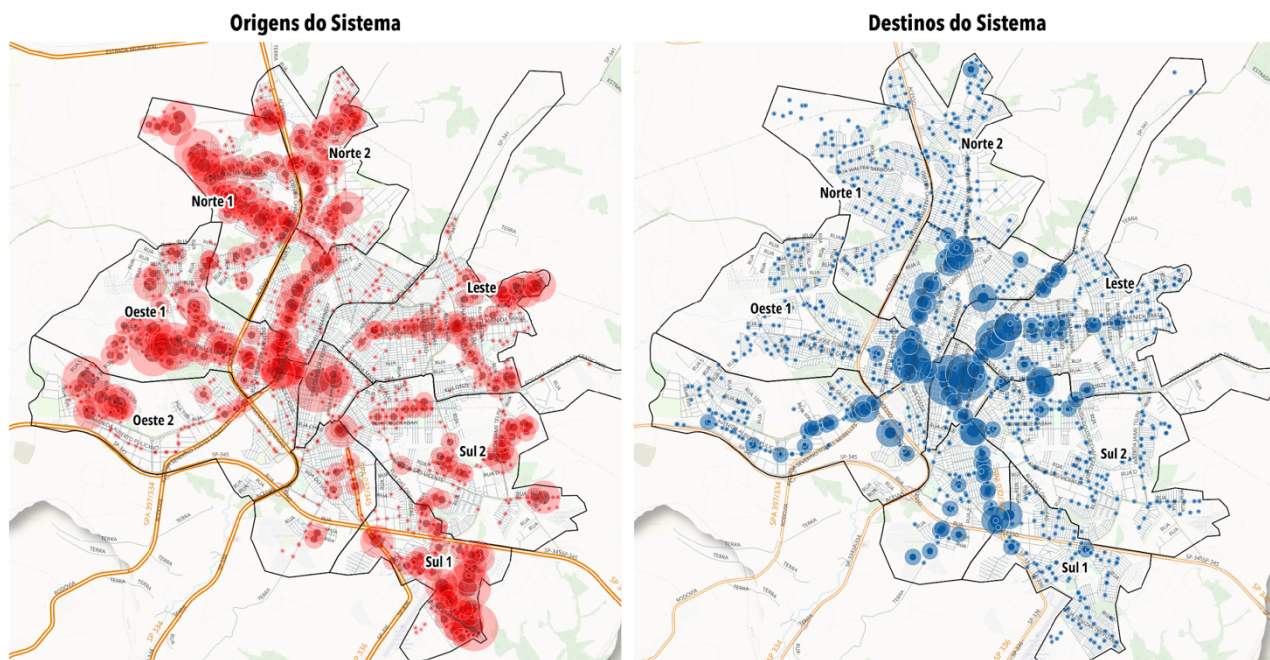


Figura 23: Locais de origem e destino pico manhã no município de Franca

As seções seguintes apresentam as análises específicas para cada Macrozona.

2.2.1. Macrozona Norte 1

Localizada a oeste da região Norte do município, essa macrozona tem como referências os bairros de Pq. Vicente Leporace, Jd. Portinari e Jd. Luiza, além da Av. Dr. Abrahão Brickmann.

Conforme apresentado na Figura 24, os maiores volumes de origem de viagem (esquerda em vermelho) ocorrem nos bairros Jd. Luiza II, Jd. Luiza, Res. Jd. Vera Cruz e, principalmente, ao longo da Av. Dr. Abrahão Brickmann/Pq. Vicente Leporace. Já os principais destinos são o Centro e o “caminho” para o Centro (macrozona Norte3), com algum destino nas regiões Leste e Sul.

A Tabela 11 mostra os destinos das viagens com origem na macrozona Norte 1. Considerando a subdivisão por macrozonas adotadas no presente estudo, os três principais destinos de viagens com origem na Norte 1 são o Centro (47%), a Norte 3 (15%) e a Leste (11%), com significativa presença da macrozona Sul 3 (8%).

Tabela 11: Destinos das viagens com origens na Macrozona Norte 1

	Centro	Leste	Norte			Oeste		Sul			Total Origens
			1	2	3	1	2	1	2	3	
Norte 1	47%	11%	2%	1%	15%	2%	6%	2%	5%	8%	100%

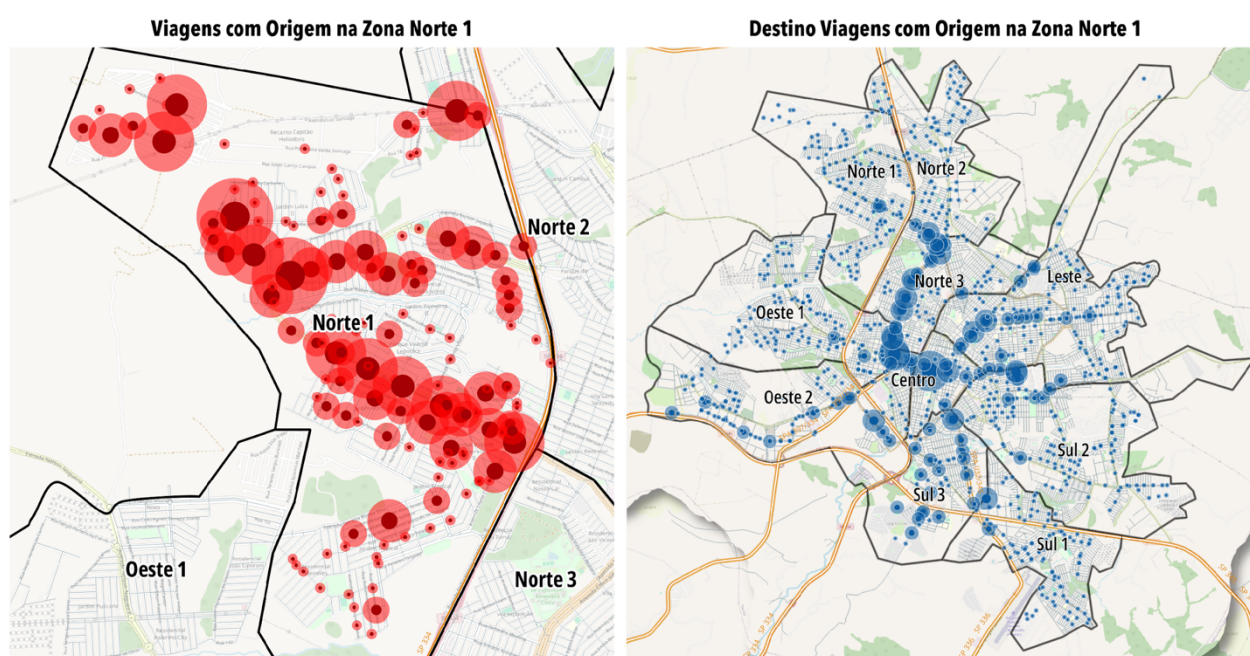


Figura 24: Locais de origem e destino pico manhã na região Norte 1

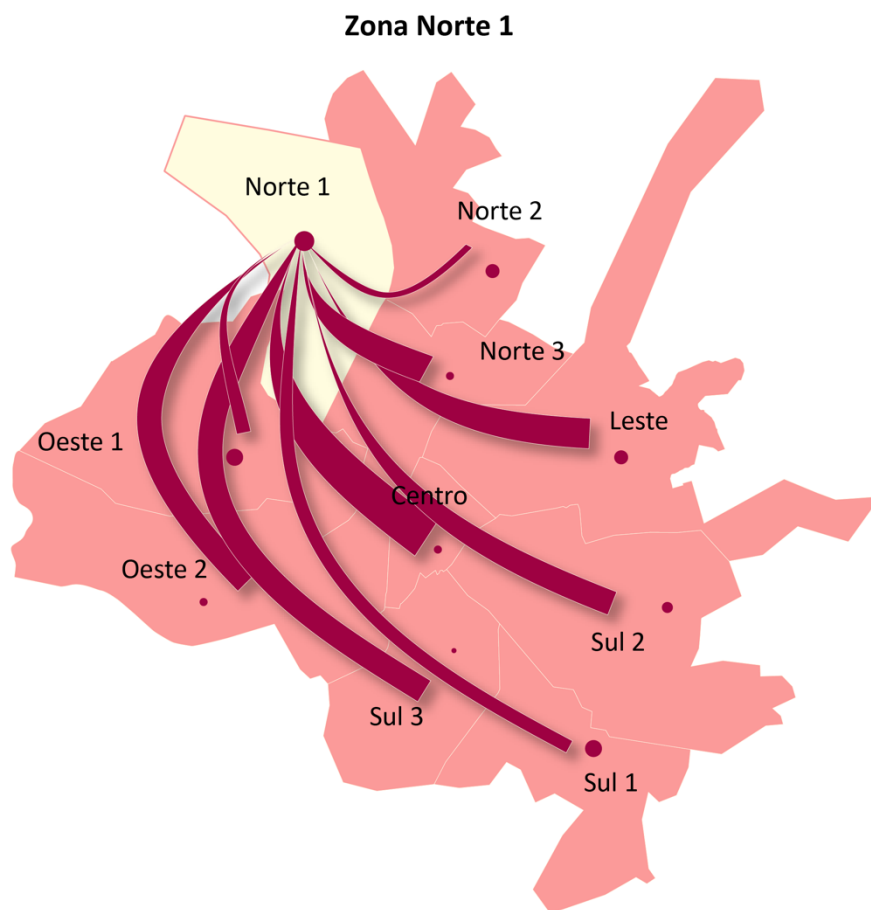


Figura 25: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Norte 1

2.2.2. Macrozona Norte 2

Localizada à leste da região Norte do município, essa macrozona tem como referências os bairros de City Petrópolis, Jd. Cambuí e Horto, além da Av. Dr. Wiliam Azuz.

Conforme apresentado na Figura 26, os maiores volumes de origem de viagem (esquerda em vermelho) ocorrem nos bairros City Petrópolis, Jd. Cambui II, Pq. do Horto, Jd. Redentor e ao longo da Av. Dr. Wiliam Azuz. Já os principais destinos são o Centro e o “caminho” para o Centro (macrozona Norte3), com algum destino nas regiões Leste, Sul e Oeste.

A Tabela 12 mostra os destinos das viagens com origem na macrozona Norte 2. Considerando a subdivisão por macrozonas adotadas no presente estudo, os três principais destinos de viagens com origem na Norte 2 são o Centro (45%), a Norte 3 (12%) e a Leste (10%), com significativa presença da macrozona Oeste 2 (9%) e Sul 3 (8%).

Tabela 12: Destinos das viagens com origens na Macrozona Norte 2

	Centro	Leste	Norte			Oeste		Sul			Total Origens
			1	2	3	1	2	1	2	3	
Norte 2	45%	10%	1%	5%	12%	1%	9%	3%	6%	8%	100%

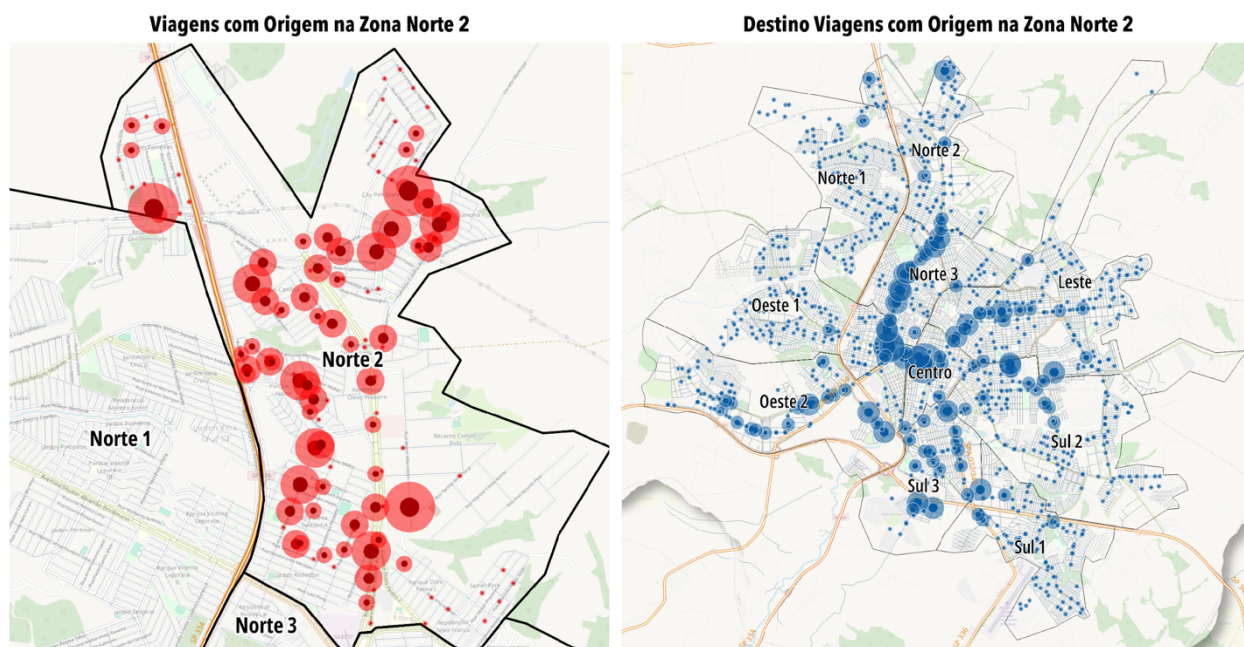


Figura 26: Locais de origem e destino pico manhã na região Norte 2

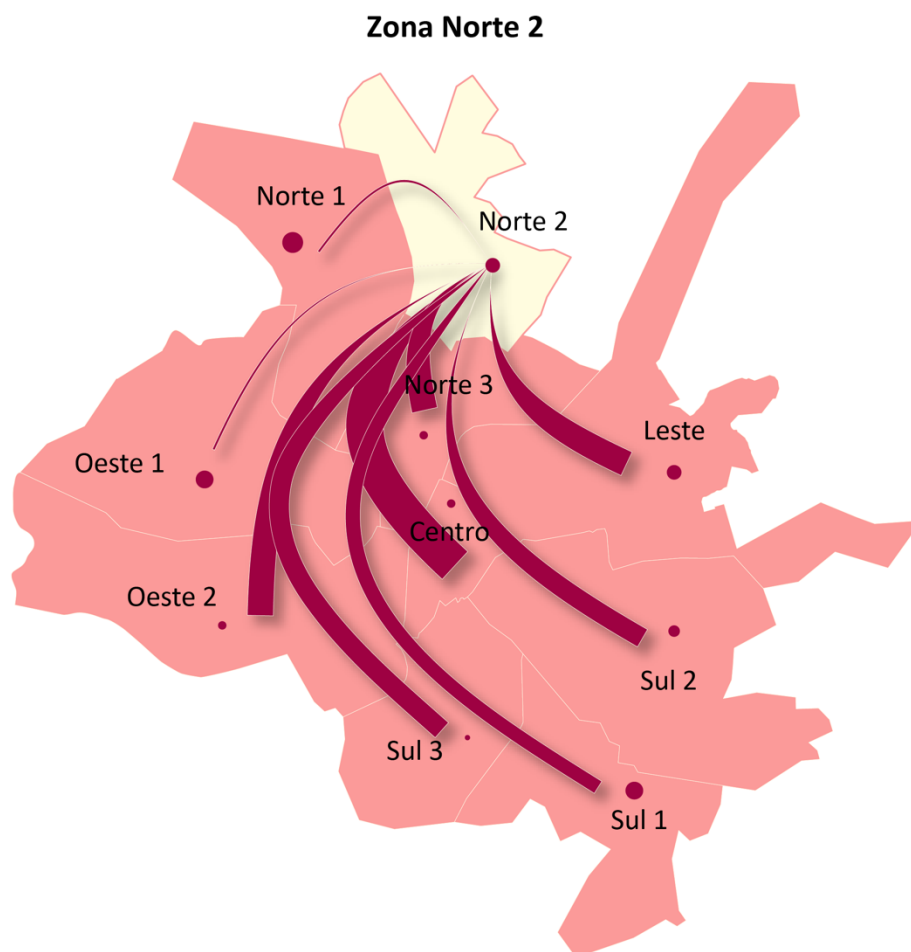


Figura 27: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Norte 2

2.2.3. Macrozona Norte 3

Localizada no centro da região Norte do município, mais próximo da área central, essa macrozona tem como referências os bairros de Pq. São Jorge e UNESP, além da Av. Chico Júlio.

Conforme apresentado na Figura 28, os maiores volumes de origem de viagem (esquerda em vermelho) ocorrem ao longo da Av. Chico Lúlio. Já os principais destinos são o Centro e o “caminho” para a macrozona Norte 1, com algum destino nas regiões Leste, Sul e Oeste.

A Tabela 13 mostra os destinos das viagens com origem na macrozona Norte 3. Considerando a subdivisão por macrozonas adotadas no presente estudo, os principais destinos de viagens com origem na Norte 3 são o Centro (38%), a própria Norte 3 (11%), a Leste (10%) e a Oeste 2, com significativa presença da macrozona Sul 3 (8%).

Tabela 13: Destinos das viagens com origens na Macrozona Norte 3

	Centro	Leste	Norte			Oeste		Sul			Total Origens
			1	2	3	1	2	1	2	3	
Norte 3	38%	10%	5%	4%	11%	1%	10%	7%	6%	8%	100%

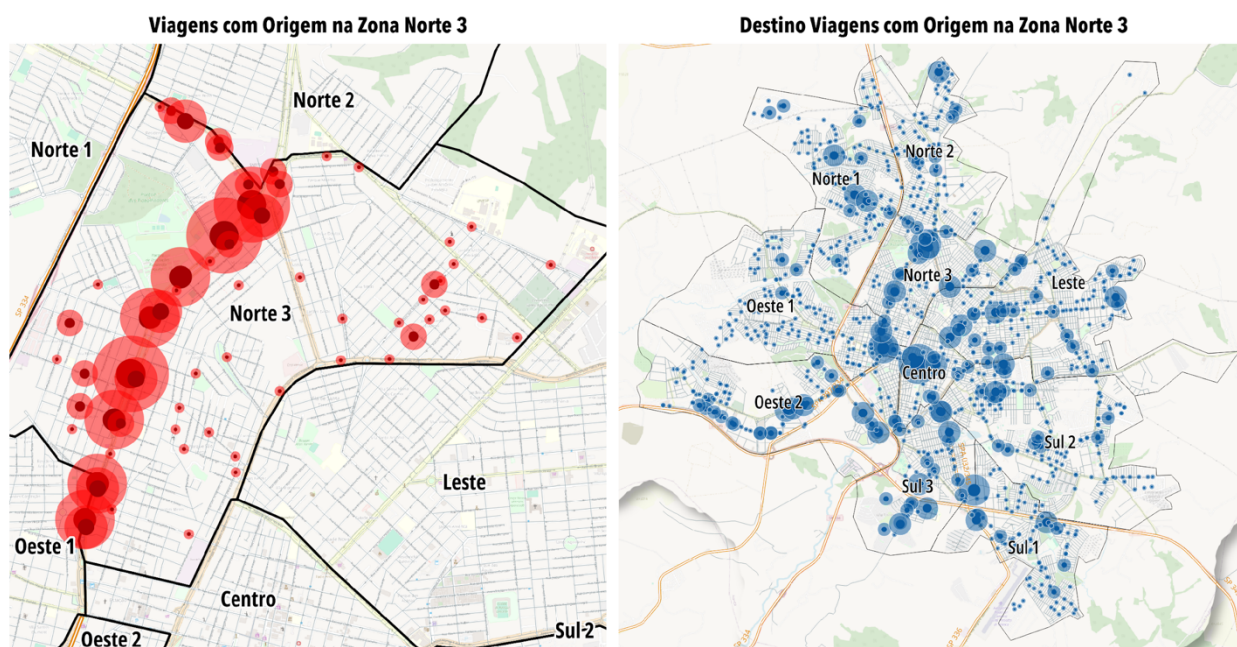


Figura 28: Locais de origem e destino pico manhã na região Norte 3

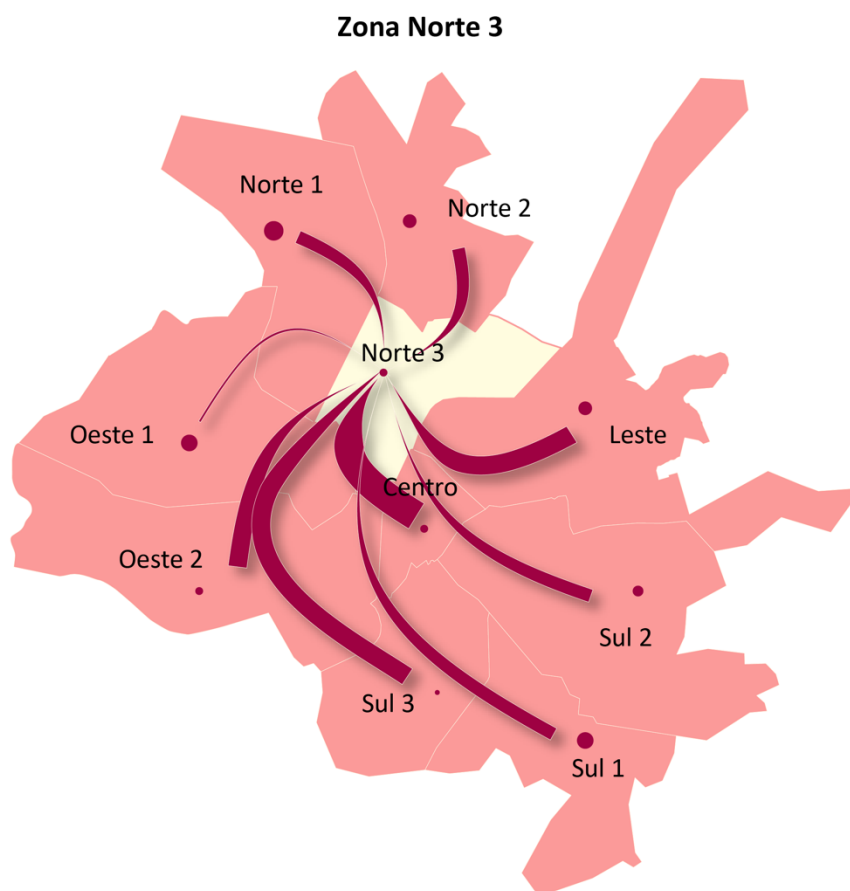


Figura 29: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Norte 3

2.2.4. Macrozona Leste

Abarcando a maior parte da região Leste do município, essa macrozona tem como referências os bairros de Jd. Paulistano, Jd. Panorama e Jd. São Luiz, além das vias Av. Pres. Vargas e Rua Minas Gerais.

Conforme apresentado na , os maiores volumes de origem de viagem (esquerda em vermelho) ocorrem nos bairros Jd. Paulistano II, Vila Aparecida, São José, e ao longo da Av. Alonso y Alonso. Já os principais destinos são o Centro e o “caminho” para o Centro (em especial a Av. Pres. Vargas), com algum destino nas regiões Norte 3, Sul 3 e Oeste 2.

A Tabela 14 mostra os destinos das viagens com origem na macrozona Leste. Considerando a subdivisão por macrozonas adotadas no presente estudo, os principais destinos de viagens

com origem na Leste são o Centro (37%), a própria Leste (22%), a Oeste 2 (13%), com significativa presença da macrozona Sul 3 (10%).

Tabela 14: Destinos das viagens com origens na Macrozona Leste

	Centro	Leste	Norte			Oeste		Sul			Total Origens
			1	2	3	1	2	1	2	3	
Leste	37%	22%	1%	1%	7%	2%	13%	3%	5%	10%	100%

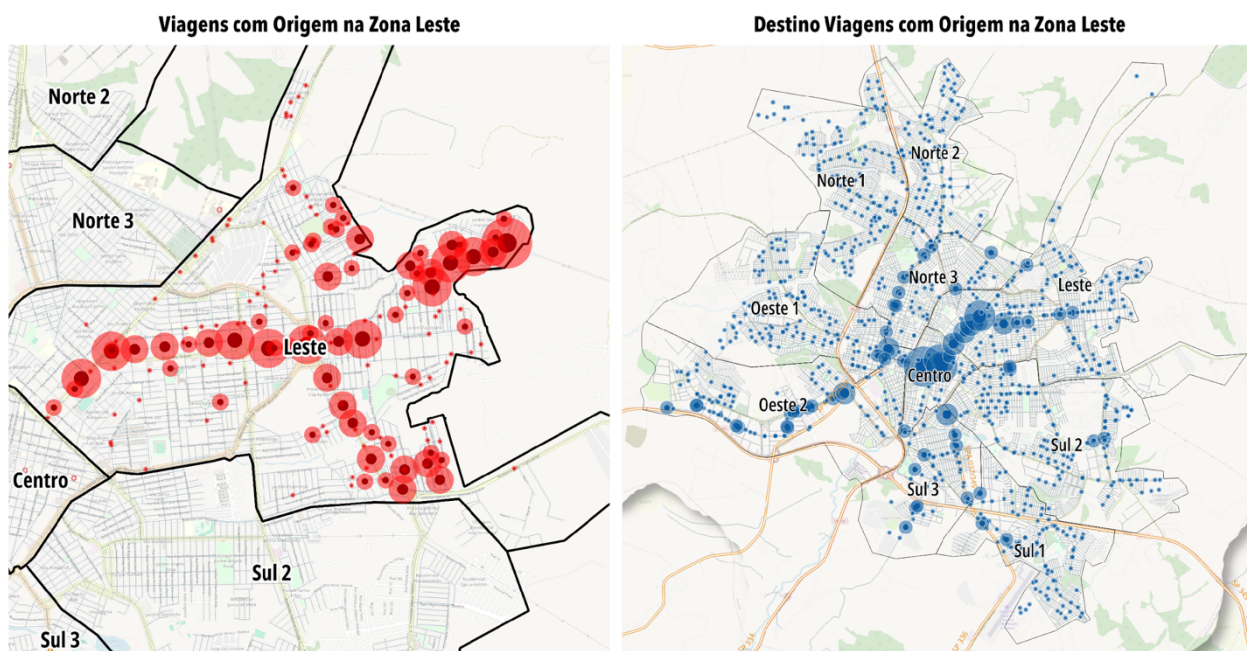


Figura 30: Locais de origem e destino pico manhã na região Leste

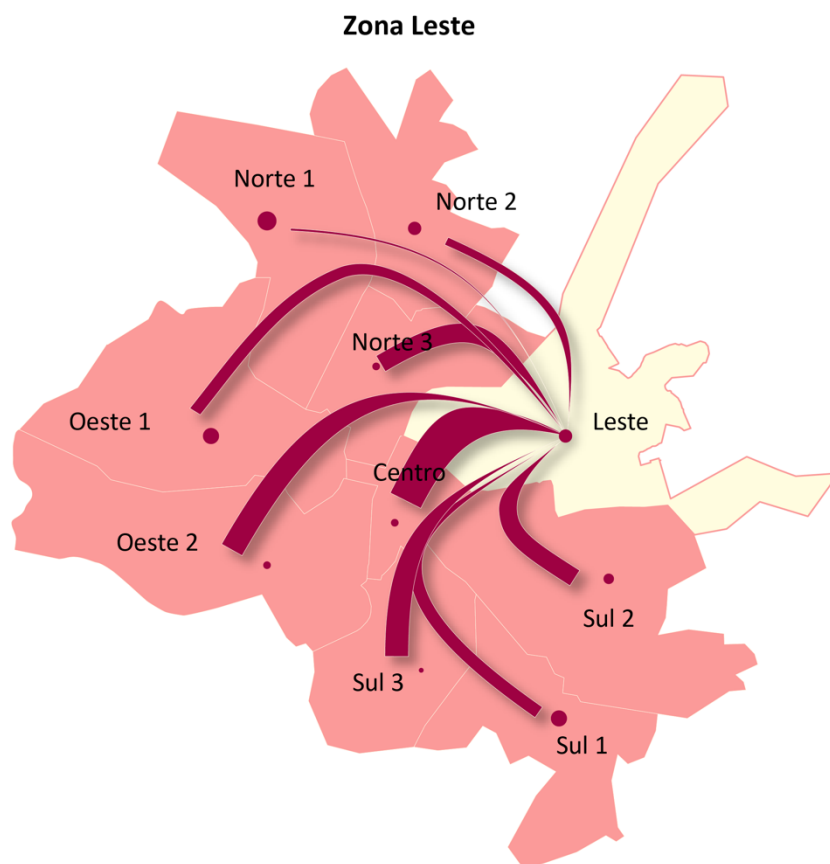


Figura 31: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Leste

2.2.5. Macrozona Sul 1

Localizada mais ao sul da região Sul do município, essa macrozona tem como referências os bairros de Jd. Aeroporto I, II, III e IV, além das vias Av. César Martins Pirajá e Av. Gabriela de Almeida Pirajá.

Conforme apresentado na Figura 32, os maiores volumes de origem de viagem (figura a esquerda e em vermelho) ocorrem nos bairros Jd. Aeroporto I, II, III, e IV. Já os principais destinos são o Centro, o “caminho” para o Centro, a Norte 3 e a Leste.

A Tabela 15 mostra os destinos das viagens com origem na macrozona Sul 1. Considerando a subdivisão por macrozonas adotadas no presente estudo, os principais destinos de viagens com origem na Sul 1 são o Centro (44%), a Sul 3 (18%), a Leste (13%).

Tabela 15: Destinos das viagens com origens na Macrozona Sul 1

	Centro	Leste	Norte			Oeste		Sul			Total Origens
			1	2	3	1	2	1	2	3	
Sul 1	44%	13%	1%	1%	9%	1%	4%	5%	4%	18%	100%

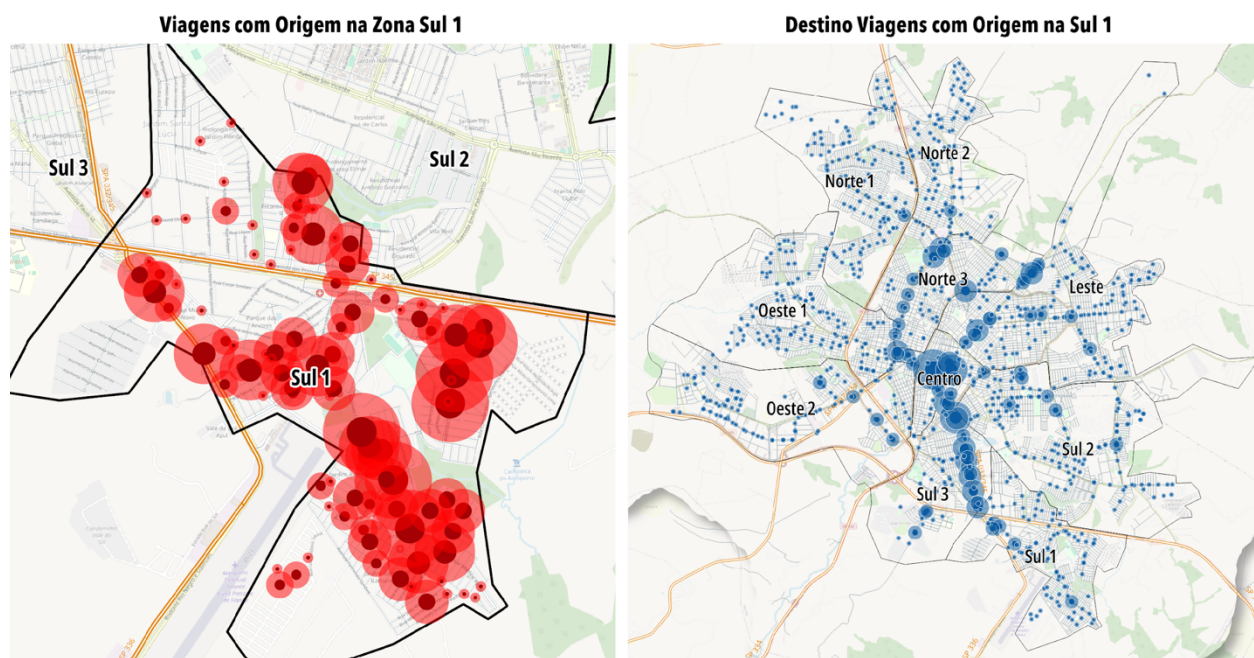


Figura 32: Locais de origem e destino pico manhã na região Sul 1

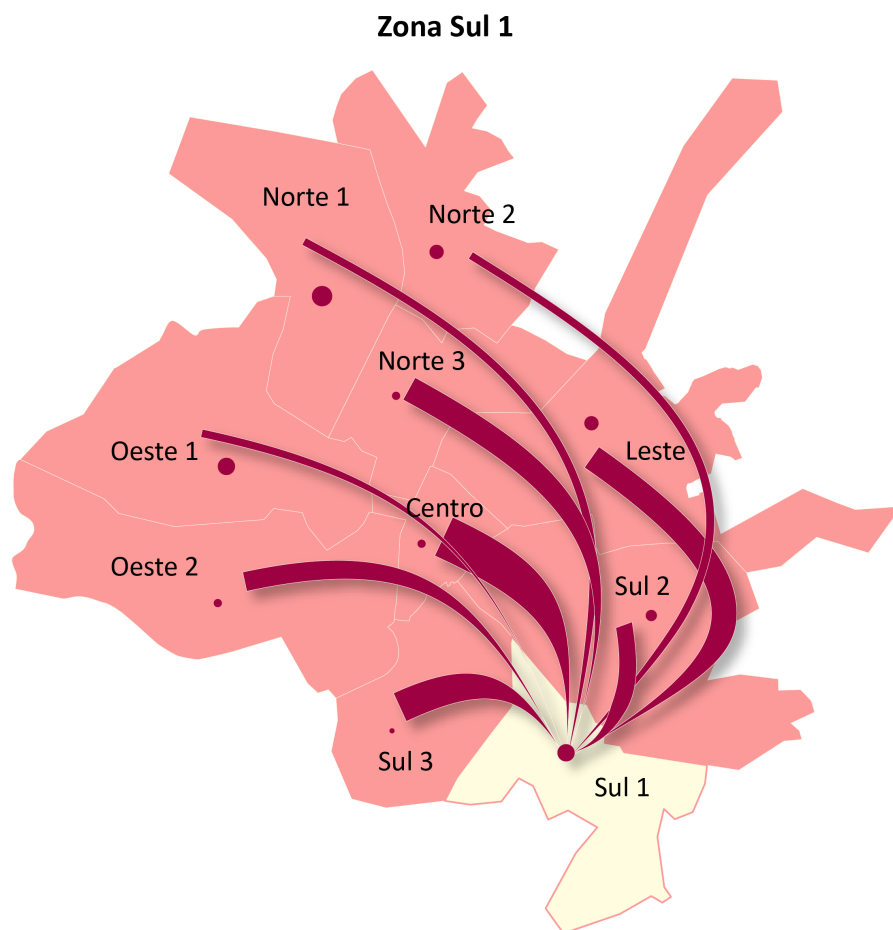


Figura 33: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Sul 1

2.2.6. Macrozona Sul 2

Abarcando partes das regiões Sul e Leste do município, essa macrozona tem como referências os bairros de Recanto Elimar, Jd. Noêmia e Res. Zanetti, além das vias Av. São Vicente e Av. Jaime Telini.

Conforme apresentado Figura 34, os maiores volumes de origem de viagem (esquerda em vermelho) ocorrem nos bairros Jd. Noemia, Recanto Elimar e Res. Zanetti. Já os principais destinos são o Centro, o “caminho” para o Centro, a Norte 3 e a Oeste 2.

A Tabela 16 mostra os destinos das viagens com origem na macrozona Sul 2. Considerando a subdivisão por macrozonas adotadas no presente estudo, os principais destinos de viagens com origem na Sul 2 são o Centro (40%), a Leste (16%), a Norte 3 (12%), e a própria Sul 2 (10%).

Tabela 16: Destinos das viagens com origens na Macrozona Sul 2

	Centro	Leste	Norte			Oeste		Sul			Total Origens
			1	2	3	1	2	1	2	3	
Sul 2	40%	16%	1%	1%	12%	1%	8%	2%	10%	8%	100%

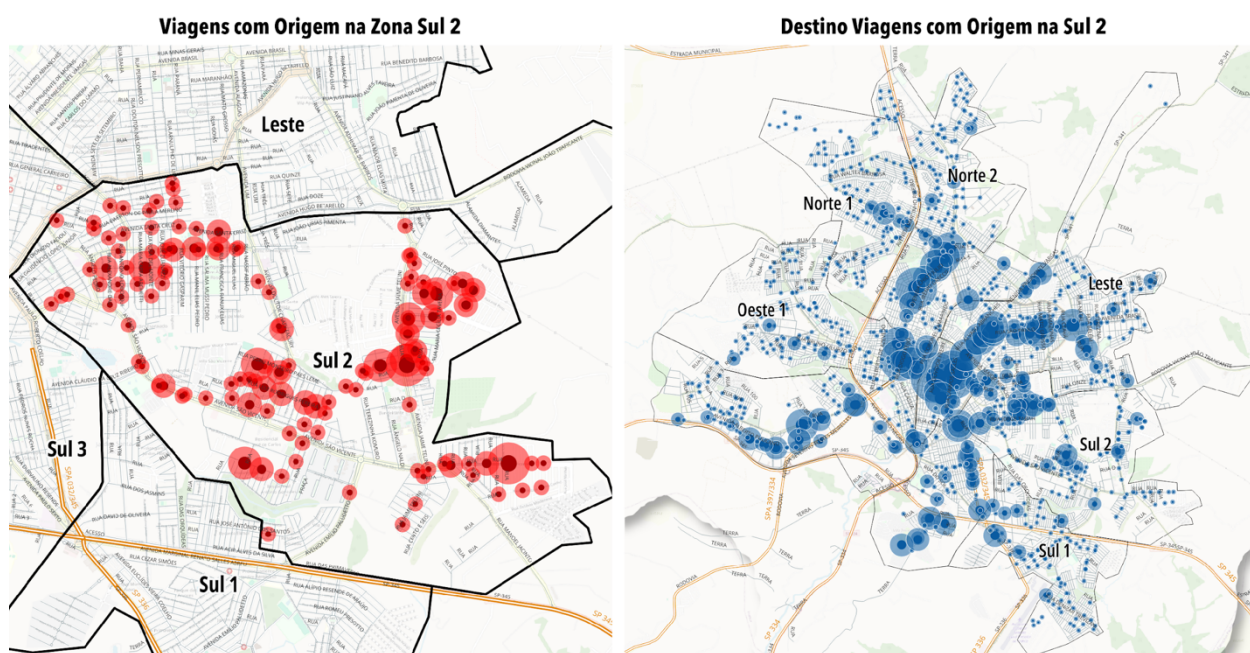


Figura 34: Locais de origem e destino pico manhã na região Sul 2

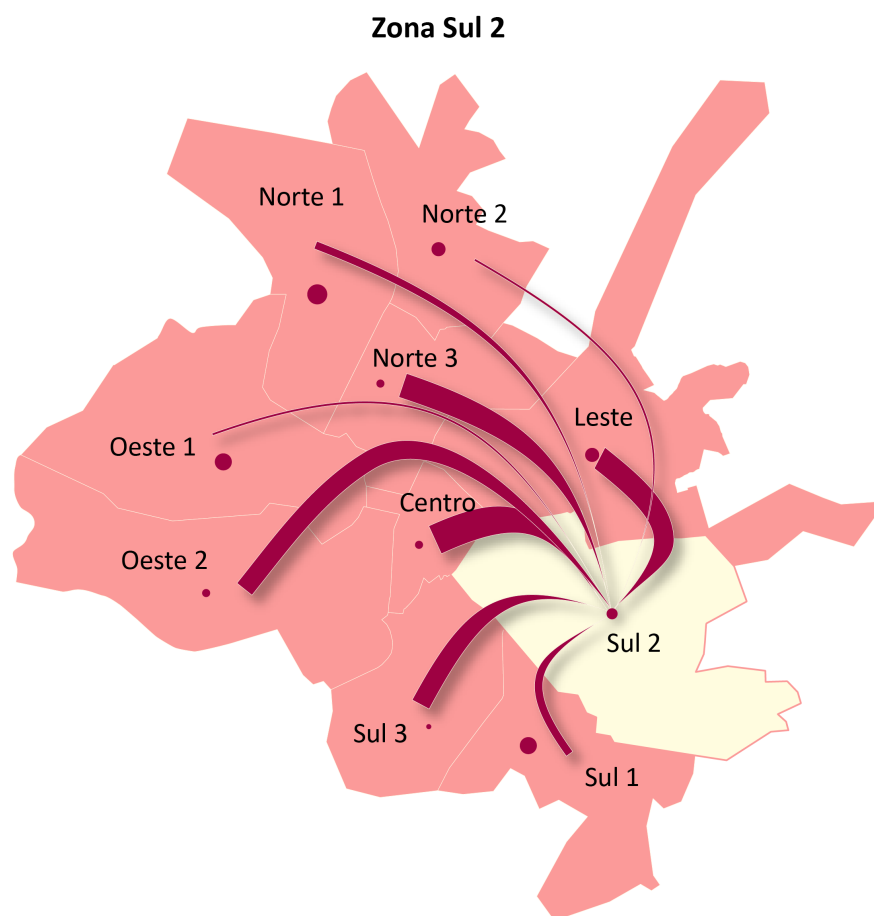


Figura 35: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Sul 2

2.2.7. Macrozona Sul 3

Localizada a direita da região Sul do município, essa macrozona tem como referências os bairros de Pq. Progresso e UNIFRAN, além das vias Av. Champagnat e Av. Miguel Sábio de Mello.

Conforme apresentado na Figura 36, os maiores volumes de origem de viagem (esquerda em vermelho) ocorrem nos bairros Pq. Progresso e UNIFRAN. Já os principais destinos são o Centro, o “caminho” para o Centro, a Norte 3, a Leste e a Oeste 2, além de significativo destino na Sul 1.

A Tabela 17 mostra os destinos das viagens com origem na macrozona Sul 3. Considerando a subdivisão por macrozonas adotadas no presente estudo, os principais destinos de viagens

com origem na Sul 3 são o Centro (36%), a Leste (16%), a Norte 3 (15%), a Sul 1 (9%) e a própria Sul 3 (8%).

Tabela 17: Destinos das viagens com origens na Macrozona Sul 3

	Centro	Leste	Norte			Oeste		Sul			Total Origens
			1	2	3	1	2	1	2	3	
Sul 3	36%	16%	2%	2%	15%	1%	6%	9%	4%	8%	100%

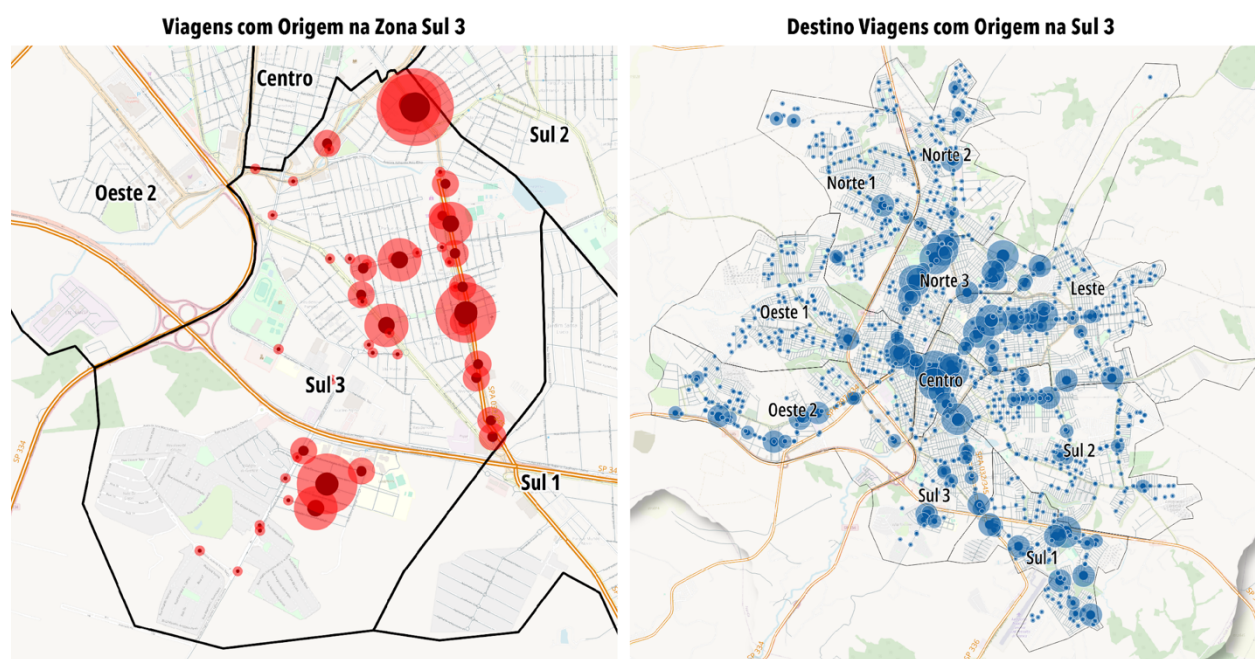


Figura 36: Locais de origem e destino pico manhã na região Sul 3

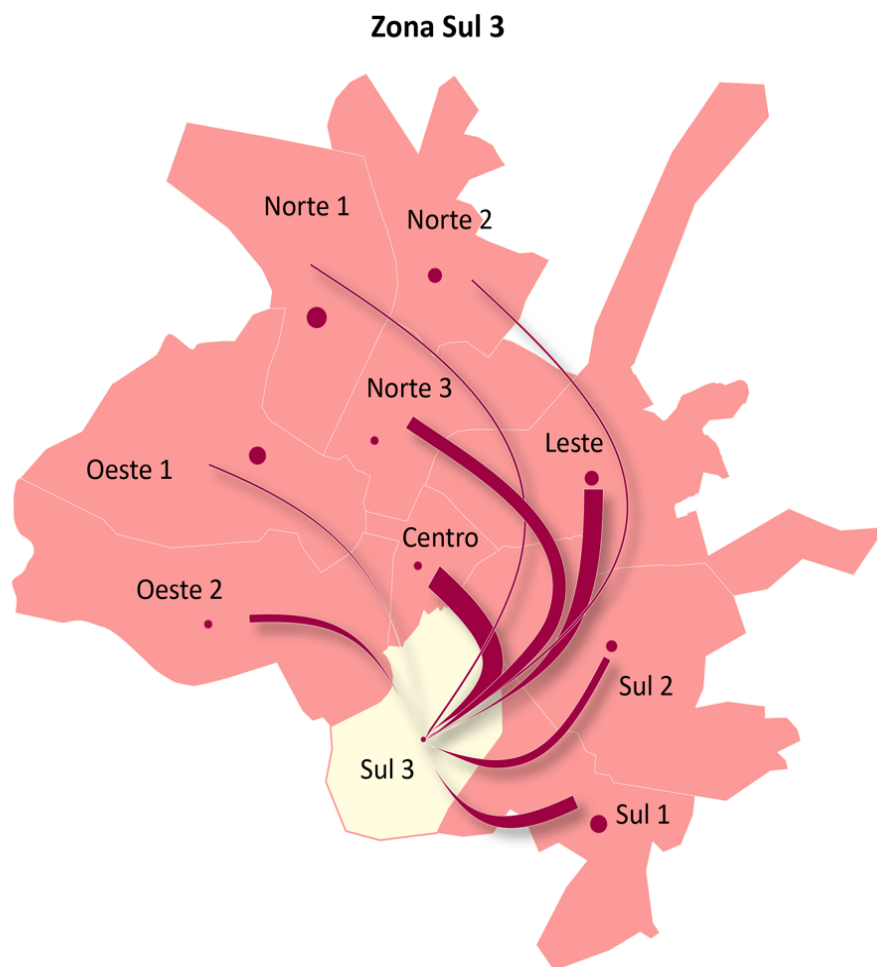


Figura 37: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Sul 3

2.2.8. Macrozona Oeste 1

Localizada ao norte da região Oeste do município, essa macrozona tem como referências os bairros de Jd. Dermínio, Res. Santa Maria e Jd. Pulicano, além das vias Rua Francisco Marques e Av. Nossa Senhora de Lurdes.

Conforme apresentado na Figura 38, os maiores volumes de origem de viagem (esquerda em vermelho) ocorrem de maneira homogênea nos bairros Jd. Derminio, Res. Santa Maria e Jd. Pulicano. Já os principais destinos são o Centro, o “caminho” para o Centro, a Leste, a Norte 3, e a Sul 3, além de significativo destino na Oeste 2.

A Tabela 18 mostra os destinos das viagens com origem na macrozona Oeste 1. Considerando a subdivisão por macrozonas adotadas no presente estudo, os principais

destinos de viagens com origem na Oeste 1 são o Centro (40%), a Leste (15%), a Sul 3 (10%), a Norte 3 (9%), e a Oeste 2 (8%).

Tabela 18: Destinos das viagens com origens na Macrozona Oeste 1

	Centro	Leste	Norte			Oeste		Sul			Total Origens
			1	2	3	1	2	1	2	3	
Oeste 1	40%	15%	1%	2%	9%	7%	8%	4%	7%	10%	100%

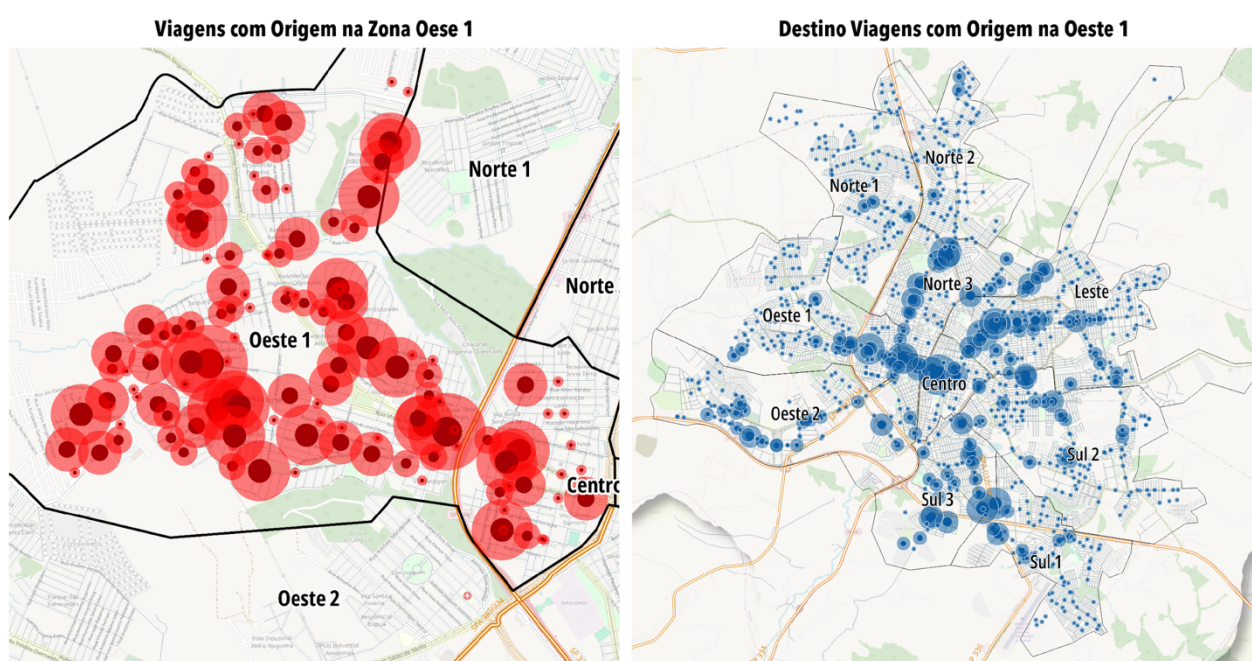


Figura 38: Locais de origem e destino pico manhã na região Oeste 1

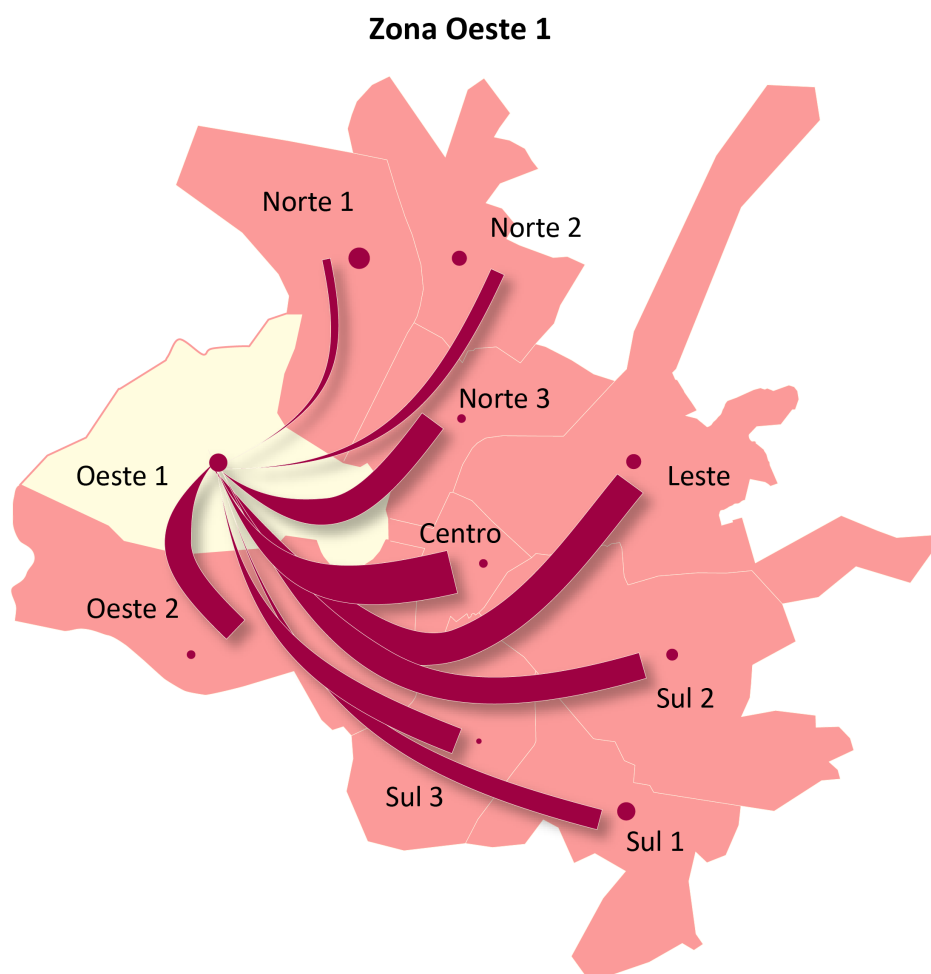


Figura 39: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Oeste 1

2.2.9. Macrozona Oeste 2

Localizada ao sul da região Oeste do município, essa macrozona tem como referências os bairros do Distrito Industrial, Pq. das Esmeraldas e Jd. Zelinda, além da via Av. Wilson Sábio de Mello.

Conforme apresentado na Figura 40, os maiores volumes de origem de viagem (esquerda em vermelho) ocorrem nos bairros Jd. Zelinda e Pq. das Esmeraldas, além de embarques no caminho para o centro. Já os principais destinos são o Centro, o “caminho” para o Centro, a própria Oeste 2, a Leste, a Norte 3, e a Sul 3.

A Tabela 19 mostra os destinos das viagens com origem na macrozona Oeste 2. Considerando a subdivisão por macrozonas adotadas no presente estudo, os principais

destinos de viagens com origem na Oeste 2 são o Centro (40%), a própria Oeste 2 (20%), a Leste (11%), a Norte 3 (11%).

Tabela 19: Destinos das viagens com origens na Macrozona Oeste 2

	Centro	Leste	Norte			Oeste		Sul			Total Origens
			1	2	3	1	2	1	2	3	
Oeste 2	40%	11%	2%	3%	11%	1%	20%	2%	5%	5%	100%

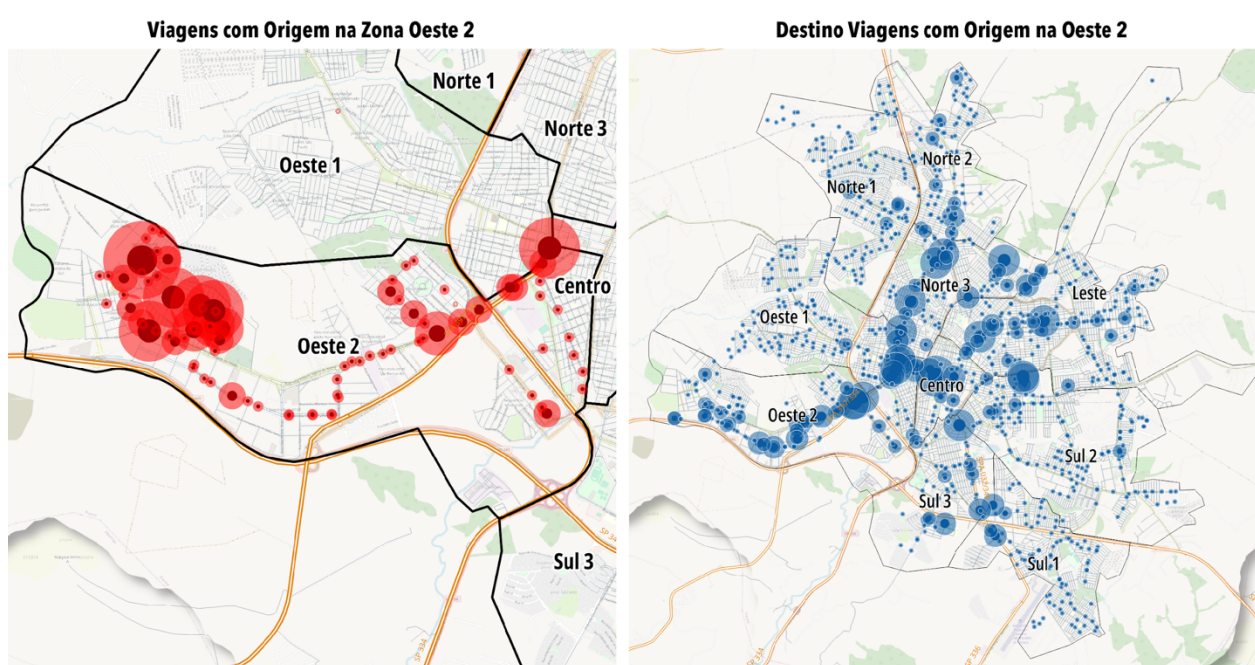


Figura 40: Locais de origem e destino pico manhã na região Oeste 2

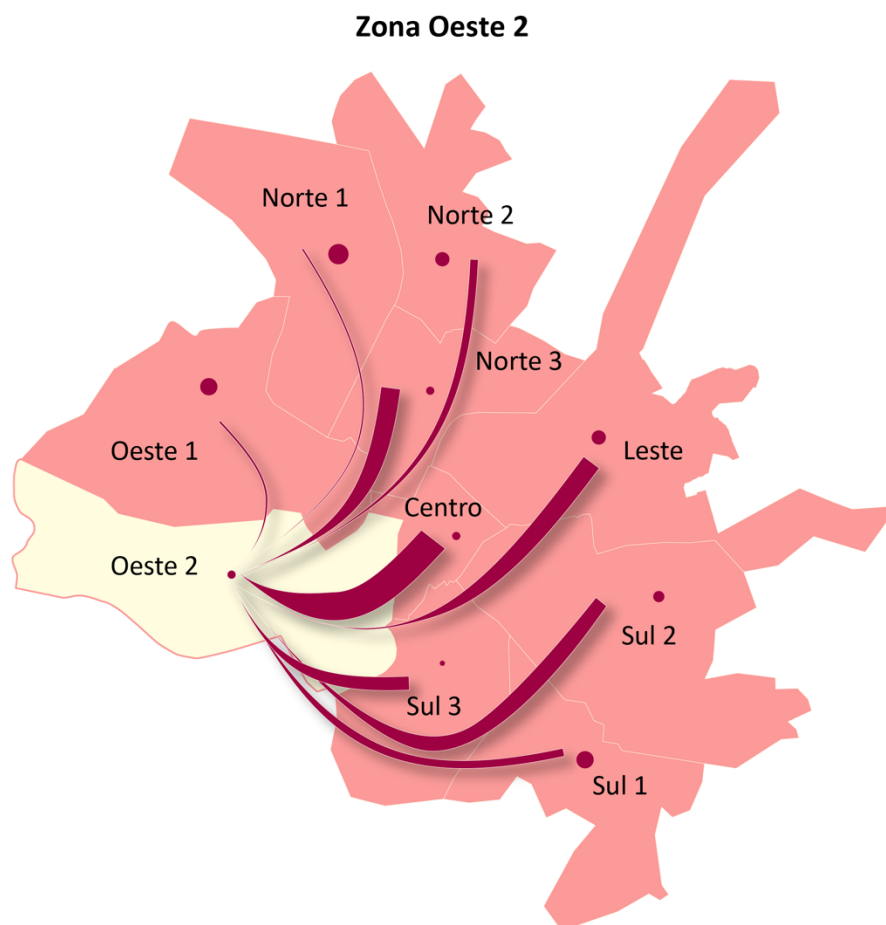


Figura 41: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Oeste 2

2.2.10. Macrozona Centro

Envolvendo a área central, inclusive a região da Estação, essa macrozona tem como referências os bairros Centro e Estação, além das vias Av. Antônio Barbosa Filho, Av. Maj. Nicácio e Av. Alonso y Alonso.

Conforme apresentado na Figura 42, os maiores volumes de origem de viagem (esquerda em vermelho) ocorrem nos bairros Centro e Estação. Já os principais destinos são o próprio Centro, a Leste, a Norte 3, a Sul 3 e a Oeste 2.

A Tabela 20 mostra os destinos das viagens com origem na macrozona Centro. Considerando a subdivisão por macrozonas adotadas no presente estudo, os principais destinos de viagens com origem na Centro são a Leste (19%), o próprio Centro (16%), a Oeste 2 (14%), a Sul 3 (13%) e a Norte 3 (12%).

Tabela 20: Destinos das viagens com origens na Macrozona Centro

	Centro	Leste	Norte			Oeste		Sul			Total Origens
			1	2	3	1	2	1	2	3	
Centro	16%	19%	3%	5%	12%	4%	14%	8%	6%	13%	100%

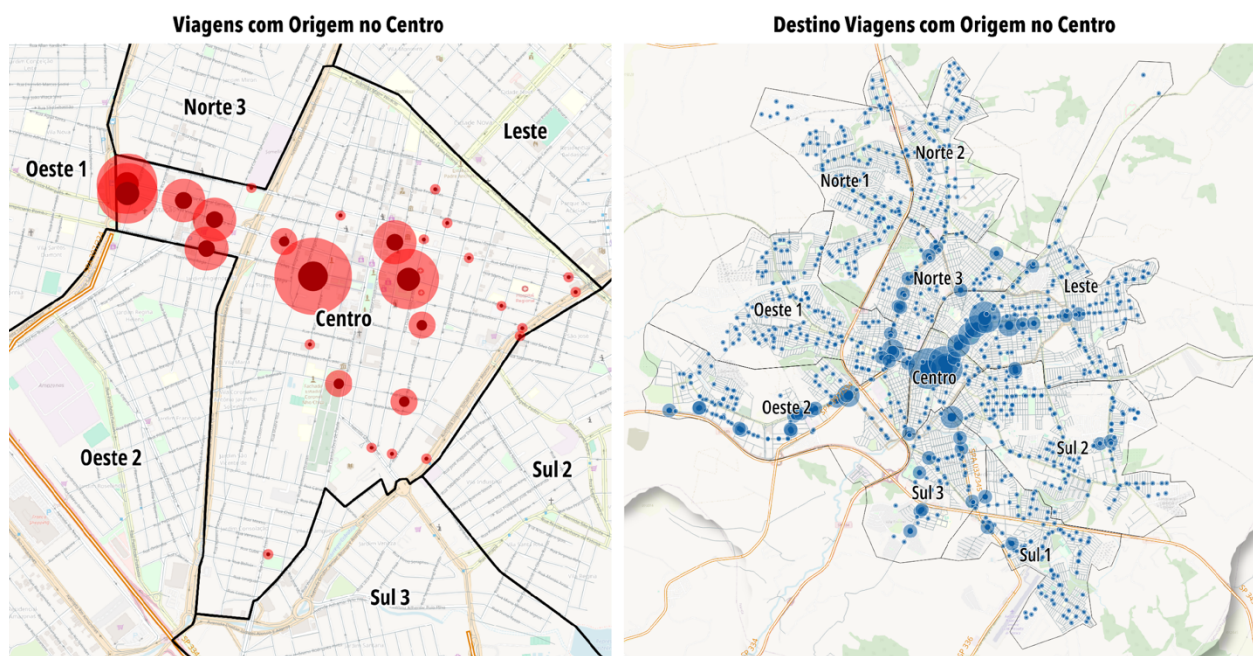


Figura 42: Locais de origem e destino pico manhã na região Centro

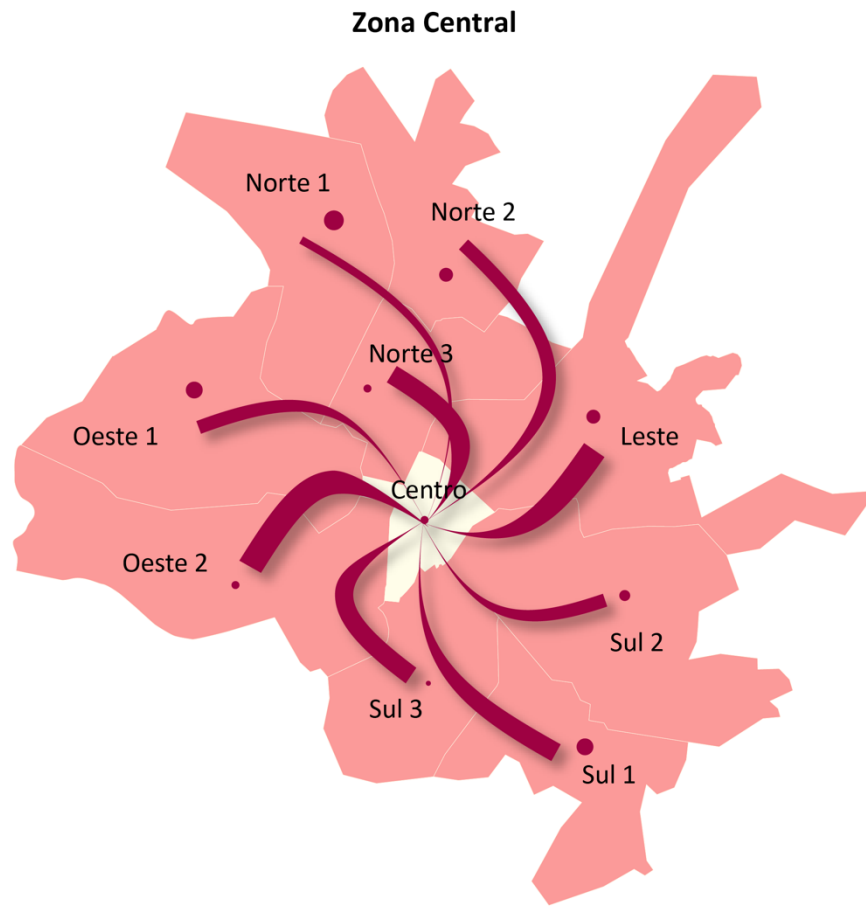


Figura 43: Linhas de Desejo das viagens com origem na Zona Central

3. METODOLOGIA DE ANÁLISE

3.1. Modelagem da Rede de Transporte Público de Franca

Uma rede de simulação consiste em um modelo matemático que representa os deslocamentos de bens, pessoas e serviços. Para tanto, é necessário realizar o cadastramento de todas as características físicas e funcionais do sistema viário, ou de sistemas de transporte público coletivo – corredores de ônibus, metrô, BRT, VLT – de modo que as viagens estimadas por pesquisas domiciliares, pesquisas de campo ou dados de bilhetagem eletrônica, sejam distribuídos, segundo critérios de tempo e custo, nessa rede de circulação virtual.

A rede de transporte viária é representada por 1) um conjunto de polilinhas, denominados **links**, que representam os segmentos viários 2) um conjunto de elementos que representam as intersecções viárias, denominados **nós**, 3) um conjunto de pontos que representam o epicentro de setores do território denominados **centroides** e 4) uma conjuntos de polilinhas, que conectam estes centroides ao sistema viário chamados **conectores**.

O centroide representa o conjunto das viagens que tem origem e destino em determinada região da cidade, que é conhecida como zona de tráfego. Destas zonas, partem e chegam as viagens estimadas através de métodos diversos, e que serão alocadas na rede de transporte. No caso de rede de transporte coletivo, existe um quinto elemento que são as rotas dos serviços – no caso de Franca, as linhas de ônibus.

As linhas são utilizadas da mesma forma que ocorre na realidade, permitindo que uma viagem ou parte dela seja estimada, com base na tarifa cobrada, no tempo de espera e no tempo de deslocamento, ou na velocidade operacional de cada linha. Estes são os critérios utilizados no sistema de transporte coletivo, no caso as simulações que serão realizadas no presente trabalho.

3.1.1. Modelo Utilizado

Através do Software EMME, que emprega modelos matemáticos avançados para simular Redes de Transporte, e dos dados sistematizados, a Rede de Transporte do Município de Franca foi estruturada de acordo com as seguintes etapas:

1. Definição da **Área de Estudo**;
2. **Zoneamento** de análise: definido através das informações consolidadas a partir da estrutura básica regional - norte, sul, leste, oeste – desagregada a partir da análise das bacias de transporte;
3. Cadastramento do **Sistema Viário**: o sistema viário urbano é representado por meio de “links” (segmentos de linhas) limitados por “nós” (pontos) e registram dados físicos e funcionais dos segmentos.

Uma vez construída a rede física, o cadastramento do sistema de ônibus foi realizado incorporando características físicas e funcionais. Tais características são reproduzidas no sistema de simulação usando a rede física como infraestrutura para seus deslocamentos.

A etapa seguinte ao **cadastramento** é o **carregamento**, ou seja, a alocação da rede de simulação através de matrizes de origem e destino de passageiros do transporte coletivo e cujo processo de obtenção está detalhado no item a seguir.

Os modelos de simulação matemática de transportes tradicionalmente aplicam a metodologia conhecida como **4 Etapas**, que são modelos desenvolvidos e calibrados através de dados explicativos dos deslocamentos da população de uma área de estudo, relacionados ao perfil socioeconômico desta mesma população.

Com base em análises estatísticas, funções explicativas são obtidas do perfil de viagens da população por estratos: tipos e modos de viagem, motivos de viagem, base de produção e atração (domiciliares ou não domiciliares), origens e destinos. Para conhecer estes perfis viagens, bem como o perfil socioeconômico da população da área de estudo, é necessária a realização de uma pesquisa domiciliar de origem e destino de viagens, por meio de entrevistas com todos os membros das famílias sorteadas onde são identificadas informações sobre viagens realizadas na véspera da entrevista, detalhadamente - modo utilizado, motivo, horário.

Esses modelos são desenvolvidos a partir de quatro etapas sucessivas, como o próprio nome sugere, a saber:

1. **Geração de viagens**: os dados do ano-base, são imputados para estimar o número total de produção e atração de viagens em cada zona da área em estudo;
2. **Distribuição de viagens**: o sistema deriva a distribuição das viagens para todos os destinos;

- 3. Divisão Modal:** a seleção do modo de transporte é feita para cada viagem, resultando na divisão modal, que consiste na repartição das viagens em matrizes para os diferentes modos;
- 4. Alocação de tráfego:** corresponde à alocação das viagens de cada modo representado na rede de simulação, alcançando os volumes de veículos nas vias ou o número de passageiros no transporte coletivo.

Os resultados dessas etapas são calibrados com base em dados observados, isto é, com base no: volume de tráfego, embarque de passageiros, carregamento de linhas e serviços de transporte coletivo, volume de ônibus, tempo de deslocamento por modo.

Uma vez obtida uma correlação satisfatória entre os dados simulados e observados, o sistema está habilitado a fazer simulações com variações na rede atual ou rede futura, usando projeções de variáveis socioeconômicas. No caso do presente estudo, as simulações objetivam testar variações na configuração das linhas, como, por exemplo, itinerário, tipo de veículo, e intervalos entre partidas (em especial aqueles vinculados ao desempenho econômico-financeiro do sistema proposto). Vale notar que não é parte do escopo realizar as projeções de demanda.

Esse processo de modelagem, foi alternativamente adaptado para usar matrizes de embarque e desembarque de passageiros obtidas através do cruzamento entre os registros de utilização dos bilhetes eletrônicos nos validadores dos ônibus com a posição georreferenciada de cada um desses veículos disponibilizada pelo sistema de GPS embarcado - ao invés de matrizes de viagens produzidas a partir dos modelos de 4 Etapas.

O resultado desse processo é uma matriz de viagens composta por 5.443 viagens/dia útil, entre 5h30 e 7h30 da manhã, distribuídas entre 1.151 pontos de parada.

3.1.2. Produção de Resultados

O modelo de oferta de Franca foi desenvolvido do zero, a partir da base geográfica do OpenStreetMap, dos dados de oferta do sistema de ônibus fornecidos pela contratante, base de dados de outubro de 2023, e informações do GTFS.

Foram identificadas complementações pontuais no sistema viário, a maior parte afetando o sistema local não impactando na operação do sistema de ônibus. Estas implementações foram identificadas e incluídas no modelo de oferta.

Foram utilizados os programas QGis, versão 3.10 – sistema de informações geográficas, para apoio no processo de georreferenciamento e seleção de elementos físicos da rede - e o EMME, programa escolhido para a realização de todo o processo de modelagem.

Esta opção se deveu à flexibilidade do programa no que tange à representação de modelos tarifários e de integração intermodal, da facilidade na aplicação de algoritmos de ajuste de demanda com base em contagens de embarques e/ou carregamentos de corredores além da funcionalidade de alocação com restrição de capacidade para transporte público, metodologia que apresenta excelentes resultados em se tratando da análise de sistemas de transporte com alta capilaridade, como é o caso do sistema por ônibus.

A Tabela 21 compara a quantidade de elementos existentes na rede consolidada.

Tabela 21: Características da rede de simulação quantificação dos elementos de rede

Elementos	Rede Consolidada
Centróides	1.401
Nós	9.751
Links	28.231
Rotas de ônibus	62

As Figura 45 e Figura 44 mostram a rede de transportes consolidada, com o limite dos municípios da RMA e a distinção entre nós viários, centroides, links viários e conectores - links que representam o acesso de cada origem ou destino ao sistema de transportes.

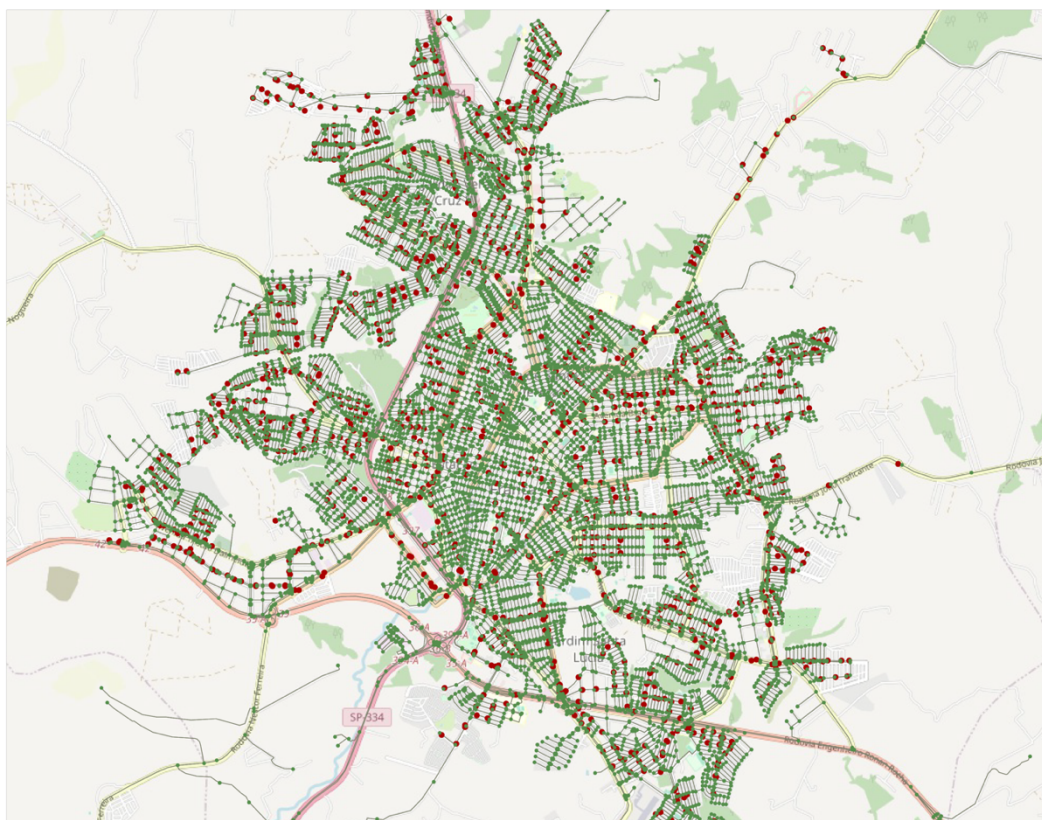


Figura 45: Modelo do EMME (mancha urbana)

Fonte e elaboração próprias.

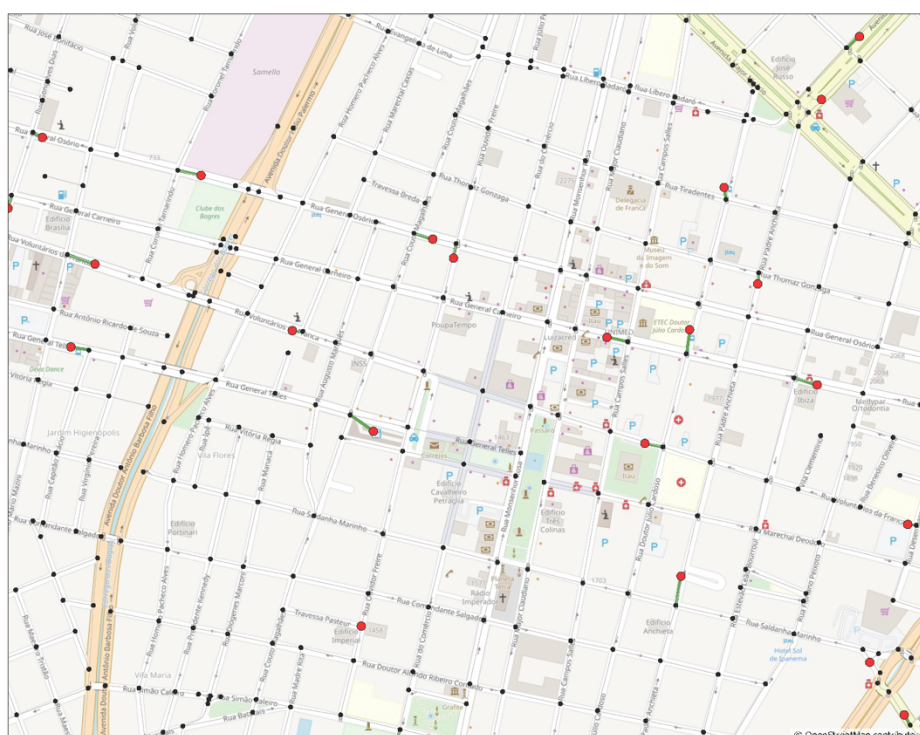


Figura 44: Modelo do EMME , detalhe dos elementos de rede

Fonte e elaboração própria.

As Tabelas 22 a 24 apresentam o layout dos arquivos de rede; nós, segmentos viários e linhas de transporte coletivo.

Tabela 22: Conteúdo do arquivo EMME, variáveis de centroide

ID	ui1	ui2	ui3	CENTROIDE
109	0	0	0	1
110	0	0	0	1
111	0	0	0	1
112	0	0	0	1
113	0	0	0	1
114	0	0	0	1
115	0	0	0	1
116	0	0	0	1
118	0	0	0	0
119	0	0	0	0
120	0	0	0	0
121	0	0	0	0
122	0	0	0	0
123	0	0	0	0
124	0	0	0	0
125	0	0	0	0
126	0	0	0	0
127	0	0	0	0
128	0	0	0	0
129	0	0	0	0

Fonte e elaboração próprias.

Tabela 23: Conteúdo do arquivo EMME, variáveis de links

ID	EXTEN SÃO KM	TIPO	MOD O	Nº FAIXAS	FUNÇÃO VDF	ui1	ui2	ui3
1014-1013	0.13	99 p		1	99	0	0	0
10130-15112	0.01	99 p		1	99	0	0	0
1013-1015	0.19	99 p		1	99	0	0	0
1013-1014	0.13	99 p		1	99	0	0	0
1002-2047	0.06	99 p		1	99	0	0	0
1000-996	0.06	99 p		1	99	0	0	0
9999-9998	0.59	53 cbp		1	53	0	315	20
9999-20504	0.08	53 cbp		1	53	0	315	20
9999-10001	0.21	34 cbp		1	34	0	833	45
9999-10000	0.32	34 cbp		1	34	0	833	45
9998-9999	0.59	53 cbp		1	53	0	315	20
9998-4915	0.03	53 cbp		1	53	0	315	20
9998-10000	0.02	53 cbp		1	53	0	315	20
9997-8896	0.04	53 cbp		1	53	0	315	20
9996-9996	0.07	53 cbp		1	53	0	315	20
9996-13193	0.12	53 cbp		1	53	0	315	20
9996-13192	0.1	53 cbp		1	53	0	315	20
9995-9996	0.07	53 cbp		1	53	0	315	20
9995-8279	0.29	44 cbp		1	44	0	448	35
9995-20495	0.2	44 cbp		1	44	0	448	35
9994-2256	0.32	53 cbp		1	53	0	315	20
9994-12329	0.23	53 cbp		1	53	0	315	20
9994-11509	0.15	53 cbp		1	53	0	315	20

Fonte e elaboração próprias.

Tabela 24: Conteúdo do arquivo EMME, variáveis de rotas

Linha	Letreiro	Tipo Veículo	Intervalo PM	Extensão	Tempo percurso	Passageiros embarcados	Pass. km	Pass. Hora	Trecho Crítico
A13_J	Jardim Aeroporto 3	1	15	10.51	31.92	208	1497.7	75.7	181
A13_V	Jardim Aeroporto 3	1	24	12.42	37.74	79	324	16.3	70
A14_J	Jardim Aeroporto 2	1	24	13.24	40.04	123	1143.4	57.5	109
A14_V	Jardim Aeroporto 2	1	24	9.41	28.41	81	314.8	15.8	74.3
C01_V	Circular 01	1	60	31.72	96.69	71	563.7	28.6	37.9
C02_V	Circular 02	1	60	30.23	93.11	68	594.2	30.3	54
C03_J	Franca Shopping	1	120	7.28	22.42	2	4.2	0.2	1.7
C03_V	Franca Shopping	1	60	8.41	25.95	17	83.7	4.3	16.6
C06_J	City Petrópolis	1	20	10.6	32.11	160	1103.7	55.6	135.3
C06_V	City Petrópolis	1	40	24.15	72.82	42	513.4	25.7	30
C31_J	Cambui/Bernard. Pucci	1	40	13.23	40.06	132	1077	54.3	114.1
C31_V	Cambui/Bernard. Pucci	1	40	291.27	874.16	33	290.8	14.6	25.7
D11_J	Distrito Industrial	1	20	24.03	72.47	12	34.4	1.7	11.4
D11_V	Distrito Industrial	1	60	120.97	363.08	58	228.8	11.5	55.6
D12_J	Jardim Zelinda	1	20	10.67	32.51	137	1084.7	55.1	127.9
D12_V	Jardim Zelinda	1	30	12.31	37.61	122	510.5	25.7	115.6
E19_J	Jardim Brasilândia	1	60	8.76	26.91	15	70.8	3.6	11.7
E19_V	Jardim Brasilândia	1	60	4.93	14.95	36	88.7	4.4	35.7
E25_J	Jardim do Éden	1	60	11.44	34.57	25	137.2	6.9	23.1
E25_V	Jardim do Éden	1	60	4.32	13	24	62.6	3.1	23
G33_J	Parque dos Pinhais	1	120	9.6	29.4	2	2.8	0.1	1.8
G33_V	Parque dos Pinhais	1	120	6.33	19.29	1	1.9	0.1	1.1
H05_J	Jl Paineiras	1	24	11.17	33.78	155	1044.6	52.6	136.4
H05_V	Jl Paineiras	1	40	25.19	76.4	34	300.2	15.1	27.1
J08_J	Vila Imperador	1	120	7.57	22.95	2	12.3	0.6	1.9
J08_V	Vila Imperador	1	120	9.74	29.94	4	24.5	1.3	4.4
K21_J	Jardim Seminário	1	120	10.11	31.09	3	9.5	0.5	2.6
K21_V	Jardim Seminário	1	40	5.11	15.72	42	129.8	6.6	41.9

Fonte e elaboração próprias.

3.1.3. Modelo Utilizado

O cadastramento do itinerário das linhas de ônibus em operação no município foi realizado a partir das informações do arquivo GTFS, fornecido pelas empresas de tecnologia, responsáveis pelo processamento dos dados da Bilhetagem e GPS. O arquivo original apresentava 214 rotas, divididas em sentidos e atendimentos que funcionam em determinados períodos horários.

Foram cadastradas apenas aquelas que apresentavam frequência no período entre 6h e 8h; assim, do total foram cadastradas apenas 199 rotas. Como a modelagem de oferta é sempre realizada no período de pico, onde existe a maior solicitação do sistema, não faria sentido incluir serviços que operam fora deste período.

Nos modelos de oferta, em especial no programa EMME, uma linha de transporte coletivo é representada como uma sequência de segmentos viários, acrescidas as informações de oferta - identificador da linha, tipo de veículo, intervalo de operação, tarifa entre outras

variáveis. Dada a sequência de segmentos viários utilizada por uma linha é produzida uma sequência de segmentos de transporte coletivo, ou seja, a representação matemática de uma linha de transporte coletivo.

O cadastramento foi realizado através de uma funcionalidade do EMME, que permite a partir de arquivos GTFS ou ESRI Shape a importação do itinerário das rotas, ajustando o traçado de cada polilinha que representa um serviço à base de links e nós da rede viária, que neste caso serve também como base do sistema de transportes públicos.

Este processo é realizado por operadores geográficos, através da sobreposição de um *buffer* da linha sobre o arquivo de nós da rede viária. Selecionados os nós contidos no *buffer* e identificado o nó inicial, ou seja, aquele nó selecionado na posição geográfica mais próxima ao ponto inicial do vetor da polilinha, são selecionados os links que permitem a conexão entre os nós selecionados através de um algoritmo interno de caminho mínimo, baseado na distância entre os nós sequencialmente selecionados.

Ocorre que dada a diferença existente entre o traçado das linhas obtido a partir de registros de GPS (método utilizado na produção do GTFS) e a posição geográfica dos nós da rede, muitas vezes as linhas cadastradas com esta funcionalidade apresentam diferenças importantes com o itinerário percorrido na prática. A Figura 46 mostra a imprecisão do desenho obtido a partir do GTFS - no caso, em formato ESRI Shape - decorrente dos desvios naturais dos registros de GPS, para cada veículo em operação em linhas e datas diferentes.

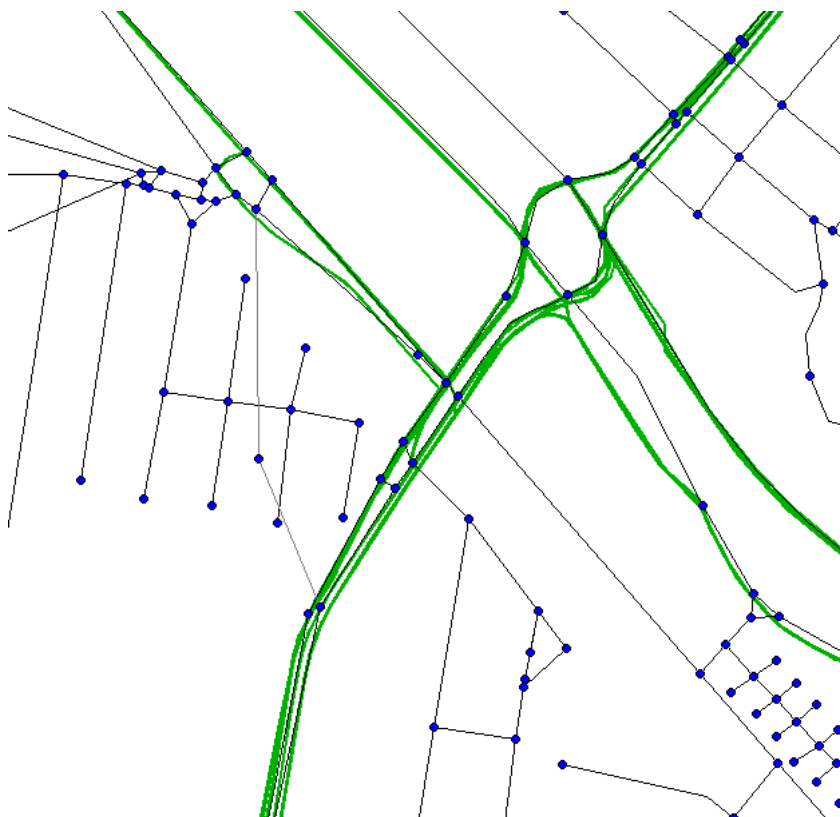


Figura 46: Detalhe da variação entre diferentes rotas, destacadas na cor verde, que utilizam o mesmo trecho do sistema viário

Fonte e elaboração próprias.

Assim, apesar da maior parte do processo de automatização apresentar bom resultado, é sempre necessário proceder uma revisão de todas as rotas traçadas. Com isso é possível corrigir erros de registro e, algumas vezes, incluir rotas não cadastradas, por dificuldade na aplicação dos algoritmos de caminho mínimo entre nós selecionados.

A alternativa nestes casos é a edição direta do banco de dados do modelo, através do módulo de edição da base de linhas - *Network Editor* - de forma a ajustar o itinerário cadastrado segundo a base de dados do GTFS.

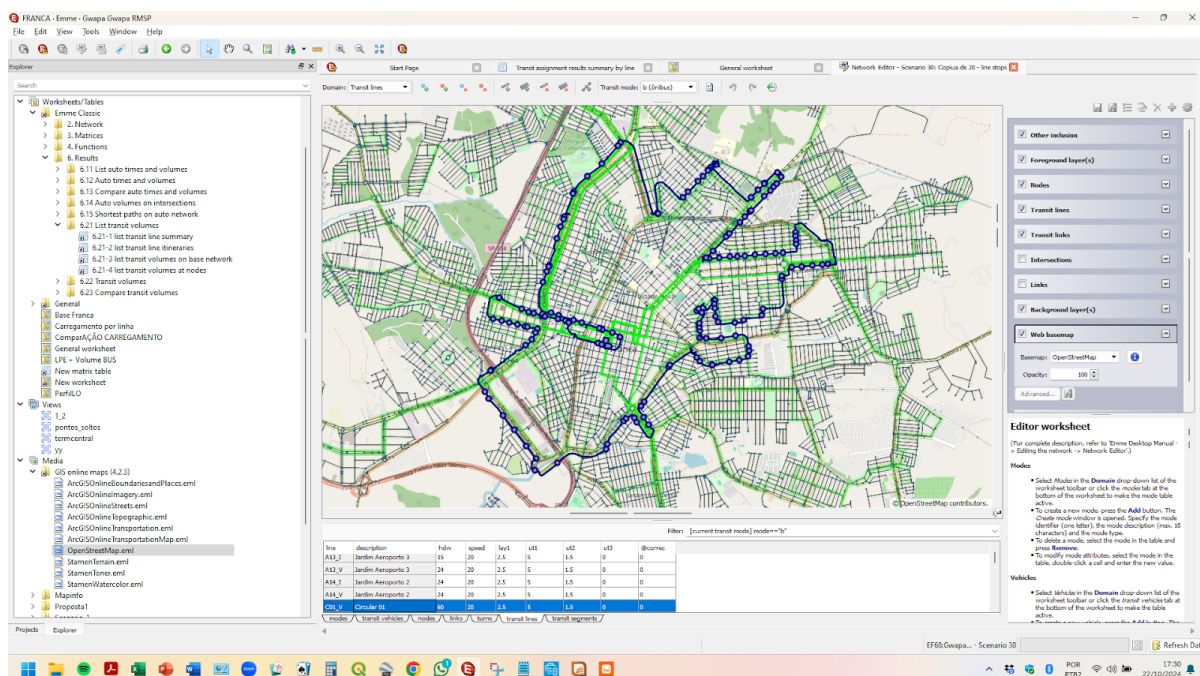


Figura 47: Tela de edição da base de linhas, programa EMMÉ

Fonte e elaboração próprias.

As informações obtidas a partir do GTFS, que representam as características programadas do serviço, servirão futuramente como base de comparação do processamento dos registros do AVL, possibilitando a comparação entre os serviços programados e os serviços efetivamente realizados.

Através desta comparação será não só possível avaliar a qualidade da oferta como também refinar o processo de calibração dos resultados simulados pelo modelo matemático, abarcando não apenas informações de validação dos cartões e carregamento das linhas como também tempos de percurso, velocidades operacionais, índices de lotação e regularidade na realização de partidas.

Finalizado o cadastramento das rotas, foram incorporados os parâmetros de tarifa e impedância de alocação, através da representação do custo das tarifas, tempos de transferência, valores de ponderação do tempo dos usuários. Foram ainda codificados os parâmetros de integração do sistema, permitindo a utilização de mais de uma linha através da cobrança de uma única tarifa.

Por outro lado, a velocidade operacional dos ônibus é um importante atributo para o modelo, devendo, portanto, passar por uma revisão mais detalhada. A apuração destes tempos de deslocamento entre pontos e consequentemente, da velocidade operacional

detalhada dos veículos por região da cidade será obtido através do processamento dos registros do GTFS. Este procedimento ainda não foi finalizado devido ao tempo de envio dos arquivos e está em fase de implementação. Por enquanto, está sendo utilizada a velocidade média de 16 km/h, verificada em cidades do porte de Franca – porém, trata-se de uma simplificação apenas para efeito de montagem da base de dados.

3.1.4. Alocação da Demanda

Sobre a base cadastral cadastrada e ajustada no modelo de oferta, a etapa seguinte consiste na alocação. Trata-se de uma etapa na qual as matrizes de viagens – seja por modo individual, coletivo ou carga – é distribuída na rede “virtual”.

A estas possibilidades denominamos **estratégias de viagem**, que se baseiam nas menores e menos custosas opções de deslocamento entre um ponto A e B, representados pelas origens e destinos da matriz de viagens.

No caso da rede de transporte coletivo, a atribuição de tarifa às linhas, no EMME, pode ser representada através de dois parâmetros de impedância no momento do embarque (*boarding time*), representados por atributos de nó ou de linha. A representação da tarifa nos links exige uma reconfiguração em suas distâncias, através de procedimentos automatizados a fim de destacar, no momento da análise dos resultados, o tempo efetivo de viagem na composição do custo generalizado da rede.

As impedâncias de acesso entram no cômputo do modelo como custo generalizado, referenciado no valor do tempo do usuário, atribuído a cada categoria de renda ou em valores médios, obtidos a partir das pesquisas domiciliares ou de levantamentos específicos.

Normalmente, a função de custo generalizado para transporte público é expressa através da seguinte fórmula:

$$CG = Tv + \alpha * Tw + \beta * Tpe + Vt * (Tarifa)$$

onde:

Tv: tempo no veículo (em minutos).

Tw: tempo de espera (em minutos).

α peso atribuído ao tempo de espera

Tpe: tempo a pé em acessos e transferências (em minutos).

β peso atribuído ao tempo a pé.

Vt valor atribuído ao tempo do usuário do sistema (em minutos)

Tarifa: custo monetário de acesso ao modo, tarifa (em R\$).

Como descrito na Seção 2, a matriz de viagens foi elaborada a partir do processamento e crítica da massa de dados proveniente da base de dados que concentra a totalidade das validações realizadas em todas as linhas do sistema, nos dias úteis durante o mês de outubro de 2023. A Figura 75 mostra um exemplo genérico de uma matriz de viagens; devido à grande quantidade de origens e destinos – representadas na rede pelos centroides – a ocorrência de pares ij de viagem zerados é muito grande, pois a matriz resume algo como a origem e destino entre todos os pontos de parada da área de estudo. Quanto menor o número de centroides a rede representar, menor serão o número de pares zerados na matriz.

Tabela 25: Conteúdo do arquivo EMME, variáveis de rotas

Matrix Table

Origins: Destinations:

O-D value: mf1

☐ Show min ☐ Show max ☒ Show sum ☐ Show average

	3	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	Sum
78		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.049
79		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.049
80		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.049
81		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83		0	0	0	0	0.138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.391
84	H9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.137
85		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.244
86		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.945
87		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.366
88		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.355	0	0	0	0	23.256
89		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.548
90		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.061	0	0	0.548
91		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.122
92		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.089	0	0	0	0	1.639
93	H44	0	0	0	0	0.133	0	0	0	0.089	0	0	0	0	0	32.335
94		0	0	0	0	0.049	0	0	0	0	0.044	0	0	0	0	1.175
95		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.122
96		0	0	0.061	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.582
97		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.426
98		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.217
99		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.089	0	0	0	0	2.614
100		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.354
Sum	98	0	0.061	0.222	0.033	3.883	0	0	0.061	2.508	16.349	0.171	0.061	0.048	0	8333.8

Uma vez consolidada a matriz de viagens, a alocação foi realizada. As Figuras e Tabelas abaixo apresentam os resultados obtidos e os principais indicadores relacionados ao desempenho de cada linha e serviço representado pelo modelo, a saber:

- a. Dados cadastrados
 - Identificação da linha;
 - Tipo de veículo;
 - Intervalo HP (min);
 - Extensão (km).

- b. Dados calculados
 - Frota calculada;
 - Passageiros embarcados HP;
 - Passageiros*km HP;
 - Passageiros*hora HP;
 - Volume máximo HP.

O volume de passageiros embarcados é o indicador estimado mais importante de toda a simulação. Trata-se de valor de referência para a determinação da oferta – portanto dos custos operacionais – e da receita do sistema. Acima de tudo, esse indicador consiste na totalidade de embarques estimados pelo modelo, incluindo gratuidades, transferências em área paga, transferências temporais e assim por diante.

Outro indicador importante, obtido a partir da simulação, é o volume máximo de passageiros por linha em hora pico. Este indicador é utilizado no dimensionamento da linha, determinando o intervalo necessário e o tipo de veículo mais adequado, em função do tipo de serviço – linha alimentadora, troncal, radial, distribuidora – e da capacidade necessária para estabelecer o nível de serviço nos veículos adequados.

3.1.5. Redimensionamento da rede

A metodologia para o cálculo da oferta é bastante simples, podendo utilizar informações produzidas através de simulação, utilizando-se redes codificadas especificamente para essa finalidade, ou algum parâmetro de oferta previamente definido, como frota, quantidade de

partidas na hora pico ou intervalo entre partidas na hora pico. Como mencionado anteriormente, para o estudo do município de Franca, utilizou-se uma rede construída pelo programa de simulação EMME, atualmente desenvolvido pela Bentley.

O programa usa como entrada a matriz de viagens e o itinerário das mesmas e produz como resultado as informações necessárias para o cálculo da frota que são: o volume de passageiros do trecho mais carregado e o tempo de ciclo da linha.

A frota é calculada a partir das seguintes fórmulas:

$$\text{Frequência da linha} = \frac{\text{Passageiros do trecho mais carregado}}{\text{Capacidade do veículo}}$$

$$\text{Intervalo da linha} = \frac{60}{\text{Frequência da linha}} \quad \text{Frota} = \frac{\text{Tempo de ciclo}}{\text{Intervalo da linha}}$$

Onde:

Frequência da linha = número de ônibus por hora, na hora de pico;

Passageiros do trecho mais carregado = número de passageiros obtido na rede de simulação;

Capacidade do veículo = número de passageiros transportado pelo veículo adotado para a linha, com porte compatível com o volume de passageiros da linha;

Intervalo da linha = intervalo, em minutos, entre dois veículos da linha, no período de pico;

Tempo de ciclo = tempo de viagem de ida e volta, da linha acrescido de 5 minutos de tempo de terminal, no ponto inicial.

Frota = número de veículos necessários para operar a linha, na hora de pico;

No caso do presente estudo, foi utilizado um veículo tipo Ônibus Básico, com capacidade máxima de 74 passageiros, como ônibus padrão para o sistema. Na sequência do estudo, com o avanço dos estudos econômicos, serão analisadas hipóteses de adoção de alguma variação na tipologia veicular.

Para o dimensionamento dos dados operacionais foram adotados um conjunto de critérios, apresentados a seguir.

- Partindo da frota estimada por linha, foi calculada a quantidade de partidas na hora pico, utilizando o valor de tempo de ciclo disponível;

- Para as linhas que não tiveram modificação de itinerário e nem aumento de frota, foi adotado o perfil atual da oferta ao longo do dia, com exceção do período noturno;
- Para as linhas novas, aquelas que tiveram itinerário alterado, portando novo tempo de ciclo, e para aquelas que tiveram aumento de frota, foi adotado o perfil médio de oferta da cidade aplicado na oferta na hora pico da manhã, com exceção do período noturno;
- Para o período noturno, a rede de linhas noturnas atuais foi extinta, e a nova oferta de partidas noturnas para cada linha do sistema foi estimada utilizando a relação entre quantidade de partidas/hora noturna dividido pela quantidade de partidas na hora pico manhã observada no sistema de transporte coletivo da cidade de Uberaba, considerando a proximidade de realidades;
- Para o sábado e domingo, foi utilizada a relação entre a quantidade de partidas na hora pico de sábado e domingo dividido pela quantidade de partidas hora pico dos dias úteis, também aqui adotando a relação obtida no sistema de Uberaba;
- Foi considerado também que as linhas dos trabalhadores continuarão a operar, mas sem frota fixa, ou seja, utilizando frota de outras linhas. A consideração aqui é que, com a nova forma de contratação dos serviços, não faz sentido incluir cinco ônibus no custo de capital para dar apenas uma ou duas partidas por dia.

No caso da estimativa de partidas por período, foram utilizados os seguintes períodos, usados na tabela de comparação de outras cidades apresentada no Capítulo1 – Resumo do Diagnóstico:

Tabela 26: Períodos utilizados para dimensionamento de partidas

Período	Descrição	Horas
PPM	Pré-Pico Manhã	(4/5)
PM	Pico Manhã	(6/7)
EPM	Entre-Pico Manhã	(8/9/10)
PA	Pico Almoço	(11/12/13)
EPT	Entre-Pico Tarde	(14/15)
PT	Pito Tarde	(16/17/18)
N1	Noturno 1	(19/20/21)
N2	Noturno 2	(22/23/24)

4. ALTERNATIVAS DE REDE CONSIDERADAS

A formulação de alternativas de rede para avaliação de indicadores e escolha da mais indicada tem como ponto de partida os principais elementos identificados durante os estudos de diagnóstico da rede e da matriz de viagens origem/destino, apresentados de forma resumida nos capítulos precedentes.

Portanto, cabe destacar esses principais elementos que contribuíram para a elaboração das alternativas:

a) Elementos associados as Linhas:

- Rede de linhas radiais, com poucas alternativas circulares;
- Atendimento Noturno com oferta inferior ao observado em outras cidades;
- Atendimento de Final de Semana com oferta inferior ao observado em outras cidades;
- Algumas viagens operam com lotação elevada.

b) Elementos associados a frota de ônibus:

- Idade Média da Frota Elevada (9,9 anos);
- Idade Máxima da Frota Elevada (14 anos).

c) Elementos associados a demanda:

- Demanda ainda se encontra com 60% da demanda da pré-pandemia;
- 34% da demanda são gratuidades;
- 12% da demanda tem redução tarifária;
- 54% da demanda paga a tarifa integral.

d) Elementos associados aos deslocamentos da população:

- O Centro é o maior destino de viagens na hora pico manhã;
- As vias de acesso ao centro concentram parte significativa dos destinos;
- Não há ligação direta entre determinadas macrozonas (por exemplo: Norte x Oeste e Leste x Sul). Uma parte das viagens é feita em “V” (o usuário tem que se deslocar para o Terminal Central e pegar outra linha para outra região).

Foram desenvolvidas três alternativas de rede para avaliação da melhor opção, para ser incluída no processo de concessão do serviço de transporte coletivo de Franca:

- **Alternativa 1: Mantida as características da rede atual**

Nos processos de tomada de decisão relacionados a mudanças num determinado serviço público é essencial a possibilidade de comparação das mudanças propostas em relação a situação vigente. A recomendação metodológica é de sempre considerar uma alternativa que seja a manutenção do serviço atual, de forma a conseguir mensurar as diferenças entre adotar melhorias ou manter a situação atual. Seja em termos operacionais, com mensuração dos benefícios, seja em termos econômicos, com a mensuração dos custos. Dessa forma foi concebida a Alternativa 1.

A Alternativa 1 (A1) considera a manutenção da rede física da rede atual e a oferta de frota e partidas igual a situação atual. Normalmente essa alternativa é incluída para efeito de comparação com as demais que incluem mudanças na rede.

Um elemento importante está incluído nessa alternativa: a renovação da frota. Todas as alternativas serão analisadas considerando a adoção de um perfil de idade de frota compatível com concessões novas (idade média entre 4 e 6 anos, e idade máxima entre 8 e 12 anos, com a adoção do valor mais adequado para cada caso dependendo das avaliações econômicas e da tomada de decisão).

- **Alternativa 2: Mantida a característica geral da rede, com alterações de algumas linhas e aumento de oferta em outras**

As alternativas A2 e A3 foram desenvolvidas com o objetivo de aumentar a oferta do sistema atual, permitindo a redução da lotação nas viagens mais carregadas e, principalmente, visando a recuperação da demanda do sistema através da melhoria da qualidade. É importante lembrar aqui que a atual quantidade de passageiros transportados no sistema de transporte coletivo de Franca está num patamar de 60% da quantidade transportada antes da pandemia de Covid 19. Portanto, o aumento proposto de oferta nessas alternativas tem como principal objetivo garantir uma significativa melhora de qualidade, tornando o serviço mais atrativo para os potenciais usuários.

A Alternativa 2 (A2) considera a manutenção geral da rede radial da cidade, que atende adequadamente aos dois principais destinos de viagens dos usuários: centro e “caminho” para o centro.

Mesmo com a manutenção da característica geral da rede, essa alternativa prevê um conjunto de alterações de itinerário e de desmembramento de linhas, visando a melhor adequação da oferta. Além dessas alterações, a A2 conta com um aumento de oferta, com a adição de frota em algumas linhas.

Essa alternativa prevê uma adequação da oferta de viagens no período noturno dos dias úteis e nos finais de semana. Conforme apontado no diagnóstico, o sistema de transporte coletivo de Franca possui atualmente uma oferta muito reduzida nesses períodos.

Assim como no caso da Alternativa 1, a Alternativa 2 também incorpora a renovação de frota prevista para a nova concessão do serviço, reduzindo a idade média e a idade máxima da frota em operação no município.

Portanto, a Alternativa 2 responde aos elementos apontados no diagnóstico e na análise da matriz de viagens, propondo uma renovação de frota, uma oferta adequada no período da noite dos dias úteis e nos finais de semana, e um aumento de oferta e atendimentos de um conjunto de linhas visando evitar a lotação em algumas partidas e visando, principalmente, atrair mais usuários para o sistema através do aumento de oferta, lembrando que o sistema hoje transporta apenas 60% da demanda transportada antes da pandemia da Covid 19.

- **Alternativa 3: Incorporando linhas circulares de bairros e linhas inter-regionais**

No caso da Alternativa 3, também há um esforço para aumentar a oferta tendo como principal objetivo tornar o serviço mais atraente para potenciais usuários do sistema de transporte coletivo de Franca.

A Alternativa 3 (A3) considera a manutenção geral da rede radial da cidade, que atende adequadamente aos dois principais destinos de viagens dos usuários: centro e “caminho” para o centro, mas incorpora um conjunto de linhas circulares de bairros e linhas inter-regionais que visam o atendimento do terceiro maior destino de viagens, que são as viagens internas nos bairros e as viagens inter-regionais, que hoje se utilizam da integração no Terminal Central para o complemento de viagem (as chamadas “viagens em V”).

Essa alternativa prevê o mesmo conjunto de alterações de itinerário e de desmembramento de linhas, visando a melhor adequação da oferta, previsto na A2. Também incorpora o aumento de oferta, com a adição de frota em algumas linhas, previsto na A2. No

entanto, a Alternativa 3 apresenta aumento de oferta maior do que aquele previsto na A2, em função da operação das novas linhas circulares de bairros e das linhas inter-regionais.

Assim como a A2, essa alternativa prevê uma adequação da oferta de viagens no período noturno dos dias úteis e nos finais de semana. Conforme apontado no diagnóstico, o sistema de transporte coletivo de Franca possui atualmente uma oferta muito reduzida nesses períodos.

Adicionalmente, assim como nos casos das A1 e A2, a Alternativa 3 incorpora a renovação de frota prevista para a nova concessão do serviço, reduzindo a idade média e a idade máxima da frota em operação no município.

Dessa forma, a Alternativa 3 responde aos elementos apontados no diagnóstico e na análise da matriz de viagens, propondo uma renovação de frota; uma oferta adequada no período da noite dos dias úteis e nos finais de semana; um aumento de oferta e atendimentos de um conjunto de linhas visando evitar a lotação em algumas partidas e visando, principalmente, atrair mais usuários para o sistema através do aumento de oferta, lembrando que o sistema hoje transporta apenas 60% da demanda transportada antes da pandemia da Covid 19, além da oferta adicional representada pela operação das novas linhas circulares de bairros e das linhas inter-regionais; e a adoção de linhas circulares de bairros e linhas inter-regionais, para o atendimento direto de demandas sem precisar se deslocar para o Terminal Central para complemento de viagem.

4.1 Alternativa 1 – Situação Atual

A Alternativa 1, conforme já apresentado, não possui alterações na rede de linhas atuais, nem conta com aumento de oferta de frota e viagens. A única alteração em relação a situação atual é a consideração de renovação de frota, condição inerente ao processo de concessão.

4.2 Alternativa 2 – Aumento de oferta

A Alternativa 2 incorpora um aumento de oferta na rede, com adição de frota e viagens de algumas linhas mantidas, e com alterações de itinerário e subdivisão de linhas, com melhoria do atendimento.

Essa alternativa incorpora também um aumento na oferta no período noturno nos dias úteis assim como nos finais de semana. Nesse caso a proposta da A2 elimina as atuais linhas noturnas e incrementa a oferta das linhas regulares para os horários noturnos.

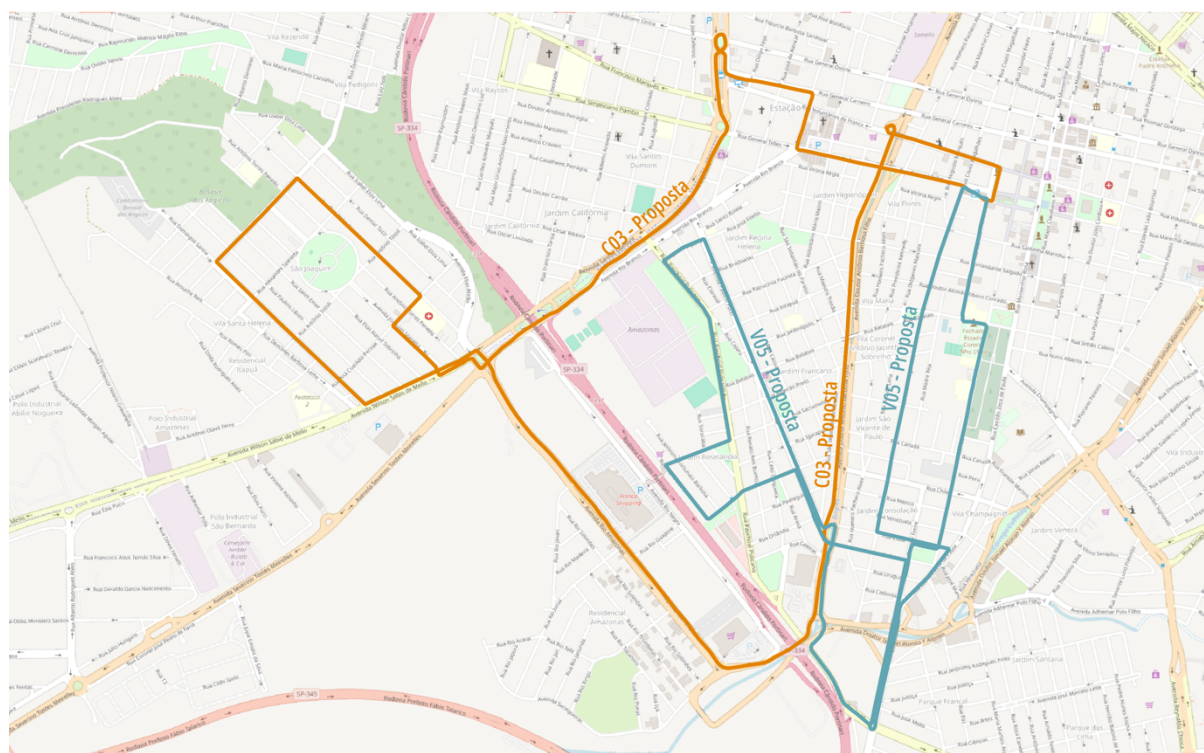
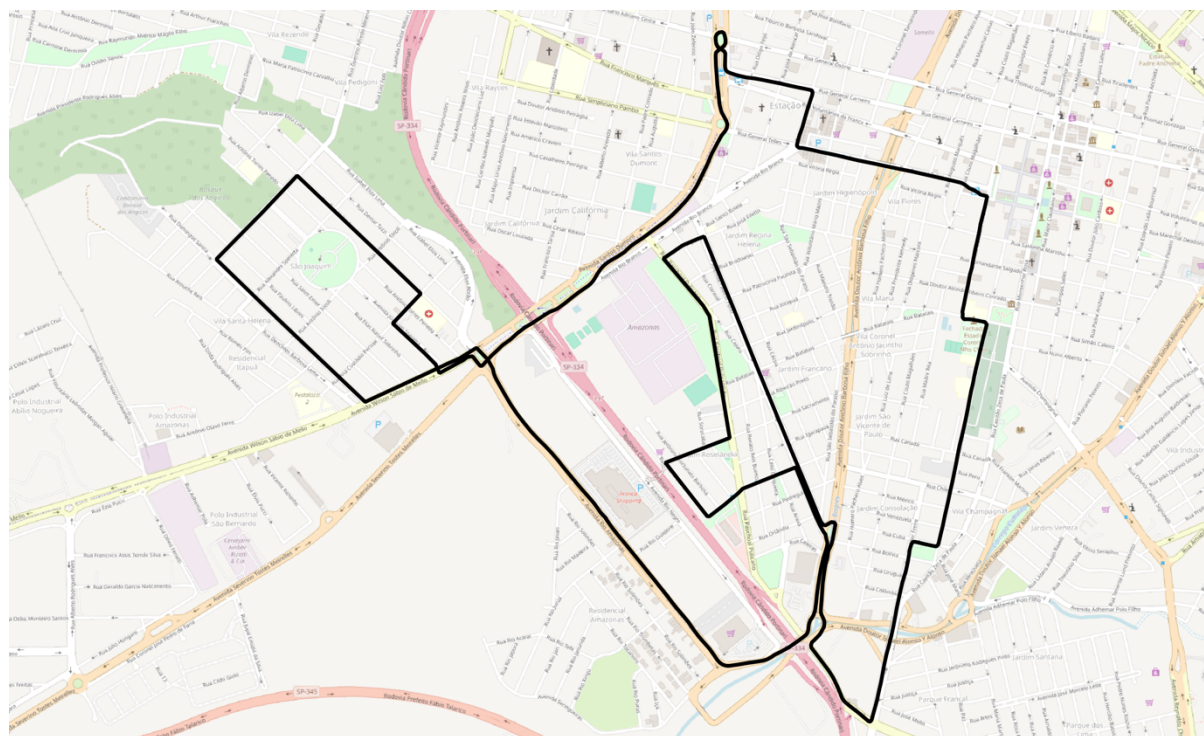
A Tabela 27 mostra o conjunto de linhas com alteração de itinerário, linhas eliminadas e as linhas novas, criadas para suprir o atendimento das linhas alteradas ou eliminadas.

Tabela 27: Proposta de mudanças de linhas e itinerários – Alternativa 2

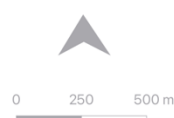
Linha	Tipo	Descrição
C03	alteração de itinerário	Alteração significativa no trajeto no sentido volta, que liga o Terminal Central ao shopping Franca. A intenção é tornar mais direta essa conexão, deixando de atender o Jardim Francano, que passa a ser atendido pela linha V05 (Nova).
C31	alteração de itinerário	Três alterações significativas de itinerário: i) deixa de atender o bairro Vida Nova, implicando em uma redução significativa de km e tempo de ciclo; ii) consolida o atendimento ao Condomínio Popular Bernardino Pucci em todas as suas partidas, o qual é realizado atualmente em apenas algumas viagens; iii) passa a ter parte de seu itinerário no início do bairro City Petrópolis, reforçando o atendimento na região. O bairro Vida Nova passa a ser atendido pela linha V02 (Nova).
L01	alteração de itinerário	Deixa de atender os bairros João Liporoni e Natal, proporcionando uma conexão mais direta ao centro para os usuários da região do Jardim Tropical. Estes bairros desatendidos pela L01 passam a ser atendidos pela linha V04 (Nova).
L02	alteração de itinerário	Inversão do itinerário que as viagens de ida e de volta possuem no bairro.
M09	alteração de itinerário	Na sua porção no bairro, sofre alterações no seu itinerário para oferecer uma conexão mais direta entre o bairro Jardim Pulicano ao centro. Parte do itinerário no bairro passa a ser coberto pela linha V04 (Nova).
N15	alteração de itinerário e aumento de frota	Passa a atender uma avenida com potencial de demanda e crescimento na macrozona Sul 2, além de sofrer alteração na conexão com o centro por uma via mais direta, aliado com um aumento de frota.
T30	alteração de itinerário	Deixa de atender os bairros Vila Hípica e Vila Real, proporcionando uma conexão mais direta ao centro para os usuários dos bairros Franca

Linha	Tipo	Descrição
		Polo, Residencial Zanetti e adjacentes. Prevista a redução de frota em função da redução de atendimentos.
O17	alteração de itinerário e aumento de frota	Passa a suprir o atendimento que a linha T30 deixa de realizar nos bairros Vila Hípica e Vila Real, além do aumento de frota.
H05	excluída	O atendimento ao bairro Parque do Horto passa a ser realizado pela linha V01 (Nova). O atendimento ao Jardim Paineiras passa a ser realizado pela linha V03 (Nova).
L20	excluída	O atendimento aos bairros Jardim Luiza I e Jardim Luiza II passa a ser realizado pelas linhas V02 (Nova) e V03 (Nova).
V01	nova	Atende o bairro Parque do Horto com uma linha de itinerário mais direto de ligação bairro-centro.
V02	nova	Linha criada para atender o bairro Vida Nova, dada a alteração no itinerário da linha C31, e para a atender o bairro Jardim Luiza II, dada a extinção da linha L20.
V03	nova	Linha criada para atender o bairro Jardim Paineiras, dada a extinção da linha H05, e para a atender o bairro Jardim Luiza I, dada a extinção da linha L20.
V04	nova	Linha criada para atender os bairros Jardim Palermos, João Liporoni e Natal de maneira mais direta ao centro, dada a alteração de itinerário das linhas M09 e L01.
V05	nova	Linha que passa a atender o bairro Jardim Francano, dada a alteração no itinerário da linha C03.

As Figura 48 e a Figura 56 mostram as alterações incorporadas na rede física das linhas na Alternativa 2.

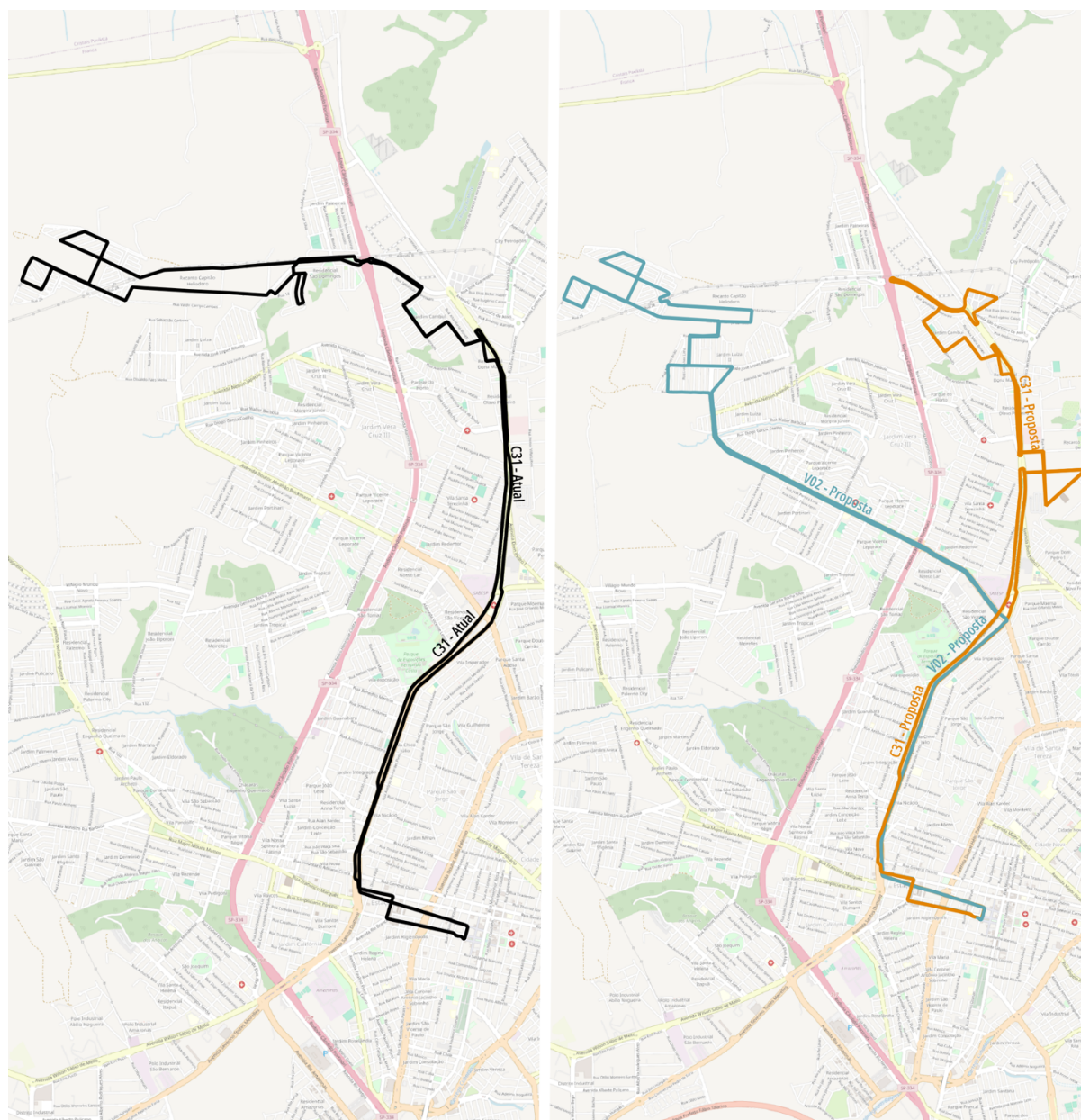


Alternativa 2
 — C03 - Atual
 — C03 - Proposta
 — V05 - Proposta

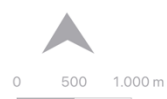


Elaboração: ANTP
 Setembro 2024
 Base: Open Street, IBGE
 Dado: Prefeitura Franca

Figura 48: Linhas C03, V05

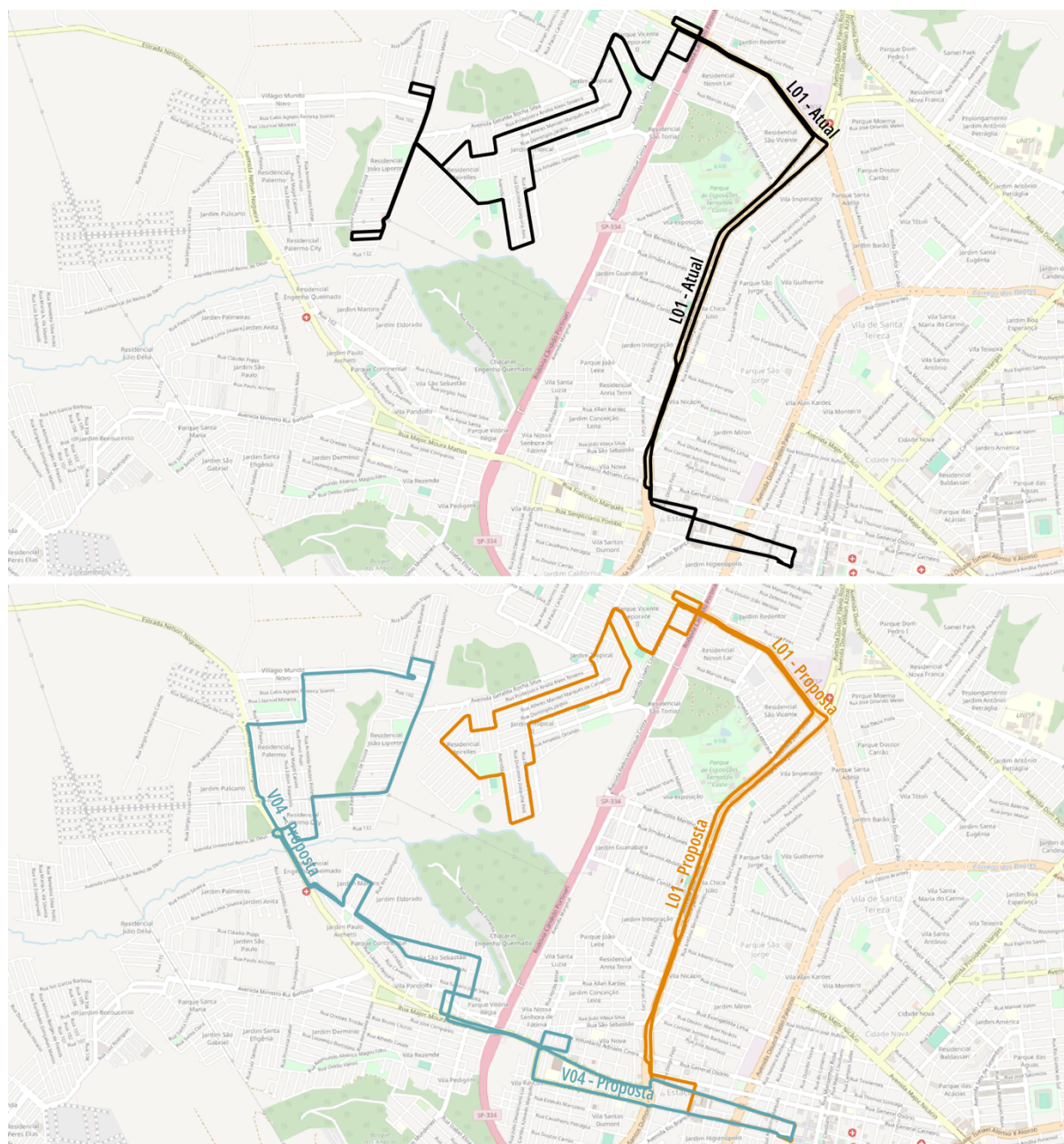


Alternativa 2
 — C31 - Atual
 — C31 - Proposta
 — V02 - Proposta



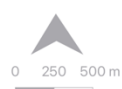
Elaboração: ANTP
 Setembro 2024
 Base: Open Street, IBGE
 Dado: Prefeitura Franca

Figura 49: Linhas C31 e V02



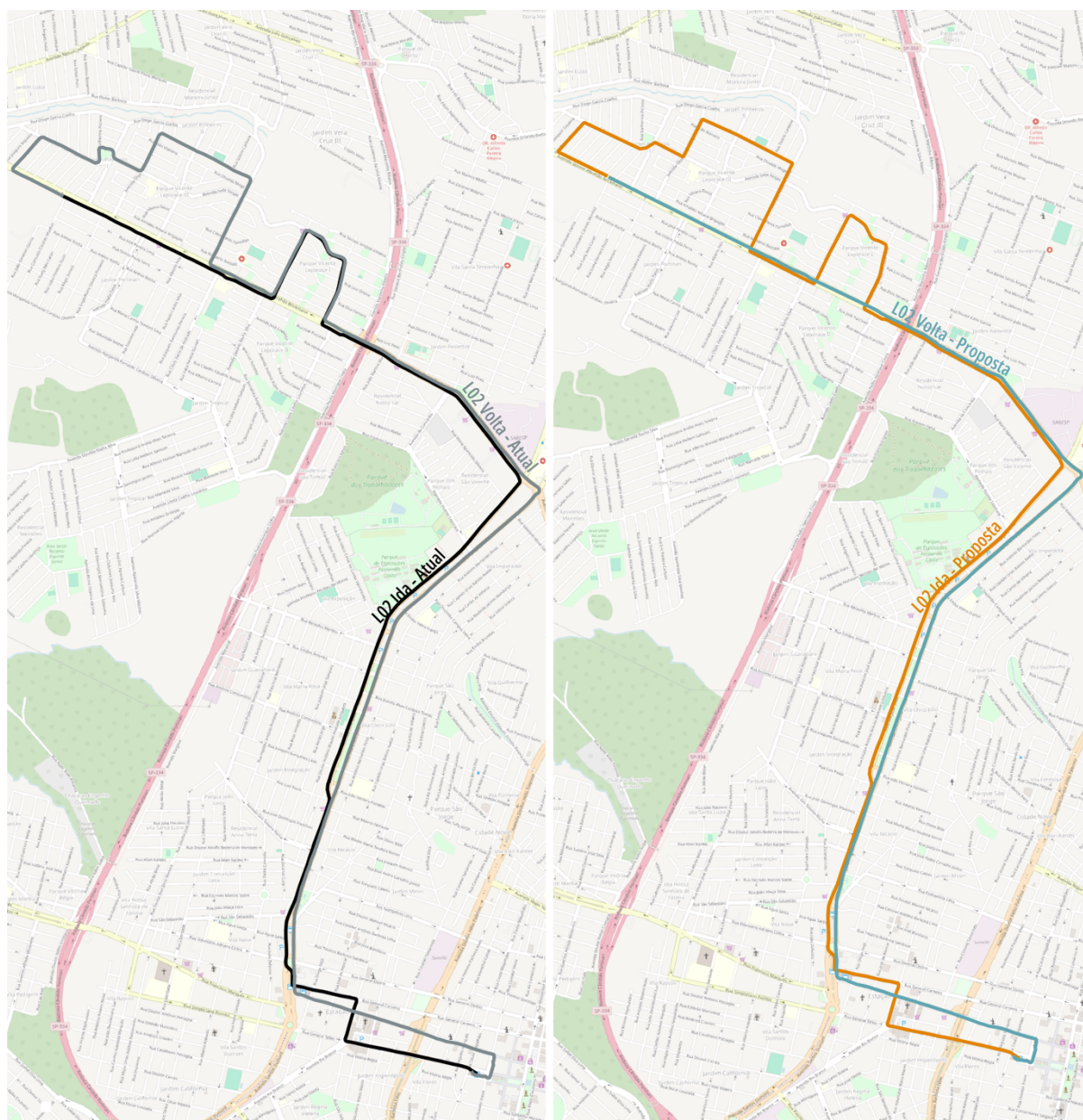
Alternativa 2

- L01 - Atual
- L01 - Proposta
- V04 - Proposta



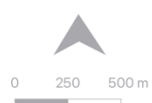
Elaboração: ANTP
Setembro 2024
Base: Open Street, IBGE
Dado: Prefeitura Franca

Figura 50: Linhas L01 e V04



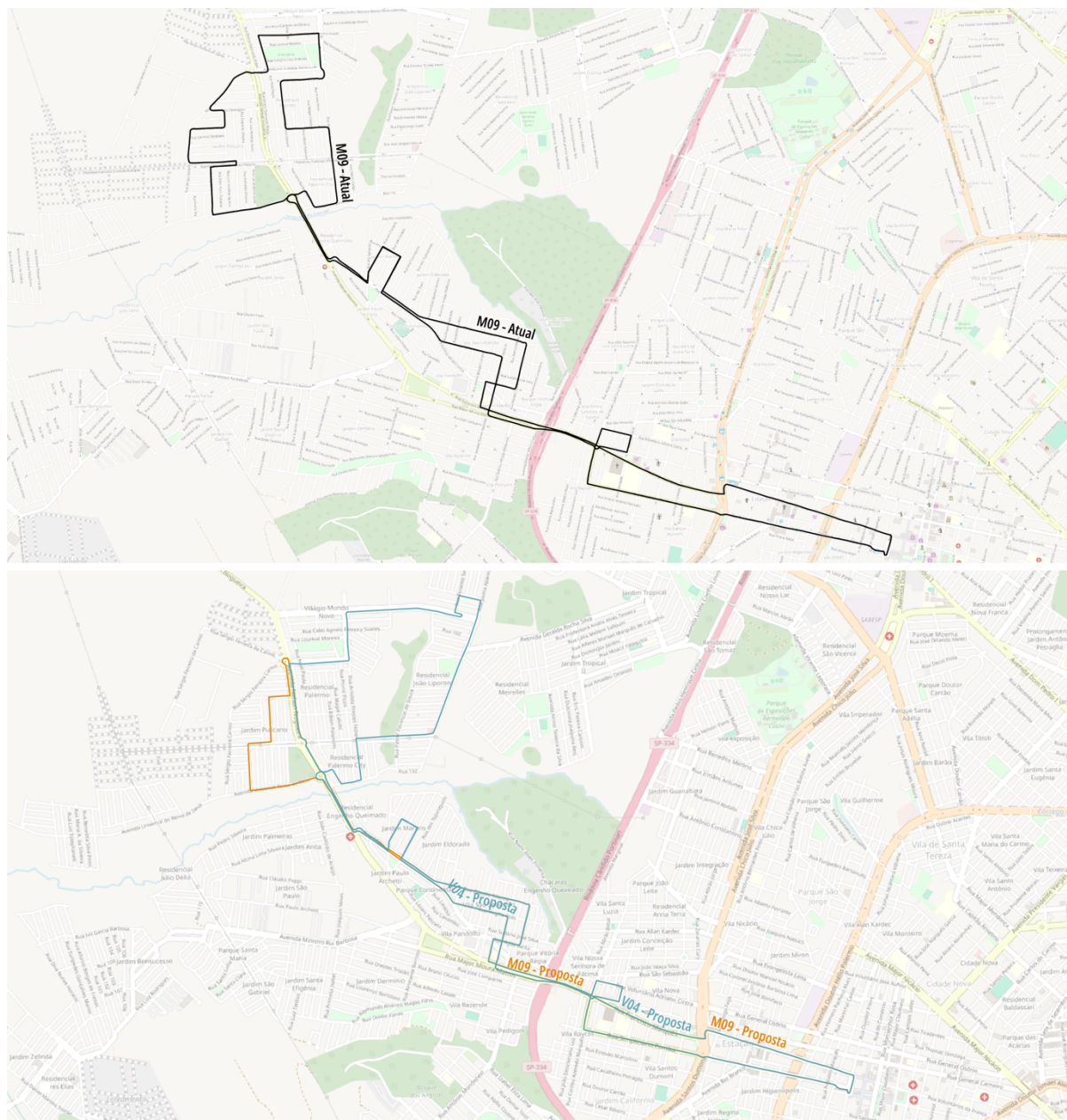
Alternativa 2

- L02 Ida - Atual
- L02 Ida - Proposta
- L02 Volta - Atual
- L02 Volta - Proposta



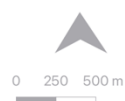
Elaboração: ANTP
Setembro 2024
Base: Open Street, IBGE
Dado: Prefeitura Franca

Figura 51: Linha L02



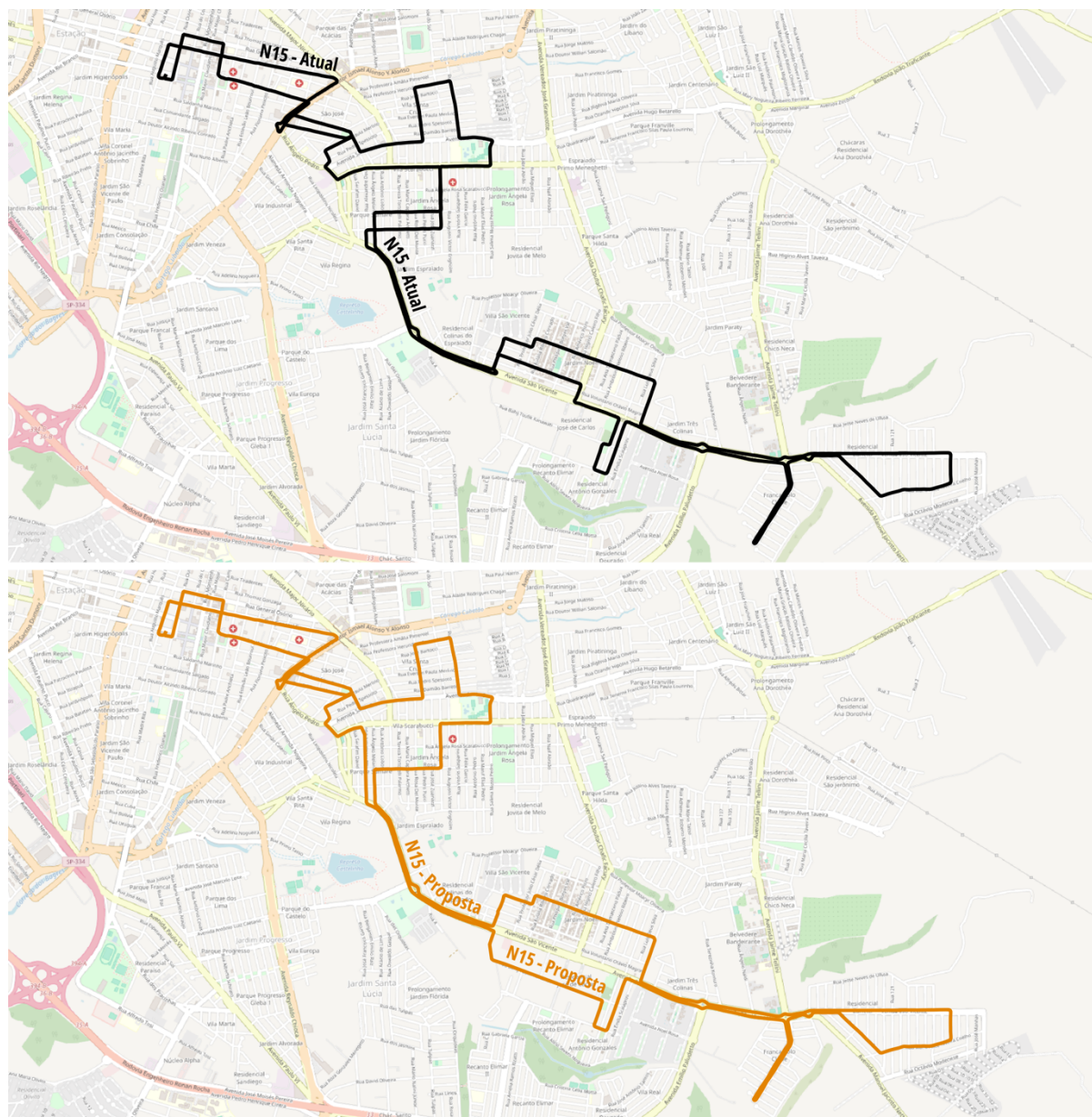
Alternativa 2

- M09 - Atual
- M09 - Proposta
- V04 - Proposta

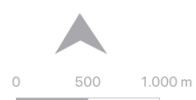


Elaboração: ANTP
Setembro 2024
Base: Open Street, IBGE
Dado: Prefeitura Franca

Figura 52: Linha M09 e M04

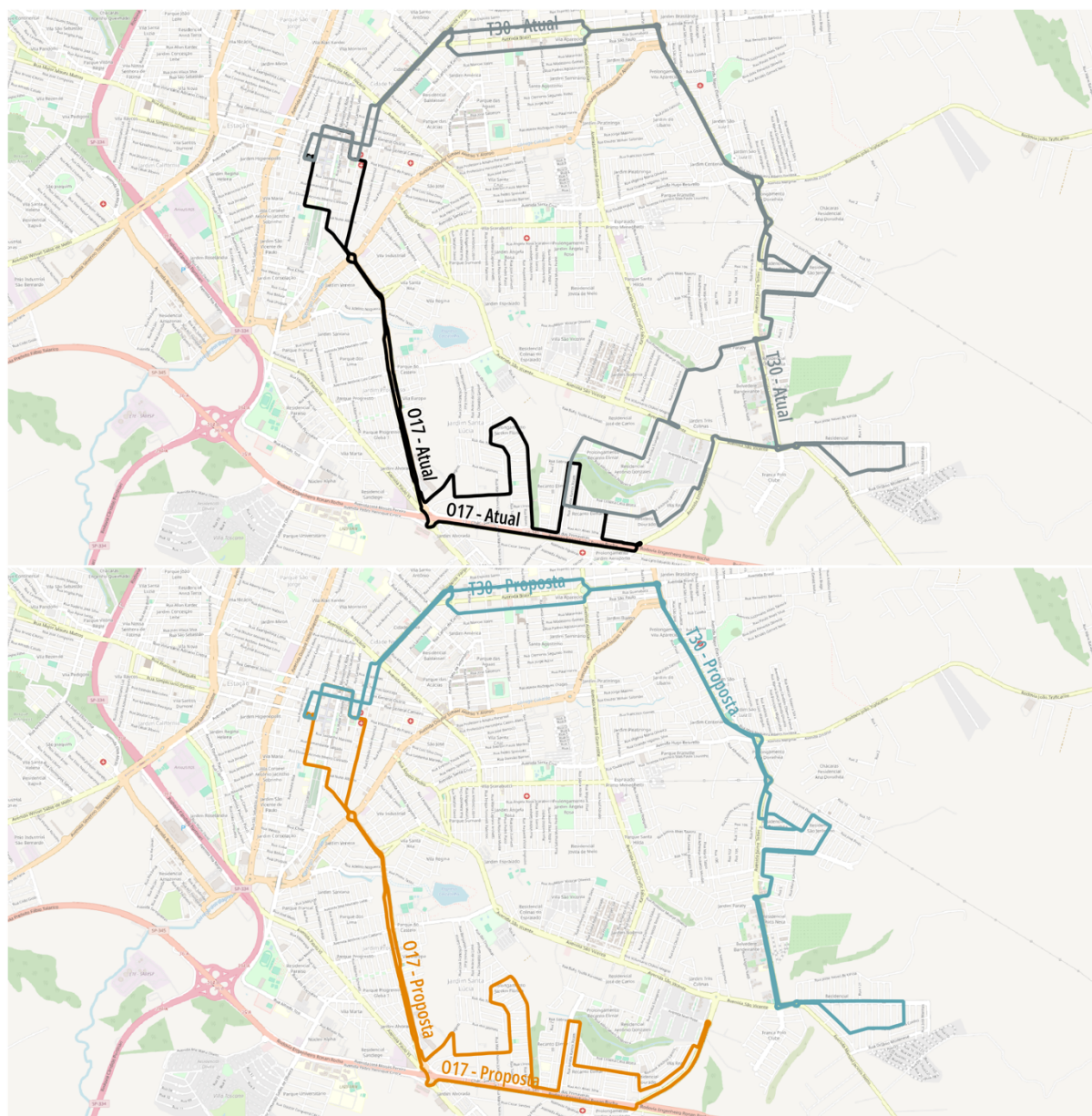


Alternativa 2
 — N15 - Atual
 — N15 - Proposta



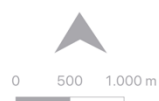
Elaboração: ANTP
 Setembro 2024
 Base: Open Street, IBGE
 Dado: Prefeitura Franca

Figura 53: Linha N15



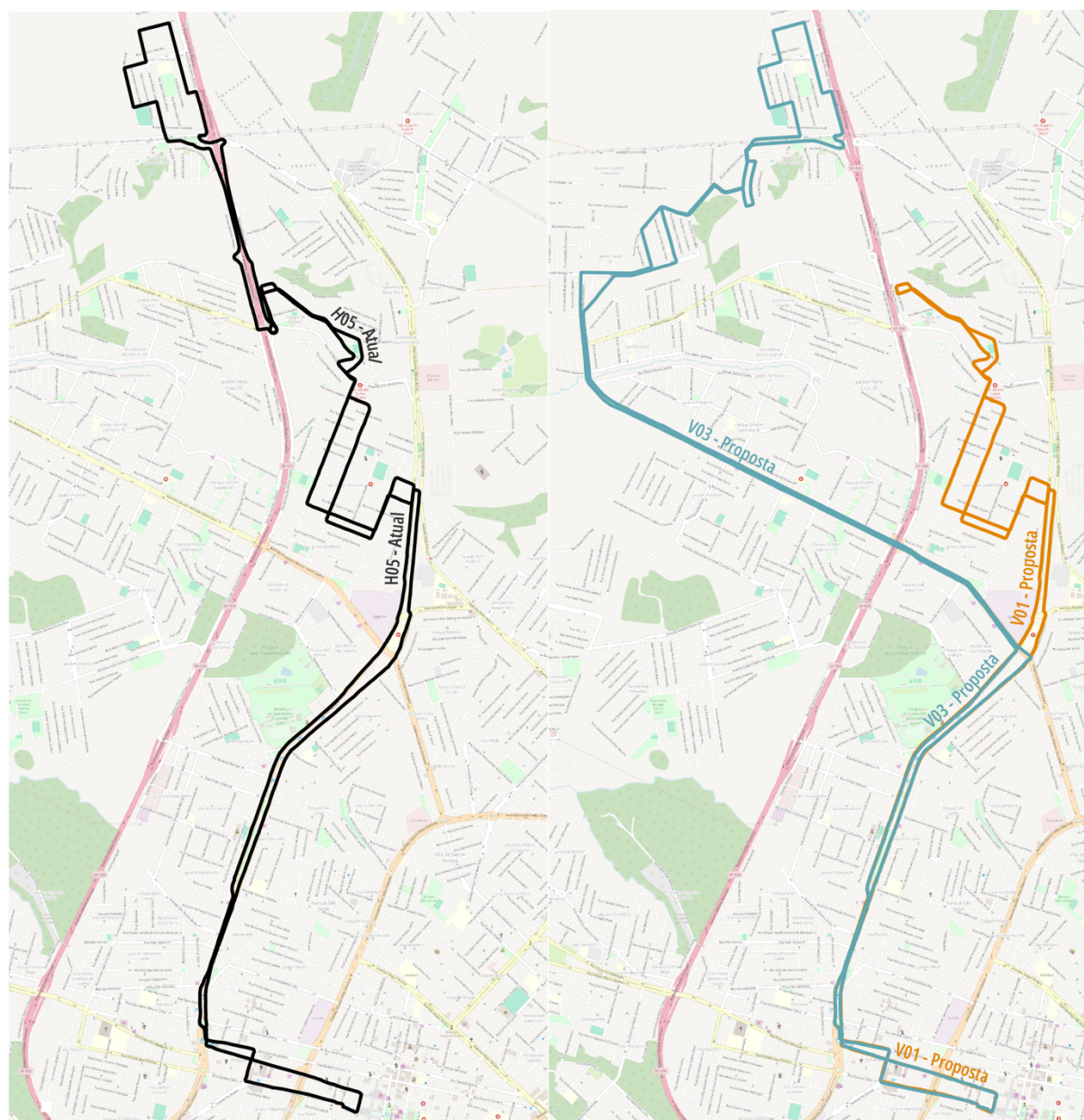
Alternativa 2

- 017 - Atual
- 017 - Proposta
- T30 - Atual
- T30 - Proposta



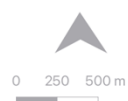
Elaboração: ANTP
Setembro 2024
Base: Open Street, IBGE
Dado: Prefeitura Franca

Figura 54: Linhas 017 e T30



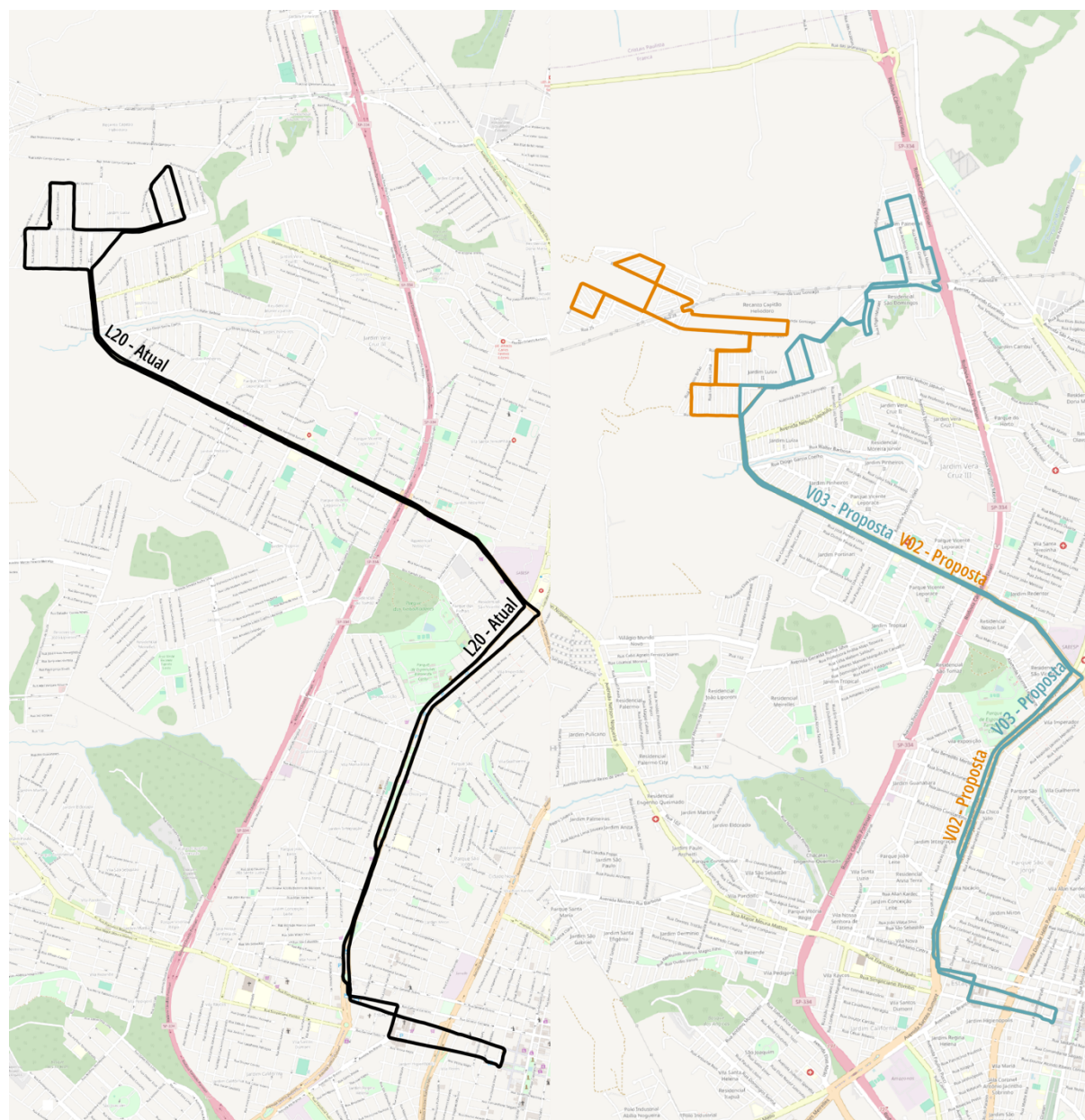
Alternativa 2

- H05 - Atual
- V01 - Proposta
- V03 - Proposta



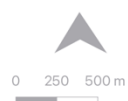
Elaboração: ANTP
Setembro 2024
Base: Open Street, IBGE
Dado: Prefeitura Franca

Figura 55: Linhas H05, V01 e V03



Alternativa 2

- L20 - Atual
- V02 - Proposta
- V03 - Proposta



Elaboração: ANTP
Setembro 2024
Base: Open Street, IBGE
Dado: Prefeitura Franca

Figura 56: Linhas L20, V02 e V03

A Tabela 28 mostra a relação de linhas que tiveram seus itinerários mantidos e tiveram aumento de frota.

Tabela 28: Relação de linhas mantidas e/ou aumento de frota

Linha	Nome	Descrição
C01	Circular 01/Sta Helena/Terminal	Aumento de frota
C02	Circular 02/Francano/Sta Helena/Terminal	Aumento de frota
E19	Palma via Rivieira	Aumento de frota
E25	Jardim Brasilândia/Jardim do Éden/Centro	Aumento de frota
L03	Jardim Portinari via Tropical	Aumento de frota
M07	Residencial Julio D'elia	Aumento de frota
N18	Jardim Noêmia	Aumento de frota
P01	Jardim Paulistano via Av. Brasil	Aumento de frota
T22	Jardim São Luis/Centro	Aumento de frota
U28	Unifran	Aumento de frota

Por fim, a Tabela 29 mostra a relação de linhas que tiveram mantidos seu itinerário e oferta.

Tabela 29: Linhas com itinerários e oferta mantidos

Linha	Nome	Descrição
A13	Jardim Aeroporto 3/via Atlanta Park/Centro	Itinerário e oferta mantidos
A14	Jardim Aeroporto 2/Centro	Itinerário e oferta mantidos
C06	City Petrópolis	Itinerário e oferta mantidos
D11	Distrito Industrial	Itinerário e oferta mantidos
D12	Jardim Zelinda	Itinerário e oferta mantidos
G33	Parque dos Pinhais	Itinerário e oferta mantidos
J08	Vila Imperador	Itinerário e oferta mantidos
K21	São José/Jardim Seminário/Piratininga	Itinerário e oferta mantidos
L04	Jardim Vera Cruz	Itinerário e oferta mantidos
LTL	Linha do Trabalhador Leste	Itinerário e oferta mantidos
LTN	Linha do Trabalhador Norte	Itinerário e oferta mantidos
LTO	Linha do Trabalhador Oeste	Itinerário e oferta mantidos
LTS	Linha do Trabalhador Sul/EMDEF	Itinerário e oferta mantidos

Linha	Nome	Descrição
M10	Jardim Bonsucesso via Derminio	Itinerário e oferta mantidos
P23	Jardim Panorama/Centro	Itinerário e oferta mantidos
S26	Jardim Samel Park	Itinerário e oferta mantidos

4.3 Alternativa 3 – Aumento de oferta com Linhas Circulares de Bairros e Linhas Inter-regionais

A Alternativa 3 incorpora todas as mudanças de rede previstas para a A2 (aumento de oferta na rede, com adição de frota e viagens de algumas linhas mantidas, e com alterações de itinerário e subdivisão de linhas, com melhoria do atendimento), com o acréscimo adicional de oferta na adoção de Linhas Circulares de Bairros e Linhas Inter-regionais.

Foram avaliadas algumas alternativas de linhas novas com itinerário diferente:

- As linhas Circulares Oeste foram testadas com um itinerário ligando as regiões Oeste 1 e Oeste 2 pelo sistema viário mais a oeste da região, e por uma ligação mais a Leste. Os resultados de carregamento indicaram a opção pela ligação mais a Oeste como a mais adequada;
- A matriz de viagens indicou que a região Norte possui significativa quantidade de viagens com destino nas regiões Leste e Oeste. A questão é que a região Norte está dividida entre Norte 1 e Norte 2, separadas pela rodovia, e não se justifica termos duas linhas para a região Oeste e duas para a Leste. Assim, foram testadas as opções Norte 1 (Leporace) para Oeste 2 (Distrito Industrial), Norte 2 (City Petrópolis) para Oeste 2 (Distrito Industrial), Norte 1 (Leporace) para Leste e Norte 2 (City Petrópolis) para Leste. Os resultados dos carregamentos indicaram as seguintes linhas como as mais adequadas: Norte 1 (Leporace) para Leste e Norte 2 (City Petrópolis) para Oeste 2 (Distrito Industrial), lembrando que essas linhas se encontram no cruzamento das avenidas Prof. Moacir Vieira Coelho e Chico Júlio, permitindo integração entre elas.

A função básica de incorporação dessas linhas é aumentar a oferta geral do sistema, para aumentar a possibilidade de captação de mais usuários, e aumentar a oferta de ligações diretas

entre as origens e destinos dos usuários, reduzindo a necessidade de integração no Terminal Central para complemento de viagens.

A Tabela 30 mostra a relação das linhas novas Circulares de Bairros e Inter-regionais.

Tabela 30: Novas linhas circulares de bairro e inter-regionais

Linha	Nome	Descrição
V06	Circular Leste Unesp	Circular na Região Leste
V07	Circular Leste Prefeitura	Circular na Região Leste
V08	Circular Norte Santa Terezinha	Circular na Região Norte
V09	Circular Norte Santa Leporace	Circular na Região Norte
V20	Circular Oeste Zelinda	Circular na Região Oeste
V21	Circular Oeste Califórnia	Circular na Região Oeste
V12	Circular Sul Santa Cruz	Circular na Região Sul
V13	Circular Sul Progresso	Circular na Região Sul
V14	Corredor Sul Leste	Inter-regional Sul - Leste
V16	Corredor Norte 1 Leste	Inter-regional Norte 1 (Leporace) - Leste
V19	Corredor Norte 2 Oeste	Inter-regional Norte 2 (City Petrópolis) - Oeste

A Figura 57 mostra as linhas novas, Circulares de Bairros e Inter-regionais, criadas para aumentar a oferta e as opções de deslocamento na cidade de Franca.

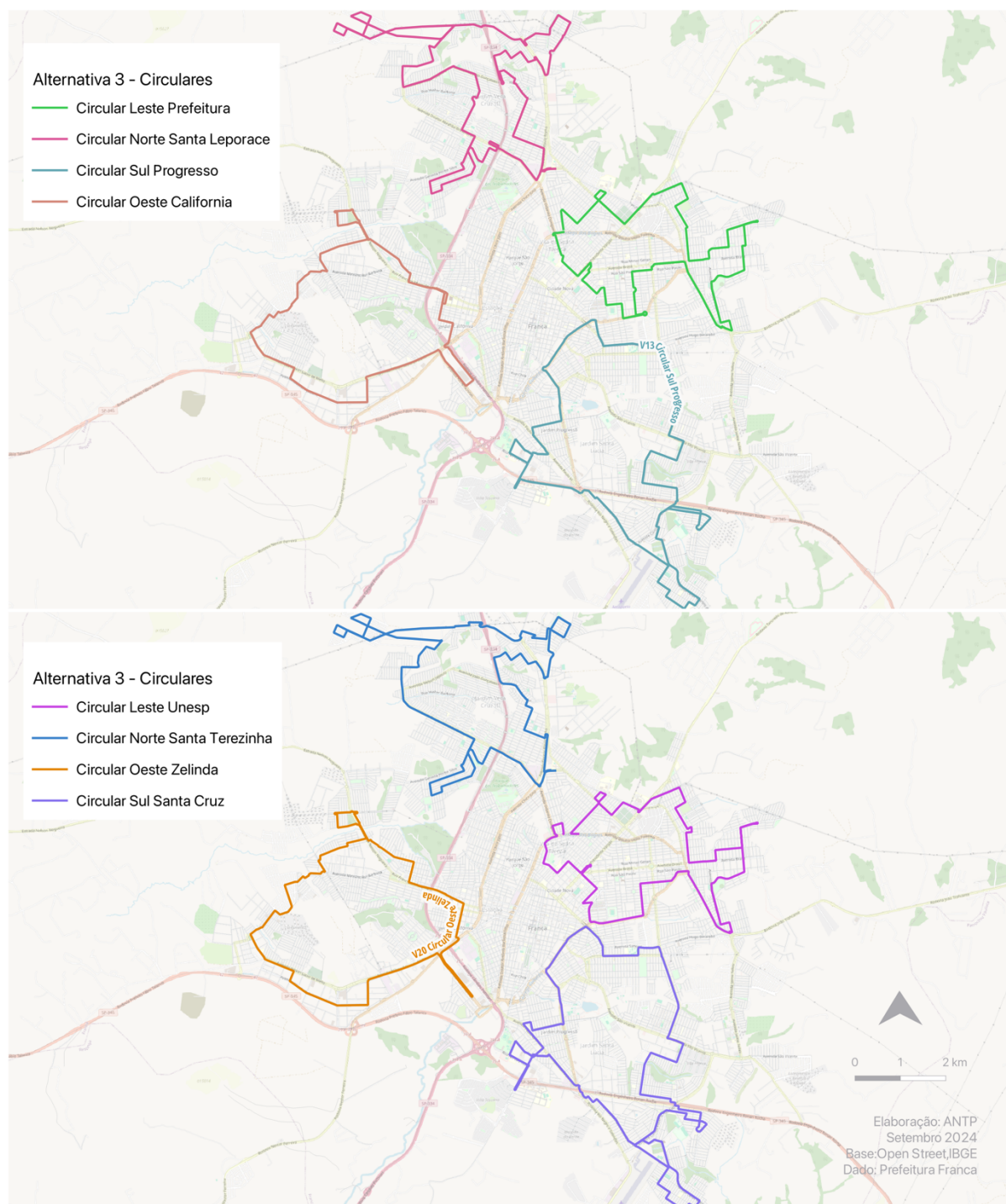
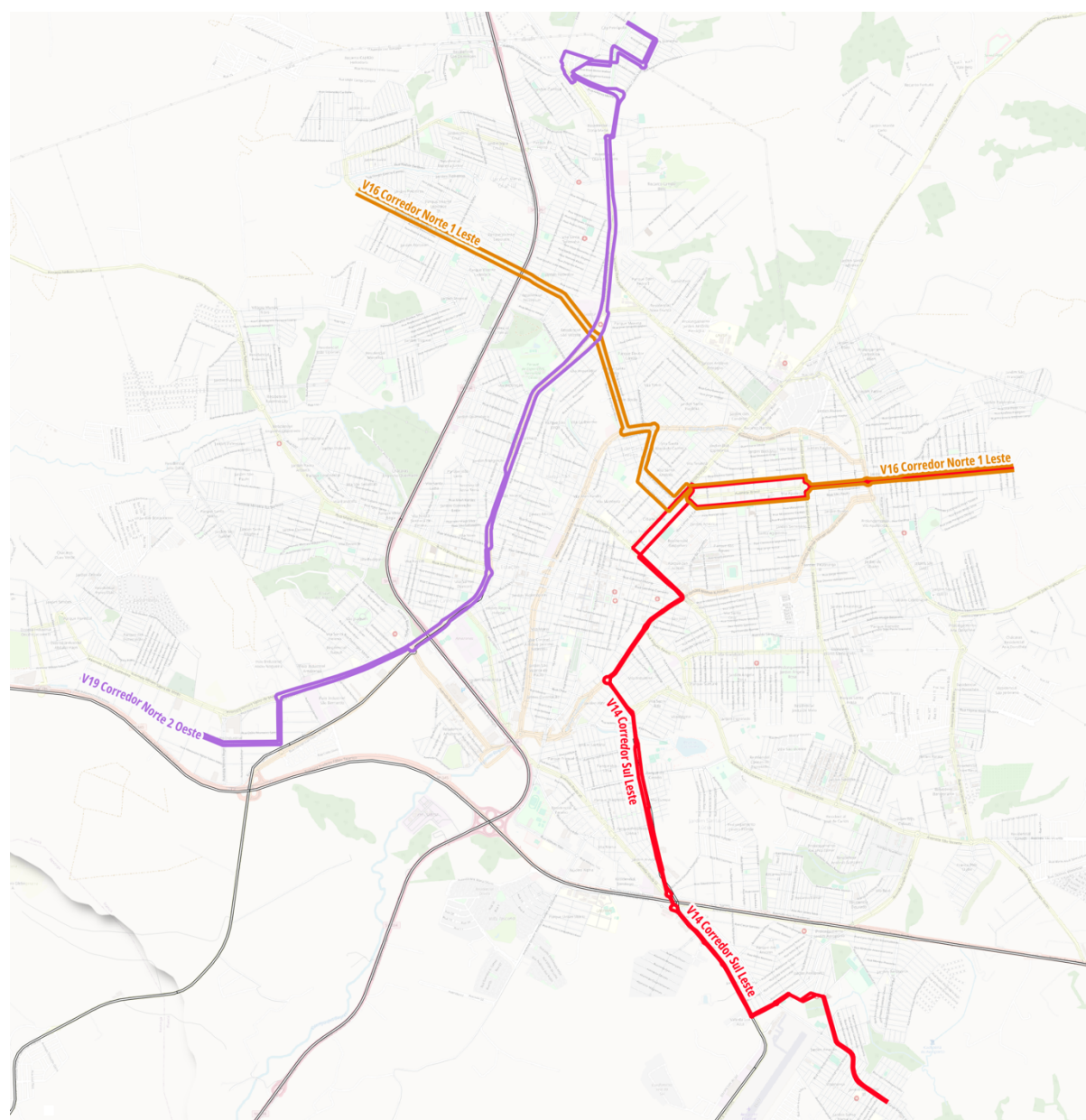


Figura 57: Linhas circulares - Alternativa 3



Rodovias

Sistema Viário

Limite Municipal de Franca

Alternativa 3 - Corredores

— V14 - Corredor Sul Leste

— V16 - Corredor Norte 1 Leste

— V19 - Corredor Norte 2 Oeste



Elaboração: ANTP
Setembro 2024
Base: Open Street, IBGE
Dado: Prefeitura Franca

Figura 58: Corredores - Alternativa 3

5. RESULTADOS DAS ANÁLISES

Considerando os elementos compilados no diagnóstico e na análise da matriz de viagens origem/destino, a tabela a seguir mostra quais objetivos são atingidos em cada alternativa analisada.

A Tabela 31 mostra que, do ponto de vista do atendimento das necessidades identificadas, a Alternativa 3 é aquela que apresenta melhores condições para isso.

Tabela 31: Comparação das alternativas em relação aos objetivos a serem atingidos

Objetivos	A1	A2	A3
Renovação de frota, com redução da idade média e máxima dos veículos	X	X	X
Melhoria no atendimento do período noturno nos dias úteis		X	X
Melhoria no atendimento nos finais de semana (sábado e domingo)		X	X
Aumento de oferta para evitar lotação em algumas partidas		X	X
Aumento de oferta para atrair mais usuários, com a disponibilização de novas ligações		X	XX
Ligações diretas dentro das regiões e entre as regiões, sem ter que transferir no Terminal Central			XX

5.1. Dimensionamento

As Tabelas 31 a 35 mostram um resumo dos principais dados operacionais obtidos na especificação das alternativas analisadas e o comparativo entre eles. A frota operacional da situação atual (A1) é de 58 veículos, passando para 75 veículos na Alternativa 2 e para 91 veículos na Alternativa 3.

Na comparação entre a A2 e a A1, enquanto a frota aumenta em 29% a quilometragem mensal aumenta 31%. Essa pequena diferença com quilometragem aumentando um pouco mais do que a frota ocorre em função do aumento de oferta do período noturno nos dias úteis e nos finais de semana. O indicador de PMM (Percurso Médio Mensal), que indica a quantidade

de quilometragem percorrida por cada veículo da rede, indica um aumento de 7%, na comparação da A2 em relação a situação atual, evidenciando o efeito da maior utilização da frota nos períodos noturno e final de semana. Especificamente em relação aos finais de semana, enquanto as partidas nos dias úteis aumentam 40%, as partidas no sábado aumentam 132% e as partidas de domingo aumentam 259%. Considerando a quantidade de partidas no período de pico manhã (duas horas - PM – 6h00 – 7h59), informação que impacta diretamente a percepção dos usuários de aumento de oferta, o aumento é de 30%.

Na comparação entre a A3 e a A1, enquanto a frota aumenta em 57% a quilometragem mensal aumenta 68%, também em função do aumento de oferta do período noturno nos dias úteis e nos finais de semana. O PMM aumenta 6%, também consequência da maior utilização da frota nos serviços noturno e finais de semana. Em relação aos finais de semana, enquanto as partidas nos dias úteis aumentam 76%, as partidas no sábado aumentam 203% e as partidas de domingo aumentam 344%. Considerando a quantidade de partidas no período de pico manhã (duas horas - PM – 6h00 – 7h59), informação que impacta diretamente a percepção dos usuários de aumento de oferta, o aumento é de 62%.

Tabela 32: Resumo dos dados operacionais das alternativas analisadas

	A1	A2	A3
Frota operacional	58	75	91
Km/mês (útil)	336.169	439.244	566.406
PMM	5.796	5.857	6.224
Partidas PM (6/7) DU	88	114	142
Partidas DU	582,5	814,5	1.023,5
Partidas SAB	231,5	537,0	702,0

Tabela 33: Comparação dos dados operacionais das alternativas analisadas

	A2/A1	A3/A1	A3/A2
Frota operacional	29%	57%	21%
Km/mês (útil)	31%	68%	29%
PMM	1%	7%	6%
Partidas PM (6/7) DU	30%	62%	25%
Partidas DU	40%	76%	26%
Partidas SAB	132%	203%	31%

A Figura 59 mostra o impacto do aumento de oferta na percepção dos usuários, considerando a quantidade de linhas por quantidade de partidas no período de pico manhã (PM de 2 horas – 6/7). Enquanto na Alternativa 1 (situação atual) apenas 20% das linhas possuem intervalo entre partidas igual ou inferior a 30 minutos, nas alternativas A2 e A3 a quantidade de linhas com intervalo entre partidas igual ou inferior a 30 minutos fica em torno de 50% do total de linhas.

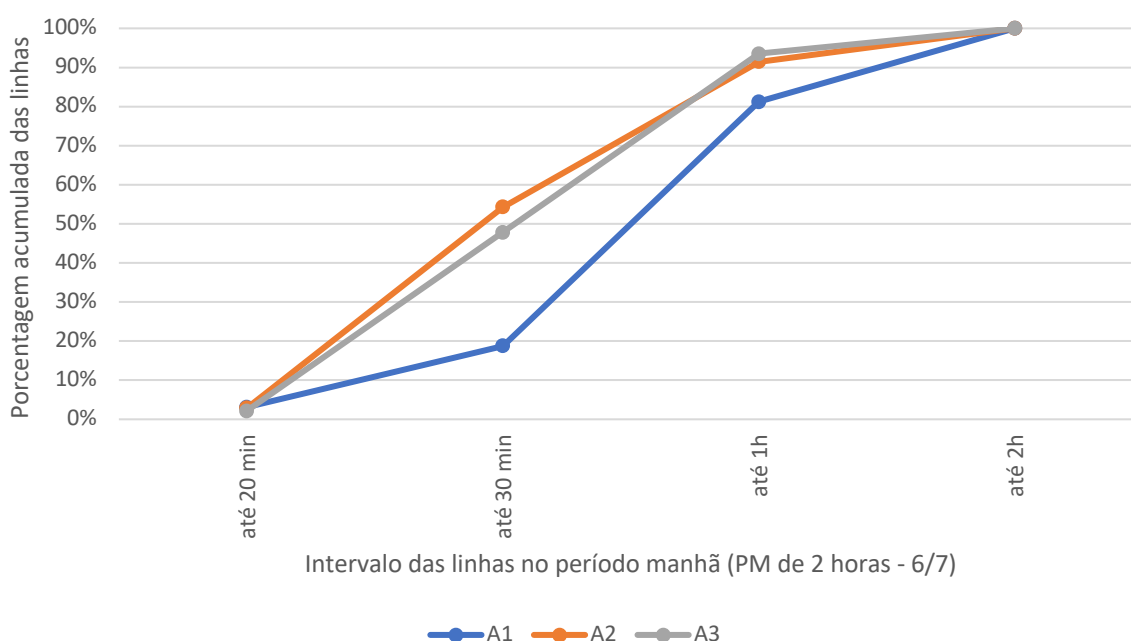


Figura 59: Intervalo das linhas período manhã

As Tabelas 34, 35 e 36 mostram o resumo dos dados operacionais por linha para cada alternativa analisada.

Tabela 34: Dados operacionais das Linhas da Alternativa 1

Código	NOME	Veículo	Frota Alocada	Tempo Ciclo (min)	Dia Útil				Sábado			Domingo			Quilometragem Útil Mês (km)
					Partidas PM (2 horas - 6/7) DU	Ext. Ciclo DU (km)	Partidas DU	Km Útil DU	Ext. Ciclo SAB (km)	Partidas SAB	Km Útil SAB	Ext. Ciclo DOM (km)	Partidas DOM	Km Útil DOM	
152	Especial Noturno Norte 1	Ônibus Básico		90	0,0	34,00	7	238	34,00	5	170	34,00	3	102	6.324
153	Especial Noturno Norte 2	Ônibus Básico		102	0,0	35,00	4	140	35,00	4	140				3.640
154	Especial Noturno Leste	Ônibus Básico		90	0,0	25,00	4	100	25,00	4	100				2.600
155	Especial Noturno Oeste	Ônibus Básico		90	0,0	30,00	7	210	30,00	4	120	30,00	3	90	5.460
156	Especial Noturno Sul	Ônibus Básico		90	0,0	31,00	7	217	31,00	5	155	31,00	3	93	5.766
157	Especial Noturno Sul via Av. Brasil	Ônibus Básico		76	0,0	32,00	4	128	32,00	4	128				3.328
A13	Jardim Aeroporto 3	Ônibus Básico	6	80	7,0	24,93	37	922	25,23	18	454	25,01	9	225	23.008
A14	Jardim Aeroporto 2	Ônibus Básico	3	75	5,0	21,80	27	589	21,80	15	327	21,80	10	218	15.129
C01	Circular 01	Ônibus Básico	1	90	0,5	30,40	9	274	33,40	8	267	33,40	8	267	8.157
C02	Circular 02	Ônibus Básico	1	105	0,5	29,20	9	263	32,20	8	258	32,20	7	225	7.714
C03	Walmart via Santa Helena	Ônibus Básico	1	40	2,0	16,80	13	218	16,80	5	84				5.141
C06	City Petrópolis	Ônibus Básico	4	60	4,5	23,59	27	637	24,25	8	194	24,11	9	217	15.658
C31	Jardim Cambui	Ônibus Básico	2	85	3,0	29,00	19	551							12.122
D11	Distrito Industrial	Ônibus Básico		55	1,0	16,50	5	83	16,50	1	17				1.881
D12	Jardim Zelinda	Ônibus Básico	3	75	5,5	24,00	31	744	24,00	11	264	24,00	6	144	18.000
E19	Jardim Brasilândia	Ônibus Básico	1	60	2,0	25,90	15	389	29,90	6	179	27,90	6	167	9.934
E25	Jardim do Éden	Ônibus Básico	1	70	2,0	21,10	15	317							6.963
G33	Parque dos Pinhais	Ônibus Básico	1	65	1,0	15,20	11	167							3.678

Código	NOME	Veículo	Frota Alocada	Tempo Ciclo (min)	Dia Útil				Sábado			Domingo			Quilometragem Útil Mês (km)
					Partidas PM (2 horas - 6/7) DU	Ext. Ciclo DU (km)	Partidas DU	Km Útil DU	Ext. Ciclo SAB (km)	Partidas SAB	Km Útil SAB	Ext. Ciclo DOM (km)	Partidas DOM	Km Útil DOM	
H05	Jardim Paineiras	Ônibus Básico	2	75	3,5	30,02	23	691	33,50	10	335	31,72	9	286	17.673
J08	Vila Imperador	Ônibus Básico	1	65	1,0	17,00	11	187							4.114
K21	Jardim Seminário	Ônibus Básico	1	60	2,5	13,80	14	193							4.250
L01	Jardim Tropical/Meirelles	Ônibus Básico	2	80	3,5	21,30	22	469	24,30	10	243	24,30	6	146	11.864
L02	Leporace	Ônibus Básico	2	60	3,0	17,60	18	317	17,60	12	211				7.814
L03	Jardim Portinari	Ônibus Básico	1	60	2,0	17,80	13	231	17,80	10	178	17,80	6	107	6.230
L04	Jardim Vera Cruz	Ônibus Básico	2	70	3,0	18,70	23	430	21,35	17	363	20,06	11	221	11.797
L20	Jardim Luiza	Ônibus Básico	2	75	3,0	20,60	19	391							8.611
LTL	Linha do Trabalhador Leste	Ônibus Básico		60	0,0	18,63	2	37							820
LTN	Linha do Trabalhador Norte	Ônibus Básico		60	0,0	25,00	2	50							1.100
LTO	Linha do Trabalhador Oeste	Ônibus Básico		60	0,0	22,40	2	45							986
LTS	Linha do Trabalhador Sul	Ônibus Básico		60	0,0	22,75	3	68							1.502
M07	Residencial Julio D'elia	Ônibus Básico	1	60	2,5	15,40	14	216							4.743
M09	Jardim Pulicano	Ônibus Básico	3	75	3,5	17,40	23	400	20,40	11	224	18,49	11	203	10.516
M10	Jardim Bonsucesso via Derminio	Ônibus Básico	3	70	4,0	18,70	27	505	18,70	12	224	18,70	12	224	12.903
N15	Residencial José de Carlos	Ônibus Básico	1	75	1,5	28,00	10	280	28,00	10	280				7.280
N18	Jardim Noêmia	Ônibus Básico	3	75	3,0	21,50	21	452	21,50	10	215	21,50	7	151	11.395
O17	Recanto Elimar	Ônibus Básico	1	60	2,0	25,10	14	351	28,10	10	281	26,39	7	185	9.594

Código	NOME	Veículo	Frota Alocada	Tempo Ciclo (min)	Dia Útil				Sábado			Domingo			Quilometragem Útil Mês (km)
					Partidas PM (2 horas - 6/7) DU	Ext. Ciclo DU (km)	Partidas DU	Km Útil DU	Ext. Ciclo SAB (km)	Partidas SAB	Km Útil SAB	Ext. Ciclo DOM (km)	Partidas DOM	Km Útil DOM	
P01	Jardim Paulistano	Ônibus Básico	1	60	1,5	21,10	13	274	21,10	6	127				6.541
P23	Jardim Panorama	Ônibus Básico	2	85	2,5	19,70	23	453	19,70	11	217	21,13	7	148	11.427
S26	Samel Park	Ônibus Básico	1	80	2,0	18,50	10	185							4.070
T22	Jardim São Luis	Ônibus Básico	1	60	2,0	19,30	12	232	19,30	6	116				5.558
T30	Vila Hípica	Ônibus Básico	3	100	4,5	29,70	20	594	29,70	8	238	30,45	10	305	15.236
U28	Unifran	Ônibus Básico	1	65	3,0	17,10	15	257							5.643

Tabela 35: Dados operacionais das Linhas da Alternativa 2

Código	NOME	Veículo	Frota Alocada	Tempo Ciclo (min)	Dia Útil				Sábado			Domingo			Quilometragem Útil Mês (km)
					Partidas PM (2 horas - 6/7) DU	Ext. Ciclo DU (km)	Partidas DU	Km Útil DU	Ext. Ciclo SAB (km)	Partidas SAB	Km Útil SAB	Ext. Ciclo DOM (km)	Partidas DOM	Km Útil DOM	
A13	Jardim Aeroporto 3/via Atlanta Park/Centro	Padron 1	6	80	7,0	24,93	46	1.134	25,23	28	707	25,01	28	700	30.579
A14	Jardim Aeroporto 2/Centro	Padron 1	3	75	5,0	21,80	30	654	21,80	15	327	21,80	15	327	17.004
C01	Circular 01/Sta Helena/Terminal	Ônibus Básico	2	90	2,0	31,32	16	501	31,32	15	470	31,32	8	235	13.844
C02	Circular 02/Francano/Sta Helena/Terminal	Ônibus Básico	2	105	2,0	30,20	16	483	30,20	15	453	30,20	8	227	13.348
C03	Shopping/Consolacao/Francano/Sta Helena	Ônibus Básico	1	31	2,0	10,81	16	173	10,81	15	162	10,81	8	81	4.778
C06	City Petrópolis	Padron 1	3	60	4,5	23,59	33	779	24,25	28	679	24,11	15	362	21.291
C31	Vida Nova/Jardim Cambui	Ônibus Básico	2	71	2,0	23,71	16	379	23,71	15	356	23,71	8	178	10.480
D11	Distrito Industrial	Ônibus Básico		55	1,0	16,50	5	83	16,50	1	17	16,50	0	0	1.881
D12	Jardim Zelinda	Padron 1	3	75	5,5	24,00	34	816	24,00	15	360	24,00	15	360	20.832
E19	Palma via Rivieira	Ônibus Básico	2	60	4,0	21,10	27	570	21,10	15	317	21,10	15	317	15.065
E25	Jardim Brasilândia/Jardim do Éden/Centro	Ônibus Básico	2	70	2,0	21,90	16	350	21,90	15	329	21,90	8	164	9.680
G33	Parque dos Pinhais	Ônibus Básico	1	65	1,0	15,20	14	213	15,20	15	228	15,20	8	114	6.050
J08	Vila Imperador	Ônibus Básico	1	65	1,0	17,00	13	221	17,00	15	255	17,00	8	128	6.392
K21	São José/Jardim Seminário/Piratininga	Ônibus Básico	1	60	2,5	13,80	17	228	13,80	15	207	13,80	8	104	6.251
L01	Jardim Tropical/Meirelles	Ônibus Básico	2	71	2,0	18,96	16	303	18,96	15	284	18,96	8	142	8.382

Código	NOME	Veículo	Frota Alocada	Tempo Ciclo (min)	Dia Útil				Sábado			Domingo			Quilometragem Útil Mês (km)
					Partidas PM (2 horas - 6/7) DU	Ext. Ciclo DU (km)	Partidas DU	Km Útil DU	Ext. Ciclo SAB (km)	Partidas SAB	Km Útil SAB	Ext. Ciclo DOM (km)	Partidas DOM	Km Útil DOM	
L02	Leporace	Ônibus Básico	2	57	4,0	16,72	27	451	16,72	15	251	16,72	15	251	11.939
L03	Jardim Portinari via Tropical	Ônibus Básico	2	60	4,0	15,40	27	416	15,40	15	231	15,40	15	231	10.996
L04	Jardim Vera Cruz	Ônibus Básico	2	70	3,0	18,70	26	477	21,35	15	320	20,06	8	150	12.373
LTL	Linha do Trabalhador Leste	Ônibus Básico		60	0,0	18,63	2	37	18,63	0	0	18,63	0	0	820
LTN	Linha do Trabalhador Norte	Ônibus Básico		60	0,0	25,00	2	50	25,00	0	0	25,00	0	0	1.100
LTO	Linha do Trabalhador Oeste	Ônibus Básico		60	0,0	22,40	2	45	22,40	0	0	22,40	0	0	986
LTS	Linha do Trabalhador Sul/EMDEF	Ônibus Básico		60	0,0	22,75	3	68	22,75	0	0	22,75	0	0	1.502
M07	Residencial Julio D'elia	Ônibus Básico	2	60	4,0	14,90	27	402	14,90	15	224	14,90	15	224	10.639
M09	Jardim Pulicano/Raycos/Julio D Elia	Padron 1	3	61	4,0	13,89	27	375	13,89	15	208	13,89	15	208	9.917
M10	Jardim Bonsucesso via Derminio	Padron 1	3	70	4,0	18,70	29	542	18,70	15	281	18,70	15	281	14.175
N15	Residencial José de Carlos	Ônibus Básico	2	64	2,0	23,97	16	383	23,97	15	360	23,97	8	180	10.594
N18	Jardim Noêmia	Ônibus Básico	3	75	4,0	21,50	27	581	21,50	15	323	21,50	15	323	15.351
O17	Recanto Elimar	Ônibus Básico	2	44	4,0	18,48	27	499	18,48	15	277	18,48	15	277	13.193
P01	Jardim Paulistano via Av. Brasil	Ônibus Básico	2	60	4,0	21,10	27	570	21,10	15	317	21,10	15	317	15.065
P23	Jardim Panorama/Centro	Padron 1	2	85	3,0	19,70	25	493	19,70	15	296	21,13	8	158	12.651
S26	Jardim Samel Park	Ônibus Básico	1	80	2,0	18,50	13	241	18,50	15	278	18,50	8	139	6.956
T22	Jardim São Luis/Centro	Ônibus Básico	2	60	4,0	19,30	27	521	19,30	15	290	19,30	15	290	13.780

Código	NOME	Veículo	Frota Alocada	Tempo Ciclo (min)	Dia Útil				Sábado			Domingo			Quilometragem Útil Mês (km)
					Partidas PM (2 horas - 6/7) DU	Ext. Ciclo DU (km)	Partidas DU	Km Útil DU	Ext. Ciclo SAB (km)	Partidas SAB	Km Útil SAB	Ext. Ciclo DOM (km)	Partidas DOM	Km Útil DOM	
T30	Zanetti/Vila Hipica/Centro	Padron 1	3	77	4,0	25,64	27	692	25,64	15	385	25,64	15	385	18.306
U28	Unifran	Ônibus Básico	2	65	2,0	17,90	16	286	17,90	15	269	17,90	8	134	7.912
V01	Horto	Ônibus Básico	2	52	4,0	17,26	27	466	17,26	15	259	17,26	15	259	12.326
V02	Vida Nova/Luiza II	Padron 1	3	78	4,0	25,87	27	698	25,87	15	388	25,87	15	388	18.470
V03	Paineiras/Luiza II/São Domingos	Ônibus Básico	3	74	4,0	24,68	27	666	24,68	15	370	24,68	15	370	17.619
V04	Jardim Palermo/Liporoni/Natal	Ônibus Básico	2	52	4,0	17,18	27	464	17,18	15	258	17,18	15	258	12.268
V05	Jd Francano	Ônibus Básico	1	30	2,0	10,07	16	161	10,07	15	151	10,07	8	76	4.450

Tabela 36: Dados operacionais das Linhas da Alternativa 3

Código	NOME	Veículo	Frota Alocada	Tempo Ciclo (min)	Dia Útil				Sábado			Domingo			Quilometragem Útil Mês (km)
					Partidas PM (2 horas - 6/7) DU	Ext. Ciclo DU (km)	Partidas DU	Km Útil DU	Ext. Ciclo SAB (km)	Partidas SAB	Km Útil SAB	Ext. Ciclo DOM (km)	Partidas DOM	Km Útil DOM	
A13	Jardim Aeroporto 3/via Atlanta Park/Centro	Padron 1	6	80	7,0	24,93	46	1.134	25,23	28	707	25,01	28	700	30.579
A14	Jardim Aeroporto 2/Centro	Padron 1	3	75	5,0	21,80	30	654	21,80	15	327	21,80	15	327	17.004
C01	Circular 01/Sta Helena/Terminal	Ônibus Básico	2	90	2,0	31,32	16	501	31,32	15	470	31,32	8	235	13.844
C02	Circular 02/Francano/Sta Helena/Terminal	Ônibus Básico	2	105	2,0	30,20	16	483	30,20	15	453	30,20	8	227	13.348
C03	Shopping/Consolacao/Francano/Sta Helena	Ônibus Básico	1	31	2,0	10,81	16	173	10,81	15	162	10,81	8	81	4.778
C06	City Petrópolis	Padron 1	3	60	4,5	23,59	33	779	24,25	28	679	24,11	15	362	21.291
C31	Vida Nova/Jardim Cambui	Ônibus Básico	2	71	2,0	23,71	16	379	23,71	15	356	23,71	8	178	10.480
D11	Distrito Industrial	Ônibus Básico		55	1,0	16,50	5	83	16,50	1	17	16,50	0	0	1.881
D12	Jardim Zelinda	Padron 1	3	75	5,5	24,00	34	816	24,00	15	360	24,00	15	360	20.832
E19	Palma via Riveira	Ônibus Básico	2	60	4,0	21,10	27	570	21,10	15	317	21,10	15	317	15.065
E25	Jardim Brasilândia/Jardim do Éden/Centro	Ônibus Básico	2	70	2,0	21,90	16	350	21,90	15	329	21,90	8	164	9.680
G33	Parque dos Pinhais	Ônibus Básico	1	65	1,0	15,20	14	213	15,20	15	228	15,20	8	114	6.050
J08	Vila Imperador	Ônibus Básico	1	65	1,0	17,00	13	221	17,00	15	255	17,00	8	128	6.392
K21	São José/Jardim Seminário/Piratininga	Ônibus Básico	1	60	2,5	13,80	17	228	13,80	15	207	13,80	8	104	6.251
L01	Jardim Tropical/Meirelles	Ônibus Básico	2	71	2,0	18,96	16	303	18,96	15	284	18,96	8	142	8.382

Código	NOME	Veículo	Frota Alocada	Tempo Ciclo (min)	Dia Útil				Sábado			Domingo			Quilometragem Útil Mês (km)
					Partidas PM (2 horas - 6/7) DU	Ext. Ciclo DU (km)	Partidas DU	Km Útil DU	Ext. Ciclo SAB (km)	Partidas SAB	Km Útil SAB	Ext. Ciclo DOM (km)	Partidas DOM	Km Útil DOM	
L02	Leporace	Ônibus Básico	2	57	4,0	16,72	27	451	16,72	15	251	16,72	15	251	11.939
L03	Jardim Portinari via Tropical	Ônibus Básico	2	60	4,0	15,40	27	416	15,40	15	231	15,40	15	231	10.996
L04	Jardim Vera Cruz	Ônibus Básico	2	70	3,0	18,70	26	477	21,35	15	320	20,06	8	150	12.373
LTL	Linha do Trabalhador Leste	Ônibus Básico		60	0,0	18,63	2	37	18,63	0	0	18,63	0	0	820
LTN	Linha do Trabalhador Norte	Ônibus Básico		60	0,0	25,00	2	50	25,00	0	0	25,00	0	0	1.100
LTO	Linha do Trabalhador Oeste	Ônibus Básico		60	0,0	22,40	2	45	22,40	0	0	22,40	0	0	986
LTS	Linha do Trabalhador Sul/EMDEF	Ônibus Básico		60	0,0	22,75	3	68	22,75	0	0	22,75	0	0	1.502
M07	Residencial Julio D'elia	Ônibus Básico	2	60	4,0	14,90	27	402	14,90	15	224	14,90	15	224	10.639
M09	Jardim Pulicano/Raycos/Julio D Elia	Padron 1	3	61	4,0	13,89	27	375	13,89	15	208	13,89	15	208	9.917
M10	Jardim Bonsucesso via Derminio	Padron 1	3	70	4,0	18,70	29	542	18,70	15	281	18,70	15	281	14.175
N15	Residencial José de Carlos	Ônibus Básico	2	64	2,0	23,97	16	383	23,97	15	360	23,97	8	180	10.594
N18	Jardim Noêmia	Ônibus Básico	3	75	4,0	21,50	27	581	21,50	15	323	21,50	15	323	15.351
O17	Recanto Elimar	Ônibus Básico	2	44	4,0	18,48	27	499	18,48	15	277	18,48	15	277	13.193
P01	Jardim Paulistano via Av. Brasil	Ônibus Básico	2	60	4,0	21,10	27	570	21,10	15	317	21,10	15	317	15.065
P23	Jardim Panorama/Centro	Padron 1	2	85	3,0	19,70	25	493	19,70	15	296	21,13	8	158	12.651
S26	Jardim Samel Park	Ônibus Básico	1	80	2,0	18,50	13	241	18,50	15	278	18,50	8	139	6.956
T22	Jardim São Luis/Centro	Ônibus Básico	2	60	4,0	19,30	27	521	19,30	15	290	19,30	15	290	13.780

Código	NOME	Veículo	Frota Alocada	Tempo Ciclo (min)	Dia Útil				Sábado			Domingo			Quilometragem Útil Mês (km)
					Partidas PM (2 horas - 6/7) DU	Ext. Ciclo DU (km)	Partidas DU	Km Útil DU	Ext. Ciclo SAB (km)	Partidas SAB	Km Útil SAB	Ext. Ciclo DOM (km)	Partidas DOM	Km Útil DOM	
T30	Zanetti/Vila Hípica/Centro	Padron 1	3	77	4,0	25,64	27	692	25,64	15	385	25,64	15	385	18.306
U28	Unifran	Ônibus Básico	2	65	2,0	17,90	16	286	17,90	15	269	17,90	8	134	7.912
V01	Horto	Ônibus Básico	2	52	4,0	17,26	27	466	17,26	15	259	17,26	15	259	12.326
V02	Vida Nova/Luiza II	Padron 1	3	78	4,0	25,87	27	698	25,87	15	388	25,87	15	388	18.470
V03	Paineiras/Luiza II/São Domingos	Ônibus Básico	3	74	4,0	24,68	27	666	24,68	15	370	24,68	15	370	17.619
V04	Jardim Palermo/Liporoni/Natal	Ônibus Básico	2	52	4,0	17,18	27	464	17,18	15	258	17,18	15	258	12.268
V05	Jd Francano	Ônibus Básico	1	30	2,0	10,07	16	161	10,07	15	151	10,07	8	76	4.450
V06	Circular Leste Unesp	Ônibus Básico	1	65	2,0	21,80	16	349	21,80	15	327	21,80	8	164	9.636
V07	Circular Leste Prefeitura	Ônibus Básico	1	62	2,0	20,77	16	332	20,77	15	312	20,77	8	156	9.182
V08	Circular Norte Santa Terezinha	Ônibus Básico	1	69	2,0	23,02	16	368	23,02	15	345	23,02	8	173	10.173
V09	Circular Norte Santa Leporace	Ônibus Básico	1	72	2,0	23,94	16	383	23,94	15	359	23,94	8	180	10.583
V12	Circular Sul Santa Cruz	Ônibus Básico	1	82	2,0	27,36	16	438	27,36	15	410	27,36	8	205	12.093
V13	Circular Sul Progresso	Ônibus Básico	1	78	2,0	26,05	16	417	26,05	15	391	26,05	8	195	11.516
V14	Corredor Sul Leste	Padron 1	3	71	4,0	23,54	27	636	23,54	15	353	23,54	15	353	16.807
V16	Corredor Norte 1 Leste	Padron 1	2	47	4,0	15,61	27	422	15,61	15	234	15,61	15	234	11.147
V19	Corredor Norte 2 Oeste	Padron 1	3	80	4,0	26,61	27	718	26,61	15	399	26,61	15	399	18.999
V20	Circular Oeste Zelinda	Ônibus Básico	1	58	2,0	19,22	16	307	19,22	15	288	19,22	8	144	8.495

Código	NOME	Veículo	Frota Alocada	Tempo Ciclo (min)	Dia Útil				Sábado			Domingo			Quilometragem Útil Mês (km)
					Partidas PM (2 horas - 6/7) DU	Ext. Ciclo DU (km)	Partidas DU	Km Útil DU	Ext. Ciclo SAB (km)	Partidas SAB	Km Útil SAB	Ext. Ciclo DOM (km)	Partidas DOM	Km Útil DOM	
V21	Circular Oeste Califórnia	Ônibus Básico	1	58	2,0	19,30	16	309	19,30	15	290	19,30	8	145	8.532

5.2. Modelagem de desempenho

Os resultados obtidos com base no modelo matemático desenvolvido para Franca, utilizou como matriz de viagens o resultado do processamento da base de dados de bilhetagem concatenada à base de registro de posicionamento dos GPS embarcados e posteriormente calibrada com os resultados da pesquisa de frequência e ocupação visual, conforme detalhado no presente produto (Seção 2, página 23).

Para efeito de representação de custos tarifários, expressos em **custos generalizados**, foram mantidos os critérios e parâmetros de tarifação integrada atualmente vigentes em Franca. Considerou-se desnecessário estudar novos modelos tarifários, devido à eficiência do modelo vigente – integração temporal livre por período de uma hora, entre linhas com códigos de denominação diferentes.

Os resultados de alocação obtidos foram comparados com informações de situação atual do sistema, na etapa de validação do modelo matemático e os seguintes fatores foram considerados para efeito de calibração:

a) resultados simulados e observados de volume de passageiros em trechos coincidentes com postos da Pesquisa de Frequência e Ocupação Visual, realizada em abril de 2024;

b) volume de embarques de passageiros por linha, no período entre 6hs30 e 7hs30, obtidos a partir da média de observações de todos os dias úteis de de abril de 2024 contra o resultado estimado pelo modelo.

Ambas as comparações mostraram resultados aceitáveis em termos de aderência entre indicadores observados e simulados, com R^2 na ordem de 80 a 95%.

A partir dos resultados globais como volume de passageiros transportados por eixo / corredor, por tipo de sistema ou de linha, volume de embarques ou de transferências em pontos de parada ou terminais e estações de transferências, foram produzidas as Figuras de Figura 60Figura 65. Trata-se de informações ilustrativas que permitem a avaliação de melhores alternativas para novos serviços.

Foram analisadas principalmente a eficiência de linhas circular interbairros e linhas inter-regionais, com o objetivo de reduzir a realização de viagens triangulares evitando a utilização de terminais e pontos de parada na área central para transferências que poderiam ser evitadas, por meio de ligações diretas entre regiões da cidade. A Figura 60, apresenta o volume de

passageiros transportados no horário de pico da manhã a partir dos dados de abril de 2024 – visão geral da cidade e aproximação no Terminal Central. As Figura 62 a Figura 65, mostram o perfil de carregamento, com localização de itinerário de grupo de linhas consideradas mais relevantes atualmente em operação em Franca, no mesmo período e data de referência - no sentido ida.

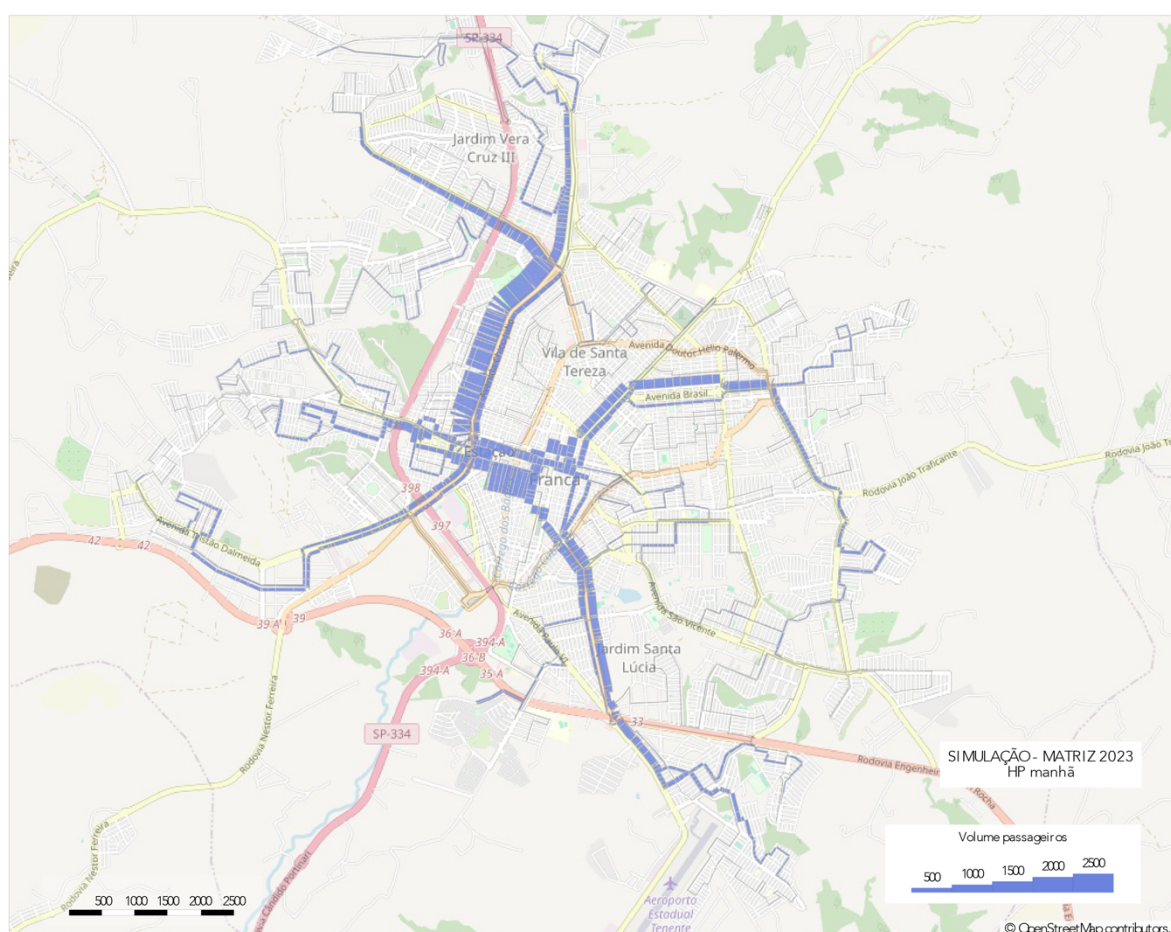


Figura 60: Carregamento Geral

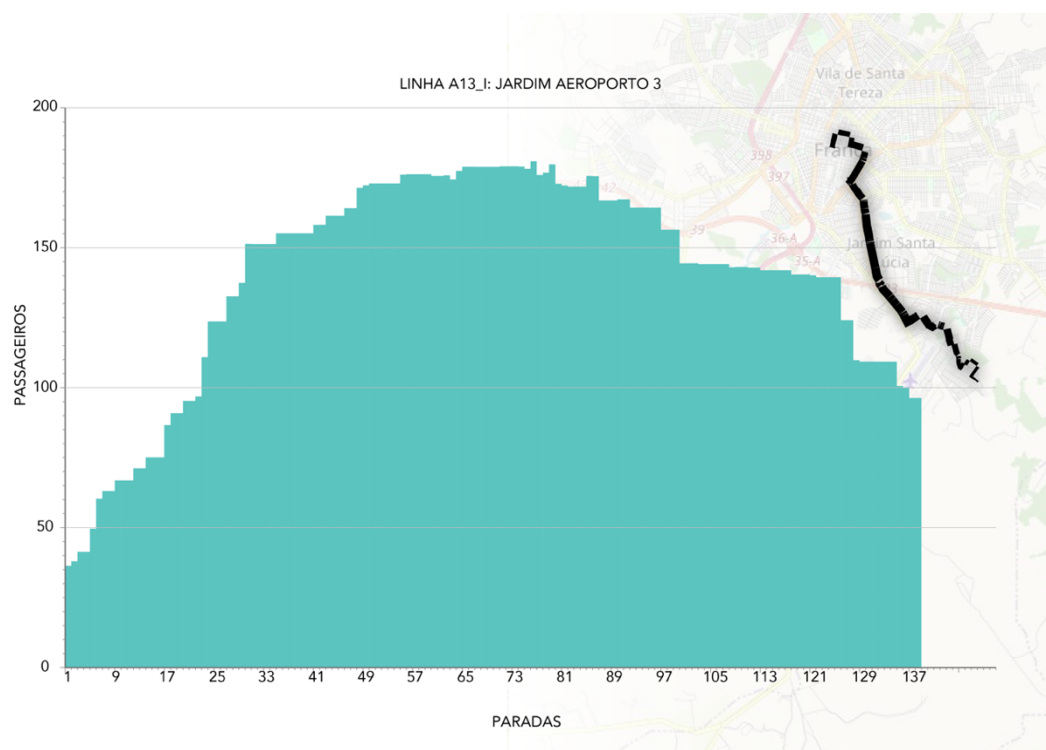


Figura 62: Linha A13 - Jardim Aeroporto 3

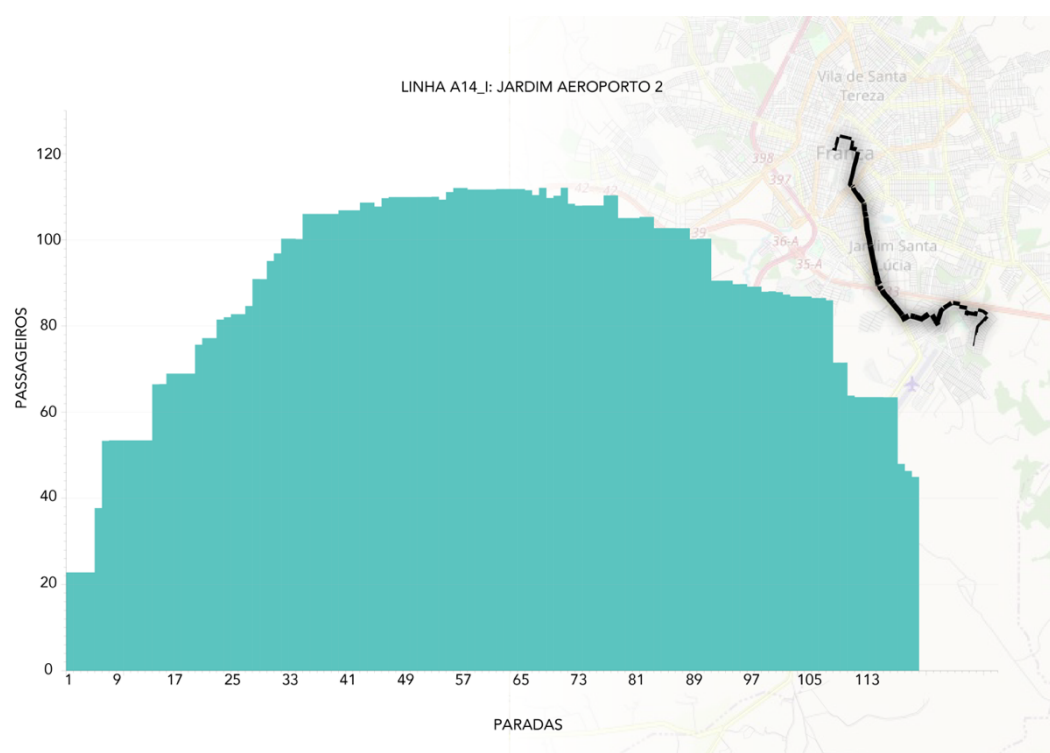


Figura 61: Linha C06 - City Petrópolis

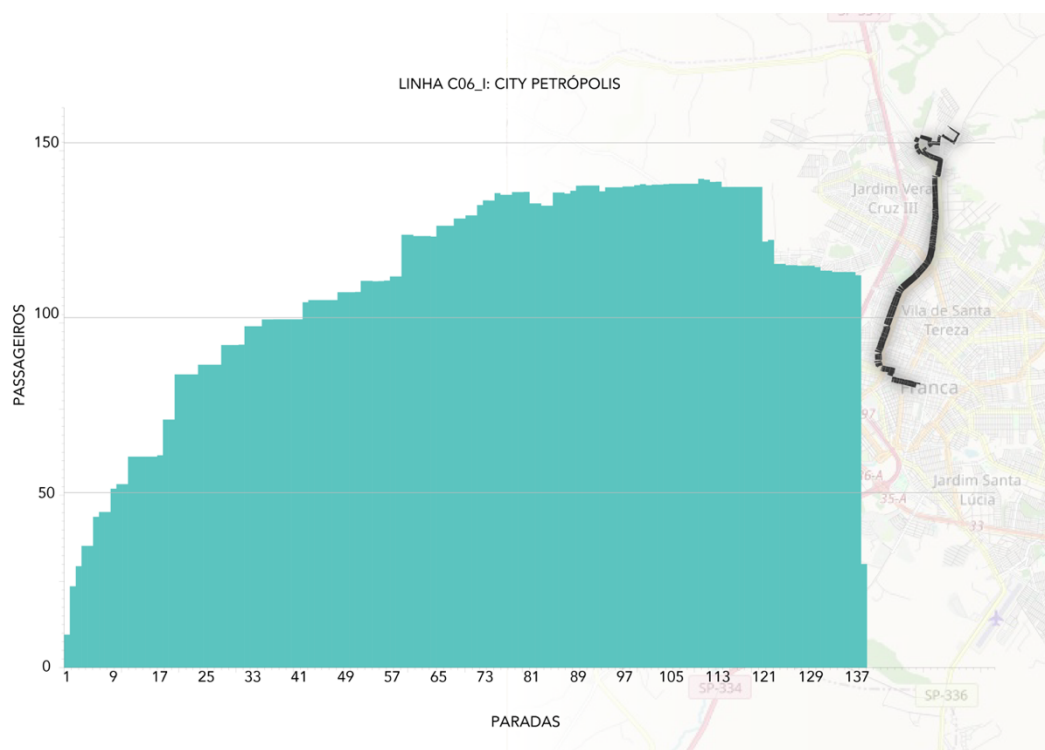


Figura 64: Linha A14 - Aeroporto 2

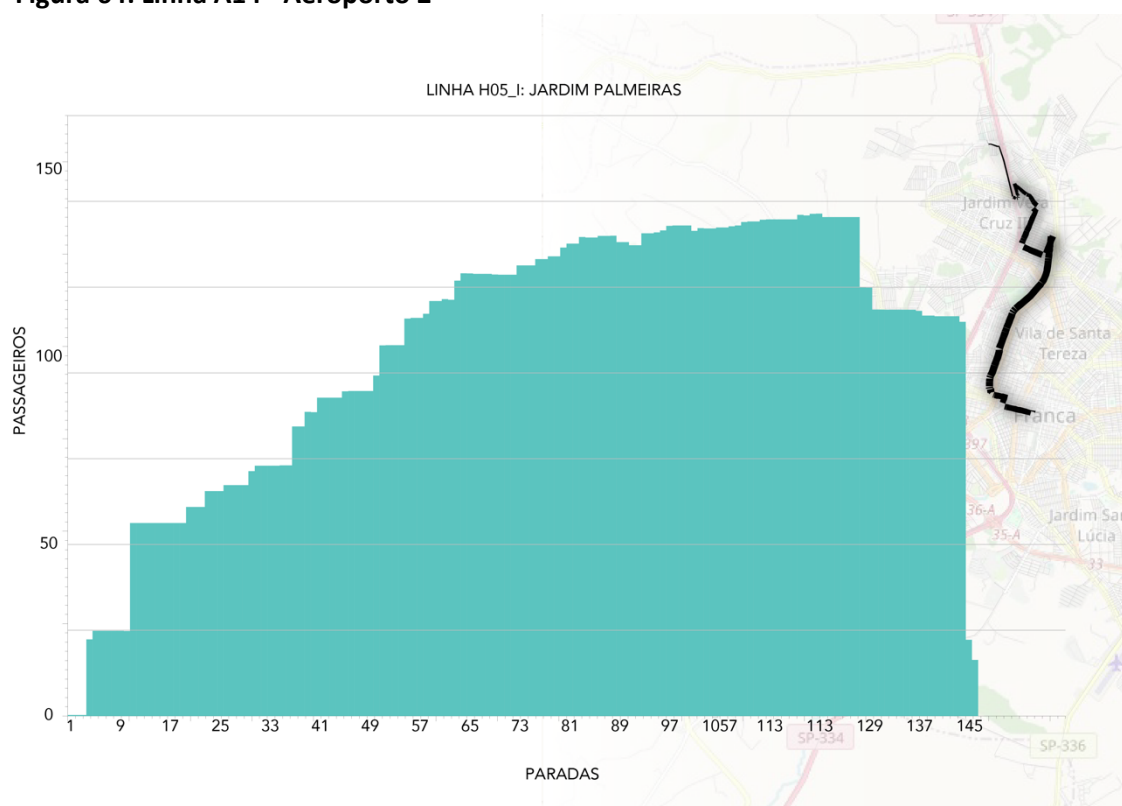


Figura 63: Linha D12 - Jardim Zelinda

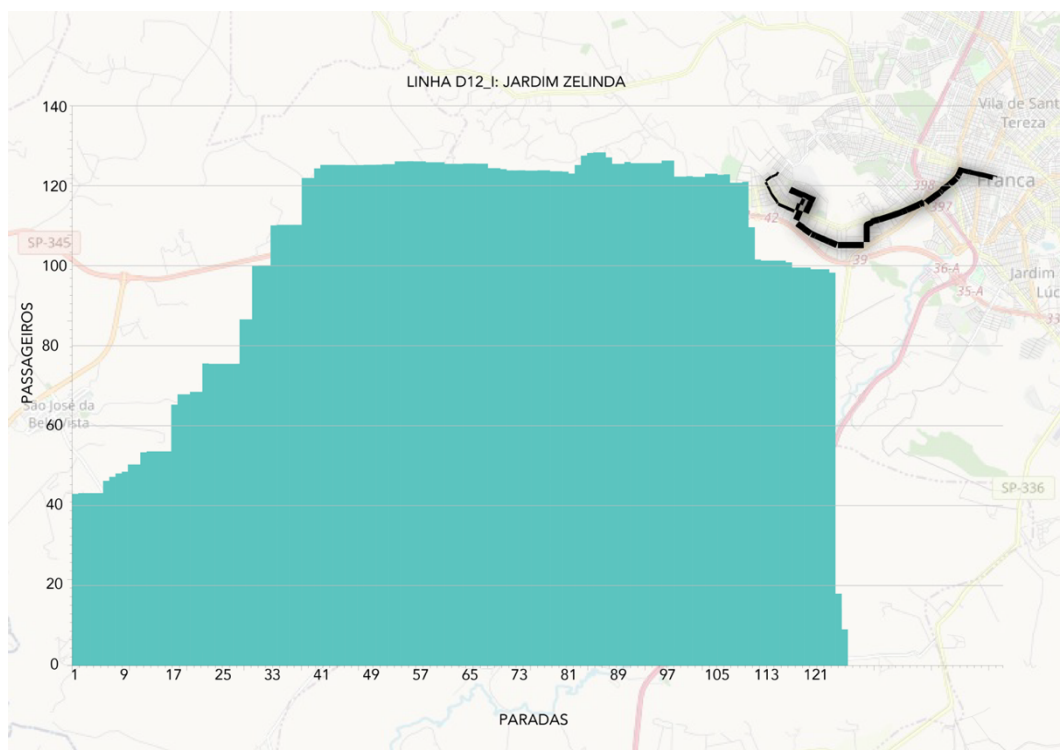


Figura 65: Linha H05 - Jardim Palmeiras

A Tabela 37 apresenta uma avaliação agregada dos resultados referentes ao desempenho das três alternativas analisadas.

Tabela 37: Comparativo de indicadores, alternativas 1,2 e 3

Alternativas	Descrição	Pass.KM	Pass.HR	Taxa de Integração
1	Situação atual	23.255	1175	1,34
2	Aumento de oferta + estrutura atual	22.812	1159	1,36
3	Aumento de oferta + inter-regionais e circulares de bairro	22.600	1150	1,34

Verificou-se benefício em termos de **passageiros*km** e **passageiros*hora**; estes dois principais indicadores representam, respectivamente, a somatória da distância percorrida e do tempo de permanência nos veículos de todos os usuários do sistema, no período analisado – pico da manhã, entre 6hs30 e 7hs30.

A queda destes indicadores, entre um cenário com e sem projeto, implica em redução de ocupação dos ônibus e redução no tempo dispendido pelos usuários; quanto maior esta

redução, melhor o desempenho do projeto, tanto sob ponto de vista financeiro – menor a necessidade de oferta de lugares - quanto social – menor o tempo dispendido pelos usuários dentro dos ônibus.

Em especial a Alternativa 3 apresenta, além de reduções nos tempos de permanência e de extensão percorrida dos usuários, uma redução na ordem de 150 transferências, na área central desde a estação leste até a praça 9 de Julho – incluindo o Terminal Central.

Este resultado decorre da inclusão de linhas inter-regionais, demonstrando que essa medida resulta na redução de transferências realizadas na configuração atual de rede, possivelmente representando o fator central no ganho de tempo e distância percorrida dos usuários do sistema.

As Figura 66 e Figura 67 mostram as transferências na região central, na situação atual e na Alternativa 3.

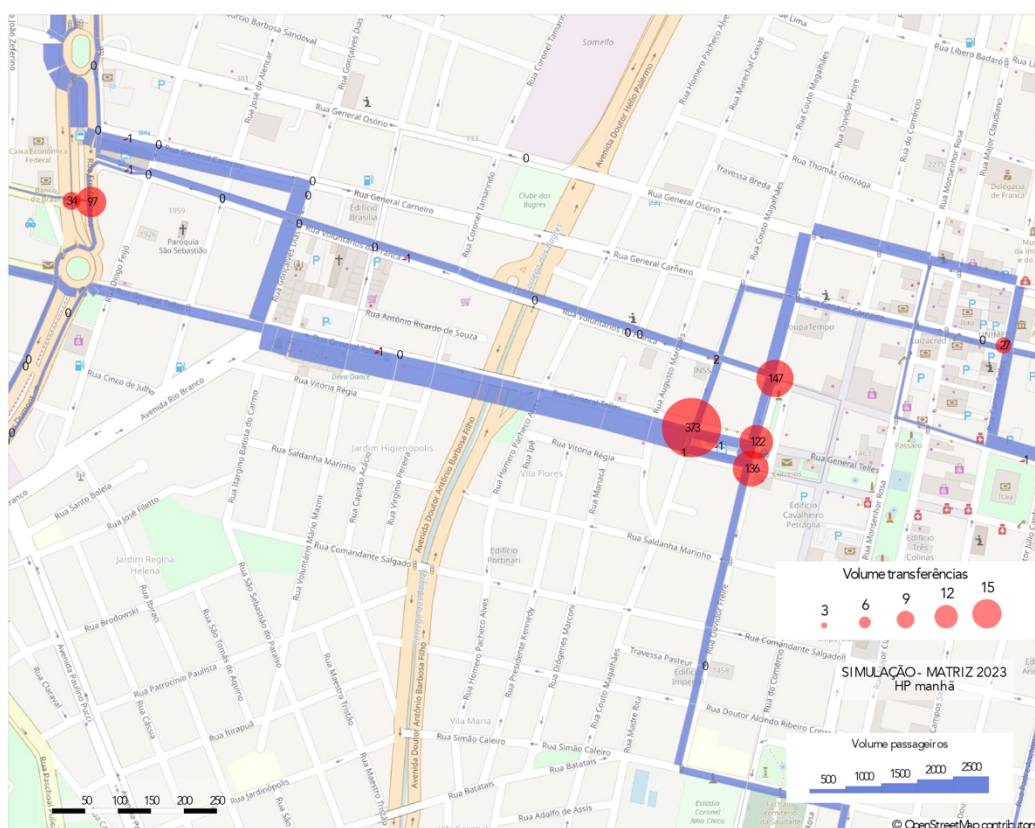


Figura 66: Transferências atuais região central

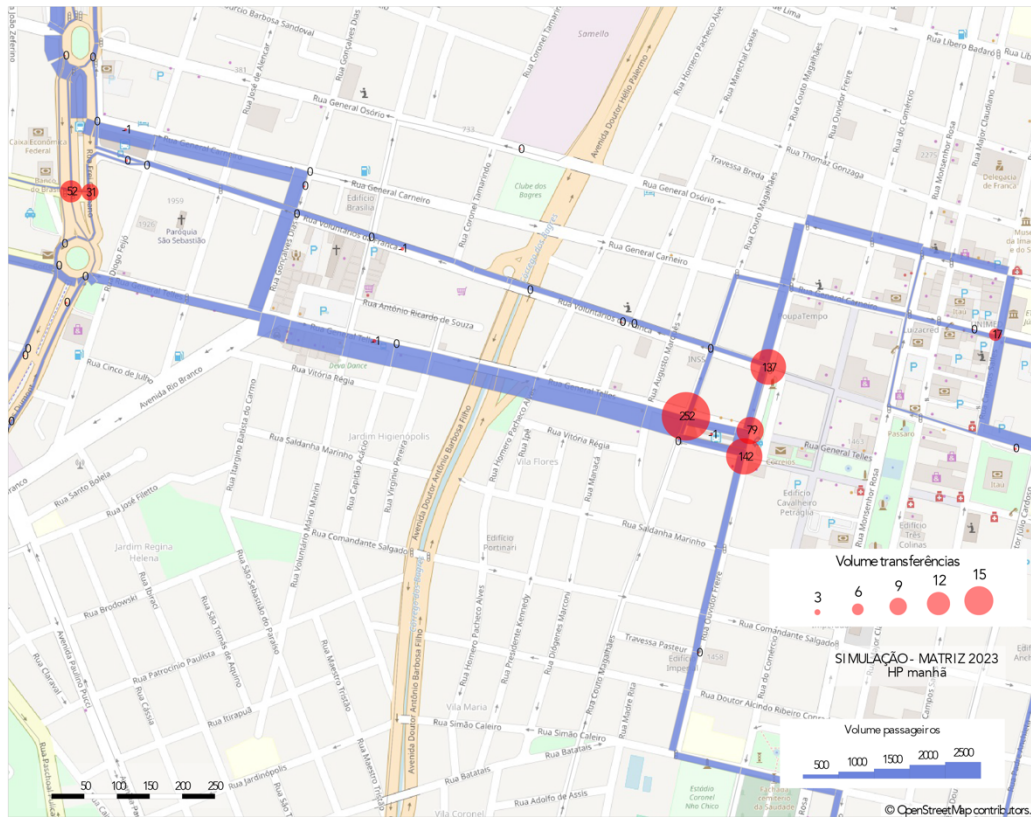


Figura 67: Transferências Alternativa 3

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os dados operacionais resumidos das alternativas analisadas, as alternativas 2 e 3 apresentam resultados significativamente melhores para os usuários em termos de aumento de oferta geral, aumento de oferta nos períodos noturnos e aumento de oferta nos finais de semana.

A Alternativa 3 se destaca por incorporar um conjunto de novas Linhas Circulares de Bairros e Linhas Inter-regionais, que passam a oferecer novas opções de conexão na cidade sem a necessidade de realização de integração no Terminal Central, representando um volume adicional de oferta em relação a Alternativa 2. . Dessa forma, do ponto de vista dos dados operacionais e dos elementos destacados no diagnóstico do serviço de transporte coletivo de Franca, a Alternativa 3 é aquela que melhor atende as necessidades dos usuários.

Do ponto de vista da simulação de desempenho, percebe-se que a adoção das alternativas 2 e 3 representa uma mudança de patamar do sistema, proporcionando uma série de vantagens aos usuários. A variação dos indicadores de uso do sistema e de permanência na rede, mostram potencial para um melhor desempenho da rede e maior benefício ao usuário.

No caso desses indicadores, a Alternativa 3 apresenta números ainda melhores, com redução na quantidade de viagens com necessidade de integração no Terminal Central.

Por fim, é importante ressaltar que um benefício relevante em termos de visibilidade do sistema, imagem e conforto para os usuários, será a renovação e modernização da frota.

Em decorrência, esta frota apresenta piores condições de conforto, segurança e emissão de poluentes, estando em desacordo com os atuais padrões CONAMA e EURO, aplicados em cidades e RMs com contratos regularizados e parâmetros definidos de renovação de frota.

Quanto ao desempenho das alternativas, a próxima etapa, de aplicação e análise do modelo econômico-financeiro ensejará um processo de discussão dentro da equipe técnica da ANTP e da EMDEF, buscando convergir os objetivos estratégicos da Administração, os aspectos técnicos e funcionais do sistema, sua sustentabilidade econômico-financeira e os interesses e demandas do conjunto da população.

Portanto, os resultados aqui apresentados estão sujeitos a revisões ou complementações, buscando atingir o objetivo primeiro do projeto, a regularização do sistema de transporte de

Franca dentro de um padrão de qualidade, segurança, confiabilidade e modicidade tarifária para os usuários.

Os dados operacionais produzidos e apresentados nesse relatório serão submetidos às análises do modelo econômico-financeiro, gerando indicadores de custo de operação das alternativas, considerando a arrecadação tarifária e estimando um valor necessário de subsídio do sistema em função do valor de tarifa considerado. O estudo econômico-financeiro inicia um processo de produção de informação, análise dos resultados e indicação de tomada de decisão em relação a diversas variáveis que impactam o custo e o financiamento do sistema.

A próxima etapa do estudo é exatamente a aplicação do modelo econômico-financeiro e a tomada de decisão quanto a definições que afetam os custos do sistema.