

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

CAIO ROGER GODOI VIEIRA

**PROPOSTA DE ÍNDICE DE ACESSIBILIDADE AO
TRANSPORTE DE MÉDIA OU ALTA CAPACIDADE POR MEIO
DE ÔNIBUS: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DOS SETORES
CENSITÁRIOS DO IBGE**

SÃO CARLOS - SP

MARÇO/2025

CAIO ROGER GODOI VIEIRA

**PROPOSTA DE ÍNDICE DE ACESSIBILIDADE AO
TRANSPORTE DE MÉDIA OU ALTA CAPACIDADE POR MEIO
DE ÔNIBUS: UMA ABORDAGEM ATRAVÉS DOS SETORES
CENSITÁRIOS DO IBGE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientadora: Profa. Dra. Thais de Cassia Martinelli Guerreiro

SÃO CARLOS

2025

AGRADECIMENTOS

À minha mãe e ao meu pai que, ao lutarem pela minha vida na minha infância, me levando de ônibus e trem ao hospital todo mês, me fizeram não só sobreviver, mas entender que o transporte público é uma questão de vida. E quando já crescido, me apoiaram em tudo que escolhi e precisei. Qualquer linha de chegada que eu cruze sempre será por causa do incentivo que Lê e Jó me deram em todas as largadas.

À minha irmã, Gabi, que foi minha melhor amiga desde o momento que nasci, me ouvindo e me apoiando nos meus momentos mais difíceis da vida e à toda minha família que sempre esteve do meu lado. Aos meus amigos que, de uma forma ou outra, me ajudaram a chegar até aqui. A vida neste mundo é coletiva, e eu agradeço por cada amigo que esteve ao meu lado nessa caminhada.

Um agradecimento especial à minha orientadora, Profa. Dra. Thais de Cassia Martinelli Guerreiro, que acompanhou todo o processo dessa dissertação e me ajudou desde a banca do TCC da minha graduação. Os seus apontamentos e incentivos foram cruciais para o meu desenvolvimento como pesquisador e para a conclusão desta pesquisa. Muito obrigado por ser essa pessoa incrível.

Meus agradecimentos também aos professores Dr. Fábio Noel Stanganini e Dr. Conrado Vidotte Plaza por participarem da minha banca de qualificação e me darem valiosos apontamentos e instruções para a melhoria desta pesquisa. Também agradeço aos professores Dr. Luiz Fernando Kowalski, Ma. Marcella Belvedere Moreira Silva e Dr. Mário Roberto Barraza Larios que foram cruciais na minha graduação para que eu escolhesse o caminho dos transportes. A todos os professores que passaram por minha vida que me incentivaram, de algum modo, a continuar na caminhada do conhecimento. Desde os primeiros anos escolares fui incentivado, na escola pública e em casa, a valorizar a educação.

Por isso, agradeço também à educação pública desse país, que permite que seus cidadãos cresçam e busquem um futuro brilhante onde o Brasil possa, enfim, trilhar.

RESUMO

O transporte consiste em um direito humano que por vezes não é respeitado ou é simplesmente negligenciado. Entretanto, garantir o direito ao transporte é uma das formas de elevar a qualidade de vida da população de um lugar. Este estudo tem como objetivo propor um índice para mensurar a acessibilidade, via ônibus, dos bairros de um determinado município, ao eixo de transporte de alta capacidade, utilizando ferramentas de fácil acesso e dados quantitativos. Para isso, foram usados como referências os setores censitários do IBGE via Sistema de Informações Geográficas (SIG) para identificar quais possuem melhores indicadores de transporte como a qualidade do caminho feito entre a residência e a parada de ônibus - conhecido como primeira milha - e a oferta de cada parada de ônibus, consistindo numa forma quantitativa mais simples de se obter resultados sem a necessidade de pesquisas de opinião. Foram usadas como auxílio o princípio DOTS (Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável) e a Metodologia AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Sendo assim, não foram necessárias extensas pesquisas qualitativas de opinião dos usuários, transformando o presente método em uma forma econômica, rápida e eficaz de mensurar a acessibilidade ao transporte público. Um estudo de caso baseado na metodologia proposta foi conduzido na cidade de Barueri-SP e os resultados se mostraram úteis para a demonstração da realidade da acessibilidade no município. Através de um índice com pontuações de 0 a 10, foi possível verificar quais setores e bairros tiveram os piores e melhores índices de acessibilidade. Setores próximos a avenidas principais obtiveram bons índices. Entretanto, setores de condomínios fechados foram mais suscetíveis a apresentarem índices baixos, além de bairros periféricos e outros de rápido crescimento em que o planejamento urbano não acompanhou o seu ritmo de expansão.

Palavras-chave: Acessibilidade, Transporte Público, Planejamento da Mobilidade Urbana, Sistema de Informações Geográficas, Setores Censitários.

ABSTRACT

Transport is a human right that is sometimes not respected or is simply neglected. However, guaranteeing the right to transport is one of the ways to improve the quality of life of the local population. The aim of this study is to create a methodology for identifying the accessibility of a given municipality's neighbourhoods, via bus, to the high-capacity transport hub, using easily accessible tools and quantitative data. To do this, the IBGE census sectors are used as a reference via the Geographic Information System (GIS) to identify which neighbourhoods have the best transport indicators, such as the quality of the route between the home and the bus stop - known as the first mile - and the supply of each bus stop, consisting of a simpler quantitative way of obtaining results without the need for opinion polls. The TOD (Transit Oriented Development) principle and the AHP (Analytic Hierarchy Process) methodology were used as aids. In this way, extensive qualitative surveys of users' opinions were not necessary, transforming this method into an economical, fast and effective way of measuring accessibility to public transport. A case study based on the proposed methodology was conducted in the city of Barueri-SP and the results proved useful in demonstrating the reality of accessibility in the municipality. Using an index with scores from 0 to 10, it was possible to see which sectors and neighbourhoods have the worst and best accessibility indices. Sectors close to main avenues scored well. However, gated communities were more likely to have low scores, as were peripheral neighbourhoods and other fast-growing areas where urban planning has not kept pace with expansion.

Keywords: Accessibility, Public Transit, Urban Mobility Planning, Geographic Information System, Census Sectors.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de Linha segundo o seu traçado segundo Ferraz <i>et al. et al.</i> (2023)	23
Figura 2: Sistematização da Metodologia	31
Figura 3: Adaptação do autor para tipos de Linha segundo o seu traçado segundo Ferraz <i>et al.</i> (2023)	36
Figura 4: Divisão de Linha Radial - Ponta Circular (sentidos horário e anti-horário)	37
Figura 5: Consideração de Ponto Inicial de Linha Radial - Ponta Circular (sentido único)	38
Figura 6: Consideração de divisor de trechos de Linha Semicircular	39
Figura 7: Localização de Barueri na Região Metropolitana de São Paulo	49
Figura 8: Mapa de Transporte Metropolitano de São Paulo com destaque às estações que fazem parte do município de Barueri	50
Figura 9: Setores Censitários do IBGE para o município de Barueri-SP	51
Figura 10: Linha 8-Diamante da Rede Metropolitana e suas estações no município de Barueri.....	52
Figura 11: Paradas de ônibus de linhas que alimentam as estações de trem de Barueri	53
Figura 12: Planta de Referência Cadastral – Zoneamento de Barueri.....	55
Figura 13: Áreas militares de Barueri.....	56
Figura 14: Barreiras Urbanas Lineares de Barueri	57
Figura 15: Zona Norte de Barueri.....	58
Figura 16: Linhas de ônibus que alimentam as estações de trem de Barueri.....	68
Figura 17: Área de Transbordo da Estação Jardim Silveira	69
Figura 18: Área de Transbordo da Estação Jardim Belval	70
Figura 19: Área de Transbordo da Estação Barueri	71
Figura 20: Área de Transbordo da Estação Antônio João	72
Figura 21: Linhas e paradas de ônibus na Zona Norte de Barueri.....	74
Figura 22: Linha A164C1 – Engenho Novo (via Rua Tietê) e A164C2 – (via Rua São Paulo)	76

Figura 23: Linha A165 (sentido C1 e sentido C2)	77
Figura 24: Linha A112	78
Figura 25: Linha A163	79
Figura 26: Linha A268	81
Figura 27: Linhas A215, A217 e T242	82
Figura 28: Área de influência das paradas de ônibus.....	83
Figura 29: Setores censitários, paradas de ônibus e respectivas áreas de influência	85
Figura 30: Caminhos válidos e inválidos.....	86
Figura 31: Exemplo de setor censitário dividido por barreira urbana.....	87
Figura 32: Caminhos possíveis até paradas partindo do centroide do setor Jd. São Silvestre A	89
Figura 33: Classificação dos setores censitários da zona norte segundo IATMO .	96
Figura 34: Linhas de ônibus que atendem a Estação Barueri e classificação dos setores censitários da zona norte segundo IATMO.	97
Figura 35: Classificação dos bairros da zona norte segundo IATMO	99
Figura 36: Classificação dos grandes-bairros da zona norte segundo IATMO	102
Figura 37: Zonas em Barueri da pesquisa origem e destino do metrô - subdivisão mínima	103
Figura 38: linhas propostas para intervenção imediata e setores censitários com IATMO	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo dos modelos de acessibilidade do sistema pesquisados por Malekzadeh e Chung (2020).....	26
Tabela 2: Escala de Valores para Comparação de Prioridades pelo método AHP	32
Tabela 3: Exemplo de aplicação do Método AHP para os quatro critérios escolhidos.	43
Tabela 4: Exemplo de resultado dos pesos de cada critério após a aplicação do AHP	44
Tabela 5: Exemplo de pontuações referentes a intervalos de valores de DCP	44
Tabela 6: Exemplo de pontuações referentes a intervalos de valores de EVP	45
Tabela 7: Exemplo de pontuações referentes a intervalos de valores de TTE	46
Tabela 8: Exemplo de pontuações referentes a intervalos de valores de OHP	47
Tabela 9: Pontuações referentes a intervalos de valores de DCP	60
Tabela 10: Pontuações referentes a intervalos de valores de EVP	61
Tabela 11: Pontuações referentes a intervalos de valores de TTE	62
Tabela 12: Pontuações referentes a intervalos de valores de OHP	63
Tabela 13: Aplicação do Método AHP para os quatro critérios escolhidos	64
Tabela 14: Resultado dos pesos de cada critério após a aplicação do AHP	64
Tabela 15: Exemplo de valores de PCPO para formação de pontuação de IATMO	65
Tabela 16: Classificação de IATMO	66
Tabela 17: Exemplo de valores de IATMO para distintos setores	66
Tabela 18: Exemplo de valores de IATMO para o setor Jd. São Silvestre A	91
Tabela 19: Valor de IATMO para cada setor censitário (ou subdivisão por barreiras urbanas)	92
Tabela 20: Valor de IATMO, número de habitantes, área e densidade populacional para cada bairro	98
Tabela 21: Valor de IATMO, número de habitantes, área e densidade populacional para cada Grande-Bairro	100
Tabela 22: Lista de linhas de ônibus de Barueri que foram consideradas como alimentadoras das quatro estações ferroviárias que atendem o município.	112

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>
CPTM	Companhia Paulista de Trens Metropolitanos
DCP	Distância do Centróide até a parada de ônibus
DOTS	Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável
EMTU	Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo
EVP	Elevação vertical a pé
GIS	<i>Geographic Information System</i>
IATMO	Índice de Acessibilidade ao Transporte de Massa via Ônibus
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas
OHP	Oferta de ônibus – Hora Pico
PCPO	Pontuação da relação entre o Centróide e a Parada de Ônibus
RM	Região Metropolitana
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SP	Estado de São Paulo
SPTrans	São Paulo Transporte S/A
TTE	Tempo de Trajeto Embarcado
VLT	Veículo Leve Sobre Trilhos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVO.....	17
1.2 JUSTIFICATIVA.....	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
3 METODOLOGIA.....	30
3.1 ETAPA 1: Identificação e análise da região e do eixo de transporte	32
3.2 ETAPA 2: Identificação das paradas e linhas de ônibus	33
3.3 ETAPA 3: Identificação e análise dos setores censitários e barreiras urbanas	40
3.4 ETAPA 4: Cálculo do Índice de Acessibilidade ao Transporte de Massa via Ônibus (IATMO)	41
4 Objeto de Estudo	48
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	59
5.1 CRITÉRIOS PREDEFINIDOS DO ÍNDICE	59
5.2 Aplicação do índice ao Objeto de Estudo	66
5.2.1 Identificação e análise da região e do eixo de transporte.....	66
5.2.2 Identificação das paradas e linhas de ônibus	67
5.2.3 Identificação e análise dos setores censitários e barreiras urbanas	84
5.2.4 Cálculo do Índice de Acessibilidade ao Transporte de Massa via Ônibus - IATMO ..	88
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
7 REFERÊNCIAS.....	107
8 APÊNDICE	112

1 INTRODUÇÃO

O transporte consiste em um direito humano que, por vezes, não é respeitado ou é simplesmente negligenciado. Entretanto, garantir o direito ao transporte é uma das formas de elevar a qualidade de vida da população de um lugar. Segundo (ABDULLAH; MAZLAN, 2016), o bom planejamento do transporte e o uso misto do solo afetam significativamente a qualidade de vida.

As cidades brasileiras têm crescido em ritmos diferentes entre si nas últimas décadas. Entretanto, a maioria das cidades consideradas médias ou grandes enfrenta de igual modo problemas relacionados ao transporte público urbano. Após o intenso êxodo rural da segunda metade do século XX, o Brasil passou a ser um país com população majoritariamente urbana. Como consequência, surgiram questões que antes o país não enfrentava, como o problema de transportar cada vez mais pessoas por caminhos que antes não eram possíveis.

Para Mamede (2024), as cidades brasileiras utilizam majoritariamente o modo ônibus de baixa capacidade para o transporte de seus cidadãos. Por outro lado, metrópoles brasileiras por vezes utilizam o trem e o metrô, que são transportes de alta capacidade, deixando um espaço que poderia ser preenchido pelos modos de média capacidade como o BRT (*Bus Rapid Transit*) e o VLT (Veículo Leve Sobre Trilhos), principalmente em cidades médias e grandes que ainda não são metrópoles. Entretanto, alguns condicionantes culturais e econômicos impedem sua implementação mais disseminada no Brasil, mantendo assim a predominância do ônibus como principal meio de transporte das cidades brasileiras, fazendo com que cerca de um quarto da população utilize o ônibus para suas atividades diárias (CARVALHO, DE; MARQUES, 2021).

Vários modos de transporte, sejam eles ativos ou motorizados, podem e devem coexistir em uma mesma cidade. E, mesmo que o transporte ativo seja encorajado, os modos motorizados coletivos são parte de uma rede competente de transporte (TATAH *et al.*, 2022).

Esta rede competente de transporte deve ter como princípio a integração dos modos, constituindo-se como um dos fatores principais para o sucesso de uma malha de transportes eficiente. Embora esperada, a integração modal não pode acontecer de forma que dificulte a conectividade do usuário, que é a facilidade com que os usuários se movimentam entre pontos da mesma cidade ou de cidades vizinhas, medida pela porcentagem de viagens sem a necessidade de transbordo (a troca de veículos). Se não fosse inviável técnica e economicamente, as viagens seriam, idealmente, diretas e sem necessidade de transbordo. Entretanto, se a rede apresentar uma boa configuração essa necessidade pode ser reduzida (FERRAZ; TORRES, 2004).

Além disso, a qualidade de vida cotidiana das pessoas em uma cidade pode estar muito conectada com a acessibilidade a um transporte de massa, isto é, o transporte de alta capacidade. Ahmad e Tambi (2024) relacionaram a qualidade de vida à performance do transporte público através da conectividade, acessibilidade e mobilidade. Através de um questionário envolvendo 386 usuários na região de Kuala Lumpur e Putrajaya, Malásia, os autores encontraram forte relação entre esses critérios e a qualidade de vida da população atendida pelas linhas de alta capacidade locais.

Outros estudos no Sul Global têm sido desenvolvidos também. Noichan e Dewancker (2018) analisaram a acessibilidade de três estações importantes para cada região da cidade de Bangkok, na Tailândia, baseados na teoria da sintaxe espacial. Através disso, foi possível mensurar a acessibilidade ao redor desses nós e verificar a qualidade da rede de transporte local. Este tipo de estudo pode auxiliar no desbalanceamento entre oferta e demanda no transporte coletivo. Quando a demanda cresce muito mais rápido que a oferta, é necessário entender onde agir com maior pressa.

Assim sendo, o estudo dos transportes de média e alta capacidade está intimamente ligado com a boa gestão e o bom planejamento de um ambiente urbano. Em grandes metrópoles, os meios de transporte de alta capacidade são mais frequentes. A Região Metropolitana de São Paulo, por exemplo, possui uma rede de transporte sobre trilhos que conta com 13 linhas, englobando trem

suburbano, metrô e monotrilho. Uma dessas linhas é a 8-Diamante, que usa o leito ferroviário da antiga Estrada de Ferro Sorocabana, partindo da Estação Júlio Prestes até o município de Itapevi.

Uma das cidades que se encontra no meio desse caminho é Barueri, objeto deste estudo e que conta com 4 estações na linha. A cidade é dividida em norte e sul pela ferrovia, propiciando uma segmentação do espaço urbano. A Linha 8-Diamante configura-se atualmente como o principal tronco de transporte de passageiros do município de Barueri até o centro da metrópole de São Paulo. Este tronco é alimentado principalmente por ônibus municipais e intermunicipais que levam os usuários dos bairros da cidade até o eixo ferroviário.

Para auxiliar nessa tarefa utilizaram-se princípios do DOTS (Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável), um modelo voltado ao transporte público de planejamento das cidades, que busca construir bairros compactos e com alta densidade, oferecendo uma diversidade de serviços públicos com interação social (EMBARQ BRASIL, 2015). Além do DOTS, foi utilizada também a metodologia AHP - *Analytic Hierarchy Process* (Processo de Hierarquia Analítica - em tradução livre) para auxiliar na construção do índice.

Ao medir a acessibilidade que a população de um município tem ao principal eixo de transporte que o compõe, pode-se gerar subsídios para a elaboração de políticas públicas de planejamento do transporte urbano. Sendo assim, este estudo propõe a criação de um índice que mede a acessibilidade de diferentes regiões de uma determinada área, chamado de Índice de Acessibilidade ao Transporte de Massa via Ônibus (IATMO), através de quatro critérios estabelecidos. Para determinar estas áreas foi utilizada a malha de setores censitários do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo geral propor um índice, a partir de dados de amplo acesso e quantitativos, que permita mensurar a acessibilidade dos bairros de um determinado município, via ônibus, ao eixo de transporte de média ou alta

capacidade. Para tanto, a metodologia proposta considera apenas critérios que estão disponíveis ao planejador de transportes de um município, com dados públicos e não tendo a necessidade da realização de pesquisas qualitativas de opinião, facilitando a obtenção dos resultados esperados.

Com relação aos objetivos específicos, o primeiro objetivo é identificar quais setores censitários do IBGE (via Sistema de Informações Geográficas (SIG)) possuem melhores indicativos de transporte como a qualidade do caminho feito entre a residência e a parada de ônibus – conhecido como primeira milha – e a oferta de cada parada de ônibus. O segundo objetivo específico é aplicar um estudo de caso à Zona Norte do município de Barueri.

1.2 JUSTIFICATIVA

Os setores censitários do IBGE podem ser boas ferramentas de comparação entre bairros da mesma cidade, pois possuem características que os igualam entre si e, em alguns casos, são mais detalhados do que pesquisas conhecidas de origem e destino. Isto pode ser explicado pelo fato de que nem todas as cidades possuem ou realizam pesquisas de origem e destino (devido ao alto custo delas), mas, por outro lado, em todas foram realizadas as pesquisas censitárias do IBGE, mesmo estas também sendo por amostragem, contendo assim muitas informações sobre sua população. Relacionar os setores censitários com a acessibilidade ao transporte de um município da região metropolitana permite uma melhor visualização dos desafios de cada área da cidade.

Além do mais, ao buscar parâmetros quantitativos em vez de qualitativos, esse estudo busca simplificar o processo de alcance dos resultados do índice de acessibilidade, não sendo necessárias extensas pesquisas qualitativas de opinião. Utilizando métodos quantitativos, o gestor público pode obter resultados mais precisos e com maior rapidez, além de diminuir os custos com pesquisas de campo. Ao identificar resultados precisos de uma malha de setores censitários é possível relacionar esses dados com a extensa gama de estatísticas que o IBGE

traz para cada setor através do censo, adicionando informações relevantes sobre a acessibilidade ao transporte de cada setor do município.

Outras pesquisas, como a Pesquisa Origem Destino do Metrô (2019), cobrem áreas mais extensas que um setor censitário e podem apresentar resultados mais dispersos em uma área mais detalhada. Ao utilizar o setor censitário no estudo da acessibilidade aos transportes este estudo traz um maior refinamento de dados para o planejamento urbano. Além disso, outras pesquisas utilizam a distância a pé a parada de ônibus e a frequência horária dos coletivos. Este estudo, porém, acrescenta variáveis relevantes para o contexto brasileiro, como a elevação vertical do terreno da primeira milha de acesso às paradas e o tempo de trajeto dentro dos ônibus, enriquecendo os resultados para algo mais satisfatório na realidade da população que utiliza o transporte público no Brasil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quando cidades crescem demasiadamente, pode ocorrer o processo de conurbação, que ocorre quando duas ou mais cidades têm suas manchas urbanas em constante crescimento que ficam tão próximas a ponto de não se distinguir mais onde começa uma cidade e onde acaba outra, unindo os seus tecidos urbanos. A conurbação é um processo muito comum em volta de cidades importantes e é um dos fatores que constitui uma região metropolitana. Geralmente, esse processo de crescimento de uma cidade sobre outra ocorre em volta de rodovias, ferrovias e outras artérias que formam “tentáculos axiais”, criando conexões em algumas áreas do cotidiano urbano, mas podendo manter suas singularidades em outros fatores (OLIVEIRA, 1973).

Para Friedmann e Sorensen (2019) as conurbações funcionam como uma única entidade econômica e, desde o século XX, tem se mostrado um fenômeno cada vez mais recorrente ao redor do mundo. O crescimento delas pode ser tão grande que outros termos foram sugeridos para conurbações enormes, como macrometrópole e megalópole.

Uma aglomeração urbana, isto é, uma conurbação metropolitana, pode ser considerada uma forma espacial altamente desenvolvida de integração de cidades. Além disso, as cidades dentro da aglomeração atuam tanto como concorrentes uma das outras, quanto como cooperadoras entre si. O conceito, entretanto, vem variando ao longo do tempo. As primeiras ideias com nomenclaturas semelhantes surgiram no fim do século XIX com Ebenezer Howard, ativista social e pioneiro do planejamento urbano, quando propôs o conceito de “agrupamento de cidades” (*town cluster*, no original em inglês) (FANG; YU, 2017).

Fang e Yu (2017) ainda categorizaram 36 definições distintas de aglomeração urbana, defendidas por estudiosos, desde 1898 até 2015. Entre essas definições estão o “agrupamento de cidades” já supracitado, “megalópoles”, “área de expansão urbana”, “cinturão metropolitano”, “áreas urbanizadas que estão dentro de um raio de movimento pendular”, “resultado de rápida urbanização” entre outros. Isso mostra que, apesar de o conceito ser um pouco

difuso, a realidade deste organismo é palpável na sociedade. Os mesmos autores destacam que o número de publicações a respeito vem crescendo gradativamente: de apenas uma publicação em 1922, 1.307 em 1994 e 32.231 publicações sobre aglomeração urbana em 2015.

Os conceitos para definir uma aglomeração urbana também foram diversos. Desde uma definição apenas populacional e de densidade, passando por nível de industrialização até padrões de movimento pendular. Porém, Fang e Yu (2017) defendem também que um dos principais conceitos é o crescimento espacial e concordam que uma megalópole é o conjunto de mais de um cinturão de área metropolitana. Um conjunto de conurbações. E, por isso o estudo do transporte dentro da área metropolitana é tão crucial.

O movimento pendular de passageiros dentro de uma conurbação é determinante para os estudos dos transportes em aglomerações urbanas, pois eles levam pessoas da periferia até o centro das metrópoles. Cidades em volta da centralidade das regiões metropolitanas tendem a se tornar cidades-dormitório, onde sua população trabalha no centro da metrópole e volta para seus municípios de origem apenas para passar a noite. Esse movimento pendular resulta em uma desigualdade de direitos de transporte onde, quanto mais afastado do centro, maior a dependência por carros, pois a oferta de transporte público de qualidade é menor (MOYANO *et al.*, 2023).

E para que o planejamento do transporte de uma metrópole seja eficiente, é necessário segmentar e dividir seus tipos. Segundo o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) (2018), os transportes sobre trilhos de alta capacidade são o metrô, o trem urbano e o monotrilho, pois possuem uma capacidade de pelo menos 12.000 passageiros/hora/sentido na seção crítica. O VLT é considerado de média capacidade pois possui capacidade entre 2.800 e 13.200 passageiros/hora/sentido. Por sua vez, os ônibus possuem classificação mais incerta, porém baseado na classificação dos transportes por trilhos, o BRT pode ser classificado como um transporte de média ou alta capacidade (se possuir ultrapassagem em suas paradas). Outros tipos de serviços que utilizam ônibus e

outros modos como teleféricos e aeromóveis são considerados de baixa capacidade.

Quando um transporte de alta capacidade atinge as periferias das conurbações, é importante que o transporte de média e baixa capacidade ofereça uma boa oferta de conexão com o transporte de alta capacidade. Os ônibus podem ser ótimas opções de serviços alimentadores para essa integração e para aumentar a qualidade da rede de transportes de uma região.

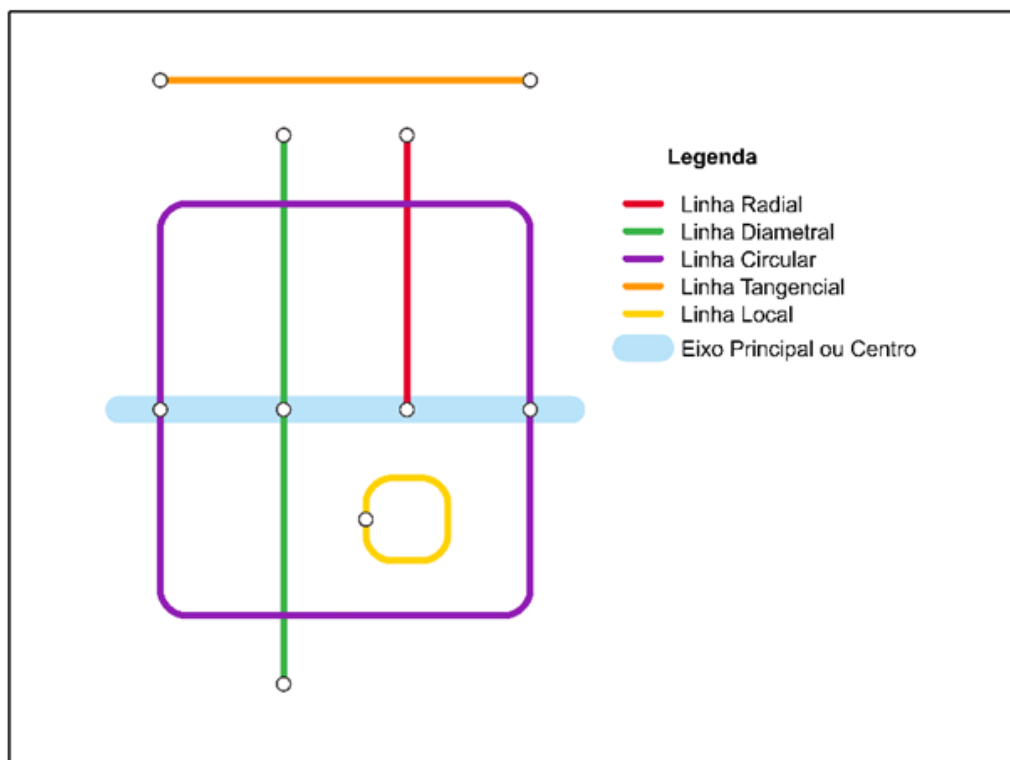
Entretanto, estudos apontam que ônibus alimentadores - aqueles que coletam passageiros nos bairros residenciais e os levam até uma estação de transporte de maior capacidade - devem ser bem projetados para que essa integração seja benéfica ao usuário. Tempos de transbordo muito longos podem atrapalhar o funcionamento de um bom planejamento de integração dos transportes. Por isso, estudos são feitos para a melhoria do fluxo e conexão entre dois modos de transporte (MAY, 1991, apud DENG *et al.*, 2020).

Mesmo assim, apesar de mais lentos e de terem menor capacidade que os trens e metrô, os ônibus são parte fundamental da rede de transporte e possuem a vantagem de terem menor custo, grande poder de acessibilidade e cobertura ampla (CAO; JIANG; WANG, 2022). Para tanto, suas linhas apresentam diversas classificações quanto à operação e traçado, como determinado por Ferraz *et al.* (2023) e apresentado na Figura 1:

- a) **Linha Radial:** atende apenas o sentido bairro-eixo principal ou centro (onde se concentram as atividades da cidade);
- b) **Linha Diametral:** parte do bairro, atravessam o eixo principal/centro e seguem até outro bairro no sentido oposto;
- c) **Linha Circular:** forma um circuito fechado com o centro da cidade ou o eixo principal em seu interior ou atravessando-o. Geralmente usam-se pares de linhas girando em sentidos opostos;
- d) **Linha Tangencial:** conecta partes diferentes da cidade sem passar pelo centro;

- e) **Linha Local:** atende apenas uma localidade com o objetivo de atender poucos polos de atração com viagens diretas.

Figura 1: Tipos de Linha segundo o seu traçado segundo Ferraz *et al. et al.* (2023)



Fonte: Adaptado de Ferraz *et al.* (2023)

Os processos de planejamento de uma conurbação nem sempre são simples, pois diferentes órgãos políticos organizam e decidem por uma mancha urbana que, na prática, funciona como uma só, mas tecnicamente são áreas distintas. No Brasil existem três níveis de administração pública: federal, estadual e municipal e geralmente o planejamento das cidades fica a cargo de entes municipais. Em áreas de regiões metropolitanas algumas camadas de planejamento são feitas pelo poder estadual. Entretanto, não há uma divisão clara de um planejamento mais amplo que possa abranger a realidade distinta de municípios que se localizam em regiões metropolitanas ou bairros de grandes municípios centrais. Periferias que possuem características semelhantes de centralidade – ou falta dela – são tratadas de formas distintas se pertencem a um

subúrbio de um município de grande extensão populacional e territorial ou se fazem parte de um município menor classificado como dormitório.

O transporte público dentro dessas regiões muitas vezes é fragmentado. Na Grande São Paulo, por exemplo, o poder estadual fica encarregado de cuidar dos modos sobre trilhos. Já os ônibus da capital paulista são gerenciados pela prefeitura, assim como os ônibus dos outros municípios. O governo estadual também tem sua rede de ônibus intermunicipais, entretanto muitas das vezes não há integração de planejamento entre essas redes, com cada entidade cuidando de suas linhas sem uma integração de planejamento. Há, entretanto, algum tipo de integração física em terminais que se localizam perto de limites municipais em que linhas de mais de uma cidade ocupam o mesmo terminal e uma complexa integração tarifária envolvendo EMTU, SPTrans, Metrô e CPTM. Entretanto, o planejamento dessas linhas fica a cargo de cada ente responsável.

O estudo de Demazière (2021) aborda a situação de países como Inglaterra, França e Itália que fizeram, nos últimos anos, reorganizações em seu território a fim de melhor gerenciar suas metrópoles. Tais países estabeleceram um nível metropolitano de tomada de decisão para lidar com os efeitos que a conurbação e a região metropolitana demandam.

Criar um nível de representação política para as metrópoles pode não ser tão simples de se aplicar no Brasil, por isso governos municipais ainda podem focar em mitigar os problemas que suas cidades enfrentam em vez de apenas esperar que a solução venha de instâncias superiores. O planejamento eficaz de uma área delimitada de uma metrópole não invalida o planejamento como um todo. Pelo contrário, melhora uma parte dela e pode significar melhorias para outras áreas também (YAN; GROWE, 2022).

Sendo assim, conhecer mais detalhadamente a acessibilidade de transporte das regiões de seu município é um passo importante no planejamento urbano de prefeituras e secretarias, notadamente nos casos em que ocorrem conurbações. Através da demarcação de seu território em partes menores é

possível alcançar um grau de detalhamento maior. Como exemplo de unidades de análise menores, têm-se os setores censitários do IBGE.

A setorização do território nacional se faz necessária para fins estatísticos, principalmente para a realização de censos demográficos em que se faz imprescindível o conhecimento populacional e territorial. Cada setor censitário do IBGE corresponde a uma área em que o levantamento de estatísticas seja feito nos prazos estabelecidos. Essa divisão busca representar, de maneira mais próxima possível da realidade, as características físicas, legais, sociais e temporais do território, representando uma certa coesão nas características que o compõem. Eles também possuem um grau de semelhança no número de habitantes entre si, sendo um bom parâmetro para comparações dentro de um próprio município (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2024).

Outros autores também se debruçaram sobre a acessibilidade do transporte. Malekzadeh e Chung (2020) estudaram alguns tipos de abordagens para medição da acessibilidade. O primeiro tipo de abordagem descrito pelos autores são os modelos de Acessibilidade do Sistema (ou acessibilidade às paradas) em que o foco do método é mensurar, através de métodos estimativos ou mais complexos, o acesso aos nós de transporte fundamentais como as estações de transbordo e paradas de ônibus. Dos 9 modelos analisados, todos lidaram com a caminhada como meio de transporte inicial. Além disso, dois modelos utilizaram a Medição de Distância, um utilizou o Modelo Cumulativo, outros dois a Medição Cumulativa, dois o Modelo Baseado-em-Gravidade e um utilizou uma junção dos últimos dois tipos. Alguns dos indicadores utilizados por esse tipo de abordagem foi o tempo de caminhada, confiabilidade dos modos de serviço, número de serviços e nível de serviço nos pontos de acesso (ex.: tempo de espera), rede e Distância Euclidiana, população e características do serviço, como mostra a Tabela 1. Esta metodologia tende a precisar de menos recursos e facilita a obtenção de dados para adquirir resultados satisfatórios. Por isso, este presente estudo se assemelha a essa metodologia.

Tabela 1: Resumo dos modelos de acessibilidade do sistema pesquisados por Malekzadeh e Chung (2020)

Desenvolvedor(es)	Nome do modelo	Tipo de medição	Indicadores	Modo de viagem	Objetivo da viagem	Componentes	Prós e contras	Praticidade
London Borough of Hammersmith and Fulham (1992)	PTAL (Nível de acessibilidade do transporte público - em inglês)	Medição de distância	Tempo de caminhada, confiabilidade do modo de serviço, número de serviços e pontos de acesso (por exemplo, tempo de espera)	Caminhar até as paradas de transporte público	—	Transporte, temporal (parcial)	A principal vantagem é que ele é fácil de entender, mas não capta a característica do viajante	●
Foda & Osman (2008, 2010)	Índice de Acessibilidade de Parada Ideal (ISAI), Índice de Acessibilidade de Parada Real (ASAI) e Índice de Taxa de Cobertura de Parada (SCRI)	Medição de distância	Rede e distância euclidiana	Caminhar até as paradas de transporte público	—	Transporte (parcial)	Considera apenas a rede de pedestres até as paradas de transporte público	●
Hsiao, Lu, Sterling, and Weatherford (1997)	—	Medição cumulativa	Distância euclidiana e variáveis espaciais (por exemplo, população e emprego)	Caminhar até as paradas de transporte público	—	Transporte (parcial) e demanda e oferta de uso da terra (parcial)	Destaca uma forte relação entre o número de passageiros do transporte público e o acesso a pé aos serviços de transporte público	●
Polzin et al. (2002)	Modelo de acessibilidade de trânsito baseado na hora do dia	Medição cumulativa	Distância da rede, frequência do serviço, distribuição espacial da população e do emprego	Caminhar até as paradas de transporte público	—	Demanda e oferta de transporte, temporal e de uso da terra (parcial)	Mede os aspectos espaciais e temporais da acessibilidade do transporte público	●
Gan, Liu, and Ubaka (2005)	—	Medição cumulativa	Distância da rede e população	Caminhar até as paradas de transporte público	—	Transporte (parcial) e demanda de uso da terra (parcial) e características socioeconômicas (parcial)	Estima o nível de serviço para diferentes grupos demográficos de pessoas	●
Zhao et al. (2003)	—	Gravidade/medição cumulativa	Distância da rede e população	Caminhar até as paradas de transporte público	—	Demanda de transporte e uso do solo (parcial)	Uma curva exponencial é ponderada com base na distribuição das distâncias percorridas a pé até as paradas de transporte público	●
Giannopoulos (1989)	—	Modelo baseado na gravidade	Tempo de viagem e população	A pé, de bicicleta ou de carro particular até as estações de transporte público	—	Demanda de transporte e uso do solo (parcial)	Incorpora o efeito de todos os modos de transporte disponíveis para acesso às estações de transporte público	●
Kocher and Lerner (2007)	Pontuação de transporte público	Modelo baseado na gravidade	Características do serviço de transporte (por exemplo, frequência por semana), disponibilidade do modo de transporte (por exemplo, trem, balsa, ônibus) e distância da rede	—	—	Transporte	Incorpora o nível de serviço do transporte público ao modelo	●
Rastogi & Krishna Rao (2003); Rastogi & Rao (2002)	ETAI (Índice de Acessibilidade Ambiental ao Trânsito)	Medição de utilidade	Distância da rede, efeitos ambientais e disponibilidade do modo de trânsito	Andar a pé e de bicicleta até as paradas de transporte público	—	Transporte, individual e temporal (parcial)	Com base na escolha de paradas de acesso, mas impraticável na maioria dos casos devido a dificuldades com a coleta de dados	●

Fonte: Adaptado de Malekzadeh e Chung (2020)

O segundo tipo de abordagem que Malekzadeh e Chung (2020) analisaram é o modelo de Acessibilidade Facilitada-por-Sistema. Essa modalidade usa plataforma cumulativas que medem o número de acessos de residentes a um destino em particular com tempo e custo especificados. Apesar de ser um método mais elaborado e oferecer a possibilidade de descobrir as rotas mais curtas e origem e destino de cada indivíduo, este modelo, geralmente, não leva em consideração o tempo de espera e a frequência do transporte em determinado local. Por isso, esse modelo não é atrativo para o objetivo deste presente estudo.

O terceiro tipo de abordagem estudado por Malekzadeh e Chung (2020) é o Modelo de Acesso aos Destinos, que foca no tipo e importância da viagem, categorizando se são viagens a trabalho, escolares, de saúde, lazer etc. Esta abordagem é muito útil e pode ser utilizada, bem como as outras, em outros estudos complementares a esse.

Por outro lado, o uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG), é indispensável para a pesquisa da acessibilidade ao transporte. Em um estudo na cidade de Auckland, na Nova Zelândia, Mavoa *et al.* (2012), utilizando o *software* ArcGIS 9.2 para criar uma rede multimodal que combinava caminhos a pé e por transporte público, elaboraram um índice de acessibilidade a destinos desejados. Com esses dados puderam concluir que, apesar de 94,4% da população urbana local viver em áreas de acesso médio e alto ao transporte público, apenas 26,5% dessa população tem acesso a um transporte com frequência de duas ou mais viagens por hora por parada. Além disso, apenas 5% da população vivia em área com uma frequência com mais de quatro serviços por hora por parada. Esse resultado mostra que uma boa rede espraiada de transporte depende, ainda, de uma boa oferta de serviço. Ressalta, também, que é necessário sempre incluir a frequência horária para medir a acessibilidade de uma população ao transporte de forma mais realista. O presente estudo adiciona, ainda, as variáveis de elevação do terreno no caminho a pé do usuário e do tempo de trajeto embarcado nos coletivos, para enriquecer a obtenção dos resultados para uma realidade brasileira.

Chen *et al.* (2016), também utilizaram a ferramenta de SIG, *software* ArcGIS, associada ao uso de áreas pré-determinadas que podiam ser georreferenciadas

para obter resultados de um novo índice de acessibilidade. Eles, porém, utilizaram zonas de tráfego para mensurar essa acessibilidade. O resultado que encontraram destacou um padrão de maior acessibilidade nas zonas centrais e menor acessibilidade nas periferias do distrito de Chaoyang, em Pequim, na China. O uso dos setores censitários georreferenciados neste presente estudo é uma ferramenta facilitadora para a aplicação do índice proposto por planejadores urbanos, já que também foi utilizado em outros estudos.

Kneib (2011) usou a frequência de linhas de ônibus em cada setor censitário de uma determinada região a fim de avaliar a oferta de transporte coletivo através de densidade de viagens. Neste estudo, a autora utilizou a subdivisão dos setores dentro de uma Zona de Tráfego do município de Manaus-AM. A mesma autora, junto com outro pesquisador, também fez um estudo na cidade de Goiânia utilizando os setores censitários para descobrir centralidades urbanas através do transporte público (MENDONÇA NETO; KNEIB, 2016).

Já Gomide, Leite e Rebelo (2006) trouxeram uma abordagem mais social ao direito ao transporte público, a pobreza e a segurança pública na cidade de Belo Horizonte-MG. Também utilizando o parâmetro dos setores censitários, seus centroides (centros geográficos) e linhas de ônibus operantes na região, além de também relacionar a renda média familiar.

Como o objetivo deste estudo é criar um índice de acessibilidade ao transporte de massa via ônibus, o município de Barueri foi escolhido por possuir uma malha viária desigual entre suas zonas e por apresentar algumas barreiras urbanas que dividem o município e causam a descontinuidade das vias públicas. O desenho urbano de uma cidade nem sempre é contínuo e pode ser afetado por essas barreiras urbanas. Elas consistem em barreiras físicas como rios, córregos, barrancos, muros de condomínios, rodovias, ferrovias, áreas de matas ou vazios urbanos. É fundamental que essas barreiras urbanas sejam mapeadas para obter uma compreensão mais precisa da realidade do percurso a pé na “primeira milha” (PAIVA, 2015).

Para Lynch (1999) as barreiras urbanas são uma fronteira entre duas áreas que pode ser entendida mais como uma costura do que como uma barreira propriamente dita. Essas barreiras não são impenetráveis, apenas dificultadoras, servindo também como elementos de orientação. Na cidade de Barueri existem principalmente três barreiras contínuas importantes: o Rio Tietê, a Rodovia Castelo Branco e a Linha 8 Diamante dos trens suburbanos. Porém, outras barreiras menores como muros de condomínios, barrancos, e terrenos baldios podem causar a descontinuidade do tecido urbano (PAIVA, 2015). Além dessas barreiras, os vazios urbanos também causam descontinuidade e podem atrapalhar o escoamento dos transportes. Segundo Freitas e Negrão (2014), vazios urbanos são áreas subutilizadas ou inutilizadas ou sem uso. Também podem se caracterizar por áreas que não cumprem função social na sua cidade. No município de Barueri, além das barreiras urbanas supracitadas, existe uma área militar adjacente ao centro da cidade que divide este centro da região sul do município. Existem apenas 2 vias que margeiam essa área e uma que atravessa a mesma, causando uma concentração das linhas de ônibus nessas vias formando gargalos de transporte.

Ao comparar a acessibilidade de cada setor censitário, dentro de um município, esse estudo busca aprimorar a identificação da qualidade de cada região da cidade através do acesso ao transporte público de qualidade. Cidades em volta de grandes centros nem sempre conseguem obter a visão de uma realidade que por vezes ultrapassa suas próprias barreiras.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho pode ser dividida em quatro grandes etapas que estão destacadas em cores diferentes na Figura 2:

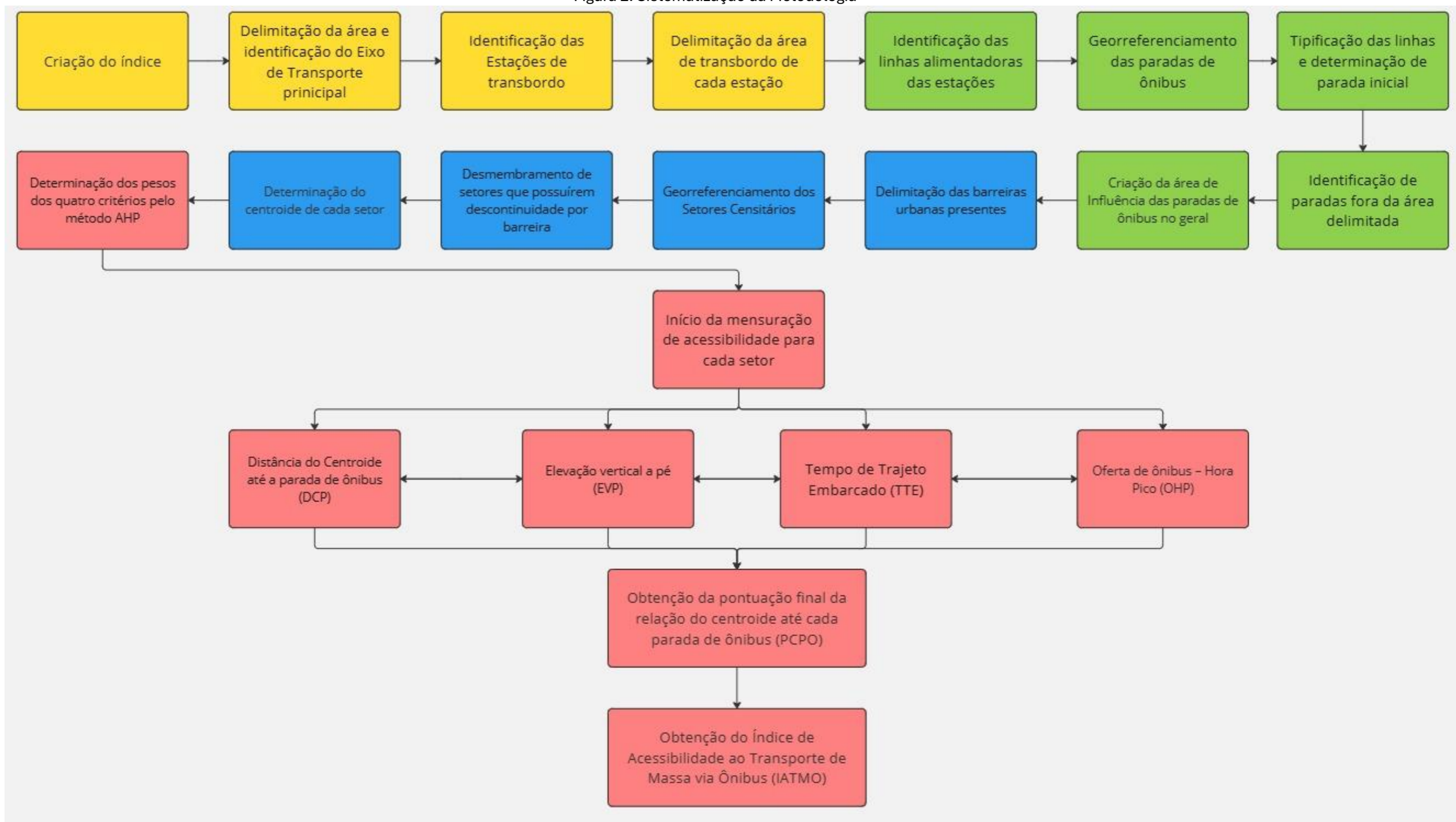
- a) **Etapa 1:** criação do índice e identificação e análise da região e do eixo de transporte considerado (amarelo);
- b) **Etapa 2:** identificação das paradas e linhas de ônibus (verde);
- c) **Etapa 3:** identificação e análise dos setores censitários e barreiras urbanas (azul);
- d) **Etapa 4:** cálculo do Índice de Acessibilidade ao Transporte de Massa via Ônibus, abreviado daqui em diante como IATMO (vermelho).

Como o objetivo deste estudo é a criação de um índice que seja acessível para qualquer gestor urbano do transporte optou-se por utilizar ferramentas de fácil acesso como o *Google Maps*, *Google Earth*, aplicativos de horários de ônibus como *CittaMobi* e *Moovit* e itinerários oficiais de empresas de ônibus. Além disso o *software* de georreferenciamento utilizado foi o *Quantum GIS (QGIS)*.

O *Google Maps* foi utilizado para medição de rotas a pé, medição de tempo de trajeto embarcado no ônibus e visualização de paradas de ônibus através da ferramenta *Street View*. Já o *Google Earth* foi utilizado para medições de altimetria do relevo estudado. Os aplicativos *CittaMobi* e *Moovit* foram responsáveis pela localização das paradas de ônibus, sendo verificadas através do *Google Maps*. Por fim o *software* QGIS foi utilizado para reunir todos os dados georreferenciados e a criação dos mapas deste estudo.

Para desenvolver o índice foi utilizada como base a metodologia AHP - *Analytic Hierarchy Process* (Processo de Hierarquia Analítica - em tradução livre) que consiste em um método de determinação de peso para cada critério estabelecido. Conseguem-se, então, transformar uma informação qualitativa em um dado quantitativo, sendo considerada uma importância relativa de um critério em relação ao outro (SAATY; KATZ, 1994).

Figura 2: Sistematização da Metodologia



Fonte: Autor (2024)

Baseado nesta metodologia, Furtado e Kawamoto (2002) definiram um quadro de intensidade de importância que foi usado neste estudo e pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2: Escala de Valores para Comparação de Prioridades pelo método AHP

Intensidade de Importância	Definição	Explicações
1	Mesma importância	Dois critérios contribuem em igual valor para um objetivo
3	Importância fraca de um sobre o outro	Um critério é pouco mais importante que outro
5	Importância forte ou essencial	Um critério é mais importante que o outro
7	Importância muito forte	Um critério é mais importante que o outro. Esta importância pode ser comprovada por termos práticos.
9	Importância absoluta	Um critério é visivelmente mais importante que o outro. Esta importância é comprovada com certeza.
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes	Quando uma solução de compromisso deixa de existir

Fonte: Furtado e Kawamoto (2002)

A seguir são apresentados os procedimentos realizados em cada uma das etapas determinadas.

3.1 ETAPA 1: IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DA REGIÃO E DO EIXO DE TRANSPORTE

Para dar início ao trabalho aqui apresentado, primeiramente delimitou-se a área de estudo a qual pode ser um bairro, um distrito, um município ou uma região metropolitana que possua um transporte de média ou alta capacidade. Após a identificação da área de estudo foi preciso identificar o eixo de transporte principal de média ou alta capacidade que atende esta área. Este eixo pode ser uma linha ferroviária, metroviária, um VLT (Veículo Leve sobre Trilhos), um BRT (*Bus Rapid*

Transit) ou um corredor de ônibus de média ou alta capacidade. O critério principal de escolha foi que fosse um eixo de grande fluxo de passageiros, onde grande parte da população da área em estudo a utilizasse para seus deslocamentos pendulares. A presente metodologia focou em mensurar a acessibilidade de cada setor censitário até o eixo principal por meio do transporte coletivo por ônibus.

Após a identificação do eixo foi necessário identificar seus nós, isto é, suas estações ou pontos de transbordo. Estas estações serviram como ponto de conexão entre o modo ônibus e o eixo principal. Todo o estudo focou nas distâncias e condições até a chegada a esta estação. Foi considerado também apenas o movimento bairro-centro, ou o movimento de hora-pico matutino, com os usuários saindo de suas residências em direção ao eixo principal. Essas estações do eixo principal foram chamadas, de estações de transbordo.

3.2 ETAPA 2: IDENTIFICAÇÃO DAS PARADAS E LINHAS DE ÔNIBUS

O passo seguinte consistiu em delimitar uma área de transbordo ao redor de cada estação. Essa área de transbordo foi medida considerando todas as distâncias percorridas a pé, desde o ponto de desembarque de ônibus até a estação de transbordo do eixo principal, inferiores a uma distância aceitável de transferência entre modos. Segundo Dou, Meng e Guo (2015) essa distância aceitável é de 3 minutos. Considerando que a velocidade média de um humano adulto é de 1m/s tem-se o valor de 180m para transferências. Entretanto, devido às limitações de planejamento urbano, como falta de estrutura física adequada de integração entre modos e até entre linhas de ônibus, fazendo com que uma parada de ônibus que alimenta uma estação de fato possa estar mais longe que os 180m propostos em outros estudo. Um exemplo disso é a estação de trem Antônio João no município de Barueri-SP. A parada de ônibus mais próxima da entrada desta estação se encontra a 250m e, mesmo assim, os usuários de ônibus a utilizam para acessar a estação de trem, como pôde ser constatado com uma visita ao local. Por isso, para fins de auxílio e adaptação da bibliografia às experiências das cidades brasileiras, este valor pode ser adotado como 250m no máximo. A delimitação dessa área pode ser feita utilizando ferramentas de *softwares* de rotas a pé, como

o *Google Maps*. Em áreas de estudo em que o eixo principal possui o sentido mais carregado na parte da manhã, como é o caso de municípios considerados cidades-dormitório, por exemplo, deve-se considerar apenas a distância até os acessos que permitam o usuário utilizar o transporte neste sentido mais carregado, desconsiderando os acessos em que possibilitem apenas o uso no outro sentido. Por isso, essa metodologia se aplica apenas a áreas atendidas por eixos de transporte de média e alta capacidade.

Se uma parada de ônibus de desembarque está dentro dessa área de transbordo, ela será considerada um ponto alimentador da estação e todas as linhas que utilizarem esse ponto como desembarque serão classificadas como linhas alimentadoras desta estação. Caso uma linha seja qualificada como alimentadora de mais de uma estação, será considerada apenas a primeira estação no sentido bairro-centro.

A identificação das linhas deve abranger todas as possibilidades de linhas que alimentam as estações do eixo principal. Delimitações podem ser estabelecidas como a consideração exclusiva de linhas municipais ou apenas de linhas intermunicipais. Para este estudo, limitou-se também a uma área em que apenas linhas diretas até as estações fossem disponíveis, ignorando a necessidade de um ou mais transbordos no trajeto de casa até a estação. Foram escolhidas apenas linhas municipais para este estudo, pois estas têm menor custo tarifário e são preferíveis aos usuários pelo valor. Se em alguma região não há diferença tarifária entre ônibus municipais e intermunicipais, os dois modos podem ser considerados.

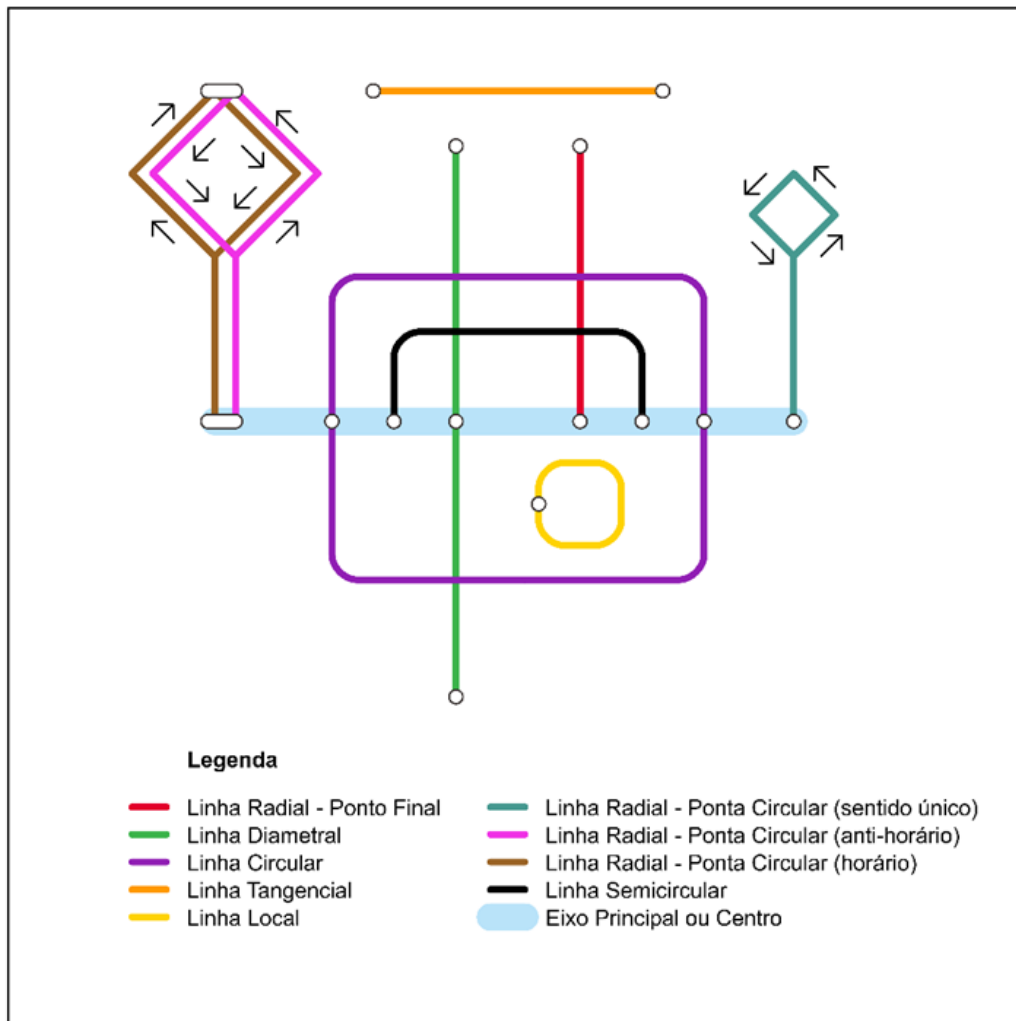
É possível buscar todas as linhas e seus itinerários em *sites* das viagens de ônibus que atendem a região. Outra opção é utilizar aplicativos de horários de ônibus disponíveis para celulares, *tablets* e computadores pessoais. Com essa informação, traçam-se os pontos e as linhas que se aplicam ao estudo. Em regiões que estes dados são disponíveis publicamente pelos órgãos políticos ou georreferenciados, dá-se a preferência por estes tipos mais precisos.

Os pontos são considerados pela localização que o *software* disponibiliza, embora possam ocorrer inconsistências com pontos inexistentes, antigos, ou com localização levemente modificada. Neste caso é possível utilizar *softwares* de visualização de paisagem de ruas para confirmar a existência de um ponto ou visitar o local para comprovação. Foram considerados válidos para este estudo apenas pontos que conduzem os usuários até uma estação de transbordo, ignorando aqueles que levam até o bairro somente. Todos os pontos devem estar corretamente georreferenciados e revisados.

Para este presente estudo, foi considerada a classificação das linhas conforme proposto por Ferraz *et al.* (2023) como base. Além disso, foram adicionadas novas variações que refletem outros tipos de linhas e se encontram ilustradas na Figura 3, são elas:

- a) **Linha Radial - Ponta Circular (sentido único):** semelhante à Linha Radial, entretanto não possui um ponto final. Em vez disso, forma um circuito fechado na extremidade do seu percurso. O sentido deste circuito é sempre único;
- b) **Linha Radial - Ponta Circular (anti-horário) e Linha Radial - Ponta Circular (horário):** também semelhante à Linha Radial - Ponta Circular (sentido único), porém neste tipo o circuito na ponta da linha forma um par de sentidos inversos para melhor atender a região;
- c) **Linha Semicircular:** semelhante à Linha Circular, entretanto este tipo de linha não completa o circuito fechado completo, formando um semicírculo.

Figura 3: Adaptação do autor para tipos de Linha segundo o seu traçado segundo Ferraz *et al.* (2023)



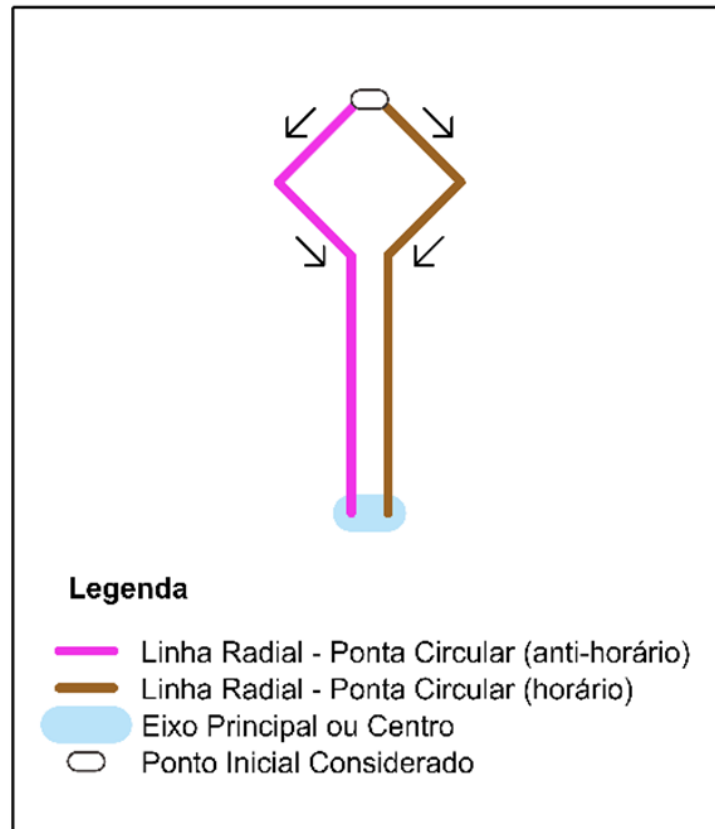
Fonte: Adaptado de Ferraz *et al.* (2023) com adições do autor (2024)

Para cada tipo de linha, um tipo de divisão em trechos foi adotado. As linhas radiais foram distribuídas apenas para uma estação, a primeira que esta alimenta no sentido eixo. Ocorreram situações em que uma ou mais linhas passaram pela área de influência de uma estação, porém não possuíram um ponto de desembarque ali. Neste caso a linha foi considerada coletora da próxima estação em que houvesse um ponto dentro da área de influência, reiterando que o importante para este estudo é o ponto de transbordo e não o trajeto que o ônibus percorre entre pontos.

O início de cada linha foi feito no ponto final e inicial quando este era determinado. Linhas radiais com pontas circulares que possuem sentido horário e

anti-horário foram divididas de forma que o ponto mais distante do centro em distância foi considerado como divisor e inicial. No sentido horário foi considerado apenas o sentido deste ponto até o serviço troncal e no sentido anti-horário foi considerado o mesmo, sendo o caminho inverso, como é possível ver na Figura 4.

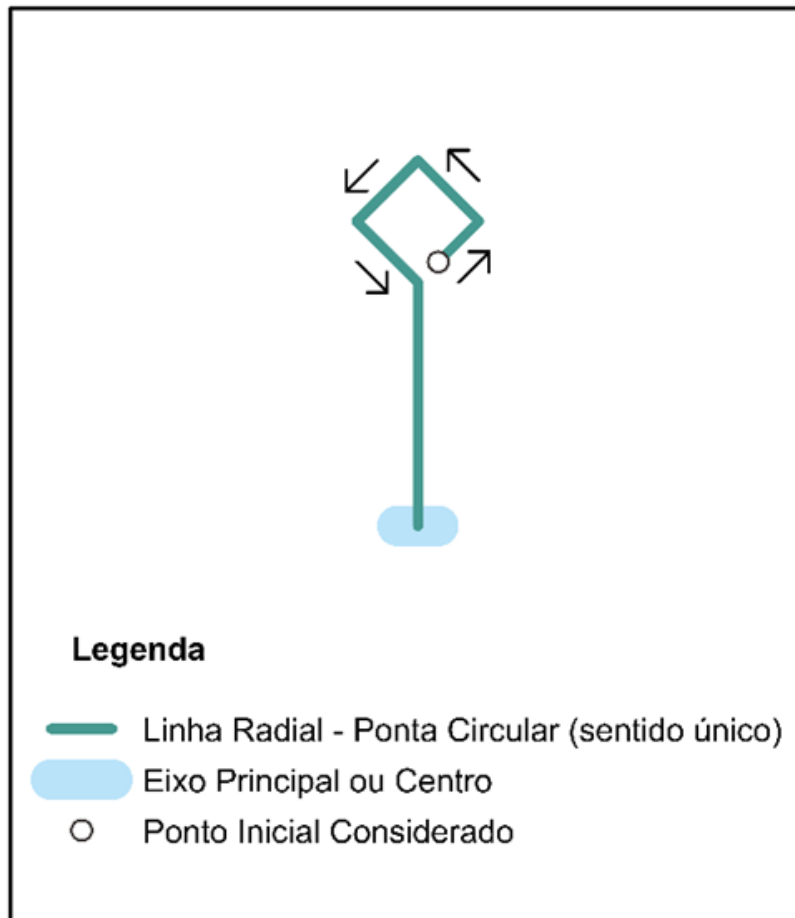
Figura 4: Divisão de Linha Radial - Ponta Circular (sentidos horário e anti-horário)



Fonte: Autor (2024)

Para linhas circulares em que existiu apenas um sentido, seja horário ou anti-horário, foi considerado o primeiro ponto fora do “círculo” como ponto inicial. Ou seja, o primeiro ponto que não tinha correspondente de sentido inverso do outro lado da rua, como pode ser visto na Figura 5.

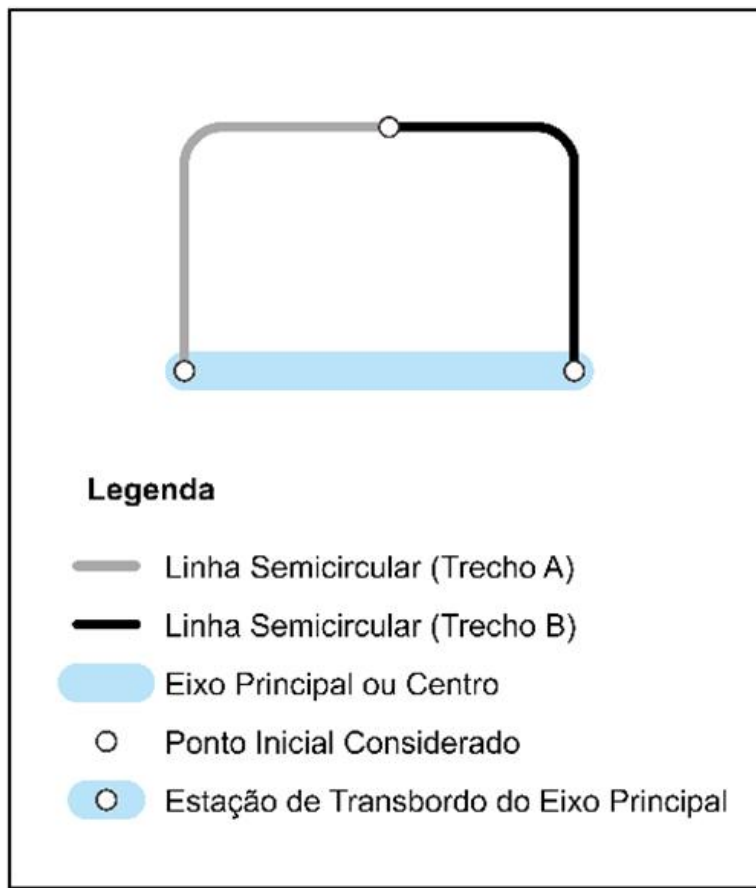
Figura 5: Consideração de Ponto Inicial de Linha Radial - Ponta Circular (sentido único)



Fonte: Autor (2024)

Já linhas diametrais foram divididas em duas e considerados os dois sentidos, com direção ao eixo, como linhas diferentes, para efeitos de mensuração, como se fossem duas linhas radiais distintas. Linhas Semicirculares também foram divididas de modo semelhante às linhas radiais com pontas circulares de sentidos horário e anti-horário, com o ponto médio entre as estações de transbordo sendo considerado como divisor de trecho, como pode ser visto na Figura 6.

Figura 6: Consideração de divisor de trechos de Linha Semicircular



Fonte: Autor (2024)

A partir deste ponto, cada trecho de linha foi tratado de forma individual. O traçado de cada linha deve considerar cada parada de ônibus como um nó, ignorando as curvas que o ônibus faz entre um ponto e outro para efeito de simplificação e utilidade, pois um ônibus apenas exerce influência coletora na parada de ônibus. Isto é, neste estudo, se ele transita em uma rua, mas não possui uma parada de ônibus ali ele não coleta nenhum passageiro nesta rua. Assim, a localização da parada de ônibus é mais importante que o trajeto que o veículo faz entre dois pontos. Se um mesmo trecho de linha passa duas vezes em um mesmo ponto, este ponto deve ser considerado em ambas as passagens. Após a identificação das linhas, cada trecho alimentador deve ser distribuído em grupos referentes a cada estação que o ponto de parada alimenta.

Em caso de cidades conurbadas, é comum que linhas de ônibus de um município “invadam” o território de outro. Neste caso, a parada de ônibus fora da

área de estudo deve ser considerada pois há pessoas que vivem dentro da área de estudo, mas utilizam uma parada fora da área de estudo, devido à conurbação. Entretanto, neste estudo, foram considerados apenas os setores censitários que estejam dentro da área determinada inicialmente no estudo.

Todo o processo pode ser aplicado a estações de transbordo que estiverem fora da área de estudo, mas que possuem linhas alimentadoras que coletam usuários dentro da área de estudo. Neste caso apenas os pontos dentro da área de estudo são considerados e o ponto referente ao transbordo da estação. Entretanto, essas outras estações de transbordo devem ser desconsideradas se não forem alimentadas por nenhuma linha que atenda os critérios inicialmente estabelecidos.

3.3 ETAPA 3: IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS SETORES CENSITÁRIOS E BARREIRAS URBANAS

Uma vez que as linhas, pontos e barreiras urbanas estão georreferenciados, foi possível fazer a junção destes dados com os setores censitários do IBGE. A malha de setores está disponível no site do Instituto e deve ser compatibilizada georreferencialmente com os outros tipos de dados citados até aqui. Para cada setor censitário foi definido um centroide, de onde partiram as análises de distância para cada parada de ônibus. Após a definição dos centros geográficos de massa foi possível traçar uma linha para cada ponto que esteja a menos de 296m de distância deste centro. Este valor foi adotado pois, de acordo com a EMBARQ Brasil (2015), a distância percorrida por um pedestre corresponde a aproximadamente 1,35 vezes a distância em linha reta. Com base nisso, para cada parada de ônibus no mapa, foi estabelecida uma área de influência coletora com um raio de 296m em linha reta, o que equivale a cerca de 400 metros de caminhada real. Esse valor está em conformidade com a recomendação da literatura como a distância máxima que um usuário do transporte público costuma percorrer do ponto inicial até a parada de ônibus (GUTIÉRREZ; GARCÍA-PALOMARES, 2008).

Optou-se por não utilizar um raio simples de 400 metros, pois esse método não representa com precisão o trajeto real dos pedestres, considerando o traçado das ruas, que podem ser sinuosas e apresentar variações de altitude. Isso é, que esteja dentro da área de coleta de cada ponto. Entretanto, um caminho, mesmo dentro deste raio de 296m, só é considerado válido se ele não encontrar uma barreira urbana. Caso contrário, o caminho é invalidado e desconsiderado.

É importante não confundir a **Área de Transbordo** de uma estação de média ou alta capacidade (250m) com o **Raio do Centróide** (296m). A primeira é uma área de distância caminhável real em que o usuário consegue trocar o ônibus pelo trem (ou outro meio de média ou alta capacidade) e se aplica nas redondezas das Estações de média e alta capacidade, dentro de uma distância de 250m. Já o Raio do Centróide é a área circular de raio 296m (400m em caminhada real) em que se encontram as Paradas de Ônibus que atendem determinado centróide.

3.4 ETAPA 4: CÁLCULO DO ÍNDICE DE ACESSIBILIDADE AO TRANSPORTE DE MASSA VIA ÔNIBUS (IATMO)

Uma vez que os pontos de ônibus, os trechos de linha e os centróides dos setores censitários estão definidos, deve-se começar a mensurar a acessibilidade de cada setor censitário em relação ao eixo principal. Para isso, alguns critérios foram considerados. Utilizou-se, como base, parte da metodologia DOTS (Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável) na medição de pontos quantitativos e do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) para hierarquizar os critérios entre si.

Primeiramente foi preciso mensurar as propriedades do caminho entre o centróide e a parada de ônibus. Esta primeira etapa representa a qualidade da primeira milha, o trajeto entre a residência e a parada de ônibus. Para tanto, foram definidos os seguintes critérios:

- a) Distância do Centróide até a Parada de ônibus (DCP):** é a distância horizontal em metros do centróide de cada setor censitário até cada ponto que está a menos de 296m deste centróide em linha reta. Foram

considerados válidos apenas aqueles em que não haja presença de uma barreira física no trajeto;

- b) Elevação Vertical a Pé (EVP):** corresponde ao fator de inclinação determinante entre o centroide do setor censitário e a parada de ônibus, representando o ganho ou a perda de elevação no trajeto, influenciando assim a qualidade do caminho;
- c) Tempo de Trajeto Embarcado (TTE):** ao embarcar no ônibus, o passageiro permanece a bordo desde a parada de ônibus inicial até a estação de transbordo, compondo o indicador aqui estudado;
- d) Oferta de ônibus – Hora Pico (OHP):** corresponde à somatória da oferta de ônibus de cada linha no horário de pico da manhã (entre 05h e 08h) dividido por 3, para obter um fator horário médio que determina a frequência de atendimento. Foram somadas todas as linhas que passaram por aquele ponto que eventualmente levou a uma estação de transbordo com o eixo principal.

Definidos os critérios, foi necessário determinar o grau de importância (peso) de um critério em relação ao outro, já que para o usuário nem todos os critérios possuem o mesmo grau. Para tanto, foi utilizado o método AHP - *Analytic Hierarchy Process* através do estabelecido por Furtado e Kawamoto (2002). O exemplo dos pesos deste estudo encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3: Exemplo de aplicação do Método AHP para os quatro critérios escolhidos.

Critérios	C1	C2	C3	C4
Critério 1	1	0,50	0,33	0,33
Critério 2	2	1	0,33	0,33
Critério 3	3	3	1	1
Critério 4	3	3	1	1

Fonte: Aatoria própria (2024)

Cada relação centroide-parada de ônibus obteve uma pontuação de 0 (pior) a 10 (melhor) para cada critério, tendo um total de 40 pontos. Com os pesos, entretanto, transformaram-se esses valores de forma que a soma máxima dos quatro critérios de cada relação seja, no máximo 10, auxiliando na percepção da escala de 0 a 10 para cada relação centroide-parada de ônibus. Essa relação nada mais é que a junção do caminho médio dos moradores partindo de suas casas até uma parada de ônibus, representado pelos critérios DCP (Distância do Centroide à Parada) e EVP (Elevação Vertical a Pé), e “pontuação da parada de ônibus”, representada pelos critérios TTE (Tempo de Trajeto Embarcado) e OHP (Oferta de Ônibus na Hora-Pico). Como não é viável, e quase impossível, mensurar a acessibilidade de cada domicílio, neste estudo o centroide do setor censitário representa a posição média das residências dentro do setor. Sendo assim, os quatro critérios representam o quão fácil é acessar, primeiramente o ônibus, através dos critérios DCP e EVP e, posteriormente, acessar o transporte de média ou alta capacidade, através dos critérios TTE e OHP, formando um índice que mede a acessibilidade de um setor censitário através dos quatro critérios.

Chega-se, então, ao quadro de pesos de cada critério na Tabela 4, após o julgamento de importância pelo método AHP aplicado pelo autor.

Tabela 4: Exemplo de resultado dos pesos de cada critério após a aplicação do AHP

Critérios	Peso
Critério 1	X
Critério 2	Y
Critério 3	Z
Critério 4	W

Fonte: Autoria própria (2024)

Para obtenção do valor de DCP foi preciso buscar o valor real da distância horizontal entre o centroide e a parada de ônibus. Busca-se o valor correspondente de pontuação de acordo com a Tabela 5 e com este valor aplica-se a Equação 1, sendo o valor de 10 para o intervalo de menor distância e 0 para o intervalo de maior distância.

Tabela 5: Exemplo de pontuações referentes a intervalos de valores de DCP

Distância a pé real (m)	Distância em linha reta (m)	Pontuação
Intervalo a ser definido	Intervalo a ser definido	10
Intervalo a ser definido	Intervalo a ser definido	9
Intervalo a ser definido	Intervalo a ser definido	8
Intervalo a ser definido	Intervalo a ser definido	7
Intervalo a ser definido	Intervalo a ser definido	6
Intervalo a ser definido	Intervalo a ser definido	5
Intervalo a ser definido	Intervalo a ser definido	4
Intervalo a ser definido	Intervalo a ser definido	3
Intervalo a ser definido	Intervalo a ser definido	2
Intervalo a ser definido	Intervalo a ser definido	1
Intervalo a ser definido	Intervalo a ser definido	0

Fonte: Autoria própria (2024), baseado na classificação de Gutiérrez e García-Palomares (2008)

$$DCP_{final} = Pontuação * Peso \text{ do DCP} \quad (1)$$

Já para obtenção do valor de EVP é necessário buscar o valor real da distância vertical (Δh) entre o centroide do setor censitário e a parada de ônibus. Divide-se, então, este valor pela distância horizontal de DCP para encontrar uma

porcentagem, como exemplificado na Equação 2. Aplica-se então a pontuação referente à inclinação de acordo com a Tabela 6, sendo o valor de 10 para o intervalo de menor elevação e 0 para o intervalo de maior elevação. Assim, multiplica-se o valor encontrado na Equação 2 pelo Peso do EVP visto na Tabela 4, resultando na Equação 3.

Tabela 6: Exemplo de pontuações referentes a intervalos de valores de EVP

Elevação vertical (%)	Pontuação
Intervalo a ser definido	10
Intervalo a ser definido	9
Intervalo a ser definido	8
Intervalo a ser definido	7
Intervalo a ser definido	6
Intervalo a ser definido	5
Intervalo a ser definido	4
Intervalo a ser definido	3
Intervalo a ser definido	2
Intervalo a ser definido	1
Intervalo a ser definido	0

Fonte: Autoria própria (2024), baseado na classificação da NBR-9050 (2015)

$$Inclinação = \frac{\Delta h}{DCP} \quad (2)$$

$$EVP_{final} = Pontuação \text{ da inclinação} * Peso \text{ do EVP} \quad (3)$$

Para encontrar o valor de TTE considera-se o valor de tempo de trajeto embarcado da parada de ônibus calculado até a estação de transbordo. Toma-se como valor a média do TTE de todas as linhas que passam pelo ponto, como visto na Equação 4. Observa-se, então, a pontuação referente a este TTE inicial na Tabela 7, sendo o valor de 10 para o intervalo de menor tempo e 0 para o intervalo de maior tempo. Multiplica-se, então, pelo Peso do TTE, encontrado na Tabela 4, resultando na Equação 5.

Tabela 7: Exemplo de pontuações referentes a intervalos de valores de TTE

Tempo embarcado (min.)	Pontuação
Intervalo a ser definido	10
Intervalo a ser definido	9
Intervalo a ser definido	8
Intervalo a ser definido	7
Intervalo a ser definido	6
Intervalo a ser definido	5
Intervalo a ser definido	4
Intervalo a ser definido	3
Intervalo a ser definido	2
Intervalo a ser definido	1
Intervalo a ser definido	0

Fonte: Autoria própria (2024), baseado na classificação de Humagain e Singleton (2020).

$$TTE_{inicial} = \frac{\sum (TTE_1, TTE_2, TTE_3 \dots TTE_n)}{n} \quad (4)$$

$$TTE_{final} = Pontuação * Peso \text{ do TTE} \quad (5)$$

Para obtenção do OHP inicial divide-se o tempo de três horas (180 minutos) que representa o horário de pico matutino, das 05h e 08h da manhã, pela soma das ofertas de ônibus de todas as linhas que passam por esta parada de ônibus no período. Resultando-se então em um intervalo médio representado em minutos, como pode ser visto na Equação 6.

Com este valor de OHP inicial em mãos, verifica-se a pontuação de acordo com a Tabela 8, sendo o valor de 10 para o intervalo de maior oferta e 0 para o intervalo de menor oferta, aplicando a pontuação na Equação 7, multiplicando pelo Peso de OHP encontrado na Tabela 4.

$$OHP_{inicial} = \frac{180 \text{ min}}{\sum (OHP_1, OHP_2, OHP_3 \dots OHP_n)} \quad (6)$$

Tabela 8: Exemplo de pontuações referentes a intervalos de valores de OHP

Intervalo entre atendimento na Hora-Pico (min)	Pontuação
Intervalo a ser definido	10
Intervalo a ser definido	9
Intervalo a ser definido	8
Intervalo a ser definido	7
Intervalo a ser definido	6
Intervalo a ser definido	5
Intervalo a ser definido	4
Intervalo a ser definido	3
Intervalo a ser definido	2
Intervalo a ser definido	1
Intervalo a ser definido	0

Fonte: Autoria própria (2024), baseado na classificação de Ferraz *et al.* (2023).

$$OHP_{final} = Pontuação * Peso do OHP \quad (7)$$

A pontuação final da relação do centroide até a parada de ônibus (PCPO) é a soma dos quatro critérios, resultando em um valor de 0 a 10, como é possível ver na Equação 8.

$$PCPO = DCP_{final} + EVP_{final} + TTE_{final} + OHP_{final} \quad (8)$$

A pontuação de cada relação que influencia o centroide de determinado setor censitário com a parada de ônibus influenciará na pontuação final deste setor gerando o Índice de Acessibilidade ao Transporte de Massa via Ônibus (IATMO). Esta será nada mais que a média entre todas as pontuações que se encontram no setor, como visto na Equação 9.

$$IATMO = \frac{\Sigma (PCPO_1, PCPO_2, PCPO_3 \dots PCPO_n)}{n} \quad (9)$$

4 OBJETO DE ESTUDO

Para a aplicação dessa metodologia o município de Barueri foi o escolhido por ser uma cidade pertencente à Região Metropolitana de São Paulo e por ser cortada por uma linha de trens urbanos de passageiros que serve como tronco para levar seus usuários à grande centralidade da região: o centro expandido do município de São Paulo. Barueri possui, segundo o censo de 2022 do IBGE, 316.473 habitantes com uma densidade demográfica de 4.816,87 pessoas por quilômetro quadrado, sendo considerada uma densidade alta pelo IBGE, ocupando a 19ª colocação entre as densidades demográficas de todos os municípios do Brasil. O mesmo IBGE dividiu em 2021 o município em 479 setores censitários e 127 destes setores (da Zona Norte) serviram como base dessa pesquisa (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2024).

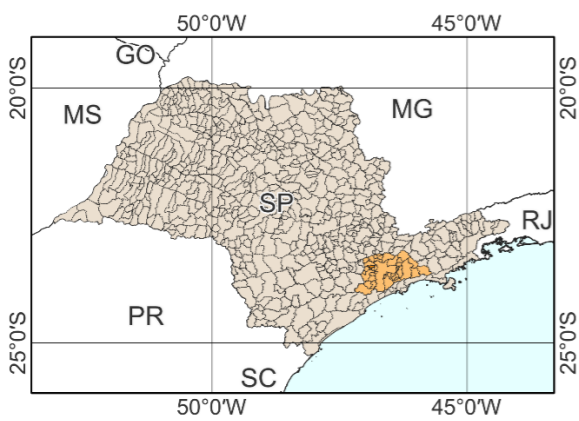
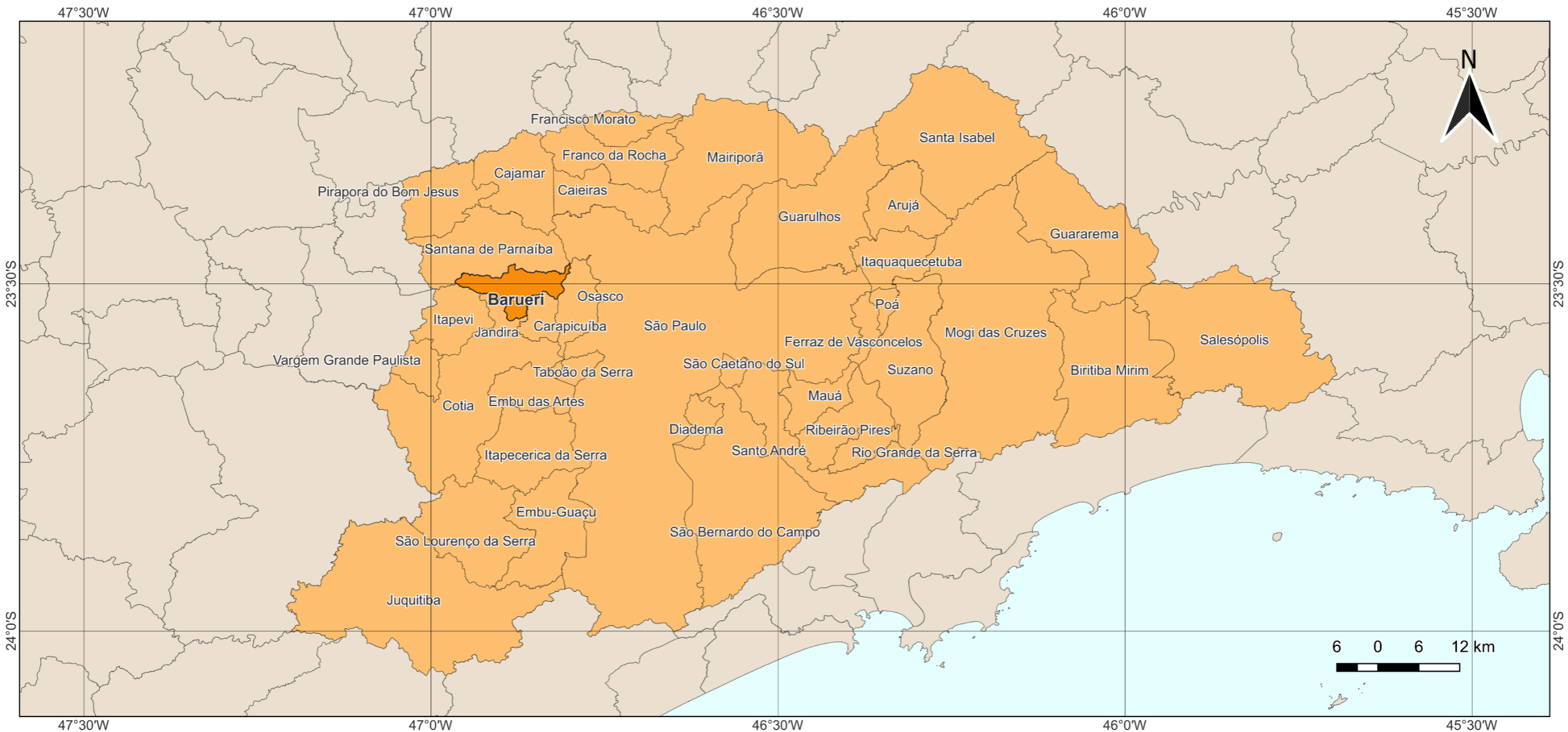
Está localizado na região Oeste da Região Metropolitana de São Paulo (Figura 7), considerada a metrópole de maior nível hierárquico (1A – Grande Metrópole Nacional) do país segundo o IBGE (2020), possuindo mais pessoas ocupadas (397.393) do que população residente, pois também funciona como uma centralidade secundária na metrópole devido ao polo empresarial de Alphaville, bairro de Barueri. Mesmo possuindo essa centralidade de Alphaville, Barueri também atua como cidade dormitório da grande centralidade de São Paulo.

O município nasceu com uma aldeia indígena às margens do Rio Tietê e se desenvolveu no século XIX graças à inauguração da Estrada de Ferro Sorocabana. Desde então, a ferrovia mantém até os dias atuais como importante eixo de transporte de passageiros sendo hoje denominada Linha 8 Diamante, em concessão privada em 2024 à Via Mobilidade. Já as linhas municipais de ônibus são operadas por duas empresas, a Benfica Barueri e a Ralip Transportes que dividem a operação da totalidade das linhas do município.

Nas Figuras 8, 9, 10 e 11 é possível observar o diagrama de rede metropolitana de São Paulo, suas estações em Barueri e os setores censitários e as linhas e paradas de ônibus que compõem este estudo, respectivamente.

Figura 7: Localização de Barueri na Região Metropolitana de São Paulo

LOCALIZAÇÃO DE BARUERI NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO



- LEGENDA**
- Barueri
 - RM de São Paulo
 - São Paulo
 - Outras Unidades da Federação
 - Países da América do Sul

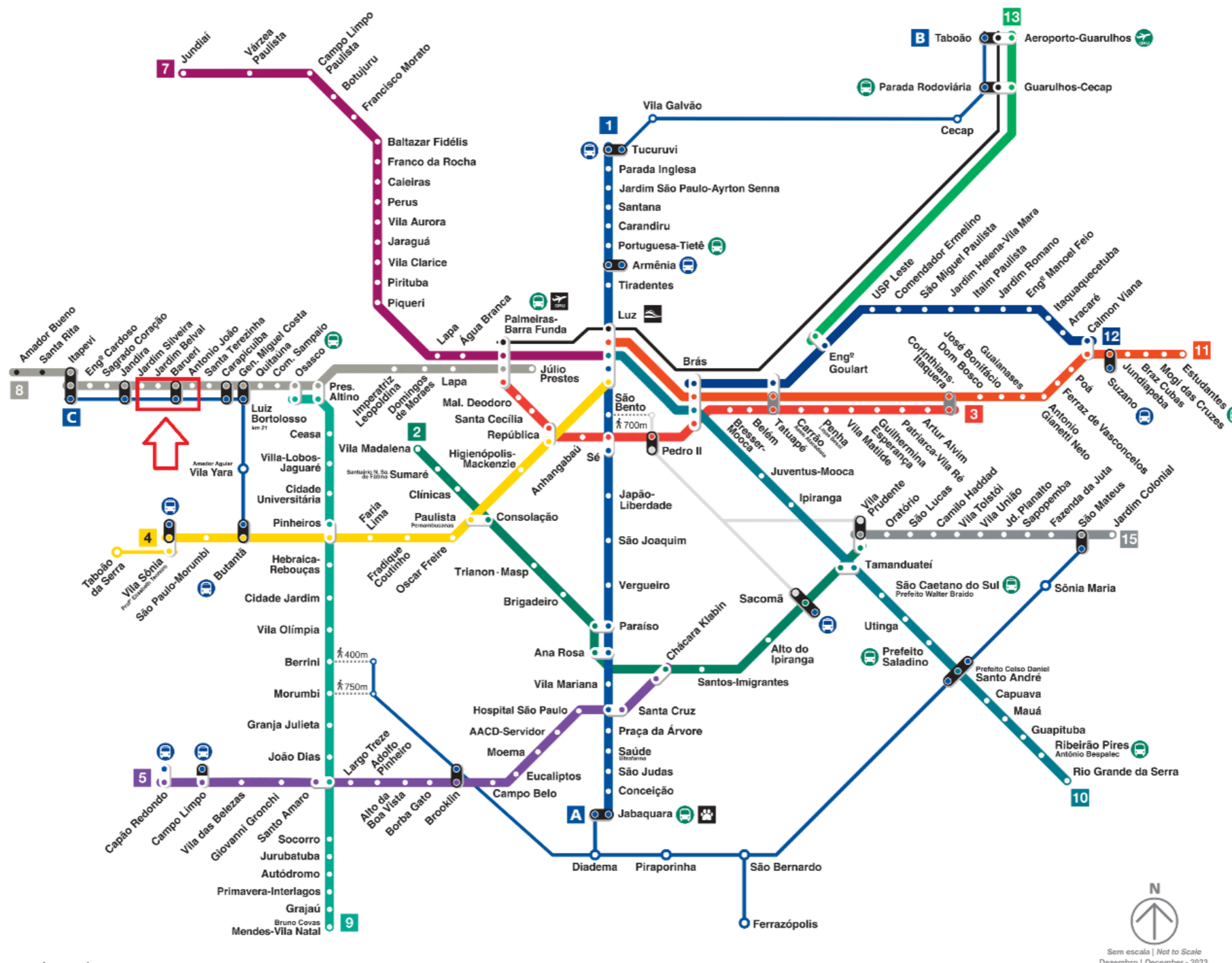
Elaboração Cartográfica: Caio R. Godoi Vieira (2025)
Fontes: municípios (2022); Unidades da Federação e países da América do Sul (IBGE, 2023)
Sistema de Coordenadas Geográficas, datum SIRGAS 2000

Fonte: Adaptado de IBGE (2024) e autor (2025).

Figura 8: Mapa de Transporte Metropolitano de São Paulo com destaque às estações que fazem parte do município de Barueri

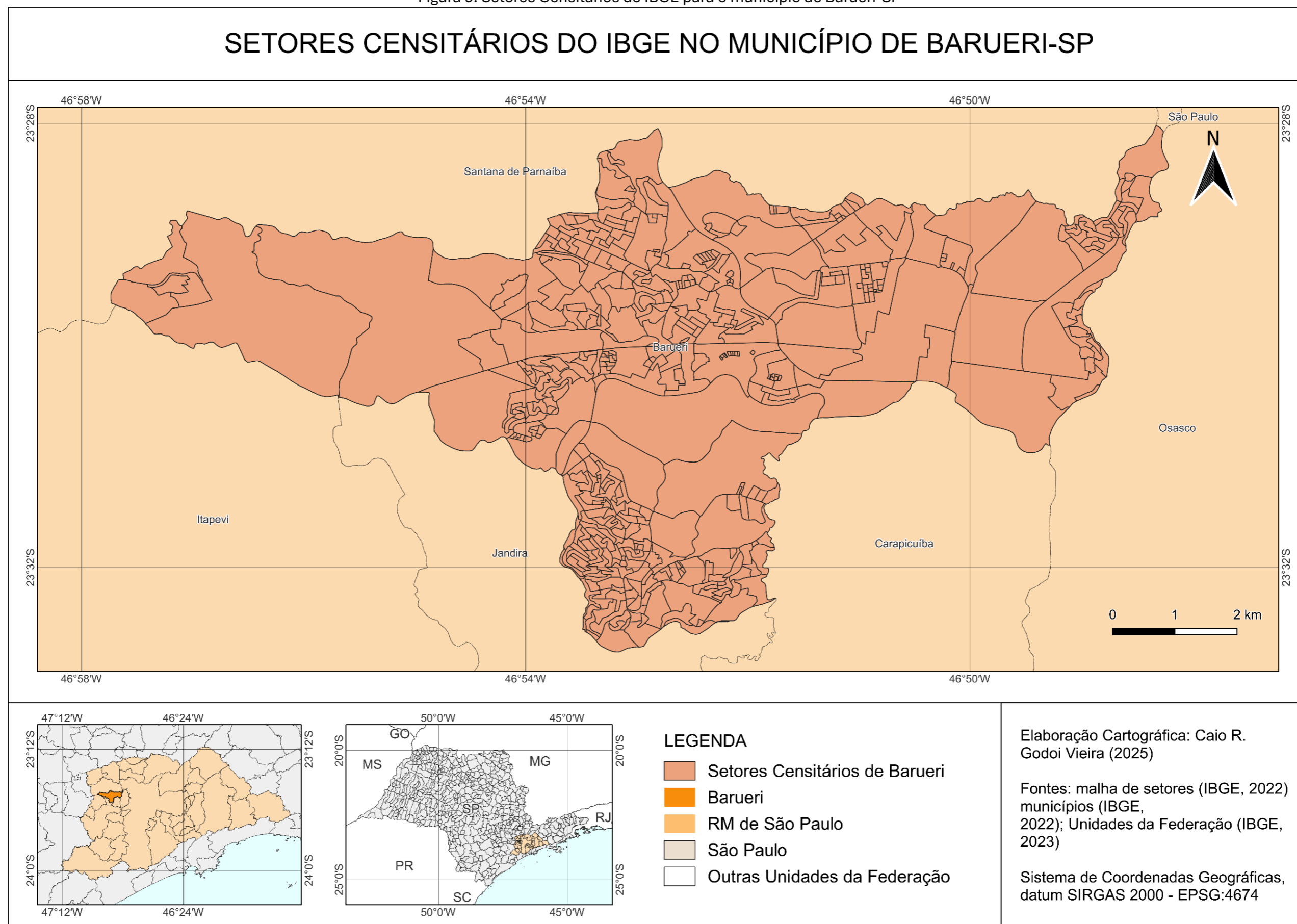
Mapa do Transporte Metropolitano

Metropolitan Transport Network



Fonte: Adaptado de Governo do Estado de São Paulo, (2024)

Figura 9: Setores Censitários do IBGE para o município de Barueri-SP



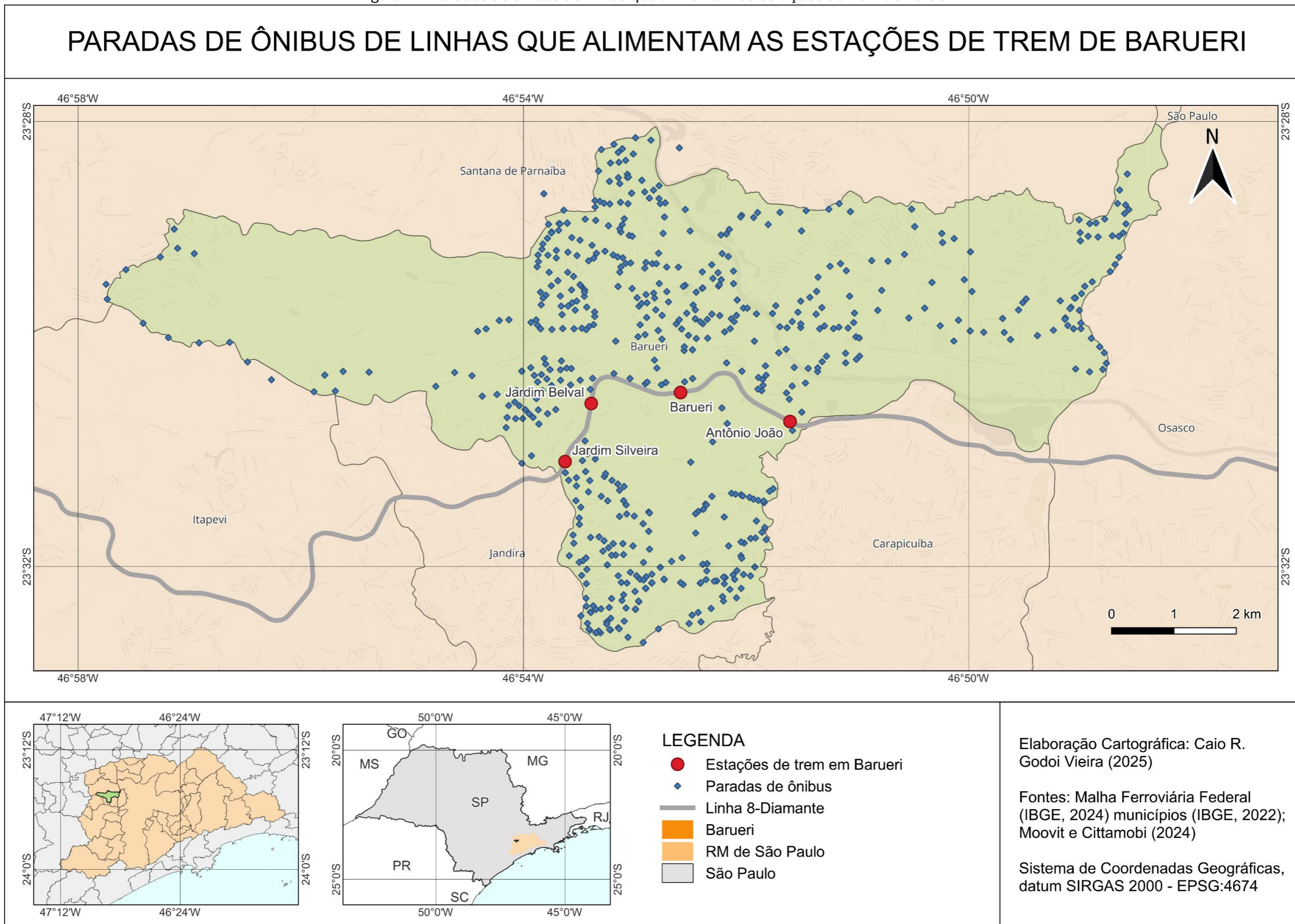
Fonte: Adaptado de IBGE (2022)

Figura 10: Linha 8-Diamante da Rede Metropolitana e suas estações no município de Barueri



Fonte: Adaptado de *Google Maps* (2024)

Figura 11: Paradas de ônibus de linhas que alimentam as estações de trem de Barueri



Fonte: Adaptado de Moovit e Cittamobi (2024)

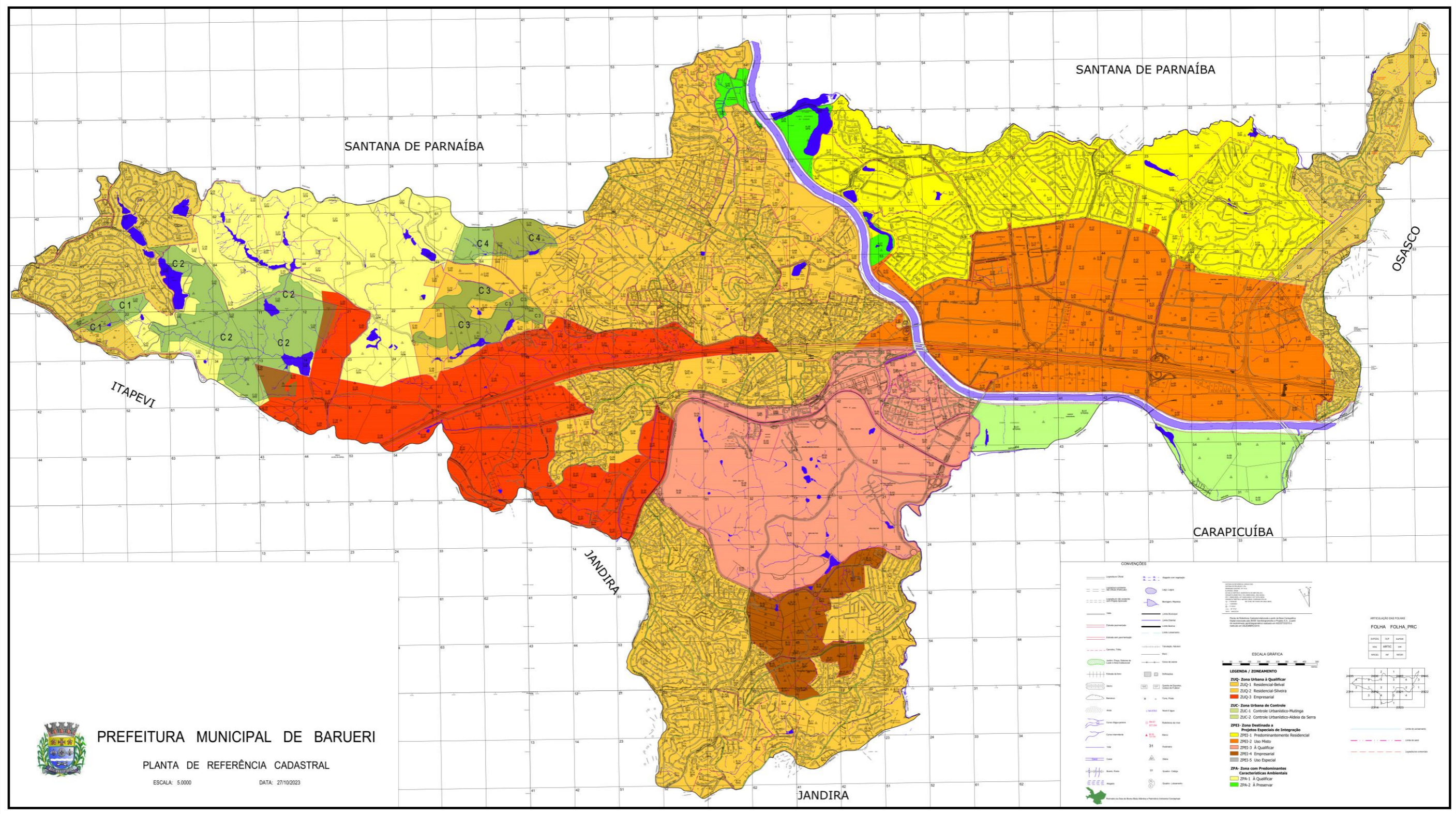
O Plano Diretor do município de Barueri data de 2004, com última atualização em 11 de dezembro de 2023 com a Lei Complementar nº 565, que estabelece normas e restrições para o uso, ocupação e parcelamento do solo e demais providências complementares ao plano diretor de Barueri, conforme instituído pela lei complementar nº 150, de 10 de dezembro de 2004 (SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E URBANISMO DE BARUERI, 2023).

No Art. 3º, Parágrafo III, diz que “São diretrizes da presente lei complementar: utilizar o sistema de transportes como agente e indutor do desenvolvimento social e econômico sustentável”. A lei também disponibiliza uma Planta de Referência Cadastral que zoneia todo o município, como é possível ver na Figura 12. O município também possui um Plano de Mobilidade Urbana, lançado em 2023, onde traça metas e objetivos através de propostas de ações a curto, médio e longo prazo.

Barueri enfrenta um crescimento acelerado de sua população. No censo de 2010 sua população era de 240.656 pessoas, enquanto a população no Censo de 2022 era de 316.473 habitantes, um crescimento de 31,50%. Novos empreendimentos são vistos pela cidade e o planejamento do transporte público municipal parece não acompanhar seu crescimento. Junto às quatro estações de trem que cortam a cidade existem apenas dois terminais de ônibus municipais. Nas outras duas estações a integração é deficitária. Além disso, Barueri conta com três áreas militares próximas ao seu centro, criando um grande vazio urbano e atuando como uma grande barreira urbana não-linear, como é possível ver na Figura 13, atrapalhando o melhor dimensionamento da rede de linhas de ônibus municipais.

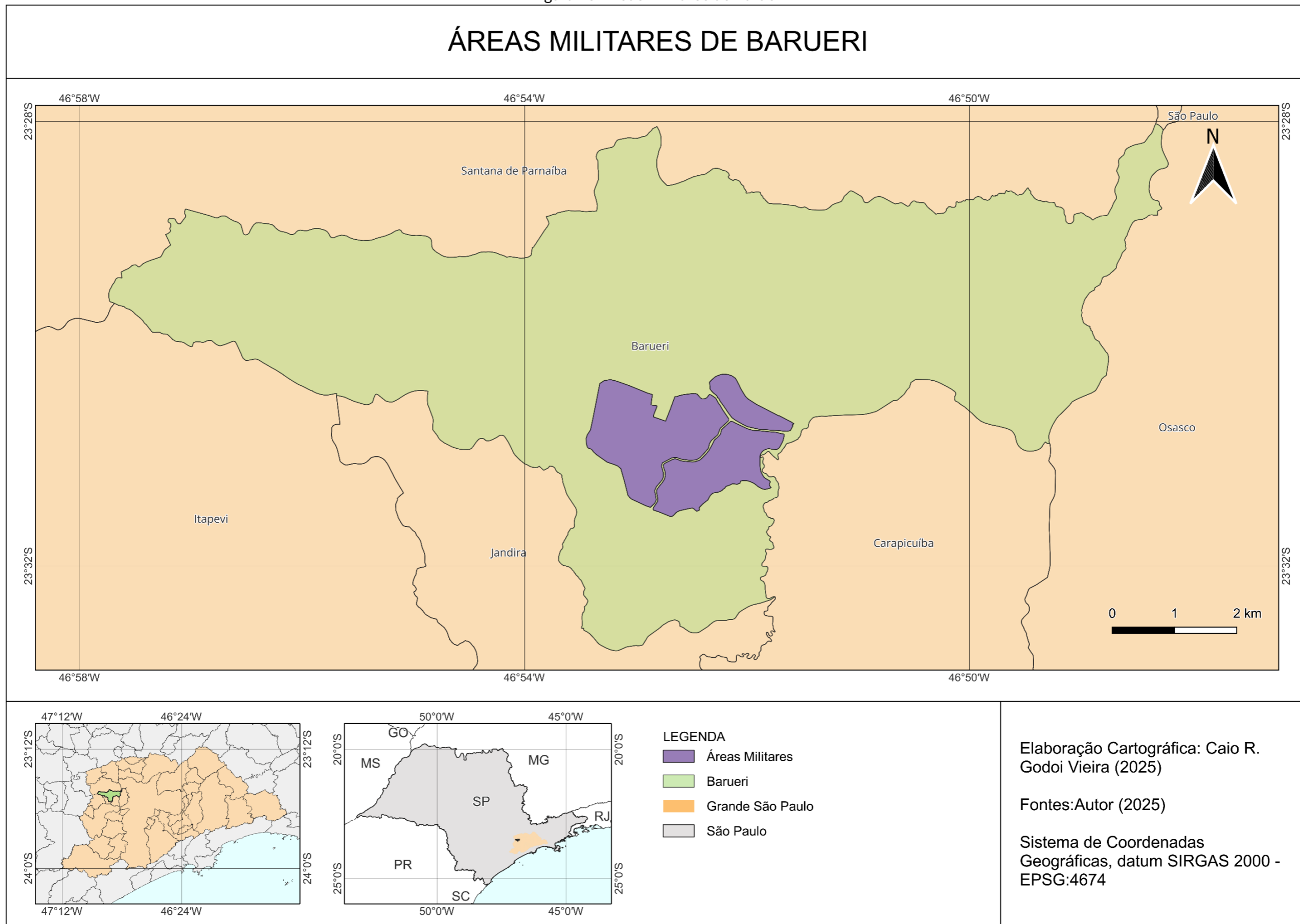
Para este estudo foi considerada a chamada “Zona Norte” de Barueri para análise de seus setores censitários. É uma região que está comprimida entre duas das três maiores barreiras urbanas “lineares” de Barueri: a Rodovia Castelo Branco e o Rio Tietê, sendo a terceira barreira a própria ferrovia aqui utilizada como eixo principal, como é possível ver nas Figuras 14 e 15, respectivamente. Nesta zona a imensa maioria dos caminhos rumo ao eixo de transporte principal desemboca na Estação Barueri.

Figura 12: Planta de Referência Cadastral – Zoneamento de Barueri



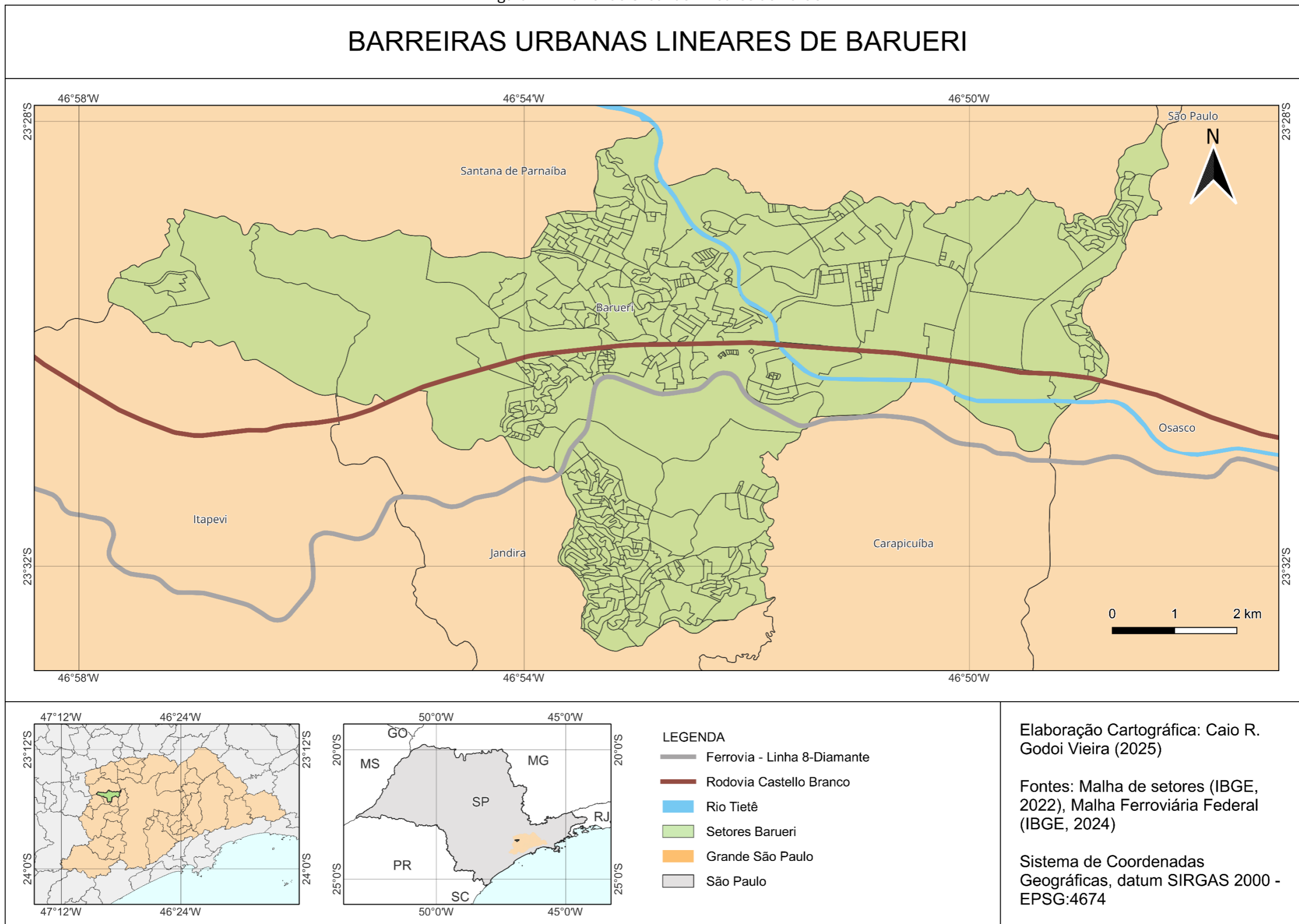
Fonte: Prefeitura Municipal de Barueri (2023)

Figura 13: Áreas militares de Barueri



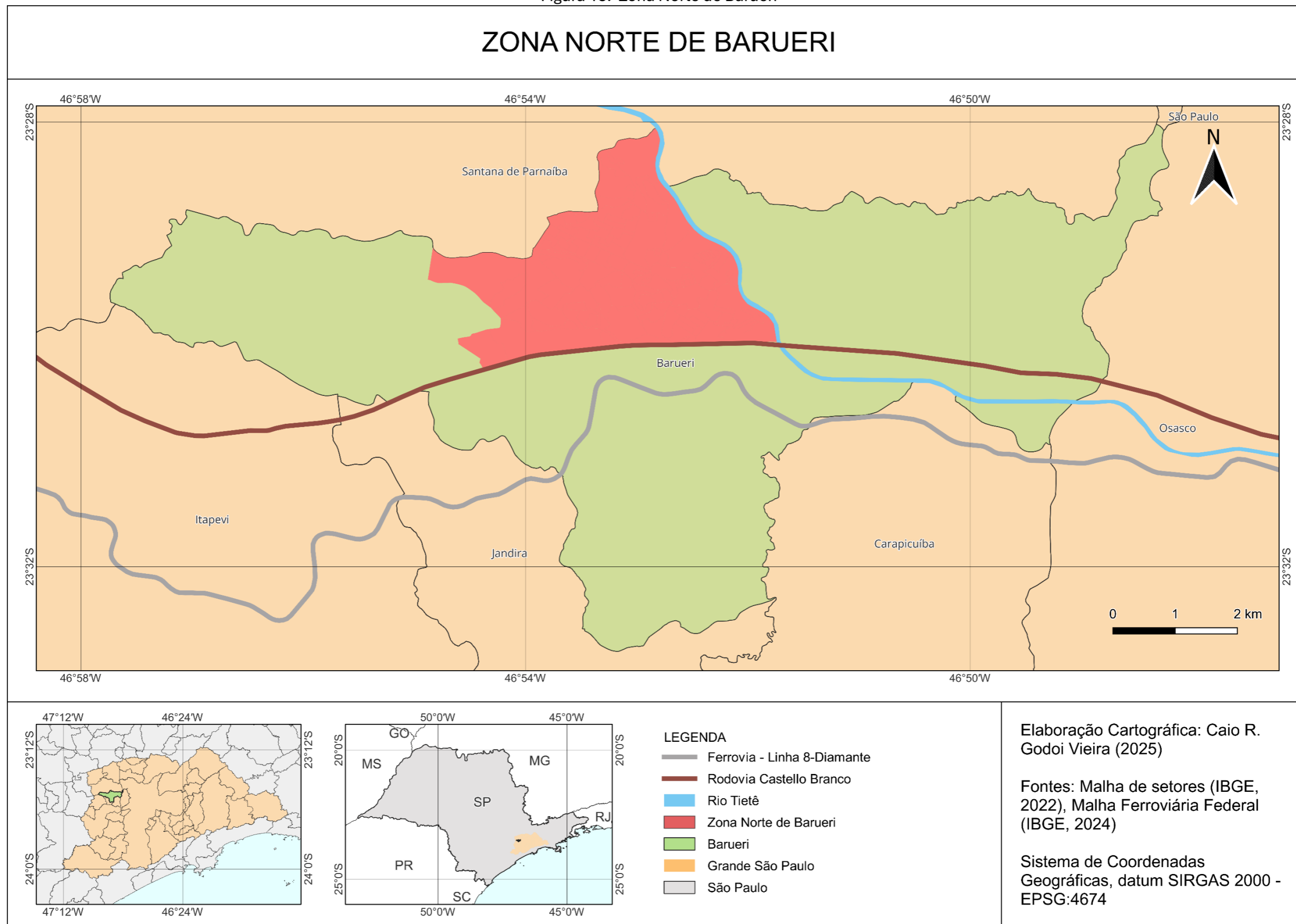
Fonte: Autor (2025)

Figura 14: Barreiras Urbanas Lineares de Barueri



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 15: Zona Norte de Barueri



Fonte: Autoria própria (2024)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CRITÉRIOS PREDEFINIDOS DO ÍNDICE

Segundo EMBARQ Brasil (2015) a distância de trajeto de um pedestre é equivalente a 1,35 vezes a distância linear. Sendo assim, para cada parada de ônibus no mapa foi criada uma área de influência coletora com um raio de 296m de distância em linha reta, que se aproxima de 400m de caminhada real, valor em que a literatura recomenda ser o máximo que um usuário do transporte público caminha do seu ponto inicial até a parada de ônibus (GUTIÉRREZ; GARCÍA-PALOMARES, 2008). Não foi considerado um raio simples de 400m pois este não reflete o caminho real de uma pessoa pelo *grid* das ruas, que podem ser sinuosas e com elevações de altitude.

Para setores censitários próximos às estações de transbordo do eixo principal, ou seja, que estejam a menos de 600m de distância a pé de um acesso de estação de transbordo (ou 444m em linha reta), pode-se considerar que este setor não utiliza o modo ônibus para acessar o eixo principal. Nesta condição é provável que seus moradores caminhem até a estação, pois essa é uma distância considerada aceitável para trajetos de “primeira milha” - termo da literatura que define o primeiro trajeto entre a casa do usuário e o primeiro meio de transporte - que acessam eixos troncais como metrô, trens suburbanos e ônibus intermunicipais (GUTIÉRREZ; GARCÍA-PALOMARES, 2008). É importante destacar que o valor de caminhada de 600m desde uma estação de média ou alta capacidade é utilizado por muitos entes políticos nacionais em suas pesquisas de transporte. O Plano Diretor do Município de São Paulo de 2014 utiliza esse valor, bem como o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI-SP), porém nenhum dos dois explicita por que este valor foi adotado, embora esteja de acordo com outros autores (HITOMI OLIVEIRA OKAMOTO, 2023).

Também por causa das barreiras urbanas, alguns setores censitários tiveram de ser desmembrados para obtenção de resultados mais próximos da realidade. Se um setor possui uma barreira urbana dividindo duas áreas de densidade populacional, esse setor deve ser dividido em dois para melhor análise.

Em virtude das considerações realizadas acima e do objeto deste estudo deste trabalho, os critérios definidos na Etapa 3.4 foram complementados, a saber:

- a) Distância do Centroide até a Parada de ônibus (DCP):** é a distância horizontal em metros do centroide de cada setor censitário até cada ponto que está a menos de 296m deste centroide em linha reta. São considerados válidos apenas aqueles em que não haja presença de uma barreira física no trajeto. Para Gutiérrez e García-Palomares (2008) os valores mais aproximados de caminhada aceitáveis para acessar um ônibus urbano são de 150m, 300m e 600m. Baseado neste conceito, adotando que uma viagem de mais de 600m não será feita e adotando o coeficiente de 1,35 para conversão de distâncias reais a pé em linha reta, têm-se a Tabela 9 com os pontos adotados para este critério. Como neste estudo não são considerados trajetos em linha reta maiores que 296m (400m de caminhada real), a pontuação mínima que pode ser atingida neste critério é 4. Também foi estabelecido um limite de 10 caminhos possíveis por Centroide de Setor Censitário, sendo estes os 10 caminhos mais curtos.

Tabela 9: Pontuações referentes a intervalos de valores de DCP

Distância a pé real (m)	Distância em linha reta (m)	Pontuação
<60	<44	10
60 a 120	Entre 45 e 89	9
120 a 180	Entre 90 e 133	8
180 a 240	Entre 134 e 179	7
240 a 300	Entre 180 e 222	6
300 a 360	Entre 223 e 267	5
360 a 420	Entre 268 e 311	4
420 a 480	Entre 312 e 356	3
480 a 540	Entre 357 e 400	2
540 a 600	Entre 401 e 444	1
>600	>444	0

Fonte: Autoria própria (2024), baseado na classificação de Gutiérrez e García-Palomares (2008)

- b) Elevação Vertical a Pé (EVP):** corresponde ao fator de inclinação determinante entre o centroide do setor censitário e a parada de ônibus,

representando o ganho ou a perda de elevação no trajeto, influenciando, assim, a qualidade do caminho. Segundo a norma NBR-9050 (2015), são consideradas rampas as superfícies de elevação maior que 5%. Além disso, as rampas são consideradas satisfatórias se não excederem 8,33% de inclinação. Há ainda rampas especiais para reformas que podem ter inclinação de até 12,5%. Acima disso, uma rampa não é considerada caminhável. Entretanto, a realidade das ruas brasileiras se mostra diferente. Por isso, foram incluídas na tabela valores até 14%. Estes valores, porém, entregam uma nota muito baixa, mostrando a falta de acessibilidade de um caminho com tal elevação. Sabendo desta normatização da inclinação na caminhabilidade, uma pontuação adaptada baseada nesta norma foi criada e pode ser vista na Tabela 10.

Tabela 10: Pontuações referentes a intervalos de valores de EVP

Elevação vertical (%)	Pontuação
<5	10
Entre 5 e 6	9
Entre 6 e 7	8
Entre 7 e 8	7
Entre 8 e 9	6
Entre 9 e 10	5
Entre 10 e 11	4
Entre 11 e 12	3
Entre 12 e 13	2
Entre 13 e 14	1
>14	0

Fonte: Autoria própria (2024), baseado na classificação da NBR-9050 (2015)

- c) **Tempo de Trajeto Embarcado (TTE):** ao embarcar no ônibus, o passageiro permanece a bordo desde a parada de ônibus inicial até a estação de transbordo, compondo o indicador aqui estudado. De acordo com os estudos de Humagain e Singleton (2020), o tempo ideal de trajeto está entre 10 e 25 minutos e 94% dos usuários pesquisados estão satisfeitos com um tempo de trajeto menor que 32 minutos. Acima de 32 minutos, segundo os autores, é considerado inadmissível para a imensa maioria dos passageiros,

porém tempos de trajeto assim acontecem na realidade. Portanto, estes valores acima de 32 minutos foram incluídos na tabela, mas com notas abaixo de 5, mostrando a falta de acessibilidade de realidades como essa apresentam. Com base nesses dados foi criada uma pontuação específica para este estudo, conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11: Pontuações referentes a intervalos de valores de TTE

Tempo embarcado (min.)	Pontuação
<10	10
Entre 10 e 15	9
Entre 15 e 20	8
Entre 20 e 25	7
Entre 25 e 30	6
Entre 30 e 35	5
Entre 35 e 40	4
Entre 40 e 45	3
Entre 45 e 50	2
Entre 50 e 55	1
>55	0

Fonte: Autoria própria (2024), baseado na classificação de Humagain e Singleton (2020).

d) Oferta de ônibus – Hora Pico (OHP): corresponde à somatória da oferta de ônibus de cada linha no horário de pico da manhã (entre 05h e 08h) dividido por 3, para obter um fator horário que determina a frequência de atendimento. Foram somadas todas as linhas que passaram por aquele ponto que eventualmente levavam a uma estação de transbordo com o eixo principal. Assim, baseado na metodologia de Ferraz *et al.* (2023), que aponta um intervalo de menos de 20 minutos como bom, entre 20 e 40 minutos como regular e mais de 40 minutos como ruim, foi criada uma tabela para pontuar esses critérios, adaptando para menores intervalos para obtenção de um resultado mais satisfatório. A nota 10 foi atribuída a intervalos menores que 5 minutos, pois transportes de alta capacidade, como linhas de metrô geralmente possuem um *headway* característico menor que 5 minutos (CUI; YU; WANG, 2022). Sendo assim, se uma parada simples de ônibus consegue ter esse intervalo, aproxima a experiência do modo ônibus

à excelência de intervalo de um transporte massivo. A Tabela 12 demonstra essa medida.

Tabela 12: Pontuações referentes a intervalos de valores de OHP

Intervalo entre atendimento na Hora-Pico (min)	Pontuação
<5	10
Entre 5 e 10	9
Entre 10 e 15	8
Entre 15 e 20	7
Entre 20 e 25	6
Entre 25 e 30	5
Entre 30 e 35	4
Entre 35 e 40	3
Entre 40 e 45	2
Entre 45 e 50	1
>50	0

Fonte: Autoria própria (2024), baseado na classificação de Ferraz *et al.* (2023).

Define-se, então, os pesos dos critérios utilizando o método AHP - *Analytic Hierarchy Process* estabelecido por Furtado e Kawamoto (2002). Como o método AHP é explicitamente um critério de definição de pesos pelo seu usuário, o autor definiu os pesos, porém levando em consideração a bibliografia estudada, como por exemplo o estudo de Malekzadeh e Chung (2020) e a Tabela 1. Para este estudo foi determinada uma matriz de julgamento na qual os critérios Oferta de ônibus por Hora Pico (OHP) e Tempo de Trajeto Embarcado (TTE) foram levemente mais importantes que os outros dois critérios: Distância do Centroide até a Parada de ônibus (DCP) e Elevação Vertical a Pé (EVP). Foi decidido também que os critérios TTE e OHP são igualmente importantes quando o usuário está na parada de ônibus, já que tanto o tempo de espera quanto o tempo embarcado são cruciais na tomada de decisão de qual ônibus utilizar. Para outros estudos em outras áreas, os pesquisadores podem utilizar estes mesmos pesos ou redefinir de acordo com a realidade local e/ou através de pesquisas qualitativas em campo. Porém, como este estudo se propõe a ser um estudo quantitativo, simplificado e de fácil aplicação, pesquisas qualitativas podem dificultar a sua execução. O resumo dos pesos deste estudo encontra-se na Tabela 13.

Tabela 13: Aplicação do Método AHP para os quatro critérios escolhidos

Critérios	DCP	EVP	TTE	OHP
Distância do Centroide até a Parada de ônibus (DCP)	1	0,50	0,33	0,33
Elevação Vertical a Pé (EVP)	2	1	0,33	0,33
Tempo de Trajeto Embarcado (TTE)	3	3	1	1
Oferta de ônibus – Hora Pico (OHP)	3	3	1	1

Fonte: Autoria própria (2024)

Cada relação centroide-parada de ônibus obteve uma pontuação de 0 a 10 para cada critério, tendo um total de 40 pontos. Com os pesos, entretanto, transformaram-se esses valores de forma que a soma máxima dos quatro critérios de cada relação fosse, no máximo 10, auxiliando na percepção da escala de 0 a 10 para cada relação centroide-parada de ônibus. Essa relação nada mais é que a junção do caminho médio dos moradores partindo de suas casas até uma parada de ônibus, representado pelos critérios DCP e EVP, e “pontuação da parada de ônibus”, representada pelos critérios TTE e OHP. Neste estudo, o centroide do setor censitário representa a posição média dos domicílios dentro do setor.

Chegou-se, então, ao quadro de pesos de cada critério na Tabela 14, após o julgamento de importância pelo método AHP aplicado pelo autor.

Tabela 14: Resultado dos pesos de cada critério após a aplicação do AHP

Critérios	Peso
Distância do Centroide até a Parada de ônibus (DCP)	0,11
Elevação Vertical a Pé (EVP):	0,15
Tempo de Trajeto Embarcado (TTE)	0,37
Oferta de ônibus – Hora Pico (OHP)	0,37

Fonte: Autoria própria (2024)

A Tabela 15 mostra um exemplo da junção dos resultados de um setor censitário.

Tabela 15: Exemplo de valores de PCPO para formação de pontuação de IATMO

IATMO - Setor X			
	PCPO - Ponto 1	PCPO - Ponto 2	PCPO - Ponto 3
DCP	0,749	0,856	0,535
EVP	0,000	0,000	0,151
TTE	2,968	3,339	3,339
OHP	2,597	1,484	1,855
Soma	6,314	5,679	5,880
IATMO (Média)	5,958		

Fonte: Autoria própria (2024)

Assim é possível obter um coeficiente de 0 a 10 de cada setor censitário através da média de pontuação de cada ponto válido que está a menos de 296m de distância. Ou seja, se o centroide de um setor censitário está a menos de 296m em linha reta de três pontos de ônibus, considerou-se que esses três pontos são válidos para esse setor.

Criou-se então uma classificação para este índice de acordo com o IATMO de cada setor censitário. Sendo uma pontuação abaixo de 3 classificada como **péssimo**; de 3 a 6 como **ruim**; de 6 a 7 como **regular**; de 7 a 8 como **bom**; e acima de 8 como **excelente**. Tal classificação segue a mesma escala utilizada pela publicação GUIA TPC - Orientações para Seleção de Tecnologias e Implementação de Projetos de Transporte Público Coletivo, de autoria de BNDES (2018), a qual também aplica uma escala de 0 a 10 para indicadores transporte. Embora este seja para fatores qualitativos, uma escala semelhante também foi utilizada aqui, com variação nas faixas de classificação. Os setores com maiores notas são aqueles com a melhor acessibilidade por ônibus ao eixo de transporte principal. Conseqüentemente, aqueles com pontuação baixa são aqueles que enfrentam problemas de acessibilidade. Um setor também pode obter nota 0 se não possuir nenhuma parada de ônibus em um raio de 296m do seu centroide. Por outro lado, um setor censitário que possuir seu centroide dentro do raio de 444m de uma estação de transbordo pode ser considerado como um setor de acessibilidade plena, podendo ser comparado com um setor de pontuação classificada como excelente. A Tabela 16 sintetiza essa classificação.

Tabela 16: Classificação de IATMO

	=	Plena
	Entre 8 e 10	Excelente
	Entre 7 e 8	Boa
	Entre 6 e 7	Regular
	Entre 3 e 6	Ruim
	Abaixo de 3	Péssima

Fonte: Autoria própria (2024)

Ao fim da avaliação é possível obter tabelas com todos os setores censitários da região estipulada, como no exemplo na Tabela 17.

Tabela 17: Exemplo de valores de IATMO para distintos setores

	IATMO - Nota Final de Acessibilidade do Setor
Setor A	5,96
Setor B	6,29
Setor C	6,09
Setor D	Plena
Setor E	6,29
Setor F	0,00
Setor G	7,91

Fonte: Autoria própria (2024)

5.2 APLICAÇÃO DO ÍNDICE AO OBJETO DE ESTUDO

5.2.1 Identificação e análise da região e do eixo de transporte

O primeiro passo foi identificar o eixo de transporte troncal que passa pelo município de Barueri. Como dito anteriormente, a Linha 8-Diamante corta o município e tem quatro de suas estações servindo a cidade. São elas: Jardim Silveira, Jardim Belval, Barueri e Antônio João (vide Figura 10). Considerando que o fluxo majoritário de pessoas de uma cidade-dormitório no período da manhã é para o centro da metrópole, foi considerado como principal o fluxo de pessoas, pelo modo ônibus, de cada bairro até alguma dessas estações. Para separar as linhas de ônibus que atendem o município de Barueri, cada uma delas foi distribuída em quatro grupos correspondentes às 4 estações de trem da cidade, como pode ser visto na Tabela 22 do apêndice e na Figura 16.

Foi adotada uma área de influência prática, ou Área de Transbordo, de 250m de distância a pé entre a parada de ônibus e o acesso da estação para que uma linha fosse considerada alimentadora desta estação e o transbordo fosse satisfatório. A área de influência prática é diferente de uma “área de influência direta” em que apenas um raio simples é adotado, pois nessa adoção de raio não se considera o caminho real de um pedestre pela malha viária. Em situação que o *grid* das ruas não é regular e existem pequenas barreiras a área de influência prática pode ser a melhor ferramenta para medir a distância real a pé que um pedestre percorre entre uma estação e qualquer ponto no mapa. A ferramenta de “rotas a pé” do *Google Maps* foi utilizada para criar essas áreas manualmente e posteriormente exportada ao QGIS. As Figuras 17, 18, 19 e 20 mostram a área de influência prática de 250m metros de distância a pé (linha em azul claro), os acessos das estações (triângulo em amarelo) e os pontos que foram considerados coletores de passageiros para essas estações (hexágono em verde). No caso da Estação Antônio João, apenas o acesso com sentido São Paulo foi considerado, pois cada acesso possibilita o usuário a acessar apenas uma plataforma nessa estação.

5.2.2 Identificação das paradas e linhas de ônibus

Neste estudo foi considerado somente o sentido bairro-centro no período matutino, com linhas que partiam de bairros afastados do eixo com direção ao centro. Não foram consideradas, por exemplo, linhas que saíam do eixo principal ou do centro e partiam rumo aos bairros, uma vez que se optou por estudar o sentido de tráfego mais carregado e, portanto, o que apresenta grande impacto na mobilidade dos usuários do sistema. Para linhas que passam em mais de uma estação foi considerada a primeira estação no sentido bairro-centro, pois considerou-se que o usuário desembarca principalmente na primeira estação em que o ônibus se encontra com o trem. Particularidade de outras áreas podem ser consideradas em estudos futuros, como a possibilidade de usuários escolherem, deliberadamente, desembarcar em uma estação mais distante, porém menos lotada.

Figura 16: Linhas de ônibus que alimentam as estações de trem de Barueri

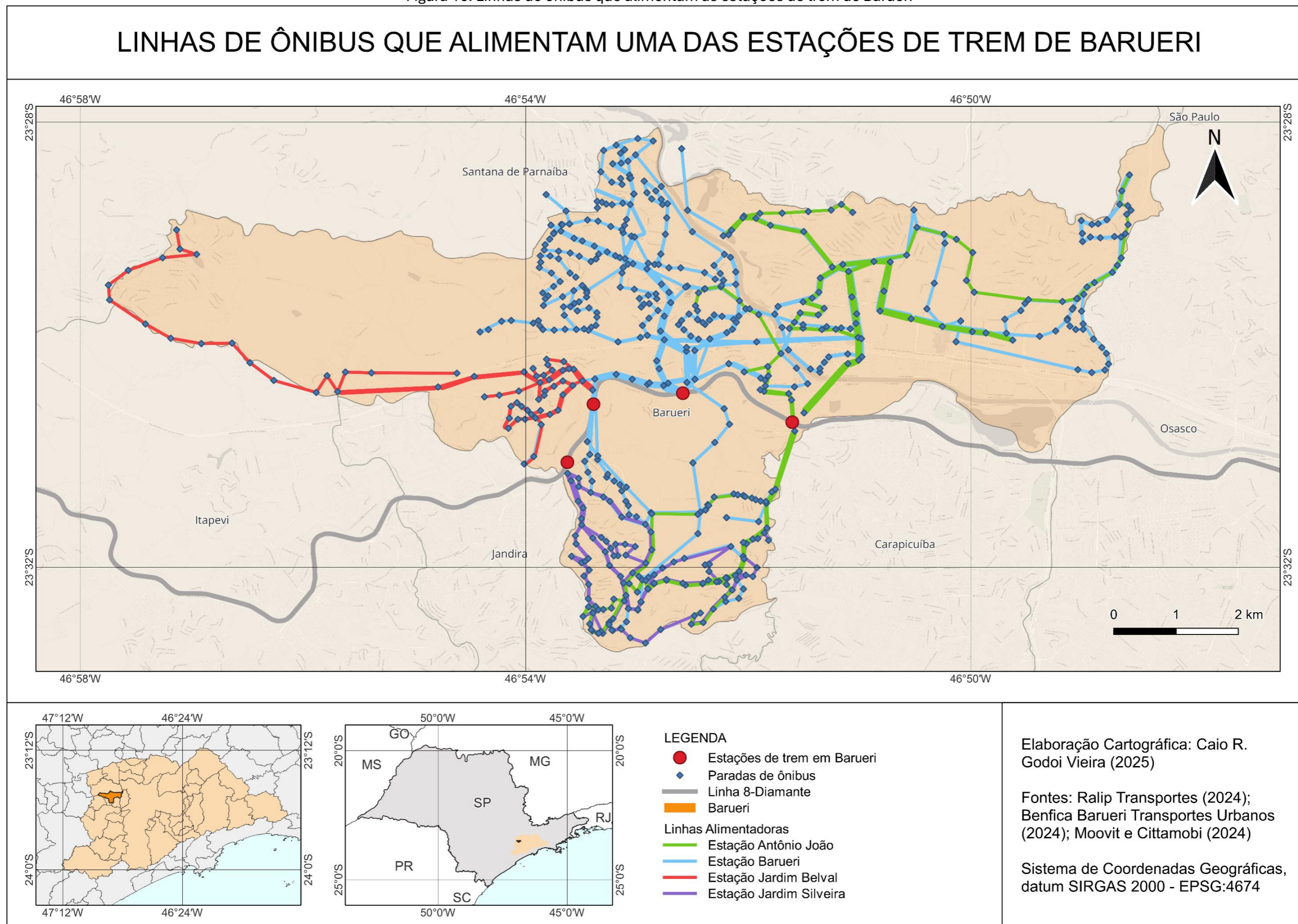


Figura 17: Área de Transbordo da Estação Jardim Silveira

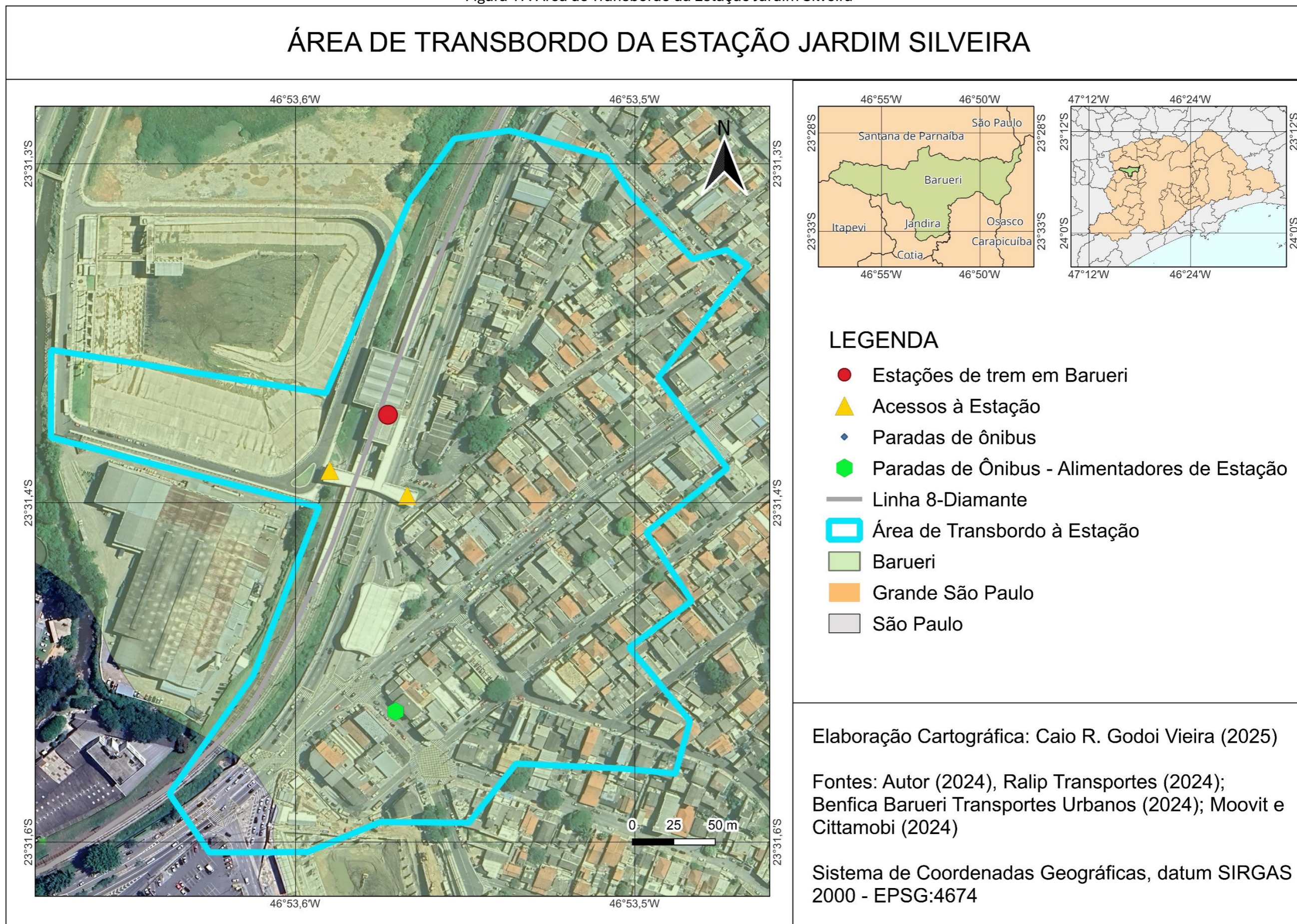


Figura 18: Área de Transbordo da Estação Jardim Belval



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 19: Área de Transbordo da Estação Barueri



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 20: Área de Transbordo da Estação Antônio João



Fonte: Autoria própria (2024)

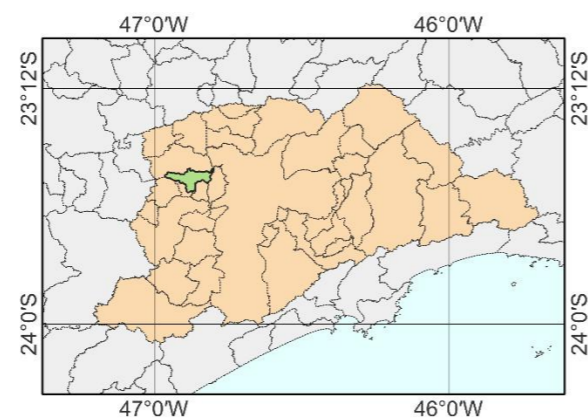
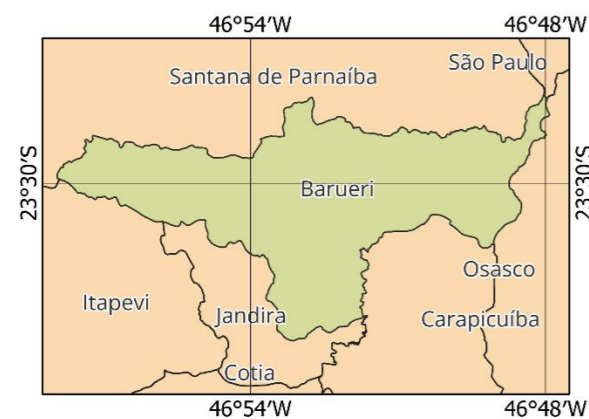
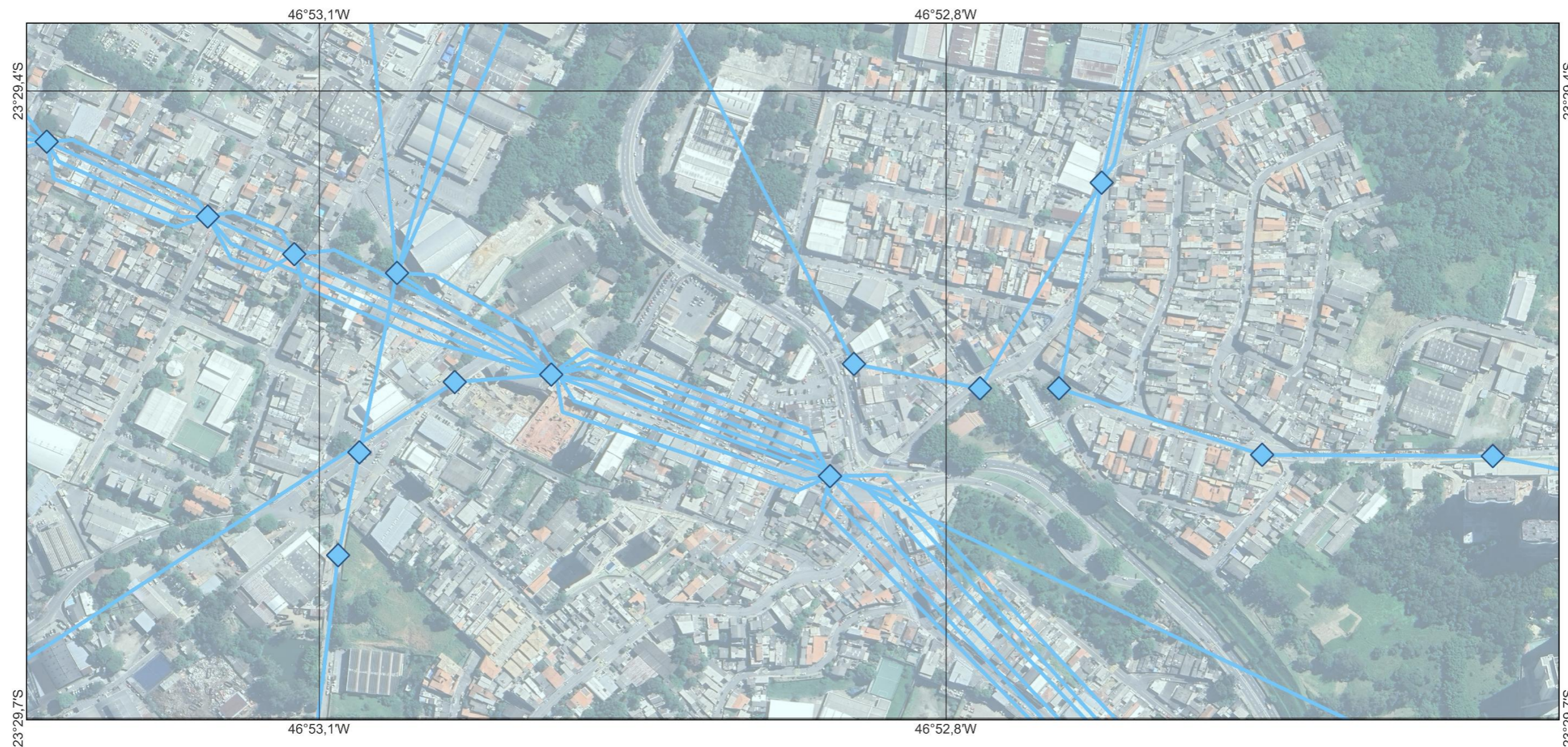
Ao visitar o *site* das duas empresas de ônibus da cidade foi possível obter a lista das linhas de ônibus que atendem Barueri e considerar apenas as que atendem alguma estação de trem do município. A lista completa encontra-se na Tabela 22 no Apêndice. A partir desta lista, o traçado das linhas ponto por ponto foi desenhado no *software* de georreferenciamento com o auxílio dos aplicativos de mobilidade *Moovit* e *Cittamobi*.

Os pontos de ônibus foram considerados de acordo com o indicado pelo aplicativo. Entretanto, foram encontradas algumas inconsistências com pontos inexistentes, antigos, ou com localização levemente modificada. Nestes casos utilizou-se a ferramenta *Google Street View* para verificar se naquele local realmente existia uma parada de ônibus, ou, em último caso, o autor do presente trabalho corrigiu as situações com visitas ao local. Após este processo, uma nova conferência foi feita linha a linha para verificar se não havia pontos faltantes. A Figura 21 mostra um exemplo das linhas de ônibus na região norte do município de Barueri.

O início de cada linha foi feito no ponto final e inicial quando este era determinado. Para linhas circulares, primeiro foi identificado o tipo de circularidade e depois determinado caso a caso, como explicado na metodologia.

Figura 21: Linhas e paradas de ônibus na Zona Norte de Barueri

LINHAS E PARADAS DE ÔNIBUS COM DESTINO AO EIXO PRINCIPAL



LEGENDA

- ◆ Paradas de Ônibus
- Linhas de ônibus que alimentam a Estação Barueri

Elaboração Cartográfica: Caio R. Godoi Vieira (2025)

Fontes: Autor (2024)

Sistema de Coordenadas Geográficas, datum SIRGAS 2000 - EPSG:4674

Linhas Radiais com Pontas Circulares que possuem sentido horário e anti-horário foram divididas de forma que o ponto mais distante do centro em distância foi considerado como divisor. No sentido horário foi considerado apenas o sentido deste ponto até o centro e no sentido anti-horário foi considerado o mesmo, sendo o caminho inverso, como mostra a Figura 22 com o exemplo da linha A164C1 – Engenho Novo (via Rua Tietê) e A164C2 – (via Rua São Paulo).

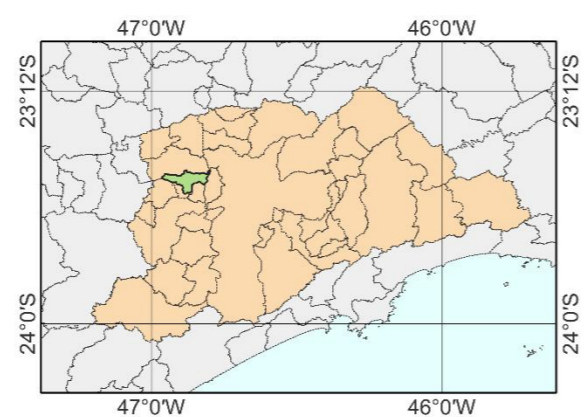
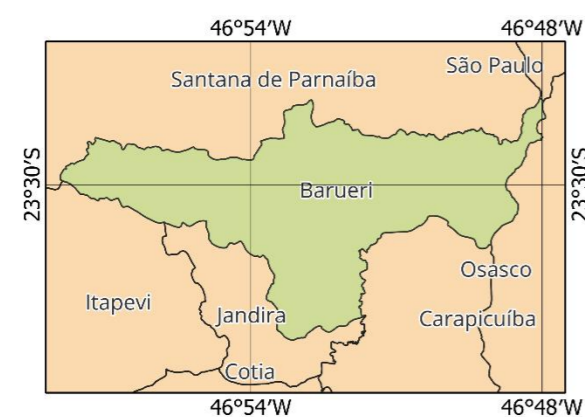
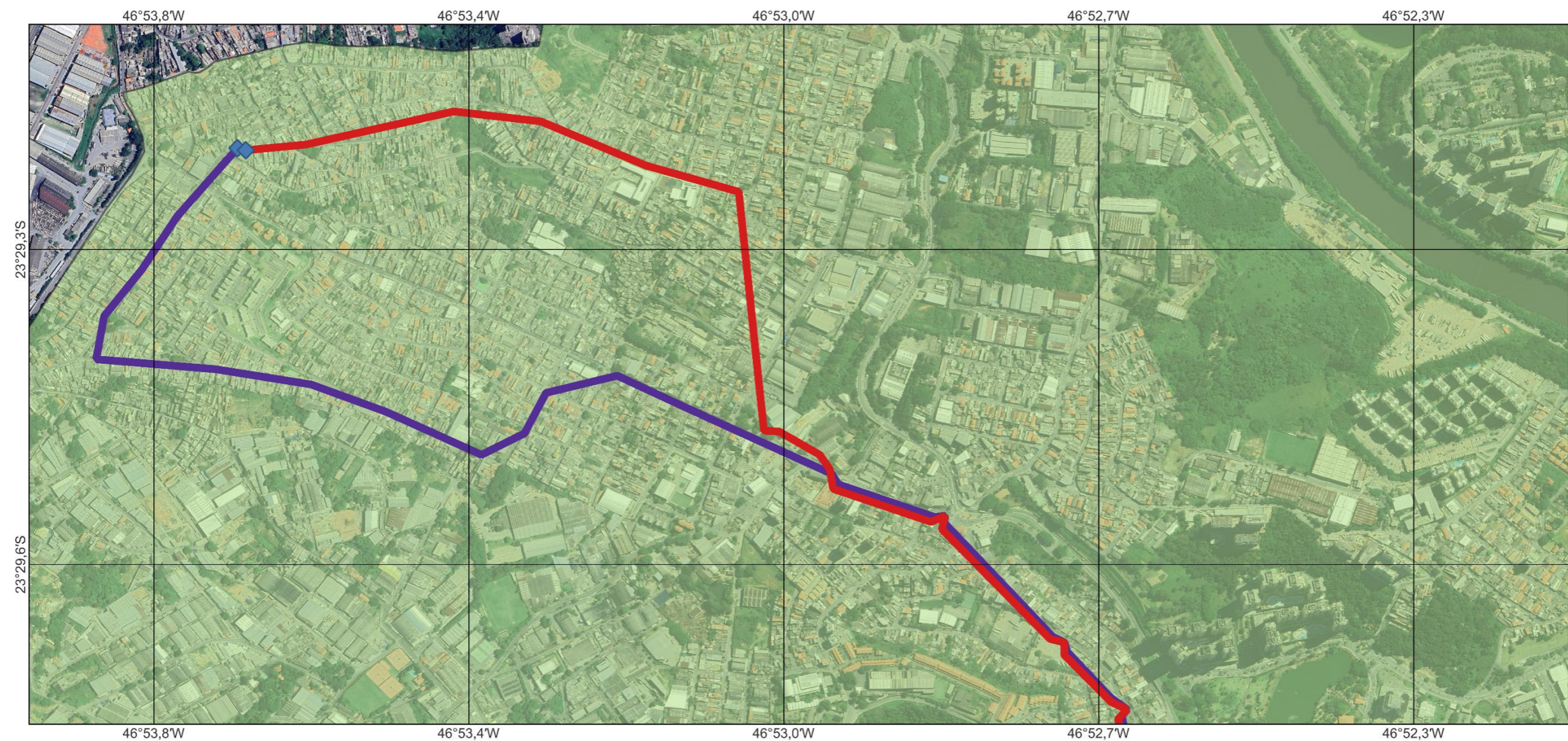
Para Linhas Radiais com Pontas Circulares em que existe apenas um sentido, seja horário ou anti-horário, foi considerado o primeiro ponto fora do “círculo” como ponto inicial, ou seja, o primeiro ponto que não tinha correspondente de sentido inverso do outro lado da rua. É o caso da linha A165, que apesar de ter duas variações – C1 e C2 – não varia na região circular, mas sim no caminho antes desse. A Figura 23 mostra o exemplo do trecho inicial da linha A165.

Há ainda linhas que partem do Terminal Barueri, localizado junto à estação Barueri, e se dirigem ao bairro e voltam até outra estação e foram consideradas como Linhas Semicirculares, como é o caso da linha A112. Nesse caso ela também foi dividida com cada metade direcionando para cada estação, neste caso Barueri e Antônio João. Como pode ser visto na Figura 24, o trecho em vermelho segue sentido Estação Barueri, pois essa é a estação mais provável de um usuário utilizar ao embarcar em um ônibus no trecho vermelho. Já no trecho roxo o mais provável é que ele utilize a Estação Antônio João, pois essa recebe os ônibus deste trecho de linha.







Há casos em que o ônibus passa pelo mesmo ponto duas vezes em seu trajeto. Isso foi considerado no desenho de nós, como é o caso do trecho inicial da linha A163 sentido Barueri, mostrada na Figura 25.

Figura 22: Linha A164C1 – Engenho Novo (via Rua Tietê) e A164C2 – (via Rua São Paulo)

LINHA A164C1 – ENGENHO NOVO (VIA RUA TIETÊ) E A164C2 – (VIA RUA SÃO PAULO)



LEGENDA

-  Parada de ônibus divisória
-  A164C2 - Engenho Novo via Rua São Paulo
-  A164C1 - Engenho Novo via Rua Tietê
-  Barueri
-  Grande São Paulo
-  São Paulo

Elaboração Cartográfica: Caio R. Godoi Vieira (2025)

Fontes: Autor (2024)

Sistema de Coordenadas Geográficas, datum SIRGAS 2000 - EPSG:4674

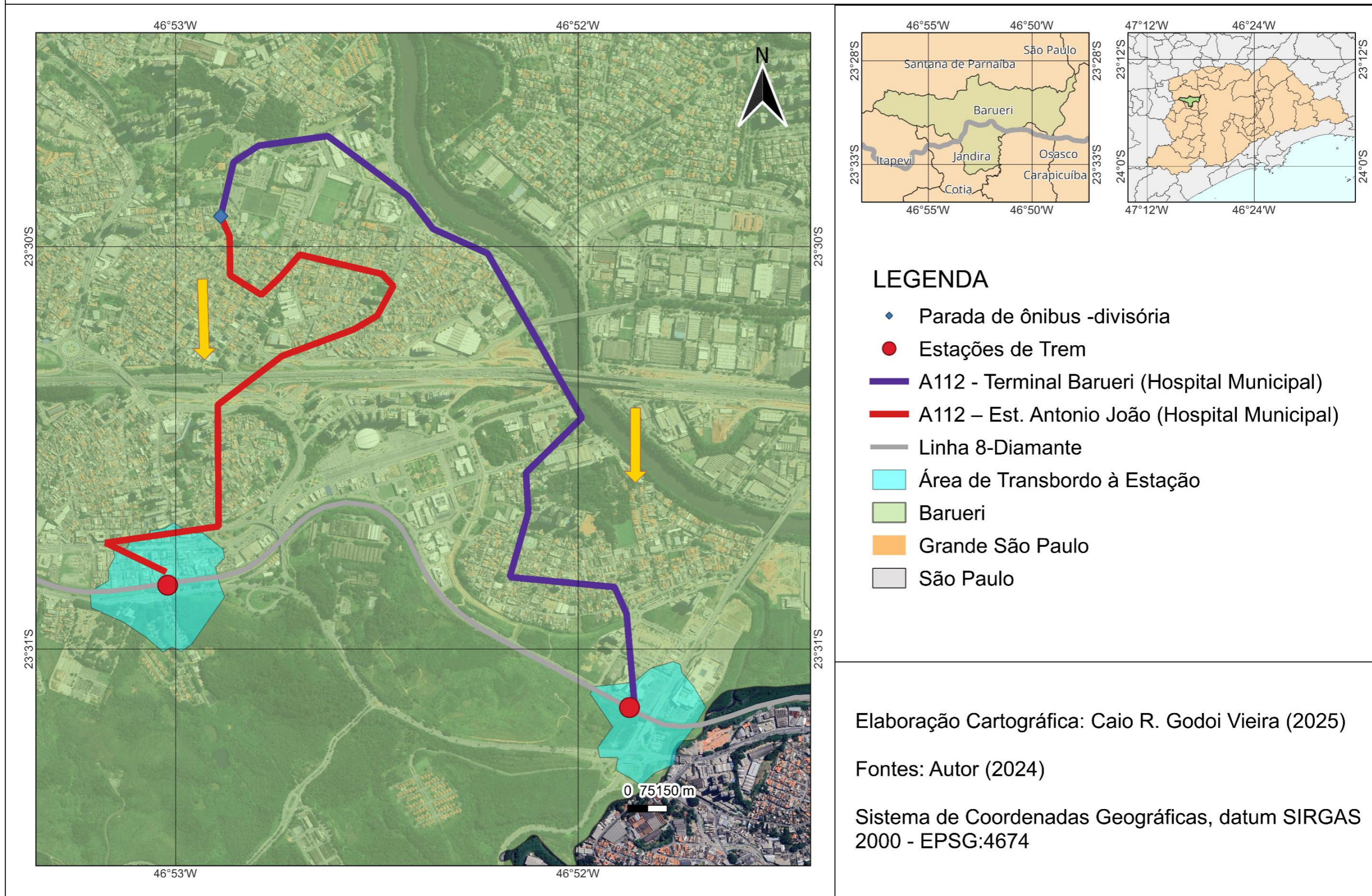
Figura 23: Linha A165 (sentido C1 e sentido C2)



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 24: Linha A112

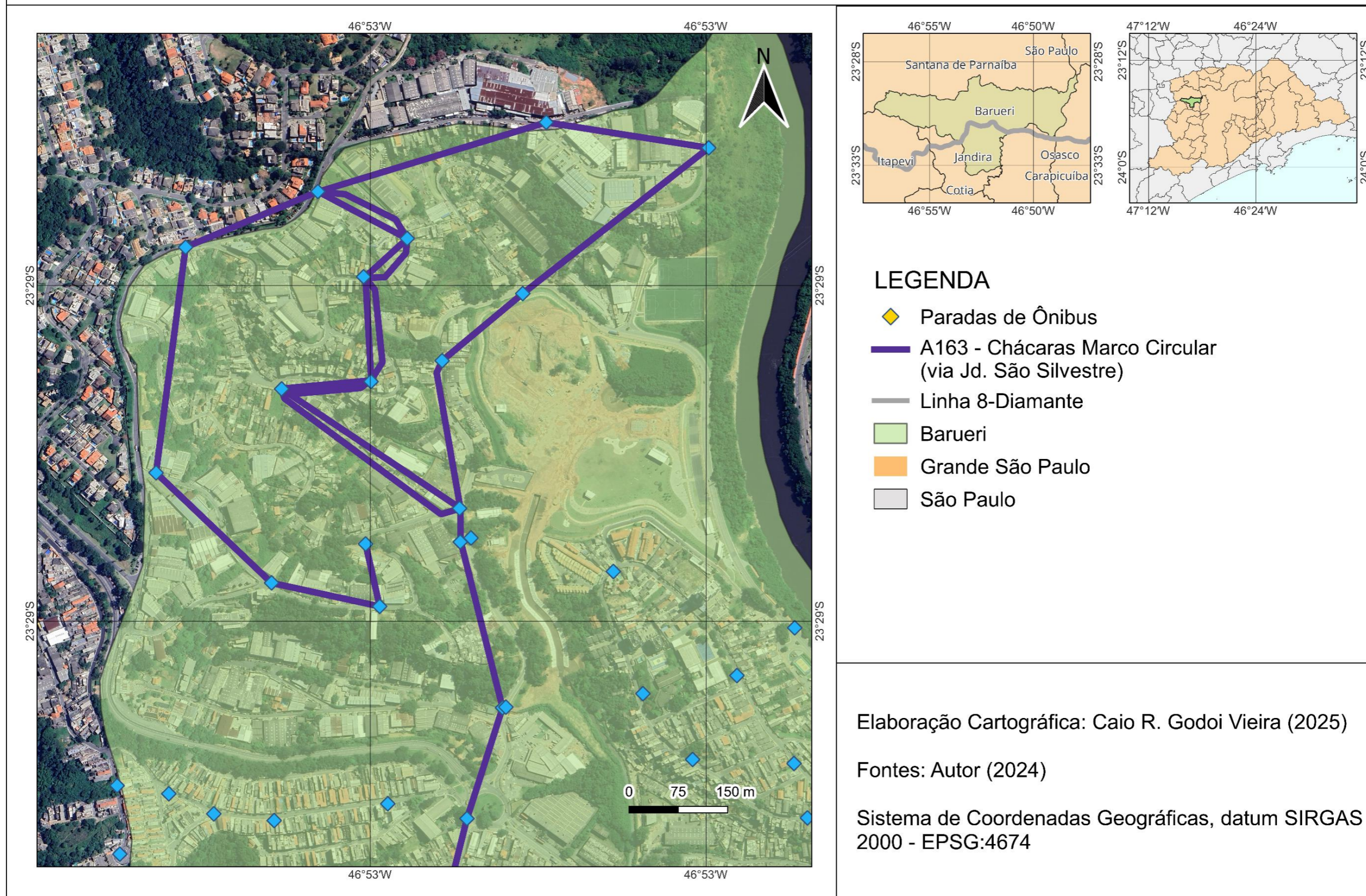
LINHA A112



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 25: Linha A163

Linha A163 NO BAIRRO CHÁCARAS MARCO



Fonte: Autoria própria (2024)

Devido à conurbação das cidades da Região Metropolitana de São Paulo, é comum que linhas de ônibus de um município partam do território de outro. É o caso da linha A268, que tem o seu ponto inicial no município de Santana de Parnaíba, como mostra a Figura 26, mas percorre Barueri. Neste caso a parada de ônibus foi considerada válida, entretanto apenas os setores censitários de Barueri foram considerados, pois o estudo está avaliando apenas o território de Barueri e seus habitantes. Na Figura 26 também se verifica o limite entre os municípios de Santana de Parnaíba e Barueri.

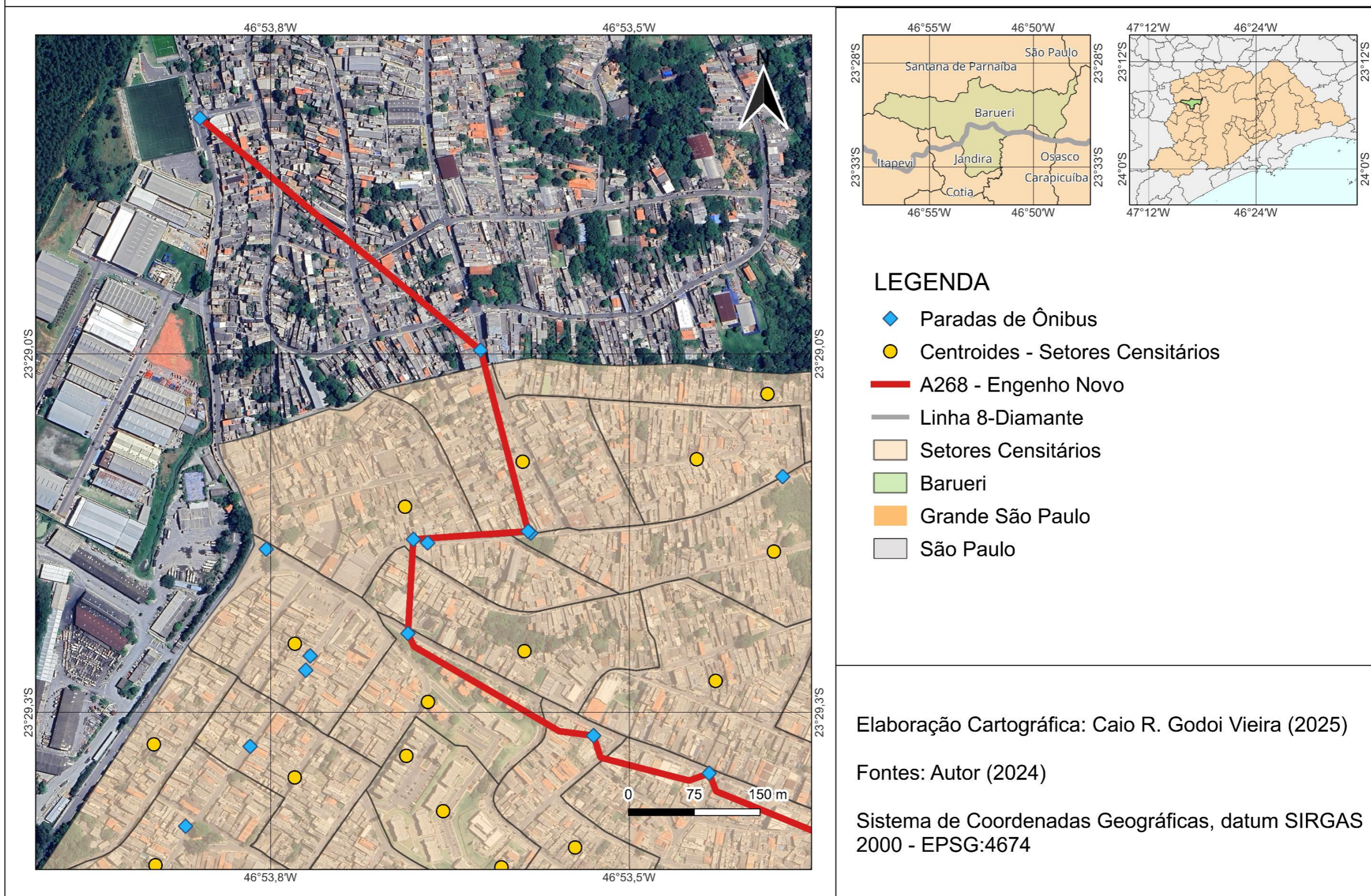
Há situações em que uma ou mais linhas passam pela área de influência de uma estação, porém não possuem um ponto de desembarque ali. Neste caso a linha foi considerada coletora da próxima estação em que houvesse um ponto dentro da área de influência, como é o caso das linhas A215, A217 e T242 que passam pela área da estação Jardim Belval, mas só terão uma parada de ônibus próximo à estação Barueri, como é possível observar na Figura 27.

As estações Jardim Silveira, Jardim Belval e Antônio João não possuem boas conexões para transbordo entre ônibus e trem, fazendo com que no geral os passageiros prefiram se deslocar até a estação Barueri, que possui um terminal bem ao lado da estação. A estação Jardim Silveira também possui um terminal de ônibus ao seu lado, entretanto ele só serve para linhas sentido bairro, tendo os passageiros que desembarcar do ônibus, caminhar alguns metros até a estação para então embarcar no trem. Pode-se, portanto, iniciar a análise das paradas de ônibus.

Para cada parada de ônibus no mapa, foi criada uma área de influência coletora com um raio de 296m de distância em linha reta, como é possível ver na Figura 28.

Figura 26: Linha A268

Linha A163 NO BAIRRO CHÁCARAS MARCO



LEGENDA

- ◆ Paradas de Ônibus
- Centroides - Setores Censitários
- A268 - Engenho Novo
- Linha 8-Diamante
- Setores Censitários
- Barueri
- Grande São Paulo
- São Paulo

Elaboração Cartográfica: Caio R. Godoi Vieira (2025)

Fontes: Autor (2024)

Sistema de Coordenadas Geográficas, datum SIRGAS 2000 - EPSG:4674

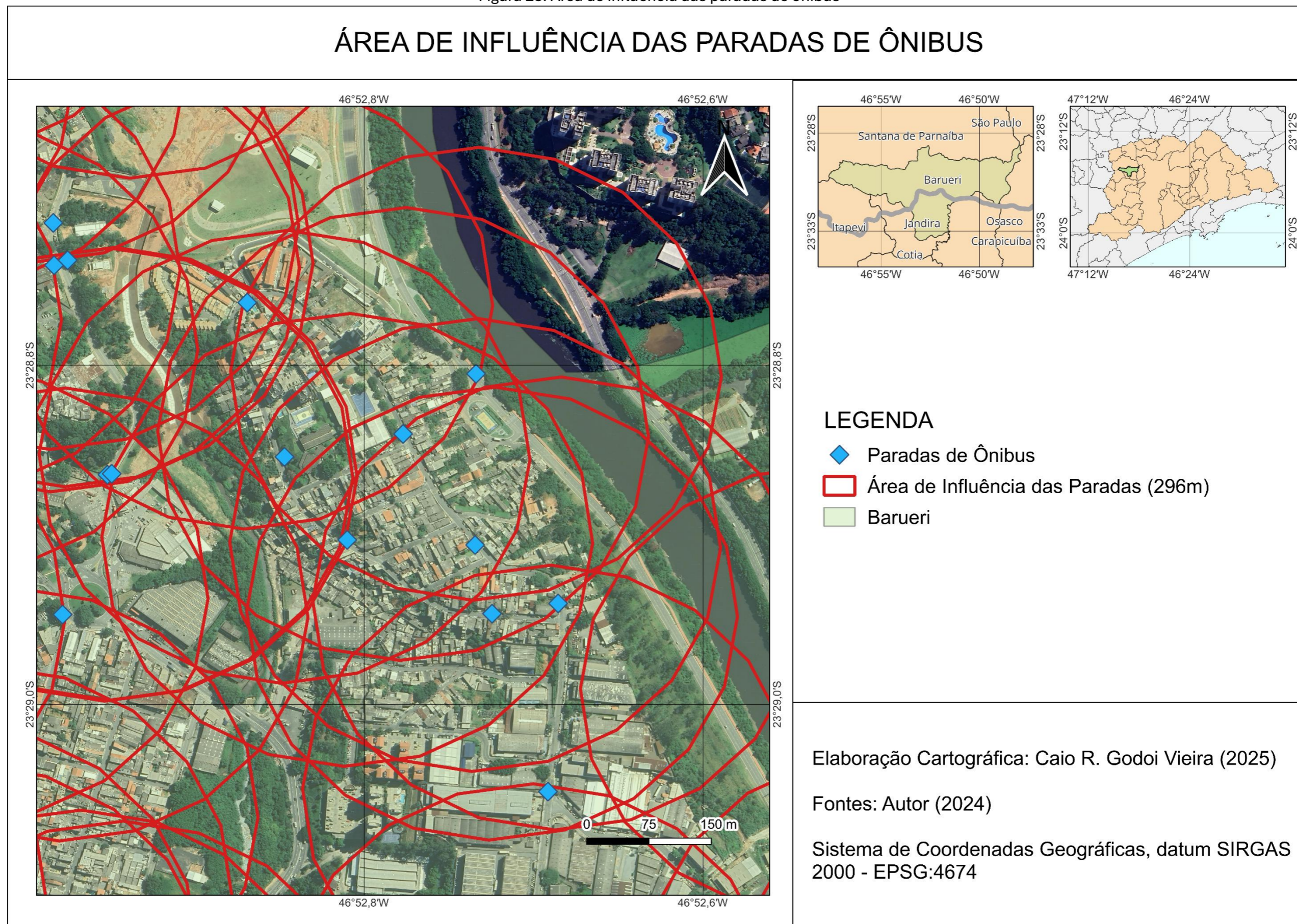
Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 27: Linhas A215, A217 e T242



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 28: Área de influência das paradas de ônibus



Fonte: Autoria própria (2024)

5.2.3 Identificação e análise dos setores censitários e barreiras urbanas

Uma vez que as linhas e os pontos foram georreferenciados foi possível fazer a junção destes dados com os setores censitários do IBGE. Para cada setor censitário foi definido um centro geográfico ou centro de massa, denominado centroide, de onde partiram as análises de distância para cada parada de ônibus. Esse centroide considerou um centro geográfico na área habitada, sem distinção de densidade por edifícios, por exemplo. Se houvesse dados precisos sobre densidade predial, um outro tipo de centroide poderia ser utilizado. Um exemplo da junção dos dados é apresentado na Figura 29.

Após a definição dos centroides, foi possível traçar uma linha para cada ponto que esteja a menos de 296m de distância deste centro. Isso é, que esteja dentro da área de coleta de cada ponto, como é possível ser visto na Figura 30. Entretanto, um caminho só é considerado válido se ele não encontrar uma barreira física, como rios, córregos, barrancos, muros de condomínios, rodovias, ferrovias, matas ou vazios urbanos. Como é o caso do setor Jd. São Silvestre B, que possui um caminho de menos de 296m até a parada de ônibus na Rua Birigui, entretanto atravessa uma barreira urbana (em cinza escuro), tornando o caminho inválido, como também mostra a Figura 30.

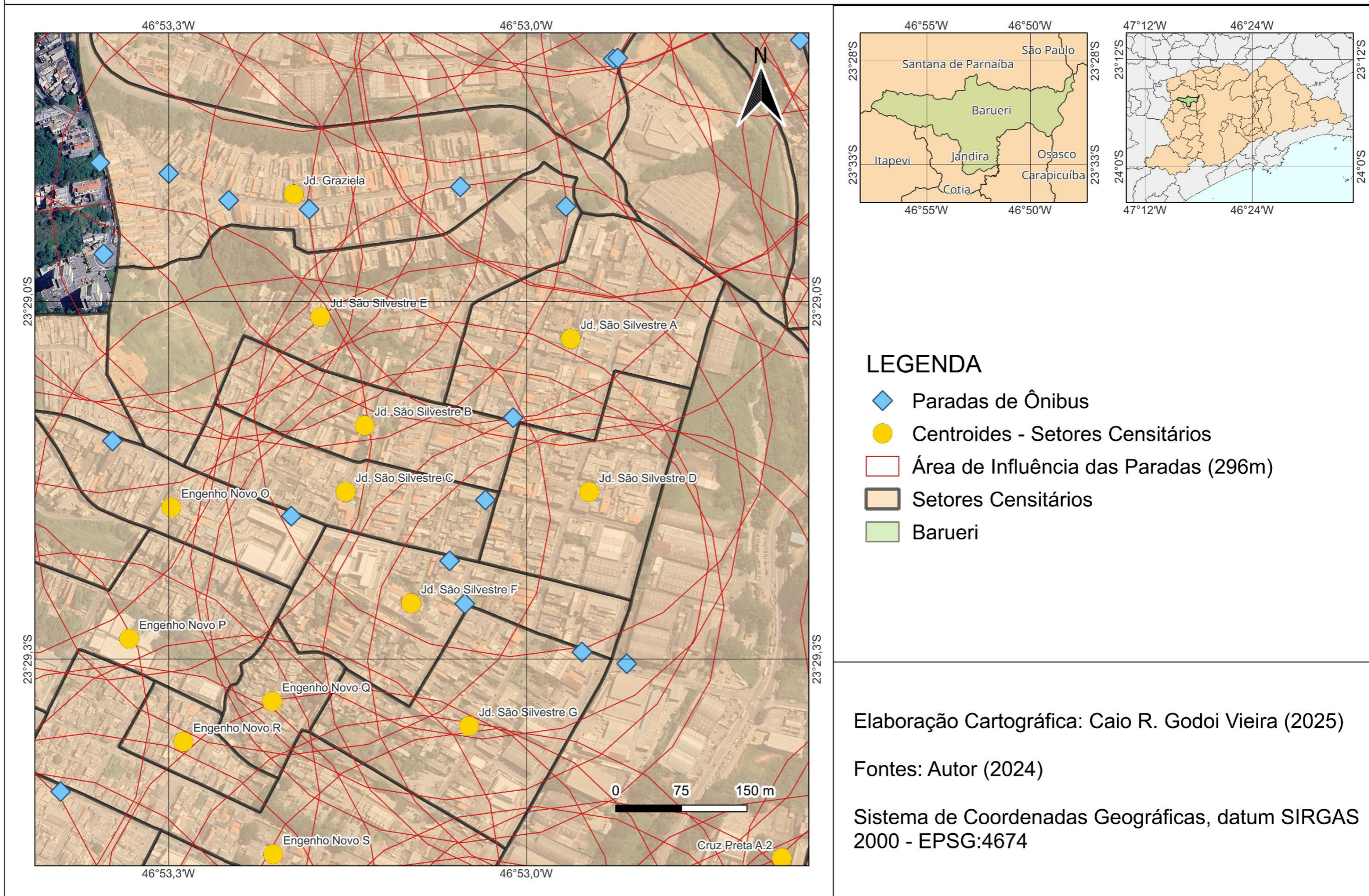
Também por causa das barreiras urbanas alguns setores censitários tiveram de ser desmembrados para obtenção de resultados mais próximos da realidade, como é o caso do setor censitário Jd. Reginalice B, como mostra a Figura 31.

Assim, finalizada a etapa de inserção dos pontos e linhas, na Figura 11 tem-se o total de pontos de ônibus considerados e, na Figura 16, as linhas consideradas, sendo que cada linha está com uma cor referente à estação em que alimenta.

Uma vez que os pontos de ônibus e os centroides foram definidos, foi possível começar a mensurar a qualidade do atendimento de ônibus e acessibilidade de cada setor censitário em relação ao eixo ferroviário.

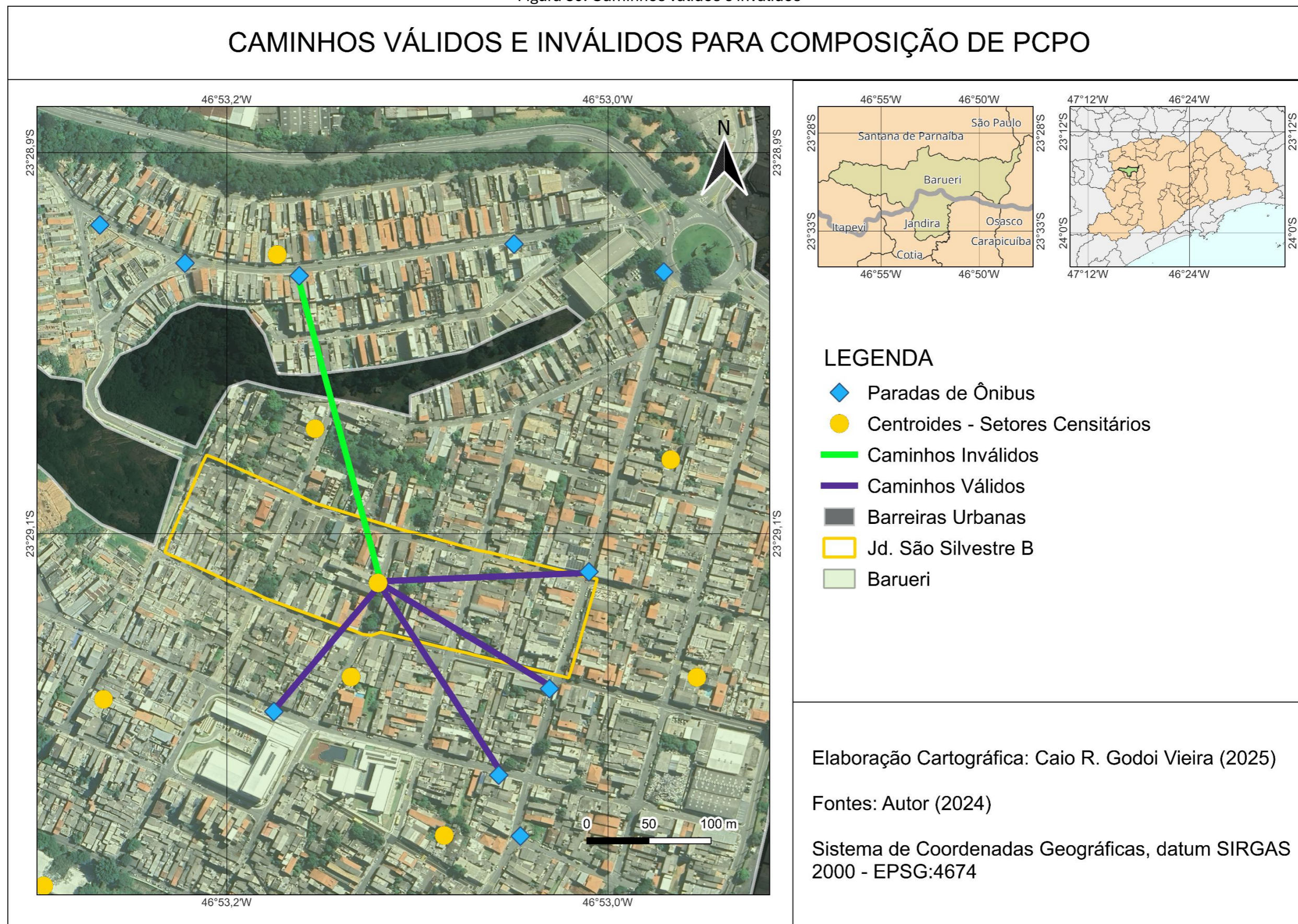
Figura 29: Setores censitários, paradas de ônibus e respectivas áreas de influência

SETORES CENSITÁRIOS, PARADAS DE ÔNIBUS E RESPECTIVAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA



Fonte: Autoria própria (2024)

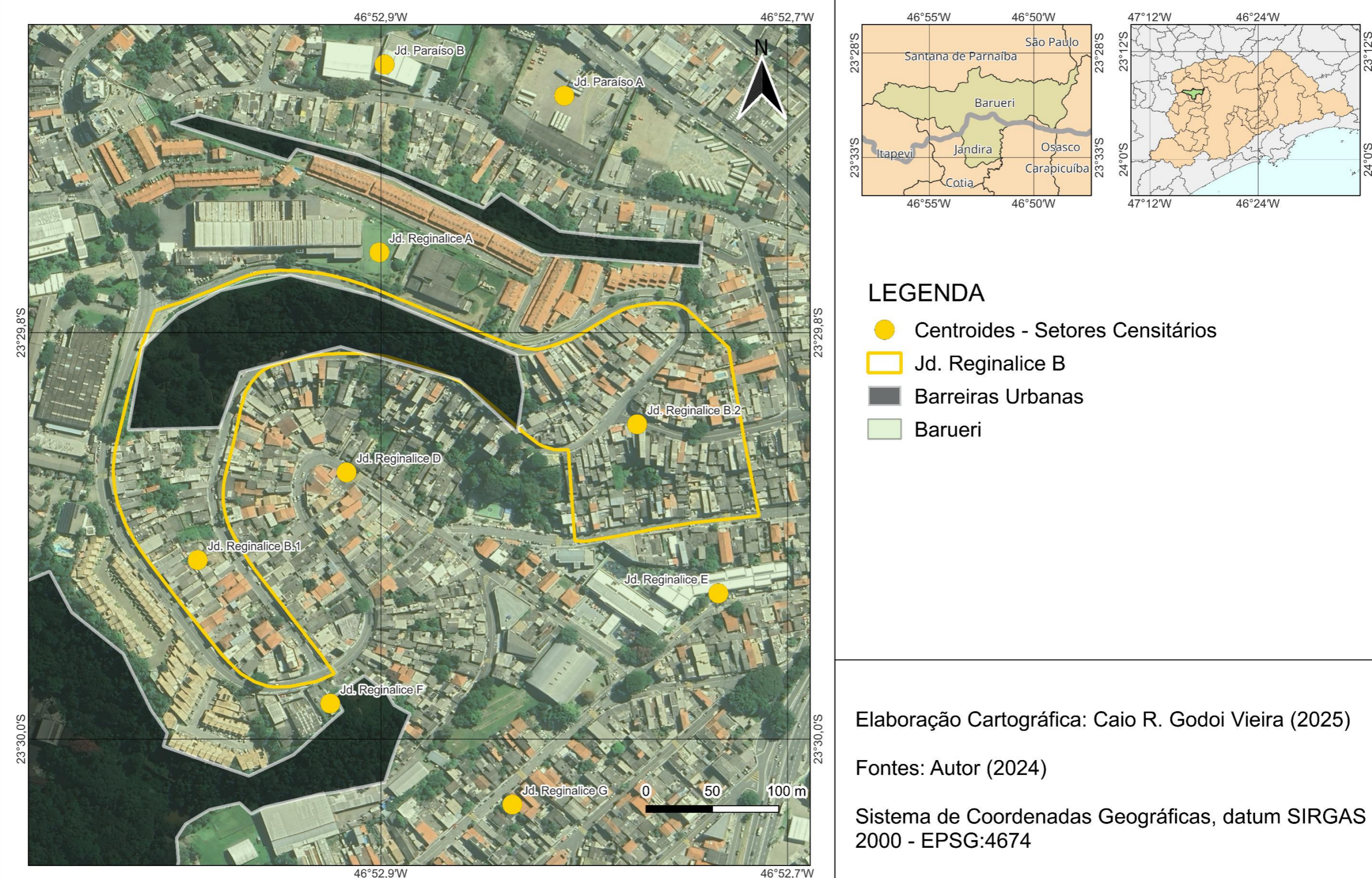
Figura 30: Caminhos válidos e inválidos



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 31: Exemplo de setor censitário dividido por barreira urbana.

SETOR CENSITÁRIO DIVIDIDO POR BARREIRA URBANA



Fonte: Autoria própria (2024)

5.2.4 Cálculo do Índice de Acessibilidade ao Transporte de Massa via Ônibus - IATMO

Toma-se, como exemplo, o Setor Censitário de número 350570805000052, denominado, aqui, como Jd. São Silvestre A. São ilustrados na Figura 32 três possibilidades de caminhos válidos e um inválido. Considerou-se apenas os caminhos válidos e foi feita a mensuração da pontuação de cada ponto, somando os quatro critérios e, ao final, obtendo uma pontuação média de cada caminho a cada parada de ônibus.

Para a primeira parada de ônibus, que se estende ao norte do centroide, o valor de DCP é de 171m, o que resulta em uma pontuação de 7 pontos. Aplicando o peso correspondente de DCP de 0,11 tem-se o valor de 0,75, como mostra a Equação 10.

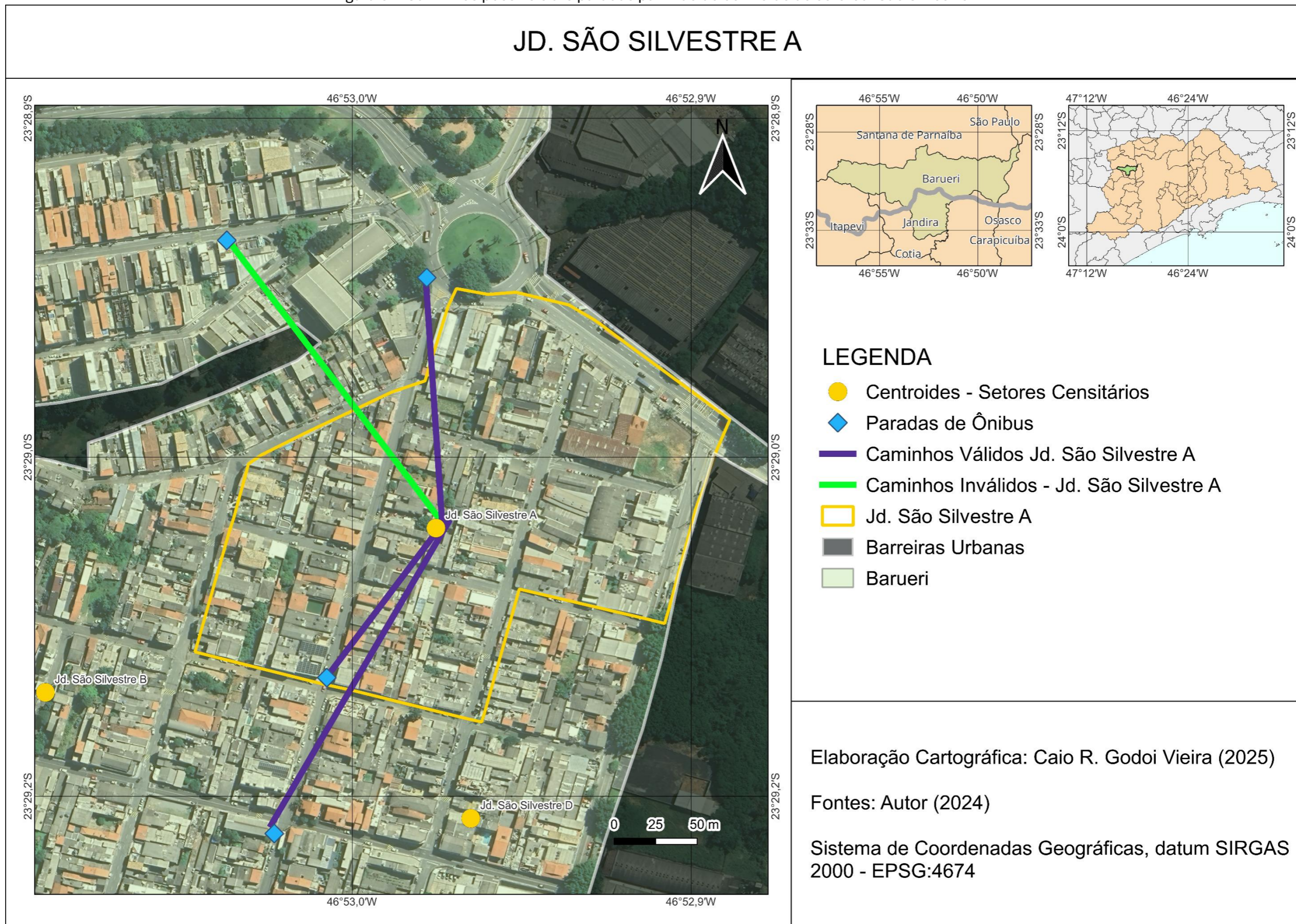
$$DCP_{final} = Pontuação * Peso \text{ do DCP} = 7 * 0,11 = 0,75 \quad (10)$$

A diferença de elevação deste caminho é de 24,8m. Dividindo este valor por 171m, que é a distância horizontal, tem-se uma elevação de 14,5%. Pelo fato de ser uma elevação extremamente acentuada a pontuação de EVP para este caminho é de 0 e continuará 0 mesmo após a aplicação do peso do EVP de 0,15, como mostra a Equação 11 e a Equação 12.

$$Inclinação = \frac{\Delta h}{DCP} = \frac{24,8m}{171m} = 0,145 \text{ ou } 14,5\% \quad (11)$$

$$EVP_{final} = Pontuação \text{ da inclinação} * Peso \text{ do EVP} = 0 * 0,15 = 0 \quad (12)$$

Figura 32: Caminhos possíveis até paradas partindo do centroide do setor Jd. São Silvestre A



Fonte: Autoria própria (2024)

Há duas linhas que passam nesta parada de ônibus: uma com duração de Tempo de Trajeto Embarcado (TTE) de 8 minutos e outra de 17 minutos, sendo a média delas de 12,5 minutos e com um desvio padrão de 6,4. Esse valor dá uma pontuação de 9. Aplicando o peso de 0,37 tem-se uma pontuação final de TTE de 3,33, como mostram as Equações 13 e 14.

$$TTE_{inicial} = \frac{\Sigma (TTE_1, TTE_2, TTE_3 \dots TTE_n)}{n} = \frac{8+17}{2} = 12,5 \quad (13)$$

$$TTE_{final} = Pontuação * Peso do TTE = 9 * 0,37 = 3,3 \quad (14)$$

Somando as duas linhas que passam por esta parada de ônibus tem-se uma oferta de 12 ônibus entre as 05h e 08h da manhã, horário de pico matutino. Resulta-se então em um intervalo médio de 15 minutos, pois a divisão de 12 ônibus ao longo de três horas resulta em quatro ônibus por hora, dando uma média de um ônibus a cada 15 minutos. De acordo com a metodologia apresentada anteriormente, esse valor de 15 resulta em uma pontuação nota 7. Aplicando o peso de OHP de 0,37 tem-se o valor de 2,60, como mostram as Equações 15 e 167.

$$OHP_{inicial} = \frac{180 \text{ min}}{\Sigma (OHP_1, OHP_2, OHP_3 \dots OHP_n)} = \frac{180 \text{ min}}{6+6} = 15 \text{ min} \quad (15)$$

$$OHP_{final} = Pontuação * Peso do OHP = 7 * 0,37 = 2,60 \quad (16)$$

A pontuação final do primeiro caminho do centroide até uma parada de ônibus (PCPO) é a soma dos quatro critérios, resultando em um valor de 0 a 10, como é possível ver na Equação 17.

$$PCPO = DCP_{final} + EVP_{final} + TTE_{final} + OHP_{final} = 0,75 + 0 + 3,3 + 2,60 = 6,69 \quad (17)$$

A pontuação de cada relação que influencia o centroide de determinado setor censitário com a parada de ônibus influenciou na pontuação final deste setor (IATMO). O IATMO deste setor, assim como de outros, foi a média entre todas as pontuações que se encontram no setor, como visto na Equação 18.

$$IATMO = \frac{\Sigma (PCPO_1, PCPO_2, PCPO_3 \dots PCPO_n)}{n} = \frac{6,69+6,05+5,88}{3} = 6,21 \quad (18)$$

Repetindo o mesmo processo para os outros pontos de ônibus do Jd. São Silvestre A tem-se a pontuação de cada ponto e a média entre eles formando o IATMO, como mostra a Tabela 18.

Tabela 18: Exemplo de valores de IATMO para o setor Jd. São Silvestre A

Jd. São Silvestre A			
Critérios	PCPO - Ponto 1	PCPO - Ponto 2	PCPO - Ponto 3
DCP	0,75	0,86	0,54
EVP	0,00	0,00	0,15
TTE	3,34	3,71	3,71
OHP	2,60	1,48	1,48
Soma	6,69	6,05	5,88
IATMO - Média	6,21		

Fonte: Autoria própria (2024)

Conclui-se então que este setor censitário tem uma pontuação final IATMO de 6,21 de um total de 10 pontos em acessibilidade ao eixo principal via ônibus e pode ser considerado **regular**. Todos os Setores Censitários da Zona Norte de Barueri foram nomeados e a partir da contagem de IATMO para todos os seus centroides, tem-se a Tabela 19 com os valores do índice de cada setor censitário, por ordem decrescente. Os setores com diferenciação por um ponto (.) são setores divididos por barreiras urbanas.

Tabela 19: Valor de IATMO para cada setor censitário (ou subdivisão por barreiras urbanas)

Nome do Setor Censitário (Autor)	Código do Setor (IBGE)	DCP	EVP	OHP	TTE	IATMO
Jd. Paraíso A	350570805000023	6,00	7,00	10,00	10,00	9,12
Jd. Paraíso B	350570805000087	5,50	6,50	10,00	10,00	8,99
Jd. Califórnia D.2	350570805000131	5,20	9,40	7,20	9,80	8,28
Vila do Sapo	350570805000022	6,63	7,88	7,25	9,88	8,25
Jd. dos Camargos B.2	350570805000045	6,33	3,00	9,00	10,00	8,18
Jd. Reginalice I	350570805000106	6,75	7,00	7,25	10,00	8,18
Engenho Novo S	350570805000033	5,86	7,29	7,43	9,86	8,14
Jd. Reginalice H	350570805000107	5,71	6,00	7,43	10,00	7,98
Engenho Novo R	350570805000151	6,33	5,67	7,33	10,00	7,96
Jd. Paraíso C	350570805000163	5,80	7,40	6,80	9,60	7,82
Jd. dos Altos B	350570805000312	6,60	8,00	6,00	9,80	7,78
Jd. dos Camargos E	350570805000280	6,00	4,00	7,80	9,80	7,78
Engenho Novo G	350570805000048	5,40	4,40	7,80	9,80	7,77
Engenho Novo C	350570805000104	7,40	7,40	6,60	9,20	7,77
Jd. dos Camargos D	350570805000279	6,83	5,83	6,67	9,83	7,73
Vila Barros	350570805000013	6,13	8,38	6,00	9,63	7,72
Mirante dos Altos B	350570815000035	7,50	8,50	6,00	9,00	7,65
Cruz Preta B	350570805000213	5,78	5,22	7,00	9,78	7,63
Engenho Novo E	350570805000205	6,50	6,83	6,50	9,33	7,60
Jd. Reginalice C	350570805000114	6,60	3,20	7,20	10,00	7,57
Engenho Novo X.2	350570805000086	5,00	8,50	6,50	9,00	7,57
Engenho Novo U	350570805000019	6,67	5,50	6,50	9,67	7,54
Vila Porto B	350570805000218	5,50	9,17	5,33	9,50	7,48
Engenho Novo D	350570805000181	7,13	4,75	6,88	9,25	7,46
Jd. dos Camargos C	350570805000217	6,71	8,43	5,00	9,71	7,45
Jd. Reginalice E	350570805000100	6,00	5,71	6,00	10,00	7,44
Cond. Central Park C	350570805000281	7,33	9,67	4,67	9,33	7,44
Engenho Novo X.1	350570805000086	5,50	8,33	5,67	9,00	7,29
Engenho Novo T	350570805000101	6,43	5,00	6,14	9,57	7,27
Jd. dos Altos C.3	350570805000161	6,80	2,80	6,80	9,60	7,23
Engenho Novo N	350570805000032	5,43	5,14	6,14	9,57	7,19
Mirante dos Altos A	350570815000036	8,00	7,50	6,00	8,00	7,18
Engenho Novo L	350570805000219	5,70	4,80	6,40	9,30	7,16
Engenho Novo F	350570805000182	6,13	2,38	7,00	9,38	7,09
Jd. Barueri B	350570805000223	6,00	10,00	3,40	9,80	7,05
Jd. São Luiz B.2	350570805000138	5,50	9,00	6,00	7,50	6,96
Jd. Reginalice G	350570805000010	6,40	5,80	4,40	10,00	6,90
Vila Ceres B	350570805000158	4,00	3,50	6,00	10,00	6,89
Jd. dos Camargos A	350570805000028	5,60	4,80	5,00	10,00	6,89

Tabela 19: Valor de IATMO para cada setor censitário (ou subdivisão por barreiras urbanas) (continuação)

Nome do Setor Censitário (Autor)	Código do Setor (IBGE)	DCP	EVP	OHP	TTE	IATMO
Boa Vista A	350570805000011	5,50	6,17	4,33	10,00	6,84
Engenho Novo Q	350570805000150	4,40	3,80	6,00	9,60	6,83
Jd. Califórnia D.3	350570805000131	7,57	8,57	4,00	8,71	6,82
Engenho Novo K	350570805000093	6,50	6,50	4,83	9,00	6,81
Jd. São Silvestre G	350570805000118	6,00	5,40	4,80	9,60	6,80
Vila Morelato A	350570805000021	5,67	7,33	4,33	9,33	6,78
Jd. Barueri A	350570805000224	5,67	9,33	3,00	9,83	6,78
Cruz Preta C	350570805000214	5,00	4,29	5,57	9,43	6,75
Vila Ceres A	350570805000155	5,40	4,40	4,80	10,00	6,73
Jd. São Silvestre B	350570805000187	6,75	6,25	4,00	9,50	6,67
Engenho Novo X.3	350570805000086	6,00	1,60	6,00	9,40	6,60
Cond. Alphaview F	350570805000171	6,00	8,50	4,00	8,50	6,56
Cond. Central Park B	350570805000282	6,67	4,33	4,67	9,33	6,56
Vila Pindorama B	350570805000039	7,20	6,40	4,60	8,40	6,56
Engenho Novo B	350570805000183	5,40	3,20	5,60	9,20	6,55
Jd. Flórida B	350570805000162	6,60	6,10	4,10	9,10	6,52
Engenho Novo I	350570805000220	6,00	1,00	6,00	9,40	6,51
Cruz Preta A.1	350570805000231	6,50	6,50	6,00	7,00	6,50
Boa Vista G	350570805000122	5,83	3,67	4,67	9,67	6,50
Engenho Novo P	350570805000119	4,67	2,67	5,67	9,33	6,47
Vila Universal B	350570805000096	6,83	1,83	4,67	10,00	6,45
Jd. Flórida A	350570805000110	6,67	5,44	4,33	8,89	6,44
Engenho Novo H	350570805000185	5,20	1,60	5,80	9,40	6,44
Engenho Novo J	350570805000206	6,20	3,80	5,00	9,00	6,43
Jd. São Luiz A	350570805000037	7,00	5,57	5,71	7,29	6,41
Jd. São Silvestre D	350570805000120	6,20	5,00	3,80	9,60	6,39
Jd. Reginalice B.2	350570805000024	5,86	1,29	5,00	10,00	6,39
Vila Porto A	350570805000027	6,50	7,50	2,88	9,38	6,37
Engenho Novo O	350570805000186	6,33	5,67	4,00	9,00	6,36
Vila Universal C	350570805000154	6,60	3,00	4,00	10,00	6,35
Engenho Novo A	350570805000184	6,50	5,50	4,00	9,00	6,35
Jd. dos Altos A	350570805000311	5,67	1,00	6,00	9,00	6,32
Cond. Central Park A	350570805000283	6,67	2,67	4,67	9,33	6,31
Cond. Parque Barueri A	350570805000167	6,67	2,67	4,67	9,33	6,31
Jd. Califórnia E.2	350570805000142	5,33	8,00	3,83	8,33	6,29
Cond. Parque Barueri B	350570805000166	6,00	3,00	4,67	9,33	6,29
Cruz Preta A.2	350570805000231	4,67	8,00	4,00	8,33	6,28
Boa Vista H	350570805000127	6,70	7,30	2,50	9,50	6,27
Jd. Califórnia D.1	350570805000131	7,00	3,75	4,00	9,25	6,23
Cond. Porto Alegre	350570805000229	6,00	5,00	6,00	7,00	6,22
Jd. Reginalice A	350570805000109	6,00	5,00	3,00	10,00	6,22

Tabela 19: Valor de IATMO para cada setor censitário (ou subdivisão por barreiras urbanas) (continuação)

Nome do Setor Censitário (Autor)	Código do Setor (IBGE)	DCP	EVP	OHP	TTE	IATMO
Jd. São Silvestre A	350570805000052	6,67	0,33	5,00	9,67	6,21
Vila Morelato B	350570805000099	7,00	5,00	3,00	9,50	6,14
Vila Morelato D	350570805000156	5,50	6,00	3,00	9,50	6,13
Engenho Novo M	350570805000130	6,75	5,00	3,75	8,75	6,11
Boa Vista B	350570805000135	5,80	4,80	2,80	10,00	6,09
Jd. Reginalice F	350570805000157	6,60	3,40	3,00	10,00	6,04
Vila Universal A	350570805000216	5,63	0,88	4,50	9,75	6,02
Boa Vista I	350570805000160	6,60	6,20	2,20	9,60	6,02
Jd. Flórida C	350570805000215	5,80	2,60	4,40	9,00	5,98
Jd. São Silvestre C	350570805000188	7,25	1,25	4,00	9,50	5,97
Engenho Novo W	350570805000102	5,86	4,71	3,71	8,71	5,95
Vila Pindorama A	350570805000038	5,50	7,75	3,25	8,00	5,93
Boa Vista E	350570805000212	5,67	4,22	2,89	9,67	5,90
Jd. Esperança A	350570805000139	7,00	8,00	2,80	7,80	5,89
Jd. Esperança B.1	350570805000168	5,80	7,80	3,20	7,80	5,88
Jd. São Silvestre F	350570805000034	6,29	1,29	3,86	9,57	5,85
Chácaras Marco A	350570805000140	6,83	3,33	5,00	7,33	5,81
Chácaras Marco E	350570805000094	6,25	2,00	5,50	7,50	5,79
Jd. dos Camargos B.1	350570805000045	6,00	7,00	1,00	10,00	5,78
Cond. Alto da Mata A	350570805000164	6,20	4,80	2,40	9,40	5,77
Vila Morelato C	350570805000007	4,00	4,50	3,00	9,50	5,75
Jd. Graziela	350570805000209	7,00	4,00	4,00	7,83	5,74
Jd. São Luiz B.1	350570805000138	6,43	1,43	5,71	7,29	5,73
Jd. São Silvestre E	350570805000210	4,50	1,50	4,00	9,50	5,72
Engenho Novo V	350570805000141	6,43	3,29	3,57	8,57	5,69
Jd. Califórnia E.1	350570805000142	6,50	4,75	3,00	8,50	5,68
Jd. Reginalice B.1	350570805000024	6,67	0,83	3,00	10,00	5,66
Jd. Tupanci C	350570805000126	6,75	6,25	2,50	8,25	5,65
Jd. Reginalice D	350570805000136	6,88	0,63	3,00	10,00	5,65
Núcleo Resid. Célia Motta	350570805000036	6,00	0,83	6,00	7,00	5,59
Boa Vista F	350570805000159	6,20	4,00	1,90	9,70	5,57
Boa Vista C	350570805000095	6,33	5,33	1,00	10,00	5,56
Jd. Califórnia A	350570805000207	5,20	5,60	3,00	8,20	5,56
Cond. Vida Nova Barueri	350570805000284	6,75	5,50	2,50	8,25	5,54
Cond. Alto da Mata B	350570805000165	6,75	4,25	2,00	9,25	5,54
Chácaras Marco B	350570805000189	5,17	4,50	4,50	7,00	5,50
Jd. Califórnia F	350570805000289	6,00	5,20	3,00	7,80	5,43
Cond. Alphaview D	350570805000173	5,00	10,00	1,00	8,00	5,38
Jd. Califórnia C	350570805000031	6,43	1,86	3,43	8,43	5,37
Jd. Califórnia E.3	350570805000142	7,75	0,50	3,00	9,00	5,36
Jd. Esperança B.2	350570805000168	6,33	9,67	1,00	7,67	5,35

Tabela 19: Valor de IATMO para cada setor censitário (ou subdivisão por barreiras urbanas) (continuação)

Nome do Setor Censitário (Autor)	Código do Setor (IBGE)	DCP	EVP	OHP	TTE	IATMO
Cond. Alphaview E	350570805000172	6,00	9,00	1,00	8,00	5,34
Jd. Califórnia B	350570805000290	6,50	1,17	3,50	8,50	5,32
Jd. Esperança D	350570805000041	7,00	10,00	1,00	7,00	5,23
Jd. dos Altos C.1	350570805000161	6,67	0,33	3,00	9,00	5,22
Boa Vista D	350570805000211	6,57	2,14	1,43	9,86	5,21
Jd. Tupanci B	350570805000115	6,60	8,20	1,00	7,80	5,21
Jd. Esperança C.2	350570805000178	7,00	8,00	1,00	7,50	5,11
Chácara Marco D	350570805000053	6,50	4,00	4,00	6,00	5,01
Jd. Tupanci A	350570805000285	6,25	7,00	1,00	7,75	4,97
Cond. Reserva do Alto B	350570805000170	7,00	0,50	2,00	9,00	4,91
Chácara Marco C	350570805000190	5,80	2,20	4,00	6,40	4,81
Cond. Reserva do Alto A	350570805000169	6,50	0,00	2,00	9,00	4,78
Jd. Esperança C.1	350570805000178	6,25	2,75	2,25	7,25	4,61
Cond. Alphaview A	350570805000176	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cond. Alphaview B	350570805000175	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cond. Alphaview C	350570805000174	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cond. Alphaview G	350570805000177	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Con. Ilhas do Mediterrâneo	350570805000230	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jd. dos Altos C.2	350570805000161	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Resid. Nova Barueri	350570805000208	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

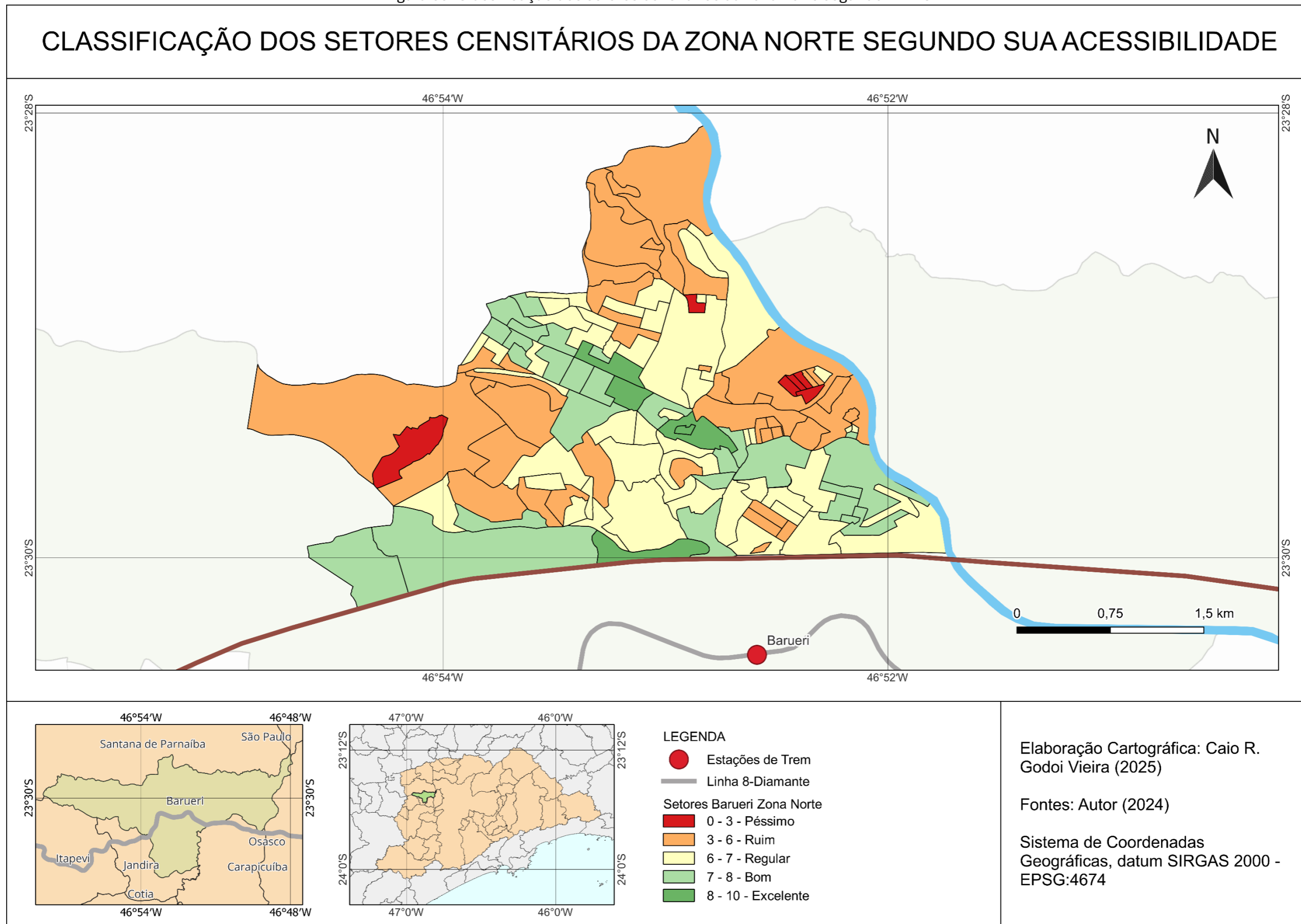
Fonte: Autoria própria (2025)

Pode-se perceber que dos 141 centroides (127 setores censitários) da Zona Norte de Barueri, apenas 7 (5%) tem uma classificação **excelente** e 28 (20%) tem uma classificação **boa**. Além disso, 7 deles (5%) apresentaram classificação **péssima**, todos eles por não haver uma conexão em linha reta com menos de 296m com uma parada de ônibus que não atravessasse uma barreira urbana.

A Figura 33 ilustra os setores da Zona Norte de acordo com a Classificação do seu IATMO. Para setores divididos por barreiras urbanas a média entre cada centroide dentro do setor foi utilizada.

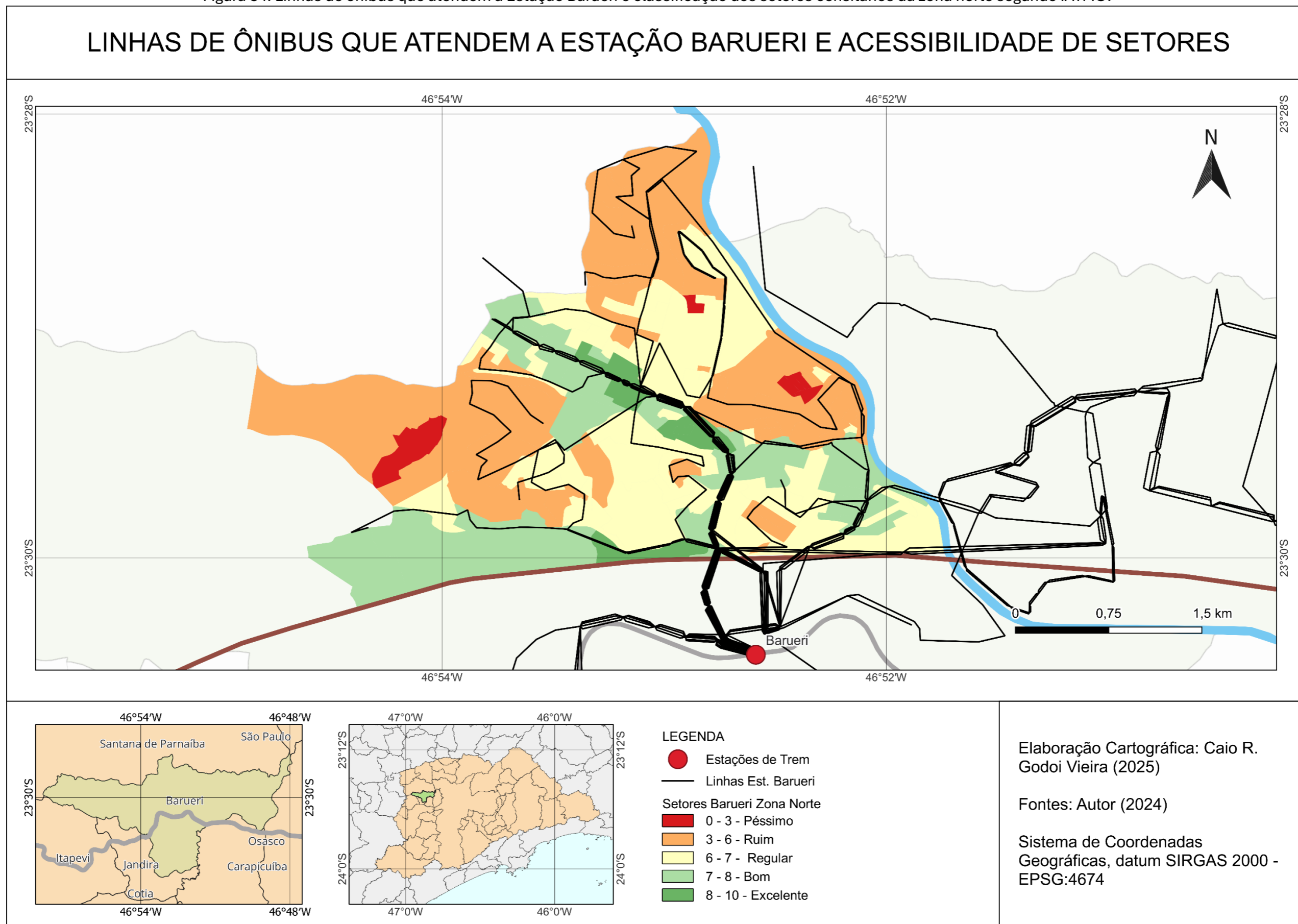
Nota-se que os setores com melhor pontuação são aqueles que se localizam perto de vias que concentram o itinerário das linhas de ônibus, como é possível ver na sobreposição dos setores com as linhas que atendem a Estação Barueri na Figura 34.

Figura 33: Classificação dos setores censitários da zona norte segundo IATMO



Fonte: Autoria própria (2024)

Figura 34: Linhas de ônibus que atendem a Estação Barueri e classificação dos setores censitários da zona norte segundo IATMO.



Fonte: Autoria própria (2025)

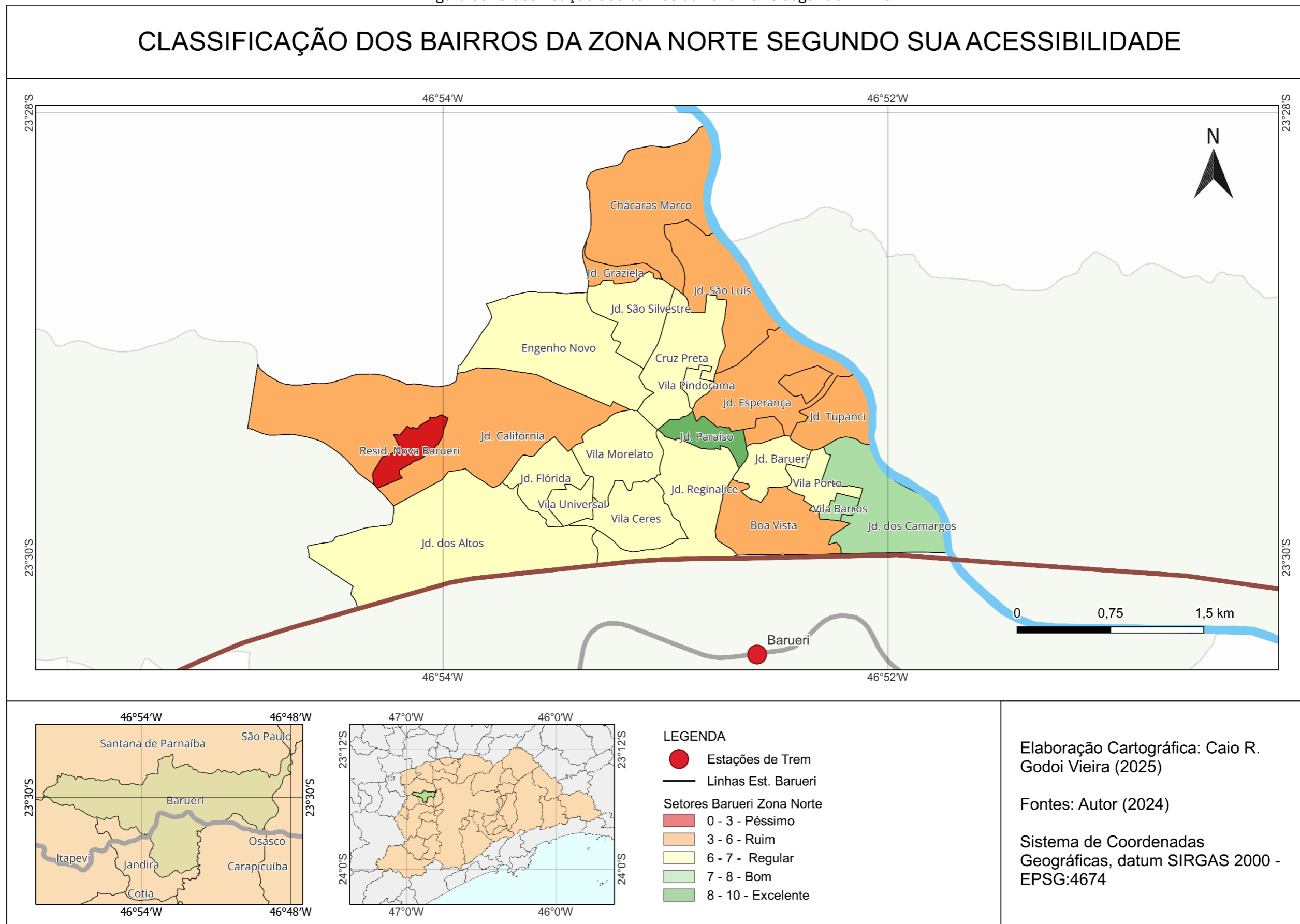
Ao tomar a média de IATMO de cada setor dentro de um bairro, obteve-se um quadro de visualização mais rápida da realidade de cada bairro da Zona Norte de Barueri, como mostram a Tabela 20 e a Figura 35. A Tabela também mostra a população de cada bairro segundo o Censo de 2022 do IBGE e sua densidade.

Tabela 20: Valor de IATMO, número de habitantes, área e densidade populacional para cada bairro

Bairro	Grande Bairro	Hab.	Área (km ²)	Densidade (hab./km ²)	IATMO
Jd. Paraíso	Cruz Preta	2.184	0,15	14.812,91	8,64
Vila Barros	Boa Vista	615	0,04	13.905,85	7,67
Jd. dos Camargos	Boa Vista	2.983	0,6	4.998,93	7,36
Engenho Novo	Engenho Novo	17.142	0,93	18.464,22	6,99
Vila Porto	Boa Vista	923	0,15	6.271,23	6,92
Jd. Barueri	Boa Vista	905	0,2	4.531,23	6,91
Cruz Preta	Cruz Preta	1.686	0,47	3.573,00	6,91
Jd. Reginalice	Califórnia	4.677	0,57	8.249,83	6,89
Vila Ceres	Califórnia	1.348	0,33	4.103,49	6,81
Jd. dos Altos	Altos	4.750	1,46	3.252,52	6,62
Jd. Flórida	Califórnia	1.979	0,25	8.024,43	6,29
Vila Universal	Califórnia	1.905	0,11	17.892,20	6,26
Vila Pindorama	Cruz Preta	681	0,05	12.761,41	6,25
Jd. São Silvestre	Engenho Novo	6.436	0,34	18.996,23	6,22
Vila Morelato	Califórnia	1.955	0,37	5.283,61	6,20
Boa Vista	Boa Vista	6.095	0,47	12.970,54	5,99
Jd. Califórnia	Califórnia	4.651	1,83	2.536,55	5,76
Jd. Graziela	Engenho Novo	1.062	0,09	12.356,74	5,74
Jd. Esperança	Cruz Preta	2.305	0,58	3.982,21	5,40
Chácaras Marco	Cruz Preta	2.872	0,92	3.119,92	5,38
Jd. São Luís	Cruz Preta	5.420	0,54	10.055,29	4,90
Jd. Tupanci	Cruz Preta	16.298	0,41	39.342,92	4,63
Resid. Nova Barueri	Califórnia	1.302	0,16	8.338,08	0,00

Fonte: Aatoria própria (2025)

Figura 35: Classificação dos bairros da zona norte segundo IATMO



Fonte: Autoria própria (2025)

Realizando o mesmo processo, agora unindo os bairros para formar os grandes bairros têm-se a Tabela 21 e a Figura 36.

Tabela 21: Valor de IATMO, número de habitantes, área e densidade populacional para cada Grande-Bairro

Grande Bairro	Hab.	Área (km²)	Densidade (hab./km²)	IATMO
Engenho Novo	24.640	1,35	18209,51	6,79
Boa Vista	11.521	1,46	7903,17	6,63
Altos	4.750	1,46	3252,52	6,62
Califórnia	17.817	3,61	4937,82	6,17
Cruz Preta	31.446	3,13	10061,73	5,35

Fonte: Autoria própria (2025)

Nota-se, portanto, que à medida que as divisões diminuem, o nível de detalhamento da acessibilidade também diminui. Por isso os setores censitários do IBGE foram utilizados neste estudo. A Pesquisa Origem e Destino do Metrô de São Paulo(2019) divide o município de Barueri em 8 “distritos”, como é possível ver na Figura 37. A Zona Norte de Barueri, entretanto, fica inteiramente dentro do distrito-sede denominado “Barueri” e todos os seus dados não são detalhados além desse distrito.

Por isso, reafirma-se a necessidade de uma subdivisão mais precisa para a obtenção de dados mais detalhados. Os Setores Censitários do IBGE são subdivisões públicas e úteis para o planejamento do transporte público brasileiro.

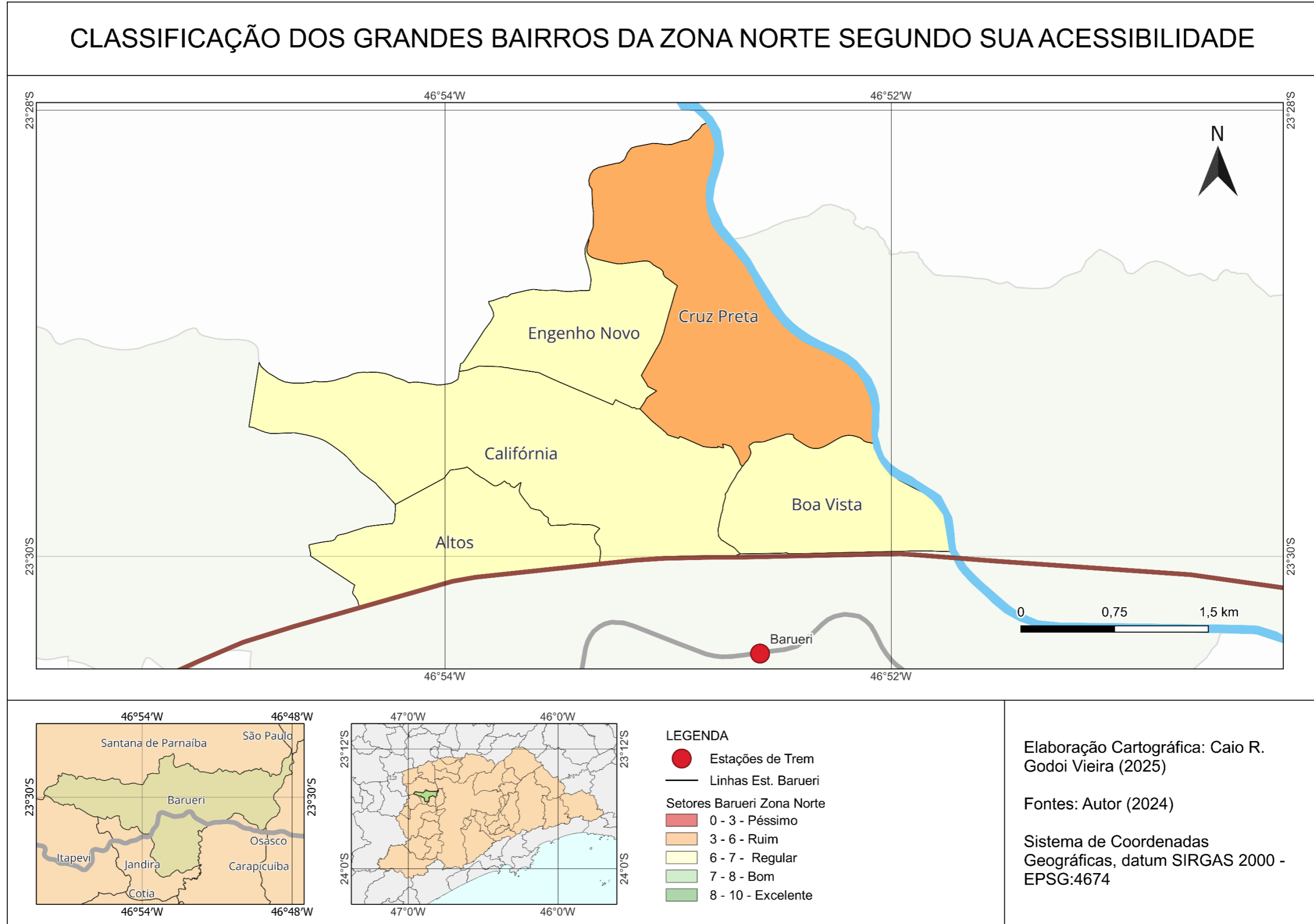
Pequenas alterações no sistema de transporte por ônibus de Barueri poderiam ser feitas para melhorar os índices dos setores censitários. Sobre os setores que obtiveram Índice 0 há solução pública para os setores Resid. Nova Barueri e Cond. Ilhas do Mediterrâneo. Se, tão somente, as linhas de ônibus A165 e A167 alterassem o seu percurso para atender novas paradas de ônibus que estivessem a um raio menor de 296m da entrada desses condomínios, o IATMO deles subiria, diminuindo a Distância do Centróide à Parada (DCP). Essa prática, porém, poderia aumentar o Tempo de Trajeto Embarcado (TTE) de outros setores. Apesar de o Centróide Jd. dos Altos C.2 ter obtido IATMO de valor 0 pelo mesmo

motivo de inacessibilidade, os outros dois centroides de seu setor censitário elevaram o IATMO do setor. Porém, para corrigir essa inacessibilidade, a mesma linha A167 poderia atender a uma parada de ônibus mais próxima a esse centroide. Já para os setores ao fundo do Condomínio Alphaview são necessárias intervenções no próprio condomínio, já que há paradas de ônibus na entrada da área do condomínio, porém esses setores se encontram longe desta entrada. Uma solução possível seria a abertura de uma nova portaria na extremidade do condomínio. Esse acesso possibilitaria a proximidade com uma parada de ônibus válida e aumentaria o IATMO desses setores. Essa providência, entretanto, foge da esfera de tomada de decisão pública.

A prioridade de intervenção de um planejador urbano poderia ser para os setores com classificação IATMO ruim, porém acima de zero (indicados pela cor laranja). Três áreas da Zona Norte possuem vários setores nesta classificação, são elas: Jd. Tupanci, Chácaras Marco e o Jd. Califórnia. Uma solução possível seria aumentar a Oferta de Hora Pico (OHP) para as linhas A163, A165 (C1 e C2) e A166C1 aumentando o seu IATMO para um nível ao menor regular. A Figura 38 ilustra como essas linhas passam por setores de IATMO insatisfatório.

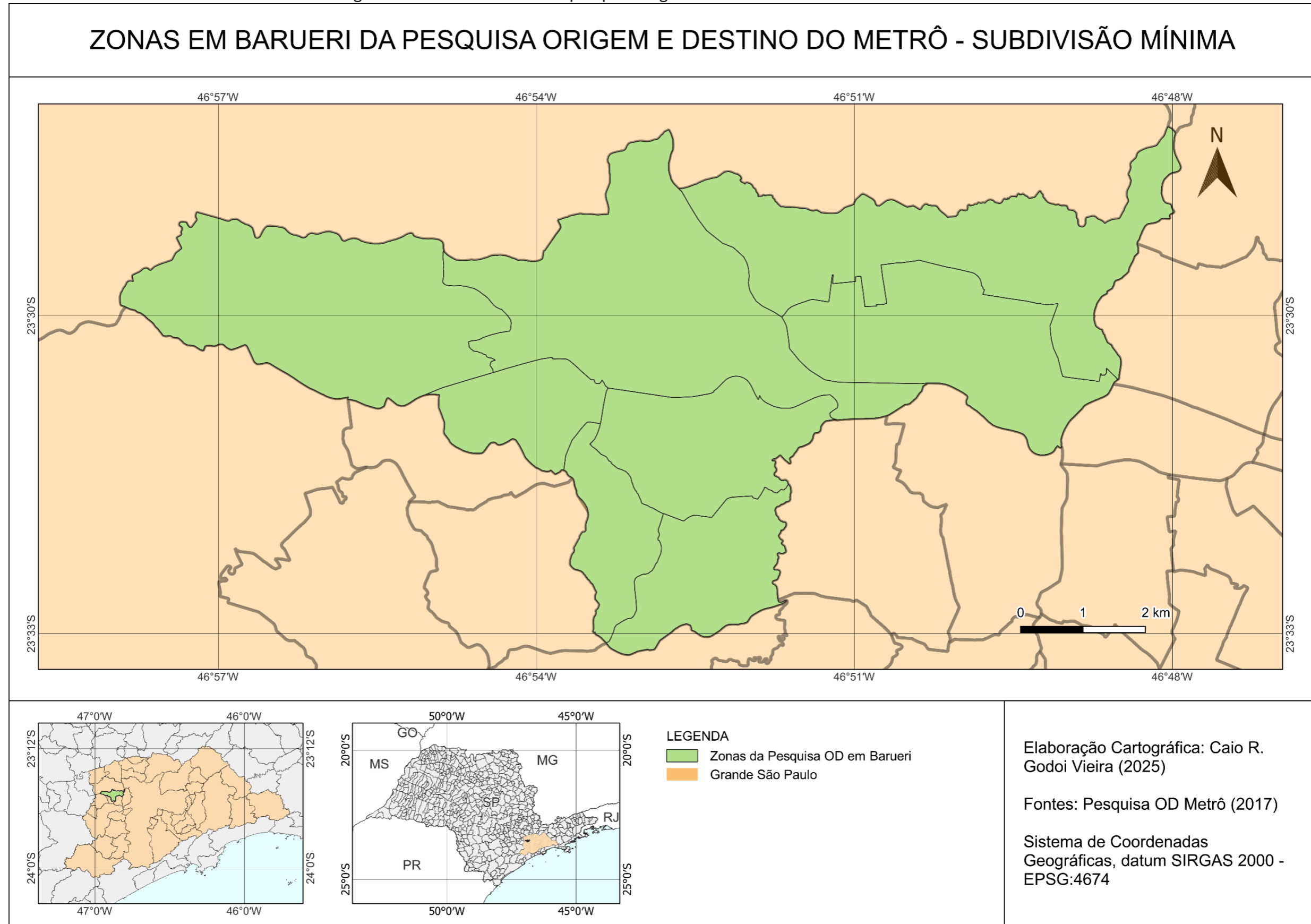
Para uma intervenção em que os setores considerados regulares aumentassem seu nível para satisfatório mudanças mais profundas precisariam ser feitas. As mais eficientes seriam as que aumentassem os valores de OHP (aumentando a frota da linha) e diminuíssem o TTE (criando linhas mais diretas). Alterações no DCP poderiam ser feitas criando paradas, porém apenas aonde fosse extremamente necessário. Já mudanças na Elevação Vertical a Pé são mais difíceis de serem executadas, pois estão intimamente ligadas à topografia da cidade. É importante frisar que qualquer mudança passaria pelo agente operador do sistema, tendo que, portanto, ser bem justificada.

Figura 36: Classificação dos grandes-bairros da zona norte segundo IATMO



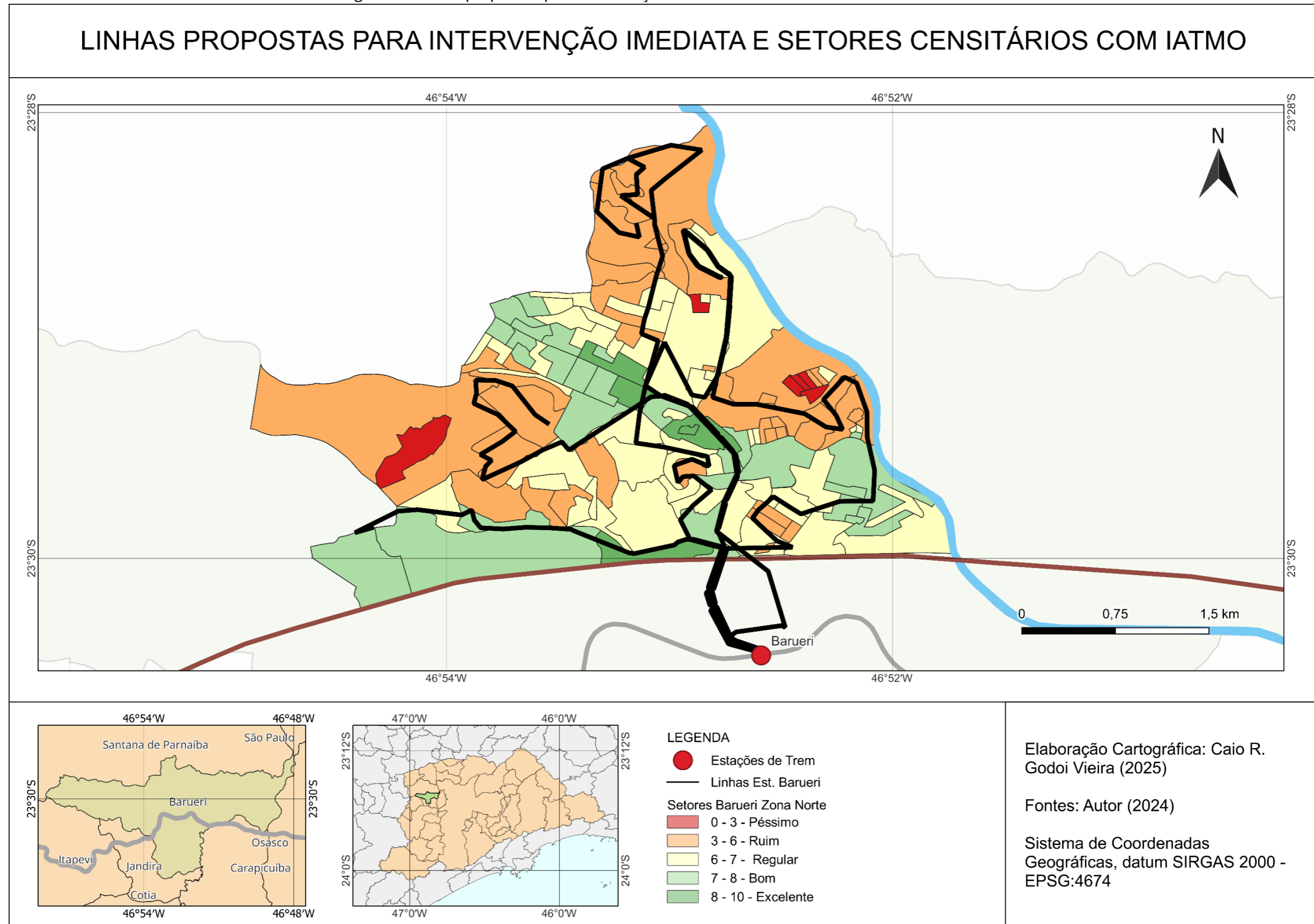
Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 37: Zonas em Barueri da pesquisa origem e destino do metrô - subdivisão mínima



Fonte: Pesquisa OD Metrô (2017)

Figura 38: linhas propostas para intervenção imediata e setores censitários com IATMO



Fonte: Autoria própria (2025)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo propor um índice, a partir de dados de amplo acesso e quantitativos, que permitisse mensurar a acessibilidade dos bairros de um determinado município, via ônibus, ao eixo de transporte de média ou alta capacidade. Para isso, foram usados como referências os setores censitários do IBGE via Sistema de Informações Geográficas (SIG) para identificar quais possuem melhores indicativos de transporte como a qualidade do caminho feito entre a residência e a parada de ônibus – conhecido como primeira milha – e a oferta de cada parada de ônibus.

Analisou-se, portanto, os 127 setores censitários da Zona Norte de Barueri e foi possível verificar com maior amplitude o índice de acessibilidade de cada bairro através da metodologia proposta. Baseado nos resultados, a metodologia metrificou a realidade da acessibilidade no município de Barueri e alcançou o objetivo proposto. Setores que se localizam junto a vias carregadas de oferta de ônibus municipais obtiveram maiores notas no índice. Bairros mais afastados do eixo-tronco, tendo um Tempo de Trajeto Embarcado (TTE) elevado e, que por sua vez, também não tem uma boa oferta de ônibus no horário de pico (OHP) obtiveram resultados insatisfatórios.

A partir destes resultados foi possível verificar quais bairros precisam ser mais bem atendidos para que o nível de acessibilidade da Zona Norte de Barueri seja elevado. Foi possível verificar que quanto mais subdivisões utiliza-se para a medição da acessibilidade mais refinados e metrificáveis os dados são. Na divisão de “Grandes-Bairros” apenas o grande bairro da Cruz Preta obteve resultado insatisfatório. Já na classificação de bairros convencionais, 8 deles apresentaram resultados abaixo de 6, incluindo bairros que estão dentro de grandes-bairros com classificação regular. O Jd. Paraíso que obteve uma nota de 8,64 está situado no grande-bairro da Cruz Preta, que obteve nota insatisfatória de 5,35. Já na classificação dos setores censitários há ainda mais detalhes que podem ser observados. O Engenho Novo apesar de possuir setores com classificação boa que estão à beira da Av. Capitão Francisco César, possui também setores em suas margens que estão abaixo de 6.

Outros estudos de acessibilidade e Mobilidade Urbana possuem subdivisões maiores que os setores censitários e, por isso, tem um nível de detalhamento menor. Portanto, conclui-se que o método de utilizar os Setores Censitários do IBGE provou ser mais preciso para identificar as diferenças de acessibilidade dentro de cada bairro e, assim, possibilitar aos planejadores urbanos tomarem decisões mais precisas sobre o transporte público.

Os critérios utilizados foram feitos com base na realidade de uma cidade de Região Metropolitana. Entretanto, este índice pode ser utilizado por qualquer cidade ou região que precise mensurar a acessibilidade via ônibus a um eixo de transporte principal de média ou alta capacidade. Pequenas alterações podem ser feitas nas classificações, como na categorização do IATMO, adaptando as faixas de classificação, porém respeitando o intervalo de 0 a 10 e a pontuação 6 como mediana, pois reflete o cenário encontrado na bibliografia.

Reafirma-se o caráter quantitativo deste estudo por abordar apenas critérios que estão disponíveis ao planejador de transportes de um município, com dados públicos e não tendo a necessidade da realização de pesquisas qualitativas de opinião, facilitando a obtenção dos resultados esperados. Assim como foram obtidos os resultados da Zona Norte de Barueri, é possível obter resultados para qualquer área de qualquer município brasileiro que seja atendido por uma linha de transporte de média e alta capacidade.

Os resultados obtidos através deste índice de acessibilidade podem ser ponderados com o tamanho da população e características sociais da área de estudo em questão. Resultados iguais em número podem refletir realidades distintas dependendo do tecido socioeconômico vigente de cada região. A partir dos dados coletados neste estudo é possível avançar, também, com outras pesquisas como a relação da acessibilidade ao transporte e outros tipos de acessibilidade como a postos de saúde, hospitais, clínicas, escolas, creches, universidades, parques, quadras e ginásios, dentre outros. Além disso, também é possível avaliar a aplicação desse índice para realidades socioeconômicas distintas.

7 REFERÊNCIAS

ABDULLAH, J.; MAZLAN, M. H. **Characteristics of and Quality of Life in a Transit Oriented Development (TOD) of Bandar Sri Permaisuri, Kuala Lumpur.** *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, [s.l.], v. 234, p. 498–505, 2016. ISSN: 18770428, DOI: 10.1016/j.sbspro.2016.10.268.

AHMAD, R.; TAMBI, N. **Pengaruh rangkaian pengangkutan Mass Rapid Transit (MRT) berkualiti terhadap kualiti hidup pengguna.** *Malaysian Journal of Society and Space*, [s.l.], v. 20, n° 3, 2024. ISSN: 26827727, DOI: 10.17576/geo-2024-2003-14.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2015. Disponível em: <www.abnt.org.br>.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BRASIL) *et al.* **GUIA TPC - Orientações para Seleção de Tecnologias e Implementação de Projetos de Transporte Público Coletivo.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2018.

CAO, Y.; JIANG, D.; WANG, S. **Optimization for Feeder Bus Route Model Design with Station Transfer.** *Sustainability (Switzerland)*, [s.l.], v. 14, n° 5, 2022. ISSN: 20711050, DOI: 10.3390/su14052780.

CARVALHO, G. S. D. DE; MARQUES, R. C. **Entry barriers in the Brazilian bus market: A contractual prospect.** *Case Studies on Transport Policy*, [s.l.], v. 9, n° 4, p. 1641–1648, 2021. ISSN: 22136258, DOI: 10.1016/j.cstp.2021.07.016.

CHEN, Y. Y. *et al.* **An Evaluating Method of Public Transit Accessibility for Urban Areas Based on GIS.** Em: *Procedia Engineering*. [s.l.]: Elsevier Ltd, 2016. ISSN: 18777058, DOI: 10.1016/j.proeng.2016.01.243.

CUI, Y.; YU, Q.; WANG, C. **Headway Optimisation for Metro Lines Based on Timetable Simulation and Simulated Annealing.** *Journal of Advanced Transportation*, [s.l.], v. 2022, 2022. ISSN: 20423195, DOI: 10.1155/2022/7035214.

DEMAZIÈRE, C. **Exploring the creation of the metropolitan city-region government: the cases of England, France and Italy.** *European Planning Studies*, [s.l.], v. 29, n° 11, p. 2038–2055, 2021. ISSN: 14695944, DOI: 10.1080/09654313.2021.1923666.

DENG, L. *et al.* **Optimal Design of Feeder-Bus Network with Split Delivery.** *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*, [s.l.], v. 146, n° 3, 2020. ISSN: 2473-2907, DOI: 10.1061/jtepbs.0000305.

DOU, X.; MENG, Q.; GUO, X. **Bus schedule coordination for the last train service in an intermodal bus-and-train transport network.** *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, [s.l.], v. 60, p. 360–376, 2015. ISSN: 0968090X, DOI: 10.1016/j.trc.2015.09.006.

EMBARQ BRASIL. **DOTS Cidades - Manual de Desenvolvimento Orientado Urbano ao Transporte Sustentável.** 2ª Edição ed. Porto Alegre, R.S.: [s.n.], 2015.

FANG, C.; YU, D. **Urban agglomeration: An evolving concept of an emerging phenomenon.** *Landscape and Urban Planning*, [s.l.], v. 162, p. 126–136, 2017. ISSN: 01692046, DOI: 10.1016/j.landurbplan.2017.02.014.

FERRAZ, A. C. P. *et al.* **Transporte Público Coletivo Urbano.** São Carlos-SP: RiMa Editorial, 2023. ISBN: 978-85-84811-37-9.

FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano.** 2ª EDIÇÃO ed. São Carlos: [s.n.], 2004. ISBN: 8586552887.

FREITAS, M. R. P.; NEGRÃO, G. N. **Vazios Urbanos: Estudo de Caso no Município de Guarapuava-PR.** [s.l.]: [s.n.], 2014.

FURTADO, N.; KAWAMOTO, E. **Avaliação de Projetos de Transporte.** 1ª Edição ed. São Carlos: [s.n.], 2002.

GOMIDE, A. de Á.; LEITE, S. K.; REBELO, J. **Transporte público e pobreza urbana: um índice-síntese de serviço adequado.** Brasília: [s.n.], 2006.

GUTIÉRREZ, J.; GARCÍA-PALOMARES, J. C. **Distance-measure impacts on the calculation of transport service areas using GIS.** *Environment and Planning B: Planning and Design*, [s.l.], v. 35, nº 3, p. 480–503, 2008. ISSN: 02658135, DOI: 10.1068/b33043.

HITOMI OLIVEIRA OKAMOTO, C. DE. **Definição e sistematização de um método de análise do alcance de pedestres nas áreas de influência das estações de metrô e trem no município de São Paulo.** [s.l.]: [s.n.], 2023.

HUMAGAIN, P.; SINGLETON, P. A. **Investigating travel time satisfaction and actual versus ideal commute times: A path analysis approach.** *Journal of Transport and Health*, [s.l.], v. 16, 2020. ISSN: 22141405, DOI: 10.1016/j.jth.2020.100829.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Regiões de Influência das Cidades 2018.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2020. ISBN: 9786587201047.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2022 - Malha de Setores Censitários preliminares.** Rio de Janeiro: [s.n.], 2024.

KNEIB, E. C. **Análise da Relação entre Polos Geradores de Viagens e Oferta de Transporte Coletivo**. Braga, Portugal: [s.n.], 2011.

LYNCH, K. **A Imagem da Cidade**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1999. ISBN: 972-44-0379-3.

MAMEDE, B. B. **GEOGRAFIA DO TRANSPORTE PÚBLICO URBANO: Novos Modos de Transporte em Cidades Brasileiras**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Fronteira Sul - Chapecó (SC) e Erechim (RS), 2024.

MAVOA, S. *et al.* **GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand**. *Journal of Transport Geography*, [s.l.], v. 20, n° 1, p. 15–22, 2012. ISSN: 09666923, DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2011.10.001.

MENDONÇA NETO, W. L.; KNEIB, É. C. **Centralidades urbanas e oferta de transporte público coletivo em Goiânia-GO, 2014**. *TRANSPORTES*, [s.l.], v. 24, n° 1, p. 42, 2016. DOI: 10.14295/transportes.v24i1.916.

MOYANO, A. *et al.* **Typologies of stations' catchment areas in metropolitan urban peripheries: From car-oriented to sustainable urban strategies**. *Land Use Policy*, [s.l.], v. 134, 2023. ISSN: 02648377, DOI: 10.1016/j.landusepol.2023.106903.

NOICHAN, R.; DEWANCKER, B. **Analysis of accessibility in an urban mass transit node: A case study in a Bangkok transit station**. *Sustainability (Switzerland)*, [s.l.], v. 10, n° 12, 2018. ISSN: 20711050, DOI: 10.3390/su10124819.

OLIVEIRA, C. A. A. **A Área Metropolitana e seu Significado - Conceituação em Geografia**. *Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul*, [s.l.], 1973.

PAIVA, A. S. da S. **As barreiras urbanas no tecido da cidade: o processo de crescimento do Porto**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2015.

SAATY, T. L.; KATZ, J. M. **Theory and Methodology Highlights and critical points in the theory and application of the Analytic Hierarchy Process**. Em: *European Journal of Operational Research*. [s.l.]: [s.n.], 1994.

SECRETARIA DE TRANSPORTES METROPOLITANOS DE SÃO PAULO. **Pesquisa Origem Destino 2017**. São Paulo: [s.n.], 2019.

TATAH, L. *et al.* **Travel Behaviour and Barriers to Active Travel among Adults in Yaoundé, Cameroon**. *Sustainability (Switzerland)*, [s.l.], v. 14, n° 15, 2022. ISSN: 20711050, DOI: 10.3390/su14159092.

YAN, S.; GROWE, A. **Regional Planning, Land-Use Management, and Governance in German Metropolitan Regions—The Case of Rhine–Neckar Metropolitan Region**. *Land*, [s.l.], v. 11, n° 11, 2022. ISSN: 2073445X, DOI: 10.3390/land11112088.

8 APÊNDICE

Tabela 22: Lista de linhas de ônibus de Barueri que foram consideradas como alimentadoras das quatro estações ferroviárias que atendem o município.

Linha	Estação atendida
A111 - Vila Márcia	Antônio João
A112 - Terminal Barueri (Hospital Municipal)	Antônio João
T131 - 18 do Forte	Antônio João
T131 - Terminal	Antônio João
T244 - Tamboré	Antônio João
T244 - Vale do Sol	Antônio João
T245 - Pq. Imperial	Antônio João
T245 - Vale do Sol	Antônio João
T246 - Tamboré	Antônio João
T246 - Vale do Sol	Antônio João
T247 - Tamboré	Antônio João
T247 - Vale do Sol	Antônio João
T248 - 18 do Forte	Antônio João
A111 - Antônio João	Barueri
A111 - Vila Márcia	Barueri
A112 - Estação Antônio João (Hospital Municipal)	Barueri
A160 - Engenho Novo	Barueri
A163 - Chácara Marco Circular (via Jardim São Silvestre)	Barueri
A164C1 - Engenho Novo via Rua Tietê	Barueri
A164C2 - Engenho Novo via Rua São Paulo	Barueri
A165C1 - São Luiz (via Tupancy)	Barueri
A165C2 - São Luiz (via Reginalice)	Barueri

A166C1 - Jardim Califórnia (via Romeiros)	Barueri
A166C2 - Jardim Califórnia (via Estrada dos Altos)	Barueri
A167 - Jardim dos Altos	Barueri
A168 - Graziela	Barueri
A215 - Maria Helena	Barueri
A216C2 - Jd. Paulista (via Estr. Velha)	Barueri
A217 - Vale do Sol	Barueri
A267 - Engenho Novo	Barueri
A268 - Engenho Novo	Barueri
T154 - Jd. Mutinga	Barueri
T242 - Jd. Líbano	Barueri
T253 - Pq. Imperial	Barueri
T254 - Pq. Imperial	Barueri
T255 - Residencial Zero	Barueri
T256 - Green Valley	Barueri
T412 - Tamboré	Barueri
A113 - Vila Márcia	Jardim Belval
A163 - Maria Cristina	Jardim Belval
A168 - Itaquiti	Jardim Belval
T172 - Aldeia da Serra	Jardim Belval
T173 - Kartódromo	Jardim Belval
T411 - Jardim Belval	Jardim Belval
T412 - Jardim Belval	Jardim Belval
A212 - Jd. Gabriela	Jardim Silveira
A216C1 - Jd. Paulista	Jardim Silveira
A267 - Vale do Sol	Jardim Silveira

A268 - Vale do Sol	Jardim Silveira
T241 - Jd. Líbano	Jardim Silveira
T243 - Vale do Sol	Jardim Silveira
T253 - Jd. Líbano	Jardim Silveira
T254 - Jd. Líbano	Jardim Silveira

Fonte: Autorial própria (2025)