



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

ESCOLA DE MINAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA URBANA



SARA GUEDES DE MELO

**ANÁLISE MULTIVARIADA DA DEMANDA MÍNIMA E OFERTA DE
ESTACIONAMENTO NO PERÍMETRO TOMBADO DA CIDADE DE OURO
PRETO, MG**

**Ouro Preto – MG
2026**

SARA GUEDES DE MELO

sara.melo@aluno.ufop.edu.br

**ANÁLISE MULTIVARIADA DA DEMANDA MÍNIMA E OFERTA DE
ESTACIONAMENTO NO PERÍMETRO TOMBADO DA CIDADE DE OURO
PRETO, MG**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Urbanista.

Orientador: Prof. Dr. Yuri Queiroz Abreu Torres

Coorientadora: Prof. Dra. Marina Neves Merlo

**Ouro Preto – MG
2026**

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M528a Melo, Sara Guedes de.

Análise multivariada de demanda mínima e oferta de estacionamento no perímetro de tombamento da cidade de Ouro Preto, MG. [manuscrito] / Sara Guedes de Melo. - 2026.

54 f.: il.: color., tab..

Orientador: Prof. Dr. Yuri Queiroz Abreu Torres.

Coorientadora: Profa. Dra. Marina Neves Merlo.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Urbana .

1. Planejamento Urbano. 2. Mobilidade Urbana. 3. Estacionamento de automóveis. I. Torres, Yuri Queiroz Abreu. II. Merlo, Marina Neves. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 62:711.4

Bibliotecário(a) Responsável: Soraya Fernanda Ferreira e Souza - CRB6/2322



FOLHA DE APROVAÇÃO

Sara Guedes de Melo

Análise Multivariada de demanda mínima e oferta de estacionamento no perímetro de tombamento da cidade de Ouro Preto

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Urbanista

Aprovada em 22 de julho de 2026

Membros da banca

[Doutor] - Yuri Queiroz Abreu Torres - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)
[Doutora] - Marina Neves Merlo - Coorientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
[Doutora] - Bárbara Abreu Matos - Avaliadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
[Doutora] - Bárbara Cristina Mendanha Reis - Avaliadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
[Mestre] - Ana Luiza Rodrigues da Silva Santos - Avaliadora externa

[Yuri Queiroz Abreu Torres], orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 31/07/2026



Documento assinado eletronicamente por **Yuri Queiroz Abreu Torres, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 31/07/2026, às 15:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1145713** e o código CRC **EB709C54**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à minha família, pelo apoio incondicional, pela compreensão e pelo incentivo ao longo de toda a minha trajetória acadêmica. O carinho, a confiança e o suporte de vocês foram fundamentais para que eu pudesse superar os desafios e chegar até aqui. Aos meus colegas de graduação, agradeço a amizade, pelas experiências compartilhadas e pelos momentos vividos durante esses anos. Aos professores do curso de Engenharia Urbana da Universidade Federal de Ouro Preto, expresso minha sincera gratidão pelos ensinamentos, pela dedicação e pelo compromisso com a formação acadêmica e profissional de seus alunos. Cada conhecimento compartilhado contribuiu de forma significativa para minha formação e para a construção deste trabalho.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar a relação entre a oferta e a demanda normativa de vagas de estacionamento no centro histórico de Ouro Preto, com foco no perímetro tombado pelo IPHAN por meio da integração entre técnicas de georreferenciamento e Análise de Agrupamento Hierárquico (AAH). Embora o perímetro tombado pelo IPHAN apresente ampla sobreposição territorial com a Zona de Proteção Especial (ZPE), seus limites não são coincidentes. Nesta pesquisa adotou-se como área de estudo o perímetro tombado pelo IPHAN, correspondente ao recorte espacial utilizado nas análises. A pesquisa parte do entendimento de que a morfologia urbana histórica impõe restrições à circulação veicular e à mobilidade a pé, intensificando conflitos entre estacionamento, mobilidade a pé e preservação do patrimônio cultural. A metodologia, de caráter exploratório e quantitativo, adotou os logradouros como unidade de análise. Foram sistematizados dados referentes à oferta de vagas públicas, estimada a demanda normativa de estacionamento com base no cadastro imobiliário da Receita Municipal e na legislação de uso e ocupação do solo, além da integração de variáveis físico-urbanísticas, como largura das vias, declividade, uso do solo e presença de garagens. A análise estatística foi realizada por meio da Análise de Agrupamento Hierárquico, permitindo identificar padrões espaciais entre os logradouros e as áreas especiais da ZPE. Os resultados evidenciaram que a oferta e a demanda normativa de estacionamento apresentam distribuição espacial heterogênea, identificando áreas com diferentes níveis de pressão potencial por estacionamento, situações de maior equilíbrio entre oferta e demanda e áreas de maior saturação normativa, destacando-se a Praça Tiradentes como o espaço de maior pressão. Os agrupamentos obtidos demonstraram que a pressão potencial por estacionamento está relacionada não apenas às características físicas das vias, mas também à localização e à intensidade dos usos urbanos.

Palavras-chave: Estacionamento urbano; mobilidade urbana; mobilidade a pé; georreferenciamento; análise multivariada.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the relationship between the supply and the regulatory demand for parking spaces in the historic center of Ouro Preto, focusing on the area listed by the National Institute of Historic and Artistic Heritage (IPHAN), through the integration of georeferencing techniques and Hierarchical Cluster Analysis (HCA). Although the IPHAN-listed area substantially overlaps with the Special Protection Zone (Zona de Proteção Especial – ZPE), their boundaries are not identical. Therefore, this study adopted the IPHAN-listed area as the study area, corresponding to the spatial extent used in the analyses. The research is based on the premise that the morphology of historic urban areas imposes constraints on vehicular circulation and pedestrian mobility, intensifying conflicts between parking, walkability, and cultural heritage preservation. The methodology was exploratory and quantitative, adopting streets and public squares (public thoroughfares) as the unit of analysis. Data on the supply of public parking spaces were compiled, while the regulatory parking demand was estimated based on the Municipal Tax Registry and local land use and occupation legislation. In addition, physical and urban variables, such as street width, slope, land use, and the presence of garages, were integrated into the analysis. Statistical analysis was performed using Hierarchical Cluster Analysis, enabling the identification of spatial patterns among the public thoroughfares and the special areas within the ZPE. The results showed that the supply and regulatory demand for parking spaces present a heterogeneous spatial distribution, identifying areas with different levels of potential parking pressure, areas with a more balanced relationship between supply and demand, and areas with greater regulatory saturation, with Tiradentes Square standing out as the location experiencing the highest pressure. The clusters obtained demonstrated that potential parking pressure is associated not only with the physical characteristics of the streets but also with their location and the intensity of surrounding urban land uses.

Keywords: Urban parking; urban mobility; walkability; georeferencing; multivariate analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Elemento de infraestrutura urbana (tampa de inspeção) inserido de forma irregular na calçada em via do centro histórico de Ouro Preto/MG, comprometendo a segurança e a acessibilidade do deslocamento pedonal.....	9
Figura 2: Ocupação da Praça Tiradentes por veículos estacionados em Ouro Preto.	12
Figura 3: Localização do perímetro tombado pelo IPHAN utilizado como área de estudo.	19
Figura 4: Base georreferenciada dos trechos com estacionamento permitido e não permitido no perímetro tombado.....	20
Figura 5: Fluxograma dos procedimentos metodológicos adotados na pesquisa.	26
Figura 6: Dendrograma dos logradouros convencionais obtido por meio da Análise de Agrupamento Hierárquico.	32
Figura 7: Mapa dos agrupamentos dos logradouros convencionais.	34
Figura 8: Dendrograma das áreas especiais obtido por meio da Análise de Agrupamento Hierárquico.	37
Figura 9: Mapa dos agrupamentos das áreas especiais.....	39

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Tabela de variáveis	21
Tabela 2: Critérios utilizados para estimativa da demanda normativa por vagas de estacionamento.	27
Tabela 3: Caracterização dos agrupamentos dos logradouros	33
Tabela 4: Caracterização dos agrupamentos das áreas especiais	38

LISTA DE SIGLAS

AAH Análise de Agrupamento Hierárquico

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

CONTRAN Conselho Nacional de Trânsito

IPHAN Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

ITDP Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento

MDE Modelo Digital de Elevação

PNMU Política Nacional de Mobilidade Urbana

QGIS Quantum Geographic Information System

SIG Sistema de Informação Geográfica

UNESCO Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

WebGIS Sistema de Informações Geográficas na Web

ZPE Zona de Proteção Especial

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Objetivos.....	3
1.1.1	Objetivo Geral	3
1.1.2	Objetivos Específicos	3
1.2	Justificativa	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	Mobilidade Urbana, Automóvel e Transformações do Espaço Público	5
2.2	Mobilidade e a mobilidade a pé no centro histórico de Ouro Preto	7
2.3	A circulação e estacionamento veicular em cidades históricas s	10
2.4	Georreferenciamento no setor de transportes e mobilidade urbana.....	14
2.5	Estatística e análise multivariada na gestão de mobilidade	16
3	PROCESSOS METODOLÓGICOS.....	18
3.1	Caracterização da área de estudo	18
3.2	Obtenção de dados	19
3.3	Tratamento dos dados	21
3.3.1	Construção da tabela de atributos	21
3.3.2	Estimativa da oferta de vagas	22
3.3.3	Tratamento dos dados da Receita Municipal.....	24
3.3.4	Estimativa da demanda de vagas	26
3.4	Análise estatística	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	Análise de Agrupamento Hierárquico da oferta e demanda de estacionamento	31
4.1.1	Agrupamento dos logradouros.....	31
4.1.2	Agrupamento áreas especiais.....	36
5	CONCLUSÃO	43
	APÊNDICE A	48
	APÊNDICE B.....	52

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana constitui um dos elementos estruturantes da organização das cidades, influenciando diretamente o acesso da população aos serviços, oportunidades e espaços coletivos. De acordo com a Política Nacional de Mobilidade Urbana, instituída pela Lei n. 12.587/2012 (Brasil, 2012), a mobilidade é compreendida como condição essencial para o desenvolvimento urbano e para a garantia e a ampliação do direito à cidade. Em cidades históricas, entretanto, essa dinâmica apresenta particularidades, uma vez que o traçado urbano, a morfologia e o patrimônio edificado foram concebidos em períodos anteriores à hegemonia do automóvel, gerando desafios adicionais à gestão da mobilidade (Bonduki, 2010)

Ao longo do século XX, a consolidação da cultura rodoviarista moldou o planejamento urbano mundial e particularmente o brasileiro, encorajando e consolidando o automóvel como principal meio de deslocamento cotidiano (Vasconcellos, 2017). Essa opção rodoviarista impactou de forma significativa as cidades históricas como Ouro Preto, Minas Gerais, cujo tecido urbano colonial apresenta ruas estreitas, declividades acentuadas e espaços de circulação incompatíveis com o volume atual de veículos (Araújo, 2018).

A presença constante do automóvel, especialmente quando estacionado, altera a paisagem urbana, ocupa áreas de antes destinadas ao convívio e intensifica conflitos entre veículos, pedestres e o patrimônio construído (Ribeiro, 2014; Brinco, 2016; Araújo, 2018; Bastos; Bordim Filho, 2018). Esses fatores evidenciam a necessidade de compreender como a dinâmica dos estacionamentos molda práticas de deslocamento e influencia o uso dos espaços públicos. Gehl e Svarre (2017) e Andrade e Linke (2017) ressaltam a importância de reorganizar a mobilidade a partir da escala humana, priorizando modos ativos e fortalecendo a mobilidade a pé como elemento fundamental da vitalidade urbana.

O projeto de Iniciação Científica intitulado “Espaços de vivência negados: a onipresença dos estacionamentos no centro histórico de Ouro Preto, MG” coordenado pelos professores Alice Viana de Araújo e Yuri Queiroz Abreu Torres, mapeou, entre os anos de 2022 e 2023, todas as áreas com estacionamento regulamentado e irregulares nas vias do perímetro tombado da cidade de Ouro Preto. Embora a Zona de Proteção Especial (ZPE) e o perímetro tombado pelo IPHAN apresentem elevada sobreposição territorial, seus limites não coincidem integralmente. Como o levantamento de campo e o georreferenciamento foram realizados utilizando a delimitação do tombamento federal, este trabalho adota o perímetro

tombado pelo IPHAN como área de estudo. O mapeamento foi realizado com informações das dimensões longitudinais da oferta de áreas regulamentadas para estacionamento, da sinalização vertical, identificação dos polos geradores de fluxos e das irregularidades presenciadas. Contudo, essas informações ainda não haviam sido sistematicamente georreferenciadas e confrontadas com uma estimativa da demanda por vagas de estacionamento. Neste trabalho, essa demanda foi estimada a partir do número de matrículas de imóveis cadastrados na Receita Municipal de Ouro Preto, utilizado como variável aproximada da demanda latente por estacionamento nos diferentes logradouros da área de estudo.

A disponibilidade excessiva ou insuficiente de vagas de estacionamento, quando dissociada de um planejamento urbano integrado, tende a produzir, consecutivamente, padrões recorrentes de subutilização ou saturação e apropriação inadequada do espaço público (Bastos; Bordim Filho, 2018). A lacuna de dados granulares sobre esse fenômeno fragiliza o processo de gestão e compromete a tomada de decisões no campo da mobilidade urbana. Nesse contexto, emergem questões fundamentais: “Em que medida as vagas atualmente existentes atendem, de fato, às necessidades reais da cidade, principalmente de seus moradores? Como a presença do veículo estacionado influencia o uso social, a qualidade ambiental e a fruição dos espaços públicos? E quais oportunidades de requalificação urbana podem ser identificadas a partir da análise comparativa entre a oferta de vagas e a demanda normativa de estacionamento?”

Diante desse cenário, torna-se fundamental adotar instrumentos analíticos capazes de integrar informações espaciais, urbanísticas e funcionais, permitindo uma leitura mais precisa da dinâmica do estacionamento em centros históricos. Neste estudo, o uso do georreferenciamento, associado às técnicas de análise multivariada, possibilita identificar padrões territoriais relacionados à oferta e à demanda potencial por vagas de estacionamento, bem como às características físicas e urbanísticas dos logradouros. Dentre os produtos gerados pela pesquisa destacam-se a espacialização da oferta e da demanda de vagas, a elaboração de indicadores por logradouro e a classificação das vias em grupos homogêneos por meio da Análise de Agrupamento Hierárquico (AAH). Essa classificação é apresentada por meio de dendrograma, permitindo identificar logradouros com características semelhantes quanto à oferta, à demanda potencial e aos condicionantes físico-urbanísticos. Dessa forma, a pesquisa busca produzir um diagnóstico espacial e estatístico capaz de subsidiar políticas públicas voltadas ao planejamento urbano, ao planejamento e gestão da mobilidade urbana e à qualificação dos espaços públicos no centro histórico de Ouro Preto.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a relação entre oferta e demanda de vagas de estacionamento no perímetro de tombamento de Ouro Preto por meio de técnicas de análise multivariada, identificando padrões espaciais entre os logradouros e discutindo suas implicações para a gestão do estacionamento e para a mobilidade urbana ouropretana.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram:

- Sistematizar a oferta de vagas de estacionamento em vias públicas do perímetro tombado;
- Mensurar a demanda normativa por vagas de estacionamento a partir do número de matrículas de imóveis cadastrados na Receita Municipal de Ouro Preto, utilizando esse indicador como variável aproximada da demanda latente por estacionamento, conforme a classificação de uso do solo e os parâmetros urbanísticos municipais;
- Relacionar variáveis físicas e urbanísticas, como largura da via, declividade e uso predominante do solo, à oferta, à demanda e ao déficit de vagas, buscando compreender a influência do traçado viário e do ambiente construído sobre o estacionamento na área de estudo;
- Comparar a oferta e a demanda de estacionamento, identificando áreas com superávit, déficit ou equilíbrio de vagas e discutindo suas possíveis implicações para a mobilidade urbana e o uso do espaço público;
- Aplicar técnicas de análise multivariada, como a análise de agrupamentos hierárquicos, para identificar padrões territoriais e agrupamentos de pressão sobre o estacionamento como estratégia para gestão de tráfego.

1.2 Justificativa

A relevância deste estudo reside na necessidade de compreender, de forma integrada e quantitativa, como o estacionamento interfere na mobilidade urbana de cidades históricas, um tema amplamente discutido em pesquisas sobre patrimônio e circulação em centros urbanos consolidados (Bonduki, 2010; Vasconcellos, 2017). Ouro Preto apresenta uma morfologia colonial com um sistema viário que impõem condições à circulação de veículos e pedestres que não são materialmente modificáveis (Bonduki, 2010; Araújo, 2018). Entretanto, a expansão do uso do automóvel intensificou conflitos entre modos de transporte, afetando a caminhabilidade e provocou a apropriação indevida de espaços públicos (Brinco, 2016; Bastos; Bordim Filho, 2018). A integração de dados entre oferta e demanda, apoiada por métodos estatísticos, possibilita diagnósticos mais empíricos e embasa ações de reorganização urbana alinhadas às necessidades atuais (Ríos; Vicentini; Acevedo-Daunas, 2013).

Esta pesquisa preenche esta lacuna identificada na literatura e nos levantamentos existentes: embora haja registros da oferta de vagas no centro histórico, esses dados nunca foram confrontados com uma demanda e analisado pontualmente, região por região, logradouro por logradouro. A relevância prática deste estudo também se evidencia, pois, seus resultados podem orientar intervenções práticas baseadas em dados e evidências, como, por exemplo, a delimitação de zonas de estacionamento, criação de estacionamentos periféricos, reorganização dimensional de vias (pista e passeios) para qualificação de calçadas e melhoria da acessibilidade, elementos considerados essenciais para cidades históricas em processo de readequação funcional (Ouro Preto, 2018; Damaso, 2025). Assim, se insere nos desafios contemporâneos de mobilidade, preservação patrimonial e uso racional do espaço urbano, contribuindo para uma gestão mais equilibrada do centro histórico de Ouro Preto (Araújo, 2018).

Além da comparação entre oferta e demanda de vagas, a pesquisa utiliza técnicas de estatística multivariada para identificar padrões espaciais entre os logradouros do perímetro de tombamento. A aplicação da Análise de Agrupamento Hierárquico, permite agrupar vias com características semelhantes de infraestrutura, uso do solo, condições geométricas e pressão por estacionamento, produzindo um diagnóstico territorial que ultrapassa análises descritivas tradicionais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Mobilidade Urbana, Automóvel e Transformações do Espaço Público

A mobilidade urbana constitui um dos pilares estruturantes das cidades, garantindo o acesso da população a bens, serviços e oportunidades, conforme estabelecido pela Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), instituída pela Lei nº 12.587/2012, que define mobilidade como a condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano (Brasil, 2012). Tal perspectiva reforça a mobilidade como direito social e como elemento essencial para a inclusão e a equidade no uso do território, aspecto destacado por autores que discutem a mobilidade como dimensão da cidadania. Nessa linha, Carvalho (2016) argumenta que a mobilidade deve ser compreendida não apenas como fenômeno técnico, mas como expressão da cidadania, uma vez que o acesso físico ao território possibilita o exercício das demais dimensões da vida urbana.

Barbosa (2016) aprofunda essa discussão ao defender que a mobilidade é também uma dimensão política, diretamente influenciada pelas formas de planejamento do espaço urbano. A depender de como a cidade é organizada, determinados grupos sociais têm seus deslocamentos facilitados, enquanto outros encontram barreiras estruturais, perpetuando desigualdades territoriais, conforme demonstrado pelos estudos de Loboda e Miyazaki (2012), que relacionam desigualdades no território a formas de circulação. Essas desigualdades tornam-se ainda mais evidentes quando se analisa a predominância da cultura rodoviarista no século XX, responsável por consolidar o automóvel como principal meio de transporte nas cidades brasileiras (Vasconcellos, 2017; Brinco, 2016; BASTOS; Bordim Filho, 2018).

Segundo Vasconcellos (2017), o automóvel foi vinculado ao símbolo de modernidade e progresso, orientando políticas públicas e projetos urbanos que privilegiaram fluxos motorizados, expansão do viário e incentivos ao transporte individual. Essa lógica, marcada por investimentos desiguais, resultou na marginalização do pedestre, que passou a circular em calçadas estreitas, irregulares e desconectadas, frequentemente tratadas como espaços residuais, as chamadas “terras de ninguém” (Vasconcellos, 2017). Brinco (2016) denomina esse fenômeno como “protagonismo exagerado do automóvel”, no qual o veículo passou a ocupar não apenas a maior parte da infraestrutura viária, mas também os espaços de permanência e convivência urbana.

A disponibilidade crescente de vagas em vias públicas reforçou ainda mais essa dependência, Bastos e Bordim Filho (2018) afirmam que, quanto maior a oferta de vagas, maior o estímulo ao uso do carro, criando um ciclo vicioso que intensifica a saturação viária. Esse processo culmina no “colapso por excesso”, no qual o veículo, antes símbolo de liberdade, torna-se o principal causador da imobilidade urbana (Vasconcellos, 2017). Nas cidades históricas, esse cenário é amplificado pela morfologia urbana: ruas estreitas, declividades acentuadas e traçados orgânicos dificultam a circulação de veículos e tornam incompatível a demanda contemporânea por estacionamento, conforme demonstrado por Araújo (2018).

No caso de Ouro Preto, Araújo (2018) evidencia que o traçado colonial não comporta o volume atual de automóveis, resultando em saturação do sistema viário, bloqueio da caminhabilidade e comprometimento da paisagem tombada, e o estacionamento se apresenta como um dos principais vetores dessa pressão. Como observa Brinco (2016), um automóvel permanece mais de 90% do tempo parado, o que representa uma ocupação desproporcional do solo urbano por áreas improdutivas. Quando esse estacionamento ocorre nas vias públicas, substitui espaços de uso coletivo como calçadas, praças e largos, afetando diretamente a experiência urbana (Araújo, 2018). Apesar das dimensões da cidade, um fator relevante que impõe condições na mobilidade a pé e estimula os deslocamentos motorizados é a topografia.

Bastos e Bordim Filho (2018) reforçam que o estacionamento gratuito nas vias funciona como um subsídio indireto ao uso do carro, reduzindo o espaço destinado aos pedestres e desestimulando modos ativos e o transporte coletivo. Em Ouro Preto, esse fenômeno manifesta-se particularmente em largos e praças que, ao serem ocupados por veículos parados, perdem sua função social e sua capacidade de acolher o lazer e convivência (Araújo, 2018).

Na contramão da lógica automobilística, autores como Gehl e Svarre (2017) e Andrade e Linke (2017) defendem a reorganização das cidades a partir da escala humana, priorizando a mobilidade ativa e o uso democrático do espaço público. Para esses autores, a qualidade da mobilidade não se mede pela velocidade dos veículos, mas pelo conforto, segurança e diversidade de interações proporcionadas ao pedestre. Reduzir vagas em áreas centrais pode ser uma estratégia eficaz de requalificação urbana, desde que acompanhada da ampliação das infraestruturas para caminhar e do fortalecimento do transporte público (Gehl; Svarre, 2017).

Ao integrar os conceitos de mobilidade, cultura automobilística e ocupação dos espaços públicos, evidencia-se que o estacionamento é elemento central para reestruturação da mobilidade em cidades históricas como Ouro Preto (Brinco, 2016; Bastos; Bordim Filho, 2018;

Araújo, 2018). Compreender essa dinâmica é fundamental para orientar políticas que conciliam preservação patrimonial, circulação eficiente e promoção da caminhabilidade como eixo estruturante do ambiente urbano (Araújo, 2018; Ouro Preto, 2018).

2.2 Mobilidade e a mobilidade a pé no centro histórico de Ouro Preto

As cidades históricas brasileiras enfrentam desafios singulares no campo da mobilidade urbana, em grande parte porque seus tecidos urbanos foram estruturados antes da era do automóvel, apresentando ruas estreitas, declividades acentuadas e traçados irregulares (Bonduki, 2010; Araújo, 2018). Entre esses núcleos, Ouro Preto se destaca por reunir valores históricos, patrimoniais e morfológicos que influenciam diretamente suas condições de circulação e acessibilidade (IPHAN, 2010). Conforme Araújo (2018), o tecido urbano ouropretano se originou de caminhos de penetração e rotas mineradoras que acompanhavam as linhas de drenagem natural e o relevo montanhoso, resultando em um traçado estreito e sinuoso, hoje incompatível com o volume de veículos em circulação, gerando conflitos permanentes entre automóveis, pedestres e o patrimônio edificado (Damaso, 2025).

Nesse contexto, o perímetro tombado pelo IPHAN, correspondente à área de maior concentração patrimonial e de centralidade urbana, reúne parcela significativa dos fluxos de pessoas e veículos, o que intensifica os problemas de mobilidade (Araújo, 2018). A predominância do automóvel, a deficiência do transporte coletivo e as condições precárias de caminhabilidade tornam a circulação no centro histórico um dos maiores desafios da gestão urbana (Damaso, 2025). Bonduki (2010) destaca que a mobilidade em centros históricos deve articular preservação cultural e sustentabilidade urbana, exigindo intervenções que priorizem o pedestre, reduzam a pressão veicular e valorizem a experiência sensorial e simbólica de caminhar em áreas tombadas (Ribeiro, 2014). Essa diretriz se aplica diretamente a Ouro Preto, cujo patrimônio impõe a necessidade de estratégias compatíveis com sua escala humana e valor histórico (Araújo, 2018; IPHAN, 2010).

O Plano de Mobilidade Urbana de Ouro Preto (2018) reconhece tais dificuldades e propõe medidas como a pedestrianização parcial de vias, o incentivo ao transporte público e a criação de estacionamentos periféricos, buscando compatibilizar a circulação urbana com a preservação do sítio histórico. Essa necessidade se intensifica porque, como aponta Vasconcellos (2017), a dependência do automóvel no Brasil decorre de um modelo urbano que historicamente privilegiou o transporte individual. Em cidades históricas, essa lógica gera um

paradoxo: o carro, antes símbolo de liberdade, torna-se agente de congestionamentos, ocupação excessiva do espaço público e ameaça ao patrimônio (Vasconcellos, 2017). A oferta excessiva de vagas no centro histórico reforça esse ciclo vicioso, estimulando ainda mais o uso do automóvel, tanto entre os moradores quanto os turistas (Brinco 2016; Bastos e Bordin Filho, 2018).

Por outro lado, autores como Gehl e Svarre (2017) e Andrade e Linke (2017) defendem que contextos históricos devem resgatar a escala humana no planejamento urbano, favorecendo o pedestre, ampliando o tempo de permanência nas ruas e criando ambientes convidativos à convivência e à observação. Em Ouro Preto, essa abordagem é particularmente pertinente, já que a riqueza visual e arquitetônica do centro histórico só pode ser plenamente apreciada em ritmo pedestre (Gehl; Svarre, 2017).

O deslocamento a pé na cidade, entretanto, é tão necessário quanto desafiador. O relevo acidentado, as declividades intensas e a pavimentação em pedra tornam a circulação pedonal mais lenta e insegura, impondo limitações físicas à acessibilidade universal (Vasconcellos, 2017; Araújo, 2018). Ribeiro (2014) enfatiza que superar essas barreiras requer soluções de desenho urbano adaptadas às condições locais, como degraus regulares, corrimãos, rampas acessíveis e materiais antiderrapantes, garantindo uma experiência de caminhada que também é sensorial e cultural.

Nesse contexto, além das limitações impostas pelo relevo e pelo tipo de pavimentação, observa-se a presença de elementos de infraestrutura urbana que agravam as condições de caminhabilidade. Tampas de inspeção e dispositivos técnicos implantados nas calçadas, muitas vezes sem nivelamento adequado ou tratamento superficial antiderrapante, configuram obstáculos à circulação pedonal, elevando o risco de escorregamentos e quedas, especialmente em períodos chuvosos.

A situação ilustrada na Figura 1 está diretamente associada a indicadores fundamentais de mobilidade a pé amplamente discutidos na literatura, como segurança do pedestre, continuidade do percurso e qualidade do pavimento. Em estudos voltados especificamente para centros urbanos históricos, Matos et al. (2021) destacam que a avaliação da mobilidade a pé deve considerar as particularidades desses espaços, caracterizados por limitações físicas decorrentes da preservação patrimonial, como calçadas estreitas, pavimentação irregular, elevada declividade e restrições às intervenções urbanísticas. Posteriormente, Matos et al. (2022) consolidaram o Índice de Caminhabilidade para Centros Urbanos Históricos (ICCH),

demonstrando sua aplicação no centro histórico de Ouro Preto como instrumento capaz de diagnosticar as condições do ambiente destinado aos pedestres e subsidiar políticas públicas voltadas à mobilidade ativa e à qualificação do espaço urbana.

A presença de uma tampa de inspeção no eixo da calçada, sem nivelamento adequado e com superfície potencialmente escorregadia, interrompe a fluidez do deslocamento a pé, reduz o conforto do pedestre e aumenta o risco de acidentes. Segundo Gehl (2017), irregularidades e obstáculos no piso afetam negativamente a experiência da caminhada, sobretudo em áreas históricas, onde o deslocamento pedonal é predominante. De forma complementar, o ITDP (2018) destaca que calçadas adequadas devem apresentar superfície regular, antiderrapante e livre de obstáculos, critérios que não são plenamente atendidos na situação observada no centro histórico de Ouro Preto.



Figura 1: Elemento de infraestrutura urbana (tampa de inspeção) inserido de forma irregular na calçada em via do centro histórico de Ouro Preto/MG, comprometendo a segurança e a acessibilidade do deslocamento pedonal.

Fonte: (Autor, 2026).

Autores como Gehl e Svarre (2017) reforçam que caminhar não deve ser entendido apenas como meio de deslocamento, mas como forma de convivência e percepção da cidade.

Já Andrade e Linke (2017) observam que o desenho das vias e calçadas influencia diretamente o comportamento dos pedestres: fachadas ativas, boa iluminação e sensação de segurança favorecem a caminhada, enquanto desníveis acentuados, irregularidades e obstáculos reduzem o fluxo de pedestres e estimulam o uso do automóvel, mesmo em pequenos trajetos (Gehl; Svarre, 2017).

Resultados obtidos por Matos et al. (2022), em estudo desenvolvido no centro histórico de Ouro Preto por meio da aplicação do Índice de Caminhabilidade para Centros Urbanos Históricos (ICCH), evidenciaram que as condições de caminhabilidade da área central foram classificadas, de modo geral, como ruins. Os autores destacam que fatores relacionados à infraestrutura destinada aos pedestres, à segurança e à conectividade comprometem a qualidade dos deslocamentos a pé, ressaltando a necessidade de conciliar a preservação do patrimônio histórico com intervenções voltadas à melhoria da acessibilidade, do conforto e da mobilidade ativa.

Dessa forma, o ato de caminhar em Ouro Preto resulta do diálogo entre o patrimônio histórico e as limitações impostas pela topografia. Embora desafiadora, a mobilidade a pé é essencial para preservar o caráter humano da cidade, a sociabilização e coletividade, e fortalecer assim sua identidade cultural. Políticas públicas voltadas ao redesenho das vias, à ampliação das calçadas e ao controle dos estacionamentos têm o potencial de transformar dificuldades em oportunidades, promovendo a valorização do espaço urbano e reforçando a sustentabilidade da mobilidade local (Araújo, 2018; Ouro Preto, 2018).

2.3 A circulação e estacionamento veicular em cidades históricas

De acordo com Bastos e Bordim Filho (2018), existe uma relação direta entre a disponibilidade de vagas e o aumento da frota circulante. O estacionamento gratuito ou de baixo custo nas vias públicas atua como subsídio indireto ao uso do carro, incentivando a dependência do transporte individual. Essa prática reduz o espaço destinado a pedestres, desestimula o transporte coletivo e compromete a função social do espaço público. No contexto de Ouro Preto, observa-se a adoção recente do estacionamento rotativo nas principais vias do centro histórico como instrumento de ordenamento do uso das vagas. No entanto, essa medida mostrou-se limitada para enfrentar os problemas estruturais da mobilidade urbana e da qualificação da paisagem histórica. Embora o sistema introduza restrições temporais à permanência dos veículos, ele mantém a prioridade do automóvel sobre o espaço viário,

preservando a ocupação extensiva das ruas por carros estacionados, especialmente em áreas de elevada atratividade funcional e turística (Araújo, 2018). O estacionamento rotativo não atua sobre condicionantes estruturais do sítio histórico, como a escassez de garagens privadas, o traçado viário estreito e as restrições impostas à adaptação das edificações tombadas, fatores que continuam a intensificar a pressão sobre o espaço público e a comprometer a qualidade da paisagem urbana (IPHAN, 2010; Vasconcellos, 2017).

Araújo (2018) analisa esse fenômeno no centro histórico de Ouro Preto, onde a apropriação indevida de largos e praças como áreas de estacionamento desqualifica esses espaços e impede o uso, como de lazer e o convívio. Para a autora, a devolução desses espaços à população é um passo fundamental para o fortalecimento da caminhabilidade e da vitalidade urbana. Em complemento, Gehl e Svarre (2017) argumentam que a redução de vagas em áreas centrais pode ser uma estratégia de requalificação urbana, desde que acompanhada de melhorias na infraestrutura para pedestres e transporte público. A redistribuição do espaço viário deve priorizar o bem coletivo e a sustentabilidade, e não a conveniência individual do motorista.

Segundo o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2010), a abertura de garagens nas fachadas principais das edificações da Zona de Proteção Especial (ZPE) é restrita, a fim de preservar a ambiência e a integridade do conjunto arquitetônico tombado. Essas restrições, somadas ao traçado estreito, às calçadas mínimas e aos pavimentos irregulares, reforçam a pressão pelo uso do espaço público para estacionamento (Araújo, 2018). Araújo (2018) observa que, na ausência de infraestrutura apropriada, largos, praças e áreas de expansão do sistema viário tornam-se locais de estacionamento espontâneo, prejudicando a função social desses espaços e limitando sua apropriação cotidiana por pedestres e atividades comunitárias (Araújo, 2018). A Figura 2 ilustra a ocupação intensiva da Praça Tiradentes por veículos estacionados, antes da proibição realizada em 2022, evidenciando a substituição do uso coletivo do espaço público pela função de estacionamento.



Figura 2: Ocupação da Praça Tiradentes por veículos estacionados em Ouro Preto.

Fonte: Estado de Minas (2014).

Brinco (2016) caracteriza essa dinâmica como um “protagonismo exacerbado” do estacionamento nas cidades, no qual áreas públicas são convertidas em superfícies improdutivas, destinadas a veículos que passam a maior parte do tempo parados. Para o autor, essa ocupação representa uma privatização do espaço coletivo, sustentada pela percepção equivocada de que estacionar nas vias é um direito, quando, na verdade, trata-se de uma concessão pública que gera custos sociais elevados (Brinco, 2016). Nesse sentido, Bastos e Bordim Filho (2018) destacam que a abundância de vagas cria um ciclo vicioso: quanto mais áreas destinadas aos carros, maior o incentivo ao uso do transporte individual, alimentando a saturação viária e o conflito com modos ativos (Bastos; Bordim Filho, 2018).

As análises realizadas pelo projeto de Iniciação Científica intitulado “Espaços de vivência negados: a onipresença dos estacionamentos no centro histórico de Ouro Preto, MG” coordenado pelos professores Alice Viana de Araújo e Yuri Queiroz Abreu Torres, mapeou, entre os anos de 2022 e 2023, reforçam essa leitura, evidenciando a presença massiva de veículos estacionados como um dos principais fatores de degradação da mobilidade a pé de bloqueio de usos mais inclusivos do espaço urbano, especialmente na ZPE. Nas discussões conduzidas posteriormente pelos professores, no âmbito da Ação Institucional intitulada “Espaços públicos em Ouro Preto: apoio às iniciativas municipais de requalificação dos espaços de lazer e de mobilidade”, o argumento constantemente utilizado para subsidiar as propostas de requalificação urbana desenvolvidas é de que a devolução de parte dessas áreas

ao pedestre é condição fundamental para restaurar a vitalidade urbana e a qualidade de fruição do patrimônio.

Ao mesmo tempo, Seixas (2009) demonstra que políticas de estacionamento não devem ignorar as necessidades de grupos com mobilidade reduzida ou demandas específicas do comércio. Seu estudo sobre Canterbury, cidade de porte e características semelhantes às de Ouro Preto, indica que a supressão total de vagas pode gerar desigualdades se não for acompanhada de alternativas como estacionamentos periféricos e integração com o transporte coletivo (Seixas, 2009). Essa perspectiva é reforçada por Araújo (2018), ao destacar que o objetivo não deve ser eliminar o automóvel, mas controlar racionalmente seu acesso ao centro histórico.

Ríos, Vicentini e Acevedo-Daunas (2013) sistematizam três eixos fundamentais das políticas de estacionamento: infraestrutura física (como demarcações e balizadores), precificação e regulação. A infraestrutura envolve a reorganização do espaço viário para restringir fisicamente o estacionamento, estratégia considerada altamente eficaz quando associada à supressão de vagas (Bastos; Bordim Filho, 2018).

A precificação, por sua vez, transfere aos motoristas parte dos custos que o automóvel impõe à cidade, tornando o uso do carro menos atrativo em áreas de alta demanda, sobretudo quando as tarifas são proporcionais ao tempo de permanência (Christiansen et al., 2017). Já os mecanismos regulatórios incluem limites máximos de vagas e integração entre estacionamentos privados e públicos, com a recomendação de que toda vaga criada fora da via seja compensada pela eliminação de uma vaga na rua (Ríos; Vicentini; Acevedo-Daunas, 2013).

O Plano de Mobilidade Urbana de Ouro Preto propõe a criação de estacionamentos periféricos integrados ao transporte coletivo, com o objetivo de reduzir o ingresso de veículos no interior da ZPE e restituir a função social dos espaços públicos centrais, conforme diretrizes técnicas elaboradas no âmbito do plano (Ouro Preto, 2018). Entretanto, estudos sobre gestão do estacionamento em cidades históricas indicam que esse tipo de estratégia apresenta maior efetividade na contenção da frota externa, especialmente veículos de visitantes, turistas e usuários ocasionais associados a eventos, ao desestimular o acesso direto ao núcleo histórico e reduzir a permanência prolongada em vias centrais (Brinco, 2016; Bastos; Bordim Filho, 2018).

Por outro lado, tais medidas tendem a produzir impactos limitados sobre a frota local residente, cujo padrão de uso é cotidiano, recorrente e de longa permanência, uma vez que os

deslocamentos dos moradores permanecem condicionados à escassez de garagens privadas intralotes, pela impossibilidade de adaptação das edificações históricas para abrigar veículos internamente (IPHAN, 2010; Araújo, 2018;).

Esse contexto evidencia a necessidade de políticas públicas complementares específicas para o estacionamento residencial, tais como: regulação diferenciada de vagas para moradores, controle do tempo de permanência em vias públicas, redistribuição do espaço viário em favor dos modos ativos, incentivo ao uso de estacionamentos fora da via e requalificação das áreas atualmente ocupadas por veículos parados. Tais medidas devem ser articuladas ao fortalecimento da mobilidade a pé e à qualificação do espaço público, de modo a reduzir a dependência do automóvel no cotidiano local e promover uma mobilidade mais compatível com a escala histórica da cidade, conforme defendem Vasconcellos (2017) e Gehl e Svarre (2017).

2.4 Georreferenciamento no setor de transportes e mobilidade urbana

O georreferenciamento tem se consolidado como uma ferramenta estratégica no planejamento e na gestão da mobilidade urbana, ao permitir a integração de dados espaciais, operacionais e socioeconômicos em ambientes digitais capazes de representar, analisar e monitorar dinâmicas territoriais complexas (Loungey et al., 2015; Brasil, 2006).

A adoção de um sistema georreferenciado representa um avanço substancial para a gestão urbana, ao potencialmente substituir decisões baseadas em suposições por análises fundamentadas em evidências territoriais. A disponibilização de dados na plataforma WebGIS de Ouro Preto é um primeiro passo iniciado para construção de um painel abrangente e atualizado da paisagem e da infraestrutura urbana, favorecendo o monitoramento contínuo das carências, potencialidades e desigualdades socioespaciais.

Ao integrar diferentes bases públicas de dados, a ferramenta beneficia a interação dos órgãos gestores com associações de bairro e comunidades do entorno das áreas, ampliando as possibilidades de participação social e de construção colaborativa do conhecimento territorial para orientar políticas mais sensíveis às necessidades reais da população. Além de apoiar a gestão urbana, o sistema cria condições para o desenvolvimento de pesquisas empíricas nas áreas de planejamento urbano, desenho urbano e paisagístico, ao disponibilizar informações especializadas de forma acessível e integrada. No campo da mobilidade urbana, essa capacidade analítica torna-se particularmente relevante, pois permite compreender a

distribuição espacial dos fluxos, do transporte coletivo, das vagas de estacionamento e dos conflitos entre os diferentes modos de deslocamento, especialmente em cidades históricas como Ouro Preto.

No setor de transportes, o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) possibilita mapear fluxos de deslocamento, padrões de estacionamento, conflitos entre modos de transporte e relações entre a infraestrutura viária e o uso do solo, contribuindo para decisões mais precisas e fundamentadas em evidências espaciais (Câmara; Davis; Monteiro, 2001; Brasil, 2006).

Experiências nacionais e internacionais demonstram que o georreferenciamento aplicado à mobilidade urbana favorece ganhos significativos do ponto de vista espacial, especialmente no que se refere à racionalização do uso do espaço viário (Costa; Egler; Casellas, 2019). Cidades como Porto Alegre, São Paulo e Amsterdã utilizam plataformas digitais e sistemas georreferenciados para subsidiar políticas de gestão do tráfego, controle do estacionamento e qualificação do espaço público, permitindo identificar áreas de saturação veicular e orientar intervenções voltadas à redução do conflito entre automóveis e modos ativos de deslocamento (Costa; Egler; Casellas, 2019).

Do ponto de vista da caminhabilidade, o georreferenciamento possibilita analisar variáveis como largura de calçadas, declividade, presença de obstáculos, continuidade dos percursos e relação com fachadas e usos ativos, elementos fundamentais para a qualidade da experiência pedonal (Gehl; Svarre, 2017; Andrade; Linke, 2017; Silva, 2023). Ao espacializar essas informações, torna-se possível identificar trechos críticos à circulação a pé e áreas com potencial para requalificação urbana, promovendo ambientes mais seguros, confortáveis e atrativos para o pedestre (Ribeiro, 2014;).

Além disso, a integração de bases georreferenciadas contribui para a melhoria da fluidez veicular ao permitir o planejamento mais eficiente da oferta de vagas, a localização estratégica de estacionamentos periféricos e a organização do sistema viário conforme sua hierarquia funcional (Ríos; Vicentini; Acevedo-Daunas, 2013; Christiansen et al., 2017). Em cidades históricas, onde o espaço físico é limitado e a preservação patrimonial impõe restrições às intervenções, o uso de ferramentas geoespaciais torna-se ainda mais relevante, pois possibilita simular cenários, avaliar impactos e orientar decisões com menor grau de arbitrariedade.

Nesse sentido, a disponibilização de dados em plataformas como a WebGIS amplia a transparência da gestão urbana e fortalece a articulação entre planejamento técnico e

participação social, conforme diretrizes nacionais para o uso de geotecnologias no setor público (Brasil, 2006). Ao reunir informações sobre mobilidade, uso do solo e paisagem urbana em um ambiente integrado, o georreferenciamento se afirma como instrumento essencial para promover uma mobilidade mais equilibrada, alinhada à preservação do patrimônio, à valorização da paisagem urbana e ao fortalecimento da mobilidade a pé nos centros históricos.

2.5 Estatística e análise multivariada na gestão de mobilidade

A gestão da mobilidade urbana contemporânea demanda ferramentas analíticas capazes de interpretar fenômenos nos quais variáveis físicas, espaciais e operacionais interagem simultaneamente. Nesse contexto, a análise multivariada constitui uma abordagem amplamente empregada para investigar relações entre múltiplas variáveis e identificar padrões em sistemas urbanos (Fávero et al., 2009; Hair Junior et al., 2019). Revisões recentes da literatura demonstram que técnicas multivariadas e métodos de agrupamento permanecem entre as principais ferramentas utilizadas em estudos de mobilidade urbana, planejamento territorial e gestão de transportes. Na presente pesquisa, a Análise de Agrupamento Hierárquico (AAH) foi adotada por possibilitar a organização dos logradouros em grupos com características quantitativas semelhantes, considerando conjuntamente variáveis como largura da via, declividade, comprimento, oferta de vagas, demanda normativa e déficit de estacionamento.

Segundo Fávero et al. (2009), técnicas multivariadas permitem examinar padrões ocultos em conjuntos de dados com múltiplas variáveis, identificando relações estruturais que não seriam perceptíveis por métodos estatísticos tradicionais univariados e bivariados. Em estudos de mobilidade, tais métodos auxiliam na compreensão de como fatores ambientais, socioeconômicos e infra estruturais influenciam o comportamento de deslocamento (Hair et al., 1998).

Aplicadas ao contexto de Ouro Preto, essas metodologias tornam-se particularmente valiosas para compreender a pressão exercida pelo estacionamento na ZPE e seus impactos sobre a mobilidade a pé e a apropriação dos espaços públicos, especialmente diante da escassez de diagnósticos integrados entre oferta e demanda. De modo semelhante, o estudo de Silva (2023) evidencia que a mobilidade a pé na cidade é influenciada simultaneamente por fatores como declividade, largura de calçada, pavimentação, presença de obstáculos e dinâmica do tráfego, caracterizando um cenário tipicamente multivariado.

A utilização de métodos como Análise Fatorial, Análise de Componentes Principais (ACP), Análise Fatorial para Dados Mistos (AFDM) e Análise de Agrupamentos (Cluster Analysis) permite identificar padrões territoriais relacionados à distribuição das vagas, demandas dos moradores, permanência de turistas, acessibilidade das ruas e impedimentos à circulação pedonal. Fávero et al. (2009) destacam que tais técnicas são adequadas para reduzir a dimensionalidade de grandes bancos de dados urbanos, permitindo identificar os fatores latentes que estruturam comportamentos e atributos espaciais.

No caso do estacionamento, Christiansen et al. (2017) demonstram que fatores como disponibilidade de vagas, custos associados, densidade urbana e perfil dos usuários influenciam intensamente o uso do automóvel em áreas centrais, um fenômeno que requer abordagens multivariadas para ser plenamente compreendido. Em cidades históricas, esses efeitos tendem a ser ainda mais pronunciados devido à escassez de espaço físico disponível para ampliação da infraestrutura viária, às restrições impostas pela preservação do patrimônio cultural e à elevada diversidade de usos urbanos concentrados em áreas reduzidas. Essas características intensificam os conflitos entre circulação, estacionamento, acessibilidade e permanência nos espaços públicos, tornando sua gestão particularmente complexa (UNESCO, 2011; IPHAN, 2010; Gehl; Svarre 2017).

Assim, a literatura evidencia que técnicas estatísticas multivariadas constituem importantes ferramentas para estudos sobre mobilidade urbana e estacionamento, pois permitem analisar de forma integrada variáveis relacionadas às características físicas das vias, ao uso e ocupação do solo, à oferta e demanda de estacionamento e aos conflitos entre circulação de veículos e pedestres (Fávero et al., 2009; Hair Junior et al., 2019; Christiansen et al., 2017). Ao possibilitar a identificação de padrões espaciais e de grupos com características semelhantes, essas técnicas contribuem para diagnósticos mais consistentes e para o desenvolvimento de estratégias de planejamento compatíveis com as especificidades dos centros urbanos históricos (Rios; Vicentini; Acevedo-Daunas, 2013; UNESCO, 2011).

3 PROCESSOS METODOLÓGICOS

3.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende a perímetro tombada sede do município de Ouro Preto, Minas Gerais, correspondente quase que integralmente ao perímetro urbano tombado em âmbito federal pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e regido pela Portaria nº 312, de 20 de outubro de 2010. O conjunto urbano foi inscrito como Patrimônio Cultural da Humanidade pela UNESCO em 1980 e constitui um dos mais importantes núcleos urbanos coloniais brasileiros, preservando características arquitetônicas, paisagísticas e morfológicas que condicionam a ocupação do solo e a dinâmica da mobilidade urbana (UNESCO, 1980; IPHAN, 2010).

O perímetro tombado pelo IPHAN concentra parte significativa dos equipamentos públicos, atividades comerciais, serviços, equipamentos culturais e atrativos turísticos do município. Embora apresente grande sobreposição com a Zona de Proteção Especial (ZPE), seus limites não são coincidentes. Nesta pesquisa adotou-se o limite tombado pelo IPHAN por corresponder ao recorte espacial utilizado durante o levantamento de dados. Simultaneamente, abriga edificações históricas protegidas, cujas restrições legais limitam intervenções físicas, especialmente a abertura de novas garagens e alterações de suas fachadas fatores que intensificam a utilização das vias públicas para estacionamento de veículos. A escolha da área de estudo justifica-se pela elevada pressão exercida pelo estacionamento sobre o espaço público, decorrente da coexistência entre intenso fluxo de moradores, atividades comerciais e serviços urbanos essas condições tornam o perímetro tombado um ambiente representativo para a investigação da relação entre oferta e demanda potencial de vagas de estacionamento, bem como dos impactos dessa dinâmica sobre a mobilidade urbana e a mobilidade a pé (Figura 3)

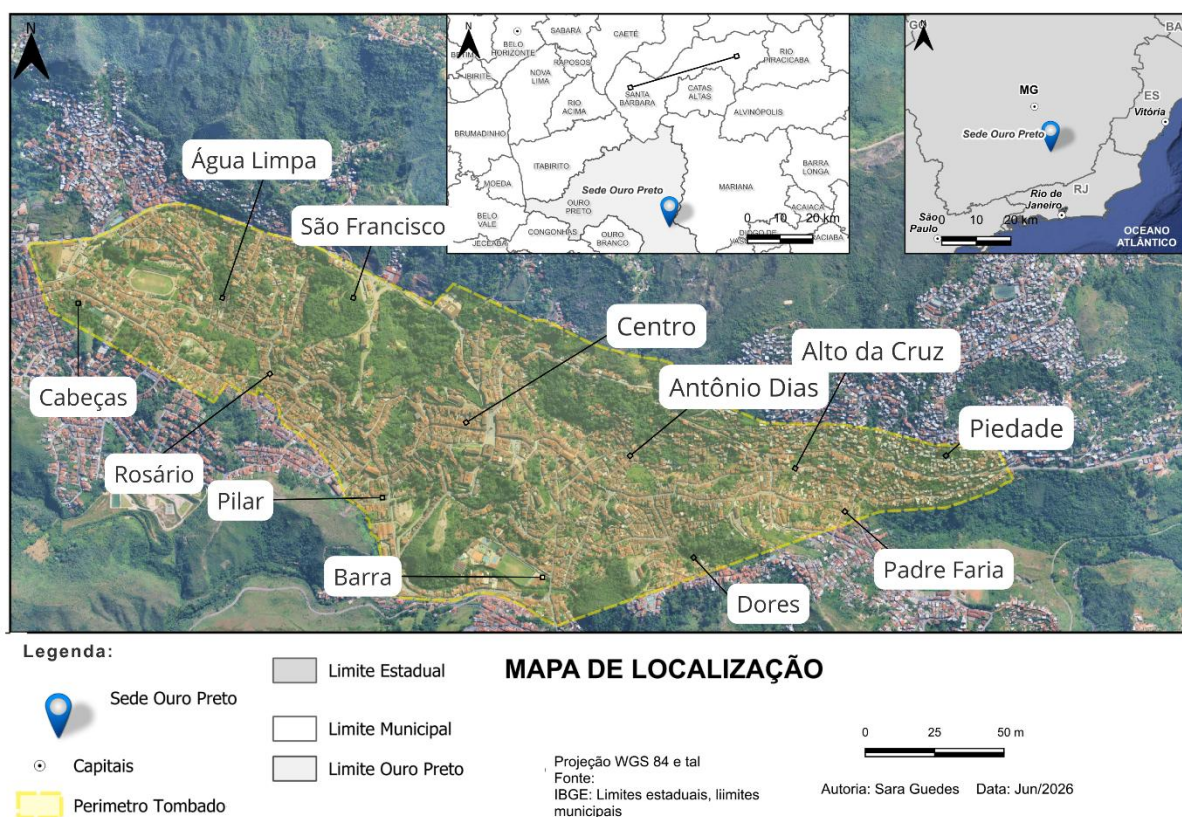


Figura 3: Localização do perímetro tombado pelo IPHAN utilizado como área de estudo.

Fonte: Autora (2026)

A delimitação da área de estudo permitiu organizar todas as etapas subsequentes da pesquisa, incluindo o levantamento da oferta de vagas de estacionamento, a estimativa da demanda, a caracterização física e funcional dos logradouros e a aplicação das análises estatísticas. A utilização dos quadrantes como unidade auxiliar de organização facilitou o controle do levantamento e a posterior integração das informações em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), possibilitando a construção de uma base de dados georreferenciada para toda a perímetro tombado da sede da cidade de Ouro Preto, assim a unidade de pesquisa foi trocada para logradouros para ter uma melhor compreensão do que acontece em cada uma delas.

3.2 Obtenção de dados

A base de dados utilizada nesta pesquisa teve como ponto de partida o levantamento realizado durante o projeto de Iniciação Científica *Espaços de vivência negados: a onipresença*

dos estacionamentos no centro histórico de Ouro Preto, MG, desenvolvido entre os anos de 2022 e 2023, sob coordenação dos professores Alice Viana de Araújo e Yuri Queiroz Abreu Torres. Nesse projeto foram identificadas todas as áreas destinadas ao estacionamento de veículos no perímetro tombado da sede de Ouro Preto, abrangendo os trechos onde o estacionamento é permitido e aqueles sujeitos a restrições legais ou operacionais.

Os dados obtidos durante o levantamento foram reorganizados por este trabalho em ambiente QGIS, adotando como unidade de análise cada rua, praça, travessa e largo inseridos. A malha viária municipal foi utilizada como base cartográfica para integração das informações levantadas em campo, permitindo a espacialização dos trechos com estacionamento permitido e não permitido e a consolidação de uma base georreferenciada dos logradouros analisados. A Figura 4 contém a base georreferenciada desenvolvida por este trabalho.

Fonte: Autora (2026)

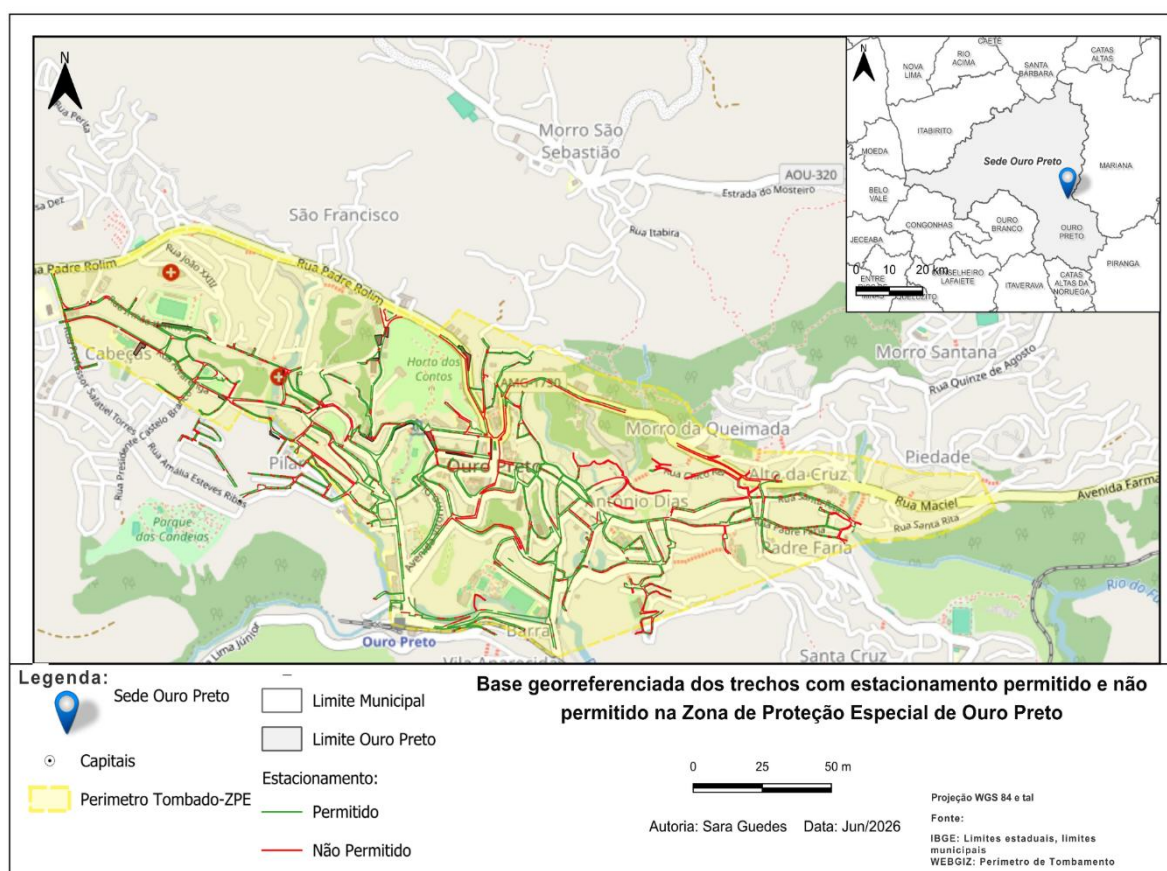


Figura 4: Base georreferenciada dos trechos com estacionamento permitido e não permitido no perímetro tombado

A partir da base georreferenciada foi elaborada uma tabela de atributos para cada logradouro, reunindo informações físicas, geométricas, funcionais e operacionais das vias.

Como unidade de análise foram considerados os logradouros inseridos no perímetro tombado. Entretanto, alguns logradouros localizados parcialmente fora do perímetro de tombamento também foram incluídos no levantamento por apresentarem continuidade física e funcional com a área de estudo, estabelecendo ligação direta com o sistema viário e influenciando sua dinâmica de estacionamento. Esses trechos já haviam sido contemplados no levantamento realizado durante o projeto de Iniciação Científica e, por manterem relação direta com o objeto desta pesquisa, foram incorporados ao banco de dados.

3.3 Tratamento dos dados

3.3.1 Construção da tabela de atributos

Após a consolidação da base georreferenciada dos logradouros, foi elaborada uma tabela de atributos contendo as variáveis necessárias à caracterização física, funcional e operacional de cada via inserida no estudo. As variáveis que compõem essa base de dados são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Tabela de variáveis

Variável	Tipo	Unidade	Método/Fonte
Logradouro	Qualitativa	-	Base viária municipal
Largura média da via	Quantitativo	Metros	QGIS
Declividade média	Quantitativo	%	QGIS
Classificação da declividade média	Qualitativa	-	Crepani et al. (2001), adaptado
Comprimento médio da via	Quantitativa	Metros	QGIS
Uso Predominante do solo	Qualitativa	-	Receita Municipal
Entradas de garagem	Quantitativo	Unidades	Levantamento em campo
Comprimento permitido para estacionamento	Quantitativo	Metros	Levantamento em campo
Comprimento com restrição ao estacionamento	Quantitativo	Metros	Levantamento em campo
Oferta de vagas	Quantitativo	Unidade	Cálculo da pesquisa
Demanda de vagas	Quantitativo	Unidade	Cálculo da pesquisa
Déficit de vagas	Quantitativo	Unidade	Cálculo da pesquisa

Fonte: Autora (2026)

A construção da tabela de atributos consistiu na integração de informações provenientes de diferentes fontes de dados, reunindo, em um único banco, características geométricas das vias, informações obtidas no levantamento de campo e dados cadastrais utilizados posteriormente para a estimativa da demanda por vagas de estacionamento.

Inicialmente, para cada logradouro foram obtidas, em ambiente QGIS, as variáveis geométricas correspondentes à largura média da via, ao comprimento linear e à declividade média. A largura média foi determinada por meio da média aritmética de medições realizadas em três diferentes trechos de cada logradouro, buscando representar as variações existentes ao longo da via, enquanto o comprimento linear foi obtido a partir da extensão do eixo do logradouro.

A declividade média foi calculada utilizando o Modelo Digital de Elevação (MDE), por meio da extração do perfil longitudinal do eixo de cada logradouro. Para facilitar a interpretação dos resultados, os valores foram classificados em quatro categorias: baixa (0 a 5%), média (5 a 10%), alta (10 a 20%) e muito alta (%), adotando-se como referência a metodologia proposta por Crepani et al. (2001) (acima de 20, com adaptação dos intervalos às características topográficas da área de estudo).

Também foram incorporadas informações obtidas durante o levantamento de campo realizado no projeto de Iniciação Científica, incluindo o número de entradas de garagem, o comprimento dos trechos de estacionamento regulamentado, o comprimento dos trechos com restrição ao estacionamento e o número de vagas ofertadas em cada logradouro, obtida pelo cálculo do comprimento de uma vaga regulamentada pelo Contran.

Ao final dessa etapa foi obtida uma base de dados espacial estruturada composta por variáveis quantitativas e qualitativas referentes aos 107 logradouros analisados. Esse banco de dados constituiu a base para a estimativa da oferta de vagas e integração dos dados cadastrais da Receita Municipal para o cálculo da demanda normativa.

A tabela completa contendo os valores de todas as variáveis levantadas para os 107 logradouros analisados é apresentada no Apêndice A. Essa base reúne os atributos físicos, geométricos, funcionais e operacionais utilizados na estimativa da oferta, da demanda normativa, do déficit de vagas e para a aplicação da Análise de Agrupamento Hierárquico, permitindo maior transparência metodológica e a reprodutibilidade dos resultados obtidos.

3.3.2 Estimativa da oferta de vagas

A oferta de vagas de estacionamento foi estimada a partir do comprimento útil disponível para estacionamento regulamentado em cada logradouro. Para isso, foi considerado o comprimento total dos trechos onde o estacionamento é permitido, obtido a partir do levantamento de campo e da base georreferenciada construída nesta pesquisa. Os trechos onde

o estacionamento não é permitido já contemplam as áreas correspondentes às entradas de garagem, faixas de proibição e demais restrições existentes ao longo das vias.

O número de vagas ofertadas foi calculado dividindo-se o comprimento útil disponível pelo comprimento padrão de uma vaga de estacionamento (5,0 m), adotando-se a dimensão convencional de 2,50 m × 5,00 m empregada em projetos de sinalização de vias e áreas de estacionamento pelo CONTRAN (BRASIL, 2025). A dimensão também é compatível com os parâmetros de projeto utilizados em espaços destinados ao estacionamento de veículos, observando-se ainda as disposições da ABNT NBR 9050 quanto aos requisitos de acessibilidade aplicáveis às vagas reservadas (ABNT, 2020).

O procedimento adotado é representado pela Equação 1 :

$$\text{Equação 1: Oferta de vagas} = \frac{\text{Comprimento útil para estacionamento}}{\text{Comprimento padrão adotado para cada vaga}}$$

Em que:

- **Comprimento útil para estacionamento (m):** extensão do logradouro disponível para estacionamento, após o desconto dos trechos com restrição ao estacionamento e das entradas de garagem;
- **Comprimento padrão adotado para cada vaga (m):** 5 metros.

Para a estimativa da oferta de vagas nos logradouros convencionais, adotou-se como referência a vaga paralela com dimensões de 2,50 × 5,00 m. Não foram consideradas configurações de estacionamento em 30°, 45°, 60° ou 90°, uma vez que essas demandam maior largura da via para sua implantação. Embora essas configurações possibilitem maior número de vagas por unidade de comprimento, a predominância de vias estreitas no centro histórico de Ouro Preto faz com que o estacionamento paralelo represente a configuração mais frequente e compatível com a realidade local. Assim, a adoção desse critério representa um cenário conservador para a estimativa da oferta de vagas.

Outra limitação da pesquisa refere-se à ausência de levantamento específico das vagas reservadas às pessoas com deficiência (PCD). Dessa forma, essas vagas não foram quantificadas separadamente na estimativa da oferta, podendo influenciar pontualmente os resultados obtidos. Entretanto, considera-se que essa limitação não compromete a identificação dos padrões espaciais analisados, uma vez que o número dessas vagas é reduzido em relação ao total da oferta existente.

A aplicação desse procedimento permitiu estimar o número de vagas efetivamente oferecidas em cada um dos 107 logradouros analisados, constituindo a variável “Oferta de Vagas”, posteriormente utilizada na comparação com a demanda e no cálculo do déficit de vagas de estacionamento.

3.3.3 Tratamento dos dados da Receita Municipal

Os dados utilizados para a estimativa da demanda por vagas de estacionamento foram fornecidos pela Receita Municipal de Ouro Preto, por meio do cadastro imobiliário do município. A base disponibilizada continha as matrículas imobiliárias vinculadas aos logradouros inseridos no perímetro tombado, permitindo identificar os imóveis oficialmente cadastrados em cada rua, praça, travessa e largo.

Inicialmente, foi realizado o cruzamento entre a base georreferenciada elaborada a partir do levantamento de campo da Iniciação Científica e o cadastro de matrículas fornecido pela Receita Municipal. Esse procedimento teve como objetivo relacionar cada logradouro inventariado na pesquisa ao respectivo conjunto de matrículas imobiliárias existentes no cadastro municipal.

Dessa forma, foi possível associar a cada logradouro as características físicas obtidas durante o levantamento de campo e as informações cadastrais necessárias para a estimativa da demanda normativa por vagas de estacionamento.

Ressalta-se que a base fornecida pela Receita Municipal representa os imóveis oficialmente cadastrados no sistema tributário do município. Dessa forma, a quantidade de matrículas utilizada nesta pesquisa não corresponde necessariamente ao número total de edificações existentes em cada logradouro, uma vez que podem existir imóveis sem matrícula individualizada, edificações ainda não cadastradas ou registros sujeitos à atualização cadastral.

Apesar dessas limitações, optou-se pela utilização do cadastro imobiliário da Receita Municipal por se tratar da base oficial disponibilizada pelo município, considerada a fonte mais abrangente, padronizada e confiável. A adoção dessa base garantiu uniformidade metodológica na caracterização dos 107 logradouros analisados e possibilitou a integração entre os dados físicos das vias e as informações cadastrais dos imóveis, etapa fundamental para os procedimentos descritos na seção seguinte. Uma vez que a base de cadastro imobiliário seja fidedigna à realidade, após processos de regularização fundiária, a metodologia continua sendo válida.

Em razão das diferenças morfológicas existentes entre os espaços analisados, os resultados foram apresentados separadamente para os 95 logradouros convencionais e para as 12 áreas especiais, compostas por praças e largos. Isso porque, enquanto os logradouros convencionais apresentam estacionamento distribuído ao longo do eixo viário, as áreas especiais possuem configuração espacial própria, razão pela qual foram tratadas de forma independente ao longo das análises

Na Figura 5 está o fluxograma metodológico da pesquisa, sintetizando as etapas de obtenção, tratamento e integração dos dados, bem como os procedimentos empregados para a estimativa da oferta, da demanda e do déficit de vagas de estacionamento, que subsidiaram a análise estatística realizada posteriormente.

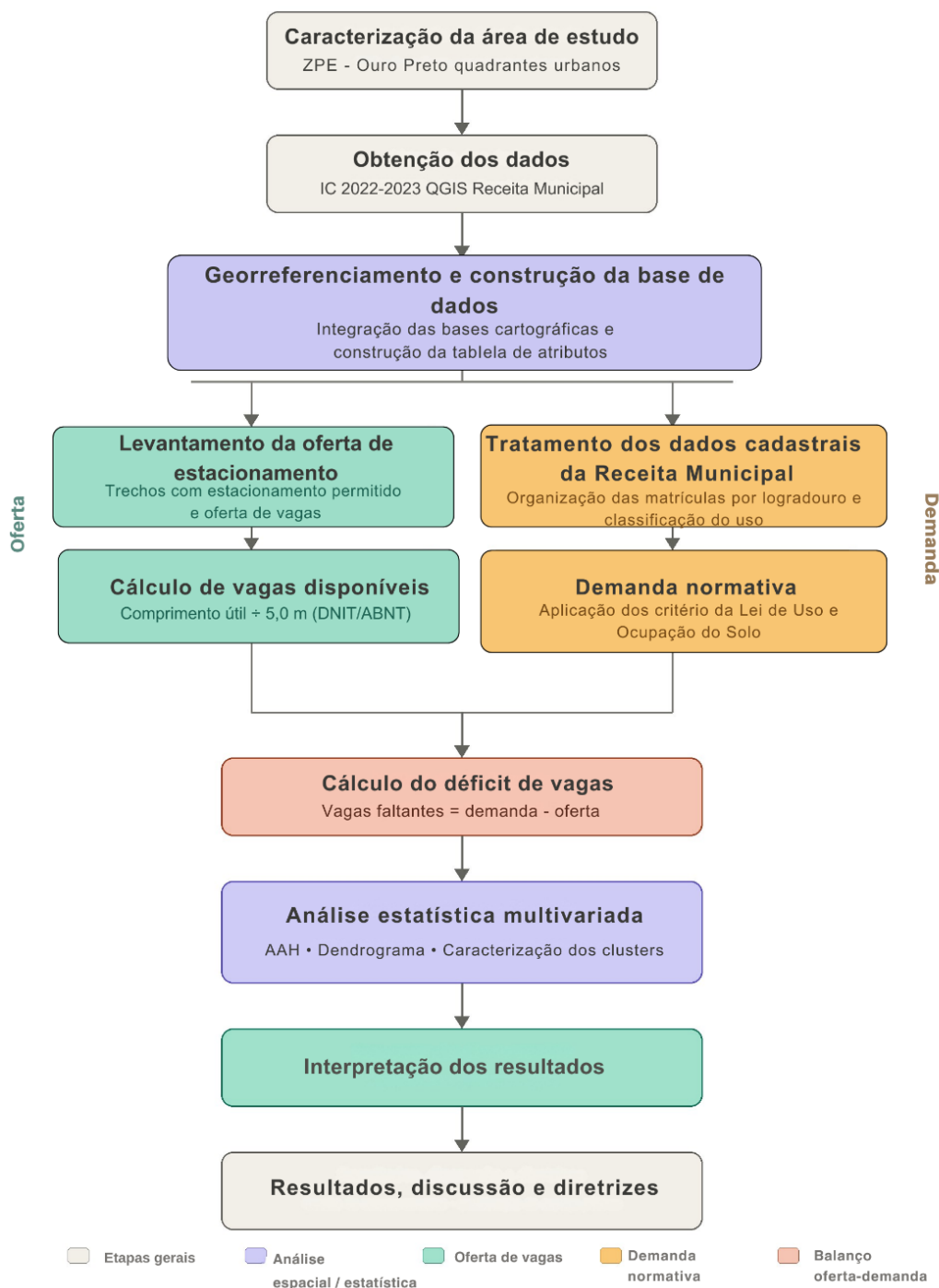


Figura 5: Fluxograma dos procedimentos metodológicos adotados na pesquisa.

Fonte: Autora (2026)

3.3.4 Estimativa da demanda de vagas

A demanda normativa por vagas de estacionamento foi estimada a partir das matrículas imobiliárias disponibilizadas pela Receita Municipal de Ouro Preto e dos critérios

estabelecidos na Lei Complementar de Uso e Ocupação do Solo do Município, que define o número mínimo de vagas de estacionamento para veículos conforme a categoria de uso da edificação e a classificação funcional da via. Ainda que a lei não se aplique diretamente à ZPE de Ouro Preto, a utilização dela como referência para permite estimar o quantitativo mínimo de vagas que seria exigido pela legislação urbanística para estimar a realidade local.

Após o tratamento da base cadastral, as matrículas foram agrupadas por logradouro e classificadas em duas categorias de uso predominante: residencial e não residencial. Para cada grupo foram aplicados os parâmetros mínimos de vagas previstos na legislação municipal, considerando a classificação da via (Local ou Ligação Regional, Arterial e Coletora) e, quando aplicável, os critérios referentes à área líquida da edificação ou ao número de unidades habitacionais. Os principais parâmetros utilizados na estimativa da demanda normativa são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Critérios utilizados para estimativa da demanda normativa por vagas de estacionamento.

Categoria de uso	Classificação da via	Número de vagas	Vagas adicionais
Residencial multifamiliar	Ligação regional, arterial e coletiva	- 1 Vaga por unidade - Unidades com área < ou = 60 m ² : 1 vaga por 2 unidades - Unidades com área > 60 m ² e < 70 m ² : 2 vagas por 3 unidades	
	Local	- Unidades com área > 70 m ² : 1 vagas por unidade	
Não residencial	Ligação regional, arterial e coletiva	- 1 vaga para cada 50 m ² de área líquida	- 1 vaga para cada 150 m ² de área líquida - 1 vaga para cada 50 m ² de espaços não cobertos essenciais ao exercício da atividade
	Local	- 1 vaga para cada 150 m ² de área líquida	- 1 vaga para cada 450 m ² de área líquida

Fonte: Adaptado da Lei Complementar de Uso e Ocupação do Solo do Município de Ouro Preto.

A aplicação desses critérios foi realizada por meio de uma planilha eletrônica desenvolvida especificamente para esta pesquisa, na qual foram implementadas as regras de dimensionamento previstas na legislação municipal. A planilha possibilitou a automatização dos cálculos, permitindo que cada matrícula cadastrada fosse relacionada ao respectivo

logradouro e tivesse seu número mínimo de vagas de estacionamento determinado e quantificado conforme os critérios legais. Posteriormente, os valores individuais foram somados a cada logradouros, obtendo-se a demanda normativa total de cada um dos 107 logradouros analisados. A tabela completa contendo a demanda normativa estimada para todos os logradouros analisados é apresentada no Apêndice B.

Ressalta-se que a demanda normativa apresentada neste estudo corresponde ao quantitativo mínimo de vagas exigido pela legislação municipal, após o ajuste referente à existência de garagens privativas identificadas em campo. Dessa forma, os resultados não representam a ocupação efetiva das vagas, mas um indicador da demanda potencial por estacionamento em via pública, utilizado como parâmetro para comparação com a oferta existente.

Como ajuste metodológico, a demanda normativa estimada para cada logradouro foi corrigida em função da existência de acessos veiculares (entradas de garagem) identificados durante o levantamento de campo. Para cada entrada de garagem foi considerada a capacidade mínima de estacionamento de um veículo no interior do lote, reduzindo-se em uma vaga a demanda normativa atribuída ao respectivo logradouro. Esse procedimento foi adotado por se entender que parte da necessidade de estacionamento consiga ser atendida em área privada, reduzindo a pressão potencial sobre as vagas disponíveis na via pública. Essa estimativa representa uma condição mínima, uma vez que algumas edificações podem possuir capacidade para acomodar mais de um veículo em suas garagens.

Após a obtenção da demanda de vagas, foi calculado o déficit de vagas de estacionamento para cada logradouro por meio da diferença entre a demanda de vagas estimada e a oferta de vagas existente, conforme apresentado na Equação 2.

Equação 2: Déficit de vagas = Demanda de vagas – Oferta de vagas

Em que:

- **Demanda:** número mínimo de vagas exigido pela legislação municipal para os imóveis cadastrados em determinado logradouro, diminuindo as entradas de garagem;
- **Oferta de vagas:** número de vagas estimadas a partir do comprimento permitido para estacionamento.

Valores de déficit de vagas de estacionamento positivos evidenciam que a oferta existente é inferior à demanda. Valores iguais a zero representam situação de suprir ou o equilíbrio entre oferta e demanda.

3.4 Análise estatística

A análise estatística foi realizada por meio da aplicação da Análise de Agrupamento Hierárquico (AAH), utilizando as variáveis largura média da via ou área destinada ao estacionamento, declividade média, comprimento linear, oferta de vagas, demanda e déficit de estacionamento, possibilitando identificar grupos de logradouros com características semelhantes em relação à oferta de vagas, demanda e atributos físico-urbanísticos (HUSSON; LÊ; PAGÈS, 2017).

A formação dos agrupamentos foi realizada utilizando a distância euclidiana como medida de dissimilaridade, entre os logradouros, demonstrado na equação 3, e o método de ligação de Ward, amplamente empregado em análises hierárquicas por minimizar a variabilidade interna dos grupos formados (WARD JR., 1963; Vicini et al., 2018; HAIR et al., 2019).

$$\text{Equação 3: } d_{ik} = \sqrt{\sum_{j=1}^p (Z_{ij} - Z_{kj})^2}$$

Em que: d_{ik} representa a distância euclidiana entre os indivíduos i e k , calculada a partir dos valores padronizados das p variáveis consideradas na análise. Nessa expressão, as Z_{ij} e Z_{kj} correspondem aos valores padronizados da variável j para os indivíduos i e k , respectivamente.

A cada etapa do processo hierárquico, são agrupados os conjuntos cuja fusão produz o menor aumento da variabilidade interna, favorecendo a formação de grupos internamente homogêneos e externamente heterogêneos (WARD JR., 1963).

Os resultados foram representados por meio de um dendrograma, que permitiu visualizar as relações de similaridade entre os logradouros e definir o número de agrupamentos adotado na pesquisa.

Após a definição dos agrupamentos, cada cluster foi caracterizado com base nas variáveis quantitativas empregadas na análise. Complementarmente, foram analisadas variáveis descritivas, como o uso predominante do solo, com o objetivo de qualificar a

interpretação dos grupos obtidos. A caracterização conjunta dessas variáveis possibilitou compreender os fatores associados à formação dos agrupamentos, evidenciando padrões espaciais relacionados às características dos logradouros e à distribuição da oferta e da demanda normativa de estacionamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de Agrupamento Hierárquico da oferta e demanda de estacionamento

4.1.1 Agrupamento dos logradouros

A aplicação da Análise de Agrupamento Hierárquico aos 95 logradouros convencionais resultou na formação de três agrupamentos distintos, definidos a partir da interpretação do dendrograma apresentado na Figura 6. Nesta etapa foram considerados apenas os logradouros convencionais, uma vez que as áreas especiais foram submetidas a uma análise específica, conforme descrito posteriormente.

Tendo em vista as características quantitativas dos logradouros convencionais, o dendrograma foi analisado para definição do número de agrupamentos. O corte foi realizado na altura do nível de dissimilaridade 16,44 correspondente à formação de três grupos ($k = 3$). A escolha desse ponto de corte permitiu obter agrupamentos internamente homogêneos e externamente heterogêneos, favorecendo a interpretação dos diferentes padrões de oferta e demanda de estacionamento identificados na área de estudo

Dendrograma de Agrupamento - Vagas

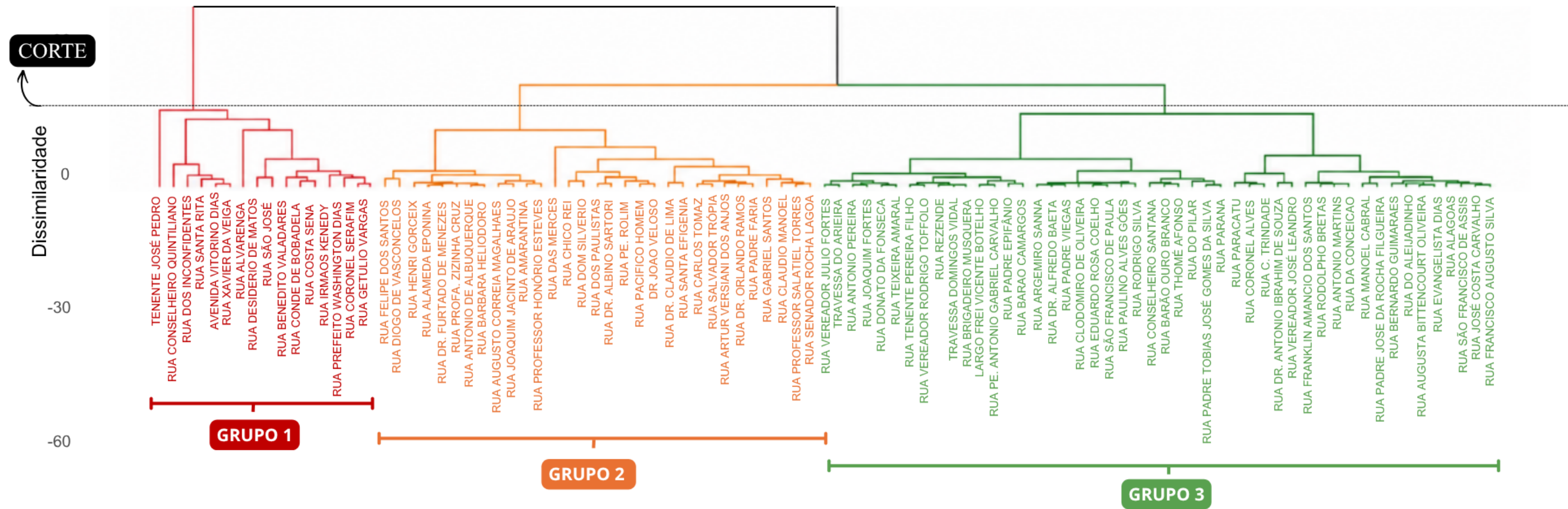


Figura 6: Dendrograma dos logradouros convencionais obtido por meio da Análise de Agrupamento Hierárquico.

Fonte: Autora (2026)

Observa-se que o Grupo 1 reúne 16 logradouros, o Grupo 2 concentra 31 logradouros e o Grupo 3 é composto por 48 logradouros. A distribuição dos grupos demonstra que os logradouros convencionais apresentam diferentes combinações de características físicas e indicadores de estacionamento, evidenciando distintos níveis de pressão da demanda normativa sobre a oferta de vagas (Tabela 3).

Tabela 3: Caracterização dos agrupamentos dos logradouros

Grupo	Nº de logradouros	Largura média (m)	Declividade média (%)	Comprimento médio (m)	Oferta média (un.)	Demanda média (un.)	Déficit médio (un.)
Grupo 1	16	31,90	6,50	362,70	73,6	107,37	51,31
Grupo 2	48	5,89	8,26	125,3	24,6	14,4	1,73
Grupo 3	31	6,14	10,8	250,07	60,7	23,7	3,33

Fonte: Autora (2026)

A Tabela 3 apresenta as médias das variáveis utilizadas na Análise de Agrupamento Hierárquico (AAH), evidenciando diferenças entre os grupos quanto às características físicas dos logradouros e aos indicadores de oferta, demanda e déficit de estacionamento. De forma complementar, a Figura 7, apresenta a distribuição espacial desses agrupamentos no perímetro tombado, permitindo compreender como esses diferentes perfis de logradouros se organizam no território.

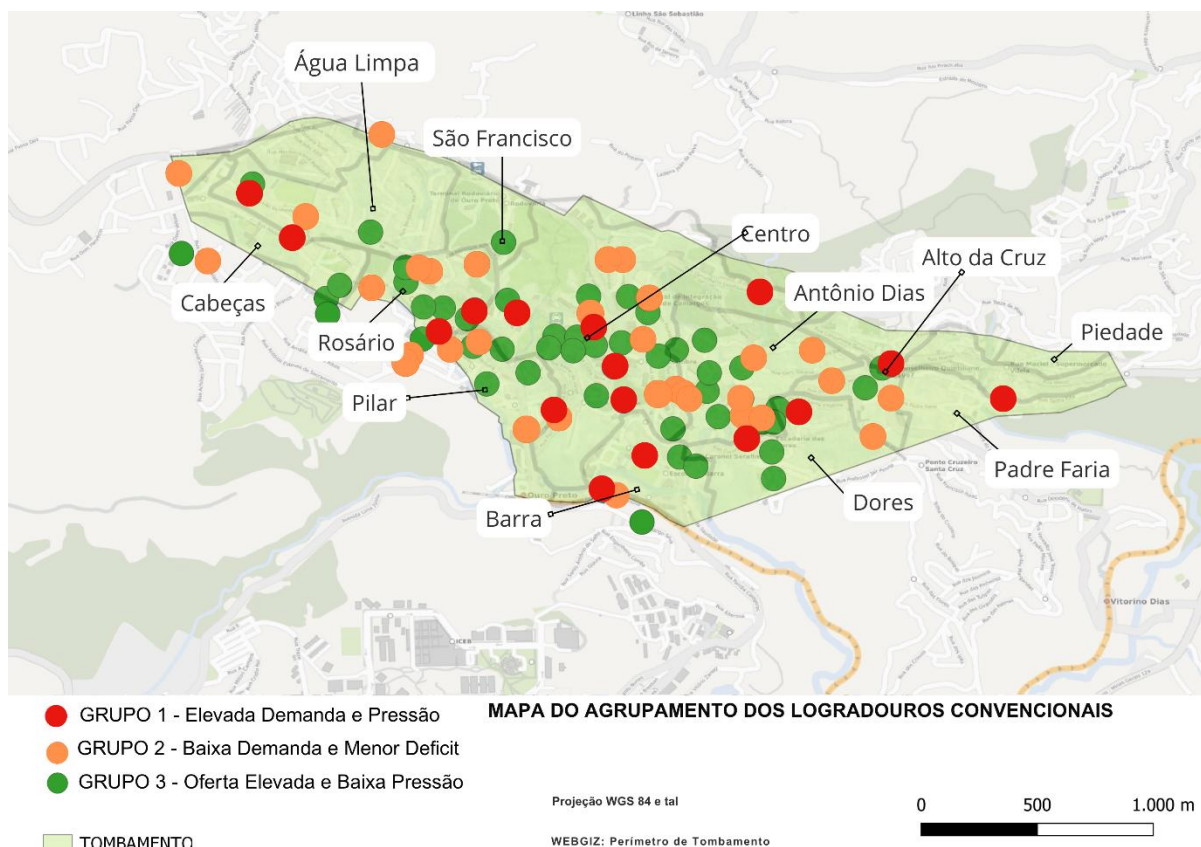


Figura 7: Mapa dos agrupamentos dos logradouros convencionais.

Fonte: Autora (2026)

A análise conjunta da Tabela 3e da Figura 7 demonstra que os agrupamentos não se distribuem aleatoriamente na área de estudo, mas apresentam padrões espaciais relacionados às características morfológicas, funcionais e de uso do solo dos diferentes bairros do perímetro tombado. Embora exista certa sobreposição entre os grupos, observa-se que os logradouros pertencentes ao Grupo 1 concentram-se principalmente nos principais eixos estruturadores da circulação urbana, enquanto os Grupos 2 e 3 apresentam distribuição mais dispersa, abrangendo diferentes setores do perímetro tombado. Esses resultados evidenciam que a pressão potencial por estacionamento depende não apenas da configuração física das vias, mas também da intensidade das atividades urbanas desenvolvidas em seu entorno.

O Grupo 1, caracterizado como logradouros de elevada demanda e maior pressão potencial por estacionamento, reúne 16 vias localizadas predominantemente nos bairros Centro, Antônio Dias, Rosário, Padre Faria, Cabeças, Barra e Água Limpa, destacando-se logradouros como Avenida Vitorino Dias, Rua Conde de Bobadela, Rua São José, Rua Xavier da Veiga, Rua Costa Sena, Rua Desidério de Matos, Rua Coronel Serafim e Rua Getúlio Vargas. Apesar de apresentar as maiores médias de largura, comprimento e oferta de vagas,

esse grupo também registra as maiores médias de demanda e déficit de estacionamento. Esses resultados indicam que a maior disponibilidade física das vias não é suficiente para atender à intensa concentração de atividades urbanas existentes nesses logradouros, evidenciando que a pressão por estacionamento está fortemente relacionada à centralidade urbana e à diversidade de usos do solo.

Além das características quantitativas apresentadas na Tabela 3, observa-se que os logradouros do Grupo 1 localizam-se predominantemente nas áreas mais centrais do perímetro tombado, onde se concentram atividades comerciais, institucionais e de serviços. Essa configuração favorece a intensificação dos deslocamentos e aumenta a demanda por estacionamento, explicando os elevados déficits observados.

O Grupo 2, denominado de logradouros com elevada oferta e baixa pressão por estacionamento, é composto por 31 logradouros distribuídos em diferentes bairros do perímetro tombado, como Antônio Dias, Rosário, Pilar, Vila São José, Água Limpa, Alto da Cruz e Centro. Apesar de muitos desses logradouros apresentarem elevada oferta de vagas, a demanda permanece relativamente reduzida, resultando em déficits pouco expressivos. Essa configuração sugere que predominam usos urbanos menos intensivos, proporcionando maior disponibilidade relativa de estacionamento.

A distribuição espacial demonstra que esses logradouros se encontram mais dispersos na área de estudo, predominando em setores onde a intensidade das atividades urbanas é menor quando comparada ao Grupo 1. Embora apresentem oferta relativamente elevada de vagas, a menor demanda contribui para déficits reduzidos, indicando que a disponibilidade física do estacionamento é compatível com as necessidades estimadas para esses locais.

O Grupo 3, interpretado como logradouros com baixa demanda e situação de menor déficit, corresponde ao maior agrupamento, reunindo 48 logradouros distribuídos por praticamente toda o perímetro tombado. Embora apresente características físicas variadas, esse conjunto registra menores médias de demanda e déficits reduzidos, indicando que a oferta existente tende a atender satisfatoriamente às necessidades estimadas pela legislação urbanística. A ampla distribuição espacial desse grupo evidencia que vias com menor pressão potencial por estacionamento ocorrem em diferentes bairros da área de estudo, predominando em logradouros de caráter mais local e com menor intensidade de atividades urbanas.

A comparação entre os agrupamentos demonstra que os déficits de estacionamento estão associados principalmente à concentração de atividades urbanas e à função

desempenhada pelos logradouros na estrutura viária da cidade, e não apenas às suas características geométricas. Embora largura, comprimento e declividade influenciem a capacidade potencial de implantação de vagas, os resultados indicam que a intensidade dos usos do solo exerce papel determinante na distribuição espacial da demanda por estacionamento.

De forma geral, a Análise de Agrupamento Hierárquico evidenciou que a distribuição da oferta e da demanda de estacionamento não ocorre de maneira homogênea entre os logradouros convencionais do perímetro tombado. A integração entre os resultados estatísticos e sua representação espacial demonstra que a pressão potencial por estacionamento é influenciada pela combinação entre características morfológicas das vias, localização na estrutura urbana e intensidade dos usos do solo. Assim, logradouros fisicamente semelhantes podem apresentar comportamentos distintos em função da centralidade e das atividades desenvolvidas em seu entorno. Esses resultados reforçam o objetivo da pesquisa ao evidenciar que a compreensão da dinâmica do estacionamento requer uma análise integrada dos atributos físicos e urbanísticos, fornecendo subsídios para o planejamento da mobilidade e para a gestão do estacionamento no centro histórico de Ouro Preto.

4.1.2 Agrupamento áreas especiais

A aplicação da Análise de Agrupamento Hierárquico às 12 áreas especiais resultou na formação de três agrupamentos ($k = 3$), definidos a partir da interpretação do dendrograma apresentado na Figura 8. O corte foi realizado na altura pouco acima de 4,18 do nível de dissimilaridade que proporcionou maior homogeneidade interna e maior diferenciação entre os grupos, permitindo identificar diferentes perfis de áreas especiais quanto às suas características físicas e aos indicadores de oferta e demanda normativa de estacionamento.

Dendrograma de Agrupamento - Vagas

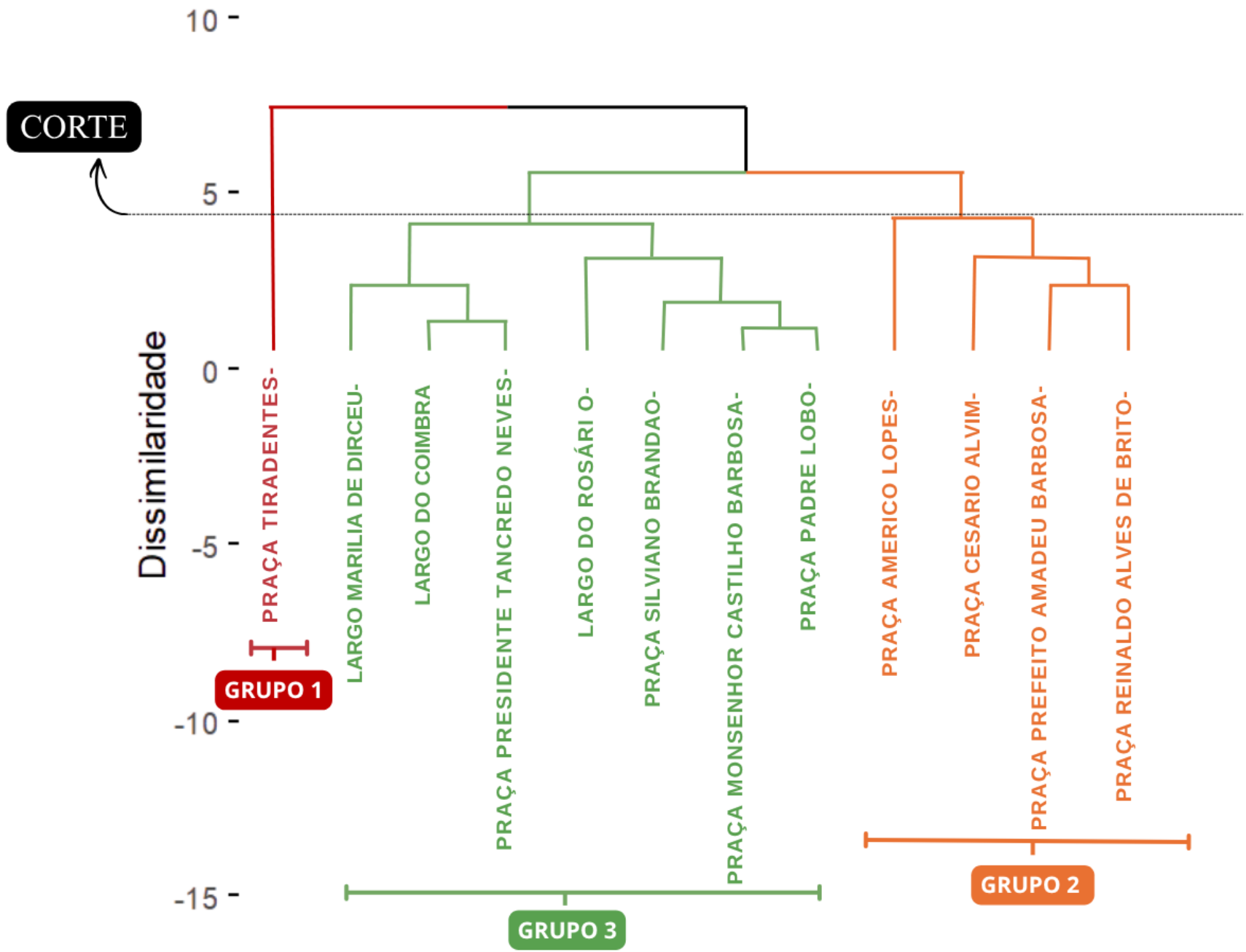


Figura 8: Dendrograma das áreas especiais obtido por meio da Análise de Agrupamento Hierárquico.

Fonte: Autora (2026)

Observa-se que o Grupo 1 é formado exclusivamente pela Praça Tiradentes, o Grupo 2 reúne sete áreas especiais e o grupo 3 sendo composto por quatro áreas. Essa configuração evidencia que, embora as áreas especiais compartilhem características comuns quanto à sua configuração urbana, existem diferenças significativas relacionadas à dimensão física, à intensidade da demanda e ao déficit de vagas, justificando a formação de agrupamentos distintos.

A caracterização estatística apresentada na Tabela 4 evidencia diferenças entre os agrupamentos quanto à área disponível, à declividade, à oferta de vagas, à demanda normativa e ao déficit de estacionamento. Entretanto, a interpretação desses grupos torna-se mais consistente quando associada à sua distribuição espacial no perímetro tombado, apresentada na Figura 9.

Tabela 4: Caracterização dos agrupamentos das áreas especiais

Grupo	Nº de logradouros	Área média (m ²)	Declividade média (%)	Comprimento médio (m)	Oferta média (un.)	Demanda média (un.)	Déficit médio (un.)
Grupo 1	1	950,6	7,5	27,4	0	249	249
Grupo 2	7	377,6	8,28	49	7,3	19,43	14,14
Grupo 3	4	815	4,37	86,3	13,5	48,2	37,5

Fonte: Autora (2026)

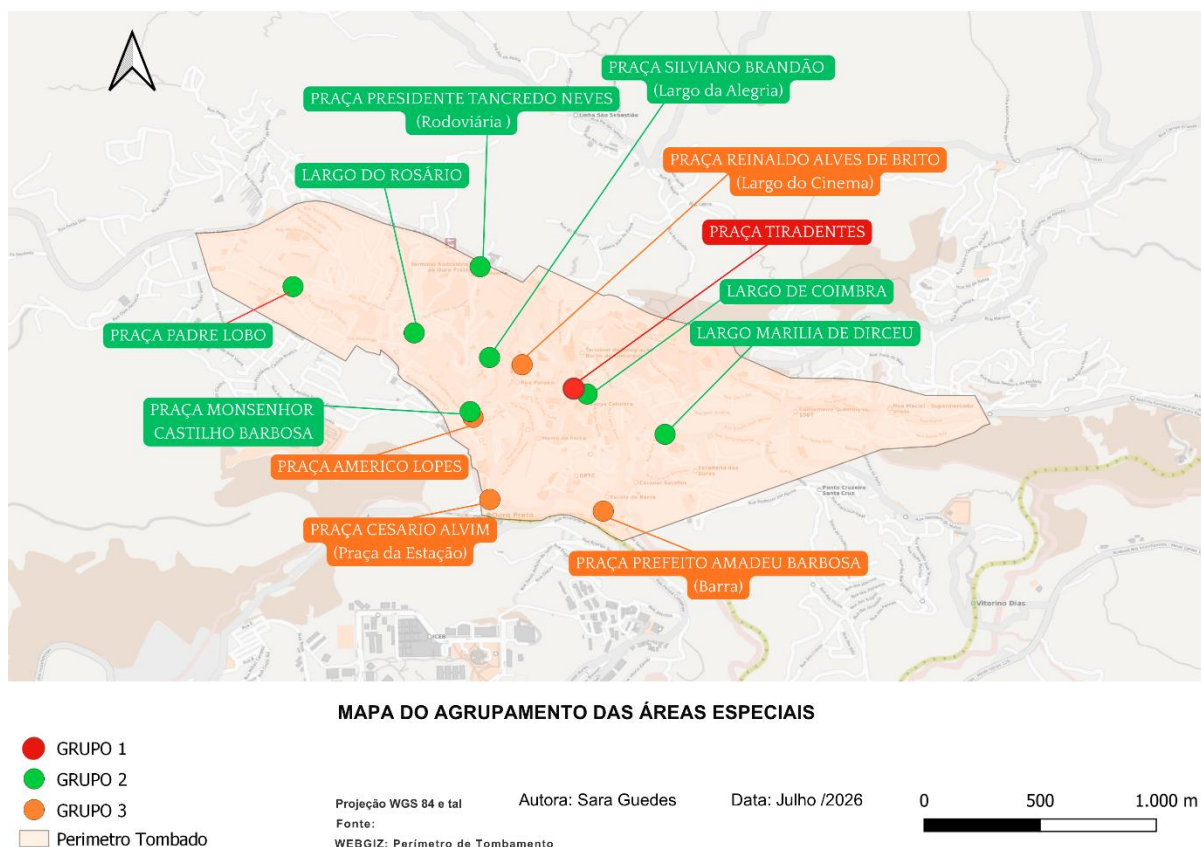


Figura 9: Mapa dos agrupamentos das áreas especiais

Fonte: Autora (2026).

A distribuição espacial demonstra que os agrupamentos acompanham diferentes níveis de centralidade urbana. Observa-se que as áreas especiais dos Grupos 2 e 3 encontram-se distribuídas por diversos bairros do perímetro tombado, enquanto o Grupo 1 corresponde exclusivamente à Praça Tiradentes, localizada no principal núcleo histórico, administrativo, comercial e turístico da cidade. Essa organização espacial reforça que a demanda por estacionamento nesses espaços está associada não apenas às suas dimensões físicas, mas também às funções urbanas que exercem e à intensidade de utilização do espaço público.

O Grupo 1, interpretado como Área especial de centralidade urbana e elevada pressão por estacionamento, é constituído exclusivamente pela Praça Tiradentes, que apresentou comportamento distinto das demais áreas especiais, justificando sua formação como um agrupamento isolado. A praça apresenta área aproximada de 950,61 m², é o principal polo de convergência da Zona de Proteção Especial, não possui vagas regulamentadas de estacionamento e registra demanda de 249 vagas, resultando em déficit de mesma magnitude. Ressalta-se que a demanda considerada nesta pesquisa foi estimada com base nos parâmetros

urbanísticos aplicados aos imóveis existentes nas faces da praça, contemplando tanto os usos residenciais quanto os não residenciais, como estabelecimentos comerciais, prestadores de serviços e demais atividades. Dessa forma, a elevada demanda identificada reflete, em parte, a intensa concentração dessas atividades. Entretanto, a análise não contempla a demanda adicional gerada pelo fluxo de turistas, visitantes, eventos e demais usuários ocasionais da Praça Tiradentes, aspectos que exercem influência sobre a ocupação real das vagas, mas extrapolam o escopo desta pesquisa e podem ser investigados em estudos futuros.

A formação do grupo 1 só com a praça Tiradentes evidencia que a centralidade urbana exerce influência significativa sobre a demanda por estacionamento, superando inclusive fatores relacionados às dimensões físicas do espaço. Diferentemente das demais áreas especiais, a Praça Tiradentes concentra intenso fluxo de pessoas e abriga importantes equipamentos públicos, atividades comerciais, serviços e atrativos turísticos, configurando-se como o principal polo de convergência da Zona de Proteção Especial. Esse resultado demonstra que a pressão por estacionamento não está diretamente associada apenas à disponibilidade de área ou ao número de vagas existentes, mas também à função urbana desempenhada pelo espaço.

O Grupo 2, classificado como áreas especiais de menor porte e demanda moderada, reúne sete espaços distribuídos pelos bairros Rosário, Centro, Pilar, São Francisco, Cabeças e Antônio Dias, incluindo o Largo do Rosário, Largo do Coimbra, Praça Monsenhor Castilho Barbosa, Praça Presidente Tancredo Neves, Praça Silviano Brandão, Praça Padre Lobo e Largo Marília de Dirceu. Embora apresentem dimensões reduzidas e configuração predominantemente linear ou irregular, esses espaços exercem função de apoio à circulação local e de permanência dos moradores. Em geral, encontram-se inseridos em bairros com menor concentração de atividades geradoras de viagens e apresentam déficits moderados ou reduzidos, indicando que a demanda por estacionamento permanece compatível com a escala urbana desses locais. A maior declividade média observada nesse agrupamento evidencia ainda a influência da topografia na conformação dessas áreas, característica marcante do sítio histórico de Ouro Preto.

O Grupo 3, denominado áreas especiais de maior dimensão e elevada demanda, é composto pelas Praças Américo Lopes, Cesário Alvim, Prefeito Amadeu Barbosa e Reinaldo Alves de Brito, localizadas principalmente nos bairros Pilar, Antônio Dias e Centro. Essas áreas apresentam maiores dimensões físicas e concentram importantes atividades urbanas em seu entorno. Apesar da maior oferta média de vagas, registram demandas normativas elevadas e

déficits expressivos, indicando que a ampliação da disponibilidade física não garante, por si só, o atendimento da necessidade de estacionamento. A localização dessas praças em áreas de maior intensidade de circulação e de concentração de serviços explica a elevada pressão observada, reforçando que a função urbana desempenhada por esses espaços influencia diretamente o comportamento da demanda.

As áreas especiais apresentam comportamentos distintos em função de sua localização e do papel que desempenham na estrutura urbana da Zona de Proteção Especial. Enquanto a Praça Tiradentes configura um caso singular de elevada centralidade e intensa pressão potencial por estacionamento, os demais agrupamentos refletem diferentes escalas de utilização do espaço público, variando desde áreas de apoio ao cotidiano dos bairros até espaços que estruturam a circulação e concentram atividades urbanas. Esses resultados demonstram que a gestão do estacionamento em áreas especiais deve considerar não apenas a disponibilidade física de vagas, mas também a função urbana e a dinâmica de uso de cada espaço.

A análise integrada dos agrupamentos obtidos para os logradouros convencionais e para as áreas especiais evidencia que a oferta e a demanda de estacionamento apresentam comportamento espacial heterogêneo na Zona de Proteção Especial da sede de Ouro Preto. Embora ambos os conjuntos tenham sido analisados separadamente em razão de suas diferenças morfológicas, os resultados demonstram que a pressão potencial sobre o estacionamento está associada não apenas às características físicas dos espaços, mas também à intensidade das atividades urbanas desenvolvidas em seu entorno.

Nos logradouros convencionais, observou-se que a maior pressão por estacionamento se concentra em um número reduzido de vias, enquanto a maior parte dos logradouros apresenta situação relativamente equilibrada entre oferta e demanda. Nas áreas especiais, por outro lado, verificou-se maior influência da função urbana exercida por esses espaços, destacando-se a Praça Tiradentes como um caso singular em razão de sua elevada centralidade e da expressiva demanda identificada. Esses resultados demonstram que diferentes perfis de logradouros e áreas especiais apresentam necessidades distintas sob a perspectiva do planejamento do estacionamento.

A classificação dos logradouros em grupos com características semelhantes possibilita estabelecer prioridades para futuras avaliações e ações de planejamento do estacionamento. Nos logradouros do Grupo 1, caracterizados pela maior pressão potencial decorrente da elevada demanda normativa e dos maiores déficits de vagas, os resultados indicam a necessidade de

aprofundar estudos sobre a ocupação efetiva das vagas e a dinâmica de utilização do estacionamento, subsidiando eventuais medidas de gestão. Nos logradouros pertencentes aos Grupos 2 e 3, a situação relativamente equilibrada entre oferta e demanda normativa sugere que o acompanhamento periódico das transformações no uso e ocupação do solo pode ser suficiente para identificar alterações que venham a modificar esse cenário. Para as áreas especiais, especialmente aquelas de maior centralidade urbana, os resultados reforçam a importância de estratégias integradas de mobilidade previstas no Plano de Mobilidade Urbana de Ouro Preto, como o incentivo ao uso do transporte coletivo, a implantação de estacionamentos periféricos associados a sistemas de acesso ao centro histórico e a valorização dos espaços públicos destinados à circulação de pedestres, contribuindo para a preservação do patrimônio e para a qualificação da mobilidade urbana.

Os agrupamentos obtidos não representam apenas diferenças quantitativas entre oferta e demanda, mas refletem distintos perfis urbanos presentes no perímetro tombado. Dessa forma, a metodologia empregada mostrou-se capaz de identificar padrões espaciais que dificilmente seriam observados por meio da análise individual dos logradouros ou das áreas especiais, contribuindo para uma compreensão mais integrada da dinâmica do estacionamento e fornecendo subsídios para futuras avaliações relacionadas ao planejamento urbano e à mobilidade em centros históricos.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a relação entre oferta e demanda de vagas de estacionamento no perímetro tombado da sede de Ouro Preto, por meio da integração entre georreferenciamento e técnicas de análise multivariada, buscando identificar padrões espaciais entre os logradouros e discutir suas implicações para a gestão do estacionamento e para a mobilidade urbana em áreas históricas. A partir da sistematização da oferta de vagas, da estimativa da demanda com base nas matrículas da Receita Municipal e da aplicação da Análise de Agrupamento Hierárquico, foi possível construir um diagnóstico territorial que ultrapassa a leitura isolada de cada logradouro, revelando padrões de pressão sobre o estacionamento no perímetro tombado.

A aplicação da Análise de Agrupamento Hierárquico mostrou-se adequada para sintetizar um conjunto complexo de variáveis e identificar padrões territoriais da oferta e da demanda de estacionamento. A formação dos agrupamentos permitiu compreender que a pressão por estacionamento não ocorre de maneira homogênea na área de estudo, estando diretamente relacionada à localização dos logradouros, à intensidade dos usos urbanos e às características físico-urbanísticas das vias, e não apenas à quantidade de vagas disponíveis.

Entre os logradouros convencionais, verificou-se que a maior pressão potencial por estacionamento se concentra em um número reduzido de vias pertencentes ao Grupo 1, caracterizadas pelos maiores valores médios de oferta, demanda e déficit de estacionamento. Esses logradouros correspondem aos principais eixos estruturadores da circulação no perímetro tombado, concentrando atividades comerciais, institucionais e de serviços, evidenciando que a intensidade das atividades urbanas exerce influência significativa sobre a demanda por estacionamento. Por outro lado, os Grupos 2 e 3 apresentaram situações de menor pressão, indicando que grande parte dos logradouros da área de estudo apresenta relação de menores déficits.

Nas áreas especiais, a Praça Tiradentes destacou-se das demais ao constituir um agrupamento isolado, resultado de sua elevada centralidade urbana, da intensa concentração de atividades e da ausência de vagas regulamentadas de estacionamento. Embora a demanda considerada nesta pesquisa tenha sido estimada exclusivamente com base nos parâmetros urbanísticos aplicados aos imóveis existentes em seu entorno, desconsiderando o fluxo turístico e de eventos, os resultados já evidenciam uma elevada pressão potencial por estacionamento

nesse espaço, reforçando os conflitos entre circulação de veículos, preservação do patrimônio histórico e mobilidade ativa.

A análise integrada dos resultados permitiu identificar áreas com diferentes níveis de pressão sobre o estacionamento, evidenciando situações de saturação, relativa disponibilidade de vagas e potenciais conflitos com a mobilidade a pé. Os resultados reforçam que políticas de estacionamento devem considerar as especificidades de cada conjunto de logradouros, priorizando intervenções nos locais onde a pressão é mais elevada e promovendo soluções compatíveis com a preservação do patrimônio cultural e com os princípios da mobilidade urbana sustentável.

Embora os objetivos propostos tenham sido alcançados, algumas limitações devem ser consideradas na interpretação dos resultados. A demanda utilizada representa um parâmetro mínimo estabelecido pela legislação urbanística, não correspondendo à ocupação efetiva das vagas de estacionamento, podendo, portanto, subestimar ou superestimar a pressão real exercida sobre o sistema viário. Além disso, a análise não contemplou a demanda adicional gerada pelo fluxo turístico, por eventos e por usuários ocasionais, fatores de grande relevância para a dinâmica do estacionamento no centro histórico de Ouro Preto. Também se verificaram limitações relacionadas à disponibilidade e à sistematização de informações junto aos órgãos públicos competentes. Em diversos casos, inexistem bases de dados atualizadas, padronizadas e georreferenciadas que permitam caracterizar de forma abrangente aspectos como a ocupação das vagas, a rotatividade do estacionamento, o número efetivo de edificações e outros indicadores urbanos essenciais ao planejamento. Dessa forma, foi necessário adaptar a metodologia às bases de dados oficialmente disponíveis, como o cadastro imobiliário da Receita Municipal, que, embora represente a fonte institucional mais consistente para a estimativa da demanda normativa, pode apresentar defasagens em relação à ocupação urbana atual. Recomenda-se, para estudos futuros, a incorporação de levantamentos de ocupação real das vagas, informações sobre dados de fluxo turístico e de eventos, bem como o aperfeiçoamento e a integração das bases de dados dos órgãos municipais. Tais avanços permitirão diagnósticos mais precisos, fortalecendo o planejamento da mobilidade urbana e a gestão do estacionamento em áreas históricas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, V.; LINKE, C. C. (Org.). Cidades de pedestres: a caminhabilidade no Brasil e no mundo. Rio de Janeiro: Babilônia Cultura Editorial, 2017.
- ARAÚJO, Alice Viana de. Espaços livres de uso público em Ouro Preto-MG: heranças históricas, desafios contemporâneos. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.
- BARBOSA, Jorge Luiz. O significado da mobilidade na construção democrática da cidade. In: BALBIM, R.; KRAUSE, C.; LINKE, C. C. (Orgs.). Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano. Brasília: IPEA, 2016.
- BASTOS, Vinícius H. C.; BORDIM FILHO, Solano H. Estacionamentos em vias públicas: uma discussão sobre suas implicações na mobilidade urbana. Rio de Janeiro, 2018.
- BONDUKI, Nabil. Intervenções urbanas na recuperação de centros históricos. São Paulo: Annablume, 2010.
- BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União, Brasília, 2012.
- BRINCO, Ricardo. Políticas de estacionamento e efeitos na mobilidade urbana. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2016.
- CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. Mobilidade urbana: avanços, desafios e perspectivas. Brasília: IPEA, 2016.
- CHRISTIANSEN, Petter et al. Parking facilities and the built environment: impacts on travel behaviour. Transportation Research Part A, v. 95, p. 198–206, 2017.
- GEHL, Jan; SVARRE, Birgitte. Cidades para pessoas. 2. ed. São Paulo: Perspectiva, 2017.
- INSTITUTO RUA VIVA. Plano de Mobilidade Urbana de Ouro Preto. Ouro Preto: Prefeitura Municipal de Ouro Preto, 2018.
- RIBEIRO, Mariana. Acessibilidade e desenho universal: caminhos para a inclusão nas cidades históricas. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.
- VASCONCELLOS, Eduardo de Alcântara. Andar nas cidades do Brasil: mobilidade e cidadania. São Paulo: Annablume, 2017.
- FÁVERO, Luiz Paulo et al. Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões. São Paulo: Elsevier, 2009.
- HAIR, Joseph F. et al. Multivariate Data Analysis. 5. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998.
- RÍOS, Ana I.; VICENTINI, Andrea; ACEVEDO-DAUNAS, Roberto. Parking policies and urban mobility management. 2013.
- SILVA, Mateus Gonçalves da. Estudo da Caminhabilidade na sede e distritos de Ouro Preto/MG. UFOP, 2023
- CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel. Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Geoprocessamento aplicado ao planejamento urbano e à mobilidade. Brasília, 2006.

- BRASIL. Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito: Volume IV – Sinalização Horizontal. Brasília: SENATRAN, 2025.
- LONGLEY, Paul A.; GOODCHILD, Michael F.; MAGUIRE, David J.; RHIND, David W. *Geographic information systems and science*. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2015.
- COSTA, Marco Aurélio; EGLER, Cláudio; CASELLAS, Antònia. Mobilidade urbana, espaço público e sistemas de informação geográfica. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 21, n. 3, p. 567–586, 2019.
- SEIXAS, Alexandre Rodrigues. O papel do automóvel em uma cidade histórica. *Revista dos Transportes Públicos*, n. 122, ano 31, p. 75-98, 2009. Disponível em: <https://files.antp.org.br/2016/4/7/revista-completa-122.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2026.
- DAMASO, José Carlos do Valle. Módulo de apoio ao turista: experiência de recepção para a mobilidade turística em Ouro Preto-MG. 2024. 108p. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2025. Disponível em: <http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/7755>. Acesso em: 28 jan. 2026.
- BRASIL. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. Portaria nº 420, de 22 de dezembro de 2010. Dispõe sobre os procedimentos a serem observados para a concessão de autorização para a realização de intervenções em bens edificados tombados e em suas respectivas áreas de entorno. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 23 dez. 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/iphan/pt-br>. Acesso em: 30 jun. 2026.
- INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). Carta Patrimonial: critérios para intervenção em bens culturais protegidos. Brasília: IPHAN, 2010.
- LONGLEY, Paul A.; GOODCHILD, Michael F.; MAGUIRE, David J.; RHIND, David W. *Geographic Information Systems and Science*. 4. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2015.
- OURO PRETO (MG). Lei Complementar nº 177, de 22 de maio de 2018. Institui o Plano Diretor de Mobilidade Urbana do Município de Ouro Preto e dá outras providências. *Diário Oficial do Município de Ouro Preto*, Ouro Preto, MG, 2018
- ESTADO DE MINAS. Estacionamento na Praça Tiradentes em Ouro Preto continua liberado. Belo Horizonte, 17 nov. 2014. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/11/17/interna_gerais,590859/estacionamento-na-praca-tiradentes-em-ouro-preto-continua-liberado.shtml. Acesso em: 29 jan. 2026.
- ABNT. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020.
- IPTD. Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. Índice de caminhabilidade: ferramenta para avaliação de calçadas no Brasil. Rio de Janeiro: ITDP Brasil, 2018.
- UNESCO. *Historic Town of Ouro Preto*. Paris: UNESCO World Heritage Centre, 1980.
- UNESCO. *Recommendation on the Historic Urban Landscape*. Paris: UNESCO, 2011.
- HUSSON, F.; LÊ, S.; PAGÈS, J. *Exploratory Multivariate Analysis by Example Using R*. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2017.
- HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E. *Análise Multivariada de Dados*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.

- WARD JR., J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, v. 58, n. 301, p. 236–244, 1963.
- VICINI, L. et al. Técnicas multivariadas exploratórias: teorias e aplicações no Software Statistica. Santa Maria: UFSM, 2018.
- OURO PRETO (MG). Lei Complementar nº 93, de 20 de janeiro de 2011. Dispõe sobre o Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo do Município de Ouro Preto. Ouro Preto: Prefeitura Municipal de Ouro Preto, 2011. Disponível em: <https://www.ouropreto.mg.gov.br/static/lei-complementar-93-parcelamento-uso-e-ocupacao-do-solo.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2026.
- CREPANI, E. et al. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2001. 124 p.
- LOBODA, C. R.; MIYAZAKI, V. K. Entre a centralidade e a circulação: uma abordagem sobre o transporte coletivo em duas cidades médias brasileiras. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 13, n. 44, p. 256–264, dez. 2012.
- MATOS, B. A.; SANTOS, A. L. R. S.; SILVA, M. G. Caminhabilidade nas cidades históricas: um estudo para o centro urbano histórico de Glaura, em Ouro Preto (MG). In: XVIII Congresso Rio de Transportes, 2021. Anais [...]. Rio de Janeiro: Congresso Rio de Transportes, 2021.
- MATOS, B. A.; LESSA, D. A.; SILVA, M. G.; OLIVEIRA, J. M.; SANTOS, A. L. R. S. Índice de caminhabilidade para centros urbanos históricos: aplicação no centro histórico de Ouro Preto, Minas Gerais. In: 36º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET), 2022, Fortaleza. Anais [...]. Rio de Janeiro: ANPET, 2022

APÊNDICE A

Base completa das variáveis											
Logradouros convencionais											
Logradouros	Largura média da via (metros)	Declividade média (%)	Classificação da declividade média	Comprimento Linear da via (metros)	Uso predominante do solo	Entradas de garagem (un.)	Comprimento em que não é permitido estacionar por rua (m)	Comprimento em que pode estacionar por rua (m)	Oferta de vagas (un.)	Demanda de vagas (un.)	Déficit de estacionamento por rua (un.)
AVENIDA VITORINO DIAS	7.66	5.88	Média	459.00	Comercial	6	16.81	634.471	126	82	0
LARGO FREI VICENTE BOTELHO	9.10	7.14	Média	84.00	Residencial	0	31.34	86.21	17	26	9
RUA DO ALEIJADINHO	9.03	10.19	Alta	108.00	Residencial	5	35.01	116.05	23	12	0
RUA ALAGOAS	6.29	13.29	Alta	97.80	Residencial	4	214.21	91.95	18	21	3
RUA ALAMEDA EPONINA	4.90	4.10	Baixa	195.00	Residencial	12	83	276.23	55	8	0
RUA ALVARENGA	6.99	12.80	Alta	840.73	Residencial	23	576.6	465.9	93	302	209
RUA ANTONIO DE ALBUQUERQUE	4.84	5.21	Média	211.00	Residencial	7	31.42	305.28	61	22	0
RUA ANTONIO MARTINS	4.23	10.85	Alta	73.70	Residencial	2	14.08	258.38	51	20	0
RUA ANTONIO PEREIRA	7.64	3.94	Baixa	127.00	Residencial	0	251.43	44.02	8	3	0
RUA AMARANTINA	5.16	5.91	Média	220.00	Residencial	5	53.63	404.73	80	29	0
RUA ARGEMIRO SANNA	7.90	3.54	Baixa	141.00	Residencial	11	64.97	178.37	35	21	0
RUA ARTUR VERSIANI DOS ANJOS	9.00	10.74	Alta	149.00	Residencial	4	12.25	297.33	59	7	0
RUA AUGUSTA BITTENCOURT OLIVEIRA	4.21	8.43	Média	110.00	Residencial	3	114.12	102.44	20	3	0
RUA AUGUSTO CORREIA MAGALHAES	5.01	7.71	Média	285.00	Residencial	7	61.68	350.68	70	18	0
RUA BARÃO OURO BRANCO	7.98	2.35	Baixa	170.00	Residencial	5	90.14	203.02	40	40	0
RUA BARBARA HELIODORO	6.57	4.10	Baixa	220.00	Residencial	2	28.575	305.4	61	14	0
RUA BENEDITO VALADARES	5.76	3.28	Baixa	274.00	Residencial	16	364.45	64.84	12	88	76
RUA BERNARDO GUIMARAES	5.62	9.03	Média	33.20	Residencial	0	60.22	116.2	23	1	0
RUA CARLOS TOMAZ	9.08	15.84	Alta	202.00	Residencial	4	64.75	400.76	80	13	0
RUA CHICO REI	5.18	10.60	Alta	358.00	Residencial	6	324.42	44.08	8	57	49
RUA CLAUDIO MANOEL	7.84	15.60	Alta	167.00	Residencial	2	114.06	149.5	29	33	4
RUA CONDE DE BOBADELA	7.74	11.40	Alta	211.00	Comercial	0	164.59	212.35	42	115	73
RUA CONSELHEIRO QUINTILIANO	9.53	3.90	Baixa	746.00	Comercial	25	991.09	266.04	53	55	2
RUA CONSELHEIRO SANTANA	6.14	5.81	Média	258.00	Residencial	11	172.26	211.71	42	22	0
RUA CORONEL ALVES	5.99	15.40	Alta	71.40	Residencial	1	62.83	62.16	12	0	0

RUA CORONEL SERAFIM	5.29	7.30	Média	371.00	Residencial	10	156.1	208.62	41	86	45
RUA COSTA SENA	5.26	5.10	Média	196.00	Comercial	2	9.74	219.1	43	97	54
RUA DA CONCEICAO	5.34	12.35	Alta	56.70	Residencial	1	32.68	233.23	46	5	0
RUA DAS MERCES	4.85	43.50	Muito Alta	154.00	Residencial	7	61.95	438.2	87	34	0
RUA DESIDERIO DE MATOS	5.25	6.56	Média	198.22	Comercial	2	32.24	235.45	47	170	123
RUA DO PILAR	5.29	9.93	Média	161.00	Residencial	3	16.54	280.131	56	56	0
RUA DOM SILVERIO	9.11	7.71	Média	363.00	Residencial	12	673.77	52.23	10	31	21
RUA DONATO DA FONSECA	4.79	3.75	Baixa	160.00	Residencial	6	204.72	26.93	5	9	4
RUA DOS INCONFIDENTES	11.60	3.68	Baixa	488.00	Residencial	15	130.57	916.43	183	88	0
RUA DOS PAULISTAS	7.96	13.66	Alta	322.00	Residencial	9	122.42	234.87	46	55	9
RUA DR. ALBINO SARTORI	3.76	12.57	Alta	334.00	Residencial	22	67.47	199.52	39	59	20
RUA DR. ALFREDO BAETA	5.73	5.04	Média	119.00	Residencial	1	59.81	195.18	39	19	0
RUA DR. ANTONIO IBRAHIM DE SOUZA	4.40	26.89	Muito Alta	90.30	Residencial	4	104.77	176.07	35	28	0
RUA DR. CLAUDIO DE LIMA	5.38	15.08	Alta	372.00	Residencial	11	280.2	429.3	85	24	0
RUA DR. FURTADO DE MENEZES	7.55	4.05	Baixa	181.00	Residencial	9	80.5	263	52	0	0
RUA DR. ORLANDO RAMOS	5.64	12.80	Alta	264.00	Residencial	40	134.34	264.62	52	0	0
RUA EDUARDO ROSA COELHO	3.42	3.70	Baixa	138.00	Residencial	11	60.82	159.14	31	0	0
RUA EVANGELISTA DIAS	5.43	6.90	Média	72.40	Residencial	4	18.2	102.7	20	6	0
RUA FELIPE DOS SANTOS	5.52	4.90	Baixa	144.00	Residencial	9	53.466	604.65	120	57	0
RUA FRANKLIN AMANCIO DOS SANTOS	3.91	9.00	Média	44.40	Residencial	4	147.68	187.2	37	21	0
RUA GABRIEL SANTOS	5.17	19.20	Alta	246.54	Residencial	9	77.38	242.73	48	18	0
RUA GETULIO VARGAS	6.48	6.54	Média	336.00	Residencial	1	301.54	287.12	57	96	39
RUA HENRI GORCEIX	6.04	4.00	Baixa	125.00	Residencial	9	176.21	325.96	65	27	0
RUA IRMAOS KENEDY	6.51	8.57	Média	525.00	Residencial	39	384.94	398.97	79	134	55
RUA JOAQUIM FORTES	3.86	3.74	Baixa	107.00	Residencial	5	88.81	27.59	5	7	2
RUA JOAQUIM JACINTO DE ARAUJO	3.91	6.46	Média	263.00	Residencial	9	84.9	343.16	68	1	0
RUA MANOEL CABRAL	8.10	10.91	Alta	165.00	Residencial	5	270.87	28.75	5	4	0
RUA PACIFICO HOMEM	7.10	10.80	Alta	297.00	Residencial	8	111.8	234.39	46	12	0
RUA PADRE EPIFÂNIO	3.38	5.80	Média	208.00	Residencial	7	176.34	0	0	24	24
RUA PADRE JOSE DA ROCHA FILGUEIRA	10.60	14.49	Alta	214.00	Residencial	3	105.477	66.02	13	0	0
RUA PADRE TOBIAS JOSÉ GOMES DA SILVA	6.20	6.21	Média	161.00	Residencial	8	105.97	198.03	39	42	3
RUA PADRE VIEGAS	5.60	3.40	Baixa	117.00	Residencial	5	27	207	41	12	0
RUA PARACATU	4.23	19.60	Alta	71.50	Residencial	0	68.53	0	0	1	1
RUA PARANA	5.20	5.92	Média	101.31	Residencial	1	10.2	192.42	38	40	2
RUA PAULINO ALVES GÓES	3.66	6.08	Média	115.00	Residencial	5	31.5	193.7	38	0	0

RUA PE. ANTONIO GABRIEL CARVALHO	3.67	7.40	Média	135.00	Residencial	6	128.83	99.99	19	32	13
RUA PE. ROLIM	8.20	7.20	Média	389.00	Residencial	2	433.44	228.6	45	44	0
RUA PREFEITO WASHINGTON DIAS	7.40	6.00	Média	250.00	Comercial	8	81	413	82	106	24
RUA PROFA. ZIZINHA CRUZ	4.58	3.50	Baixa	200.00	Residencial	0	40.95	359.05	71	2	0
RUA PROFESSOR HONÓRIO ESTEVES	4.13	6.86	Média	277.00	Residencial	3	157.5	420.7	84	41	0
RUA PROFESSOR SALATIEL TORRES	7.55	10.80	Alta	166.60	Residencial	17	80.5	203	40	34	0
RUA RODOLPHO BRETAS	7.10	13.39	Alta	112.00	Residencial	1	2.74	221.26	44	16	0
RUA REZENDE	5.53	5.88	Média	136.00	Residencial	4	70.5	145.5	29	13	0
RUA RODRIGO SILVA	5.56	5.86	Média	187.58	Residencial	8	33.4	200.5	40	0	0
RUA SALVADOR TRÓPIA	4.60	14.50	Alta	166.00	Residencial	4	16.6	315.4	63	13	0
RUA SANTA EFIGENIA	5.66	19.40	Alta	411.00	Residencial	19	365.8	456.7	91	0	0
RUA SANTA RITA	6.10	7.75	Média	387.00	Residencial	7	172.3	601.7	120	50	0
RUA SÃO FRANCISCO DE PAULA	7.50	3.57	Baixa	168.00	Residencial	2	172.7	180	36	0	0
RUA SÃO FRANCISCO DE ASSIS	7.80	10.20	Alta	59.00	Residencial	1	5	54	10	7	0
RUA SÃO JOSÉ	6.30	1.85	Baixa	270.00	Comercial	0	506.11	33.89	6	127	121
RUA SENADOR ROCHA LAGOA	6.69	12.85	Alta	218.00	Residencial	6	129.59	214.99	42	29	0
RUA TEIXEIRA AMARAL	3.90	4.87	Baixa	164.00	Residencial	8	328	0	0	7	7
RUA TENENTE PEREIRA FILHO	3.80	4.87	Baixa	164.00	Residencial	9	116.5	97.5	19	12	0
RUA THOMÉ AFONSO	4.60	3.90	Baixa	231.00	Residencial	10	195.8	267.9	53	47	0
RUA VEREADOR JOSÉ LEANDRO	3.30	22.50	Muito Alta	89.00	Residencial	0	9	178	35	3	0
RUA VEREADOR JULIO FORTES	6.10	1.00	Baixa	108.00	Residencial	7	88.82	27.6	5	7	2
RUA VEREADOR RODRIGO TOFFOLO	5.37	3.82	Baixa	183.00	Residencial	2	285.9	80.44	16	7	0
RUA XAVIER DA VEIGA	7.20	7.59	Média	527.00	Residencial	6	397.1	657.36	131	98	0
RUA TENENTE JOSÉ PEDRO	405.00	5.91	Média	203.00	Residencial	5	69.99	315.01	63	24	0
TRAVESSA DO ARIEIRA	4.10	1.32	Baixa	75.60	Residencial	0	28.91	49.5	9	10	1
TRAVESSA DOMINGOS VIDAL	7.06	7.09	Média	141.00	Residencial	9	175.88	104.11	20	20	0
RUA DIOGO DE VASCONCELOS	6.16	1.41	Baixa	284.61	Residencial	3	48.9	511.69	102	27	0
RUA CLODOMIRO DE OLIVEIRA	5.74	1.80	Baixa	167.00	Residencial	2	78.6	192.19	38	9	0
RUA BRIGADEIRO MUSQUERA	5.10	5.65	Média	124.00	Comercial	4	122.63	85.78	17	14	0
RUA BARAO CAMARGOS	8.30	7.61	Média	184.00	Comercial	0	903.68	47.59	9	21	12
DR JOAO VELOSO	9.11	11.57	Alta	337.00	Residencial	21	309.84	294.21	58	25	0
RUA PADRE FARIA	4.10	12.15	Alta	230.40	Residencial	10	131.75	329.2	65	0	0
RUA C. TRINDADE	4.20	17.80	Alta	51.80	Residencial	0	24.9	79.2	15	6	0

RUA JOSÉ COSTA CARVALHO	10.80	11.88	Alta	101.00	Residencial	6	92.13	66.43	13	0	0
RUA FRANCISCO AUGUSTO SILVA	8.35	12.18	Alta	57.47	Residencial	7	37.06	78.47	15	0	0
Áreas Especiais											
Logradouros	Área média da via (metros)	Declividade média (%)	Classificação da declividade media	Comprimento Linear da via (metros)	Uso predominante do solo	Entradas de garagem (un.)	Comprimento em que não é permitido estacionar por rua (m)	Comprimento em que pode estacionar por rua (m)	Oferta de vagas (un.)	Demanda de vagas (un.)	Déficit de estacionamento por rua (un.)
LARGO DO ROSÁRIO	634.11	15.99	Alta	68.80	Residencial	2	63.84	41.96	8	14	6
LARGO DO COIMBRA	393.83	7.10	Média	56.00	Comercial	0	52.37	4.35	0	18	18
PRAÇA AMERICO LOPES	334.51	6.11	Média	157.66	Residencial	1	5.11	62.41	12	1	0
PRAÇA CESARIO ALVIM	835.02	3.47	Baixa	57.50	Comercial	1	4.87	134.62	26	47	21
PRAÇA MONSENHOR CASTILHO BARBOSA	156.17	7.00	Média	60.15	Comercial	0	0	67.2	13	11	0
PRAÇA PREFEITO AMADEU BARBOSA	1330.77	3.50	Baixa	38.32	Comercial	0	0	38.32	7	52	45
PRAÇA PRESIDENTE TANCREDO NEVES	771.38	5.38	Média	57.57	Comercial	0	106.36	9.6	1	51	50
PRAÇA REINALDO ALVES DE BRITO	759.78	4.40	Baixa	91.60	Comercial	0	90.95	47.17	9	93	84
PRAÇA SILVIANO BRANDAO	108.49	10.94	Alta	27.40	Comercial	0	4.016	46.62	9	29	20
PRAÇA TIRADENTES	950.61	7.50	Média	27.40	Comercial	0	21.96	0	0	249	249
PRAÇA PADRE LOBO	472.22	8.58	Média	46.60	Residencial	2	46.39	77.64	15	3	0
LARGO MARILIA DE DIRCEU	106.75	3.00	Baixa	26.50	Comercial	0	0	27.61	5	10	5

APÊNDICE B

Tabela completa da estimativa da demanda normativa por logradouro por matrícula

Logradouros	Demanda normativa de vagas de estacionamento: RESIDENCIAL	Demanda normativa de vagas de estacionamento: NÃO RESIDENCIAL	Demanda normativa de vagas de estacionamento: TOTAL
AVENIDA VITORINO DIAS	17	71	88
LARGO FREI VICENTE BOTELHO	24	2	26
RUA DO ALEIJADINHO	16	1	17
RUA ALAGOAS	22	3	25
RUA ALAMEDA EPONINA	19	1	20
RUA ALVARENGA	129	196	325
RUA ANTONIO DE ALBUQUERQUE	28	1	29
RUA ANTONIO MARTINS	18	4	22
RUA ANTONIO PEREIRA	3	0	3
RUA AMARANTINA	34	0	34
RUA ARGEMIRO SANNA	28	4	32
RUA ARTUR VERSIANI DOS ANJOS	11	0	11
RUA AUGUSTA BITTENCOURT OLIVEIRA	6	0	6
RUA AUGUSTO CORREIA MAGALHAES	16	9	25
RUA BARÃO OURO BRANCO	45	0	45
RUA BARBARA HELIODORO	15	1	16
RUA BENEDITO VALADARES	63	41	104
RUA BERNARDO GUIMARAES	0	1	1
RUA CARLOS TOMAZ	15	2	17
RUA CHICO REI	60	3	63
RUA CLAUDIO MANOEL	30	5	35
RUA CONDE DE BOBADELA	70	45	115
RUA CONSELHEIRO QUINTILIANO	23	57	80
RUA CONSELHEIRO SANTANA	28	5	33
RUA CORONEL ALVES	1	0	1
RUA CORONEL SERAFIM	77	19	96
RUA COSTA SENA	18	81	99
RUA DA CONCEICAO	6	0	6
RUA DAS MERCES	22	19	41
RUA DESIDERIO DE MATOS	47	125	172
RUA DO PILAR	36	23	59
RUA DOM SILVERIO	40	3	43
RUA DONATO DA FONSECA	15	0	15
RUA DOS INCONFIDENTES	67	36	103
RUA DOS PAULISTAS	60	4	64
RUA DR. ALBINO SARTORI	76	5	81
RUA DR. ALFREDO BAETA	5	15	20

RUA DR. ANTONIO IBRAHIM DE SOUZA	32	0	32
RUA DR. CLAUDIO DE LIMA	28	7	35
RUA DR. FURTADO DE MENEZES	3	0	3
RUA DR. ORLANDO RAMOS	1	2	3
RUA EDUARDO ROSA COELHO	5	2	7
RUA EVANGELISTA DIAS	10	0	10
RUA FELIPE DOS SANTOS	31	35	66
RUA FRANKLIN AMANCIO DOS SANTOS	24	1	25
RUA GABRIEL SANTOS	27	0	27
RUA GETULIO VARGAS	56	41	97
RUA HENRI GORCEIX	34	2	36
RUA IRMAOS KENEDY	70	103	173
RUA JOAQUIM FORTES	12	0	12
RUA JOAQUIM JACINTO DE ARAUJO	9	1	10
RUA MANOEL CABRAL	9	0	9
RUA PACIFICO HOMEM	18	2	20
RUA PADRE EPIFÂNIO	29	2	31
RUA PADRE JOSE DA ROCHA FILGUEIRA	1	1	2
RUA PADRE TOBIAS JOSÉ GOMES DA SILVA	49	1	50
RUA PADRE VIEGAS	17	0	17
RUA PARACATU	1	0	1
RUA PARANA	31	10	41
RUA PAULINO ALVES GÓES	1	0	1
RUA PE. ANTONIO GABRIEL CARVALHO	32	6	38
RUA PE. ROLIM	23	23	46
RUA PREFEITO WASHINGTON DIAS	30	84	114
RUA PROFA. ZIZINHA CRUZ	2	0	2
RUA PROFESSOR HONÓRIO ESTEVES	44	0	44
RUA PROFESSOR SALATIEL TORRES	51	0	51
RUA RODOLPHO BRETAS	17	0	17
RUA REZENDE	17	0	17
RUA RODRIGO SILVA	1	0	1
RUA SALVADOR TRÓPIA	17	0	17
RUA SANTA EFIGENIA	1	1	2
RUA SANTA RITA	53	4	57
RUA SÃO FRANCISCO DE PAULA	0	0	0
RUA SÃO FRANCISCO DE ASSIS	2	6	8
RUA SÃO JOSÉ	63	64	127
RUA SENADOR ROCHA LAGOA	22	13	35
RUA TEIXEIRA AMARAL	9	5	14
RUA TENENTE PEREIRA FILHO	21	0	21
RUA THOMÉ AFONSO	53	4	57
RUA VEREADOR JOSÉ LEANDRO	3	0	3

RUA VEREADOR JULIO FORTES	14	0	14
RUA VEREADOR RODRIGO TOFFOLO	7	2	9
RUA XAVIER DA VEIGA	48	56	104
TENENTE JOSÉ PEDRO	29	0	29
TRAVESSA DO ARIEIRA	4	6	10
TRAVESSA DOMINGOS VIDAL	25	4	29
RUA DIOGO DE VASCONCELOS	15	15	30
RUA CLODOMIRO DE OLIVEIRA	9	2	11
RUA BRIGADEIRO MUSQUERA	6	12	18
RUA BARAO CAMARGOS	8	13	21
RUA DR JOAO VELOSO	46	0	46
RUA PADRE FARIA	0	0	0
RUA C. TRINDADE	6	0	6
RUA JOSÉ COSTA CARVALHO	3	1	4
RUA FRANCISCO AUGUSTO SILVA	1	1	2
LARGO DO ROSÁRIO	14	2	16
LARGO DO COIMBRA	0	18	18
PRAÇA AMERICO LOPES	16	6	22
PRAÇA CESARIO ALVIM	15	33	48
PRAÇA MONSENHOR CASTILHO BARBOSA	9	2	11
PRAÇA PREFEITO AMADEU BARBOSA	19	33	52
PRAÇA PRESIDENTE TANCREDO NEVES	0	51	51
PRAÇA REINALDO ALVES DE BRITO	13	80	93
PRAÇA SILVIANO BRANDAO	13	16	29
PRAÇA TIRADENTES	28	221	249
PRAÇA PADRE LOBO	5	0	5
LARGO MARILIA DE DIRCEU	0	10	10