

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Arquitetura
Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo

Gustavo Lima de Almeida

**ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE ARBORIZAÇÃO
URBANA EM LOGRADOUROS PÚBLICOS**

Belo Horizonte

2024

Gustavo Lima de Almeida

**ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO DA DISPONIBILIDADE DE ARBORIZAÇÃO
URBANA EM LOGRADOUROS PÚBLICOS**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de concentração: Teoria, Produção e Experiência do Espaço

Linha de pesquisa: Produção, projeto e experiência do espaço

Orientador Professor Ph.D. Dr. Renato César Ferreira de Souza

Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

A447e

Almeida, Gustavo Lima de.

Estratégias de avaliação da disponibilidade de arborização urbana em logradouros públicos [manuscrito] / Gustavo Lima de Almeida. - 2024.
122f. : il.

Orientador: Renato César Ferreira de Souza.

Dissertação (mestrado)– Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Arborização das cidades - Teses. 2. Florestas urbanas - Teses. 3. Planejamento urbano - Teses. 4. Arborização - Índices - Teses. 5. Belo Horizonte (MG) – Teses. I. Souza, Renato César Ferreira de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 715.2



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO




FOLHA DE APROVAÇÃO

Estratégias de Avaliação da disponibilidade de arborização urbana em logradouros públicos

GUSTAVO LIMA DE ALMEIDA

Dissertação submetida à Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Arquitetura da UFMG como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração: Teoria, produção e experiência do espaço.

Aprovada em 27 de março de 2024, pela Comissão constituída pelos membros:


Documento assinado digitalmente
 **RENATO CESAR FERREIRA DE SOUZA**
Data: 27/03/2024 09:54:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Renato César Ferreira de Souza - Orientador
EA-UFMG

Elisangela de Almeida Chiquito

Assinado de forma digital por
Elisangela de Almeida Chiquito
Dados: 2024.03.27 20:50:53
-03'00'

Profa. Dra. Elisângela de Almeida Chiquito
EA-UFMG


Mateus van Stralen
2024.03.28 10:07:29
-03'00'

Prof. Dr. Mateus de Sousa Van Stralen
EA-UFMG

Belo Horizonte, 27 de março de 2024.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Renato César, pela compreensão, paciência e orientação cuidadosa. À professora Elisângela Chiquito, que acompanha minha jornada acadêmica desde a graduação, e ao professor Mateus Stralen, que juntos contribuíram grandemente nas bancas intermediária e final desta dissertação de mestrado. Às professoras e professores do NPGAU, por todo o conhecimento compartilhado durante o curso.

Aos colegas da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte pela contribuição na obtenção dos dados e discussões que enriqueceram este trabalho - em especial ao Júlio De Marco, Daphne Malheiros, Larissa Guarany e Joseane de Toledo. Aos colegas da Trust, principalmente à Ana Raposo - pelas trocas valiosas e aprendizado na consultoria ambiental. Ao Hayato, pelas experiências nos tempos de Ultra Haus e estímulo à inovação, que me motivaram a ingressar no mestrado.

Aos meus amigos e familiares que sempre me apoiam e estão ao meu lado, nos bons momentos e nas batalhas da vida. À minha mãe Rosilda, meu pai Reinaldo (Tatu), meus irmãos Carol e Luiz Felipe. À vovó Tetê (Veiêra), vovó Beth (Coroa) e vovô Zé, minhas tias, tios e primos. Aos amigos de Turmalina e BH, da música e da vida: Emílio, Biú, Keké, Rangel, Jardel, Sidarta, Pedro M., Marcola, compadre Bocão (papai da Clarice), comadre Stephania (mamãe do Otto), Aline, Pitty, Nayara e mais uma renca de gente que anda comigo e que eu guardo no coração.

Por fim, agradeço à Enya, minha duplinha boa que compartilha a vida comigo de um jeito bonito.

“Na verdade, esse aparente caos que reside no nosso interior é uma ordem rica, ondulante, crescente, agonizante e harmoniosa que canta, ri, chora e dorme. Se permitirmos que essa ordem guie nossos manuais de construção e os edifícios que fazemos, as cidades que ajudamos a levantar serão os bosques e os prados do coração humano” (ALEXANDER, 1979)

RESUMO

Esta pesquisa investiga a gestão municipal das áreas verdes e arborização em Belo Horizonte, apresentando estratégias para avaliar a disponibilidade desses recursos. A análise começa com uma revisão bibliográfica que aborda a legislação e os instrumentos de gestão utilizados pelo Poder Público para tratar das áreas verdes e do manejo da arborização na cidade.

Para tanto, foram utilizados dados do inventário de árvores do município, informações geográficas da Prefeitura de Belo Horizonte e dados coletados em levantamento de campo. Os dados obtidos foram organizados em tabelas, gráficos e mapas. Esta pesquisa contém análises feitas com base em índices e indicadores consolidados como: Índice de Áreas Verdes – IAV; Taxa de Áreas Verdes Protegidas – IAP; Índice de Cobertura Vegetal – ICV e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI. Além desses índices consolidados, são propostos dois novos índices para avaliação de disponibilidade de vegetação arbórea: o Índice de Cobertura Arbórea - ICA e o Índice de Vegetação Visível - IVV.

Esta dissertação busca a aproximação entre o planejamento urbano municipal e a escala humana, mais bem ajustada ao planejamento local. Por isto foram feitas análises da caracterização da arborização urbana do bairro Santa Tereza, Vila Dias e São Vicente – na regional Leste de Belo Horizonte. Com aplicação de modelagem 3D paramétrica, foi gerado um modelo da área de estudo com a distribuição das árvores nos logradouros públicos, volumetria das edificações, malha viária dentre outros elementos.

Por fim, os resultados da pesquisa são discutidos, incluindo o apontamento de futuras aplicações possíveis. São destacadas possibilidades de uso da pesquisa na Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte além dos possíveis desdobramentos em novos estudos.

Palavras-chave: arborização das cidades; planejamento urbano; arborização; índices; Belo Horizonte (MG)

ABSTRACT

This research examines the municipal management of green areas and tree planting in Belo Horizonte, presenting strategies to assess the availability of these resources. The analysis begins with a literature review that addresses the legislation and management tools used by the Public Authority to deal with green areas and the management of tree planting in the city.

For this purpose, data from the municipal tree inventory, geographical information from the Belo Horizonte City Hall, and data collected in field surveys were used. The obtained data were organized into tables, graphs, and maps. This research contains analyses based on consolidated indices and indicators such as: Green Area Index - IAV; Protected Green Areas Rate - IAP; Vegetation Cover Index - ICA; and Normalized Difference Vegetation Index - NDVI. In addition to these consolidated indices, two new indices are proposed for assessing the availability of tree vegetation: the Tree Cover Index - ICA and the Visible Vegetation Index - IVV.

This dissertation seeks to bridge the gap between municipal urban planning and the human scale, which is better suited to local planning. For this reason, analyses were conducted on the characterization of urban tree planting in the neighborhoods of Santa Tereza, Vila Dias, and São Vicente – in the eastern region of Belo Horizonte. With the application of parametric 3D modeling, a model of the study area was generated showing the distribution of trees in public spaces, the volumetry of buildings, the road network, among other elements.

Finally, the research results are discussed, including the pointing out of possible future applications. The possibilities of using the research at the Municipal Environment Secretariat of Belo Horizonte are highlighted, as well as potential developments in further studies.

Keywords: urban tree planting; urban planning; tree planting; vegetation index; Belo Horizonte (MG)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Nascentes e cursos d'água que geram APP em Belo Horizonte, conforme Código Florestal	20
Figura 2: Recursos hídricos e representação de APP's em solo urbanizado	21
Figura 3: Zonas de Preservação Ambiental e conexões Verde / Fundo de Vale, conforme Plano Diretor	24
Figura 4: Recorte extraído do e-book elaborado pela PBH, sobre as Áreas de Fruição Pública.....	27
Figura 5: Tipos de Unidades de Conservação em Belo Horizonte	28
Figura 6: Unidades de Conservação em Belo Horizonte.....	33
Figura 7: Recorte de tela do Painel de árvores plantadas por meio de compensação ambiental.....	47
Figura 8: Fluxograma das Áreas Protegidas utilizadas para cálculo da Taxa de Áreas Protegidas - IAP	52
Figura 9: Recorte com as feições utilizadas para cálculo da Taxa de Áreas Protegidas de Belo Horizonte, extraído do Relatório de Acompanhamento dos ODS de 2022	53
Figura 10 Recorte de tela do SIIA-BH com detalhe para o deslocamento das árvores	56
Figura 11: Mapa do NDVI em Belo Horizonte entre 1984 e 2021.....	58
Figura 12: Resultado da modelagem de fragmentos de vegetação utilizando NDVI e LiDAR.....	60
Figura 13: Índice de Áreas Verdes – IAV em 2015, calculado por ELIAS; PBH/DGEA/SMMA, (2023).....	62
Figura 14: Unidades de Conservação e proporção do território por elas ocupado x distribuição de renda média em Belo Horizonte	64
Figura 15: Análise de distâncias mais curtas entre praças e edificações	65
Figura 16: Localização da Área de Estudo Bairro Santa Tereza, Vila Dias e São Vicente	66
Figura 17: Apresentação de dança em festa junina - Praça Duque de Caxias	67
Figura 18: tipo de ocupação do lote na Área de Estudo.....	68
Figura 19: Altura das edificações na área de estudo.....	69

Figura 20: Vista parcial do bairro Santa Tereza. Ao fundo a Serra da Piedade, em Caeté.....	70
Figura 21: largura das vias por trecho, na área de estudo	71
Figura 22: Limites da ADE Santa Tereza.....	72
Figura 23 Vista de São Vicente - Destaque para vegetação arbórea agrupada X edificações	74
Figura 24: Praça Duque de Caxias, em Santa Tereza. Destaque para a arborização	75
Figura 25: Imagens históricas do Google street view, utilizadas para ajuste do ponto e pré-identificação de espécie.....	76
Figura 26: Fluxograma da depuração de dados do SIIA-BH utilizados	77
Figura 27: Localização das árvores cadastrados na Atualização do Inventário feita pelo autor	78
Figura 28: Vista da rua Diamante, esquina com rua Salinas (em março de 2022)....	90
Figura 29: Resultado da análise de sobreposição entre copa das árvores e logradouros públicos	91
Figura 30: Taxa de cobertura arbórea em vias públicas da área de estudo	92
Figura 31: Trecho da rua Bom Despacho com alta taxa de cobertura arbórea.....	93
Figura 32: Identificação das Áreas Verdes Protegidas na Área de Estudo	94
Figura 33: Vistas panorâmicas 01 e 02 do modelo tridimensional da área estudada	99
Figura 34: Análise de visibilidade Rua Bueno Brandão, esquina com rua Almandina - Sentido Noroeste	100
Figura 35: Análise de visibilidade Rua Conselheiro Rocha, n° 1515 - Sentido Nordeste.....	101
Figura 36: Análise de visibilidade Rua Dores do Indaiá, n° 114-Sentido Nordeste	102
Figura 37: Análise de visibilidade Rua Alvinópolis, n° 171 - Sentido Sudeste.....	103
Figura 38: Análise de visibilidade Rua Estrela do Sul, n° 273 - Sentido Norte.....	104
Figura 39: Análise de visibilidade Rua Tenente Durval, n° 504-Sentido Nordeste	105
Figura 40: Fotomontagem feita para projeto de plantio no bairro Buritys.....	108
Figura 41: Avenida do Contorno: vista para pistas de veículos (à esquerda) e vista da arborização e calçada no mesmo trecho (à direita).....	111

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Taxa de Áreas vegetadas em Belo Horizonte – 2009 a 2022	48
Gráfico 2: Taxa de Áreas vegetadas por habitante, de acordo com o observatório do milênio	50
Gráfico 3: Taxa de áreas verdes protegidas - 2010 a 2022.....	51
Gráfico 4: Zoneamento Urbano na Área de Estudo	73
Gráfico 5: Índice de Áreas Verdes - IAV e proporção de áreas verdes na área de estudo	74
Gráfico 6: Número de indivíduos arbóreos em logradouro público na Área de Estudo	77
Gráfico 7: Quantidade de árvores preservadas, novas e suprimidas/mortas	79
Gráfico 8: Quantidade de espécies identificadas por função paisagística na Área de Estudo	84
Gráfico 9: Quantidade de indivíduos arbóreos por faixa de altura.....	85
Gráfico 10: Porte das árvores suprimidas ou mortas entre 2011 e 2024.....	86
Gráfico 11: Projeção do porte das árvores com espécies identificadas, em fase adulta	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Reservas Particulares Ecológicas implantadas em Belo Horizonte	29
Tabela 2: Árvores isoladas e Conjuntos de árvores tombadas como Monumento Vegetal Municipal	34
Tabela 3: Legislação vigente sobre a criação de áreas verdes urbanas, em Belo Horizonte	35
Tabela 4: Quantidade de indivíduos arbóreos por espécie - Comparativo entre 2011 e 2024	79
Tabela 5: Ranking das 10 espécies mais comuns nos logradouros públicos da área de estudo.....	83
Tabela 6: Comparativo da arborização em logradouros públicos em 2011 e 2022 ...	87
Tabela 7: População de indivíduos arbóreos por logradouro	89
Tabela 8: Cálculo do IAP da área de estudo	95
Tabela 9: Cálculo do Índice de Cobertura arbórea em logradouros públicos	95
Tabela 10: Estrutura de dados do modelo tridimensional proposto	98
Tabela 11: Sugestão de incremento no banco de dados do SIIA-BH	110

LISTA DE ABREVIATURAS

ADE	Áreas de Diretrizes Especiais
AEIS	Áreas Especiais de Interesse Social
AGEUC	Áreas de Grandes Equipamentos de Uso Coletivo
APA	Área de Preservação Ambiental
APE	Área de Proteção Especial
AFP	Áreas de Fruição Pública
APP	Áreas de Preservação Permanente
CEESC	Corredor Ecológico Espinhaço-Serra do Curral
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CEVAE	Centros de Vivência Agroecológica
COMAM	Conselho Municipal do Meio Ambiente
CR	Zona de Centralidade
DAP	Diâmetro a altura do peito
DN	Deliberações Normativas
ELUP	Espaços Livres de Uso Público
ESEC	Estação Ecológica
EUC	Equipamentos Urbanos e Comunitários
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FPMZB	Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica
GERHI	Gerência de Recursos Hídricos
IAP	Taxa de Áreas Verdes Protegidas
IAV	Índice de Áreas Verdes
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
ICA	Índice de Cobertura Arbórea
ICV	Índice de Cobertura Vegetal
IDE-BHGEO	Infraestrutura de Dados Espaciais da Prefeitura de Belo Horizonte
IEF	Instituto Estadual de Florestas
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
IQVU	Índice de Qualidade de Vida Urbana
IVV	Índice de Vegetação Visível
LiDAR	<i>Light Detection and Ranging</i>
MDE	Modelo Digital de Elevação

NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OM	Ocupação Moderada
PBH	Prefeitura Municipal de Belo Horizonte
PMAU-BH	Plano Diretor de Arborização Urbana de Belo Horizonte
PMMG	Polícia Militar de Minas Gerais
PRODABEL	Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte
RA	Regionais Administrativas
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
RPE	Reservas Particulares Ecológicas
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SAF	Sistemas Agroflorestais
SBN	Soluções Baseadas na Natureza
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SIIA-BH	Sistema de Informações do Inventário de Árvores de Belo Horizonte
SIURBE	Sistema de Informações Urbanísticas e Endereços
SMAP-BH	Sistema Municipal de Áreas Protegidas de Belo Horizonte
SMMA-BH	Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte
SUPLAN	Subsecretaria de Planejamento Urbano
SUREG	Subsecretaria Municipal de Regulação Urbana
SUSAN	Subsecretaria de Segurança Alimentar e Nutricional
UC	Unidade de Conservação
UFLA	Universidade Federal de Lavras
ZEIS	Especial Interesse Social

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	ÁREAS VERDES E ARBORIZAÇÃO URBANA EM POLÍTICAS PÚBLICAS E CONTROLE DO USO DO SOLO.....	17
2.1	A LEGISLAÇÃO NA DELIMITAÇÃO DE ÁREAS VERDES E MANEJO DA ARBORIZAÇÃO EM BELO HORIZONTE.....	19
2.2	FERRAMENTAS DE CONTROLE DE ÁREAS VERDES E ARBORIZAÇÃO URBANA EM BELO HORIZONTE	43
3	MÉTODOS APLICADOS	55
4	RESULTADOS.....	57
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ARBORIZAÇÃO URBANA E ÁREAS VERDES NA ÁREA DE ESTUDO SANTA TEREZA, VILA DIAS E SÃO VICENTE.....	66
5	DISCUSSÕES	106
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
	REFERÊNCIAS.....	116

1 INTRODUÇÃO

Diante das mudanças climáticas que afetam cidades em todo o mundo, ações de planejamento urbano orientadas ao desenvolvimento de cidades menos suscetíveis a esses impactos tornou-se imperativo. Efeitos adversos decorrentes das mudanças climáticas, potencializados pela ação humana no planeta, têm sido observados de forma cada vez mais frequente e intensa. Ondas de calor extremo, longos períodos de estiagem, tempestades, poluição do ar e inundações são exemplos de desafios para as cidades do presente e do futuro.

A partir da compreensão dos aspectos ecológicos, históricos, culturais, sociais, estéticos e paisagísticos, a arborização das cidades surge como uma estratégia de amenização de impactos ambientais. Nesse contexto, a arborização das cidades garante a manutenção da estabilidade microclimática e melhoria da qualidade do ar. Possibilita a conservação da flora nativa, atua como abrigo de fauna silvestre e outras contribuições para o meio biótico. Ademais, observa-se a melhoria da infiltração da água no solo, evitando erosões associadas ao escoamento superficial das águas das chuvas e outras influências positivas no ciclo hídrico nas cidades. Por fim, são notadas a melhoria da saúde física e mental da população, a função simbólica das árvores no contexto urbano e outros aspectos sociais relevantes (CEMIG; FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2011).

Nos últimos anos a discussão sobre a qualidade e disponibilidade de áreas verdes em centros urbanos tem girado em torno de conceitos como *serviços ecossistêmicos*, *infraestrutura verde* e *Soluções Baseadas na Natureza*. O conceito de *serviços ecossistêmicos* trata do bem-estar proporcionado pelo meio ambiente aos seres humanos. Nas abordagens sobre *infraestrutura verde*, os principais trabalhos destacam os mecanismos, as funções e as políticas do conceito, demonstrando aspectos funcionais com proposição de soluções para ocupação do território. Já as *soluções baseadas na natureza* são as ações direcionadas à otimização de utilização de recursos naturais ou modificados e estão inseridas no contexto de ações para contenção de mudanças climáticas e busca sinergia entre função ecológica, social e econômica (DE MARCO, 2020).

A maior parte das definições de serviços ecossistêmicos faz referência àquilo que o ser humano entende como um benefício que os processos naturais lhe proporcionam em termos de bem-estar, ou

reconhecendo esses processos ou considerando diretamente o bem-estar proporcionado e as relações de efeito e causa estabelecidas entre o meio ambiente e o ser humano (DE MARCO, 2020).

Heidegger defende o conceito de que habitar não se resume ao se abrigar e apresenta elementos estruturantes do que para ele é de fato o “habitar”. Para o autor, habitar envolve uma profunda conexão com o mundo em uma relação de conformação de espaços significativos enquanto lugares. Segundo o autor, “construir” é o ato de dar forma ao mundo e o “pensar” é uma reflexão sobre o significado e a essência do ser. De acordo com a abordagem do autor é possível compreender o habitar para além dos limites do abrigo, expandindo-o para quaisquer espaços significativos no mundo compreendidos enquanto lugares (HEIDEGGER, 1951).

Nesse contexto, assume-se o “habitar” e a habitabilidade como sendo uma característica também observável nas vias e espaços urbanos, conformando-os como lugares. O habitar da forma como Heidegger propõe, admite contradições inerentes à individualidade e até mesmo à construção cultural coletiva do que é o “ser”, a depender do recorte social analisado. O habitar pode ser analisado da mesma forma entre diferentes grupos ou pessoas, porém, a subjetividade do que nos toca individualmente ou dentro uma construção coletiva faz com que o resultado dessa análise demonstre a construção de tantos “habitares” quanto forem os “seres” analisados. Desse modo, é possível admitir a existência de lugares com maior ou menor nível de abrangência significativa para diferentes grupos de pessoas.

De forma mais objetiva, é possível que os elementos de um determinado espaço promovam influência e sejam influenciados por um grupo de pessoas de tal modo que para este grupo este espaço significativo possa ser compreendido enquanto lugar e seja de fato habitado por este grupo. O mesmo espaço, contudo, pode ser atravessado por outro grupo de pessoas apenas como um espaço de transição entre um lugar e outro, sem que haja nenhum tipo de troca de influência entre espaço e ser.

Diante disso, as métricas utilizadas para monitoramento dos sistemas ecossistêmicos e soluções baseadas na natureza seriam capazes de tratar de aspectos como a habitabilidade nos espaços públicos? No campo de estudo da infraestrutura verde, existem formas de se mensurar o “habitar” as diferentes configurações possíveis de “lugar”?

Relacionado a este contexto geral, minha atuação profissional também foi fundamental para identificar o problema inicial desta pesquisa. Tanto em empresas de consultoria ambiental quanto no setor público, atuando como arquiteto urbanista na Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SSMA de Belo Horizonte, me deparei com avaliações ambientais pautadas em índices e indicadores. De modo geral, tais índices tem como objetivo classificar ou quantizar aspectos de um determinado objeto de estudo, quer seja um território, uma comunidade, ou um equipamento urbano.

Do contexto geral surge o problema inicial: dentro do planejamento urbano, quais ações podem contribuir para a criação de cidades mais resilientes às mudanças climáticas? A vegetação urbana, estratégias de arborização dos espaços públicos e diminuição das áreas impermeáveis nas cidades são caminhos para melhoria da qualidade de vida em ambientes urbanos? Para além das características paisagísticas, as árvores e áreas verdes passam a cumprir funções importantes para regulação do microclima, drenagem do solo e melhoria da qualidade do ar? Como?

A partir da relação entre o problema inicial e meu contexto profissional vem a delimitação do problema-chave: índices, métodos ou análises apresentam resultados satisfatórios para lidar com aspectos qualitativos da disponibilidade de arborização urbana em logradouros públicos? Quais as possíveis aplicações práticas destes índices no planejamento urbano? Esses modelos podem ser aplicados no desenho e paisagismo das cidades?

Nesse sentido, esta dissertação busca estratégias para avaliação da disponibilidade de arborização urbana, sob a perspectiva de atuação profissional de um arquiteto urbanista. Para tanto, serão utilizados dados do inventário de árvores de Belo Horizonte para aplicação de índices conhecidos, demonstração de interação com outros dados públicos disponíveis e a elaboração de um modelo 3D da área de estudo.

O recorte territorial analisado nesta pesquisa é o bairro Santa Tereza, Vila Dias e Vila São Vicente. Espera-se que os dados produzidos e métodos descritos para obtenção dos resultados desta dissertação, possam ser utilizados na gestão da arborização urbana em Belo Horizonte, especialmente na Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

2 ÁREAS VERDES E ARBORIZAÇÃO URBANA EM POLÍTICAS PÚBLICAS E CONTROLE DO USO DO SOLO

A arborização urbana, enquanto tema de estudo, é discutida indiretamente sob diferentes escalas na legislação brasileira. São consideradas as perspectivas urbanística e paisagística, normas para manejo das árvores, instrumentos para proteção de espécies ou biomas, regulamentação sobre a distribuição da vegetação arbórea no território. Contudo, a legislação vigente é inespecífica no que se refere aos aspectos conceituais ou operacionais da arborização urbana nos municípios brasileiros.

No âmbito nacional, existem leis fundamentais relacionadas às questões ambientais e ao parcelamento do solo urbano que delimitam ações referentes ao meio ambiente e ordenamento do território, embora nenhuma trate ou incorpore a Arborização Urbana como tema estruturante. Nespolo et al. (2020) realizaram um levantamento bibliográfico e documental que visou, dentro da legislação brasileira, identificar a existência de leis sobre Arborização Urbana. Com base nos dados coletados, os autores perceberam que as leis, mesmo não estando ligadas diretamente ao tema, dispõem sobre proteção e/ou preservação dos elementos arbóreos no solo urbano (MOURA DE SOUZA et al., 2022).

Áreas verdes, espaços verdes, florestas urbanas, indivíduos arbóreos, vegetação arbórea, dentre outros, são alguns destes conceitos relacionados direta ou indiretamente à arborização urbana. Além disso, as políticas urbanas de uso e ocupação do solo urbano são importantes instrumentos de gestão e controle, que influenciam na disposição dessas áreas vegetadas no território. Para tanto, a compreensão desse contexto ampliado é necessária para que se possa analisar os mecanismos de gestão que tratam da arborização das cidades.

No âmbito da gestão ambiental municipal, a responsabilidade e a atuação são delineadas através de diversos instrumentos de política ambiental, incluindo leis, decretos, portarias e planos. Nesse contexto, a arborização urbana é compreendida como um serviço essencial para o funcionamento das cidades. Desse modo, os elementos que constituem a arborização urbana são considerados equitativamente na infraestrutura básica necessária para o desenvolvimento urbano e parcelamento do solo (CEMIG; FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2011).

A Política Ambiental na esfera municipal é composta por instrumentos jurídicos, administrativos, técnicos, sociais, econômicos e fiscais. O conjunto de normas e

disposições legais contemplam, dentre outras, a lei de uso e ocupação do solo, deliberações normativas e lei ambiental municipal. Os instrumentos administrativos contemplam controles, autorizações e regulamentos, avaliações de impacto ambiental e planos diretores de arborização. O zoneamento ambiental, licenciamento ambiental e outras tecnologias podem ser utilizadas para ações preventivas e corretivas. Os instrumentos econômicos ou fiscais são os impostos, taxas ou incentivos, e tem como objetivo recompensar custos de ações positivas ou para compensar prejuízos ambientais. Por fim, os instrumentos sociais envolvem informação, participação e integração com a sociedade (CEMIG; FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2011).

No intuito de apresentar alguns dos principais instrumentos de gestão e controle da arborização urbana em Belo Horizonte, este capítulo da dissertação foi dividido em dois tópicos. O primeiro tópico apresenta a influência da legislação no controle das áreas verdes e arborização urbana, enquanto no segundo, são apresentados índices e ações do poder Executivo municipal na gestão e planejamento dessa temática.

A análise da legislação percorre aspectos na escala regional, municipal e da microescala de planejamento das áreas verdes e arborização em Belo Horizonte. São apresentados instrumentos jurídicos que delimitam as áreas verdes e de preservação ambiental, mecanismos legais de gestão da arborização na cidade de Belo Horizonte, bem como leis que definem do manejo de árvores no solo urbano.

No segundo tópico, os índices e ações realizadas pelo poder Executivo municipal são analisados. A fim de compreender estratégias de avaliação da disponibilidade de arborização urbana e gestão das áreas verdes, foram apresentados projetos vinculados ou feitos em parceria com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte.

As duas análises apresentadas neste capítulo são essenciais para a fundamentação da obtenção e discussão dos resultados desta dissertação. Além disso, elas constituem uma síntese do atual cenário da política ambiental, gestão das áreas verdes e manejo da arborização urbana em Belo Horizonte.

2.1 A legislação na delimitação de áreas verdes e manejo da arborização em Belo Horizonte

O Código Florestal Brasileiro é definido pela Lei Federal nº12.651/2012 e dispõe sobre a proteção da vegetação nativa no Brasil (BRASIL, 2012). Dentre outras providências, as áreas de preservação permanente são conceituadas no Art. 3º do Código Florestal como:

II – Área de Preservação Permanente – APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

De acordo com o Código Florestal, são consideradas Áreas Preservação Permanente, em zonas urbanas e rurais: as faixas marginais de cursos d'água naturais (excluídos os efêmeros), áreas no entorno de lagos e lagoas naturais, áreas no entorno de reservatórios artificiais decorrentes de barramento ou represamento de cursos naturais, o entorno de nascentes e olhos d'água perenes. Além das APP's vinculadas aos recursos hídricos, também são consideradas encostas com declividade superior a 45° dentre outras configurações geomorfológicas específicas (BRASIL, 2012).

As políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado são estabelecidas na Lei Estadual nº20.922/13. Esta lei adequa a legislação estadual ao Código Florestal Brasileiro, dentre outras providências¹.

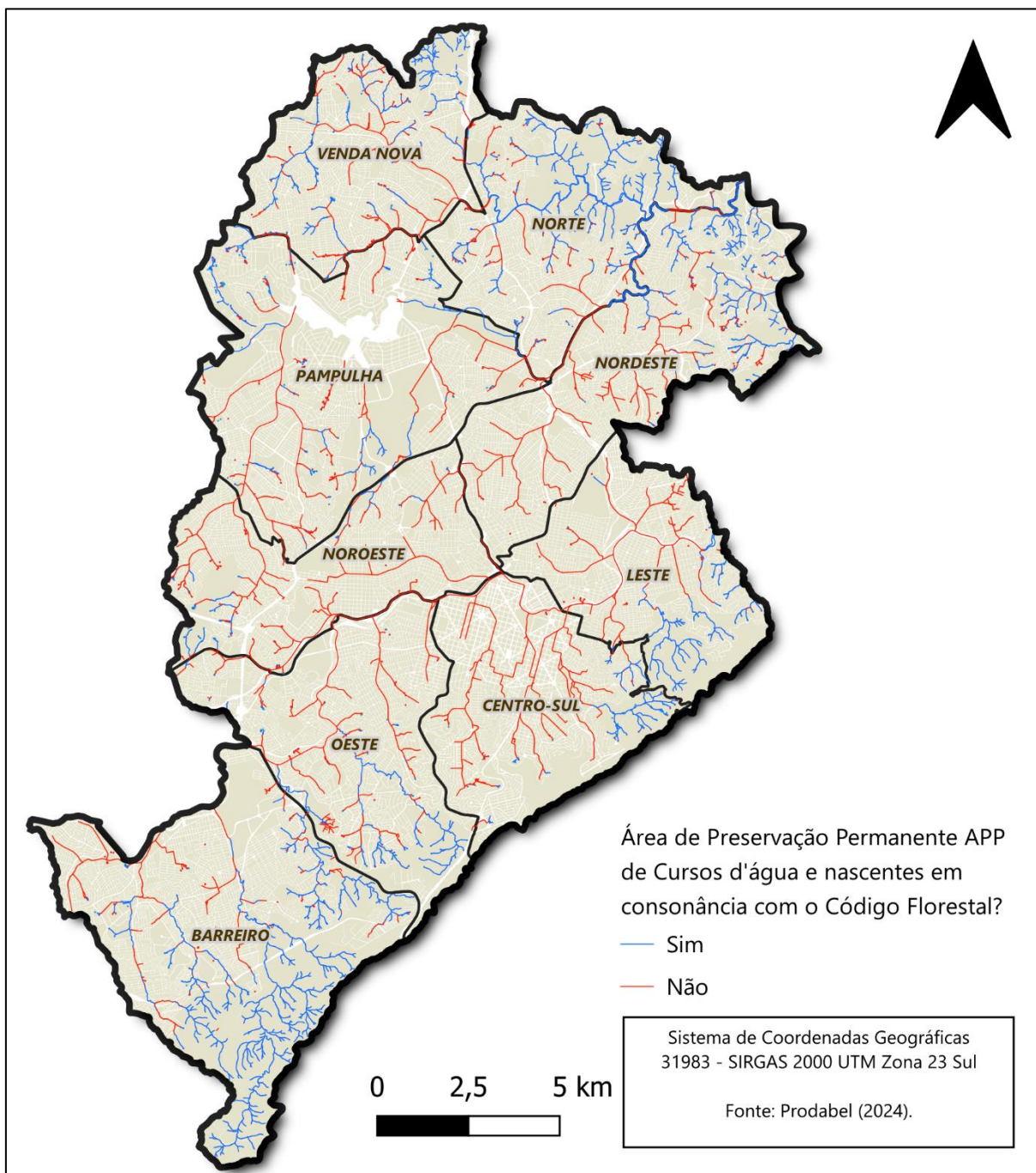
Parágrafo único - As políticas florestal e de proteção à biodiversidade no Estado compreendem as ações empreendidas pelo poder público e pela coletividade para o uso sustentável dos recursos naturais e para a conservação do meio ambiente ecologicamente equilibrado, essencial à sadia qualidade de vida, nos termos dos arts. 214,216 e 217 da Constituição do Estado (MINAS GERAIS, 2013).

Vinculada à Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte, a Gerência de Recursos Hídricos – GERHI é responsável pela realização de vistorias para caracterização de nascentes, brejos e cursos d'água em Belo Horizonte. Nessas

¹Como a legislação federal é mandatória, será dada maior ênfase no Código Florestal Brasileiro para tratar das áreas de preservação permanente.

vistorias os recursos hídricos são georreferenciados² e avaliados pela equipe técnica, que observa aspectos físicos, nível de antropização do entorno, qualidade da água e fatores de risco à preservação. Com base nisto os recursos hídricos são classificados se estão ou não, em conformidade com as definições do Código Florestal (Figura 1).

Figura 1: Nascentes e cursos d'água que geram APP em Belo Horizonte, conforme Código Florestal



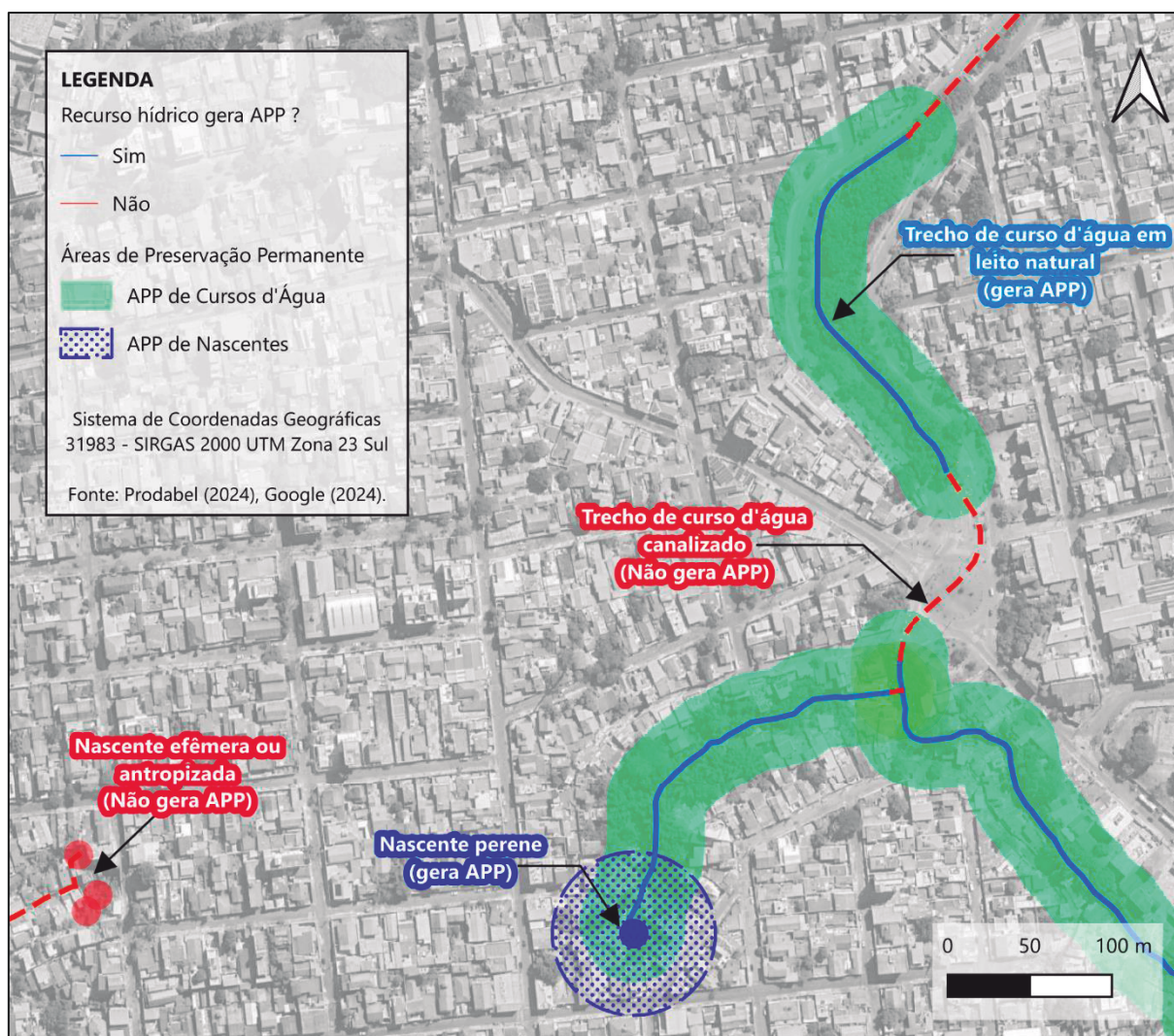
Fonte: Elaborado pelo autor com base em PRODABEL, 2024.

² O trabalho de vistorias para cadastro e identificação de recursos hídricos é contínuo e por isto, as bases georreferenciadas de Belo Horizonte são atualizadas frequentemente pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Os mapas com nascentes, cursos d'água, brejos estão disponíveis no portal BH Map, disponível para visualização e *download* em: <https://bhmap.pbh.gov.br>.

Mesmo no contexto urbanizado de Belo Horizonte, existem APP's decorrentes de recursos hídricos em leito natural. Essas áreas de preservação permanente estão, de modo geral, muito próximas ou inseridas em áreas antropizadas. Por esta razão, se faz necessário identificar e mapear os recursos hídricos ainda em leito natural no território municipal.

As Áreas de Preservação Permanente influenciam diretamente na distribuição da vegetação no solo urbano. Quando de fato preservadas, essas APP's apresentam fragmentos relevantes de mata de galeria³ que além da proteção dos cursos d'água em leito natural, compõe parte da arborização urbana do município. Essa dinâmica das Áreas de Preservação Permanente no solo urbanizado está ilustrada na Figura 2.

Figura 2: Recursos hídricos e representação de APP's em solo urbanizado



Fonte: Elaborado pelo autor com base em PRODABEL, 2024.

³Mata de Galeria é a definição da vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil Central (EMBRAPA, 2024)

Para além das áreas de preservação permanente, o Código Florestal em seu Art. 3º define o conceito de áreas verdes urbanas como:

XX – área verde urbana: espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais (BRASIL, 2012).

Para a criação destas áreas verdes urbanas, o Art. 25 do Código Florestal apresenta quatro instrumentos urbanísticos: o direito de preempção para aquisição de remanescentes florestais relevantes, definido no Estatuto da Cidade Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001; a transformação de Reservas Legais em áreas verdes nas expansões urbanas; as áreas verdes oriundas de loteamentos, empreendimentos comerciais e implantação de infraestrutura; e aplicação de recursos provenientes de compensação ambiental para aplicação em áreas verdes (BRASIL, 2012).

O Sistema Municipal de Áreas Protegidas – SMAP-BH é definido pela lei nº 10.879/15. O escopo deste sistema visa identificar, classificar e preservar as áreas protegidas em Belo Horizonte, buscando uma melhor gestão do patrimônio ambiental que as constitui (BELO HORIZONTE, 2015^a). A arborização urbana é abordada pelo SMAP-BH no que se refere à constituição de corredores ecológicos urbanos, em casos especiais onde se observa a possibilidade de conexão entre diferentes áreas protegidas.

XVI – Corredores ecológicos urbanos: fragmentos de vegetação, incluindo a arborização urbana, em condições especiais, que conectam áreas verdes protegidas, possibilitando entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais (BELO HORIZONTE, 2015b)

De modo geral, o Plano Diretor de Belo Horizonte definido na Lei Municipal 11.181/19, tem como um de seus eixos principais a busca por soluções ambientalmente sustentáveis para tratar das questões urbanísticas. Em acordo com o que é disposto no Código Florestal, o Plano Diretor estabelece as zonas de Proteção Ambiental e as Áreas de Diretrizes Especiais (ADE) de interesse ambiental. Ademais, a lei 11.181/19 reforça o Sistema Municipal de Áreas Protegidas SMAP-BH, com a

previsão da “constituição de rede de áreas de estruturação ambiental, incluindo conexões verdes e conexões de fundo de vale” (BELO HORIZONTE, 2019).

As Áreas Especiais de Interesse Social – AEIS de Interesse Ambiental são conceituadas pelo plano diretor, mas não possuem delimitação geográfica definida como as demais zonas e conexões ambientais. Nessas áreas, a arborização dos ELUP's e das áreas de fruição pública deverão ser executadas com espécies da flora nativa (SECRETARIA MUNICIPAL DE POLÍTICA URBANA; PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2020).

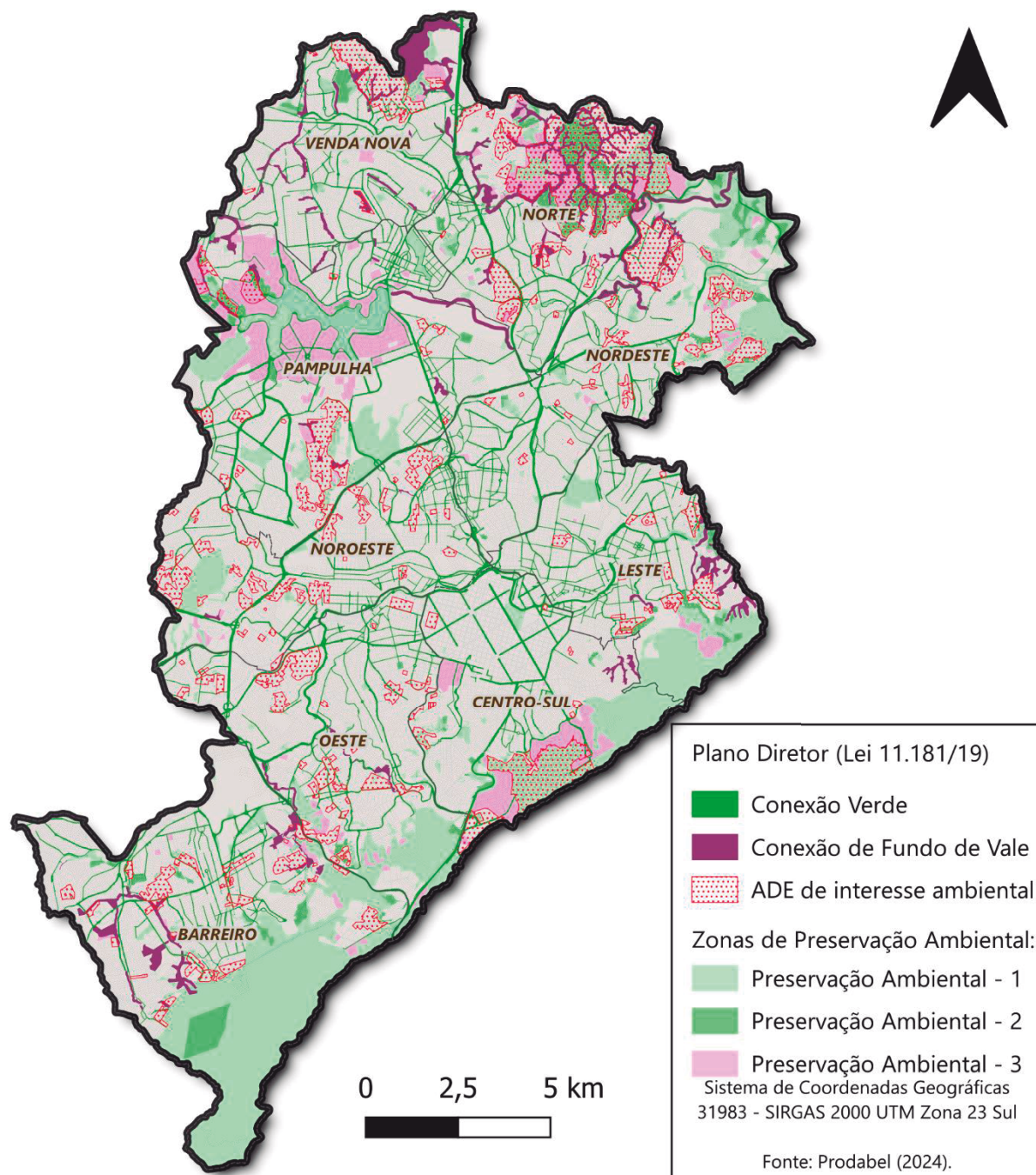
Art. 106 – São classificadas como AEIS de Interesse Ambiental as porções do território municipal subutilizadas, desocupadas ou predominantemente desocupadas, dotadas de elementos ambientais relevantes, nas quais é possível a compatibilização entre a proteção de atributos naturais e paisagísticos, a geração de espaços públicos de lazer, a implantação de EUC e a produção de empreendimentos de interesse social (BELO HORIZONTE, 2019).

As zonas de preservação ambiental PA-1, PA-2 e PA-3, Conexões Verdes e Conexões de Fundo de Vale são unidades de planejamento territorial. Os princípios e diretrizes que norteiam a delimitação dessas áreas são apresentados nos artigos 9º, 10 e 11 do Plano Diretor de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2019).

Art. 9º - A política ambiental do Município, além do disposto na legislação específica, integra ações de proteção ambiental e saneamento, bem como medidas de prevenção e combate ao risco geológico efetivo e soluções para direcionamento do ordenamento territorial segundo princípios de resiliência e sustentabilidade (BELO HORIZONTE, 2019).

Definidas no mapa de zoneamento urbano do Plano Diretor (Figura 3), essas unidades de planejamento influenciam a gestão e distribuição territorial da arborização urbana em Belo Horizonte. Isto porque, dentre outras funções, as zonas e conexões ambientais delimitam geograficamente as áreas nas quais prioritariamente, serão destinados recursos ou políticas públicas para preservação e ampliação da vegetação arbórea.

Figura 3: Zonas de Preservação Ambiental e conexões Verde / Fundo de Vale, conforme Plano Diretor



Fonte: Elaborado pelo autor com base em PRODABEL, 2024.

As zonas de preservação ambiental são classificadas em PA-1, PA-2 e PA-3, de acordo a relevância ambiental que possuem e com o nível de compatibilização de seus atributos ambientais com nível de antropização existente ou permitido. Os parques do Município são classificados como zona de preservação ambiental PA-1 e as porções territoriais de propriedade pública podem receber edificações exclusivamente a serviços de apoio e manutenção das áreas, equipamentos de cultura, lazer, esportes e equipamentos destinados a práticas ambientais.

Art. 93 – São classificadas como zonas de preservação ambiental porções do território municipal cuja possibilidade de ocupação sofre restrições em decorrência da presença de atributos ambientais e paisagísticos relevantes, da necessidade de preservação do patrimônio histórico, cultural, arqueológico, natural ou paisagístico, da amenização de situações de risco geológico ou da necessidade de recuperação de sua qualidade ambiental (BELO HORIZONTE, 2019).

Conforme Art. 112 da Lei 11.181/19, são designadas como áreas de Conexões Verdes e de Fundo de Vale partes do território municipal predominantemente lineares, nas quais é buscado o estabelecimento de uma rede de melhorias ambientais voltadas para a preservação de cursos d'água e nascentes. Essas áreas também visam proporcionar espaços vegetados e permeáveis, bem como locais adequados para a prática de atividades esportivas e de lazer, além de prevenir processos erosivos (BELO HORIZONTE, 2019).

I – conexões verdes: vias que interligam zonas de preservação ambiental e áreas de diretrizes especiais ambientais, visando à melhoria da arborização urbana e à formação de corredores ecológicos (BELO HORIZONTE, 2019).

As Conexões de Fundo de Vale são definidas pelo Plano Diretor de Belo Horizonte como porções do território situadas em fundos de vale e que carecem de investimentos para recuperação ambiental de cursos d'água e áreas de preservação permanente, de forma a viabilizar a implantação de parques lineares (BELO HORIZONTE, 2019). Os parâmetros urbanísticos específicos para terrenos inseridos nas conexões de fundo de vale são descritos no Decreto municipal nº 17.877, de 17 de fevereiro de 2022 (BELO HORIZONTE, 2022a).

II – conexões de fundo de vale: fundos de vale onde há necessidade de saneamento ambiental amplo, visando à restauração da qualidade dos cursos d'água, à necessidade de contenção de cheias, à recuperação de ambientes hídricos e à intervenção em áreas de preservação permanente, de forma a viabilizar a implantação de parques lineares (BELO HORIZONTE, 2019).

As áreas de diretrizes especiais (ADE), são porções do território que demandam políticas específicas de parcelamento, ocupação ou uso do solo. O caráter restritivo em relação às normas gerais da legislação urbanística municipal, se deve às especificidades ambientais, culturais ou urbanísticas observadas nessas áreas. (BELO HORIZONTE, 2019).

Art. 185 – As ADEs de Interesse Ambiental são aquelas nas quais existe interesse público na preservação ambiental, em decorrência da presença de atributos ambientais relevantes ou da necessidade de qualificação ambiental das unidades de vizinhança, a ser incentivada por meio de mecanismos previstos na legislação municipal.

Nas ADEs de Interesse Ambiental, as áreas públicas devem ser preferencialmente destinadas à implantação de Espaços Livres de Uso Público – ELUP's. As áreas particulares com características ambientais relevantes podem ser reconhecidas como Reservas Particulares Ecológicas – RPEs (BELO HORIZONTE, 2019). Dessa forma, é destacável a relevância das ADEs de Interesse Ambiental na distribuição das áreas verdes no território municipal de Belo Horizonte e conseqüentemente, seus impactos na arborização urbana.

Além dos dispositivos legais apresentados, a criação de áreas verdes também é definida pelas leis de parcelamento, uso e ocupação do solo urbano. A Lei nº 6.766/1979 trata do parcelamento do solo urbano em âmbito federal e regulamenta a criação de espaços livres de uso público, praças e faixas de servidão que constituem áreas verdes (BRASIL, 1979).

O decreto municipal nº 17.273/20 dispõe sobre as áreas de interesse ambiental, patrimônio cultural e o parcelamento, uso e ocupação do solo urbano em Belo Horizonte. Esse decreto estabelece a operacionalização das normas e procedimentos previstos no Plano Diretor municipal, definido pela Lei 11.181/19. Sobre o parcelamento do solo, no decreto nº 17.273/20 são delineados os parâmetros urbanísticos e apontadas as modalidades e diretrizes de parcelamento do solo, bem como as exigências para avaliação desses projetos. Além disso, é feita a definição dos procedimentos para autorização, acompanhamento e recebimento das obras de urbanização (BELO HORIZONTE, 2020).

Da ocupação do solo, são definidos os parâmetros de afastamentos da edificação, os espaços para veículos, aspectos sobre taxa de permeabilidade e do controle de drenagem. Ademais, o decreto 17.273/20 define as soluções projetuais de Gentileza Urbana incluindo nestas, as áreas de fruição pública (BELO HORIZONTE, 2020).

As Áreas de Fruição Pública – AFP são definidas no plano diretor como espaços conectados ao logradouro público, destinados à ampliação de áreas verdes e à formação de faixas, largos ou praças (Figura 4). Observando critérios de

acessibilidade universal, as áreas de fruição devem ser de livre acesso e não podem ser ocupadas ou obstruídas com edificações, instalações ou equipamentos. Além disso, a implantação e manutenção da área de fruição pública é de responsabilidade do proprietário do imóvel ao qual está vinculada. (BELO HORIZONTE, 2019).

Figura 4: Recorte extraído do e-book elaborado pela PBH, sobre as Áreas de Fruição Pública

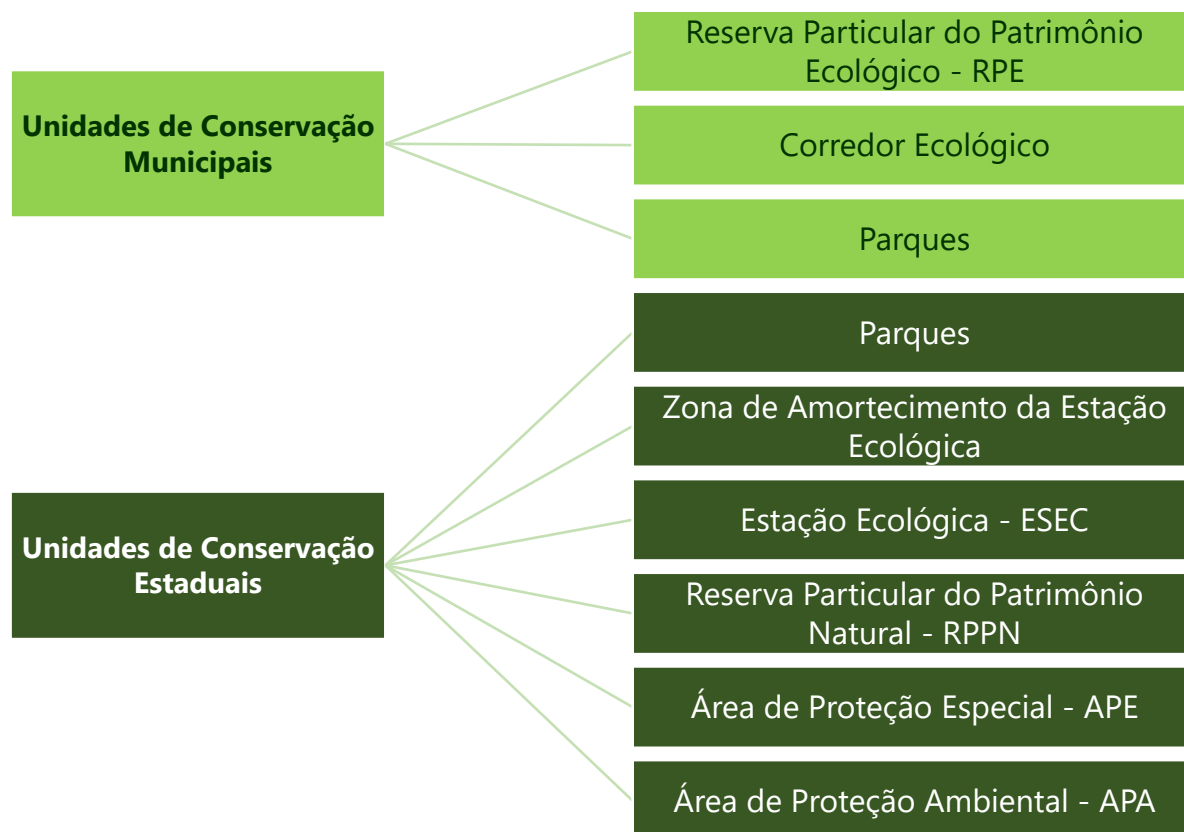


Fonte: PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2021.

Com relação a arborização urbana, o decreto 17.273/20 indica que as áreas de fruição pública devem dispor de arborização com espécies de porte médio ou grande, para fins de sombreamento. Além disso, fica definido que os projetos de arborização das vias públicas e projetos paisagísticos das ELUP's devem ser aprovados pelo órgão municipal responsável pela política de meio ambiente do município (BELO HORIZONTE, 2020).

Além do zoneamento urbano e das áreas verdes e de preservação ambiental previstas no Plano Diretor e Código Florestal, Belo Horizonte conta com Unidades de Conservação Municipais e Estaduais, conforme Figura 5.

Figura 5: Tipos de Unidades de Conservação em Belo Horizonte



Fonte: Elaborado pelo autor com base em PRODABEL, 2024.

As leis municipais nº 6.314/1993 e 6.491/1993 dispõem sobre a instituição de Reserva Particular Ecológica - RPE por destinação do proprietário, em Belo Horizonte. Este instrumento permite que pessoas físicas ou jurídicas solicitem ao Município, o reconhecimento, total ou parcial, de seus imóveis como Reserva Particular Ecológica. Para tanto, é necessário que a área indicada apresente valor ecológico significativo, quer seja por aspectos paisagísticos ou para a preservação do ciclo biológico de espécies da fauna ou da flora nativas do Brasil (BELO HORIZONTE, 1993^a).

O termo de compromisso que determina a constituição de cada RPE prevê o prazo de vigência de no mínimo de 20 anos, mas preferencialmente perpétuo. Nessas reservas a gestão é compartilhada entre poder público e proprietários, com responsabilidades descritas na lei 6.314/1993 e nos termos de compromisso. Nas treze RPE's o uso e ocupação do solo são restritivos. São permitidas atividades de baixo impacto ambiental, como hortas comunitárias, parques e edificações de suporte à manutenção e gestão das áreas (BELO HORIZONTE, 1993^a). Como contrapartida, os proprietários que requerem a instituição de RPE, têm direito à isenção parcial ou total do IPTU referente ao trecho do imóvel convertido em reserva (BELO HORIZONTE, 1993^b).

Tabela 1: Reservas Particulares Ecológicas implantadas em Belo Horizonte

IDENTIFICAÇÃO DA RPE	VIGÊNCIA	ÁREA (m ²)	DECRETO	REGIONAL	ENDEREÇO	REGIONAL
Clube Veredas	20 anos renovado em 26/01/2015	21.525,00	8.163 de 29/12/1994	Pampulha	Rua Prof. Natália Lessa, 149	Pampulha
Chácara Rancho Alegre	20 anos renovado em 01/03/2019	19.347,00	9.953 de 29/06/1999	Venda Nova	Rua Antônio Rodrigues Fróes, 264	Venda Nova
Chácara Santa Eulália	Perpétua	49.147,18	11.449 de 24/09/2003	Norte	Rua Barão de Coromandel, 722	Norte
Sítio do Ipê Amarelo	20 anos	66.666,00	12.423 de 18/07/2006	Norte	Rua João Nascimento Pires, 22	Norte
Clube do Progresso	20 anos	34.981,37	15.212 de 10/05/2013	Pampulha	Rua Luiz Antônio de Moraes, 201	Pampulha
RPE do Mangabeiras	Perpétua	531,5	15.778 de 20/11/2014	Centro-sul	Rua João Camilo de Oliveira Torres, 350	Centro-sul
Reserva da AMBEV	Perpétua	14.000,00	9.204 de 15/05/1997	Noroeste	Rua Professor Vieira de Mendonça, 1435	Noroeste
Clube Topázio	20 anos	79.821,15	15.956 de 08/05/2015	Venda Nova	Rua João Ferreira da Silva, 1247	Venda Nova
AABB-BH	20 anos	27.316,84	17.168 de 06/09/2019	Enseada das Garças	Avenida Otacílio Negrão de Lima, 11.840	-
Clube AEU Usiminas	20 anos	28.889,00	16.908 de 16/05/18	Pampulha	Rua Prof. José Vieira de Mendonça, 3011	Pampulha
Usiminas	20 anos	16.640,98	16.909 de 16/05/18	Pampulha	Rua Prof. José Vieira de Mendonça, 3011	Pampulha
Localiza	20 anos	9.140,00	17.691, de 18/08/21	Nordeste	Avenida Bernardo Vasconcelos, 377	Nordeste
Planalto	Perpétua	12.188,86	17.790, de 01/12/21	Nordeste	Avenida Bernardo Vasconcelos, 377	Nordeste
ÁREA TOTAL DAS RPE's EM BELO HORIZONTE		380.194,88				

Fonte: Elaborado pelo autor com base em VICHATO; VICHATO, 2021.

As Reservas Particulares Ecológicas são importantes unidades de conservação no território de Belo Horizonte. Além da massa de vegetação arbórea preservada, as RPE's funcionam como corredores ecológicos entre outras áreas de preservação ambiental. Com isto, elas reforçam a sustentação de espécies silvestres que toleram ou convivem bem com ambientes urbanizados, fornecendo abrigo, alimentação e local de nidificação para a fauna. Ademais, a alta taxa de permeabilidade do solo nas RPE's contribui positivamente para a dinâmica hídrica em Belo Horizonte (VICHATO; VICHATO, 2021).

No âmbito municipal, o Corredor Ecológico Espinhaço-Serra do Curral⁵ - CEESC é constituído pela área de 1.185,22ha, localizada entre a Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN – Minas Tênis Clube, no Bairro Taquaril, e a Mineração Lagoa Seca, no Bairro Belvedere. A criação do CEESC visa promover a conectividade estrutural e funcional entre as unidades de conservação, parques e fragmentos de vegetação natural da Serra do Curral, bem como da região do Parque Estadual da Serra do Rola Moça até a região da Serra da Piedade. Além disso, este corredor ecológico foi criado para contribuir para o fortalecimento dos tombamentos patrimoniais que contemplam o conjunto paisagístico-cultural da Serra do Curral, evidenciando a importância da serra no desenvolvimento da arquitetura, monumentos, planejamento urbano e paisagismo de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 2022b).

A Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica - FPMZB é responsável pela gestão dos 80 parques municipais. Também são administrados pela fundação de parques: os Centros de Vivência Agroecológica – CEVAEs; Jardim Zoológico; Borboletário; Aquário temático da bacia hidrográfica do rio São Francisco; Jardim Japonês de Belo Horizonte e Jardim Botânico. Além disso, cabe à FPMZB planejar e executar a produção florestal para o desenvolvimento da arborização urbana e, realizar pesquisas, estudos e experimentos sobre fauna e flora – com ênfase nas áreas verdes públicas e arborização urbana (BELO HORIZONTE, 2017).

Belo Horizonte conta ainda com Unidades de Conservação – UCs, instituídas em conformidade com a Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000 e Lei Estadual nº 20.922, de 16 de outubro de 2013. Os critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação são definidos no Decreto Federal nº 4.340/2002 (BRASIL, 2002).

Quanto ao nível de proteção, essas UCs são classificadas em duas categorias: Proteção Integral e Uso Sustentável. Nas Unidades de Proteção Integral é admitido apenas o uso indireto de recursos naturais. Para as UCs de Uso Sustentável, é prevista a compatibilização do uso de parte dos recursos naturais com a conservação da natureza. (BRASIL, 2000).

No âmbito Estadual, a Lei nº 20.922 determina subdivisões para as Unidades de Conservação. As categorias de UCs de Proteção Integral são: parque; estação

⁵Corredor Ecológico Espinhaço-Serra do Curral foi instituído pelo Decreto municipal nº 17.986/2022.

ecológica; refúgio da vida silvestre; monumento natural e reserva biológica. Dentre as unidades de conservação de Uso Sustentável tem-se: Área de Preservação Ambiental – APA; área de relevante interesse ecológico; reserva extrativista; floresta estadual; e Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN (MINAS GERAIS, 2013).

Em algumas porções do território, essas Unidades de Conservação se sobrepõem, de modo a aumentar o nível de proteção e instrumentalização administrativa das UCs. Exemplo disto é o parque Estadual da Serra do Rola Moça, que possui trechos inseridos na Área de Proteção Especial Estadual - APE⁶ Barreiro, na Área de Proteção Ambiental – APA Sul RMBH.

Ao todo, o Belo Horizonte possui três parques estaduais de proteção integral inseridos total ou parcialmente em seu território. O Parque Estadual da Baleia⁷ ocupa cerca de 107 hectares de área verde preservada na regional Leste. Inserido na regional Venda Nova, o Parque Estadual Serra Verde possui cerca de 142 hectares e faz divisa com limite municipal entre Belo Horizonte e Vespasiano. O Parque Estadual da Serra do Rola Moça é o maior dentre os três, com área superior a 40 km² compartilhada entre Belo Horizonte, Brumadinho, Ibitité e Nova Lima.

Belo Horizonte conta com duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN, ambas criadas por meio de portarias do Instituto Estadual de Florestas - IEF⁸ na modalidade de unidade de conservação de uso sustentável. De acordo com o painel de indicadores SISEMA, A RPPN Portal Sul ocupa 5,57 hectares e está inserida no bioma Cerrado, enquanto a RPPN possui 14,88 hectares de área inserida no bioma Mata Atlântica (FEAM et al., 2024).

A Estação Ecológica - do Cercadinho está é uma UC de proteção integral, definida pelas leis Estaduais n° 15.979/2006 e n° 18.042/2009. Com cerca de 225 hectares de área e localizada na regional Oeste de Belo Horizonte, esta ESEC foi criada como uma sobreposição à Área de Proteção Especial - APE Estadual Bacia Hidrográfica do Sistema do Córrego Cercadinho⁹. Esta unidade de conservação é a

⁶ Áreas de Proteção Especial – APE são criadas com base na Lei Federal n° 6.766/79. Conforme inciso I do Art. 13, as APE surgem de loteamentos “quando localizados em áreas de interesse especial, tais como as de proteção aos mananciais ou ao patrimônio cultural, histórico, paisagístico e arqueológico, assim definidas por legislação estadual ou federal” (BRASIL, 1979)

⁷ Parque Estadual da Baleia, criado pela Lei n° 8.022/1981 e Decreto Estadual 26.162/1988.

⁸ A RPPN Portal Sul foi criada pelas portarias IEF n° 20/2014 e 45/2015 e teve seu Plano de Manejo aprovado pela portaria IEF n° 35/2022. A RPPN Minas Tênis Clube foi instituída pelas portarias IEF 17/2000 e 167/2007.

⁹APE Cercadinho, instituída pelos Decretos Estaduais n° 22.108/82 e n° 32.017/90.

única Estação Ecológica¹⁰ e única Área de Proteção Especial – APE no território municipal.

A Área de Proteção Ambiental – APA, é definida como uma área extensa, com certo grau de antropização, constituída por terras públicas ou privadas (BRASIL, 2000). A Área de Proteção Ambiental Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte – APA Sul RMBH é a única unidade de conservação deste tipo na capital mineira. Criada no âmbito Estadual pelos Decretos nº 35.624/1994 e nº37.812/1996, e Lei nº 13.960/2001, a APA Sul RMBH abrange parte dos municípios de Barão de Cocais, Belo Horizonte, Brumadinho, Caeté, Catas Altas, Ibituripe, Itabirito, Mário Campos, Nova Lima, Raposos, Rio Acima, Santa Bárbara e Sarzedo (MINAS GERAIS, 2001).

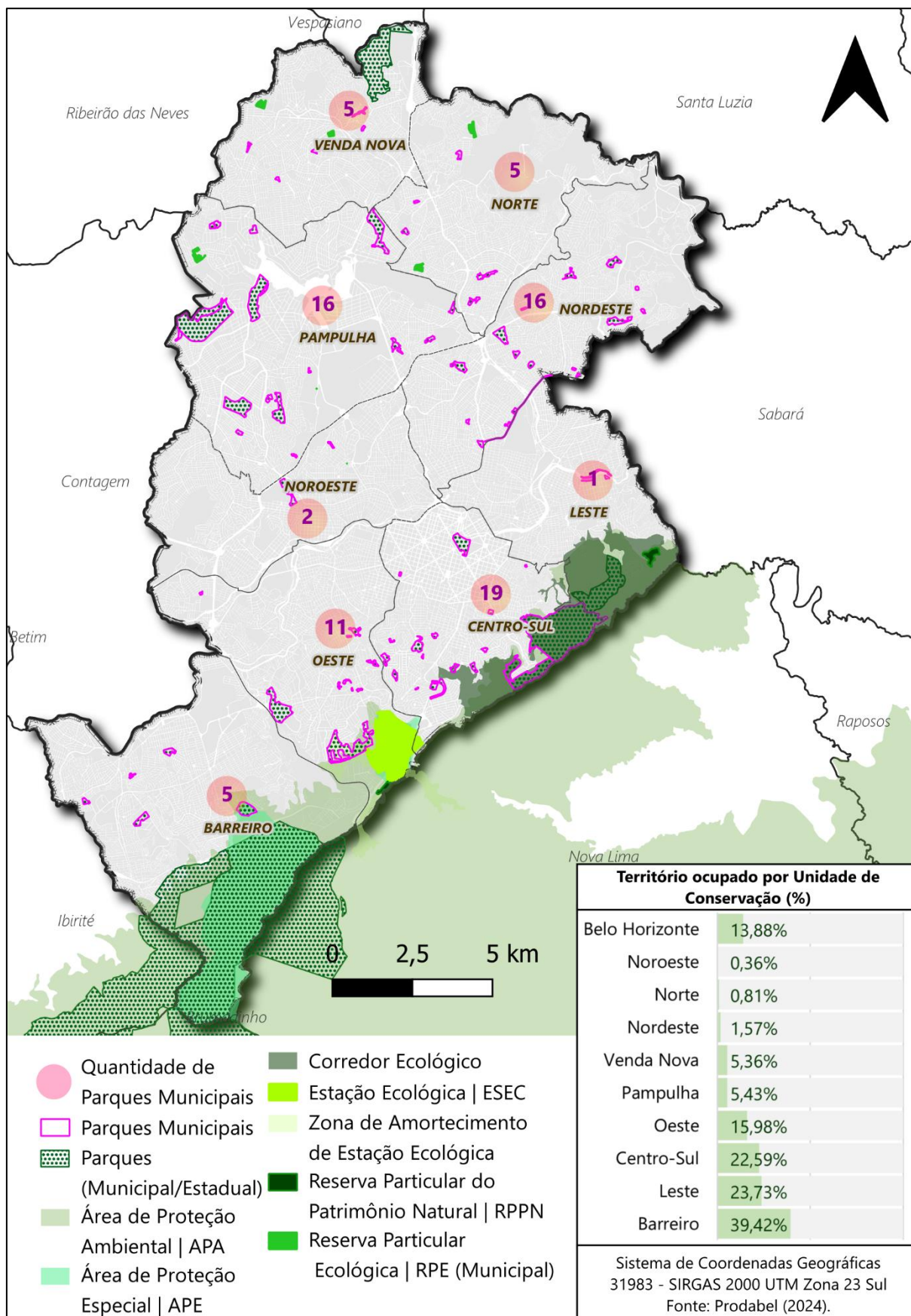
A Figura 6 contém as unidades de conservação com porções territoriais em Belo Horizonte, com destaque para os parques municipais. Com base na sobreposição dessas áreas com os limites das regionais administrativas - RA, foi possível calcular a porcentagem que essas unidades ocupam no município e em cada RA. Desse modo, observa-se que Belo Horizonte possui 13,88% de sua área ocupada por parques e outras unidades de conservação. Considerando apenas os parques municipais, a área destinada corresponde a 2,68% de todo o território municipal.

A regional do Barreiro aparece com a maior porção do território destinada a essas unidades de conservação (39,42%), seguida pela regional Leste (23,73%) e Centro-Sul (22,59%). No extremo oposto, as regionais com menor proporção de UC's são a Noroeste (0,36%), Norte (0,81%) e Nordeste (1,57%).

Ao se comparar a ocupação do território com a quantidade de parques municipais em cada regional, fica evidente a distorção na disponibilidade de áreas desse tipo à população. A regional Centro-Sul conta com 19 parques municipais, seguido pelas regionais Pampulha e Nordeste com 16 e RA Oeste com 11 parques. A regional Leste conta apenas com o parque linear do ribeirão Arrudas, a regional noroeste com dois parques e as regionais Barreiro, Venda Nova e Norte, contam com cinco parques municipais cada.

¹⁰ A Estação Ecológica da Universidade Federal de Minas Gerais é uma área de preservação ambiental instituída pela Lei municipal nº 5.657, de 25 de janeiro de 1990 e tombada como patrimônio cultural, na esfera municipal (UFMG, 2021). Embora denominada como Estação Ecológica, ela não compõe o SNUC e não foi definida conforme legislação federal e estadual sobre a criação das UCs.










Figura 6: Unidades de Conservação em Belo Horizonte



Fonte: Elaborado pelo autor com base em PRODABEL, 2024.

O decreto municipal 16.529/2016 dispõe sobre a Política Municipal de Controle e Fiscalização das Fontes Poluidoras referentes à Política Ambiental do Município. O decreto 16.529/2016 prevê a possibilidade de declarar uma árvore ou conjunto de árvores como Monumento Vegetal Municipal em razão de uma série de especificidades, como localização, raridade, papel estratégico na distribuição de sementes, etc. Nesse caso, cabem à Secretaria Municipal de Meio Ambiente e à Fundação Municipal de Cultural a elaboração de um plano de manejo, e o poder público fica necessariamente responsável pelas árvores em logradouros públicos (BELO HORIZONTE, 2016a). Os bens naturais tombados como Monumento Vegetal Municipal em Belo Horizonte estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Árvores isoladas e Conjuntos de árvores tombadas como Monumento Vegetal Municipal

Tipo	Descrição	Endereço
	Jequitibá (<i>Cariniana estrellensis</i> Raddi - família Lecitidáceas)	Av. Guaicuí, no lado oposto ao nº 816 - bairro Luxemburgo
	Paineira (<i>Chorisia crispiflora</i> H.B.K. - família Bombáceas)	Rua Bernardo Guimarães, em frente ao nº 2669, esquina com Rua Mato Grosso
	Copaíba (<i>Copaifera langsdorffii</i> - família Leguminosas)	Rua Itaguai, em frente ao nº 441 - bairro Caiçara
	Ipê Branco (<i>Tabebuia Odontodiscus</i> Bur Shum - família Bignoniáceas)	Av. Afonso Pena em frente ao nº 2777 - Centro
	Pau-Brasil (<i>Caesalpinia Echinata</i> , Lam)	Rua Rodrigues Caldas n.º 30 - Palácio da Inconfidência: jardim situado no Largo da Bandeira
	Jambo do Pará (<i>Syzygium malaccensis</i> - família Mirtáceas)	Rua Espírito Santo em frente ao nº 846 - Centro
	Arborização da Avenida Barbacena	Avenida Barbacena
	Arborização da Avenida Bernardo Monteiro	Avenida Bernardo Monteiro
	Caminho das árvores e largo de Sapucaias, em frente ao Museu de História Natural da UFMG	Rua Gustavo da Silveira – trecho de 500 metros a partir do nº 1.704 até o número 1.580 - bairro Santa Inês.

Fonte: FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE CULTURA, 2023. Adaptado pelo autor.

Por fim, até aqui foram apresentados aspectos legais sobre a criação e delimitação das áreas verdes em Belo Horizonte. A Tabela 3 contém a síntese dessas áreas verdes, unidades de conservação e áreas de preservação, incluindo as principais leis e decretos que regulamentam essas áreas. Foram propostas cinco categorias que ilustram como essas leis alteram o solo urbano e a delimitação das áreas verdes.

Tabela 3: Legislação vigente sobre a criação de áreas verdes urbanas, em Belo Horizonte

Tipo	Descrição	Legislação específica	Esfera		
			Federal	Estadual	Municipal
1	Área verde urbana	Lei Federal 12.651/2012 [Código Florestal Brasileiro]; Lei Estadual nº20.922/2013 [Política Florestal Estadual];	x	x	
2	Área de Diretrizes Especiais - ADE de Interesse Ambiental	Lei Municipal nº 11.181/2019 [Plano Diretor de Belo Horizonte];			x
2	Conexões de Fundo de Vale	Lei Municipal nº 11.181/2019 [Plano Diretor de Belo Horizonte]; Decreto Municipal nº 17.877/2022;			x
2	Conexões Verdes	Lei Municipal nº 11.181/2019 [Plano Diretor de Belo Horizonte];			x
2	Corredores ecológicos	Lei Municipal nº 10.879/2015 [Sistema Municipal de Áreas Protegidas de BH]; Leis específicas e/ou decretos do Poder Executivo;			x
2	Zonas de Preservação Ambiental PA-1, PA-2 e PA-3	Lei Municipal nº 11.181/2019 [Plano Diretor de Belo Horizonte];			x
3	Área de Preservação Permanente - APP	Lei Federal 12.651/2012 [Código Florestal Brasileiro]; Lei Estadual nº20.922/2013 [Política Florestal Estadual];	x	x	
4	Área de Proteção Ambiental - APA	Lei Federal nº 9.985/2000 [Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC]; Decreto Federal nº 4.340/2002; Lei Estadual nº20.922/2013 [Política Florestal Estadual]; Leis específicas e/ou decretos do Poder Executivo;	x	x	
4	Área de Proteção Especial - APE	Lei Federal nº 6.766/1979 [Parcelamento do Solo]; Leis específicas e/ou decretos do Poder Executivo;	x		
4	Estação Ecológica - ESEC	Lei Federal nº 9.985/2000 [Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC]; Decreto Federal nº 4.340/2002; Lei Estadual nº20.922/2013 [Política Florestal Estadual]; Leis específicas e/ou decretos do Poder Executivo;	x	x	
4	Faixa de servidão	Lei Federal nº 6.766/1979 [Parcelamento do Solo];	x		
4	Parques	Lei Federal nº 6.766/1979 [Parcelamento do Solo]; Lei Federal nº 9.985/2000 [Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC]; Decreto Federal nº 4.340/2002; Lei Estadual nº20.922/2013 [Política Florestal Estadual]; Decreto Municipal nº 16.774/2017; Leis específicas e/ou decretos do Poder Executivo;	x	x	x
4	Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN	Lei Federal nº 9.985/2000 [Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC]; Decreto Federal nº 4.340/2002; Lei Estadual nº20.922/2013 [Política Florestal Estadual];	x	x	
4	Monumento Vegetal Municipal	Decreto Municipal nº 16.529/2016;			x
4	Reserva Particular Ecológica - RPE	Lei Municipal nº 6.314/1993; Lei Municipal nº 6.491/1993; Leis específicas e/ou decretos do Poder Executivo;			x
5	Área de Fruição Pública - AFP	Lei Municipal nº 11.181/2019 [Plano Diretor de Belo Horizonte]; Decreto Municipal nº 17.273/2020;			x
5	Espaço Livre de Uso Público	Lei Federal nº 6.766/1979 [Parcelamento do Solo]; Leis específicas e/ou decretos do Poder Executivo;	x		
5	Praças	Lei Federal nº 6.766/1979 [Parcelamento do Solo]; Leis específicas e/ou decretos do Poder Executivo;	x		x
TIPOS DE ÁREAS					
5	Área sujeita a delimitação territorial, a partir de critérios definidos em leis de parcelamento e uso do solo.				
4	Área com delimitação territorial prevista em legislação específica. <i>Exemplos: Unidades de Conservação e parques.</i>				
3	Área com delimitação geográfica a partir de critérios físico-territoriais e, que <u>influencia</u> o desenho e a ocupação do solo urbano. <i>Exemplos: Áreas de Preservação Permanente - APP de cursos d'água, APP de declividade.</i>				
2	Delimitação geográfica de porções do território, utilizada para gestão de políticas urbanas de interesse ambiental.				
1	Conceito ou definição que norteia a elaboração de políticas públicas.				

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Além dos instrumentos legais utilizados para criação de áreas verdes, existem outras normas que tratam da gestão da arborização urbana. A Política Municipal do Meio Ambiente definida na Lei Municipal 4.253/85, determina a estrutura de gestão da política ambiental do município e penalidades para infratores dos dispositivos e regulamentos nela previstos. Nesta Política é criado o Conselho Municipal do Meio Ambiente – COMAM (BELO HORIZONTE, 1985).

O COMAM é responsável pela formulação das diretrizes da Política Municipal do Meio Ambiente. Visando a melhoria da qualidade de vida no município, o conselho deve definir normas e padrões de proteção e conservação do meio ambiente. Para tanto, o COMAM atua na avaliação prévia dos planos e programas de trabalho da Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMMA e deliberação sobre processos de licenciamento ambiental (BELO HORIZONTE, 1985).

A composição do Conselho contempla o cargo de presidência, ocupada pela chefia da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, além de sete representantes do Poder Público Municipal e sete representantes da sociedade civil organizada (BELO HORIZONTE, 2011). Sobre os casos de licenciamento ambiental que dependem de parecer da SMMA, fica a cargo do COMAM a decisão sobre a outorga da Licença Ambiental em segunda e última instância administrativa. Além disso, o conselho delibera sobre todos os casos em grau de recurso quando da aplicação de penalidades da legislação ambiental (BELO HORIZONTE, 1985).

Isto significa que, para os casos em que o licenciamento ambiental é condicionado à análise técnica da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, a deliberação da Licença Ambiental é feita pelo COMAM. Desse modo, a SMMA atua como uma assessoria técnica e a deliberação pelo licenciamento é de responsabilidade do Conselho. Nesse sentido, articulações políticas podem influenciar em decisões do COMAM, que pode optar por deliberar contrariamente à pareceres técnicos emitidos pela SMMA.

Exemplo recente que ilustra essa situação foi o corte de árvores do entorno do Mineirão para a realização da corrida *Stock Car*. Na avaliação técnica da SMMA foram destacados impactos negativos da supressão das árvores na área e apontado que a construção do autódromo temporário deveria ser objeto de licenciamento ambiental. Além disso, o parecer técnico nº 0129/24 emitido pela SMMA considerou proximidade

do evento com o Hospital Veterinário da UFMG e indicou possíveis impactos negativos significativos à fauna local, decorrentes do expressivo aumento nos níveis de pressão sonora gerado neste tipo de evento. (PROJETO MANUELZÃO, 2024).

O Conselho Municipal de Meio Ambiente (Comam) de Belo Horizonte, instância deliberativa vinculada à Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA), aprovou nesta quarta-feira, 21, o corte de árvores do entorno do Mineirão para a realização de uma prova da corrida Stock Car. A decisão do conselho contraria a avaliação técnica da própria SMMA, que ressalta os impactos negativos da supressão de 73 árvores na área e recomendava que a construção do autódromo temporário fosse objeto de licenciamento ambiental (PROJETO MANUELZÃO, 2024).

Além da atuação nos processos de licenciamento ambiental, o COMAM também é responsável pela definição das Deliberações Normativas – DN. Alguns destes atos normativos conduzem a dinâmica da arborização urbana em Belo Horizonte. De Marco (2020) procedeu o levantamento bibliográfico de 96 Deliberações Normativas emitidas pelo COMAM, no período entre 1988 e 2019.

Considerando a temática da arborização e gestão das áreas verdes, o levantamento de De Marco (2020) identificou: 9 DN's referentes à Política de Manejo de Indivíduos Arbóreos; 8 DN's relativas à Política de Autorização de Supressão de Indivíduos Arbóreos e; 14 atos normativos relacionados à Política Municipal de Meio Ambiente. Parte dessas Deliberações guardam relação direta com a dinâmica da arborização e gestão das áreas verdes em Belo Horizonte. As Deliberações Normativas do COMAM não serão escrutinadas nesta dissertação. Porém, a título de ilustração da influência desses atos normativos apresenta-se brevemente o escopo da DN 69/2010.

As normas para plantio em logradouro público são estabelecidas na Deliberação Normativa – DN 69/2010. Esta norma detalha as distâncias mínimas entre as árvores (em média, 7 metros, a depender das dimensões das mesmas) e os espaçamentos mínimos para com esquinas, postes, hidrantes e afins. A DN estabelece prioridade ao plantio de espécies de fácil adaptação ao clima local - de preferência, nativas - e que sejam resistentes a pragas, que não prejudiquem o fluxo de pessoas e a sinalização, e que tenham baixo potencial de causar acidentes, dentre outras características (COMAM, 2010).

Outras leis e políticas municipais também exercem influência no manejo da arborização urbana. O Código de Posturas é definido na Lei Municipal 8.616/2003 e, dentre outras providências, apresenta critérios específicos para a arborização urbana. São descritos ainda, procedimentos para adoção de espaços públicos¹¹, áreas verdes e de recursos hídricos municipais. Desde que respeitada a faixa reservada ao trânsito de pedestre, o Código de Posturas estabelece a obrigatoriedade de plantio de árvores nas calçadas (BELO HORIZONTE, 2003).

Além disso, a Lei 8.616/2003 estabelece que a obtenção, plantio e conservação das mudas é de responsabilidade do proprietário do terreno para o qual for aprovado projeto de construção de edificação. A expedição da Certidão de Baixa de Construção e Habite-se da edificação construída, é condicionada ao plantio das árvores previstas em projeto arquitetônico, que por sua vez, deve indicar no mínimo as espécies, espaçamento e distanciamento entre as árvores plantadas e esquinas, postes de luz e outras interferências urbanas (BELO HORIZONTE, 2003).

De acordo com o decreto 16.529/2016, o proprietário de um imóvel seja o responsável pelos cuidados com as árvores da calçada; proíbe que as árvores em logradouros públicos sejam utilizadas para publicidade e como suporte de cabos e fios de qualquer tipo; e veda a pintura e caiação das mesmas. Além disso, exige a autorização prévia por parte do Conselho Municipal do Meio Ambiente para intervenções em áreas de preservação permanente, exceto em casos que envolvam a segurança nacional e urgências de defesa civil (BELO HORIZONTE, 2016a).

Compete à Administração Municipal realizar o plantio, transporte, poda ou supressão de árvores e organismos vegetais similares em logradouros públicos, seja diretamente ou mediante a transferência da incumbência a terceiros. Estas operações devem ser precedidas de parecer técnico e autorização por parte da Secretaria de Meio Ambiente. Também cabe à Secretaria do Meio Ambiente a concessão de licença para realização dessas atividades por iniciativa de particulares. A concessão da licença para supressão nesse último caso pode ser precedida de medidas compensatórias (BELO HORIZONTE, 2016a).

¹¹ O Decreto nº 17.786/2021 também dispõe sobre a adoção de espaços públicos e áreas verdes, por meio do programa Adoro BH. Além de definir as diretrizes para implementação, estabelece quais são os espaços disponíveis para adoção e o procedimento necessário para solicitar adesão ao programa. Além disso, são definidas as responsabilidades dos “adotantes” e do poder público municipal.

Diante do exposto até aqui, é possível observar que a legislação ambiental vigente, possui lacunas no que se refere ao tratamento da arborização urbana. Em março de 2024, o projeto de lei que visa instituir Política Nacional e o Sistema de Informações sobre Arborização Urbana no Brasil ainda estava em tramitação na Câmara Federal dos Deputados. Este instrumento tem potencial para suprir essas lacunas da legislação vigente.

Já na definição do conceito da arborização urbana, indicada no Art.2º do Projeto de Lei, fica destacada a importância desses elementos como parte da rede de infraestrutura verde das cidades:

IV – Arborização urbana: é o conjunto de árvores, palmeiras e arbustos, cultivados ou de surgimento espontâneo, no espaço delimitado pelo perímetro urbano e região periurbana, em áreas públicas e particulares, que se articulam entre si e fazem parte da composição da rede de infraestrutura verde das cidades (SENADO FEDERAL, 2023).

A Política Nacional também define como cobertura arbórea, o “dado obtido através de sensoriamento remoto que representa a quantidade de área urbana coberta por copas de árvores” (SENADO FEDERAL, 2023).

O Art. 2º da Política Nacional de Arborização Urbana define as soluções baseadas na natureza – SBN como:

XXIV – soluções baseadas na natureza – SBN: são ações para proteger, gerenciar de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados, que abordam os desafios sociais de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente benefícios ao bem-estar humano e à biodiversidade (IUCN) (SENADO FEDERAL, 2023).

Na esfera estadual, o Projeto de Lei nº 503/2023 visa a criação da Política Estadual de Arborização Urbana. Apresentado em 02/05/2023, em março de 2024 o projeto se encontrava sob análise da Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Assembleia Legislativa de Minas Gerais. Em síntese, o projeto prevê a criação de um sistema estadual de informações sobre a arborização urbana, capaz de incorporar essa temática de forma efetiva no planejamento urbano nas cidades mineiras (MINAS GERAIS, 2023).

Além disso, a importância da participação da sociedade fica destacada nas diretrizes, objetivos e na justificativa da proposta da Política Estadual de Arborização

Urbana de Minas Gerais. No PL 503/2023 são citadas diversas organizações da sociedade civil que já atuam em prol desta temática e são exemplos na luta pela manutenção e preservação das áreas verdes nos municípios.

A proposta preconiza a constituição de um sistema estadual de informações sobre a arborização urbana e incentiva as comunidades a participarem da proteção e preservação das árvores urbanas, de maneira que os moradores participem do planejamento das ações e do cuidado com as árvores. Tem como inspiração minuta elaborada pelo Grupo de Trabalho da Política Nacional de Arborização Urbana, da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, que adaptamos ao contexto subnacional (MINAS GERAIS, 2023).

De acordo com esta política estadual de arborização urbana proposta, é possível notar que a temática da arborização urbana tende a ocupar papel relevante no planejamento das cidades mineiras nos próximos anos.

Art 2º - São diretrizes da Política Estadual de Arborização Urbana: [...] II – abordagem sistêmica da arborização urbana em relação às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano e regional, meio ambiente, recursos hídricos, mudanças climáticas, proteção e defesa civil, mobilidade, educação ambiental e demais políticas correlatas III – planejamento com base em pesquisas e estudos sobre arborização urbana [...] IV – participação da sociedade civil (MINAS GERAIS, 2023).

Os objetivos da Política Estadual de Arborização previsto no PL n° 503/2023 contemplam a gestão integrada e planejamento, de modo a incrementar em quantidade e qualidade da arborização urbana em Minas Gerais. As ações previstas também visam ainda, proteger a saúde da população e reduzir prejuízos à infraestrutura urbana e patrimônios público e privado, decorrentes de acidentes com árvores e escolhas inadequadas de espécies arbóreas para o meio urbano (MINAS GERAIS, 2023).

No contexto estadual, grande parte dos municípios mineiros não dispõe de equipe especializada, sistema de gestão ou instrumentos legais que tratem da arborização urbana. Neste sentido, são estabelecidos objetivos diretamente ligados à operacionalização desta Política Estadual de Arborização Urbana, com significativo potencial de melhoria, sobretudo nos municípios menos assistidos atualmente.

Art 3º - São objetivos da Política Estadual de Arborização Urbana: [...] VII – constituir sistema estadual de informações sobre a arborização urbana, com dados atualizados sobre a vegetação de porte arbóreo em meio urbano em todo o Estado, com vistas a subsidiar o

planejamento e a gestão integrada política estadual de arborização urbana; VIII – organizar arquivo público de manuais de arborização urbana, de forma a apoiar tecnicamente a escolha das espécies e as ações de manejo adaptadas às particularidades edafoclimáticas das diferentes regiões do Estado; IX – fomentar a profissionalização em arboricultura e incentivar os municípios a manterem em seus quadros servidores técnicos especializados na temática; X – incentivar estudos, pesquisas e o desenvolvimento de novas tecnologias sobre a arborização urbana; XI – envolver a sociedade na formulação, na execução e no acompanhamento de planos, programas e projetos de arborização urbana; [...] (MINAS GERAIS, 2023).

No PL 503/2023 a arborização urbana é entendida como “o conjunto dos elementos vegetais de porte arbóreo situados em meio urbano, em áreas públicas e privadas” e definida como “o conjunto de vegetação arbórea natural ou cultivada que uma cidade apresenta” (MINAS GERAIS, 2023). Diante disto infere-se que para a legislação estadual, a arborização urbana é compreendida de forma integrada entre o público e privado, não sendo restrita aos espaços e vias públicas.

Do ponto de vista conceitual, essa interpretação pode ser entendida como um importante reconhecimento da arborização enquanto infraestrutura urbana e bem coletivo, transcendendo até mesmo barreiras entre o público e privado. Por outro lado, esta definição pode inviabilizar a operacionalização desta Política Estadual. Isto porque a Política Estadual de Arborização Urbana não prevê ações específicas de entes privados, podendo gerar a interpretação de que é de responsabilidade do poder público coordenar, executar e fiscalizar ações em espaços públicos e privados.

Art; 5º - O poder público e a sociedade são responsáveis pela proteção e preservação das árvores urbanas. § 1º- Cabe ao poder público assegurar o manejo adequado da arborização urbana, além de fiscalizar a integridade dos espécimes arbóreos e autuar pessoas físicas ou jurídicas que incorrerem em conduta lesiva à arborização urbana. § 2º - Compete ao cidadão colaborar com o poder público, por meio de denúncias aos órgãos competentes, ao presenciar conduta ou atividade potencialmente lesiva à arborização urbana” (MINAS GERAIS, 2023).

Desse modo é possível interpretar que de acordo com o PL 503/2023 apresentado em 05/04/2023, os inventários e planos municipais de arborização urbana contemplariam espaços públicos e privados. Do ponto de vista operacional, a possível incorporação dos espaços privados representa um nível de complexidade significativamente superior comparado ao território ocupado por logradouros públicos.

Por exemplo, até 2023 a lei federal de parcelamento do solo (6.766/79) definia o percentual mínimo de 35% para espaços públicos e sistema viário em novos loteamentos. Caso o inventário de árvores fosse feito nesse cenário, o estudo custeado pelo poder público seria realizado em 100% do território. Ainda que os resultados sejam potencialmente mais robustos, isto certamente inviabilizaria a implantação desses inventários, quer seja pelos altos custos, ou pelas dificuldades operacionais envolvidas (como o acesso a propriedades privadas, corpo técnico especializado necessário, tecnologias disponíveis etc.).

Nesse sentido, faz-se necessário lançar mão de conceituações adequadas para lidar com a arborização urbana sob a perspectiva legal. É importante compreender a função das árvores de forma integrada, quase como uma entidade ou um organismo vivo sobreposto ao tecido urbano das cidades. Porém, há que se considerar também, as bases materiais para que essa interpretação seja possível. Isto posto, a distinção entre espaços públicos e privados deve continuar permeando os debates sobre a temática da arborização urbana.

Por fim, no âmbito municipal o Plano Diretor de Arborização Urbana de Belo Horizonte – PMAU-BH está em fase de licitação. Este instrumento será construído com base no diagnóstico da arborização urbana, em desenvolvimento desde 2023 pela equipe técnica da Secretaria Municipal de Meio Ambiente. O Termo de Referência -TR DGEA/SMMA n° 01/2023 define em linhas gerais o PMAU-BH:

Para se conhecer a arborização da cidade, antes de tudo é necessária a sua avaliação por meio de diagnósticos amplos e o mais precisos possíveis. A realização dos diagnósticos serve para se ter clareza do funcionamento gerencial da arborização por parte do município, órgãos e empresas correlatos; quantificar custos; orientar o levantamento de dados sobre a arborização do município: identificar problemas passíveis de redefinição das diretrizes de manejo; criar programas de conscientização e educação ambiental; e para divulgar os resultados obtidos, mostrando produtividade e buscando apoio da população (DGEA/SMMA, 2023).

Dentre os principais objetivos do Plano Municipal de Arborização Urbana indicados no Termo de Referência, tem-se a definição das diretrizes de planejamento, implantação e manejo da arborização e a promoção desta temática como um instrumento de desenvolvimento urbano. Para tanto, o Plano deve visar à melhoria da qualidade de vida e equilíbrio ambiental, além de envolver a população na garantia da ampliação, conservação e preservação da arborização (DGEA/SMMA, 2023).

O PMAU-BH deverá estabelecer padrões para implementação e manutenção da arborização viária e das áreas verdes municipais, e nortear o planejamento da estrutura funcional e administrativa necessária para a adequada gestão da arborização da cidade como um todo (DGEA/SMMA, 2023).

Para tanto, são definidas como metas do PMAU-BH a ampliação dos plantios de árvores, ações de educação para a população sobre o manejo e cuidado com a arborização e melhorias na infraestrutura urbana para melhor compatibilização com as árvores em espaços públicos. Além disso, busca-se identificar mecanismos que possam integrar a arborização com o desenho urbano, o avanço em estratégias para monitoramento e gestão da arborização, dentre outros aspectos (DGEA/SMMA, 2023).

2.2 Ferramentas de controle de Áreas Verdes e arborização urbana em Belo Horizonte

A Prefeitura Municipal de Belo Horizonte possui mecanismos de consulta a bases de informações georreferenciadas e disponibiliza esses dados *online*. Instituída pelo decreto nº 16.322/2016, a Infraestrutura de Dados Espaciais da Prefeitura de Belo Horizonte – IDE-BHGEO é definida como¹²:

o conjunto integrado de tecnologias, mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento, necessário para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento e o uso dos dados geoespaciais no âmbito da PBH (BELO HORIZONTE, 2016b).

A Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte – PRODABEL é responsável pela gestão e operação da IDE-BHGEO. Além da manutenção dos sistemas, a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de mapeamento são algumas das atribuições da empresa.

O Portal BHMap¹³ é uma ferramenta para visualização de dados geográficos integrada à plataforma IDE BHGEO da PBH. Este site concentra as bases geográficas produzidas pelas diferentes instituições e secretarias que compõem a estrutura orgânica da Prefeitura de Belo Horizonte.

¹² A definição da IDE-BHGEO tem origem no Decreto Federal nº6.666/2008, que estabelece a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE.

¹³Portal BHMap disponível em: <<https://bhmap.pbh.gov.br/v2/mapa/idebhgeo>>

Outra ferramenta da PBH é o Sistema de Informações Urbanísticas e Endereços – SIURBE¹⁴. Alimentado com dados produzidos pela Subsecretaria Municipal de Regulação Urbana – SUREG, este sistema apresenta continuamente a digitalização e saneamento das informações geográficas referentes aos lotes aprovados no município. Além disso, o SIURBE permite a consulta de informações urbanísticas para lotes aprovados e plantas de parcelamento do solo.

Com base nas informações atualizadas pela SUREG são geradas algumas camadas importantes dentro do portal BHMap como: *Lote aprovado*, *Planta Aprovada*, *Lote CTM*, *Quadra CTM*, *Praça*, dentre outras. Contudo, a digitalização e mapeamento dos lotes destinados ao poder público municipal ainda está em construção.

Espaços de interesse ambiental são cedidos à Prefeitura Municipal de Belo Horizonte - PBH por meio do parcelamento do solo ou outros instrumentos urbanísticos. Nos projetos de parcelamento, lotes ou porções do território são destinados ao município e tem seu uso definido no Cadastro de Planta de Parcelamento do Solo. Quando aprovada, essa planta de parcelamento tem força de lei e determina, em conjunto com o zoneamento do local, as possibilidades de ocupação dos terrenos de propriedade da PBH.

A identificação de todas as áreas públicas de propriedade da PBH é um desafio ainda não superado dentro da gestão municipal. Em parte, isso se deve à grande quantidade de projetos de parcelamento do solo aprovados ao longo do tempo em Belo Horizonte e da constante atualização das plantas cadastrais. Uma parcela dessas plantas é antiga, de uma época quando ainda não se tinham disponíveis os recursos de softwares de geoprocessamento atuais. Como solução para este problema a Secretaria Municipal de Meio Ambiente se utiliza do Programa BH-Verde.

Criado em 2007, o programa BH-Verde é uma estratégia para o mapeamento das áreas públicas de interesse ambiental em Belo Horizonte. Em linhas gerais, o programa visa a construção de um banco de dados contendo informações de áreas públicas pertencentes ao município. O cadastro das áreas públicas no BH-Verde tem como objetivo principal estabelecer uma base de dados para a elaboração de diagnósticos e estratégias de uso e ocupação de áreas públicas de interesse ambiental (DE MARCO, 2020).

¹⁴SIURBE, disponível em: <<https://siurbe.pbh.gov.br/#/>>

As informações do programa BH-Verde podem ser obtidas *online* pelo portal BHmap. Atualmente o banco de dados do BH-Verde está sob atualização e a versão disponibilizada ao público no portal não possui todas as áreas de domínio do município. São estimadas pelo menos 1.500 áreas públicas de interesse ambiental, dentre ELUP's, praças, parques, áreas verdes dentre outras denominações.

O cadastro das áreas públicas de interesse ambiental pelo programa BHVerde contempla a realização de vistorias *in loco*. As áreas são identificadas previamente via consulta à planta CP e registradas na camada vetorial no Qgis. Nas vistorias realizadas pela equipe multidisciplinar da Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMMA, são observados aspectos físicos da área, entorno imediato, vegetação, recursos hídricos, fauna doméstica e silvestre e observações sobre o estado de conservação dos equipamentos implantados.

Orientada especificamente para a arborização urbana, outra iniciativa de mapeamento é o Inventário das Árvores de Belo Horizonte. Este inventario foi um projeto elaborado pela Universidade Federal de Lavras – UFLA em parceria com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte e Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG. A metodologia contemplou o levantamento de árvores com altura superior a 1,5m presentes em calçadas, canteiros centrais, praças e ruas. Nas áreas particulares o levantamento foi realizado em até cinco metros da testada do lote, distância considerada como zona de interferência sobre o logradouro público (ARANTES ARAUJO, 2014).

Foi desenvolvido um conjunto abrangente de critérios para analisar a arborização urbana em um determinado bairro. Estes critérios incluem a localidade da espécie, identificação da espécie pelo nome científico e correlação com o nome popular, características de fitossanidade da árvore, altura e diâmetro à altura do peito (DAP) para classificação das árvores. Além da descrição da população arbórea, a análise de conflitos com a rede elétrica, trânsito de veículos e outros elementos da via pública são dados relevantes armazenados no inventário das árvores de Belo Horizonte (ARANTES ARAUJO, 2014).

Para realização deste inventário arbóreo em Belo Horizonte, foi concebido no início da década de 2010 o Sistema de Informações do Inventário de Árvores de Belo Horizonte – SIIA-BH. As campanhas de campo para cadastro de indivíduos arbóreos foram interrompidas em 2016, com o término da parceria firmada entre a Prefeitura de

Belo Horizonte e a Universidade Federal de Lavras – UFLA¹⁵. Esse sistema foi descontinuado e não integra a IDE-BHGEO, por isto as informações não estão disponíveis ao público geral.

Ainda assim, o inventário de árvores de Belo Horizonte é uma importante ferramenta para o planejamento e manejo da arborização urbana. O SIIA-BH compõe um banco de dados robusto, capaz de fornecer uma compreensão abrangente das características e condições das árvores inventariadas.

Como resultado do desenvolvimento e implantação do sistema e de povoamento do seu banco de dados, já se tem realizado, desde 2016, o cadastro de 300.000 (trezentas mil) árvores em logradouros públicos, relativas a 556 (quinhentas e cinquenta e seis) espécies. Entretanto, verificou-se que esse cadastramento foi insuficiente para se cobrir todo o território do município, tendo englobado quatro circunscrições regionais administrativas completas, a saber, Leste, Oeste, Noroeste e Centro Sul, e cerca de metade da região Pampulha, restando parte da Pampulha, e as regiões Nordeste, Norte, Venda Nova e Barreiro, estimando-se atualmente existirem cerca de 250.000 (duzentos e cinquenta mil) indivíduos arbóreos ainda por serem cadastrados o que já demonstra ser o patrimônio vergel de Belo Horizonte bem maior que o que se estimava, permitindo-se ter dados mais precisos para serem utilizados na política ambiental (DE MARCO, 2020).

Dentre diversas aplicações possíveis, o banco de dados do SIIA-BH pode ser utilizado para melhoria da gestão de podas e manutenção das árvores. Além disso, a partir do conhecimento das principais características e estado fitossanitário dos indivíduos arbóreos existentes nos logradouros e espaços públicos, é possível estabelecer estratégias para preservação ou renovação da arborização urbana.

O Inventário das Árvores de Belo Horizonte também pode ser utilizado para melhoria na gestão da produção de mudas no município. Atualmente as mudas produzidas no Jardim Botânico são utilizadas¹⁶ em plantios nas vias públicas, áreas verdes de Belo Horizonte, escolas municipais, aterro sanitário da Secretaria Municipal de Limpeza Urbana e demais setores da Prefeitura de Belo Horizonte. A partir do conhecimento da condição das espécies existentes nas vias e espaços públicos é

¹⁵De acordo com matéria do Portal UFLA de 07 de agosto de 2015 – “Projeto da UFLA ajuda BH a conquistar o título de cidade mais inteligente do país na modalidade meio ambiente” disponível em: <<https://www.ufla.br/dcom/2015/08/07/projeto-da-ufla-ajuda-bh-a-conquistar-o-titulo-de-cidade-mais-inteligente-do-pais-na-modalidade-meio-ambiente/>>

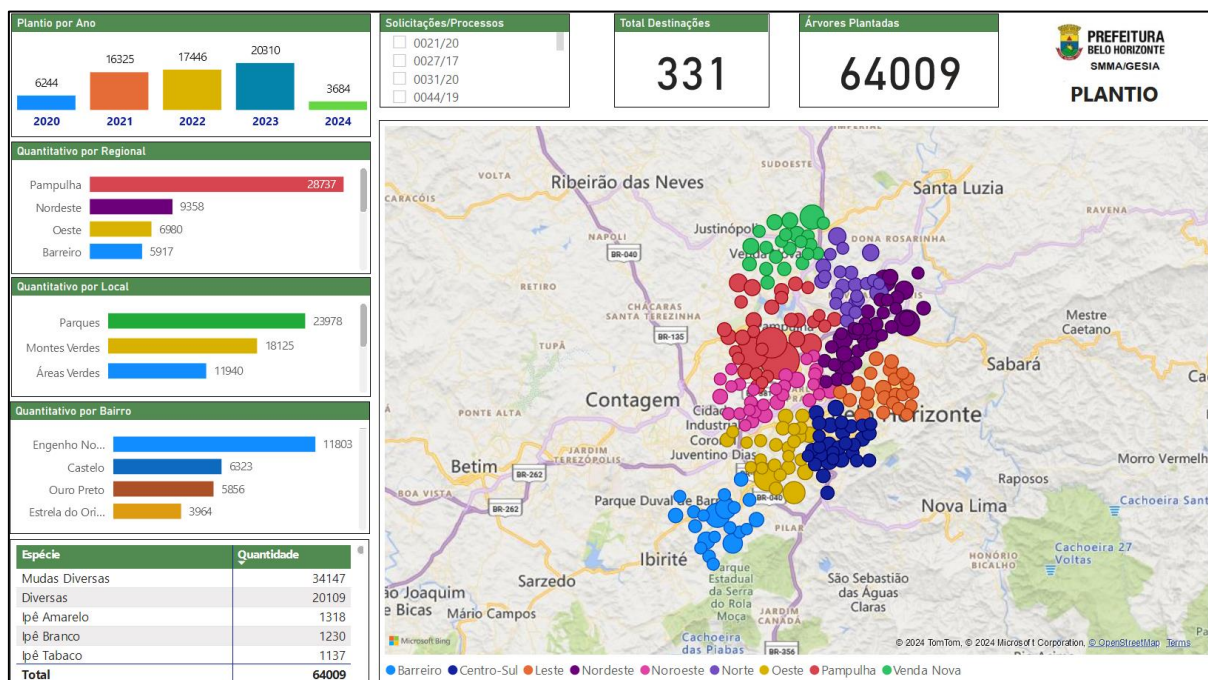
¹⁶ Conforme descrito na estrutura organizacional da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Disponível em <<https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica>>

possível orientar a produção de mudas para atender às demandas por renovação e ampliação da arborização em Belo Horizonte.

Apesar das potencialidades do SIIA-BH, atualmente apenas o Painel de Árvores Plantadas é disponibilizado ao público geral. Utilizado para controle e monitoramento da quantidade de arborização no território municipal, este painel é um agregador de dados referente aos plantios oriundos de compensação ambiental (Figura 7). Com dados desde 2020, a ferramenta permite realizar a consulta dos processos individuais de compensação ambiental ou agrupados por regional administrativa, bairro e local de destinação (parques, áreas verdes, logradouro, etc). É possível ainda, comparar a quantidade de destinações total nessas diferentes agregações espaciais e observar as espécies plantadas.

As políticas de compensação ambiental são aquelas que determinam a empreendimentos que se instalam na cidade algumas medidas para contrabalançar o impacto ambiental causado pela sua implantação. Através dessa estratégia, eles ficam responsáveis pela aquisição de mudas, sua implantação e manutenção por um prazo pré-estabelecido nos termos do licenciamento – o que colabora e incrementa projetos de arborização urbana, recuperação de áreas degradadas e ecossistemas (SMMA/GESIA, 2024).

Figura 7: Recorte de tela do Painel de árvores plantadas por meio de compensação ambiental



Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 2023.

O Relatório de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS de Belo Horizonte é publicado a cada dois anos pelo *Observatório*

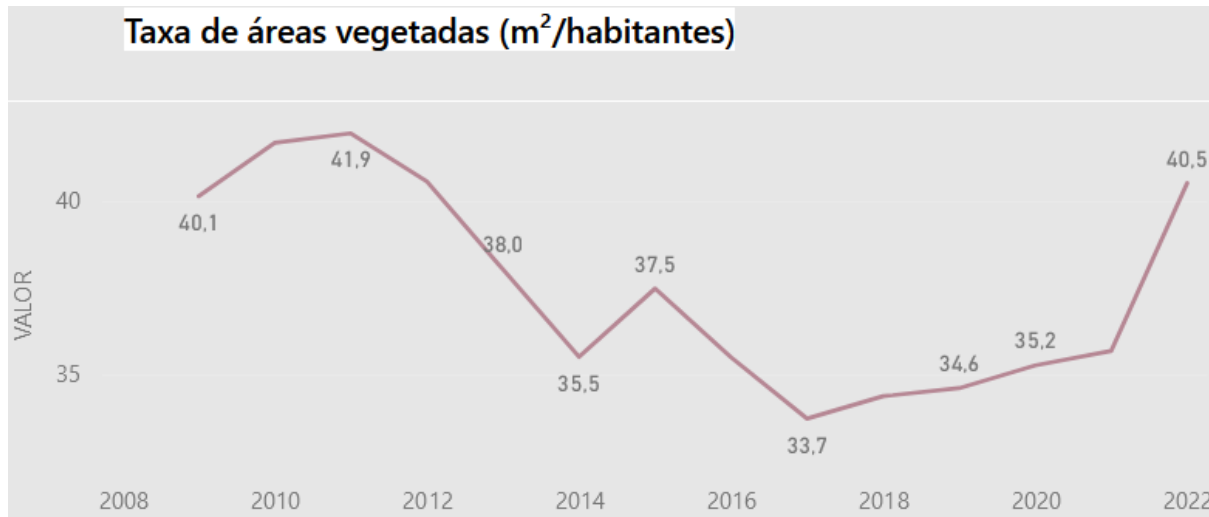
do Milênio – Belo Horizonte¹⁷. Este relatório apresenta resultados utilizados para acompanhamento das metas pactuadas pelo município junto às Nações Unidas, em 2015 (OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO, 2022a). Dentre os ODS previstos, o “Objetivo 15 - Vida Terrestre” é descrito como:

Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e deter a perda da biodiversidade (OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO, 2022a).

Para monitoramento deste ODS 15, foram definidos dois indicadores a Taxa de áreas vegetadas e a Taxa de áreas verdes protegidas, ambas expressas em m²/habitantes.

Na *Taxa de áreas vegetadas*, considera-se como área vegetada a classificação de vegetação rasteira ou vegetação densa e a população do censo do IBGE. O Gráfico 1 apresenta a série histórica da Taxa de Áreas vegetadas em Belo Horizonte entre 2009 e 2022. Esse gráfico foi obtido no Painel de indicadores ODS, elaborado pelo Observatório do Milênio e disponível no *site* da Prefeitura de Belo Horizonte.

Gráfico 1: Taxa de Áreas vegetadas em Belo Horizonte – 2009 a 2022



Fonte: OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO, 2022b.

No relatório das ODS de 2022, houve uma mudança na metodologia de cálculo da taxa de áreas vegetadas e por isto as informações da série histórica estão desatualizadas (OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO, 2022a).

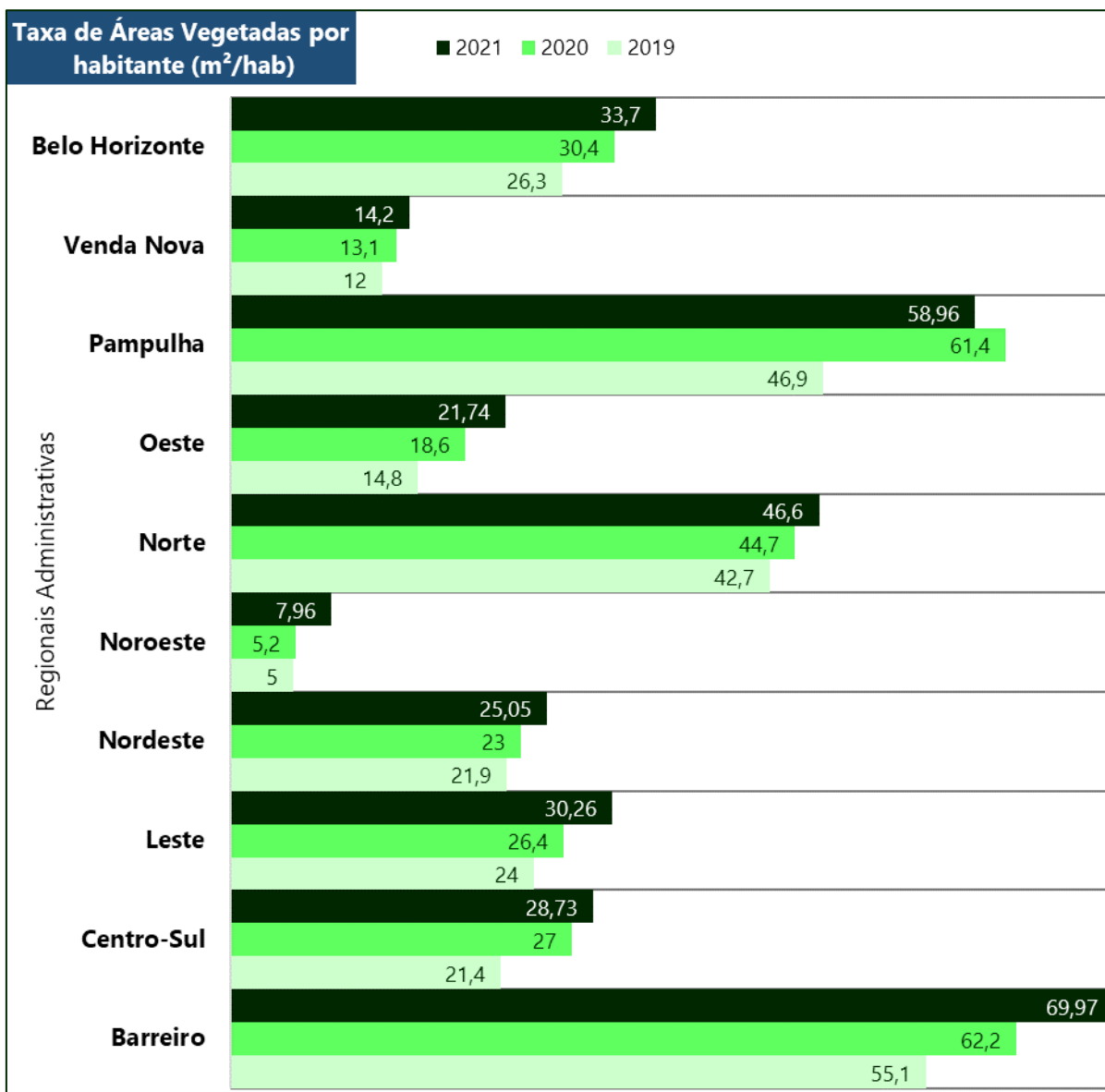
¹⁷ Observatório do Milênio é composto pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte – PBH, Fundação João Pinheiro – FJP, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG, Universidade FUMEC, Centro Universitário UNA e Centro Universitário Newton Paiva.

[...] a Taxa de áreas vegetadas no município, medida em metros quadrados por habitante (m²/hab.), que agora é calculado pela Subsecretaria de Planejamento Urbano (SUPLAN), teve uma alteração em sua metodologia, passando a utilizar os mesmos dados da classificação de imagem do indicador Razão da taxa de consumo do solo pela taxa de crescimento da população (ODS 11), e emprega o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). A metodologia difere da anterior, por isso a série foi recalculada, com vistas a evitar inconsistências em 2022 (OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO, 2022a).

Essa taxa utilizada como indicador de monitoramento da ODS-15, é calculada pela divisão entre o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI e o número de habitantes em um determinado recorte territorial. Nessa taxa, é contemplada a cobertura vegetal rasteira e arbórea identificada em sensoriamento, independentemente se o uso do solo é público ou privado (OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO, 2022a).

De acordo com o Relatório de Acompanhamento das ODS (Gráfico 2), a taxa para Belo Horizonte passou de 26,30 m²/hab em 2019, para 30,40 m²/hab em 2020 e atingiu **33,70 m²/hab** em 2021 (OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO, 2022a).

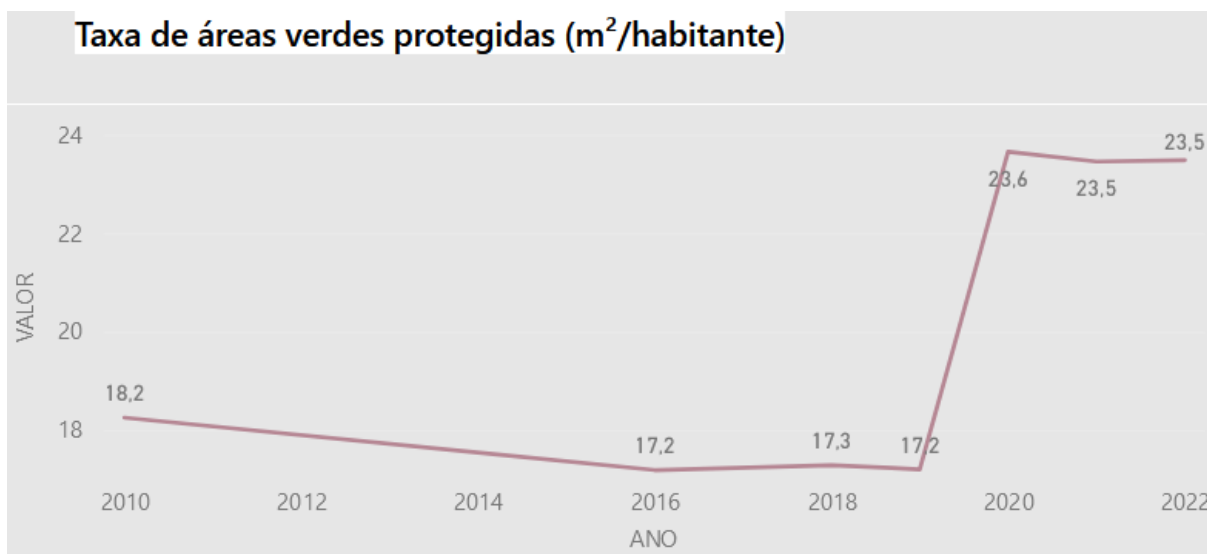
Gráfico 2: Taxa de Áreas vegetadas por habitante, de acordo com o observatório do milênio



Fonte: Elaborado pelo autor com base em OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO, 2022^a.

A Taxa de Áreas Verdes Protegidas – IAP (Gráfico 3 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), considera propriedades particulares ou públicas com cobertura vegetal significativa total ou parcial e que são protegidas por instrumentos legais. A destacada variação do IAP nos dois últimos anos da série histórica, se deu pela utilização de estimativas populacionais atualizadas e pelo incremento áreas protegidas no município após alterações do Plano Diretor e incorporação da RPPN estadual Portal Sul (OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO, 2022a).

Gráfico 3: Taxa de áreas verdes protegidas - 2010 a 2022



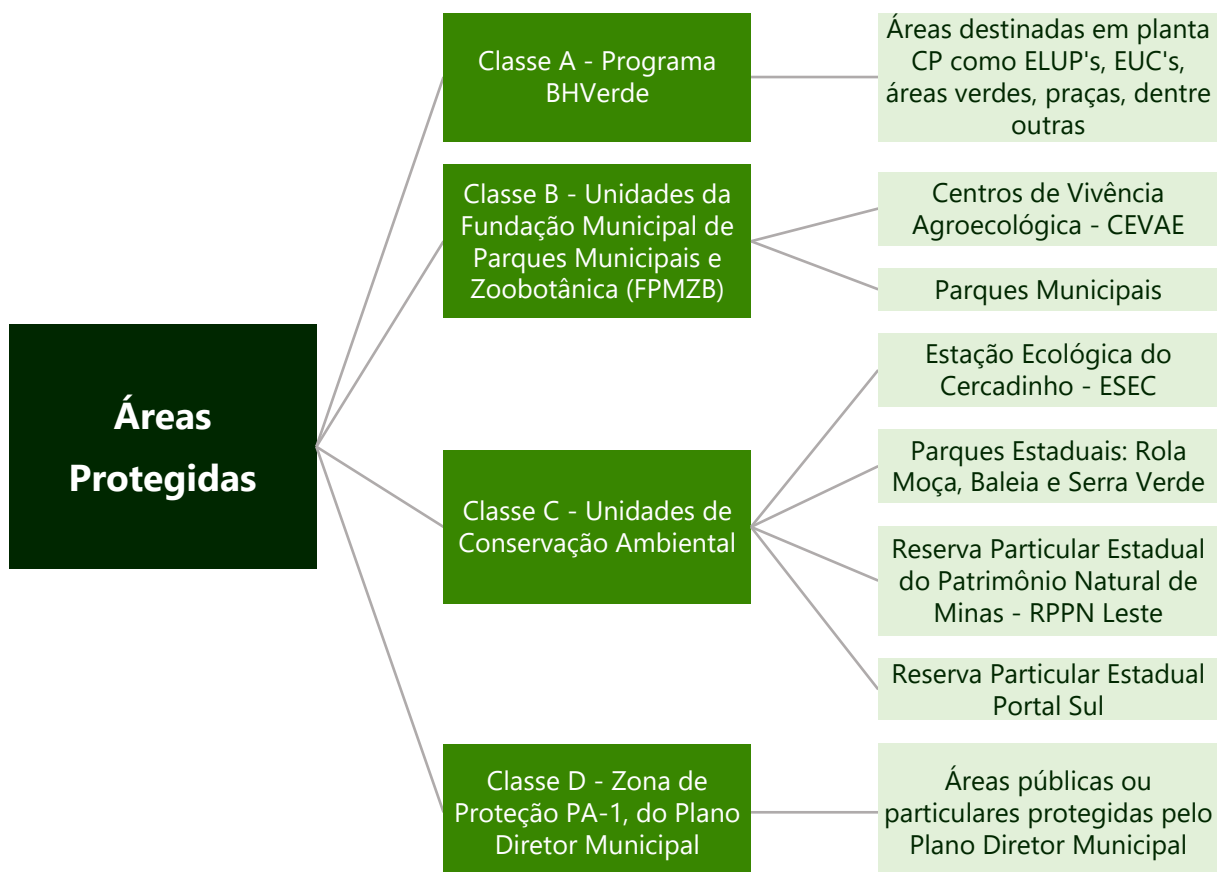
Fonte: OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO, 2022b

Para além do incremento de áreas protegidas pela legislação municipal, o aumento na quantidade de áreas cadastradas no banco de dados é um fator importante e deve ser levado em consideração para análise da *Taxa de áreas verdes protegidas* (IAP).

No cálculo do índice são computadas somente as áreas verdes protegidas no município. Área Protegida é aquela de propriedade particular ou pública, com cobertura vegetal significativa total ou parcial, e que tem, portanto, seu uso/manutenção assegurados na forma de parques, praças e outros. Áreas verdes protegidas municipais: I) Unidades de conservação Municipais: Parque e RPE; II) CEVAEs; III) Espaços livres de uso público onde houve a implantação de passeio verde, praça, área verde ou área verde/canteiro; IV) Quadras classificadas como ZPAM (até 2019) e como PA-1 (a partir de 2020). Áreas verdes protegidas estaduais: I) Unidades de Conservação Estaduais: Parques Estaduais, Estação Ecológica e RPPN (OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO, 2022b).

Para proceder o cálculo da Taxa de áreas Verdes Protegidas, são utilizadas quatro classes de dados (Figura 8): Classe A – Programa BHVerde; Classe B – Unidades da Fundação Municipal de Parques Municipais e Zoobotânica (FPMZB); Classe C – Unidades de Conservação Ambiental; e Classe D – Zona de Proteção PA-1, delimitada no Plano Diretor Municipal (OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO, 2022a).

Figura 8: Fluxograma das Áreas Protegidas utilizadas para cálculo da Taxa de Áreas Protegidas - IAP

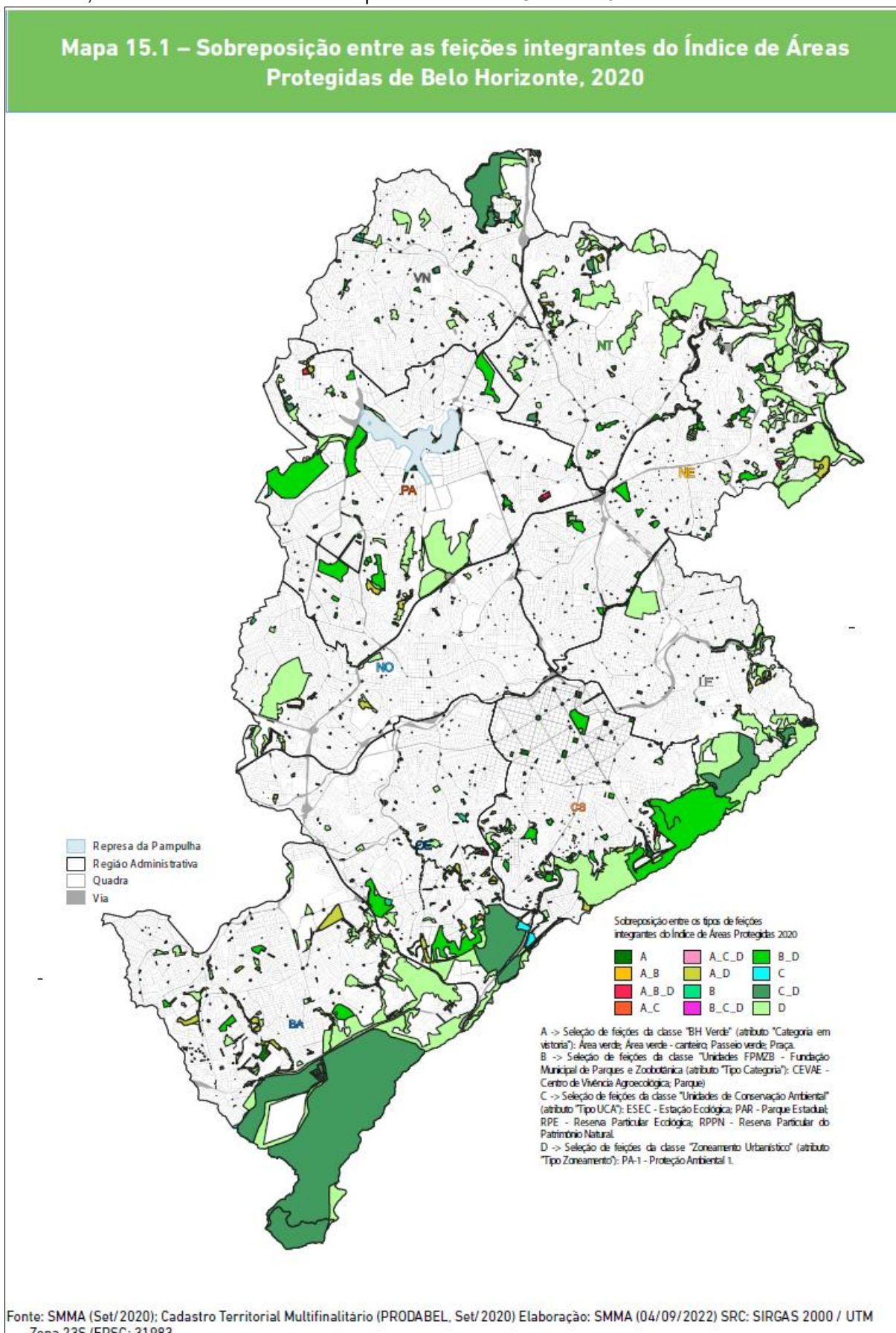


Fonte: OBSERVATORIO DO MILÊNIO, 2022a. Adaptado pelo autor.

A expectativa do cálculo da Taxa de Áreas Verdes Protegidas é mensurar a quantidade de áreas protegidas para a população. Contudo, a base de dados das áreas protegidas ainda está em atualização¹⁸ e é seguro afirmar que: a variação da *Taxa de Áreas Verdes Protegidas – IAP* não representa necessariamente aumento na quantidade de áreas verdes protegidas em Belo Horizonte. Enquanto não houver base consolidada com todas as áreas protegidas existentes no município, é coerente compreender o IAP enquanto uma métrica para avaliar a quantidade de áreas verdes protegidas cadastradas ou conhecidas pelo poder público.

¹⁸ Destas classes o Programa BHVerde está em execução. Conforme indicado anteriormente, são cadastradas pelo programa áreas públicas que pertencem ao município, mas ainda não haviam sido identificadas na base de dados da Prefeitura.

Figura 9: Recorte com as feições utilizadas para cálculo da Taxa de Áreas Protegidas de Belo Horizonte, extraído do Relatório de Acompanhamento dos ODS de 2022



A exemplo da colaboração da Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SMMA com as universidades, por meio do Observatório do Milênio, outras parcerias e convênios são essenciais para o monitoramento e gestão da arborização urbana e áreas verdes no município. Destas colaborações, espaços urbanos em desuso são qualificados e o manejo e manutenção da arborização urbana é otimizado.

O projeto de Agroflorestas Urbanas surge da parceria entre a SMMA e a Subsecretaria de Segurança Alimentar e Nutricional – SUSAN. Como resultado dessa cooperação, tem-se a implantação de hortas comunitárias que constituem Sistemas Agroflorestais – SAF. São utilizadas áreas verdes públicas distribuídas pelo território municipal, anteriormente subutilizadas. De modo geral esses locais estão inseridos em contextos de maior vulnerabilidade social e em áreas que demandam recuperação ambiental. Nesse sentido, as agroflorestas promovem a melhoria da qualidade de vida das populações no entorno, a partir do incremento na produção de alimentos orgânicos e pela requalificação ambiental dos espaços.

O convênio com a Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG se dá no âmbito da cooperação técnica no manejo da arborização nos logradouros públicos e na produção científica. Na rotina de trabalhos de poda e manutenção das árvores da cidade, a CEMIG atua, em conjunto com a Prefeitura, na fiscalização e intervenções preventivas e corretivas. Desta parceria, também surgem bases de dados compartilhadas como o próprio inventário de árvores e SIIA-BH, além de publicações como o livro “Arborização Urbana: Considerações sobre planejamento, implantação, manejo e gestão” – feito com colaboração de técnicos da SMMA e CEMIG.

[...]A relação entre as prefeituras e as concessionárias também deve se pautar na realização de trabalhos conjuntos. Atividades que são comuns a ambos dizem respeito à avaliação de risco associado às árvores, definição de substituições de árvores problemáticas, substituições de redes de energia ou equipamentos de iluminação. [...] (GOMES DA SILVA et al., 2022).

Por fim, ressalta-se que outros instrumentos e entidades influenciam a arborização e gestão das áreas verdes em Belo Horizonte. Cita-se como exemplo, as políticas de gestão do tráfego urbano, obras viárias e urbanização, eventos, dentre outras. Esta seção apresentou uma síntese das principais ações relacionadas a Política Municipal do Meio Ambiente e da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

3 MÉTODOS APLICADOS

Este tópico apresenta os métodos aplicados para avaliação da disponibilidade da arborização urbana em logradouros públicos. Tais métodos foram testados e detalhados no “Capítulo 4 – Resultados”, no recorte territorial do bairro Santa Tereza, em Belo Horizonte. Na sequência é apresentada a forma como se deu a aquisição e a estrutura utilizada na análise dos dados.

A aquisição dos dados se deu por meio de consulta *online* de dados oficiais, fornecidos por órgãos públicos. Para elaboração do modelo tridimensional e mapas, dados secundários foram aplicados para modelagem do terreno, volumetria das edificações, malha viária, praças, parques, canteiro central e limites administrativo e popular do bairro Santa Tereza, Vila Dias e Vila São Vicente. A fonte pesquisada para obtenção dos mapas é o portal BHmap²² da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. As informações são disponibilizadas pelas secretarias municipais e sistematizadas pela Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte - PRODABEL.

O referencial teórico para os conceitos e métodos apresentados neste trabalho foi obtido através de pesquisa em repositórios acadêmicos *online* e as fontes estão devidamente indicadas ao longo do trabalho e nas referências bibliográficas. Os dados, gráficos e mapas utilizados na caracterização da área de estudo foram obtidos nos portais da Secretaria Municipal de Planejamento da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte.

As informações do banco de dados do Sistema de Informações do Inventário de Árvores de Belo Horizonte - SIIA-BH²³ foram gentilmente cedidas por Júlio De Marco, arquiteto urbanista da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte. Após a importação dessa base foi identificado um deslocamento geral das coordenadas geográficas das árvores (Figura 10). Para solução deste problema, a base foi filtrada e o ajuste das informações geográficas foi feito manualmente, com a utilização de imagens de satélite e imagens históricas do google *Streetview*.

²² Disponível em <<https://bhmap.pbh.gov.br/v2/mapa/idebhgeo>>

²³ O acesso ao portal do inventário das árvores de Belo Horizonte é restrito a alguns técnicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e da CEMIG.

Figura 10 Recorte de tela do SIIA-BH com detalhe para o deslocamento das árvores



Fonte: DE MARCO, 2020, pg-502.

Complementarmente, foi feito um levantamento de campo para atualização parcial dos dados do SIIA-BH. Esta etapa de campo foi realizada entre os meses de janeiro e março de 2024. Em janeiro e fevereiro foi feita a validação e georreferenciamento das árvores na área de estudo. Em março foram registradas fotografias que ilustram esta dissertação.

Na etapa de campo, foi utilizado o aplicativo Qfield²⁴ para validação e cadastro de novas árvores. Este cadastro contemplou o georreferenciamento das árvores e registro do nome popular, dimensões estimadas da copa (altura máxima e raio) e logradouro de referência. Como base para o projeto do Qfield, foi utilizada a camada com os pontos cadastrados no inventário de árvores de Belo Horizonte em 2011.

No levantamento de campo foi feita estimativa das principais dimensões das árvores. Para estimação da altura dos indivíduos arbóreos foi utilizado o aplicativo "Threes"²⁵, uma aplicação que funciona como um hipsômetro²⁶. O resultado da altura da árvore foi obtido a partir da diferença de inclinação medida em graus entre a base

²⁴Versão 2.8.7, disponível para dispositivos *android*. Qfield é um aplicativo para coleta de dados de campo baseado no Qgis, desenvolvido pela OpenGis.ch e publicado sob Licença Pública Geral GNU (*General Public License - GPL – GNU*). Disponível em: <<https://qfield.org/>>

²⁵ O aplicativo Threes desenvolvido pela Forest Monitoring Tools está disponível para dispositivos *android* na versão 4.1.9 de 06/06/2023

²⁶ Instrumento utilizado para determinar a altura das árvores por triangulação.

e o topo da copa. Os valores obtidos foram registrados com o Qfield rodando em um tablet e armazenados na coluna “altura estimada”, adicionada ao banco de dados da camada de pontos do SIIA-BH.

Ressalta-se o enfoque desta pesquisa nas análises urbanísticas e paisagísticas da arborização urbana. A avaliação do estado fitossanitário das árvores requer a atuação multidisciplinar de biólogos, engenheiros florestais ou agrônomos. Por esta razão os esforços foram concentrados na atualização **parcial** do inventário do SIIA-BH, com ênfase apenas nos dados utilizados nas análises propostas.

Para além da aquisição sistemática de dados, minha vivência enquanto morador de Santa Tereza há cerca de 15 anos foi atravessada por esta pesquisa. A análise dos dados foi realizada seguindo o método de pesquisa exploratória e observação dos resultados. Nesse sentido, é possível perceber que algumas das análises contém observações que foram motivadas ou tem como pano de fundo a minha perspectiva de morador do bairro.

A análise dos dados é apresentada no “Capítulo 3 – Resultados”, incluindo as descrições das metodologias de técnicas e instrumentos analíticos aplicados. Com base na análise integrada desses resultados, são realizadas as “Discussões e Conclusões” que encerram esta dissertação em seu Capítulo 4.

4 RESULTADOS

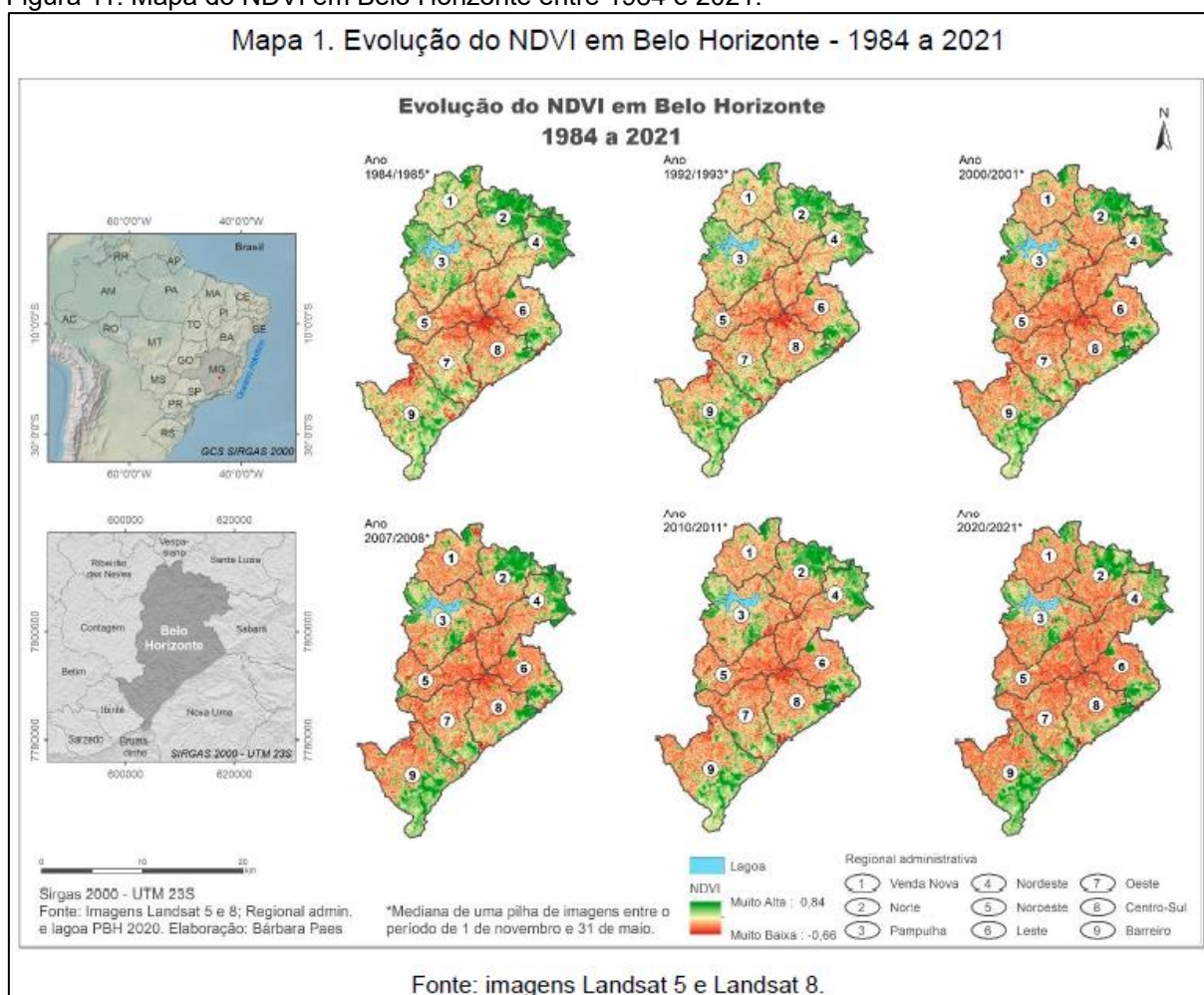
O enfoque geral deste trabalho é lançar mão de estratégias de avaliação da disponibilidade de arborização urbana nos logradouros públicos. Além disso, busca-se compreender aspectos a vegetação arbórea na escala humana. Como a arborização urbana também está relacionada à disponibilidade de áreas verdes, são demonstradas análises que tratam desses dois elementos.

Dentre as estratégias para avaliação da disponibilidade de vegetação, tem-se a utilização de técnicas de sensoriamento remoto. Um índice amplamente difundido e que expressa a área cobertura vegetal é o *Normalized Difference Vegetation Index* – NDVI. O método para obtenção desse índice consiste na análise da banda vermelha e infravermelha de imagens capturadas por satélites. Este tipo de abordagem permite a avaliação da distribuição espacial da cobertura vegetal no território.

O NDVI é amplamente adotado e aplicado nas pesquisas voltadas à análise da cobertura vegetal e tem como finalidade distinguir a vegetação verde, a partir do seu brilho, mantendo a capacidade de minimizar os efeitos topográficos enquanto produz uma escala de medição linear (PAES; GARCIA, 2023).

As imagens de satélite são capturadas por sensores a bordo de satélites geoestacionários. Essas imagens podem ser usadas para identificar e mapear áreas verdes, bem como monitorar mudanças na paisagem urbana ao longo do tempo, como observado na Figura 11.

Figura 11: Mapa do NDVI em Belo Horizonte entre 1984 e 2021.



Fonte: PAES; GARCIA, 2023.

Atualmente, os principais softwares de Sistemas de Informação Geográfica - GIS incluem ferramentas para a classificação semiautomática de imagens e para o cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - NDVI. Este método facilita a automatização supervisionada do processo de identificação de cobertura vegetal em extensas áreas geográficas, como municípios e regiões, aumentando significativamente a eficiência do mapeamento.

A classificação semiautomática envolve o treinamento de um algoritmo de reconhecimento de pixels, que é realizado com base em amostras previamente categorizadas por humanos. De maneira simplificada, o operador seleciona amostras de pixels na imagem que está sendo analisada e as categoriza, fornecendo ao algoritmo um modelo para identificação e classificação futura das áreas.

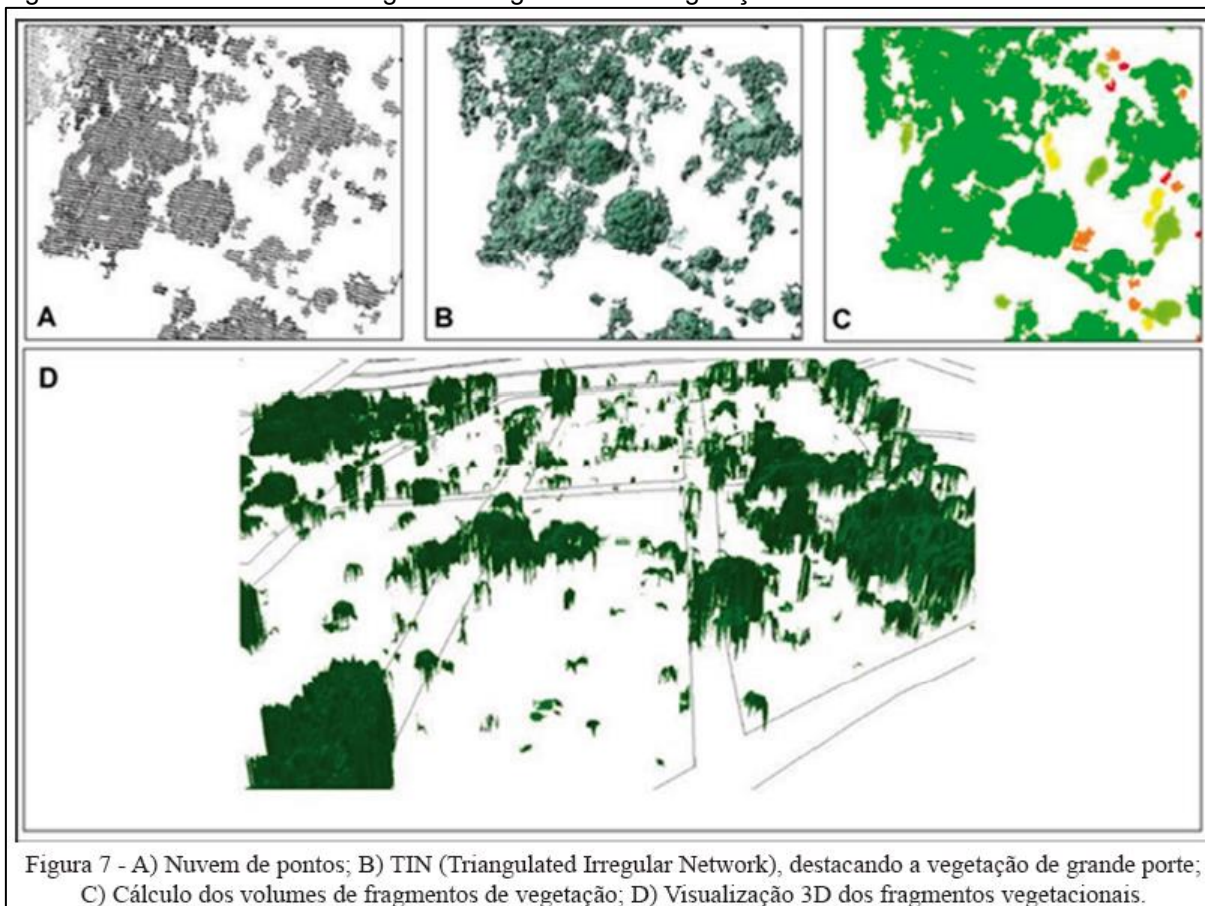
Os principais fatores que podem impactar os resultados do NDVI incluem a resolução da imagem processada, a qualidade do modelo de treinamento do algoritmo e as condições meteorológicas presentes no momento da captura das imagens. A resolução das imagens de sensoriamento remoto pode restringir a habilidade de detectar pequenas áreas verdes, como parques urbanos ou jardins residenciais. A interpretação adequada dessas imagens demanda conhecimento especializado e experiência para diferenciar com precisão áreas verdes de outras características urbanas. Além disso, condições climáticas adversas, como a presença de nuvens, podem comprometer a qualidade das imagens de satélite e, conseqüentemente, a eficácia na coleta de dados.

O sensoriamento remoto captura uma visão estática, o que significa que mudanças sazonais ou o desenvolvimento subsequente de áreas verdes podem não ser refletidos em uma única imagem. Desta forma, a aplicação do NDVI está sujeita às limitações de recorte temporal. Apesar dessas restrições, o NDVI é uma ferramenta analítica valiosa, frequentemente empregada para examinar a evolução da cobertura vegetal e do uso do solo em grandes porções territoriais.

O NDVI pode ser combinado a outras técnicas de geoprocessamento. Sena (2018) apresenta uma metodologia para análise do volume vegetacional e construído (Figura 12), com a utilização da tecnologia LiDAR (*Light Detection and Ranging*) e do NDVI.

Os dados topográficos oriundos da tecnologia LiDAR, associados aos dados de aerofotogrametria digital com informações sobre a banda do infravermelho que permite o cálculo para identificação da robustez da vegetação, favorecem a análise das volumetrias e o cotejo de fragmentos de vegetação e de áreas edificadas. O objetivo é a análise integrada desses aspectos, favorecendo a visualização e análise das condições das ambiências urbanas, com vistas a dar suporte a decisões sobre parâmetros urbanísticos e definição de modos de ocupação do solo urbano que traduzam valores cidadãos de qualidade ambiental urbana (SENA et al., 2018).

Figura 12: Resultado da modelagem de fragmentos de vegetação utilizando NDVI e LiDAR



Fonte: SENA et al., 2018.

Para além da modelagem tridimensional do volume vegetacional, outros índices utilizados no planejamento urbano também são calculados com base no NDVI. O Índice de Áreas Verdes – IAV resulta da taxa entre área de cobertura vegetal (m^2) e habitantes de um determinado recorte territorial ou administrativo e expressa o valor em m^2/hab .

Do ponto de vista metodológico, o cálculo do IAV pode ser feito de outras maneiras e a definição de cada modelo apresenta diferentes limites que devem ser considerados ao interpretar seus resultados. A qualidade dos resultados depende dos parâmetros definidos, quantidade e precisão dos dados utilizados e da capacidade de recursos tecnológicos disponíveis. Desse modo, para a comparação do IAV de diferentes cidades, por exemplo, é necessário comparar as metodologias de cálculo.

Para De Marco, (2020) o IAV deveria ser interpretado como um indicador que compõe o Índice de Qualidade de Vida Urbana – IQVU, dado que o IAV por si só não contempla outros critérios qualitativos sobre a disponibilidade de áreas verdes e é um dos parâmetros ambientais utilizados para composição do IQVU. O Autor apresenta o

IAV por regiões administrativas em Belo Horizonte e discute a discrepância entre os resultados, apontando que as diferenças no processo de ocupação do território urbano na capital mineira são a principal influência para as distorções verificadas no acesso às áreas verdes pela população (DE MARCO, 2020).

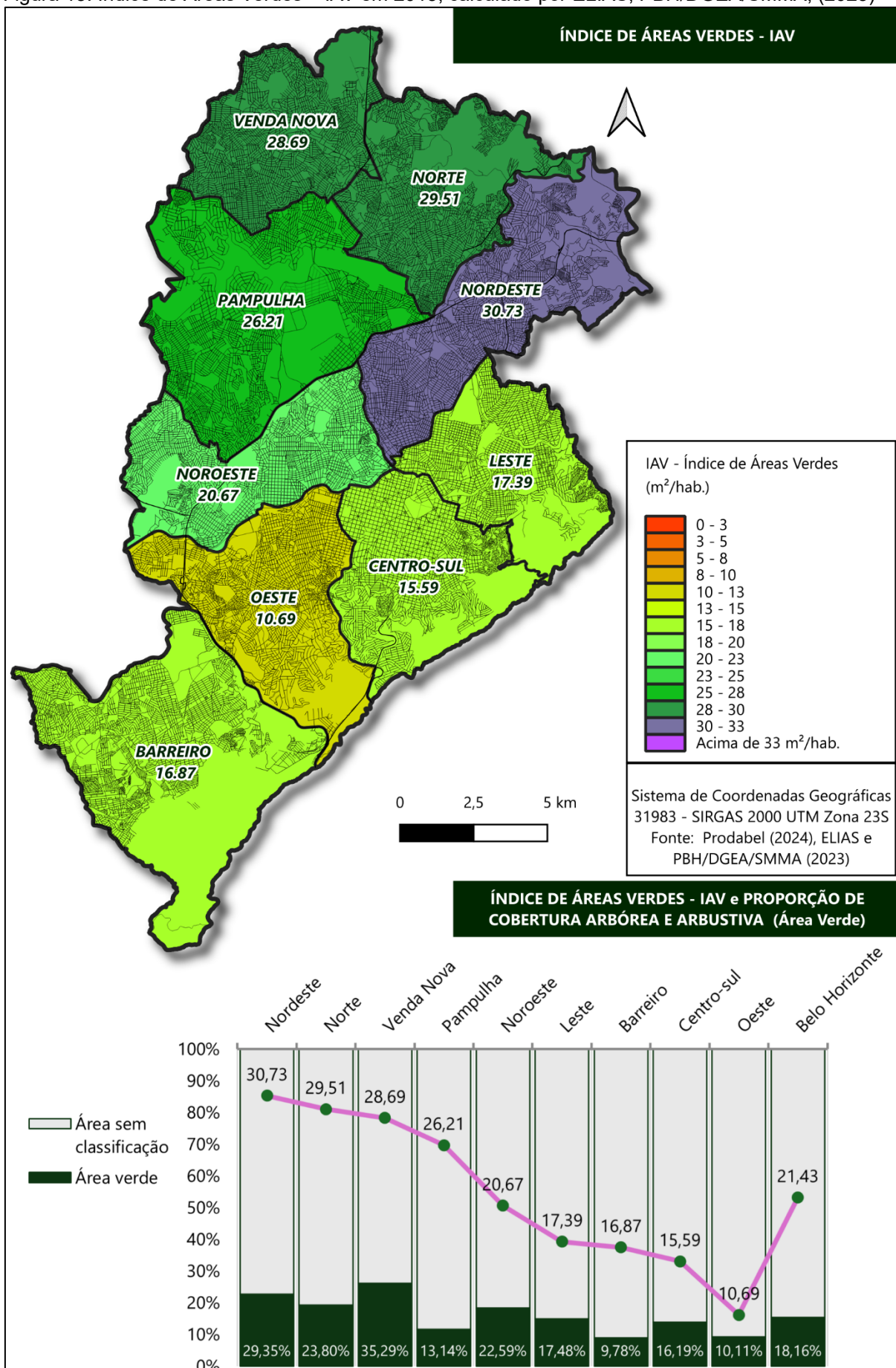
Ainda assim, em Belo Horizonte o Índice de Áreas Verdes – IAV é utilizado como uma referência para equalizar a distribuição das áreas verdes de preservação permanente entre as regionais administrativas do município. Conforme Art. 155, item V da Lei Orgânica Municipal, cabe ao município:

implantar e manter áreas verdes de preservação permanente, em proporção nunca inferior a doze metros quadrados por habitante, distribuídos eqüitativamente por Administração Regional (CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2024)

O cálculo do Índice de Áreas Verdes realizado por ELIAS (2023) considerou enquanto áreas verdes a cobertura arbórea e arbustiva da cidade de Belo Horizonte. A autora utilizou como base para cálculo do NDVI, uma imagem aérea ortorretificada de alta resolução espacial (0,25x0,25 metros), registrada em 2015. Nessa abordagem os resultados do IAV e a proporção de áreas verdes por regionais administrativas, representam uma avaliação da quantidade de vegetação de porte arbóreo por habitante (ELIAS; PBH/DGEA/SMMA, 2023).

Com base nesses resultados observa-se (Figura 13), que a regional Nordeste apresenta 29,35% de sua área classificada como vegetação arbórea ou arbustiva, com um Índice de Área Verde - IAV de 30,73 m² por habitante. Seguindo, a regional Norte possui 23,80% de área verde, com o IAV marcando 29,51 m²/hab. Já a regional Venda Nova destaca-se com a maior proporção de vegetação arbórea (35,29%), e um IAV de 28,69 m²/hab. A Pampulha, por sua vez, mostra 13,14% de área verde e um IAV de 26,21 m²/hab. A regional Noroeste, aparece 22,59% de área verde e um IAV de 20,67 m²/hab. A regional Leste detém 17,48% de área verde com um IAV de 17,39 m²/hab. A região do Barreiro apresenta 9,78% de área verde, com um IAV de 16,87 m²/hab. Na regional Centro-Sul, a área verde é de 16,19%, com o IAV no seu ponto mais baixo, 15,59 m²/hab. A regional Oeste tem uma área verde de 10,11%, e um IAV de 10,69 m²/hab. Por fim, a totalização para Belo Horizonte indica que a cidade tem 18,16% de sua área ocupada por árvores e arbustos, com um IAV de 21,43 m²/hab.

Figura 13: Índice de Áreas Verdes – IAV em 2015, calculado por ELIAS; PBH/DGEA/SMMA, (2023)



Fonte: Elaborado pelo autor com base em ELIAS; PBH/DGEA/SMMA, 2023.

Num primeiro momento, os resultados apresentados pelo cálculo Índice de Áreas Verdes – IAV parecem destoar da realidade da arborização urbana em Belo Horizonte. A metodologia utilizada por Elias (2023) é confiável e reforça os limites da utilização do IAV como instrumento de gestão e planejamento urbano. Este índice não é sensível a variáveis como a densidade populacional, adensamento construtivo e aspectos qualitativos dos diferentes tipos de cobertura vegetal do solo.

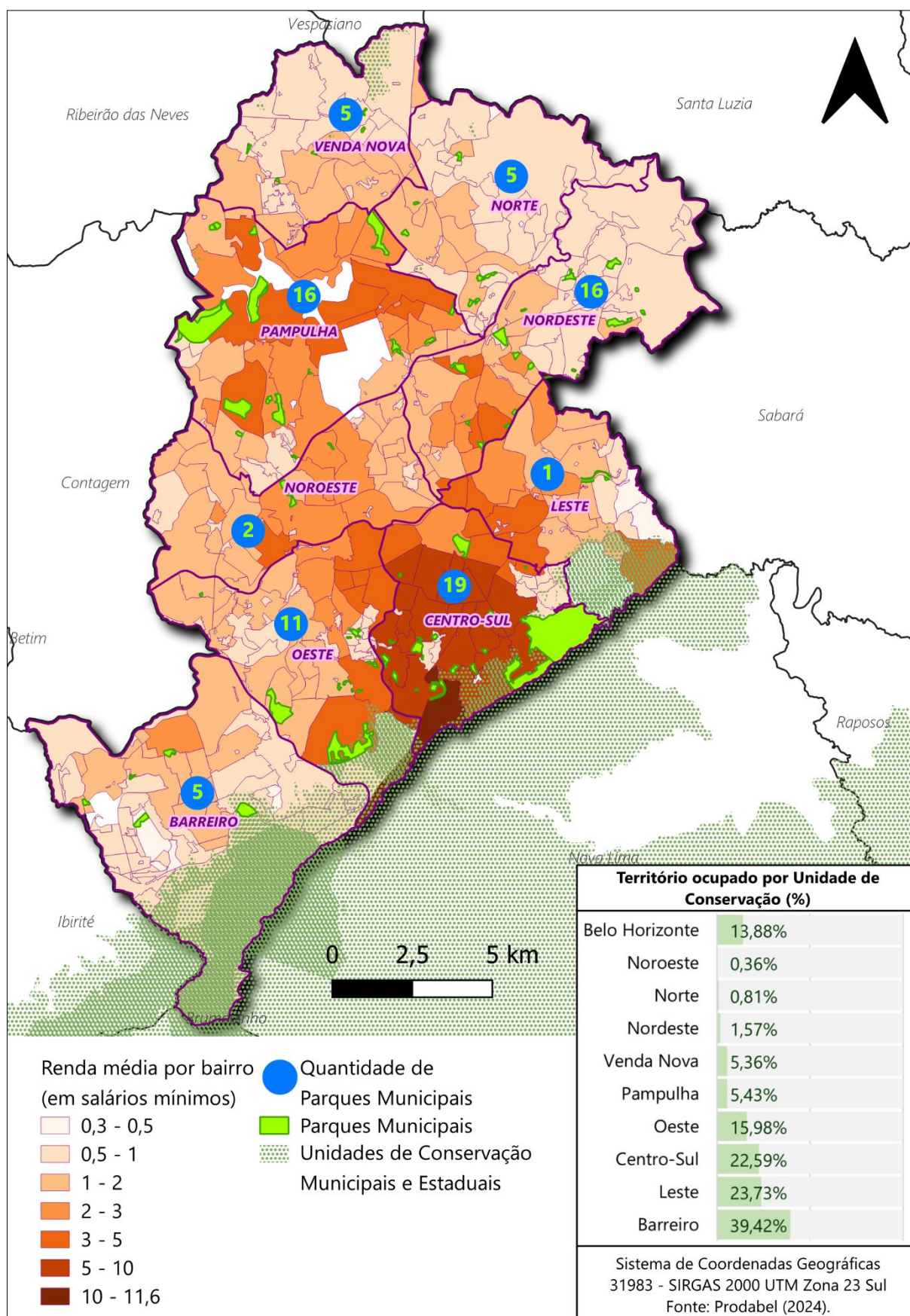
Para quem conhece a capital mineira, não parece sensata a afirmação que a regional Venda Nova possui melhores índices de arborização do que a regional Centro-Sul. A cobertura vegetal nos logradouros públicos, e espaços públicos de interesse ambiental como parques e praças, influencia diretamente o contato da população com a arborização urbana. Portanto, a afirmação inicial decorre do fato que a arborização urbana dos logradouros públicos não é uniforme no território municipal.

Em relação a distribuição e abrangência das praças, conforme ressalta Macedo et al. (2018), importa considerar as demandas sociais, as características morfológicas do território e as condições ambientais e climáticas de cada cidade. Os autores sugerem que, idealmente, todo bairro ou vizinhança deva disponibilizar de praças e parques “distribuídos ao alcance da caminhada de todos os moradores, que cada lote tivesse espaços privados ou coletivos generosos e a malha urbana fosse pontuada por diversos parques, tendo ainda as ruas e avenidas arborização adequadas (MACEDO et al., 2018, p. 20).

Na Figura 14, foi feita a sobreposição dos parques e Unidades de Conservação e, na Figura 15 foram analisadas as distâncias mais curtas (em linha reta) entre as edificações e praças de Belo Horizonte. Nos dois cenários foi feita a sobreposição com o mapa de renda média da população³⁰. Os resultados sugerem que as desigualdades socioeconômicas também são expressas pelas desigualdades socioambientais - relacionadas ao acesso a espaços públicos de interesse ambiental e disponibilidade arborização urbana. Essas análises mostram que a regional Centro-Sul concentra a maior renda média por habitante, tem o maior número de parques e apresenta as menores distâncias entre edificações e praças. De modo geral, observa-se maior faixa de renda média nos bairros próximos aos parques.

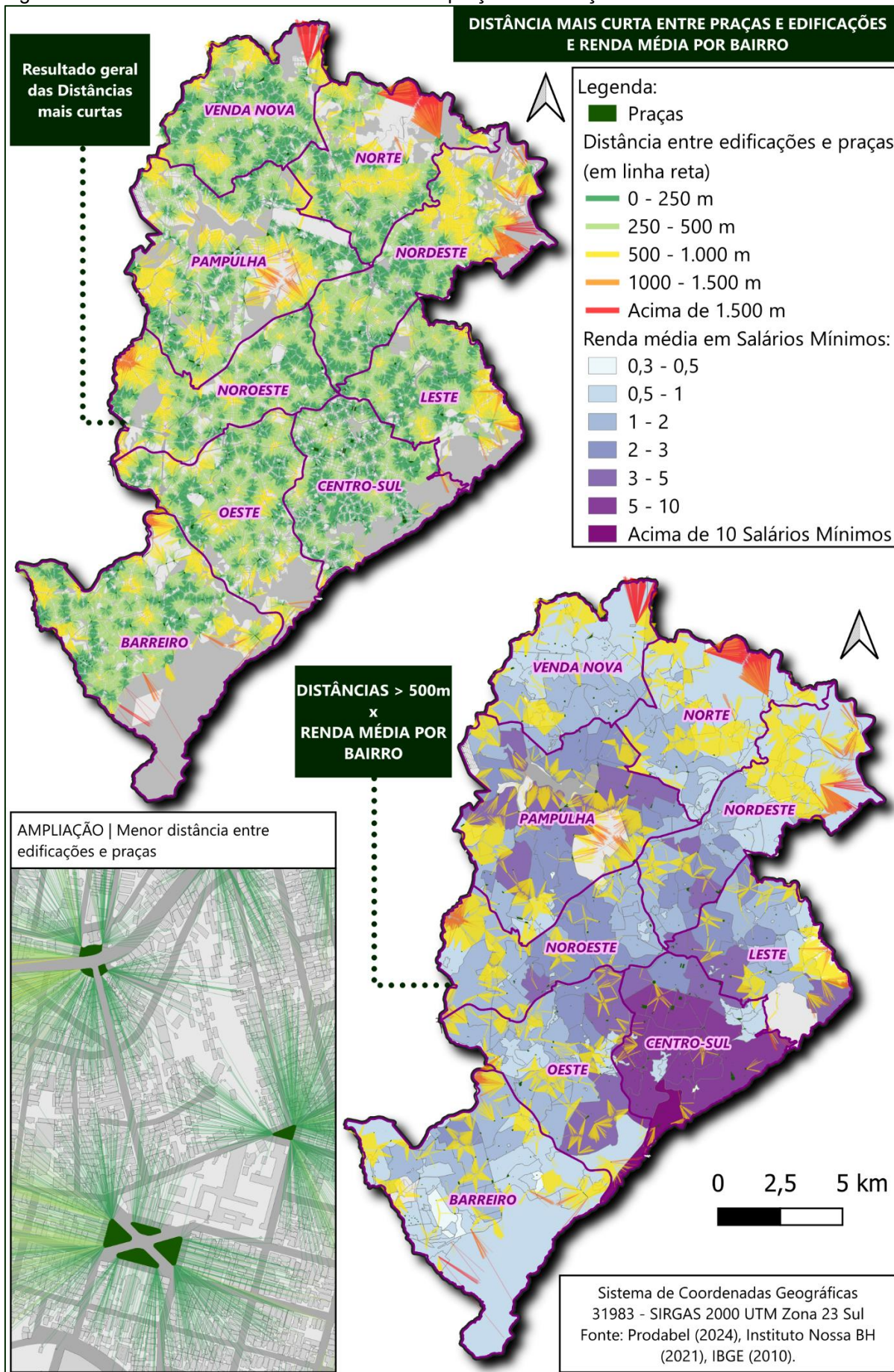
³⁰ Renda média em salários-mínimos do levantamento feito pelo Instituto Nossa BH (INSTITUTO NOSSA BH, 2021).

Figura 14: Unidades de Conservação e proporção do território por elas ocupado x distribuição de renda média em Belo Horizonte



Fonte: Elaborado pelo autor com base em INSTITUTO NOSSA-BH; PRODABEL, 2021-2024.

Figura 15: Análise de distâncias mais curtas entre praças e edificações



Fonte: Elaborado pelo autor com base em INSTITUTO NOSSA-BH; PRODABEL, 2021-2024.

O bairro Santa Tereza é frequentemente associado a boemia, vida noturna agitada e identidade que, por muitos é expressa como “clima de cidade de interior”. Essa identidade do bairro, que destoa de outros bairros na capital mineira, tem origem em múltiplos aspectos culturais, urbanísticos e históricos. Culturalmente, Santa Tereza possui atividades que atraem tanto os moradores locais quanto visitantes. Bares, restaurantes e espaços culturais são pontos de encontro onde a música se faz presente. Do ponto de vista urbanístico, a região conserva muitos de seus traços originais, como edificações antigas e ruas pavimentadas com pedra. Por isto, foi instituído o tombamento do Conjunto Urbano de Santa Tereza e a criação da ADE de Santa Tereza, no Plano Diretor Municipal.

A linha de trem e o Ribeirão Arrudas são barreiras decorrentes da morfologia urbana que impedem o acesso direto ao interior do conjunto por esse lado. Tal conformação permitiu a preservação de certas qualidades urbanas que se refletem na existência de uma excepcional ambiência urbana. Assim, há trechos inteiros de ruas onde não há o característico tráfego de veículos das áreas mais dinâmicas do conjunto. Esse aspecto evidencia-se como uma das características mais expressivas dessa porção do bairro, conferindo-lhe, por vezes, um caráter bucólico, que alguns identificam como “interiorano” (SOUZA; MAGNI, 2015).

Figura 17: Apresentação de grupo de dança em festa junina – Praça Duque de Caxias

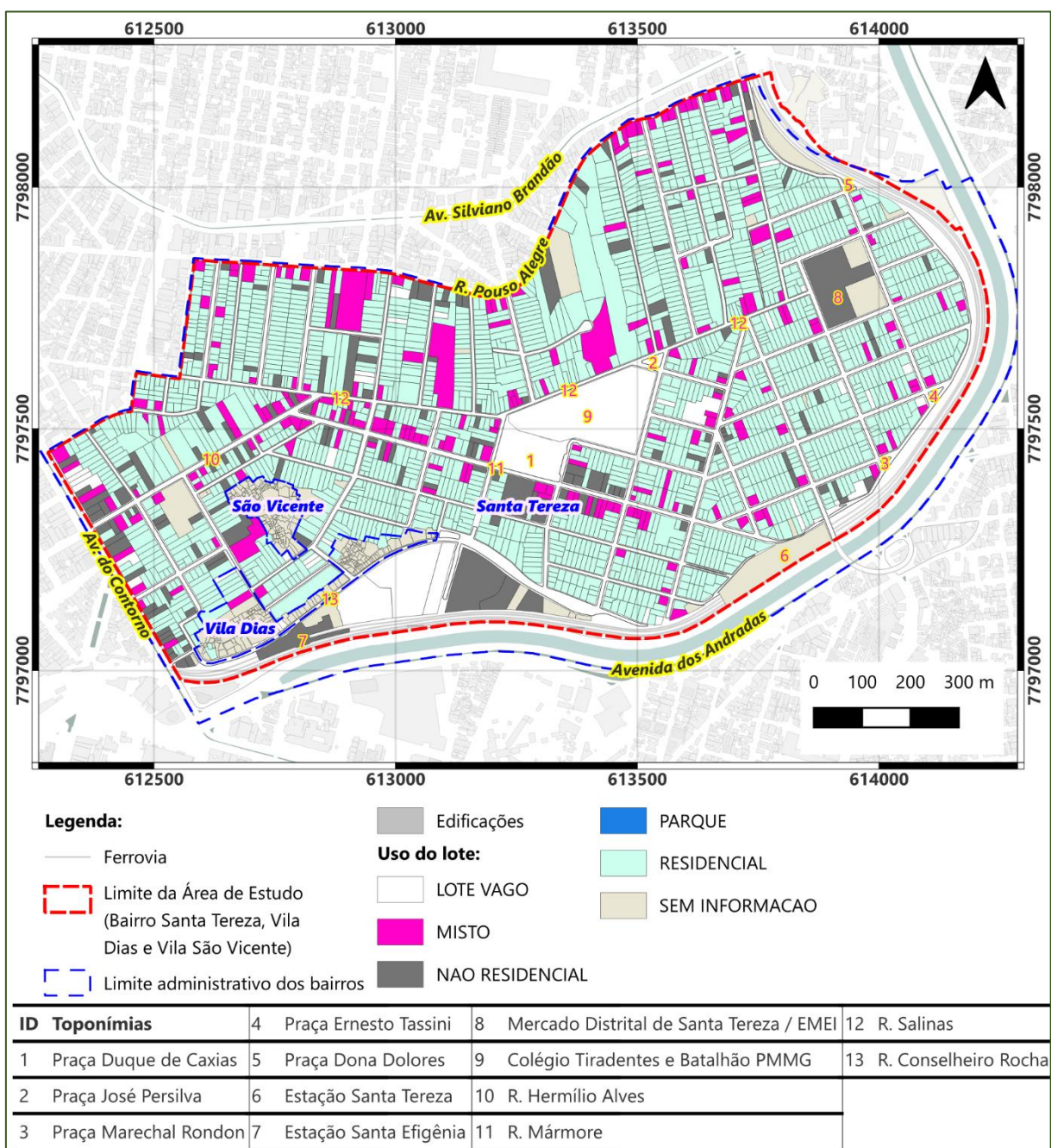


Fonte: O autor, 2023.

O uso do solo na área de estudo é predominantemente residencial (Figura 18). As áreas identificadas como uso misto se concentram ao longo das principais vias de ligação e acesso do bairro Santa Tereza: a avenida do Contorno à oeste, a rua Pouso Alegre à norte e as ruas Hermílio Alves e Mármore, na porção central do território.

Santa Tereza é um bairro de dois mundos: as ruas principais vibram na movimentação incessante dos carros, indo ou vindo, e das gentes indo e vindo; e no fundo das casas predominam ainda os amplos quintais, arborizados, tranquilos e silenciosos, parecendo longe do burburinho que vibra do lado de fora (NEVES, 2010).

Figura 18: tipo de ocupação do lote na Área de Estudo

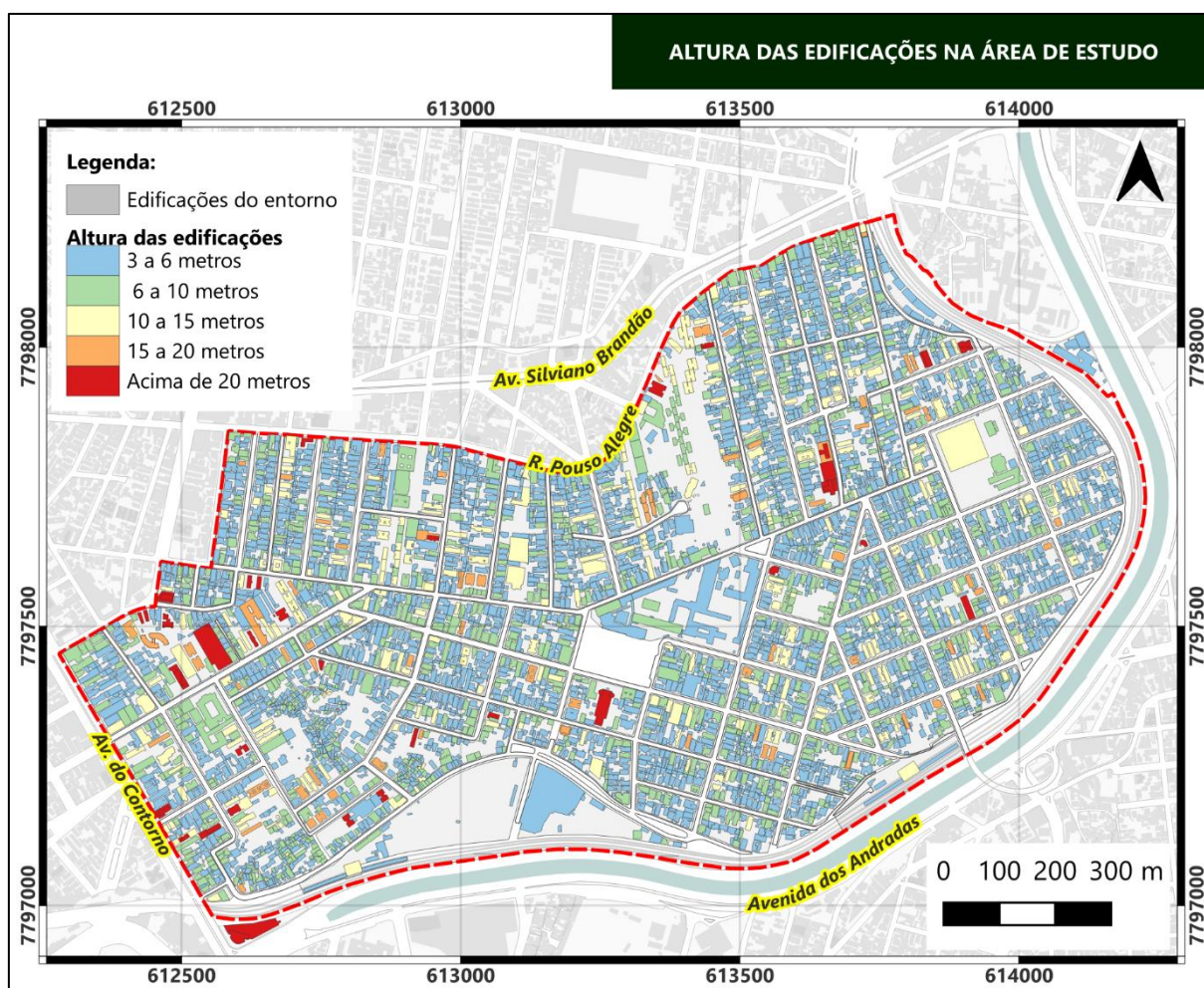


Fonte: Elaborado pelo autor com base em PRODABEL, 2024.

Além do uso predominantemente residencial, a ambiência urbana na região é influenciada pela altura das edificações. Conforme Figura 19, a maior parte das edificações do bairro possui entre 3 e 6 metros de altura, seguido pela parcela de edificações entre 6 e 10 metros. Isto significa que a maior parcela das edificações da área de estudo são térreas ou tem no máximo três pavimentos. Esse certamente é um dos aspectos que mais diferencia Santa Tereza de outras territorialidades da capital.

As casas de até três pavimentos conformam um ambiente urbano emoldurado em muitos trechos pelo horizonte e pelo céu, sem obstruções decorrentes de edificações altas que interrompem visadas significativas. Com efeito, vários pontos que se configuram como mirantes, de onde podem ser percebidos grandes trechos do alinhamento montanhoso da Serra do Curral. Exemplos desses mirantes são os cruzamentos das ruas Eurita com Estrela do Sul, Bocaiuva com Mármore, Capitão Procópio com Ângelo Rabelo e final da rua Paraisópolis (SOUZA; MAGNI, 2015).

Figura 19: Altura das edificações na área de estudo



Fonte: Elaborado pelo autor com base em PRODABEL, 2024.

Figura 20: Vista parcial do bairro Santa Tereza. Ao fundo a Serra da Piedade, em Caeté



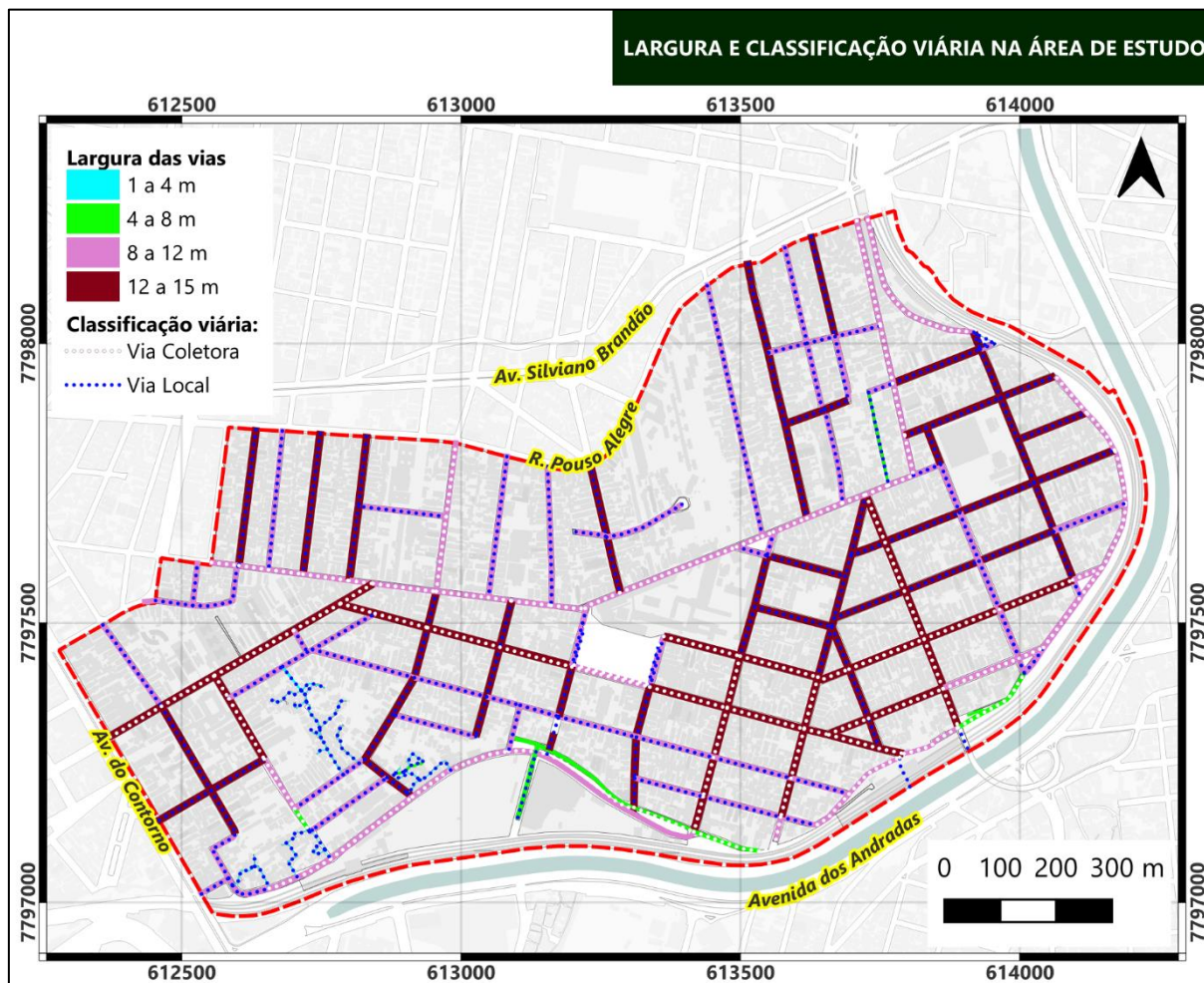
Fonte: O autor, 2024.

Destaca-se também a ocorrência de várias praças na área de estudo, especialmente nos limites de Santa Tereza. O uso desses espaços é compartilhado pela população de Santa Tereza e das Vilas Dias e São Vicente, ainda que de forma desigual. Ademais, pelo menos duas praças são inseridas em Santa Tereza, mas guardam relação com a Vila Dias. Como é o caso da praça na rua Conselheiro Rocha esquina com rua Xisto e da área verde em frente à estação de metrô Santa Efigênia.

Outro aspecto que o conjunto urbano apresenta é a ocorrência de várias pequenas praças, semelhantes entre si. Essas pequenas praças resultam dos largos que se formam com o cruzamento de ruas não perpendiculares, largos aprazíveis, pontuados pelo verde dos canteiros (SOUZA; MAGNI, 2015).

O sistema viário na área de estudo é composto por vias majoritariamente por vias locais e coletoras de pequeno. A maioria das ruas de Santa Tereza possuem entre 8 e 15 metros de largura, com curtos trechos com largura inferior a 8 metros. Já nas Vilas Dias e São Vicente, predominam os becos com largura inferior a 4 metros (Figura 21).

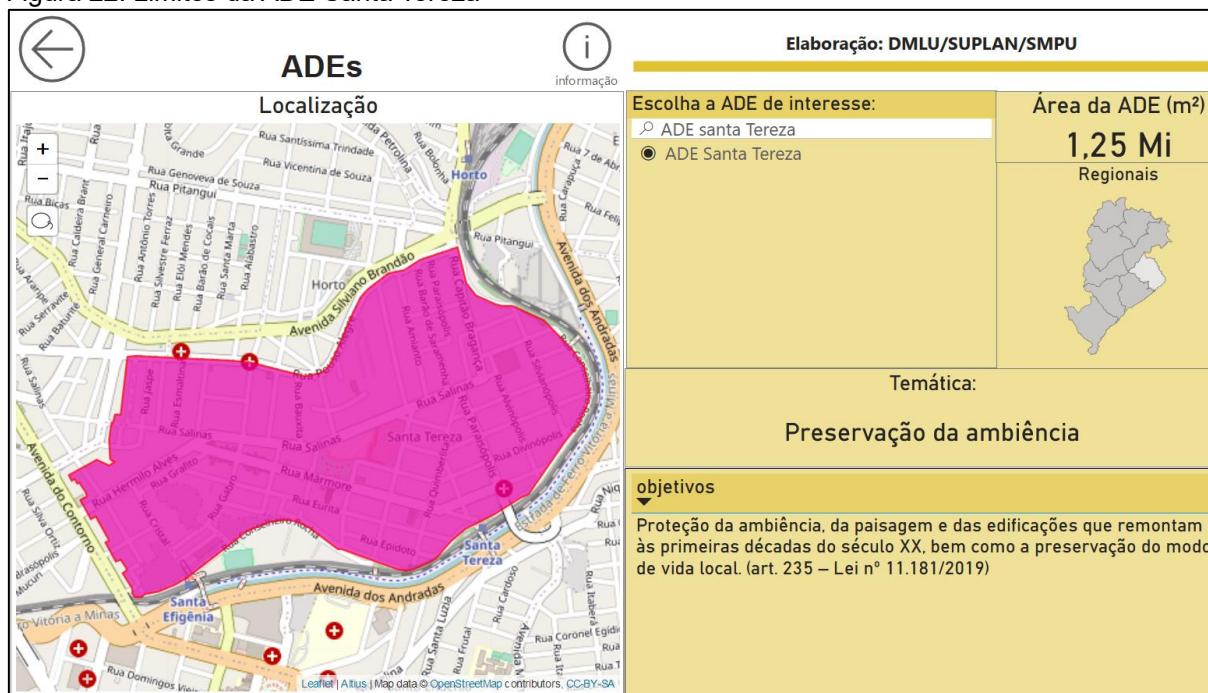
Figura 21: largura das vias por trecho, na área de estudo



Fonte: Elaborado pelo autor com base em PRODABEL, 2024.

A maior parte do território da área de estudo Tereza está inserida na Área de Diretrizes Especiais (ADE) Santa Tereza. De acordo com o Plano Diretor Municipal de Belo Horizonte, o objetivo principal da ADE Santa Tereza é garantir a “proteção da ambiência, da paisagem e das edificações que remontam às primeiras décadas do século XX, bem como a preservação do modo de vida local”. Prevê-se ainda, o incentivo ao exercício de atividades vinculadas a economia criativa e serviços de alojamento com no máximo 360m² de área (*hostels* e pousadas), além atividades de economia solidária, especialmente nas Vilas Dias e São Vicente. (BELO HORIZONTE, 2019).

Figura 22: Limites da ADE Santa Tereza

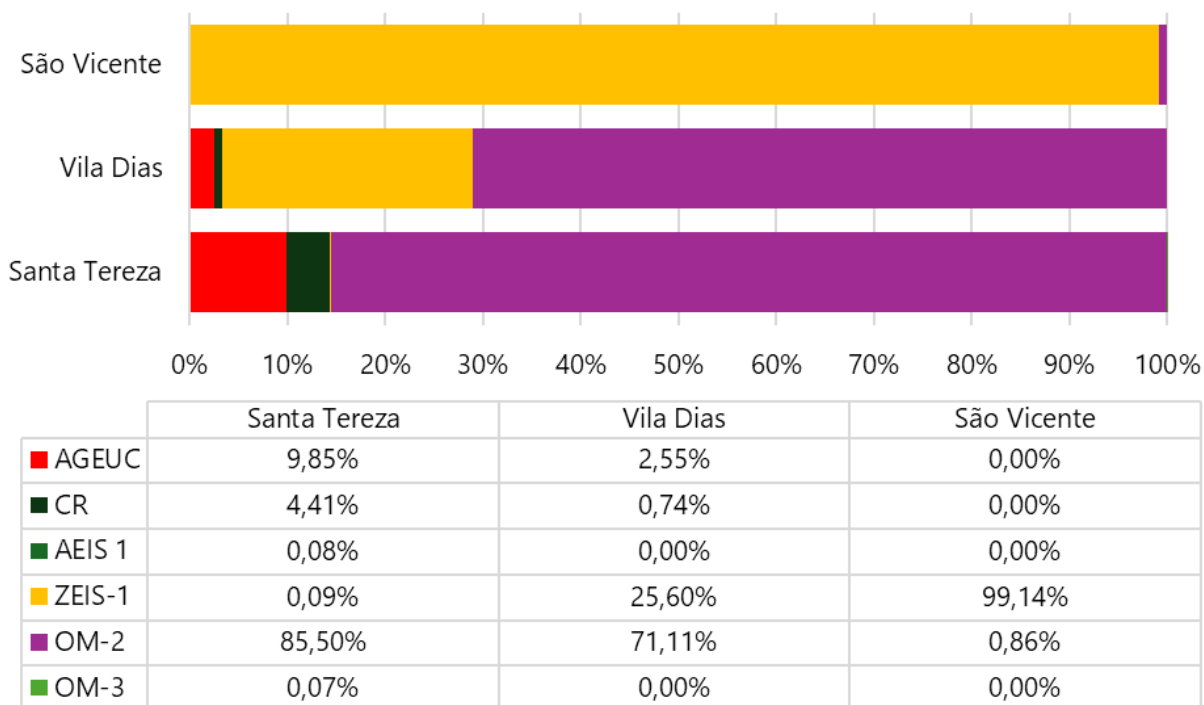


Fonte: Secretaria Municipal de Política Urbana – Diretoria de Monitoramento da Legislação Urbanística BELO HORIZONTE, 2023a

O Gráfico 4 apresenta dados sobre o zoneamento urbano de Santa Tereza, Vila Dias e São Vicente. Para o bairro de Santa Tereza, a maior parte do zoneamento corresponde a Zona de Ocupação Moderada - OM-2 (85,50%). Em seguida, tem-se as Áreas de Grandes Equipamentos de Uso Coletivo – AGEUC, representando 9,85%, áreas de Centralidade - CR, que compreende 4,41. Para a Vila Dias, predomina também a zona de Ocupação Moderada - OM-2, com 71,11%. Notável também é a zona de Especial Interesse Social - ZEIS-1, que representa 25,60% do território. Por fim, em São Vicente a ZEIS-1 ocupa quase a totalidade do zoneamento do bairro com, 99,14%.

No Plano Diretor Municipal, as zonas de Ocupação Moderada correspondem às porções do território nas quais há o interesse pela preservação das dinâmicas socioespaciais consolidadas. Nessas zonas, os parâmetros urbanísticos buscam preservar os usos do solo existentes.

Gráfico 4: Zoneamento Urbano na Área de Estudo

Proporção do zoneamento urbano no território

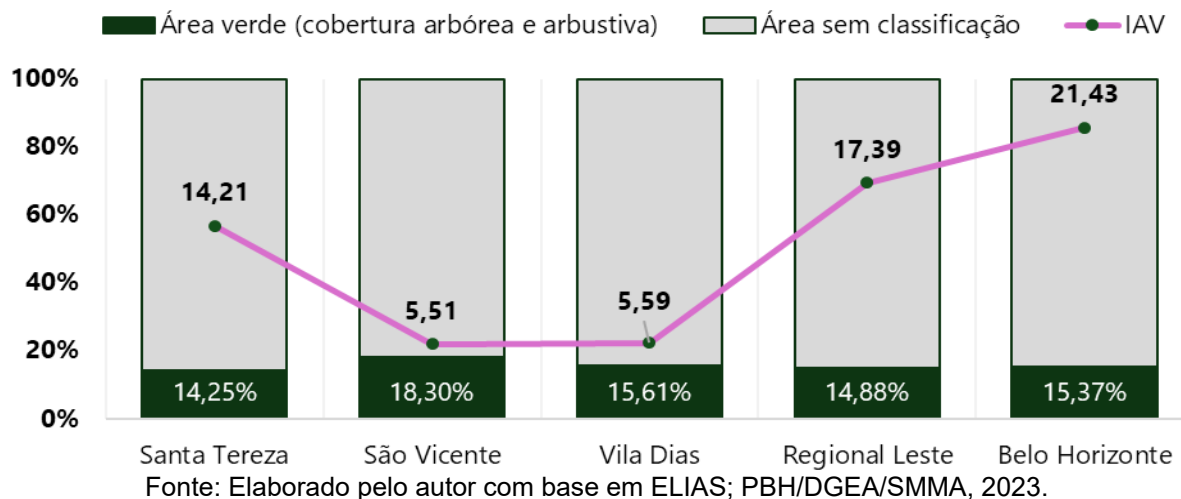
Fonte: Adaptado de Secretaria Municipal de Política Urbana – Diretoria de Monitoramento da Legislação Urbanística BELO HORIZONTE, 2023.

O bairro Santa Tereza apresenta um baixo nível de alteração na paisagem construída ao longo do tempo. Ainda que em transformação, as mudanças na paisagem construída são menos representativas do que em outras porções do território municipal. Este fator contribui para o isolamento de outras variáveis da dinâmica urbana, permitindo maior ênfase às mudanças observadas a partir da arborização.

[...] O conjunto urbano do bairro apresenta uma paisagem em transformação, onde pontuam os edifícios mais recentes, construções de três e quatro pavimentos, que aos poucos passam a compor a paisagem onde antes predominavam apenas os exemplares construídos especialmente entre os anos 1920 e 1940 (SOUZA; MAGNI, 2015).

O Gráfico 5 apresenta o Índices de Áreas Verdes - IAV e a proporção entre as áreas ocupadas por vegetação arbórea e o restante do território. Ainda que os resultados do IAV sejam convergentes com a realidade local, indicando que as Vila Dias e São Vicente possuem maior proporção de árvores no território do que em Santa Tereza, isto não significa que a população desfruta desses benefícios de forma efetiva.

Gráfico 5: Índice de Áreas Verdes - IAV e proporção de áreas verdes na área de estudo



A Figura 23 ilustra o contraste entre dois aglomerados: do lado esquerdo, um aglomerado arbóreo em área particular e do lado direito, a aglomeração de moradias da Vila São Vicente.

Figura 23 Vista de São Vicente - Destaque para vegetação arbórea agrupada X edificações



Fonte: O autor, 2024.

A vegetação urbana é um componente da identidade do bairro e contribui para a experiência sensorial de estar no Santa Tereza. As árvores oferecem sombra, abrigo, alimento, atuam como espaço de convivência e alteram a percepção sobre o bairro ao longo do tempo. Os fluxos dos pedestres, os locais de permanência nas ruas e as atividades ao ar livre no bairro também se relacionam à arborização urbana. As amoreiras fornecem frutos e trocas de gentilezas entre os transeuntes que param para

apreciar a fruta direto do pé. As árvores tornaram-se teto e abrigo para bares ao ar livre na praça Duque de Caxias. As calçadas sombreadas são quase sempre as escolhidas como local de passagem pelos pedestres.

Figura 24: Praça Duque de Caxias, em Santa Tereza. Destaque para a arborização



Fonte: O autor, 2023.

Nesse contexto, a caracterização da arborização urbana na área de estudo tem como finalidade principal lidar com a dimensão espacial da vegetação nos espaços públicos e suas implicações. Reconhecendo os limites da abordagem proposta nesta dissertação e da própria formação em arquitetura e urbanismo, não foram realizadas avaliações do estado fitossanitário, injúrias, interferências ao desenvolvimento ou outras especificidades das árvores.

Inicialmente, foi realizado o levantamento das árvores em logradouros públicos da área de estudo. Os indivíduos arbóreos foram identificados a partir de dados do inventário de árvores de Belo Horizonte de 2011, cadastrados no Sistema de Informações do Inventário da Arborização de Belo Horizonte – SIIA-BH. As informações foram validadas com o levantamento *in loco* e imagens históricas disponíveis no *google streetview* (Figura 25). A pesquisa de campo para identificação

e georreferenciamento das espécies arbóreas ocorreu entre janeiro e fevereiro de 2024, conforme descrito no “Capítulo 2 – Métodos Aplicados”, desta dissertação.

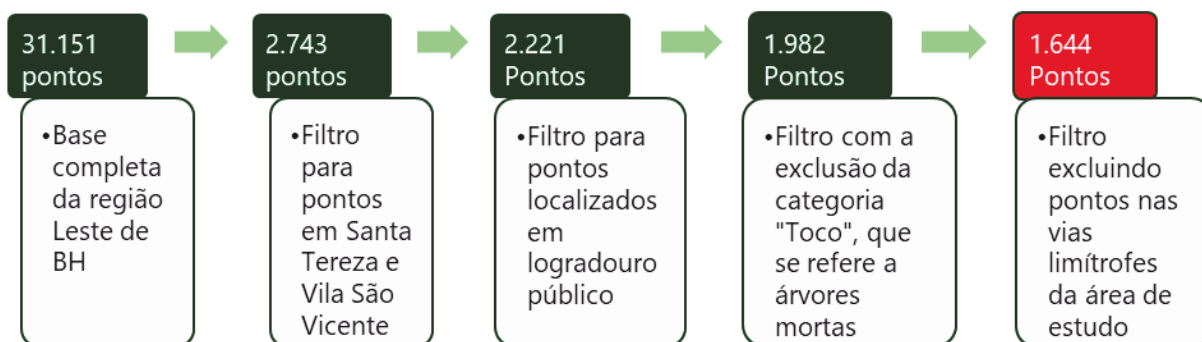
Figura 25: Imagens históricas do Google street view, utilizadas para ajuste do ponto e pré-identificação de espécie



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Google, 2024.

Dentre os 31.151 pontos cadastrados na regional leste, 2.742 estavam no bairro Santa Tereza, um na Vila São Vicente e nenhum na Vila Dias. As árvores em logradouros públicos foram filtradas e as árvores classificadas como “Toco” desconsideradas. Por fim, os pontos nas vias limítrofes da área de estudo foram excluídos, já que o enfoque da análise é o interior do bairro Santa Tereza, Vila Dias e São Vicente. Com isto, restaram 1.644 pontos para serem validados no banco de dados base (Figura 26).

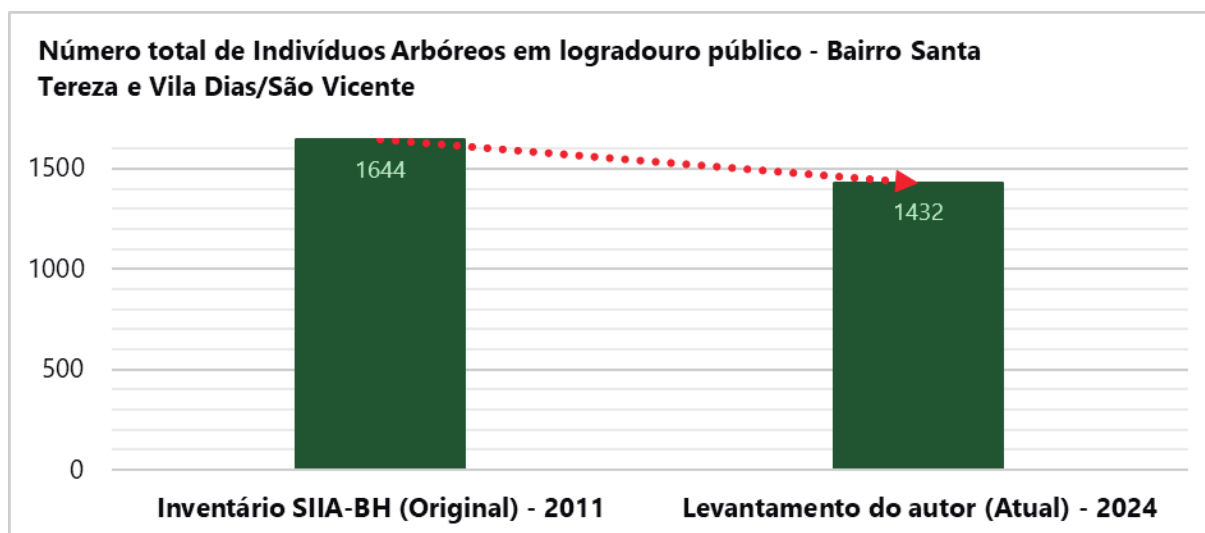
Figura 26: Fluxograma da depuração de dados do SIIA-BH utilizados em nossa atualização



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Após a validação dos 1.644 pontos do inventário de 2011, o levantamento de campo apontou a existência de 1.432 indivíduos arbóreos nas ruas e praças do bairro Santa Tereza, Vila Dias e São Vicente. Conforme Gráfico 6, entre 2011 e 2024 houve uma redução de 13% na quantidade de indivíduos arbóreos nos logradouros públicos da área de estudo.

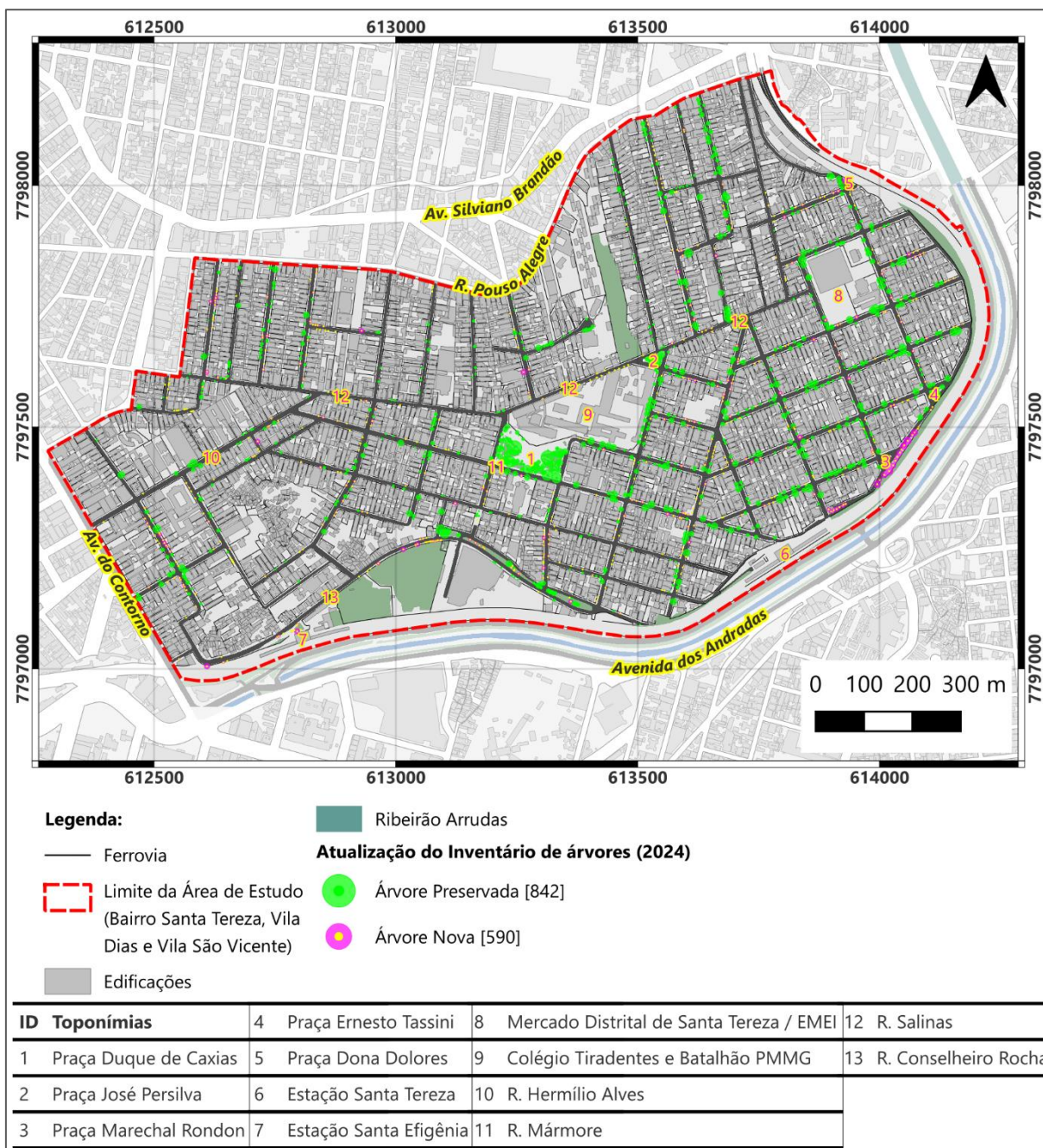
Gráfico 6: Número de indivíduos arbóreos em logradouro público na Área de Estudo



Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH, 2011-2024.

Conforme Figura 27, dentre os 1432 indivíduos arbóreos cadastrados no levantamento atual, 842 foram mapeados no SIIA-BH em 2011. A maioria dentre as 590 árvores novas foram plantadas após 2011, mas em alguns casos pontuais foram identificados trechos de vias não percorridos no inventário do SIIA-BH. Além do georreferenciamento e identificação das espécies, foram estimados a altura e raio da copa de cada árvore. Deste modo, tanto as árvores novas quanto as preservadas tiveram suas principais dimensões validadas nesta pesquisa.

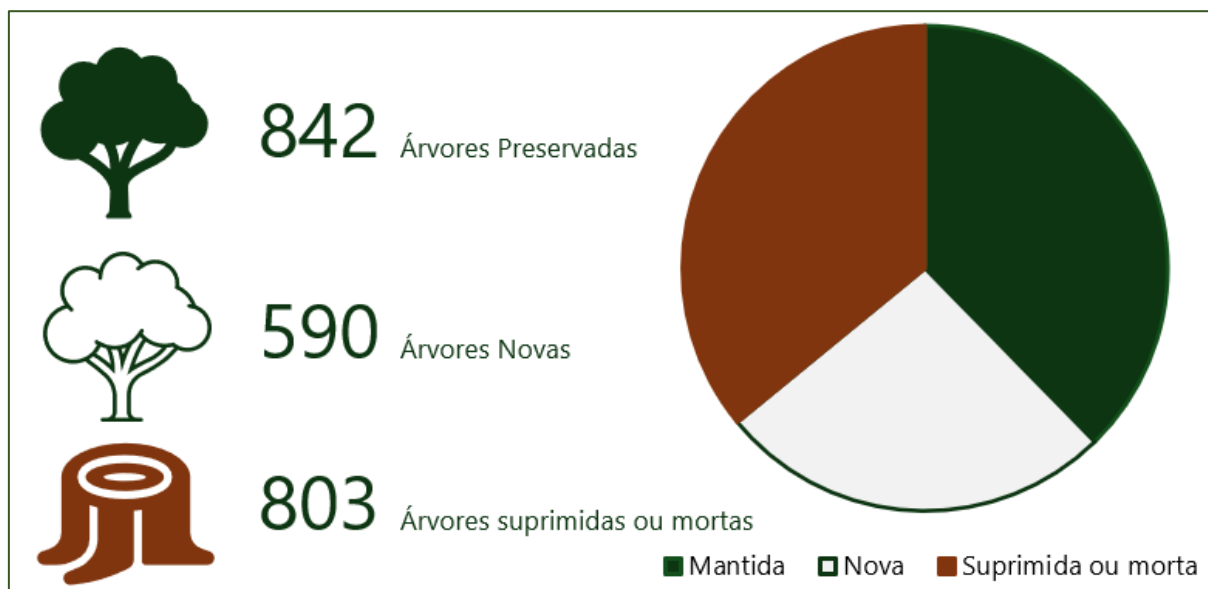
Figura 27: Localização das árvores cadastrados na Atualização do Inventário feita pelo autor



Fonte: Elaborado pelo autor com base em PRODABEL; SIIA-BH, 2011-2024 .

O Gráfico 7 ilustra a substituição de indivíduos arbóreos nos últimos treze anos na área de estudo. Não foi identificada base de dados oficial que contenha informações sobre as 803 árvores que foram suprimidas ou morreram entre 2011 e 2024. Ainda assim, com base nos dados do Inventário de árvores de Belo Horizonte é possível inferir alguns fatores como: interferência com rede elétrica e telecomunicações, danos a calçadas e edificações vizinhas, presença de fungos ou pragas, além de outras injúrias.

Gráfico 7: Quantidade de árvores preservadas, novas e suprimidas/mortas



Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH, 2011-2024.

A redução absoluta na quantidade de árvores e arvoretas *per si*, é insuficiente para qualificar e quantificar o impacto das modificações da arborização urbana na área de estudo. Na sequência serão apresentados outras análises para caracterizar essas mudanças na vegetação do bairro Santa Tereza e Vila Dias/São Vicente nos últimos treze anos.

A Tabela 4 apresenta a quantidade de indivíduos arbóreos por espécie, comparando a variação entre o inventário original e a atualização feita nesta dissertação.

Tabela 4: Quantidade de indivíduos arbóreos por espécie - Comparativo entre 2011 e 2024

Quantidade de Indivíduos Arbóreos por espécie		Inventário			
Nome científico	Nome Popular	Original	Atual	Variação	
Acacia farnesiana (L.) Willd.	Esponja amarela	1	0	-1	-100%
Acacia podalyriifolia A. Cunn. ex G. Don	Acácia	4	1	-3	-75%
Adenantha pavonina L.	Tento carolina	5	2	-3	-60%
Albizia lebeck (L.) Benth.	Cássia pau preto	2	0	-2	-100%
Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze	Araucária	1	0	-1	-100%
Artocarpus heterophyllus Lam.	Jaqueira	1	0	-1	-100%
Azadirachta indica A. Juss.	Nim indiano	1	0	-1	-100%
Bauhinia variegata L.	Pata de vaca	73	29	-44	-60%
Bixa orellana L.	Urucum	1	0	-1	-100%
Bombacopsis glabra (Pasq.) Robyns	Cacau selvagem	1	0	-1	-100%
Bougainvillea glabra Choisy	Bougavílea	2	0	-2	-100%
Brunfelsia uniflora (Pohl) D. Don	Manaca	9	5	-4	-44%
Caesalpinia echinata Lam.	Pau brasil	2	1	-1	-50%
Caesalpinia pulcherrima (L.) Sw.	Flamboyant mirim	35	24	-11	-31%
Callistemon viminalis (Sol. ex Gaertn.) G. Don	Escova de garrafa	12	28	16	133%
Caryota mitis Lour.	Cariota	1	0	-1	-100%

Quantidade de Indivíduos Arbóreos por espécie		Inventário			
Nome científico	Nome Popular	Original	Atual	Variação	
<i>Cassia fistula</i> L.	Cássia	4	4	0	0%
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	2	2	0	0%
<i>Cereus jamacaru</i>	Mandacaru	0	2	2	-
<i>Cestrum nocturnum</i> L.	Dama da noite	4	2	-2	-50%
<i>Chorisia speciosa</i> A. St. Hil.	Paineira	1	0	-1	-100%
<i>Citrus limon</i>	Limoeiro	4	1	-3	-75%
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A. Howard	Sombreiro	1	0	-1	-100%
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coqueiro	1	1	0	0%
<i>Codiaeum variegatum</i> (L.) Rumph. ex A. Juss.	Croton	1	0	-1	-100%
<i>Cupressus sempervirens</i>	Cipreste	1	0	-1	-100%
<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.	Flamboyant	13	8	-5	-38%
<i>Dracaena fragrans</i> (L.) Ker Gawl.	Dracena	5	2	-3	-60%
<i>Duranta erecta</i> L.	Violeteira	1	0	-1	-100%
<i>Duranta repens</i> L.	Pingo dourado	6	1	-5	-83%
<i>Dypsis decaryi</i> (Jum.) Beentje & J. Dransf.	Palmeira triangular	2	4	2	100%
<i>Dypsis lutescens</i> (H. Wendl.) Beentje & J. Dransf.	Areca	8	4	-4	-50%
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Ameixeira	5	3	-2	-40%
<i>Erythrina speciosa</i> Andrews	Eritrina candelabro	2	1	-1	-50%
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitangueira	13	12	-1	-8%
<i>Euphorbia leucocephala</i> Lotsy	Flor de neve	2	1	-1	-50%
<i>Ficus benjamina</i> L.	Ficus benjamina	40	23	-17	-43%
<i>Ficus lyrata</i> Warb.	Ficus lirata	1	1	0	0%
<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	Ficus microcarpa	1	1	0	0%
<i>Ficus</i> sp.	Figueira	1	0	-1	-100%
<i>Grevillea banksii</i> R. Br.	Grevilha ana	1	0	-1	-100%
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex A. DC.) Mattos	Ipê tabaco	26	25	-1	-4%
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos	Ipê sete folhas	8	4	-4	-50%
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Ipê roxo	26	29	3	12%
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S. O. Grose	Ipê amarelo	14	14	0	0%
<i>Hibiscus</i> sp.	Hibisco	1	4	3	300%
<i>Hibiscus</i> sp.	Hibisco rosa	9	3	-6	-67%
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrim de campinas	10	3	-7	-70%
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobazeiro	4	3	-1	-25%
<i>Ipomoea alba</i> L.	Boa Noite	2	0	-2	-100%
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Jacarandá mimoso	5	3	-2	-40%
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	Cotieira	2	0	-2	-100%
<i>Koelreuteria bipinnata</i> Franch.	Coleotera	5	5	0	0%
<i>Lafoensia glyptocarpa</i> Koehne	Mirindiba	15	3	-12	-80%
<i>Lagerstroemia indica</i> L.	Resedá	101	98	-3	-3%
<i>Lagerstroemia speciosa</i> (L.) Pers.	Escumilha africana	67	70	3	4%
<i>Leea guineensis</i> G. Don	Leea	1	0	-1	-100%
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucena	6	4	-2	-33%
<i>Libidibia ferrea</i> var. <i>leiostachya</i> (Benth) L.P. Queiroz	Pau ferro	1	0	-1	-100%
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Oiti	19	22	3	16%
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T. Aiton	Alfeneiro	152	38	-114	-75%

Quantidade de Indivíduos Arbóreos por espécie		Inventário			
Nome científico	Nome Popular	Original	Atual	Variação	
<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R. Br. ex Mart.	Palmeira leque	3	3	0	0%
<i>Luehea grandiflora</i> Mart.	Acoita cavalo	1	1	0	0%
<i>Malpighia glabra</i> L.	Aceroleira	3	2	-1	-33%
<i>Mangifera indica</i> L.	Mangueira	2	1	-1	-50%
<i>Melia azedarach</i> L.	Cinamomo	2	5	3	150%
<i>Michelia champaca</i> L.	Magnólia	51	51	0	0%
<i>Morus nigra</i> L.	Amoreira	21	23	2	10%
<i>Murraya exotica</i> L.	Murta	192	195	3	2%
<i>Musa</i>	Bananeira	0	3	3	-
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira	1	2	1	100%
Não identificado	Não identificado	9	156	147	1633%
<i>Nerium oleander</i> L.	Espirradeira	14	14	0	0%
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Munguba	88	29	-59	-67%
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Faveiro	2	8	6	300%
<i>Persea americana</i> Mill.	Abacateiro	3	1	-2	-67%
<i>Phoenix roebelenii</i> O'Brien	Palmeira fênix	12	16	4	33%
<i>Pinus</i> sp.	Pinus	1	0	-1	-100%
<i>Plinia cauliflora</i>	Jabuticabeira	0	1	1	-
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	Podocarpus	1	1	0	0%
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	Coração de nego	1	0	-1	-100%
<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P. Queiroz	Sibipiruna	81	64	-17	-21%
<i>Pouteria</i> sp.	Abiú	1	0	-1	-100%
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira	17	17	0	0%
<i>Punica granatum</i> L.	Romanzeira	9	6	-3	-33%
<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F. Cook	Palmeira imperial	2	1	-1	-50%
<i>Salix viminalis</i> L.	Álamo	17	0	-17	-100%
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Saponaria	6	3	-3	-50%
<i>Schefflera actinophylla</i> (Endl.) Harms	Cheflera macho	3	4	1	33%
<i>Schefflera arboricola</i> (Hayata) Merr.	Cheflera	1	0	-1	-100%
<i>Schinus molle</i> L.	Aroeirinha	15	5	-10	-67%
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Aroeira salsa	7	13	6	86%
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.	Feijão do mato	1	0	-1	-100%
<i>Solanum paniculatum</i> L.	Jurubeba	1	0	-1	-100%
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Espatódea	11	8	-3	-27%
<i>Swietenia macrophylla</i> King	Mogno	4	4	0	0%
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Licuri	31	44	13	42%
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Ipê rosa	16	24	8	50%
<i>Tabebuia roseo-alba</i> (Ridl.) Sandwith	Ipê branco	17	9	-8	-47%
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindeiro	14	8	-6	-43%
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Ipê mirim	18	107	89	494%
<i>Terminalia catappa</i> L.	Castanheira	79	29	-50	-63%
<i>Thuja</i> sp.	Tuia	1	1	0	0%
<i>Tibouchina granulosa</i> (Desr.) Cogn.	Quaresmeira	100	71	-29	-29%
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	Tipuana	8	4	-4	-50%
<i>Trichilia cathartica</i> Mart.	Marinheiro	2	1	-1	-50%
<i>Triplaris americana</i> L.	Pau formiga	29	4	-25	-86%
<i>Vernonia condensata</i> Baker	Boldo Africano	1	0	-1	-100%
<i>Yucca</i>	Yuca	0	2	2	-
Total		1644	1432	-212	-13%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH, 2011-2024.

Adiante, foram destacados alguns pontos com base nos dados apresentados na Tabela 4:

- A Murta (*Murraya exotica* L.) aparece como a árvore (ou arvoreta) mais recorrente nos logradouros públicos da área de estudo. Ao todo foram identificados 195 indivíduos no levantamento atual, três a mais do que o inventário de 2011;
- As três espécies com maior número de indivíduos novos e provavelmente plantados entre 2011 e 2024 são:
 - Ipê mirim (*Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth) 89 novas árvores totalizando 107 e um aumento relativo de 494% comparado ao inventário de 2011;
 - Escova de Garrafa (*Callistemon viminalis* (Sol. ex Gaertn.) G. Don) com 16 novas árvores e um aumento relativo de 133%, passando de 12 em 2011 para 28 indivíduos em 2024;
 - Licuri (*Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman) 13 novas árvores totalizando 44 e um aumento relativo de 42% comparado ao inventário de 2011;
- Por outro lado, as três espécies que tiveram mais indivíduos suprimidos ou mortos entre 2011 e 2024 são:
 - Alfeneiro (*Ligustrum lucidum* W.T. Aiton) redução de 114 árvores (75%), passando de 152 no inventário de 2011 para apenas 38 em 2024;
 - Munguba (*Pachira aquática* Aubl.) redução de 59 árvores (67%), passando de 88 em 2011 para 29 em 2024);
 - Castanheira (*Terminalia catappa* L.) com uma redução de 50 árvores (63%), passando de 79 em 2011 para 29 árvores em 2024.
- No levantamento de campo feito nesta dissertação, 156 (10,89%) indivíduos arbóreos não tiveram sua espécie identificada, contra 9 (0,55%) no inventário do SIIA-BH. Esta variação representa um expressivo aumento de 1.633%³³ na quantidade de espécies não identificadas.

³³ Cumpre mencionar que o trabalho original do SIIA-BH contou a participação de especialistas em biologia, engenharia florestal e agrônoma para a identificação das espécies. A quantidade de árvores não identificadas no levantamento atual, se deve a minhas limitações conhecimento na área de identificação de árvores e nos restritos recursos operacionais para coleta dos dados.

A Tabela 5 apresenta o *ranking* comparativo entre o inventário de 2011 e cenário atual, destacando as 10 espécies mais comuns nos logradouros públicos da área de estudo. É notável substituição de Alfeneiros por Ipês Mirim, observada pela queda dos Alfeneiros do 2º lugar em 2011 para a 9ª posição em 2024, além da ascensão dos Ipês Mirim para segunda espécie mais comum atualmente. Em ambos os cenários, as espécies mais comuns representam cerca de 60% da população total de árvores identificadas.

Tabela 5: Ranking das 10 espécies mais comuns nos logradouros públicos da área de estudo

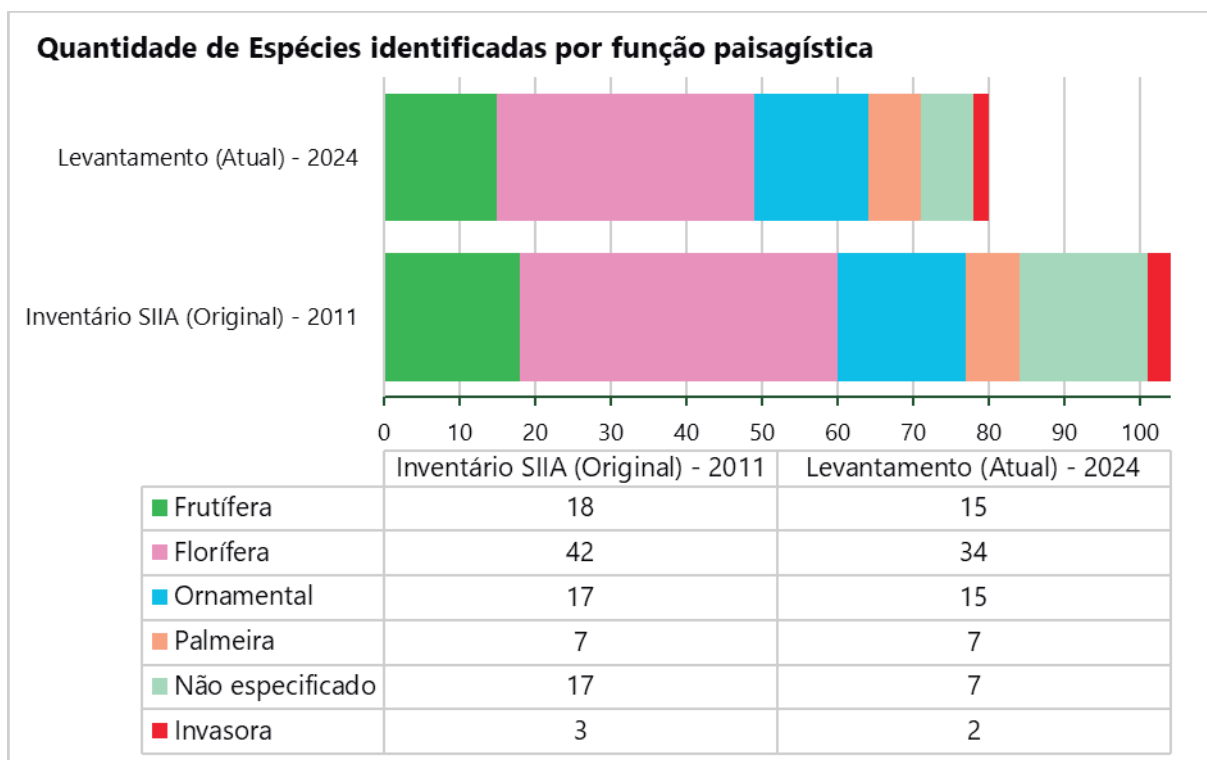
Ranking	Inventário Original (2011)			Levantamento Atual (2024)		
	Nome popular	Quantidade	%	Nome popular	Quantidade	%
1º	Murta	192	11,68%	Murta -	195	13,62%
2º	Alfeneiro	152	9,25%	Ipê mirim ↑	107	7,47%
3º	Resedá	101	6,14%	Resedá -	98	6,84%
4º	Quaresmeira	100	6,08%	Quaresmeira -	71	4,96%
5º	Munguba	88	5,35%	Escumilha africana ↑	70	4,89%
6º	Sibipiruna	81	4,93%	Sibipiruna -	64	4,47%
7º	Castanheira	79	4,81%	Magnólia ↑	51	3,56%
8º	Pata de Vaca	73	4,44%	Licuri ↑	44	3,07%
9º	Escumilha Africana	67	4,08%	Alfeneiro ↓	38	2,65%
10º	Magnólia	51	3,10%	Castanheira ↓	29	2,03%
				Pata de vaca ↓	29	2,03%
				Ipê roxo ↑	29	2,03%
				Munguba ↓	29	2,03%
Total 10 mais		984	59,85%	Total 10 mais	854	59,64%
Total Original		1644	100,00%	Total Atual	1432	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH, 2011-2024.

O Gráfico 8 apresenta a quantidade de espécies identificadas, agregadas por função paisagística ou feição do indivíduo arbóreo. Nos dois cenários observa-se maior diversidade nas espécies floríferas e ornamentais, amplamente utilizadas na arborização urbana em diferentes cidades do Brasil. No inventário do SIIA-BH foram identificadas 104 espécies de indivíduos arbóreos na área de estudo em 2011. Atualmente, caiu para 80 esse número de espécies encontradas.

Embora a diminuição de espécies seja expressiva (23,08%), a quantidade de árvores suprimidas ou mortas correspondente a essas espécies é pequena, 2,92% do total. Das 48 árvores que compõem este grupo, 17 Álamos suprimidos na rua Conselheiro Rocha correspondem a cerca de 1/3 das espécies não encontradas atualmente. Diante disso, é possível afirmar que não houve variação significativa na diversidade de espécies de indivíduos arbóreos na área de estudo nos últimos anos.

Gráfico 8: Quantidade de espécies identificadas por função paisagística na Área de Estudo



Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH, 2011-2024.

Ainda sobre o Gráfico 8, como exemplo de espécies frutíferas encontradas na área de estudo tem-se como exemplos: amoreiras, pitangueiras, goiabeiras, tamarindeiros e romanzeiras. Na categoria “Florífera” foram agrupadas espécies que cumprem função ornamental, mas se diferenciam pela florescência destacada, como ipês, flamboyants, e resedás e outras espécies com essa característica. A categoria “Ornamental” agrupa espécies, adotadas na arborização urbana e que não possuem florescência destacada. Fazem parte da categoria ornamental o Ficus Benjamina, oiti e Aroeira Salsa, por exemplo. A categoria “Palmeira” agrupa espécies da família das *Arecáceas* como Licuri, Palmeira fênix e Palmeira Imperial.

Na categoria “Não especificado” foram agrupadas diferentes espécies que não se enquadram em nenhuma das categorias anteriores. Árvores de madeira nobre como o Cedro, Mogno, Pau-brasil, Abiu e Araucária ou espécies com propriedades medicinais como o Boldo Africano foram classificadas como “Não especificado”. Por fim, as espécies agrupadas como “Invasoras” são a Leucena, Feijão do Mato e Acácia.

Para além da diversidade e características predominantes das espécies, a mudança na arborização urbana em Santa Tereza está relacionada ao porte das árvores. Este aspecto está diretamente associado à qualidade ambiental dos espaços públicos, além da alteração na paisagem urbana. O sombreamento e função de abrigo

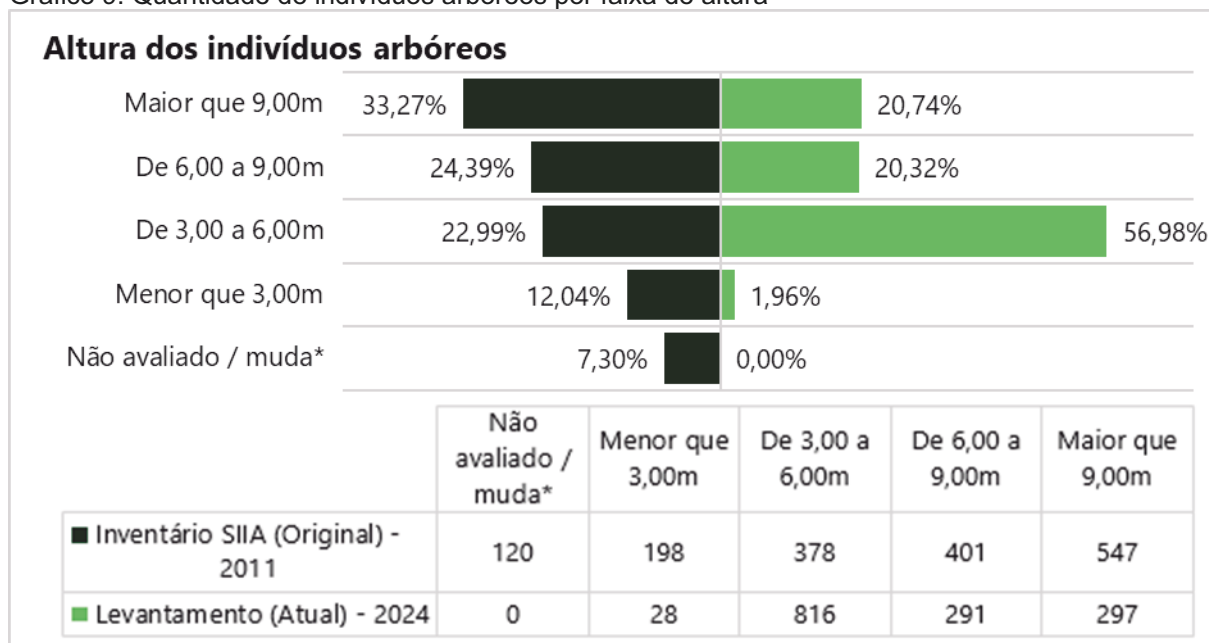
das árvores, a influência no microclima e regulação térmica são alguns aspectos influenciados pelo porte da arborização urbana.

Além disso, a mudança no porte dos indivíduos arbóreos promoveu diferenças relevantes na paisagem urbana entre 2011 e 2024. O Gráfico 9 aponta que nos últimos treze anos houve uma alteração significativa na distribuição do porte dos indivíduos arbóreos. Em 2011 a distribuição da quantidade de indivíduos arbóreos por faixa de altura era quase uma crescente linear, atualmente há uma concentração desproporcional de árvores de três a seis metros de altura.

Em 2011 as árvores com mais de nove metros de altura eram maioria e representavam 33,27% do total de árvores, atualmente elas representam 20,74%. As árvores entre três e seis metros de altura representavam 22,99% do total e atualmente representam 56,98% dos indivíduos.

A diminuição na quantidade de árvores menores que três metros na comparação entre os dois cenários se deve ao desenvolvimento das árvores, já que passaram para a classe superior (entre 3 e 6 metros de altura). O levantamento atual não considerou a classe “mudas”.

Gráfico 9: Quantidade de indivíduos arbóreos por faixa de altura

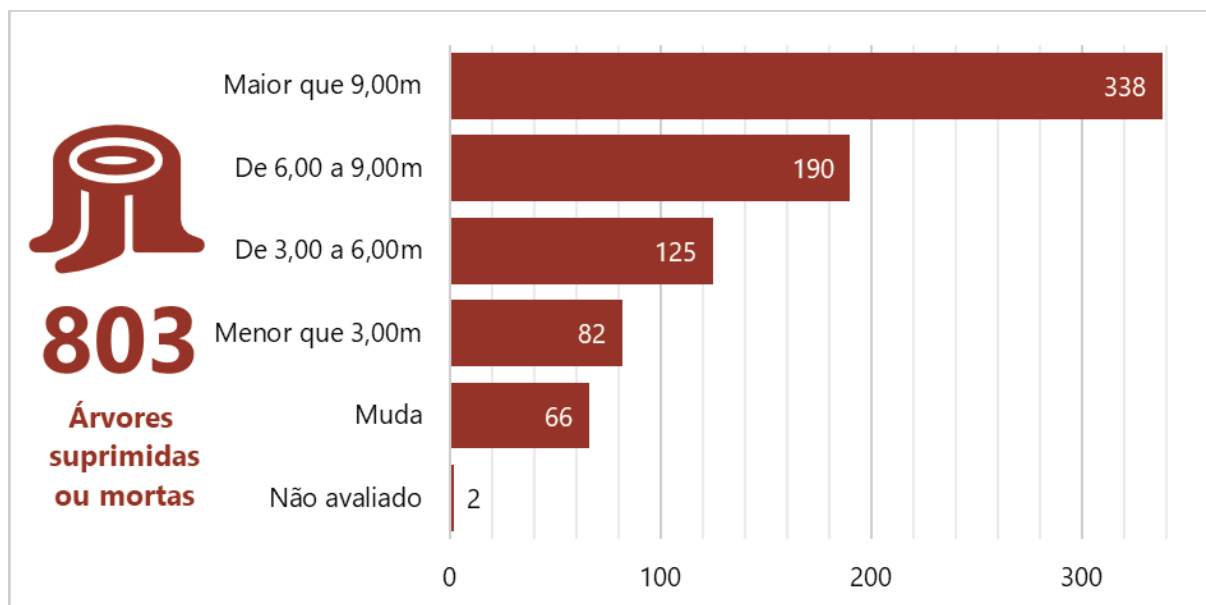


Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH, 2011-2024.

Conforme Gráfico 10, dentre as 803 árvores suprimidas ou mortas nos últimos treze anos, a maioria (65,75%) era de médio ou grande porte. Destas, 338 árvores (42,09%) tinham mais de 9,00 metros de altura e 190 (23,66%) tinham entre 6,00 e

9,00 metros de altura. Estes dados corroboram a redução significativa no porte da população de indivíduos arbóreos na área de estudo.

Gráfico 10: Porte das árvores suprimidas ou mortas entre 2011 e 2024



Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH, 2011-2024.

O porte da arborização deve ser compatível com os demais elementos que compõe os espaços e vias públicas. Caso contrário, essas interferências entre as árvores e infraestrutura urbana existente passam a ser problemas recorrentes. Os danos às calçadas, interferências com rede elétrica e telecomunicações, além de impactos na iluminação pública sinalizam a incompatibilidade de árvores de grande porte vinculadas à atual estrutura urbana instalada na área de estudo.

Por outro lado, é notável o impacto que o porte da arborização urbana representa na habitabilidade e ambiência das ruas. A Tabela 6 apresenta imagens comparativas entre o cenário da arborização nos logradouros públicos em 2011 e em 2022, este último similar ao atual. Fica evidente a alteração da paisagem a partir, quase que exclusivamente, das mudanças na arborização.

Os trechos apresentados ilustram como a substituição de árvores de grande porte podem alterar a ambiência da rua. Essa ambiência é relacionada ao conforto ambiental ligado a aspectos como sombreamento e regulação microclimática. Além disso, a qualidade desses espaços é influenciada pela extensão do campo visual da paisagem, acessibilidade, dentre outras questões subjetivas como sensação de segurança, por exemplo.

Tabela 6: Comparativo da arborização em logradouros públicos em 2011 e 2022

ANTES (2011)	RECENTE (2022)
Rua Almandina esquina com rua Bueno Brandão	
Julho de 2011	Janeiro de 2022
	
Rua Gabro, altura do número 90	
Julho de 2011	Janeiro de 2022
	
Rua Bom Despacho, esquina com rua Paraisópolis	
Julho de 2011	Dezembro de 2022
	

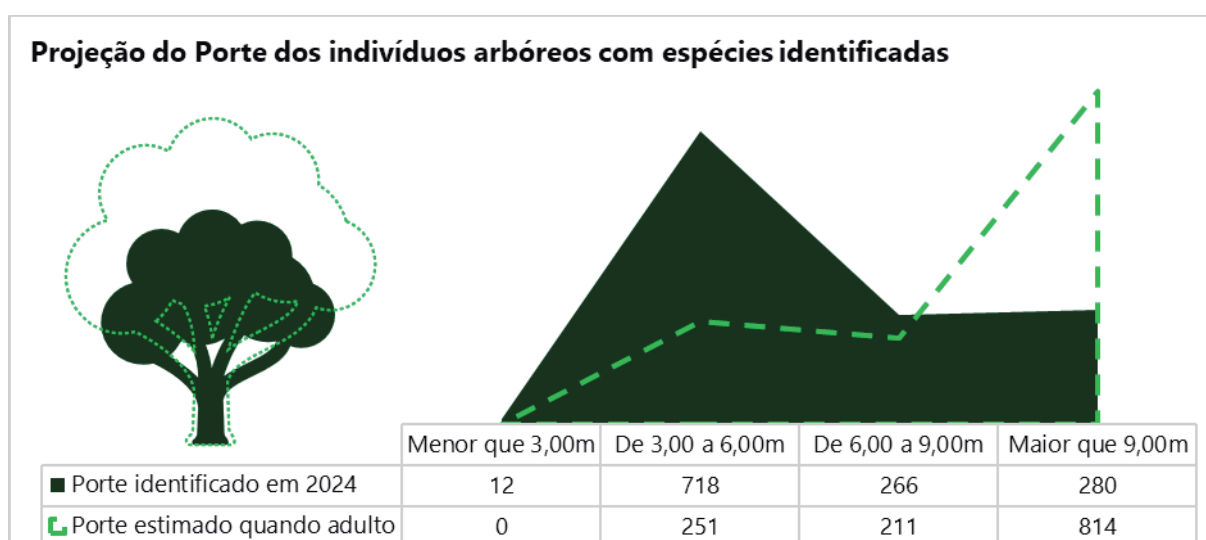
Fonte: Elaborado pelo autor com base em Google Streetview, 2024.

A redução no porte das árvores tem como consequência alterações na qualidade ambiental dos espaços públicos no bairro Santa Tereza e Vila Dias / São Vicente. As praças continuam muito arborizadas e contam com árvores frondosas de grande porte, especialmente na Praça Duque de Caxias. Contudo, nos últimos anos é possível perceber uma maior sensação de “aridez” nas ruas, quer seja pela diminuição na quantidade de árvores ou pela substituição de árvores de grande porte por árvores menores.

Visto que a área de estudo possui um número significativo de mudas e indivíduos arbóreos jovens, foi realizada uma estimativa expressa no Gráfico 11, que aponta para um cenário futuro em que a maior parte (63,79%) das árvores na área de estudo poderiam superar os 9,00 metros de altura. Para elaboração dessa projeção do potencial de altura das árvores quando atingirem a maturidade, foi consultada a altura prevista em literatura para de cada espécie identificada (CARVALHO, 2003).

Contudo, essa análise não considera outros fatores inerentes ao ciclo de vida das árvores como: o tempo necessário até que as mudas e árvores jovens atinjam a maturidade; o tempo de vida restante das árvores adultas; e a quantidade de árvores que se encontram em fase de declínio.

Gráfico 11: Projeção do porte das árvores com espécies identificadas, em fase adulta



Fonte: Elaborado pelo autor com base em CARVALHO, 2003-2024.

Além dos aspectos naturais, o porte das árvores em ambientes urbanos está diretamente associado a ações antrópicas como poda ou interferências com edificações ou infraestrutura urbana. Por esta razão, a projeção do porte arbóreo utilizando apenas a análise das espécies identificadas não parece ser satisfatória.

Na intenção de observar a quantidade e distribuição das árvores no território, a Tabela 7 consiste em uma análise demográfica da população de indivíduos arbóreos nas ruas da área de estudo. A área de cada logradouro foi calculada a partir da largura média e extensão dos logradouros, obtidos na camada “Logradouro Público” disponível no portal BHmap. A “Densidade populacional Arbórea” foi calculada pelo número de indivíduos arbóreos em cada logradouro dividido pela área x 1000.

Tabela 7: População de indivíduos arbóreos por logradouro

Logradouro	Área (m²)	Quantidade de indivíduos arbóreos			Densidade pop. arbórea (un/m² x 1000)			Variação (%)
		2011	2024	Var.	2011	2024	Var.	
Praça Coronel José Persiva	504,00		16	16	0,00	31,75		
Praça Dona Dolores	230,00		6	6	0,00	26,09		
Praça Duque de Caxias	9.432,00	114	94	-20	12,09	9,97	-2,12	-17,54%
Praça Ernesto Tassini	164,48		9	9	0,00	54,72		
Praça Marechal Rondon	420,00	3	8	5	7,14	19,05	11,90	166,67%
Rua Adamina	3.451,64	15	13	-2	4,35	3,77	-0,58	-13,33%
Rua Almandina	3.200,50	25	14	-11	7,81	4,37	-3,44	-44,00%
Rua Alvinópolis	6.251,31	62	41	-21	9,92	6,56	-3,36	-33,87%
Rua Amianto	7.030,84	43	47	4	6,12	6,68	0,57	9,30%
Rua Angelo Rabelo	3.506,47	28	18	-10	7,99	5,13	-2,85	-35,71%
Rua Anhanguera	3.869,11	5	2	-3	1,29	0,52	-0,78	-60,00%
Rua Azurita	3.168,88	8	16	8	2,52	5,05	2,52	100,00%
Rua Barão de Saramenha	4.734,73	20	15	-5	4,22	3,17	-1,06	-25,00%
Rua Bauxita	2.509,92	9	5	-4	3,59	1,99	-1,59	-44,44%
Rua Bocaíúva	3.264,61	20	14	-6	6,13	4,29	-1,84	-30,00%
Rua Bom Despacho	7.855,69	79	60	-19	10,06	7,64	-2,42	-24,05%
Rua Bueno Brandão	7.112,91	35	39	4	4,92	5,48	0,56	11,43%
Rua Buenópolis	2.323,68	18	10	-8	7,75	4,30	-3,44	-44,44%
Rua Capitão Bragança	5.507,54	5	6	1	0,91	1,09	0,18	20,00%
Rua Capitão Procópio	1.557,91	4	3	-1	2,57	1,93	-0,64	-25,00%
Rua Clorita	1.726,46	2	1	-1	1,16	0,58	-0,58	-50,00%
Rua Conselheiro Barbosa	2.053,64	10	8	-2	4,87	3,90	-0,97	-20,00%
Rua Conselheiro Rocha	36.315,33	107	126	19	2,95	3,47	0,52	17,76%
Rua Cristal	3.749,71	18	19	1	4,80	5,07	0,27	5,56%
Rua Diamante	822,75	1	7	6	1,22	8,51	7,29	600,00%
Rua Divinópolis	7.317,74	78	51	-27	10,66	6,97	-3,69	-34,62%
Rua Dores do Indaiá	5.544,67	45	35	-10	8,12	6,31	-1,80	-22,22%
Rua Epidoto	3.374,52	16	11	-5	4,74	3,26	-1,48	-31,25%
Rua Esmaltina	3.586,04	36	24	-12	10,04	6,69	-3,35	-33,33%
Rua Estrela do Sul	4.144,41	18	27	9	4,34	6,51	2,17	50,00%
Rua Eurita	9.992,82	41	26	-15	4,10	2,60	-1,50	-36,59%
Rua Formosa	5.560,88	21	15	-6	3,78	2,70	-1,08	-28,57%
Rua Gabro	6.080,47	25	28	3	4,11	4,60	0,49	12,00%
Rua Gonçalves Chaves	811,73		1	1	0,00	1,23		
Rua Grafito	3.010,13	9	10	1	2,99	3,32	0,33	11,11%
Rua Hermílio Alves	7.887,37	30	24	-6	3,80	3,04	-0,76	-20,00%
Rua Itacolomito	3.705,08	20	20	0	5,40	5,40	0,00	0,00%
Rua Jaspe	3.478,45	19	18	-1	5,46	5,17	-0,29	-5,26%
Rua Mármore	14.304,88	79	53	-26	5,52	3,71	-1,82	-32,91%
Rua Monsenhor João Martinho	459,49		3	3	0,00	6,53		
Rua Nefelina	1.985,36	5	5	0	2,52	2,52	0,00	0,00%
Rua Norita	2.464,28	27	17	-10	10,96	6,90	-4,06	-37,04%
Rua Oligisto	4.749,77	19	28	9	4,00	5,90	1,89	47,37%
Rua Paraisópolis	9.964,69	81	68	-13	8,13	6,82	-1,30	-16,05%
Rua Pirite	6.249,12	25	20	-5	4,00	3,20	-0,80	-20,00%
Rua Pirolozito	1.854,35	12	11	-1	6,47	5,93	-0,54	-8,33%
Rua Professor Galba Veloso	4.049,75	21	10	-11	5,19	2,47	-2,72	-52,38%
Rua Professor Raimundo Nonato	4.593,86	26	21	-5	5,66	4,57	-1,09	-19,23%
Rua Quartzo	1.114,82	3	1	-2	2,69	0,90	-1,79	-66,67%
Rua Quimberlita	9.261,28	60	64	4	6,48	6,91	0,43	6,67%
Rua Salinas	25.378,99	40	49	9	1,58	1,93	0,35	22,50%
Rua São Gotardo	7.145,87	55	42	-13	7,70	5,88	-1,82	-23,64%
Rua Silvianópolis	7.251,51	51	34	-17	7,03	4,69	-2,34	-33,33%
Rua Teixeira Soares	4.711,01	27	23	-4	5,73	4,88	-0,85	-14,81%
Rua Tenente Durval	7.731,57	70	51	-19	9,05	6,60	-2,46	-27,14%
Rua Tenente Freitas	2.004,49	18	14	-4	8,98	6,98	-2,00	-22,22%
Rua Tenente Vitorino	4.071,37	32	28	-4	7,86	6,88	-0,98	-12,50%
Rua Xisto	821,34	4	3	-1	4,87	3,65	-1,22	-25,00%
TOTAL	301.026,19	1644	1432	-212	306,87	389,43	-37,75	-12,90%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH; PRODABEL, 2011-2024.

Num primeiro momento essa análise parece indicar quais são os logradouros mais arborizados, visto que relaciona a população de indivíduos arbóreos com a área do logradouro. Embora estes resultados permitam a percepção de algumas distorções na distribuição da quantidade de árvores, eles não são satisfatórios para subsidiar análises qualitativas da arborização urbana.

Como exemplo dessa imprecisão, de acordo com a Tabela 7 a rua com maior densidade populacional de árvores é a rua Diamante, com $8,51 \text{ un/m}^2 * 1.000$. Com apenas 80,9 metros de extensão e cerca de 10 metros de largura, essa rua possui sete árvores e por isso o resultado da densidade foi elevado. Mesmo ocupando a primeira colocação no ranking das ruas com mais árvores por metro quadrado, as árvores existentes na rua Diamante são pequenas (pouco mais de 3 metros de altura) e oferecem baixo índice de sombreamento, abrigo ou conforto ambiental.

Figura 28: Vista da rua Diamante, esquina com rua Salinas (em março de 2022)

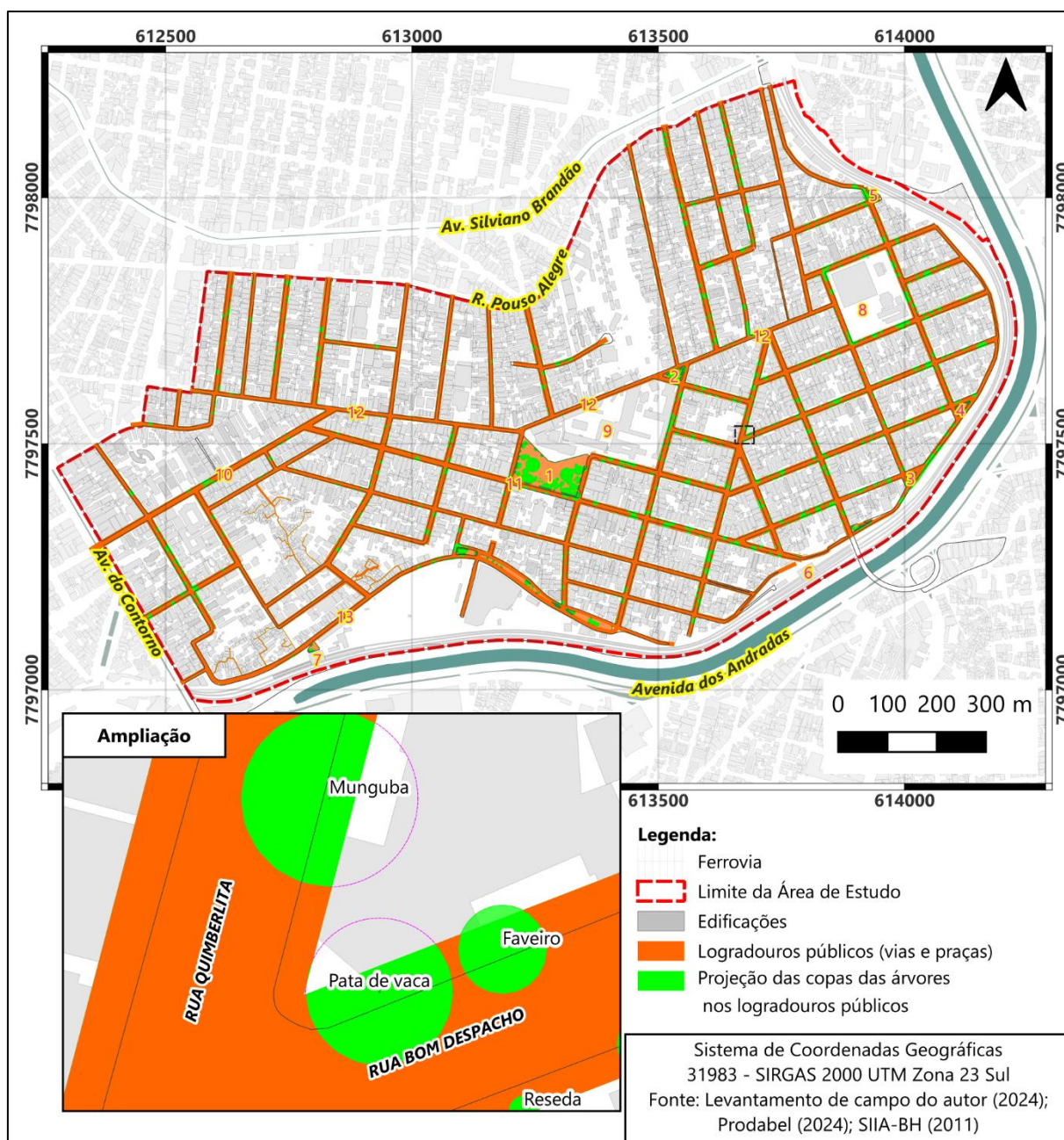


Fonte: Google Streetview, 2024.

Diante dos resultados frágeis obtidos no cálculo da densidade demográfica da população arbórea, faz-se necessária a proposição de outra avaliação. Desta vez ao invés de relacionar a quantidade de indivíduos com a área do recorte territorial, como é habitual em cálculos de densidade populacional, é proposto o cálculo da razão entre as áreas ocupadas pelas árvores e a área das ruas. Essa relação será denominada nesta dissertação como “Taxa de cobertura arbórea”.

Essa operação foi realizada apenas nos eixos viários, desconsiderando as praças. Para cálculo da Taxa de Cobertura arbórea em vias públicas, os dados do levantamento atual foram cruzados com a camada vetorial “Trecho Logradouro”, disponível no portal BHmap. Em seguida, estas camadas foram transformadas em polígonos e por fim, foi utilizado o algoritmo “Análise de sobreposição”³⁴, ferramenta nativa do software Qgis 3.38. Desta operação, foram obtidas a área da projeção da copa das árvores nas vias públicas e a porcentagem em relação à área da via.

Figura 29: Resultado da análise de sobreposição entre copa das árvores e logradouros públicos

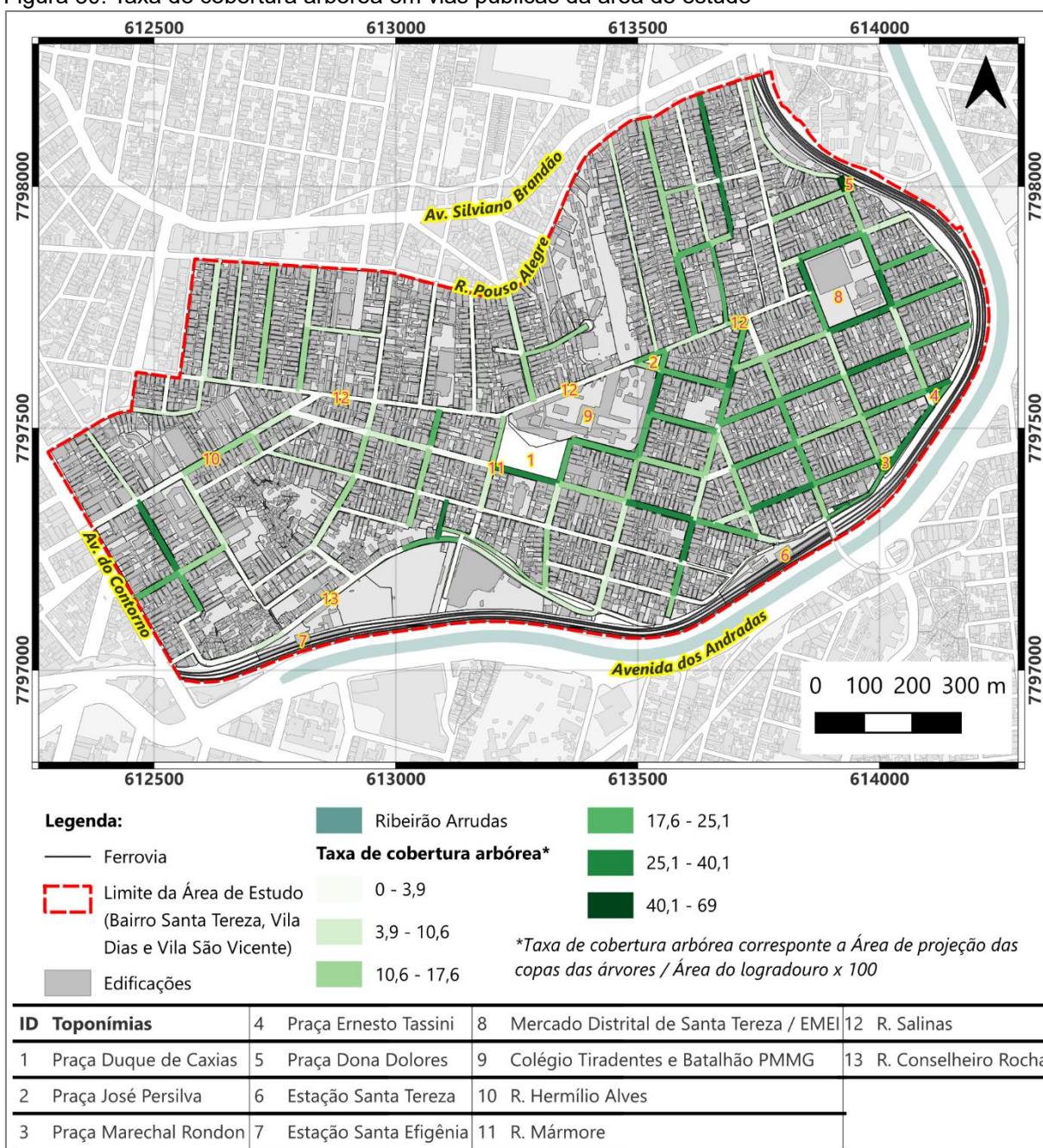


Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH; PRODABEL, 2011-2024.

³⁴ O algoritmo “Análise de sobreposição” calcula a área e a porcentagem pela qual os recursos de uma camada de entrada são sobrepostos pelos recursos de outras camadas (QGIS, 2024).

A partir desta operação, as vias públicas foram classificadas a partir da projeção das copas das árvores em relação à área do trecho. Com isto, a Figura 30 demonstra a distribuição da arborização urbana na área de estudo, de forma coerente com o observado “*in loco*” (Figura 31). Nota-se maior nível de cobertura arbórea na porção leste do território, assim como a maior concentração de árvores próximo às praças e equipamentos como o Mercado Distrital e o Colégio Tiradentes / Batalhão da PMMG. Por outro lado, notam-se as menores taxas de cobertura arbórea nas Vila Dias e São Vicente, rua Salinas e na maioria das vias que ligam as ruas Salinas e Pouso Alegre.

Figura 30: Taxa de cobertura arbórea em vias públicas da área de estudo



Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH; PRODABEL, 2011-2024.

Figura 31: Trecho da rua Bom Despacho com **alta** taxa de cobertura arbórea



Fonte: O autor, 2024.

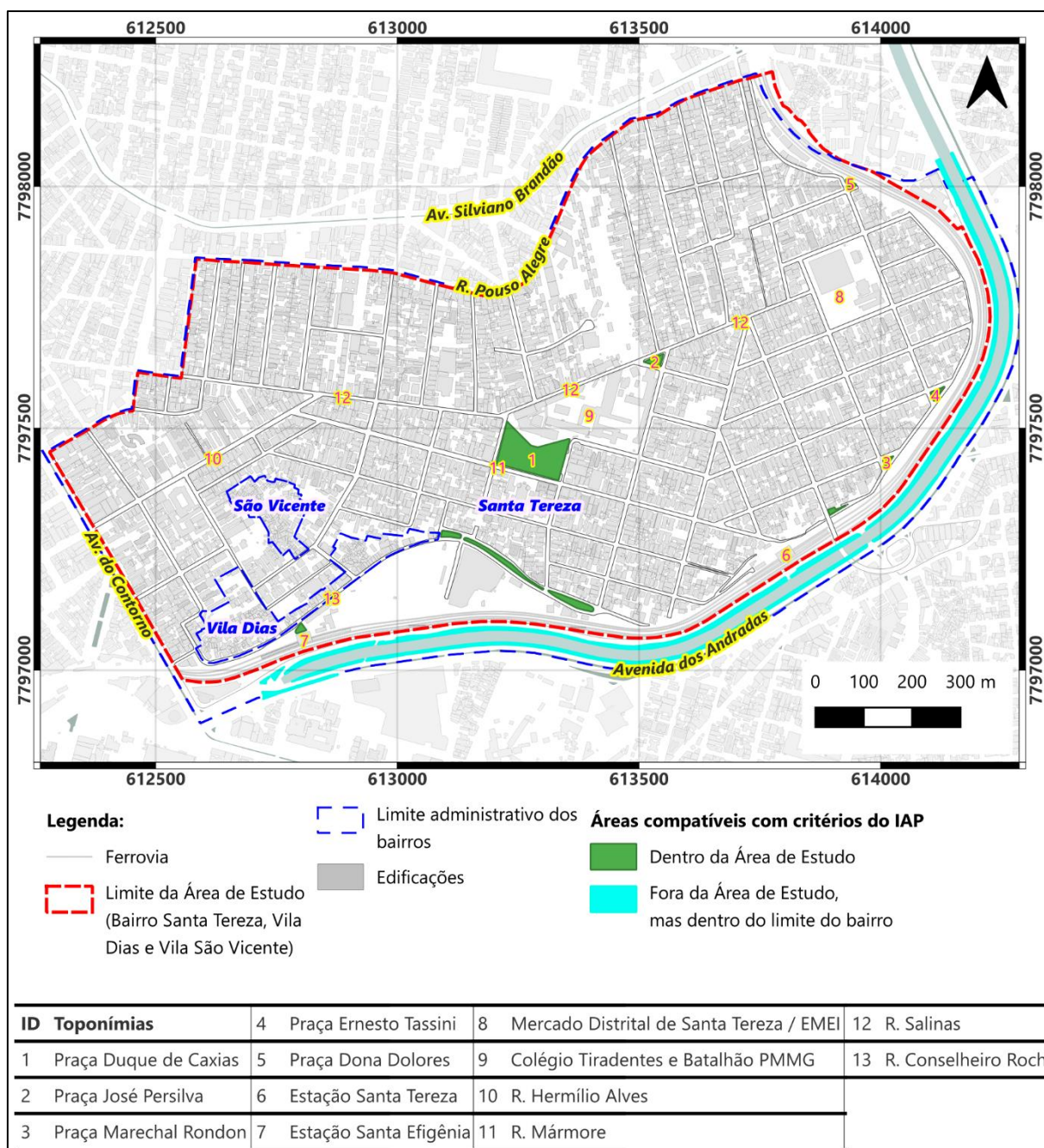
A escala utilizada para demonstrar a taxa de cobertura arbórea, foi gerada a partir da comparação entre os resultados obtidos por trecho de via. Desse modo, é possível representar graficamente a distribuição da arborização nas ruas da área de estudo. A definição de uma escala de classificação qualitativa da cobertura arbórea viária, requer a combinação de outros critérios como: nível de interferência com infraestrutura pública, capacidade de suporte do território, adensamento construtivo, dentre outros. Nem todas os trechos de ruas têm capacidade de suporte a um alto índice de arborização.

Para tratar da disponibilidade de áreas verdes no território estudado, propõe-se a avaliação por meio da *Taxa de Áreas Verdes Protegidas* – IAP. Como apresentado na revisão bibliográfica o IAP é um dos indicadores de monitoramento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável em Belo Horizonte. Esta taxa é dada pela relação entre áreas públicas ou particulares, vinculadas a algum instrumento de proteção legal e o número de habitantes do território (OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO, 2022a).

Seguindo as definições de Áreas Protegidas e os critérios adotados pelo Relatório de Acompanhamento das ODS, foram identificadas as áreas apresentadas na Figura 32. A área de estudo não possui trechos classificados como zona de Preservação Ambiental PA-1 e todas as áreas identificadas são praças ou áreas de

canteiro central. A pista de caminhada da avenida dos Andradas está fora da área de estudo, mas oficialmente está inserida nos limites do bairro Santa Tereza.

Figura 32: Identificação das Áreas Verdes Protegidas na Área de Estudo



Fonte: Elaborado pelo autor com base em PRODABEL, 2024.

A Taxa de Áreas Verdes Protegidas - IAP foi calculada em dois cenários distintos, conforme Tabela 8. O primeiro cenário contempla os limites oficiais dos bairros, incluindo a pista de caminhada da Avenida dos Andradas.

No primeiro cenário, o IAP calculado foi de **2,27 m²/hab**. Para o segundo cenário, foi utilizado o recorte geográfico proposto nesta pesquisa e a área da pista

de caminhada da avenida dos Andradas foi excluída do cálculo. Com essa modificação, a Taxa de Áreas Verdes Protegidas passou para a **0,81 m²/hab.**

Tabela 8: Cálculo do IAP da área de estudo

Logradouro	Área (m ²)	Local	Habitantes
Praça Coronel José Persiva	504,00	Santa Tereza	15.607
Praça Dona Dolores	230,00	Vila Dias	1.003
Praça Duque de Caxias	9.432,00	São Vicente	505
Praça Ernesto Tassini	164,48	População total (hab.)	17.115
Praça Marechal Rondon	420,00	<p>IAP limite oficial 2,27 m²/hab.</p>	
Canteiros centrais - Rua Conselheiro Rocha	2.844,51		
Área verde - Escadaria da rua Adamina	196,82		
Pista de caminhada - Av. dos Andradas	25.000,86		
Área Total (m²)	38.792,67		
Logradouro	Área (m ²)	Local	Habitantes
Praça Coronel José Persiva	504,00	Santa Tereza	15.607
Praça Dona Dolores	230,00	Vila Dias	1.003
Praça Duque de Caxias	9.432,00	São Vicente	505
Praça Ernesto Tassini	164,48	População total (hab.)	17.115
Praça Marechal Rondon	420,00	<p>IAP recorte estudo 0,81 m²/hab.</p>	
Canteiros centrais - Rua Conselheiro Rocha	2.844,51		
Área verde - Escadaria da rua Adamina	196,82		
Área Total (m²)	13.791,81		

Fonte: Elaborado pelo autor com base em PRODABEL, 2024.

À rigor, considerando os três territórios isoladamente e de acordo com suas delimitações oficiais, a Vila Dias e São Vicente não possuem áreas verdes protegidas. Neste terceiro cenário, o IAP de Santa Tereza seria **2,49 m²/hab.** Deste cálculo da Taxa de Áreas Verdes Protegidas – IAP, propõe-se uma adaptação capaz de mensurar a quantidade de vegetação arbórea em logradouros públicos por habitante.

O cálculo do índice proposto, denominado Índice de Cobertura Arbórea – ICA, é demonstrado na Tabela 9. O ICA foi calculado a partir da razão entre a área total da projeção da arborização nos logradouros públicos **da área de estudo** e população agregada de Santa Tereza, Vila Dias e São Vicente, de acordo com o censo de 2010. Como resultado do índice de Cobertura arbórea em vias públicas **2,16 m²/hab.**

Tabela 9: Cálculo do Índice de Cobertura arbórea em logradouros públicos

Projeção da cobertura arbórea das árvores	Área (m ²)	Local	Habitantes
Vias públicas (calculado apenas no interior da área de estudo)	31.031,80	Santa Tereza	15.607
Praça Dona Dolores	122,50	Vila Dias	1.003
Praça Duque de Caxias	4.578,1	São Vicente	505
Praça Ernesto Tassini	90,2	População total (hab.)	17.115
Praça Marechal Rondon	143	<p>ICA recorte estudo 2,16 m²/hab.</p>	
Canteiros centrais - Rua Conselheiro Rocha	1012,19		
Área verde - Escadaria da rua Adamina	35,50		
Área Total (m²)	37.013,29		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Do ponto de vista da avaliação de disponibilidade de arborização urbana, os resultados obtidos pelo cálculo do ICA relacionam a quantidade de vegetação arbórea disponível em logradouros públicos ao número de habitantes em determinado território. O cálculo do Índice de Cobertura Arbórea – ICA em logradouros públicos é também uma adaptação de outros índices de avaliação da disponibilidade de vegetação arbórea, como o IAV e o Índice de Cobertura Vegetal – ICV³⁵.

No que se refere à ambiência urbana, os índices apresentados até aqui possuem diferentes níveis de aproximação com a escala humana. Em alguns casos, como na taxa de cobertura arbórea, os resultados obtidos e representados no mapa 2D refletem a dinâmica observada *in loco*, indicando a comparação entre o nível de arborização nas ruas da área de estudo. Em outros casos, sobretudo naqueles que se baseiam na representação numérica, o nível de abstração ou generalização é tal que sequer é possível estabelecer critérios relacionados à habitabilidade ou conforto ambiental. Contudo, nos dois cenários a representação gráfica dos índices certamente contribui para um distanciamento entre a compreensão da escala humana.

Deste contexto, propõe-se o Índice de Vegetação Visível – IVV para mensurar a quantidade de porções visíveis de vegetação a partir de um determinado ponto no espaço. A visibilidade da vegetação é um aspecto relevante que compõe a ambiência dos espaços públicos, como visto anteriormente, especialmente na análise das mudanças do porte arbóreo na área de estudo. Essa abordagem permite verificar a disponibilidade de vegetação ao nível do pedestre, indicando a disponibilidade de arborização a partir do contato entre as árvores e as pessoas. Com isto, espera-se corrigir algumas distorções observadas em outros índices, que não possuem sensibilidade para verificar essa relação entre indivíduos arbóreos e humanos.

Diante disso, foi proposta a modelagem em ambiente computacional da área de estudo com aplicação do método de análise de visibilidade (ou *viewshed*). Este método utiliza de sistemas de informação geográfica – SIG para identificar as áreas visíveis dentro de um espaço delimitado, a partir de um ponto de observação. Como resultados dessas análises, são apresentadas imagens das vistas do modelo 3D.

Em termos conceituais, a análise *viewshed* pode ser comparada a um "farol" que lança luz sobre determinadas partes de uma paisagem. As regiões iluminadas por

³⁵ O ICV corresponde à área total de copa das árvores, obtida pelo somatório das áreas de copa de uma determinada população arbórea (HARDER; RIBEIRO; TAVARES, 2006).

esse "farol", que corresponde ao ponto de vista do observador, representam as porções do terreno que são visíveis a partir desse ponto (GEOWORLD, 2003).

O conceito de Viewshed tem sido utilizado desde o período da Grécia Antiga, auxiliando na definição de localizações estratégicas para guerras e na proteção visual de trechos territoriais. Evoluiu posteriormente com os avanços da geometria do século XIV, sendo utilizada no paisagismo e no planejamento urbano (FERREIRA DE SOUZA; RABITE, 2021).

O artigo "A survey of the landscape Visibility Analysis Tools" (WU et al., 2023) aborda metodologias e o uso de softwares para a análise de visibilidade em áreas. Destaca-se que a modelagem 3D dos ambientes examinados proporciona resultados superiores em comparação com análises realizadas em ambientes bidimensionais. Além das discussões metodológicas, o artigo realiza comparações entre softwares comumente empregados em pesquisas na área de análise de viewshed (WU et al., 2023).

Para a construção do modelo, os autores recomendam a utilização de um shapefile contendo informações tridimensionais das construções, um modelo digital de elevação (MDE) com dados topográficos da área de estudo, um shapefile representando a malha rodoviária e um mapa de calor do fluxo de pedestres para identificação de áreas de maior atividade. Quanto à determinação dos índices de visibilidade das construções, os autores estabeleceram oito critérios: densidade, altura, área de projeção, ângulo de desvio, projeção a partir do ponto de visada, distância do ponto focal, visibilidade e bloqueio visual (WU et al., 2023).

A metodologia proposta por WU et al (2023) foi adaptada na criação do modelo 3D produzido nesta dissertação. Criado no *software* "CityEngine", o modelo utiliza os dados do inventário SIIA-BH consolidados pelo levantamento de campo desta pesquisa, além das bases de dados oficiais de Belo Horizonte disponíveis no portal BHMap. Em etapa anterior a modelagem, foi necessário proceder o tratamento³⁶ das camadas vetoriais e *bitmaps* aplicados no modelo. Os procedimentos básicos realizados para preparação dessas camadas são descritos na Tabela 10.

³⁶ Para tratamento das camadas aplicadas no modelo 3D, foi utilizado o *software* Qgis na versão 3.36, disponível para *windows*.

Tabela 10: Estrutura de dados do modelo tridimensional proposto

Nome original da camada	Tratamentos prévios necessários	Aplicação no modelo
Inventário SIIA-BH 2011 - zona LESTE	1 - Validação do georreferenciamento de todas as árvores na área de estudo, devido a uma inconsistência nas coordenadas geográficas do banco de dados original. 2 – Fusão com camada do levantamento de campo, incluindo o dado de altura em metros (a camada original utiliza faixas de altura)	Modelo das árvores nos logradouros públicos da área de estudo, a partir da altura e raio da copa estimados no levantamento de campo.
Curvas de nível de 5m	Criação de Modelo Digital de Terreno (MDT) com resolução espacial de 8 metros	Terreno de Belo Horizonte. Representação das serras e topografia dos bairros do entorno, visíveis a partir da área de estudo
Curvas de nível de 1m	Criação de Modelo Digital de Terreno (MDT) com resolução espacial de 1 metro	Terreno da Área de Estudo
Edificação	Cálculo entre a cota média do Modelo Digital de Elevação e cota média do Modelo Digital de Terreno, para obtenção da altura das edificações	Modelo da volumetria das edificações da área de estudo e do entorno, em um <i>buffer</i> de 2km
Meio fio Quadra	Conversão em bitmap para a criação de uma camada de textura, contendo a representação das vias e passeios na área de estudo	Representação gráfica das ruas e passeios
Divisa Física	Nenhum	Modelagem dos muros, cercas e fechamento dos lotes
Poste	Nenhum	Modelagem dos postes de energia.

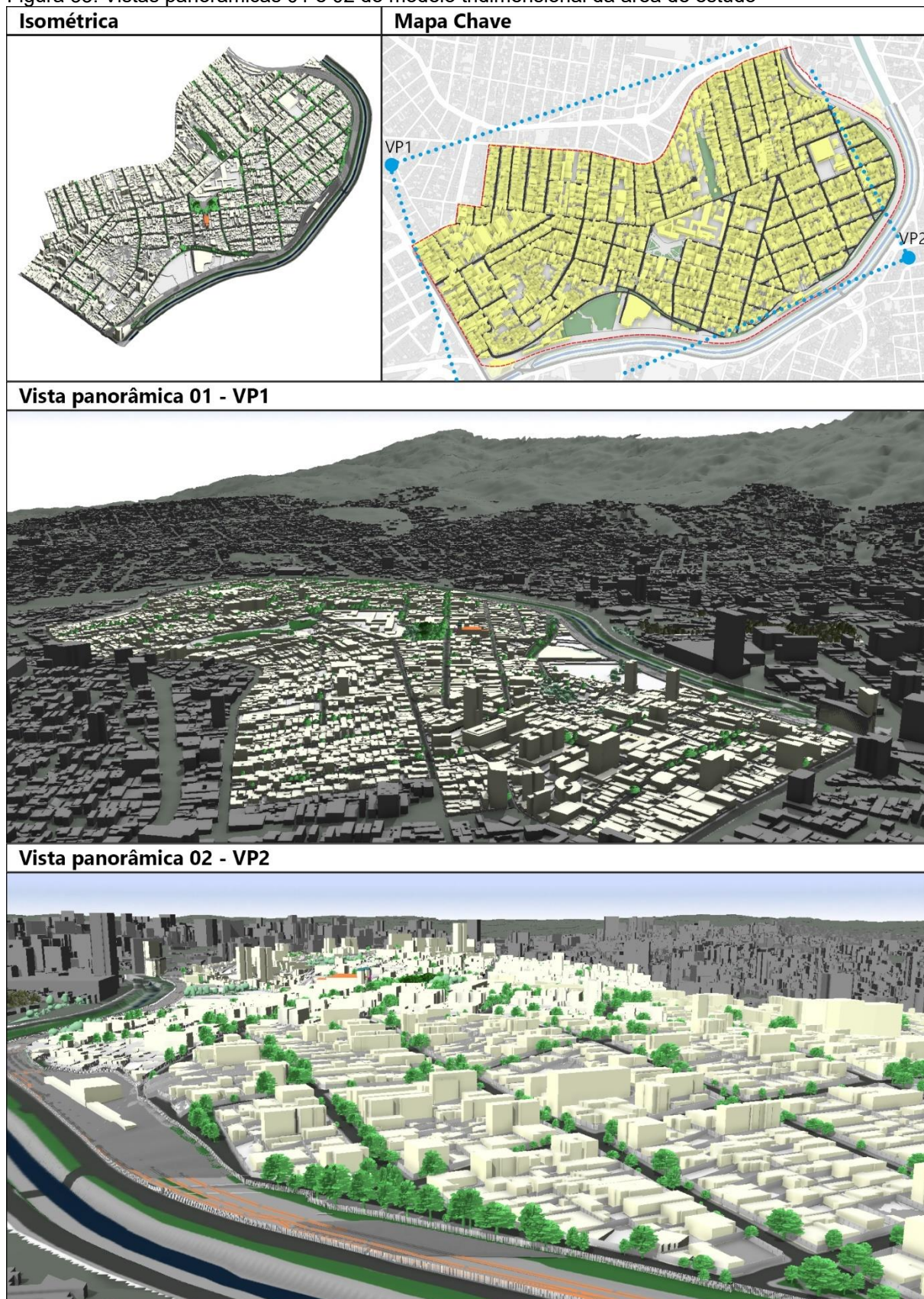
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Como resultado do modelo 3D, adiante são apresentadas análises que indicam as áreas visíveis em diferentes pontos da área de estudo (Figura 33 a Figura 39). Complementarmente, o mapa da Taxa Cobertura Arbórea nas vias públicas apresentado anteriormente nesta dissertação, é utilizado como mapa-chave. As vistas ao nível do pedestre correspondem a uma simulação da vista de uma pessoa andando pela rua, mostrando árvores e o ambiente construído ao redor. Isso ajuda a entender a experiência visual de quem caminha pela área e como a vegetação e os elementos construídos compõem a visão. Essas vistas foram padronizadas a altura de 1,70 metros do nível do solo e escolhidas a partir de cenários com diferentes níveis de vegetação visível.

Por fim, são apresentados registros fotográficos com enquadramento similar ao do ambiente virtual, que oferecem uma comparação direta com a simulação de visão ao nível do pedestre. A fotografia é ser utilizada para validar a precisão da simulação 3D, a representação dos dados de visibilidade e o mapa-chave da taxa de cobertura

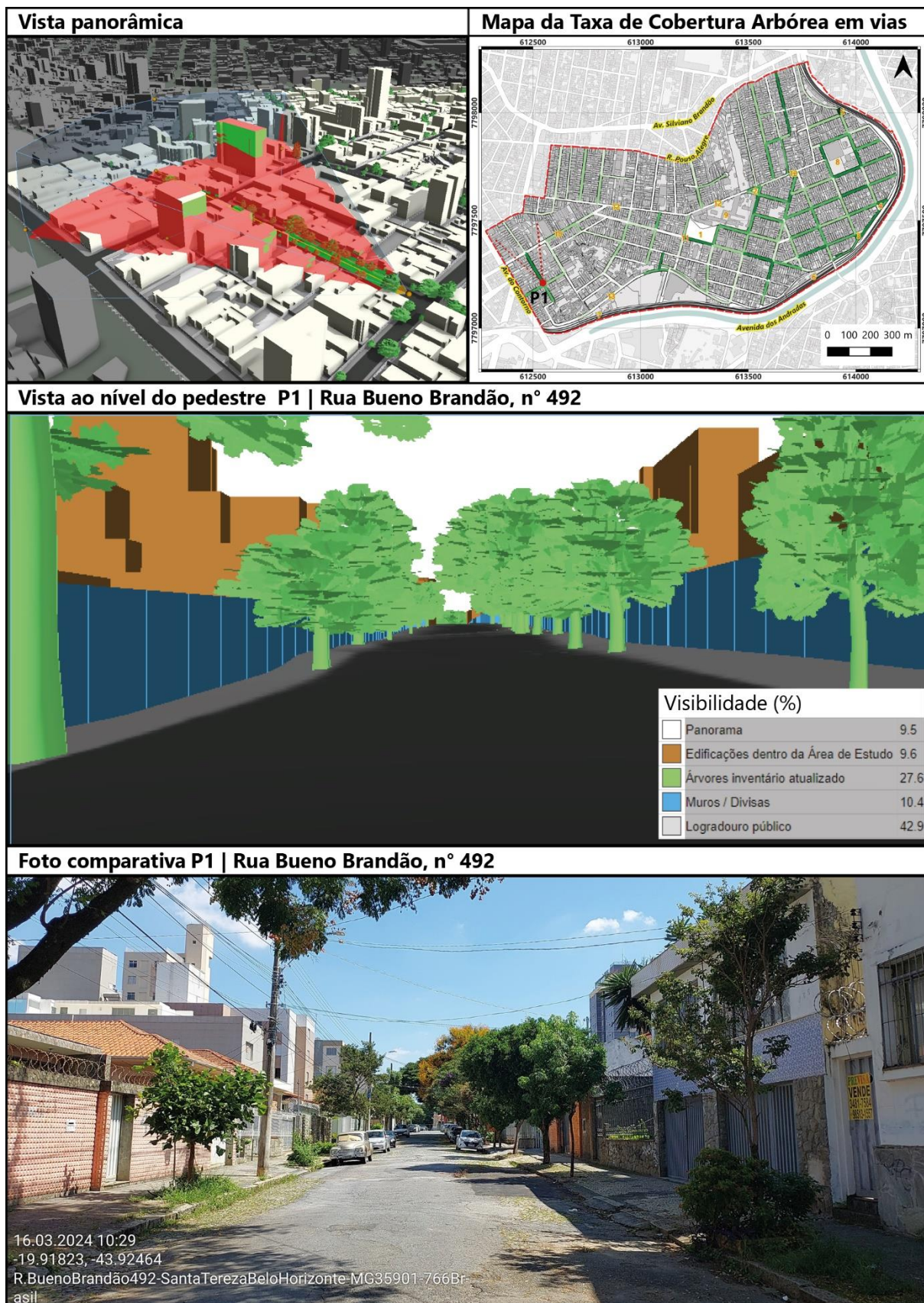
arbórea nas vias. As visadas foram padronizadas a altura de 1,70 metros do nível do solo e foram escolhidos cenários com diferentes níveis de vegetação visível.

Figura 33: Vistas panorâmicas 01 e 02 do modelo tridimensional da área de estudo



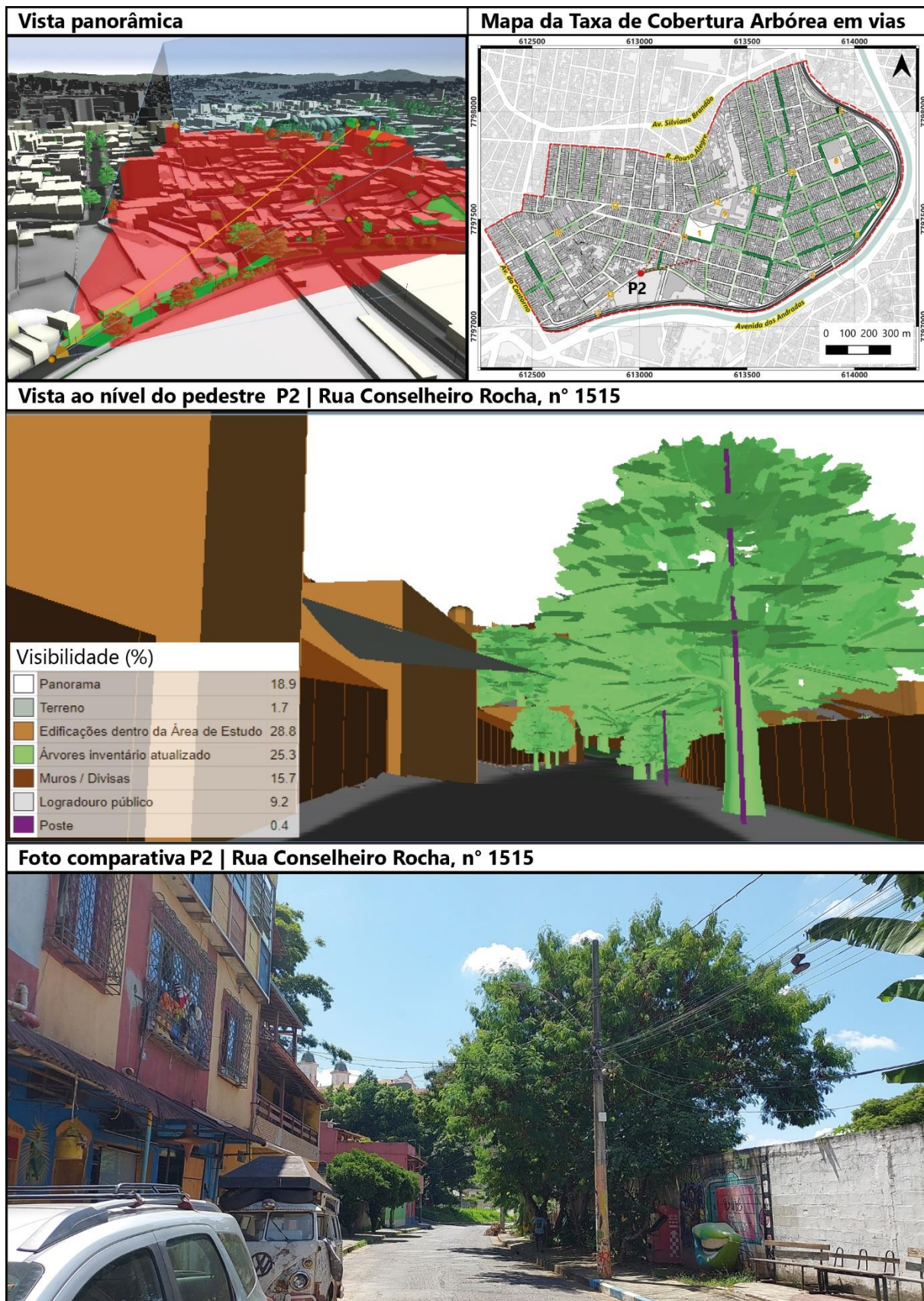
Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH; PRODABEL; 2011-2024.

Figura 34: Análise de visibilidade | Rua Bueno Brandão, esquina com rua Almandina - Sentido Noroeste



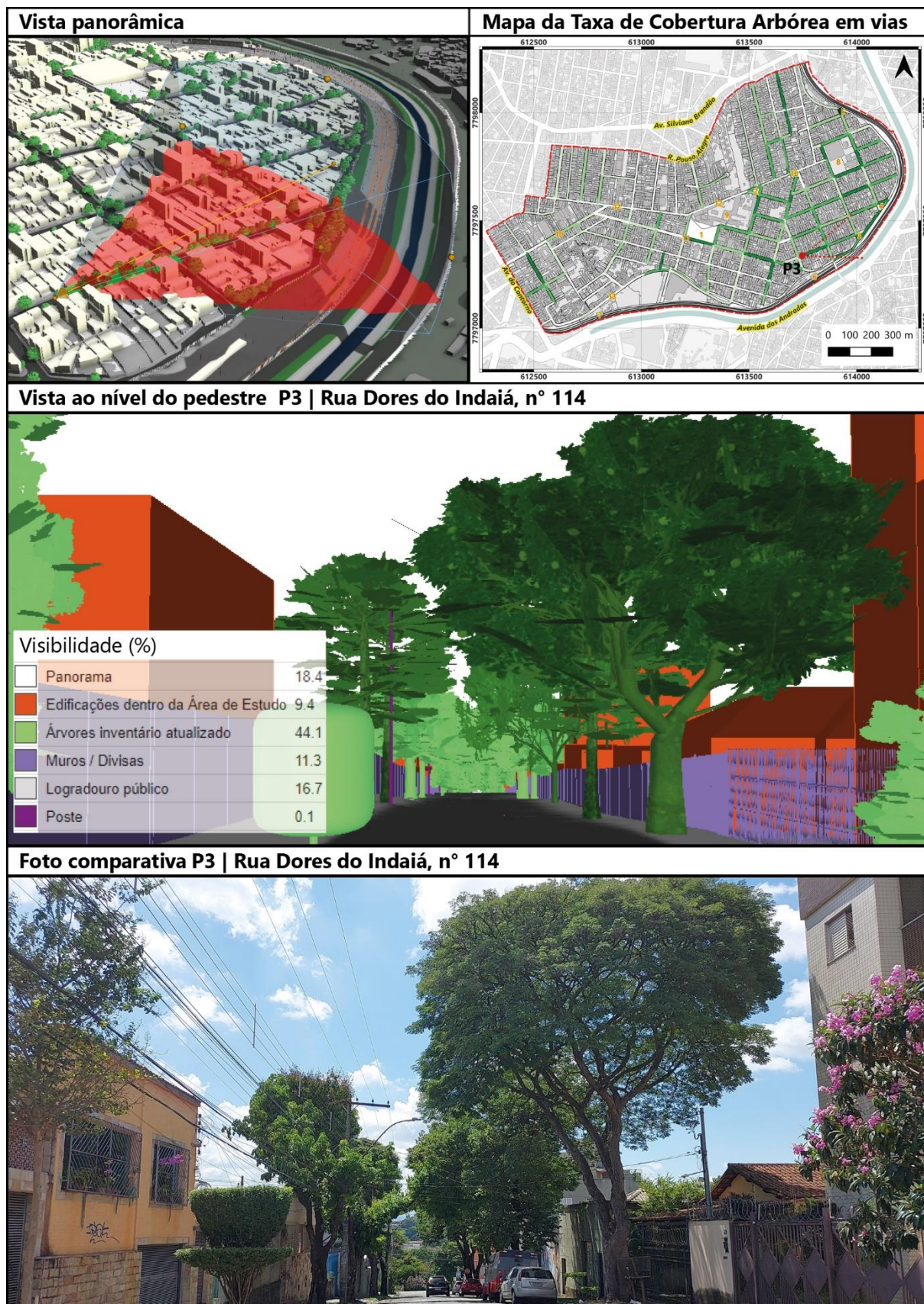
Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH; PRODABEL; 2011-2024.

Figura 35: Análise de visibilidade | Rua Conselheiro Rocha, nº 1515 - Sentido Nordeste



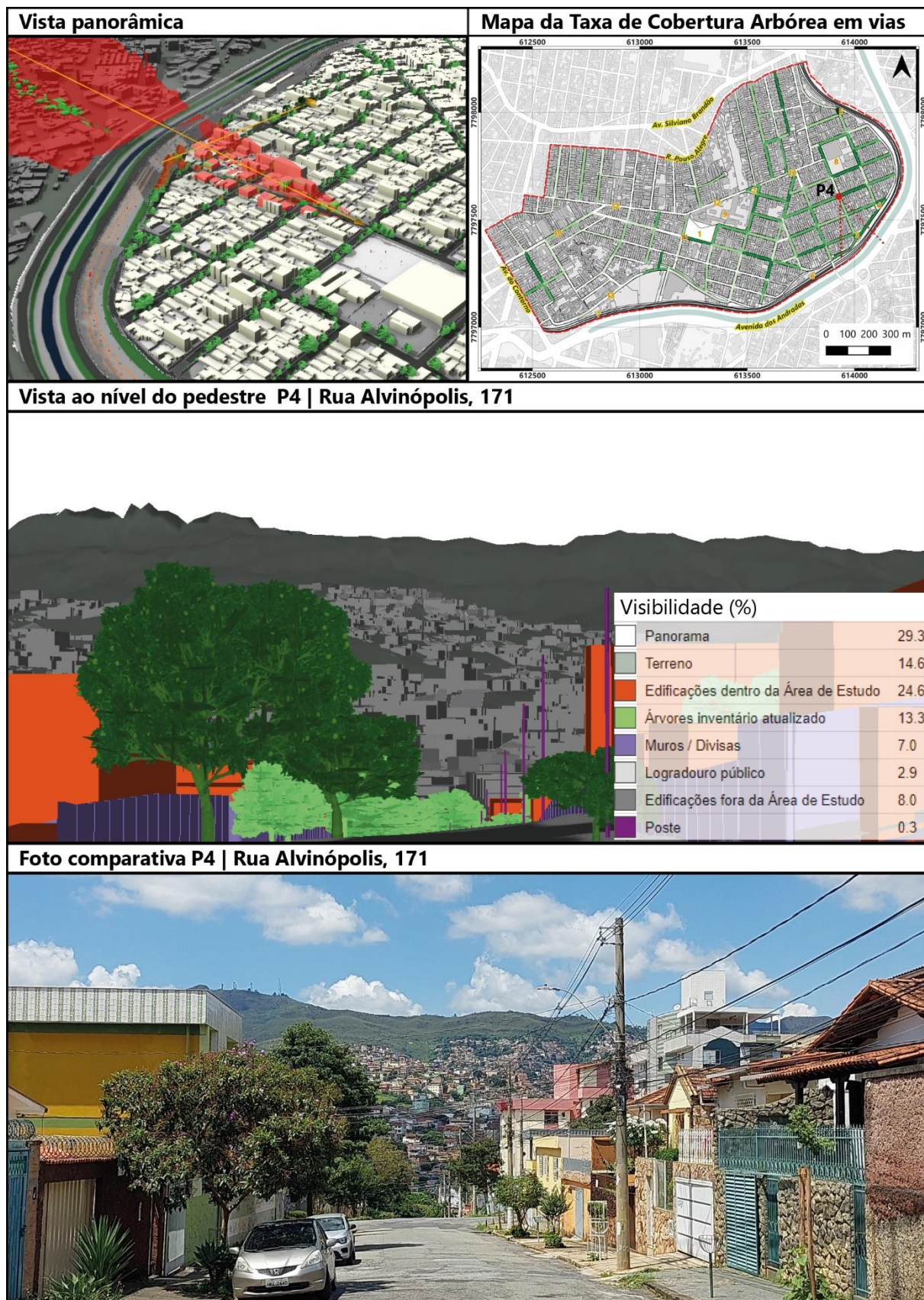
Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH; PRODABEL; 2011-2024.

Figura 36: Análise de visibilidade | Rua Dores do Indaiá, nº 114 - Sentido Nordeste



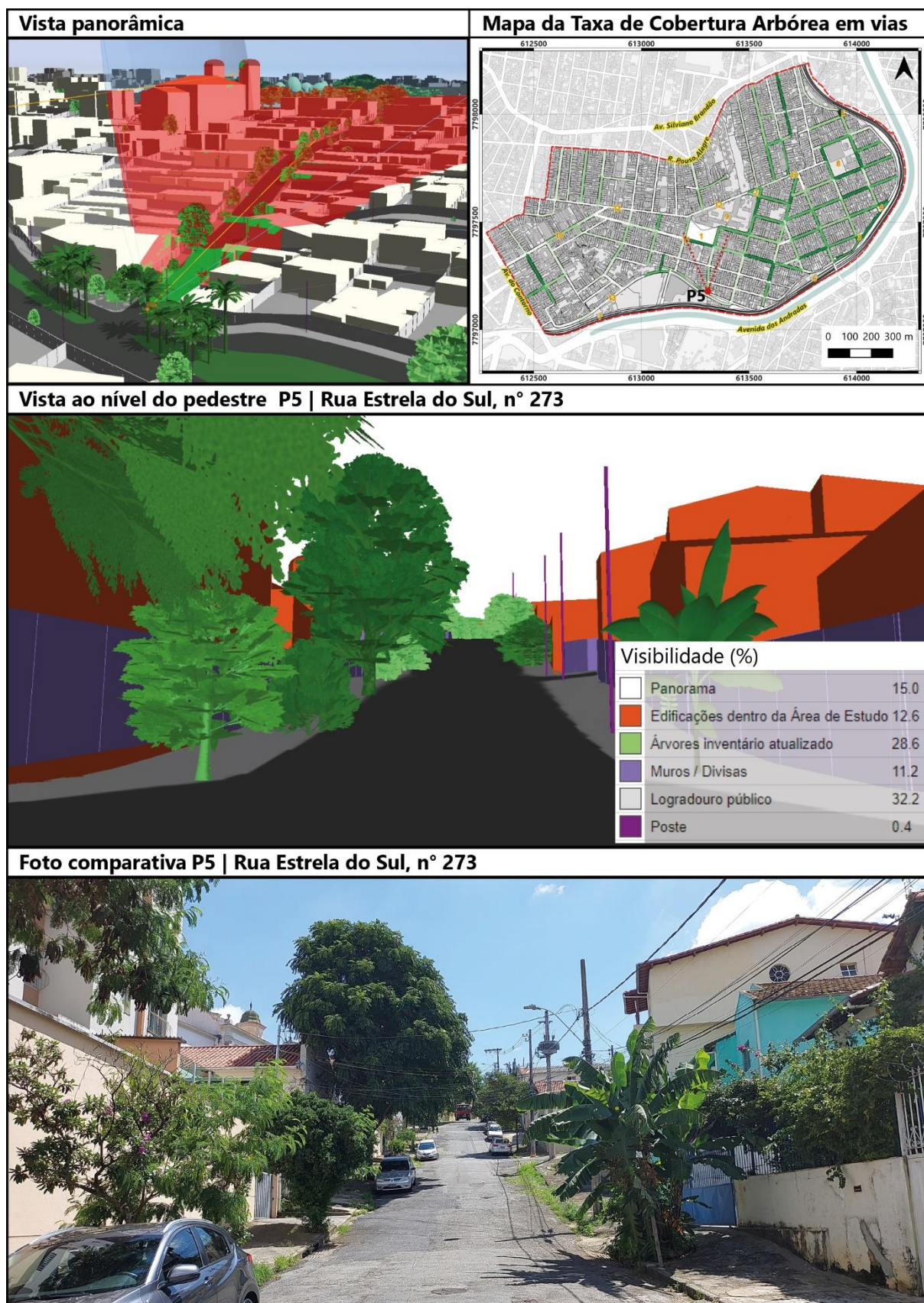
Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH; PRODABEL; 2011-2024.

Figura 37: Análise de visibilidade | Rua Alvinópolis, nº 171 - Sentido Sudeste



Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH; PRODABEL; 2011-2024.

Figura 38: Análise de visibilidade | Rua Estrela do Sul, n° 273 - Sentido Norte



Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH; PRODABEL; 2011-2024.

Figura 39: Análise de visibilidade | Rua Tenente Durval, n° 504 - Sentido Nordeste



Fonte: Elaborado pelo autor com base em SIIA-BH; PRODABEL; 2011-2024.

5 DISCUSSÕES

Heidegger defende que os seres humanos têm um senso de pertencimento a um lugar específico, um território que é central para sua identidade e sentido de ser e se relaciona com a noção de “ser-no-mundo” apresentada pelo autor em sua obra *Ser e Tempo*, de 1927. Para o autor, “ser-no-mundo é uma estrutura de realização” que tem relação direta com a identidade e diferencia os seres humanos de uma engrenagem numa máquina (HEIDEGGER, 1927).

A discussão sobre ambiência nos espaços públicos urbanos por vezes acaba encontrando barreiras nesse tipo de conflito, na oposição entre diferentes acepções de mundo e de “lugares”. No contexto da arborização e paisagismo urbano observam-se visões antagônicas que perpassam questões como a segurança pública, privacidade, limpeza e conservação dos espaços públicos.

Outra dimensão relevante para a compreensão da rua enquanto lugar é a temporalidade. De acordo com Damatta (1997), o conceito de temporalidade é ligado às vivências pessoais experienciadas e de uma relação espaço-tempo subjetiva, atrelada ao ser e estar nos espaços. O autor demonstra por meio de exemplos do cotidiano as diferenças entre as experiências vividas em casa e na rua e os conflitos que existem entre esses espaços, mas defende a relação complexa e interdependente entre esses espaços.

Coerentemente com essa visão da casa e da rua, concebemos o movimento como um modo típico da rua. Algo como um rio que passa e pode (ou deve) ser visto com cuidado das janelas, sob a proteção das paredes e pessoas da casa. Mas esses espaços, embora tenham entre si uma relação complexa, não estão separados. Relacionam-se por seus subespaços (praças, adros, mercados, jardins, portos, janelas, cozinhas e varandas) e também por ocasiões especiais em que a sua comunicação é possível, obrigatória ou desejável (DAMATTA, 1997, pg. 60).

O conceito de temporalidade aponta para a análise da arborização urbana, considerando as diferenças na paisagem e ambiência urbana ao longo do tempo.

Essas diferenças vão além dos aspectos físicos dos indivíduos arbóreos³⁷ como: floração, senescência³⁸, crescimento, dentre outros. Sob o ponto de vista da temporalidade, essas diferentes paisagens “pintadas” ao longo do tempo também apresentam um caráter subjetivo na ambiência urbana e criam diferentes espaços significativos.

Exemplo da temporalidade no contexto da arborização urbana é a floração das quaresmeiras em Belo Horizonte e como essa relação de espaço e tempo tem potencial de promover lugares, ainda que sazonais. No período entre dezembro a março as ruas da capital mineira são “enfeitadas” pela floração das quaresmeiras e para muitas pessoas, o caminhar nas ruas torna-se mais agradável. Para outras pessoas, entretanto, essa é a época do ano em que as ruas e carros ficam “sujas” de flores. Sem entrar no mérito qualitativo da questão, o fato observado é que o evento da floração das quaresmeiras promove uma interação sujeito-objeto tal que, é possível notar a alteração dos espaços significativos a partir da temporalidade.

De modo geral, a avaliação da arborização urbana por meio de índices e indicadores apresenta destacadas limitações, sobretudo nas escalas locais e de unidades de vizinhança. A partir da demonstração de relações comumente utilizadas, como a densidade demográfica da população arbórea, foi possível observar que por vezes tais índices não satisfazem ao objetivo de avaliar a disponibilidade de arborização urbana apropriadamente. Nesse sentido, essas estratégias de avaliação e devem ser adotadas com parcimônia dentro do planejamento urbano.

Por outro lado, diante das análises e interações sobre os dados do inventário de árvores de Belo Horizonte, parece deveras promissor investir recursos para atualização da base existente do SIIA-BH. O Sistema de Informações do Inventário de Árvores de Belo Horizonte tem potencial para subsidiar diversas outras aplicações e que podem ser incorporadas na gestão da arborização urbana no município.

³⁷ Árvores isoladas são comumente chamadas de “indivíduos arbóreos” em disciplinas que lidam diretamente com a vegetação no campo das ciências ambientais e da natureza (engenharias florestal e ambiental, biologia, etc.). Árvores que ocupam o espaço em sua forma dendrológica plena, afetam e são afetadas pelo ambiente como indivíduos (MAGALHÃES, 2006).

³⁸ “A senescência é necessária para planta de modo que ela se renova, podendo ser considerado um processo altruísta. Ela ocorre após a maturação de um órgão ou estrutura que permite a sequência da vida na planta. No caso de uma semente, que inicia o processo de germinação, ou de uma gema que inicia a brotação, ou o processo de fecundação da formação de um fruto, ou a maturação de um fruto, ou o amarelecimento e ou o escurecimento das folhas são todos processos de senescência” (DE ANDRADE MEYER et al., 2013).

Mesmo em um recorte pequeno de dados do inventário de árvores de Belo Horizonte, foram demonstradas interações que podem ser efetuadas. O leque de possibilidades de análises é consideravelmente maior em um banco de dados completo. Isto sem mencionar as diversas possibilidades de análises multidisciplinares. Ademais, foram apresentadas outras aplicações possíveis dentro do planejamento urbano com ênfase na arborização e gestão das áreas verdes.

Como arquiteto urbanista na Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMMA de Belo Horizonte, atuei em alguns projetos de plantio arbóreo em logradouros públicos. Elaborados em conjunto com a equipe de biólogos, engenheiros florestais e agrônomos, em alguns casos notamos a necessidade da representação gráfica do cenário futuro. Considerando as espécies e localização das mudas plantadas, lançamos mão de fotomontagens ilustrativas comparando o cenário atual e a projeção futura, quando as mudas atingirem a maturidade (Figura 40).

Figura 40: Fotomontagem feita para projeto de plantio no bairro Buritis



Fonte: GEAVA/GEPRE Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte SSMA-BH, 2023.

Embora seja importante para a projeção futura do plantio, essa forma de representação que utilizada na SMMA é bastante limitada para a aplicação na etapa de prévia de definição das espécies. Pensando nisto e com base nos resultados dessa pesquisa, uma hipótese promissora seria a aplicação de estratégias de modelagem paramétrica da arborização em Belo Horizonte.

A aplicação das informações do inventário de árvores de Belo Horizonte em modelagens paramétricas tem um grande potencial para ser explorado. Contudo, destaca-se a necessidade de pequenos ajustes na base atual do SIIA-BH.

Para realização das análises do porte da arborização, a altura das árvores obtida no levantamento de campo foi ajustada à classificação por faixas de altura, previstas no banco de dados original do SIIA-BH. Já na modelagem apresentada da área de estudo, foi necessário obter os valores de altura de cada árvore para proceder a representação tridimensional das árvores.

Diante disso, é sugerido um incremento no banco de dados com as informações apresentadas na Tabela 11. Como exemplos de aplicação desse incremento no banco de dados do SIIA-BH tem-se:

- O campo “**Altura potencial**” é resultado do cruzamento do campo “**nome científico**” com uma base contendo a altura encontrada em referências bibliográficas sobre determinada espécie de árvore;
- O cruzamento do campo “**Fase de desenvolvimento**” + “**Altura observada**” permite construir uma base secundária, que teria como resultados:
 - A altura média das espécies no contexto da arborização urbana em Belo Horizonte;
 - Validação de dados para retroalimentação e aprimoramento dos resultados do campo “**Altura potencial**”;
- O cruzamento do campo “**Fase de desenvolvimento**” + “**Período de florescência**” pode retornar a representação gráfica da florescência das árvores ao longo do tempo, possibilitando a escolha de espécies com base em sua função paisagística;

Em resumo, com essas informações e outras já cadastradas no banco de dados do SIIA-BH, é possível modelar de forma paramétrica diferentes cenários ao longo do

tempo. Essa modelagem pode auxiliar o planejamento da renovação da arborização urbana, a escolha de espécies considerando o cenário futuro, dentre outras tantas aplicações.

Tabela 11: Sugestão de incremento no banco de dados do SIIA-BH

Nome sugerido	Descrição da informação adicionada	Tipo de dado
Fase de desenvolvimento	Classificação da árvore de acordo com a fase de desenvolvimento: muda, juventude, maturidade, declínio, morta	Texto
Altura observada	Corresponde à altura observada da base ao topo da copa da árvore	Número decimal
Altura potencial	Coluna de preenchimento automático, contendo a altura prevista da árvore de acordo com a espécie identificada	Número decimal
Período de florescência	Campo (ou campos) de preenchimento automático vinculado à espécie identificada, baseado em referências bibliográficas	Texto

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Ainda nessa linha propositiva, destacam-se os resultados satisfatórios obtidos no cálculo da taxa de cobertura arbórea em vias públicas e Índice de Cobertura Arbórea – ICA, calculado por trecho de logradouro. Conforme demonstrado nesta dissertação, esses dois indicadores permitem avaliar a distribuição e disponibilidade da cobertura de vegetação arbórea nas vias públicas. O resultado desses índices na escala do município podem ser incorporados aos indicadores de monitoramento da ODS-15.

Além disso, se disponibilizados no portal BH Map, esses dados podem contribuir para pesquisas acadêmicas e planejamento estratégico da arborização. Por meio da representação gráfica das ruas com menor taxa de cobertura vegetal, a SMMA pode orientar com maior precisão a destinação de plantios decorrentes de compensação ambiental nas vias públicas. As Regionais Administrativas podem lançar mão da taxa de cobertura arbórea por via para estabelecer o planejamento da manutenção da arborização viária e dimensionar as equipes de limpeza urbana de acordo com as áreas com maior demanda nas épocas de desfolha das árvores.

Sugere-se a definição de uma escala de classificação da taxa de cobertura arbórea das vias, compatível com o porte e usos do solo permitidos nesses eixos viários. Essa diferenciação se faz necessária para equalizar os resultados da cobertura arbórea nas vias com outros aspectos ligados à ambiência e utilização dos espaços públicos.

Com relação aos usos do solo, o Plano Diretor Municipal classifica os logradouros públicos quanto à permissividade em relação à instalação de usos não residenciais. São definidos três tipos, conforme Art. 176 da Lei 11.181/19: VR – vias preferencialmente residenciais; VM – vias de caráter misto e; VNR – vias preferencialmente não residenciais (BELO HORIZONTE, 2019).

As características físicas das vias influenciam diretamente os resultados da taxa de cobertura arbórea e no ICA. Nos resultados demonstrados para Santa Tereza, essas diferenças não foram significativas devido à uniformidade no porte das vias do bairro. No entanto, para aplicação dessas análises na escala municipal deve-se levar em conta o tipo da via, buscando meios para dar ênfase aos aspectos da arborização na qualidade ambiental dos pedestres. Sem essa diferenciação, trechos com vias largas ou múltiplas pistas apareciam com uma taxa de cobertura arbórea muito baixa, devido à desproporcionalidade entre as áreas destinadas a veículos e pedestres.

Diante disso, para cálculo da taxa de cobertura arbórea nas vias de Belo Horizonte, faz sentido estabelecer zonas de influência (Figura 41). O dimensionamento dessas zonas de influência³⁹ deve considerar aspectos ligados à habitabilidade, ambiência urbana e conforto ambiental.

Figura 41: Avenida do Contorno: vista para pistas de veículos (à esquerda) e vista da arborização e calçada no mesmo trecho (à direita)



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

³⁹ O dimensionamento das zonas de influência não será aprofundado nessa dissertação, mas tem aqui suas bases conceituais brevemente delineadas.

A obtenção da área de projeção das copas das árvores na escala municipal não depende da atualização do inventário arbóreo. Como alternativa, sugere-se a aplicação do NDVI, ajustado para identificação da cobertura arbórea e arbustiva.

A estimativa de cobertura vegetal arbórea e arbustiva realizada com base em foto aérea ortorretificada de 2015, aponta o número de aproximadamente 550.000 indivíduos de porte arbóreo em Belo Horizonte (ELIAS; PBH/DGEA/SMMA, 2023). A confiabilidade dos resultados é verificada com base nos métodos utilizados e alta qualidade do modelo de classificação da imagem, desenvolvido para proceder essa estimativa.

Diante disso, para obtenção do cálculo da **Taxa de Cobertura Arbórea nas vias públicas** de Belo Horizonte, sugere-se a relação entre: 1- a área de cobertura arbórea e arbustiva, calculada por Elias e SMMA (2023) e; 2 - a área das zonas de influência da arborização nos eixos viários de Belo Horizonte.

A delimitação das zonas de influência da arborização nos eixos viários é um tema complexo, que extrapola os limites desta pesquisa. Oportunamente, o Plano Diretor de Arborização Urbana de Belo Horizonte – PMAU-BH está em fase de elaboração. Este plano parece ser a via mais adequada para discussão dessas zonas de influência da arborização urbana nos logradouros públicos.

Outra abordagem proposta neste trabalho é o Índice de Vegetação Visível – IVV, que consiste na avaliação da visibilidade de árvores e áreas verdes. Essa informação isolada não é suficiente para abranger de forma qualitativa a relevância da arborização nos espaços públicos. Para que qualificação dos espaços a partir da vegetação urbana, outros critérios associados à análise da habitabilidade e ambiência devem ser considerados.

Para tanto, os resultados obtidos nesta pesquisa são compreendidos como parte de uma metodologia mais abrangente, que propõe análise do espaço a partir da vegetação urbana. Sendo assim, o IVV compõe apenas uma parte de um campo de estudo que avalia a qualitativa a disponibilidade de vegetação nos espaços urbanos. Deste contexto, surge a proposição do conceito de **Presença Verde** dentro do planejamento urbano.

A maior parte dos conceitos utilizados atualmente e inseridos no contexto de serviços ecossistêmicos ou soluções baseadas na natureza aborda a vegetação

urbana de uma perspectiva utilitarista e em certa medida, mercadológica. Cálculos de compensação de carbono, a mensuração de aspectos quantitativos vinculados ao conceito de infraestrutura verde dentre outras métricas, avaliam a disponibilidade de vegetação urbana a partir da perspectiva da função que ela exerce para os seres humanos (principalmente).

O conceito de **presença verde** contempla aspectos da habitabilidade e ambiência urbana associados à disponibilidade de massas verdes em determinado espaço. Para que esse conceito possa ser mensurado e visualizado como um índice, o IVV pode ser adotado como um dos indicadores e critérios de sua composição.

Comumente traduzido do inglês como “caminhabilidade”, o conceito *Walkability* aborda ações de planejamento urbano orientadas à dimensão do pedestre. Esse conceito encontra base em críticas ao urbanismo modernista dos anos 50 e sua priorização aos automóveis, avançando aos dias atuais em discussões sobre saúde, segurança, bem-estar dentre outros aspectos relacionados à qualidade dos espaços urbanos sob a perspectiva humana (ANDRADE; CUNHA, 2017).

Walkability e temas relacionados são discutidos por diversos autores como: Jan Gehl, Jane Jacobs, Jeff Speck e Ria Hutabarat Lo. Das críticas ao domínio dos automóveis no planejamento urbano à definição de critérios qualitativos para análise dos espaços públicos, surgiram índices para mensuração da “caminhabilidade”.

Ao examinar a literatura de diferentes áreas que lidam com o desempenho e as preferências de pedestres, parece haver certa convergência de opinião e pesquisa sobre fatores de uso do solo e de paisagem urbana que influenciam a qualidade do ambiente para pedestres e a quantidade de pedestres utilizando o espaço (LO, 2009).

O *Walkscore*⁴⁰ estabelece uma pontuação relacionada ao nível de interação com equipamentos sociais, educacionais, esportivos e de lazer, a partir do deslocamento pedonal e a disponibilidade de infraestrutura de transportes nesses locais. O Índice de Caminhabilidade⁴¹ surge a partir da interação entre três avaliações: percursos avaliados por técnicos, percursos avaliados por cidadãos e avaliação *Walkscore*. (SUTTTL; PAIVA, 2017).

⁴⁰ Método desenvolvido pela *walkscore.com* para mensuração de proximidade de equipamentos sociais ou de interesse coletivo.

⁴¹ Fórmula desenvolvida pelo Instituto Mobilidade Verde e Gláucia Guimarães Pereira (SUTTTL; PAIVA, 2017).

A difusão da abordagem da *walkability* a partir de índices e métricas, traz consequências de duplo efeito no campo do planejamento urbano. A representação gráfica do nível de “caminhabilidade” oferece suporte à tomada de decisão, possibilitando a identificação de locais que precisam de investimentos públicos em melhoria do espaço urbano.

Por outro lado, a apropriação desse índice pelo mercado imobiliário deve ser observada de forma crítica. Locais mais bem avaliados sob a perspectiva da “caminhabilidade” são alvo de investidas do setor imobiliário e apresentam aluguéis e imóveis mais caros do que em outras regiões. Certamente esses índices de caminhabilidade não são a razão pelo aumento dos valores, porém, há de se discutir a influência que esta forma de quantização de atributos e análise urbana podem exercer nas dinâmicas econômicas. Esse tipo de abordagem seria capaz de apresentar consequências como gentrificação? Como evitar aspectos negativos em ferramentas de análise urbana?

A vantagem econômica, que já começou a fluir para lugares “caminháveis”, pode ser atribuída a três fatores-chave. Primeiro, para certos segmentos da população, o mais importante deles o dos “jovens criativos”, o fato de morar no centro é simplesmente mais atraente. Muitos garantem que, nem mortos, estariam em algum outro lugar. Segundo, as mudanças demográficas significativas que vêm ocorrendo neste momento significam que esses setores pró-urbanos da população estão se tornando os dominantes, criando um pico de demanda que deverá durar décadas. Em terceiro lugar, a escolha para vivenciar a vida caminhando gera uma considerável economia para aqueles domicílios e grande parte dela é gasta localmente (SPECK, 2012).

No âmbito do planejamento, paisagismo e arborização urbana pouco se discute sobre a vegetação enquanto elemento vivo integrado e ativo na construção do ser e estar no espaço urbano. Ver as árvores, sentir a sombra, colher os frutos, manifestar emoções a partir da beleza, vivenciar a temporalidade a partir da senescência das árvores. Esses são alguns dos aspectos subjetivos que compõe a **presença verde** e podem ser colocados em evidência para proposição de um pensar e agir do planejamento a partir da vegetação urbana. Nesse contexto, parece promissor discutir a **presença verde** sob a perspectiva da *Walkability* e em contraponto às abordagens de serviços ecossistêmicos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação de mestrado, apresenta um panorama das estratégias para avaliação da disponibilidade de arborização urbana em logradouros públicos. Com base nos resultados, fica evidente que esta temática ainda possui diversas lacunas e possibilidades de investigação. Além do desenvolvimento do conceito de presença verde e do Índice de Vegetação Visível, as aplicações de modelagem paramétrica da arborização urbana e delimitação das zonas de influência da arborização nos logradouros públicos, são exemplos de discussões que podem ser aprofundadas em outros trabalhos científicos.

Ademais, espera-se que as contribuições desta pesquisa possam ser aplicadas na prática de urbanistas e demais profissionais da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte. Dentre essas contribuições, destaca-se a atualização do Inventário de árvores e melhorias propostas para o SIIA-BH, a aplicação de novos índices ambientais no painel de monitoramento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e a avaliação da distribuição da cobertura arbórea no território municipal.

Por fim, espera-se que a caracterização do bairro Santa Tereza a partir de sua arborização, possa contribuir para melhoria da qualidade ambiental do bairro. Associações de moradores e organizações da sociedade civil atuam continuamente na articulação política, visando a solução de demandas locais. A Associação Comunitária do Bairro Santa Tereza e o grupo ArborizaBH, por exemplo, são importantes organizações sociais da localidade. Os resultados podem ser utilizados por essas e outras entidades, para reforçar demandas da população de Santa Tereza, Vila Dias, e São Vicente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Victor; LINKE, Clarisse Cunha. **Cidades de Pedestres: A Caminhabilidade no Brasil e no Mundo**. 1ª Edição ed. Rio de Janeiro: Babilônia Cultura Editorial, 2017. Disponível em: https://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2018/12/Cidades-de-pedestres_FINAL_CCS.pdf.

ARANTES, Leonardo Arantes. **Inventário quali-quantitativo da arborização no bairro Coração Eucarístico em Belo Horizonte - MG**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2014. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/39673>.

BELO HORIZONTE. Lei nº 4.253, de 4 de dezembro de 1985. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 4 dez. 1985. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/4253/1985>. Acesso em: 17 mar. 2024

BELO HORIZONTE. Lei nº 6.314, de 12 de janeiro de 1993. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 12 jan. 1993a. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/6314/1993>. Acesso em: 23 mar. 2024

BELO HORIZONTE. Lei nº 6.491, de 29 de dezembro de 1993. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 29 dez. 1993b. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/6491/1993>. Acesso em: 23 mar. 2024

BELO HORIZONTE. Lei 8.616, de 14 de julho de 2003. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 14 jul. 2003. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/8616/2003>. Acesso em: 23 mar. 2024

BELO HORIZONTE. Decreto nº 14.292, de 23 de fevereiro de 2011. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 23 fev. 2011. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/decreto/14292/2011>. Acesso em: 23 mar. 2024

BELO HORIZONTE. Lei nº 10.879, de 27 de novembro de 2015. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 27 nov. 2015. Disponível em:

<https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/10879/2015>. Acesso em: 18 mar. 2024

BELO HORIZONTE. Decreto n° 16.529, de 29 de dezembro de 2016. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 29 dez 2016. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/decreto/16529/2016>. Acesso em: 4 mar. 2024

BELO HORIZONTE. Decreto n° 16.322, de 13 de maio de 2016. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 13 mai. 2016b. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/decreto/16322/2016>. Acesso em: 4 mar. 2024

BELO HORIZONTE. Lei n° 11.065, de 1 de agosto de 2017. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 1 ago. 2017. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/11065/2017>. Acesso em: 18 mar. 2024

BELO HORIZONTE. Lei n° 11.181, de 8 de agosto de 2019. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 8 ago. 2019 2019. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/11181/2019>. Acesso em: 18 mar. 2024

BELO HORIZONTE. Decreto n° 17.273, de 4 de fevereiro de 2020. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 4 fev. 2020. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/decreto/17273/2020>. Acesso em: 4 mar. 2024

BELO HORIZONTE. Decreto n° 17.877, de 17 de fevereiro de 2022. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 17 fev. 2022a. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/decreto/17877/2022>. Acesso em: 4 mar. 2024

BELO HORIZONTE. Decreto n° 17.986, de 6 de junho de 2022. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, 6 jun. 2022b. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/decreto/17986/2022>. Acesso em: 4 mar. 2024

BELO HORIZONTE. **Painel de localização das ADEs no Município de Belo Horizonte.** Disponível em:

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoizGJiMTIzYWUtMjMi00NDk5LWlzM2ltOGM3NzFIMThmMjc5liwidCI6IjVkJVhZDEtNDI3OS1iNzk3LWEzYTY1NzA2Y2YxOSJ9>. Acesso em: 8 out. 2023a.

BELO HORIZONTE. **Definição do Zoneamento de Acordo com o Plano Diretor - Lei nº 11.181/2019 - Regional Leste.** Disponível em:

<<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoizGY3OTY1NTAtYzE2ZC00NTMzLTg2ZmItYmQ3MGQxYjRkOGM0liwidCI6IjVkJVhZDEtNDI3OS1iNzk3LWEzYTY1NzA2Y2YxOSJ9>>. Acesso em: 8 out. 2023b.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 dez. 1979. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm. Acesso em: 17 mar. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 jul. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 17 mar. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Código Florestal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 25 mai. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 17 mar. 2024.

BRASIL. Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, 22 ago. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4340.htm. Acesso em: 17 mar. 2024.

CARVALHO, P. E. R. *Espécies Arbóreas Brasileiras*. Colombo, PR: [s.n.]. v. V1

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS; FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. **Manual de Arborização**. Belo Horizonte: Cemig / Fundação Biodiversitas, 2011.

COMAM. Deliberação Normativa nº 69, de 30 de agosto de 2010. Belo Horizonte, 2010.

DE MARCO, Júlio César. **A Gestão Ambiental de Belo Horizonte Através da Arborização Urbana: da estruturação urbana rumo à infraestrutura sustentável.**

2020. Dissertação (mestrado) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, 2020. Disponível em: https://sites.arq.ufmg.br/pos/ambienteconstruido/wp-content/uploads/2021/07/A-gestao-ambiental-de-Belo-Horizonte-atraves-da-arborizacao-urbana_pdfa_compressed.pdf. Acesso em 18 mar. 2024

DGEA/SMMA. **Termo de Referência DGEA/SMMA nº 01/2023**. Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <www.gov.br/compras>

ELIAS, L. G. R.; PBH/DGEA/SMMA. **Plano de Arborização Urbana de Belo Horizonte: distribuição da arborização em Belo Horizonte. (No prelo)**. Belo Horizonte: Prefeitura de Belo Horizonte, 2023.

EMBRAPA. **Mata de Galeria**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/cerrados/colecao-entomologica/bioma-cerrado/mata-de-galeria>. Acesso em: 13 mar. 2024.

FEAM et al. **Painel de Indicadores Sisema**. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiOThhNzgyMTQtNGU5Ny00Mzk0LWlzODItNDg3Nzk2MDImYmEyliwidCI6IjkyNGY5ODQ3LTI0MmUtNGE5YS04OTEzLTIINDM2NDliOWVhYSJ9>. Acesso em: 20 mar. 2024.

CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTAVEL (PLURIS 2021 DIGITAL), 9, 2021 SOUZA, Renato César Ferreira de; RABITE, Caio Augusto. **Uma análise de Viewsheds da cidade no passado e no presente**. 7 abr. 2021. Disponível em: <https://pluris2020.faac.unesp.br/Paper900.pdf>. Acesso em: 8 out. 2023

FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE CULTURA. **Listagem de Bens Tombados em Belo Horizonte**. Belo Horizonte, 10 ago. 2023. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/fundacao-municipal-de-cultura/2023/listagem_bens_tombados_bh_atualizada_10_08_20231.pdf. Acesso em: 22 mar. 2024

GGEOWORLD. **Calculating Visual Exposure**. GeoWorld, 19 fev. 2003. Disponível em: <http://www.innovativegis.com/basis/mapanalysis/topic15/topic15.htm>. Acesso em: 8 out. 2023.

HARDER, I. C.; RIBEIRO, R. DE C. S.; TAVARES, A. R. **Índices de Área Verde e Cobertura Vegetal para as praças do Município de Vinhedo, SP.** Revista *Árvore*, n. 2, p. 277–282, 2006.

INSTITUTO NOSSA BH. **Mapa das desigualdades: Belo Horizonte e Região Metropolitana de Belo Horizonte - 14 Municípios.** [s.l: s.n.].

LO, Ria Hutabarat. **Walkability: What is it?** *Journal of Urbanism*, Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability. 2009. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17549170903092867>. Acesso em 18 mar 2024

MINAS GERAIS. Lei nº 13.960, de 26 de julho de 2001. **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais**, 26 jul. 2001. Disponível em:

<https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/texto/LEI/13960/2001/>. Acesso em 18 mar 2024.

MINAS GERAIS. Lei nº 20.922, de 16 de outubro de 2013. **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais**, 16 out. 2013. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/atividade-parlamentar/leis/legislacao-mineira/lei/texto/print.html?tipo=LEI&num=20922&ano=2013&comp=&cons=1>. Acesso em: 16 mar. 2024

MINAS GERAIS. **Projeto de Lei nº 503/2023, Política Estadual de arborização urbana.** Assembleia Legislativa de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/projetos-de-lei/PL/503/2023>

SOUZA, Marina de Moura. et al. **Arborização Urbana Considerações sobre planejamento, implantação, manejo e gestão.** Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, 2022.

NEVES, Libério. **BH. A cidade de cada um: Santa Tereza.** Belo Horizonte: Conceito, 2010.

OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO. **Relatório de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de Belo Horizonte.** Belo Horizonte, 2022. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/planejamento/planejamento-e-orcamento/Relatorio_ODS_2022.pdf. Acesso em: 18 mar 2024

OBSERVATÓRIO DO MILÊNIO. **Painel de Indicadores ODS**. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/planejamento/planejamento-e-orcamento/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/indicadores-ods>>. Acesso em: 4 mar. 2024b.

PAES, B. R. DOS S.; GARCIA, R. A. **Dinâmica temporal da vegetação urbana com aplicação de NDVI no município de Belo Horizonte - Minas Gerais**. Estudos Geográficos: Belo Horizonte: Revista Eletrônica de Geografia, 27 mar. 2023.

PROJETO MANUELZÃO. **Comam aprova corte de árvores no entorno do Mineirão para realização da Stock Car**. Disponível em: <<https://manuelzao.ufmg.br/comam-aprova-corte-de-arvores-no-entorno-do-mineirao-para-realizacao-da-stock-car/>>. Acesso em: 23 mar. 2024.

SENA, I. S. DE et al. **Metodologia para Análise do Volume Vegetacional e Construído**. Mercator, v. 17, n. 09, p. 1–13, 15 set. 2018.

SENADO FEDERAL. Projeto de Lei nº 3113/2023: Política Nacional de Arborização Urbana. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://legis.senado.gov.br/autenticadoc-legis/3485896131>.

SMMA/GESIA. **Plantio de árvores | Painel de Monitoramento dos plantios decorrentes de compensação ambiental**. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente/indicadores-ambientais-destinacao-de-plantios>>. Acesso em: 23 mar. 2024.

SOUZA, F. J. DE O.; MAGNI, T. **Dossiê para proteção do Conjunto Urbano Bairro Santa Tereza**. [s.l: s.n.].

SPECK, Jeff. **Walkable City: How downtown can save america, one step at a time**. [s.l: s.n.].

SUTTTL, D. DA C.; PAIVA, L. **Urbanismo Caminhável: Experiências da Circulação de Pedestres na Cidade. Em: Cidade de Pedestres**. 1ª Edição ed. [s.l: s.n.]. p. 177–189.

UFMG. **Resolução nº 03/2021, de 16 de março de 2021**. 16 mar. 2021. Disponível em: https://www.ufmg.br/proex/wp-content/uploads/2021/12/RESOLUC%CC%A7A%CC%83O-03_2021-E-REGIMENTO-EECO.pdf. Acesso em: 19 mar. 2024

VICHIATO, Mívia Rosa de Medeiros; VICHIATO, Marcelo. **Reservas Particulares Ecológicas de Belo Horizonte - MG**. Secretaria Municipal de Meio Ambiente, 2021. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/meio-ambiente/rpe_atualizado.pdf. Acesso em: 15 mar. 2024.

WU, Z. et al. **A Survey of the Landscape Visibility Analysis Tools and Technical Improvements**. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 20, n. 3, 1 fev. 2023.