

**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

Isaias Carlos de Azevedo Júnior

**IMPACTO DE PARÂMETROS URBANOS ESPECÍFICOS PARA
IMPULSIONAR CIDADES INTELIGENTES SUSTENTÁVEIS – ESTUDO
DE CASO EM BELO HORIZONTE**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do CEFET-MG como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Raquel Diniz Oliveira
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Flávia Spitale Jacques Poggiali

Belo Horizonte, dezembro de 2022

Isaias Carlos de Azevedo Júnior

**IMPACTO DE PARÂMETROS URBANOS ESPECÍFICOS PARA
IMPULSIONAR CIDADES INTELIGENTES SUSTENTÁVEIS – ESTUDO
DE CASO EM BELO HORIZONTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do CEFET-MG como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Prof^a. Dr^a Raquel Diniz Oliveira

Orientadora

Departamento de Engenharia Civil (DEC)

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)

Prof^a. Dr^a Flávia Spitale Jacques Poggiali

Coorientadora

Departamento de Engenharia Civil (DEC)

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)

Prof^a. Dra Daniela Matschulat Ely

Membro avaliador interno

Departamento de Engenharia Civil (DEC)

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)

Prof. Dr. Rogério Cabral de Azevedo

Membro avaliador interno

Departamento de Engenharia Civil (DEC)

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)

Prof^a. Dr^a Ana Paula Melo

Membro avaliador externo

Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE)

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Prof. Dr. Eduardo Marques Arantes

Membro avaliador externo

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Belo Horizonte, dezembro de 2022

A994i

Azevedo Júnior, Isaias Carlos de

Impacto de parâmetros urbanos específicos para impulsionar cidades inteligentes sustentáveis - estudo de caso em Belo Horizonte / Isaias Carlos de Azevedo Júnior. – 2022.

219 f. : il., gráfs, tabs., fotos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Civil.

Orientadora: Raquel Diniz Oliveira.

Coorientadora: Flávia Spitale Jacques Poggiali

Bibliografia: f. 210-215.

Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Civil

1. Cidades inteligentes – Teses. 2. Desenvolvimento urbano sustentável – Indicativos – Teses. 3. Planejamento urbano – Belo Horizonte (MG) – Teses. I. Oliveira, Raquel Diniz. II. Poggiali, Flávia Spitale Jacques. III. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Civil. IV. Título.

CDD 711.408151

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem Ele, nada seria. Agradeço à minha família, principalmente a meus pais, Isaías e Solange pelo exemplo diário de força, superação e generosidade. Agradeço também à minha esposa Flávia, minha grande incentivadora! À Prof.^a. Dr.^a. Raquel Oliveira, minha orientadora, por abrir meus olhos para oportunidades de estudos e pesquisa, pelo empenho, disponibilidade e por todo o conhecimento compartilhado. À Prof.^a. Dr.^a. Flávia Spitale, minha coorientadora, pelo exemplo, dedicação e por toda a ajuda na elaboração da pesquisa. À Prof.^a. Dr.^a. Daniela Matschulat pelo enriquecimento com observações e sugestões preciosas à elaboração do trabalho. Aos colegas do PIBIC João Lucas e Helena Izumi por todo o suporte e auxílio ao longo deste trabalho. A todos os professores e professoras do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e da Graduação em Engenharia de Produção Civil do CEFET-MG, imprescindíveis ao processo de minha formação profissional. Agradeço aos amigos e colegas de profissão que, por vezes, sem saber, tanto me ensinaram e contribuíram para que chegasse onde jamais sonhei. Por fim, agradeço ao Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET-MG) pelo ensino gratuito e de altíssima qualidade, do qual tive a honra de usufruir, de forma verticalizada desde o ensino médio técnico.

RESUMO

Os administradores públicos, responsáveis pelas atividades de planejamento urbano, enfrentam grandes desafios na busca por organizar, sintetizar e compreender dados coletados e armazenados de forma massiva nas cidades. Tais informações são indispensáveis para a tomada de decisões em áreas-chave que têm grande impacto nas cidades do mundo inteiro. Nesse contexto, o presente trabalho objetivou identificar e analisar parâmetros e indicadores urbanos, prioritários na elaboração de políticas públicas, com o intuito de promover cidades mais sustentáveis e inteligentes. Para tanto, um estudo de caso foi desenvolvido em Belo Horizonte - MG. Os programas elaborados pelo município foram analisados tendo como referência critérios estabelecidos nas normas ISO 37.120/2021, ISO 37.122/2020 e ISO 37.123/2021. Assim, foi elaborado um diagnóstico preliminar com foco na identificação de lacunas e oportunidades de melhorias da cidade. Com base neste diagnóstico foram selecionados grupos de parâmetros e indicadores urbanos. Os dados, obtidos em bases públicas, foram organizados em uma plataforma *WebGIS (Geographic Information System)* para elaboração de planilhas, gráficos e mapas que permitiram sua análise. Posteriormente os parâmetros urbanos foram correlacionados com o desempenho de indicadores estabelecidos pelo município e baseados nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) preconizados pela Organização das Nações Unidas (ONU). Assim, foi possível identificar parâmetros com maior número de correlações fortes frente aos indicadores analisados. Desta forma, foi possível constatar que os aspectos relacionados ao porte, idade e uso das edificações da cidade, além da infraestrutura urbana e da presença de riscos hidrogeológicos, foram os parâmetros com maior influência frente aos indicadores urbanos selecionados. O trabalho também apresenta como contribuição a metodologia utilizada para organização e correlação entre indicadores e parâmetros urbanos por meio de planilhas.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes, Cidades Sustentáveis, Desenvolvimento Urbano, Planejamento Urbano, Indicadores Urbanos, Parâmetros Urbanos.

ABSTRACT

Public administrators, responsible for urban planning activities, face major challenges in the quest to organize, synthesize and understand data collected and stored massively in cities. Such information is indispensable for decision making in key areas that have a major impact on cities around the world. In this context, the present work aimed to identify and analyze urban parameters and indicators, priorities in the elaboration of public policies, with the intention of promoting more sustainable and smart cities. For this purpose, a case study was developed in Belo Horizonte - MG. The programs developed by the municipality were analyzed using as reference the criteria established in the ISO standards 37.120/2021, 37.122/2020 and 37.123/2021. Thus, a preliminary diagnosis was prepared focusing on the identification of gaps and opportunities for improvements in the city. Based on this diagnosis, groups of urban parameters and indicators were selected. The data, obtained from public databases, were organized in a WebGIS (Geographic Information System) platform for the preparation of tables, graphs, and maps that make it possible to analyze them. Therefore, the urban parameters were correlated with the performance of indicators defined by the municipality and based on the Sustainable Development Goals (SDGs) recommended by the United Nations (UN). Thus, it was possible to identify parameters with a higher number of strong correlations to the indicators analyzed. In this way, it was possible to verify that the aspects related to the size, age and use of the city's buildings, besides the urban infrastructure and the presence of hydrogeological risks, were the parameters with the greatest influence in relation to the urban indicators selected. The work also presents as a contribution the methodology used to organize and correlate urban indicators and parameters using spreadsheets.

Key-words: Smart Cities, Sustainable Cities, Urban Development, Urban Planning, Urban Indicators, Urban Parameters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Linha do tempo com a evolução das principais cidades inteligentes.	24
Figura 2: Interação entre normas NBR ISO sobre gestão de cidades.....	34
Figura 3: Fluxograma da Metodologia Proposta.....	43
Figura 4: Área Circunscrita a Avenida do Contorno, Região Centro-Sul de Belo Horizonte	49
Figura 5: Modelo de Cidade Inteligente Armazenada em Plataforma SIG em Nuvem	51
Figura 6: Identificação e seleção de áreas de ação. (Exemplo de matriz para diagnóstico).....	55
Figura 7: Estrutura do Plano Plurianual De Ação Governamental PPAG 2018-2021 de Belo Horizonte.....	56
Figura 8: Análise de dados por meio do <i>software</i> Excel.....	65
Figura 9: Legenda de cores para visualização de correlações fortes.....	66
Figura 10: Contagem do número de correlações fortes com parâmetros para cada indicador.....	66
Figura 11: Comparação entre Indicadores de Cidades Inteligentes / Cidades Sustentáveis / Belo Horizonte	68
Figura 12: Matriz para Diagnóstico e Priorização de Projetos/Identificação de Lacunas dentre os Projetos Transformadores de Belo Horizonte – MG	70
Figura 13: Mapa Cadastro Imobiliário	73
Figura 14: Mapa logradouros.	84
Figura 15: Mapa ciclovias.....	87
Figura 16: Mapa Edificações.....	90
Figura 17: Mapa atividades econômicas.	94
Figura 18: Mapa escolas por regional.	97
Figura 19: Mapa renda por regional.	101
Figura 20: Mapa população por regional.....	106
Figura 21: Mapa pontos de acolhimento social por regional.	108
Figura 22: Mapa pontos de <i>Wi-fi</i> por regional.....	109
Figura 23: Mapa campos de futebol por regional.	111
Figura 24: Mapa desenvolvimento da ocupação e urbanização da cidade.	115

Figura 25: Área urbanizada e ocupação atual (Mancha Urbana 2018).....	116
Figura 26: Mapa cursos d'água por tipo e por regional.....	118
Figura 27: Mapa riscos hidrogeológicos (todos os riscos).....	123
Figura 28: Mapas riscos de contaminação do lençol freático e riscos de erosão e assoreamento.....	123
Figura 29: Mapas riscos escavação e riscos de escorregamento.	124
Figura 30: Mapas de riscos de contaminação do lençol freático e de inundação....	124
Figura 31: Mapa de declividades por regional.....	126
Figura 32: Mapa acidentes ambientais por regional.....	131
Figura 33: Mapa APPs.	134
Figura 34: Mapa Área de especial interesse ambiental.....	136
Figura 35: Mapa sinalização semafórica por regional.	142
Figura 36: Mapa fiscalização eletrônica de trânsito por regional.....	145
Figura 37: Mapa estacionamento rotativo por regional.	147
Figura 38: Mapa pontos de ônibus por regional.	150
Figura 39: Mapa helipontos por regional.....	152
Figura 40: Mapa linha e extensão de metrô.	154
Figura 41: Mapas por tipos e largura de vias por regional.	157
Figura 42: Mapa imóveis tombados por regional.....	159
Figura 43: Mapa unidades de polícia por regional.....	161
Figura 44: Mapa taxa de permeabilidade de projeto por regional.	163
Figura 45: Mapa vilas e favelas por regional.....	165
Figura 46: Mapa obras da prefeitura por estágio e por regional.....	168
Figura 47: Mapa obras da prefeitura por tipo e por regional.....	169
Figura 48: Mapa pontos verdes por regional.....	171
Figura 49: Mapa unidades de saúde por regional.	174
Figura 50: Mapa centralidade por regionais.	176
Figura 51: Área construída por habitante.	192
Figura 52: População atendida por coleta seletiva a porta.....	194
Figura 53: Índice de qualidade de vida urbana.....	196
Figura 54: Indicador proporção do parto normal.	198
Figura 55: Indicador percentual de empresas TIC ativas	200
Figura 56: Indicador razão espaço público aberto x área construída.....	201

Figura 57: Indicador percentual de imóveis com acesso adequado a equipamentos culturais	203
Figura 58: Indicador percentual de viagens em modos coletivos.....	205

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Tipo construtivo de imóveis	75
Gráfico 2: Economias por regional.	77
Gráfico 3: Economias por imóvel.....	77
Gráfico 4: Fração Ideal.....	78
Gráfico 5: Área média dos terrenos por regional.....	78
Gráfico 6: Área média construída por regional.....	79
Gráfico 7: Padrão de acabamento de imóveis.....	80
Gráfico 8: Atendimento detalhado serviços e infraestrutura urbana.....	82
Gráfico 9: Percentual de logradouros com rede de gás.	83
Gráfico 10: Largura média de logradouros por regional.	85
Gráfico 11: Extensão de logradouros por regional.	86
Gráfico 12: Área coberta por logradouros por regional.	86
Gráfico 13: Extensão de ciclovias (m).	88
Gráfico 14: Área média de edificações por regional.....	91
Gráfico 15: Altura média de edificações por regional.	91
Gráfico 16: Altimetria média dos imóveis por regional.	92
Gráfico 17: Atividades econômicas por regional.	95
Gráfico 18: Área média ocupada por empresas, por regional.	95
Gráfico 19: Escolas por regional.	98
Gráfico 20: Renda domiciliar por regional.	100
Gráfico 21: Pessoas registradas CAD Único.....	102
Gráfico 22: Pessoas em situação de rua.....	103
Gráfico 23: População e domicílios por regional.	104
Gráfico 24: Habitantes por domicílio por regional.....	105
Gráfico 25: Habitantes por Km ² por regional.	105
Gráfico 26: Pontos de acolhimento social por regional.	107
Gráfico 27: Pontos de Wi-fi por regional.....	109
Gráfico 28: Campos de futebol por regional.....	110
Gráfico 29: Desenvolvimento da ocupação e urbanização da cidade (km ²).....	113
Gráfico 30: Desenvolvimento da ocupação e urbanização da cidade (% da regional).	114

Gráfico 31: Desenvolvimento da ocupação e urbanização da cidade (n° de bairros).	114
Gráfico 32: Cursos d'água por regional.	117
Gráfico 33: Riscos hidrogeológicos por tipo e por regional.	121
Gráfico 34: Percentual de área regional afetada por riscos hidrogeológicos.	121
Gráfico 35: Distribuição dos riscos totais por regional.	122
Gráfico 36: Declividade média de logradouros por regional.	126
Gráfico 37: Acidentes Ambientais (Tipos de Danos).	129
Gráfico 38: Acidentes Ambientais (Tipos de Eventos).	130
Gráfico 39: Áreas de Preservação Permanente APPs (m²).	133
Gráfico 40: Área de Especial Interesse Ambiental - AEIS (m²)	135
Gráfico 41: Tráfego de veículos (vazão horária em pico, por regional).	138
Gráfico 42: Dispositivos de contagem de veículos por regional.	138
Gráfico 43: Acidentes de trânsito por regional.	140
Gráfico 44: Sinalização semaforica por regional.	141
Gráfico 45: Fiscalização eletrônica de trânsito por regional.	144
Gráfico 46: Estacionamento rotativo por regional.	147
Gráfico 47: Pontos de ônibus por regional.	149
Gráfico 48: Atendimento por linhas de ônibus por regional.	149
Gráfico 49: Helipontos por regional.	151
Gráfico 50: Estações de metrô por regional.	153
Gráfico 51: Extensão de linha de metrô por regional.	154
Gráfico 52: Extensão de vias por tipo e por regional.	156
Gráfico 53: Largura média de vias por regional.	156
Gráfico 54: Imóveis tombados por regional.	158
Gráfico 55: Área de imóveis tombados por regional.	158
Gráfico 56: Unidades de polícia por regional.	160
Gráfico 57: Taxa de permeabilidade de projeto por regional.	162
Gráfico 58: Vilas e favelas por regional.	164
Gráfico 59: percentual de área de vilas e favelas por regional.	165
Gráfico 60: Obras da prefeitura por regional.	167
Gráfico 61: Obras da prefeitura por tipo e por regional.	167
Gráfico 62: Pontos verdes por regional.	170
Gráfico 63: Atendimento hospitalar, por regional.	172

Gráfico 64: Atendimento ambulatorial por regional.	173
Gráfico 65: Centros de saúde por regional.....	173
Gráfico 66: Unidades de Pronto Atendimento por regional.	173
Gráfico 67: Centralidade por regional.....	175

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição de indicadores para cidades sustentáveis	61
Tabela 2: Distribuição de indicadores para cidades Inteligentes.....	61
Tabela 3: Distribuição dos parâmetros (metas, programas e recursos) frente às categorias de impactos de sustentabilidade.....	67
Tabela 4: Tipos construtivos de imóveis.	73
Tabela 5: Uso e ocupação do solo	76
Tabela 6 :Padrão de acabamento de imóveis.	80
Tabela 7: Atendimento serviços e infraestrutura urbana.	81
Tabela 8: Logradouros por regional.	85
Tabela 9: Ciclovias por regional.	88
Tabela 10: Caracterização de edificações por regional.....	90
Tabela 11: Atividades econômicas por regional.	93
Tabela 12: Escolas por tipo e por regional.	96
Tabela 13: Renda por domicílios por regional.....	99
Tabela 14: População registrada no CAD Único.	102
Tabela 15: População em situação de rua.	103
Tabela 16: População por regional.....	104
Tabela 17: Pontos de acolhimento social por regional.....	107
Tabela 18: Pontos de Wi-fi por regional.	108
Tabela 19: Campos de futebol por regional.	110
Tabela 20: Desenvolvimento da ocupação e urbanização da cidade (manchas urbanas históricas).	112
Tabela 21: Cursos d'água por regional.	117
Tabela 22: Riscos de erosão e assoreamento por regional.	119
Tabela 23: Riscos de contaminação do lençol freático por regional.....	119
Tabela 24: Riscos associados a escavações por regional.	119
Tabela 25: Riscos de escorregamento por regional.	120
Tabela 26: Riscos de inundação por regional.	120
Tabela 27: Declividade média de logradouros por regional.	125
Tabela 28: Acidentes ambientais por tipo de danos, por regional.....	128
Tabela 29: Acidentes ambientais, por tipo de evento, por regional.....	129

Tabela 30: Áreas de preservação permanente APPs por regional.....	132
Tabela 31: Área de especial interesse ambiental.....	135
Tabela 32: Tráfego de veículos (vazão horária em pico, por regional).....	137
Tabela 33: Acidentes de trânsito por tipo, por regional.	139
Tabela 34: Sinalização semaforica por regional.....	141
Tabela 35: Fiscalização eletrônica de trânsito por regional.....	143
Tabela 36: Estacionamento rotativo por regional.	146
Tabela 37: Transporte coletivo de ônibus por regional.....	148
Tabela 38: Helipontos por regional.....	151
Tabela 39: Estações de metrô por regional.....	153
Tabela 40: Extensão de linha de metrô por regional.	153
Tabela 41: Extensão de vias por tipo e por regional.	155
Tabela 42: Imóveis tombados por regional.	158
Tabela 43: Unidades de polícia por regional.	160
Tabela 44: Taxa de permeabilidade de projeto por regional.	162
Tabela 45: Vilas e favelas por regional.	164
Tabela 46: Obras da prefeitura por regional.....	166
Tabela 47: Pontos verdes (coleta recicláveis) por regional.	170
Tabela 48: Unidades de saúde por regional.....	172
Tabela 49: Centralidades por regional.	175
Tabela 50: Indicadores regionalizados – ODS	179
Tabela 51: Peso relativo das Variáveis do IQVU.....	186
Tabela 52: Índice de qualidade de vida urbana - IQVU (2016)	187
Tabela 53: Índice de Salubridade Ambiental (2020).....	187
Tabela 54: Lista de grupos de parâmetros.....	188
Tabela 55: Indicadores por Objetivo de Desenvolvimento Sustentável.....	189
Tabela 56: Exemplo de organização dos indicadores e parâmetros para cálculo do fator de correlação.	189
Tabela 57: Indicadores com alto número de correlações fortes com parâmetros. ...	190
Tabela 58: Correlações fortes com indicador área construída por habitante.	191
Tabela 59: Correlações fortes com indicador População atendida por coleta seletiva a porta	193
Tabela 60: Correlações fortes com o Índice de qualidade de vida urbana.....	195
Tabela 61: Correlações fortes com indicador proporção do parto normal.....	197

Tabela 62: Correlações fortes com indicador percentual de empresas TIC ativas..	199
Tabela 63: Correlações fortes com indicador razão espaço público aberto x área construída.....	201
Tabela 64: Correlações fortes com indicador imóveis residenciais com acesso adequado a equipamentos culturais.....	203
Tabela 65: Correlações fortes com indicador percentual de viagens em modos coletivos.	204

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis.....	37
Quadro 2: Grupos de Camadas Disponíveis.....	53
Quadro 3: Temas de sustentabilidade.....	54
Quadro 4: Propósitos de Sustentabilidade	54
Quadro 5: Projetos Estratégicos Previstos no PPAG 2018-2021 de Belo Horizonte.....	57
Quadro 6: Projetos Transformadores de Belo Horizonte, priorizados dentre os Projetos Estratégicos.....	59
Quadro 7: Programa 302 Belo Horizonte - Cidade Inteligente	60

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	19
1.1	PERGUNTA DE PESQUISA.....	20
1.2	OBJETIVOS	20
1.3	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.....	21
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	22
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	23
2.1	CIDADES INTELIGENTES SUSTENTÁVEIS.....	23
2.2	FERRAMENTAS PARA ANÁLISE DE PARÂMETROS URBANOS.....	26
2.3	PESQUISAS CORRELACIONADAS	29
2.4	NORMAS PARA GESTÃO DE CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS.....	34
2.5	OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS).....	36
2.6	CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	38
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
3.1	MATERIAIS	40
3.2	MÉTODO DE ABORDAGEM	41
3.3	MÉTODO DE PROCEDIMENTOS	42
4.	RESULTADOS	67
4.1	ANÁLISE DO PERFIL DE BELO HORIZONTE	67
4.2	ANÁLISE DOS PARÂMETROS URBANOS	71
4.3	INDICADORES URBANOS.....	178
4.4	ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS E INDICADORES URBANOS	187
5.	CONCLUSÕES	207
	REFERÊNCIAS	211
	ANEXOS E APÊNDICES.....	217
	ANEXO A. CAMADAS BHMAP E ARQUIVOS ELETRÔNICOS	218

1. INTRODUÇÃO

O protagonismo e a importância das cidades na história da humanidade nunca foram tão grandes quanto no atual momento em que vivemos. Tais assentamentos, que surgiram a partir do avanço de tecnologias e regras que viabilizaram a permanência e a convivência de grandes grupos de pessoas, tem se mantido em constante evolução por milhares de anos. Atualmente, alguns autores se referem ao século 21 como o século das cidades. Tal importância pode ser evidenciada pelas projeções previstas para as próximas décadas: em 2030, espera-se que 60% da população viva em grandes metrópoles; já em 2050, estima-se que este percentual salte para 75%, podendo chegar a mais de 80% até o final do século. Hoje, em alguns países desenvolvidos, estas taxas de urbanização, já são uma realidade, como por exemplo no caso do Reino Unido (YIGITCANLAR; KAMRUZZAMAN, 2018).

O crescimento exponencial das populações urbanas é um fenômeno importante desta era conhecida como Antropoceno, na qual diversos fenômenos, decorrentes das atividades humanas, tem ocorrido em larga escala (TRAVIS, 2017). Assim, é inevitável que o atual período, fortemente marcado pelos impactos humanos nos ecossistemas, demande grandes esforços para a mudanças de alguns paradigmas.

Desta forma, não é exagero dizer que as cidades estão no centro dos desafios globais, por outro lado, possuem papel importante e decisivo em suas soluções. Ao ocupar apenas 3% da superfície terrestre, impulsionam fortemente o crescimento econômico com 80% do PIB (Produto Interno Bruto) global, entretanto, são responsáveis pela emissão de 75% dos gases de efeito estufa (KANKAALA *et al.*, 2018). Assim, fica claro que as mudanças em âmbito local têm maior potencial para resolver esses grandes desafios por meio da inovação focada no aumento da eficiência dos processos urbanos. Neste sentido, as demandas pela quebra de paradigmas relacionados a sustentabilidade das cidades foram recentemente incluídas nos principais acordos internacionais, dentre os quais se destacam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a Nova Agenda Urbana fomentados pela Organização das Nações Unidas.

O desenvolvimento tecnológico para tratar as demandas relacionadas a evolução do ambiente urbano tem se acelerado com soluções em energias sustentáveis, tecnologias de construção, *IoT* (*Internet of Things*), sensores, mobilidade, robótica e

diversas fontes de dados (ZANELLA *et al.*, 2014). A partir do desenvolvimento e da disseminação destas novas tecnologias passou a ser produzido um grande volume de informações que, em grande parte, ainda são desperdiçadas ou subutilizadas (DOLD; GROOPMAN, 2017). Desta forma, a classificação de informações e parâmetros urbanos relevantes para a análise das cidades tem grande potencial para contribuir com o planejamento de políticas públicas mais eficazes.

1.1 PERGUNTA DE PESQUISA

Dentre os principais parâmetros urbanos, quais devem ter acompanhamento prioritário para orientar políticas públicas com o objetivo de tornar uma cidade inteligente e sustentável?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

Identificar, dentro do contexto da cidade selecionada, parâmetros urbanos com maior potencial para contribuir com o desenvolvimento de cidades inteligentes e sustentáveis.

1.2.2. Objetivos Específicos

Para atender o objetivo principal será necessário o cumprimento dos objetivos específicos abaixo propostos.

- a) Identificar e realizar levantamento quantitativo acerca de dados referentes a infraestrutura e parâmetros urbanos na cidade selecionada;
- b) Consolidar o desempenho dos indicadores regionalizados desenvolvidos pela administração da cidade com base nas normas ISO 37.120/2021, ISO 37.122/2020 e ISO 37.123/2021;
- c) Mensurar o desempenho de sub-regiões da cidade frente a estes indicadores e parâmetros urbanos;
- d) Analisar o atual estágio de desenvolvimento da cidade selecionada frente aos critérios previstos na norma ISO 37.101/2017 - *Sustainable Cities and Communities*, utilizados para classificação de cidades inteligentes;
- e) Analisar a correlação entre indicadores regionais e parâmetros urbanos;
- f) Analisar a relação entre o desempenho dos indicadores regionalizados e os parâmetros urbanos analisados;

- g) Identificar parâmetros e indicadores com maior potencial para estudos com foco no aprimoramento de políticas públicas na cidade selecionada.

1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

No Brasil, mais da metade da população vive em 6% do território nacional. Apenas 17 municípios, dentre 5.570, concentram uma população de 46,38 milhões de pessoas, ou seja 21,9% dos brasileiros, de um total de 211,8 milhões de habitantes (GUIMAR; SZPIZ, 2020). Desta forma, o ambiente urbano brasileiro, bem como sua tendência de crescimento, precisa ser compreendido para que ações e políticas públicas sejam cada vez mais assertivas e proporcionem o desenvolvimento e o aperfeiçoamento do uso e ocupação destes espaços. Sendo assim, pesquisas que contribuam para a consolidação do conhecimento sobre o desempenho de processos das cidades possuem potencial para alcançar a maior fatia da população brasileira com medidas que contribuam, efetivamente, para a melhoria de sua qualidade de vida.

A pesquisa é também oportuna uma vez que o Brasil passa pelo momento de implementação, avaliação e aprimoramento de métodos de coleta, armazenamento e processamento de dados urbanos, além do início da estruturação e operação da rede móvel 5G, tecnologia importante para a disseminação no uso de dispositivos IoT.

Atualmente é viável e, relativamente barato, captar, perceber e acompanhar diversas variáveis por meio de sensores, *softwares* e plataformas digitais. O uso destas tecnologias requer coordenação e sincronização de diversos sistemas, bancos de dados, dispositivos, ambientes, processos de trabalho e usuários. Neste contexto, têm sido empregados, na administração pública de diversas cidades, sensores, tecnologia robótica, câmeras, aprendizado de máquina, criptografia, computação em nuvem e inteligência artificial (FRAGA-LAMAS; FERNÁNDEZ-CARAMÉS; CASTEDO, 2017).

Apesar do grande volume de dados produzidos por meio destas novas tecnologias e dispositivos, estima-se que cerca de 80-90% das informações coletadas, processadas e armazenadas, não sejam realmente utilizadas (DOLD; GROOPMAN, 2017). Dentro deste contexto, o trabalho proposto aborda um assunto relevante. Além disso trata de analisar e classificar indicadores e parâmetros urbanos de acordo com seu impacto, podendo contribuir para análises mais assertivas deste ambiente por meio da metodologia prevista nas normas ISO 37.120/2021, ISO 37.122/2020 e ISO 37.123/2021. Desta forma, classificar e priorizar informações relevantes para a análise

urbanística, além de contribuir para um melhor planejamento e para melhores decisões, possui uma série de efeitos positivos na otimização de recursos, contribuindo com a melhoria da velocidade de transmissão de dados, aumento da segurança, redução de possibilidade de falhas de conexão, entre outros.

O presente estudo pode contribuir para o aperfeiçoamento das metodologias de avaliação e diagnóstico de problemas urbanos, por meio da análise de dados, parâmetros e indicadores. Trata-se de uma proposta de estudo exploratório no sentido de identificar padrões e parâmetros que possam estar relacionados a fatores como infraestrutura existente, disposição do uso e ocupação do solo, aspectos ambientais e sociais, atividades econômicas, entre outros.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi organizado em 5 capítulos, que consistem em:

Capítulo 1 – Introdução: Neste capítulo é apresentada uma breve contextualização do tema proposto e a pergunta de pesquisa. Além disso, são descritos os objetivos (geral e específicos), bem como a relevância e a justificativa para realização do estudo;

Capítulo 2 – Fundamentação Teórica: Neste capítulo apresenta-se a revisão teórica sobre o tema da pesquisa, abordando o histórico do conceito de cidades inteligentes sustentáveis e as principais ferramentas para análise de parâmetros urbanos. Também são apresentadas algumas pesquisas relacionadas ao tema proposto.

Capítulo 3 – Materiais e métodos: Neste capítulo é descrito o método empregado para o desenvolvimento da presente pesquisa, além da especificação dos materiais e equipamentos que foram utilizados;

Capítulo 4 – Resultados: Neste capítulo apresenta-se os resultados obtidos por meio de revisão de literatura e da pesquisa realizada;

Capítulo 5 – Conclusões: Neste capítulo foram apresentadas as conclusões obtidas por meio do estudo, bem como sugestões para trabalhos futuros;

Ao final, após a apresentação dos cinco capítulos, é apresentada a lista de referências bibliográficas utilizadas para fundamentar a pesquisa e apêndices.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentadas informações que compõem o arcabouço necessário para o entendimento e a contextualização da pesquisa. Tais informações são referentes ao histórico do tema tratado neste trabalho, bem como seu estágio atual, e são provenientes de artigos científicos e de publicações de órgãos governamentais. As informações apresentadas neste capítulo foram coletadas por meio de revisão da literatura e proporcionaram a elaboração do estado da arte desta pesquisa. São abordados conceitos envolvendo cidades inteligentes, sustentabilidade e infraestrutura urbana, bem como parâmetros e indicadores das cidades para guiar e prover o necessário suporte teórico para a pesquisa.

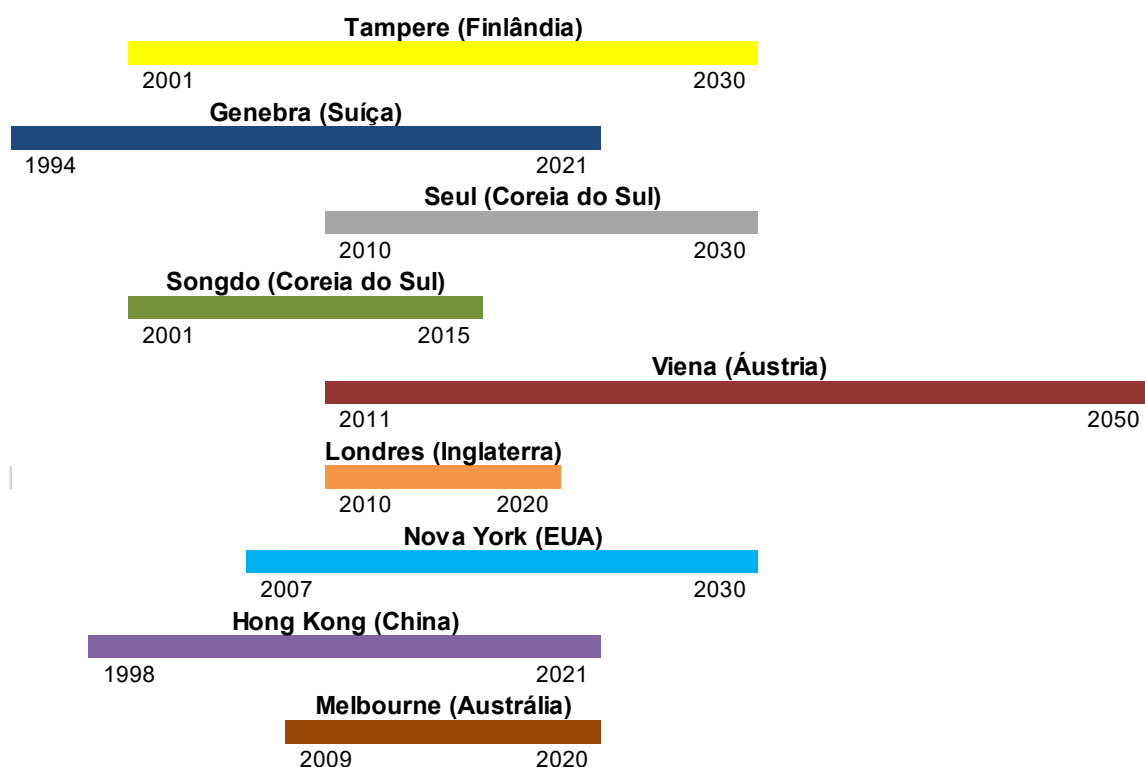
2.1 CIDADES INTELIGENTES SUSTENTÁVEIS

A partir do rápido desenvolvimento de diversas tecnologias, sobretudo as relacionadas a sistemas de informação, infraestrutura, aumento da capacidade de *hardware*, armazenamento e análise de dados, foi possível viabilizar a coleta e tratamento de diversas informações geradas pelos processos das cidades. Com base nestes avanços tecnológicos, passou a ser possível uma análise mais completa e holística de diversos problemas, permitindo estudos com foco na otimização de diversos processos, impactando diretamente a vida e o bem-estar nas cidades (STADLER, 2013).

Neste contexto surge no final da década de 1990 o conceito de *Smart Cities*, ou em português: cidades inteligentes. Nesta época, de forma pioneira, Genebra/Suíça, Tampere/Finlândia, Hong Kong/China e Cingapura já davam os primeiros passos no desenvolvimento de tecnologia da informação, com foco em aumentar sua competitividade econômica associada a indicadores de bem-estar social e sustentabilidade (MOUSAVI; MCGRIL; VARADAN, 2017). Na Figura 1, é apresentado um diagrama, que demonstra a linha do tempo e a projeção do progresso esperado para algumas das principais cidades inteligentes no mundo, o cronograma foi elaborado por Kankaala *et al.*, (2018) de acordo com as evidências coletadas em sua pesquisa. Nota-se que a maioria das iniciativas e programas com foco no desenvolvimento de cidades inteligentes começa no final da década de 2000, com exceção de Genebra que já em 1994 dava seus primeiros passos na criação de uma rede que conectava, inicialmente, governo local e organizações internacionais. Os

cronogramas listados e confirmados por evidências coletadas pelo estudo desenvolvido por Kankaala *et al.*, (2018) coincidem e reforçam a adesão das cidades de países desenvolvidos à conhecida agenda 2030 promovida pela ONU.

Figura 1: Linha do tempo com a evolução das principais cidades inteligentes.



Fonte: Adaptado de Anthopoulos, (2017).

O conceito de cidades inteligentes tem sido relacionado de forma superficial apenas à automação de processos e a interconectividade de sistemas, infraestruturas e informações municipais. Ocorre que o conceito é muito mais amplo e está associado à um futuro urbano sustentável e habitável e, portanto, não pode ser visto como um modelo simples e fragmentado (YIGITCANLAR *et al.*, 2018).

Há várias definições existentes na literatura sobre o conceito *smart city*. Entretanto, pode-se consolidar o termo relacionando-o a três principais fatores, comuns a diversos conceitos: (i) eficácia nos serviços públicos e privados, (ii) melhoria da qualidade do meio ambiente e (iii) inovação e tecnologia. Tais fatores devem estar alinhados a metas que possam melhorar as condições de vida dos cidadãos, baseados nos seguintes indicadores: (a) uso de recursos naturais e energia; (b) transporte e

mobilidade; (c) estrutura inteligente; (d) qualidade de vida; (e) governança e; (d) desenvolvimento econômico e social (CHAMOSO *et al.*, 2018).

O significado do termo cidade inteligente está em constante evolução, bem como o contexto em que se insere. Uma cidade inteligente conecta capital humano e social com infraestruturas de Tecnologia da Informação (TIC), a fim de abordar questões públicas e alcançar um desenvolvimento sustentável, fornecendo serviços urbanos novos e inovadores e aumentando a qualidade de vida de seus cidadãos. Trata-se de uma concentração de pessoas e dispositivos, que geram dados, produzidos por cidadãos e processos e, que devem ter como objetivo central a busca pelo progresso ambiental, social e econômico das cidades. A União Europeia reconhece que as cidades inteligentes devem estar aptas a oferecer uma infraestrutura mais inteligente e eficiente, composta por redes de transporte urbano, abastecimento de água, coleta e tratamento de resíduos, iluminação pública, dentre outras. Também deve englobar uma administração pública mais ágil e conectada, além de disponibilizar espaços públicos mais seguros que possam atender às necessidades de uma população que envelhece (FERRARIS; BELYAEVA; BRESCIANI, 2020).

Apesar da inegável necessidade de se dotar o ambiente urbano com uma boa infraestrutura tecnológica, a cidade deve seguir um planejamento sustentável, com a previsão de espaços de convivência abertos e garantir a sensação de bem-estar a seus cidadãos. Desta forma será uma cidade inteligente referência em coesão social, habitabilidade e sustentabilidade (BIBRI, 2021).

Por outro lado, a literatura tende a ressaltar a inteligência das cidades como conectividade e inovação, principalmente com base nas Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC. De acordo com Anthopoulos (2017) pesquisas com foco no desenvolvimento da inovação urbana podem contribuir para manter uma cidade em condições habitáveis. Além disso, uma cidade inteligente e sustentável tende a possuir maior potencial para aumento de sua capacidade econômica local, independentemente de seu porte.

Entretanto, uma cidade pode ser considerada inteligente mesmo que não tenha serviços baseados em TIC, caso consiga atender às necessidades locais com inteligência. No entanto, o paradoxo é que a maioria dos estudos desenvolvidos acerca do tema ressaltam o padrão dessa inteligência baseada nas TIC, embora abordem indicadores de desempenho que meçam todos os tipos de parâmetros urbanos (FERRARIS; BELYAEVA; BRESCIANI, 2020).

O conceito de cidade inteligente também leva em consideração a preparação do ambiente urbano para os impactos relacionados às mudanças climáticas, fazendo uso das tecnologias digitais para aperfeiçoar o planejamento urbano, e reduzir as emissões na cidade (HÄMÄLÄINEN, 2020). Desta forma, pode-se dizer que o termo cidade inteligente também deve estar intrinsecamente relacionado ao conceito de cidade resiliente e, sobretudo, sustentável. Atributos relacionados à cultura, mobilidade acessibilidade, iluminação pública, segurança, saúde, energia, água tratada, saneamento e internet fazem parte deste universo otimizado dentro das cidades inteligentes sustentáveis (PARLINA; RAMLI; MURFI, 2021).

O desenvolvimento de uma cidade inteligente envolve processos técnicos, sociais e políticos. Algumas das soluções mais promissoras envolvem mudanças sustentáveis em grande escala na infraestrutura e nos subsistemas que atualmente suportam a vida urbana. Assim, é improvável que a adoção destas soluções evolua de forma linear, do desenvolvimento à implementação, porque há muitas dimensões sociais que precisam evoluir de forma integrada e simultânea para atender às novas necessidades, tais como: regras legais, necessidades de planejamento e práticas sociais e ambientais (FERRARIS; BELYAEVA; BRESCIANI, 2020).

No Brasil, assim como na maioria dos países em desenvolvimento, as cidades ainda não são dotadas de infraestrutura adequada que garanta a seus habitantes, em um nível minimamente aceitável, o suprimento de necessidades básicas tais como segurança, acesso a água tratada e saneamento. Neste contexto, a evolução destas cidades, dentro do conceito de *Smart Cities*, parece um desafio distante e inalcançável, viável apenas para cidades de países desenvolvidos. Entretanto, existem três principais tipos de indutores de cidades inteligentes, que estão ao alcance de todas as cidades, sendo estes: comunidade, tecnologia e políticas públicas, os quais visam melhorar os resultados de cinco indicadores: produtividade, sustentabilidade, acessibilidade, bem-estar, habitabilidade e governança. Desta forma os indicadores e parâmetros urbanos, devem ser vistos como os balizadores para o desenvolvimento de uma cidade inteligente e sustentável (TAN; TAEIHAGH, 2020).

2.2 FERRAMENTAS PARA ANÁLISE DE PARÂMETROS URBANOS

2.1.1. Modelagem

Na busca por um processo de melhoria contínua das cidades, uma das metodologias que possui potencial para contribuir é a modelagem digital de

construções, mais conhecida como *Building Information Modelling – BIM*. Desenvolvida inicialmente para a gestão de projetos de engenharia, a metodologia permite que diversos atores e partes interessadas possam compartilhar e atualizar informações, bem como construir e operar modelos tridimensionais de forma integrada em uma plataforma única (ARCURI *et al.*, 2020).

Tal metodologia, se utilizada e implementada de maneira ampla, associada a uma base de dados georreferenciada, permite o gerenciamento de informações relevantes, obtidas por sensores, propiciando análises holísticas do comportamento orgânico das cidades, oferecendo aos seus administradores a possibilidade de melhor julgamento de vários cenários e tomada de decisões assertivas e bem embasadas nos diversos aspectos envolvidos. Neste contexto a técnica passou a ser conhecida como *City Information Modeling – CIM* (FALTEJSEK; KOCUROVA, 2020).

A aplicação da metodologia CIM, que é baseada em sistemas de modelagem georreferenciados, é de fundamental importância para o entendimento e compreensão dos indicadores e parâmetros mensuráveis, que devem nortear diagnósticos das cidades e a elaboração das mais diversas políticas públicas urbanas (RAMLEE *et al.*, 2019).

Um modelo digital de cidade deve descrever a geometria e a estrutura de uma cidade. Tal modelo, normalmente, consiste na combinação de dados semânticos com dados geométricos de objetos urbanos. Esses modelos podem ser construídos por meio de reconstrução digital tridimensional (3D) e integração de dados, tais como mesclagem de fotogrametria com escaneamento a laser, dados geográficos e coordenadas de sistemas de informações georreferenciadas, além de atributos que disponibilizem informações relevantes. Os modelos de cidades podem ser utilizados em tarefas relacionadas ao planejamento urbano, embasando tomadas de decisões estratégicas e operacionais. Além disso podem ser vistos como facilitadores no desenvolvimento urbano rumo ao patamar de cidade inteligente sustentável, funcionando como uma plataforma que permite a cooperação e a gestão integrada de diversos serviços. Com os avanços nas ferramentas e nos processos de aquisição de dados, os modelos 3D de cidades se tornaram ativos mais acessíveis. Estima-se já haver mais de mil modelos de cidades em todo o mundo (JULIN *et al.*, 2018).

A modelagem de todas as edificações e estruturas de uma cidade proporciona uma plataforma completa com informações relevantes e úteis. Entretanto a tarefa de

modelagem, ou construção digital, destas estruturas é um trabalho complexo, caro e demorado.

Diversas tecnologias e ferramentas têm sido desenvolvidas, de forma convergente, permitindo que as cidades possam monitorar sua infraestrutura, captando e percebendo melhor a realidade física em campo por meio de *softwares* e plataformas digitais. As necessidades de melhor desempenho, agilidade, confiabilidade e segurança tem norteado o desenvolvimento destas ferramentas de forma que a gestão de dados possa contribuir, não só para o monitoramento de ativos, mas também para a realização de análises estratégicas de longo prazo, bem como para a tomada de decisões em tempo real. O uso destas tecnologias requer coordenação e sincronização de diversos sistemas, bancos de dados, dispositivos, ambientes, processos de trabalho e usuários. Neste contexto, têm sido empregados, de forma interconectada, sensores, robótica, câmeras, aprendizado de máquina, criptografia, computação em nuvem e inteligência artificial (FRAGA-LAMAS *et al.*, 2017).

2.1.2. Classificação de Cidades

A análise ampliada dos parâmetros e indicadores urbanos georreferenciados, tem sido viabilizada também por técnicas de classificação de cidades, também conhecidas como *benchmarking* ou análise de *rating*. Para tanto, a comparação quantitativa entre diferentes cidades tem sido desenvolvida por diversas organizações. Neste sentido foi identificado o uso de conjuntos de múltiplos indicadores, por meio dos quais pode ser apurado um índice que indique o nível de desenvolvimento urbano inteligente que permita a comparação de cidades (VANOLO, 2014).

Embora a análise de métricas para avaliação do desempenho de cidades seja útil e relevante para formuladores de políticas públicas e planejadores urbanos, existem limitações acerca desta comparação direta entre cidades. A criação de um *ranking*, atribuindo uma posição diferente a cada cidade pode distorcer realidades e induzir a diagnósticos equivocados. Por outro lado, tal situação transforma as especificidades das múltiplas dinâmicas urbanas em unidades mensuráveis que, quando consolidadas, produzem novas e específicas formas de tratar problemas internos e buscar soluções (TARIQ; HUSSEIN; MUTTIL, 2021).

Tal tipo de *ranking* é empregado como uma ferramenta pela qual os espaços urbanos podem ser padronizados e comparados, neste sentido existem modelos adequados para avaliar e comparar diferentes portes de cidades (BENAMROU *et al.*, 2016). O conceito de comparação entre cidades inteligentes é muito popular na

Europa por uma combinação de vários fatores, dentre os quais se destacam: a distribuição de recursos financeiros da União Europeia para financiar a reestruturação de cidades; a atração de investimentos privados; a construção de uma retórica sobre o emprego e desenvolvimento de cunho tecnológico; e a imagem de cidades limpas, habitáveis, avançadas sob todos os aspectos e prósperas. Neste sentido, pode-se dizer que é importante avaliar, criticamente, toda e qualquer metodologia que compara o desempenho de cidades. Ou seja, é necessário verificar se o foco proposto por determinada técnica não ressalta, de forma desproporcional, atributos específicos e, conseqüentemente, sobrevaloriza o nome e a marca de determinadas cidades (VANOLO, 2014).

Desta forma, é imprescindível que os indicadores e parâmetros urbanos apurados e analisados sejam escolhidos de forma a refletir projetos específicos e focados na construção, melhoria e evolução das cidades, contribuindo assim para a um ambiente urbano sustentável e que retroalimente um círculo virtuoso sob os aspectos econômicos, sociais e ambientais. Cabe ressaltar ainda que a comparação entre cidades pode ser considerada uma análise válida e útil, entretanto, no contexto brasileiro, no qual verifica-se grande desigualdade social em um mesmo ambiente urbano, a comparação entre regiões de uma mesma cidade pode apresentar bons resultados.

2.3 PESQUISAS CORRELACIONADAS

Diversos pesquisadores têm se dedicado ao estudo do impacto de parâmetros urbanos frente aos novos desafios apresentados às cidades. Neste sentido, várias pesquisas, assim como o presente trabalho, abordam as tecnologias e metodologias que possam ser utilizadas para fomentar a eficiência, inteligência e sustentabilidade das cidades.

No trabalho desenvolvido por Adachi *et al.* (2014) foi realizada a análise de um dos principais desafios enfrentados por grandes metrópoles: a formação de ilhas de calor. O estudo teve como cenário a cidade de Tóquio/Japão e correlacionou a densidade demográfica da cidade aos efeitos de ilhas de calor. As ilhas de calor são fenômenos urbanos que acarretam o aumento de temperatura em determinadas regiões das cidades, podendo causar problemas relacionados à saúde pública, bem-estar e ao aumento de consumo de energia. Para o desenvolvimento da pesquisa os autores modelaram a cidade com uso de dados provenientes de levantamentos tributários

(área útil de edificações), censitários e de demais informações provenientes de outros levantamentos que a cidade possuía. Também foi realizado um inventário completo de emissões de dióxido de carbono. A análise comparativa foi realizada com a elaboração de três modelos: um com a população distribuída de forma dispersa, outro com a população mais adensada e, um terceiro modelo, com a distribuição real da população na cidade. Ao final, os autores concluíram que, na média, há um aumento na temperatura da região metropolitana quando considerado o cenário com a população dispersa e há uma redução quando considerado o cenário com a população adensada. Entretanto, em uma análise que leve em consideração apenas os impactos na região central da cidade ocorrem o agravamento do efeito decorrente da formação de ilhas de calor em um cenário com a população mais concentrada. Neste sentido, a investigação científica desenvolvida pela análise de parâmetros urbanos de Tóquio se mostrou muito útil ao estabelecer relações entre causa e efeito do problema das altas temperaturas na cidade, bem como de elencar sugestões para tratamento deste problema local (ilhas de calor), bem como de um problema global (aquecimento global).

Kyba *et al.* (2021) avaliaram a eficiência da iluminação pública da cidade de Tucson/EUA. Neste estudo, foram analisadas as contribuições luminosas de outras fontes que se sobrepõe a estrutura pública, tais como lâmpadas, telas e painéis existentes na cidade. Foram utilizadas as informações georreferenciadas da estrutura da iluminação pública e, posteriormente, os dados foram comparados com parâmetros urbanos e imagens noturnas obtidas por satélites. Para a realização do estudo foi utilizada a infraestrutura de cidade inteligente relacionada ao sistema de iluminação, que consiste em um sistema de monitoramento de consumo de energia e controle de luminosidade de cada lâmpada em tempo real. Por meio das análises foi possível propor uma operação mais eficiente da infraestrutura de iluminação pública, com menor consumo de energia, contribuindo para redução de custos e impactos ambientais decorrentes da iluminação artificial.

No trabalho desenvolvido por Wilson e Chakraborty (2019) foi proposta a avaliação do papel da tecnologia na melhoria da governança e dos serviços públicos em uma cidade inteligente. O cenário escolhido para o desenvolvimento da pesquisa foi a cidade de Chicago/EUA, selecionada por possuir uma base de informações robusta. Ao analisar as bases de dados da cidade, os autores concluem que a disseminação da tecnologia de compartilhamento de dados que fomenta a participação dos cidadãos

tem grande impacto na formação e manutenção de ecossistemas de informações abertas. Os autores concluem que tais tecnologias, conhecidas como cívicas, quando utilizadas de forma bidirecional (cidadãos e governo), se tornam ferramentas extremamente úteis para a elaboração e o aperfeiçoamento do planejamento urbano em uma cidade inteligente.

Poslonec-Petri *et al.* (2016) elaboraram um mapa georreferenciado de ruído na cidade de Zagreb/Croácia que, desde 2012, participa de um projeto de pesquisa para coleta de dados interoperáveis para cidades inteligentes em plataforma aberta. Os pesquisadores aproveitaram a plataforma existente, que já é utilizada para coleta e compartilhamento de dados relacionados à otimização do consumo de energia na cidade e que também possibilita monitorar outras variáveis do ambiente urbano. O trabalho consistiu em elaborar um mapa dinâmico do ruído na cidade. Para consolidação dos dados os cidadãos tiveram papel fundamental, pois seus telefones celulares foram utilizados como sensores distribuídos pela cidade. Por meio destes aparelhos foi possível efetuar medições dos níveis de ruído com uso de um aplicativo desenvolvido para efetuar as medições e enviá-las à plataforma. Os resultados permitiram conhecer melhor as fontes de ruídos e a elaboração de um diagnóstico e de proposição de medidas mitigadoras de ruído.

Güney (2016) buscou avaliar os desafios na elaboração de modelos tridimensionais de cidades para o desenvolvimento de cidades mais inteligentes. Neste sentido sua pesquisa concluiu que ainda é necessário aprimorar as plataformas GIS existentes, para que seja possível uma abordagem mais completa e holística viabilizando a análise e o monitoramento de cidades inteligentes. Ainda assim, diversas pesquisas têm se empenhado na elaboração de modelos de cidades em bases GIS e obtido bons resultados.

Em contrapartida, Ramlee *et al.*, (2019) desenvolveu um projeto piloto de modelagem tridimensional de cidades por meio do *software WebGIS* QGIS. A pesquisa, apesar de se limitar a análise da área de um campus universitário, obteve bons resultados, indicando que os modelos tridimensionais são ferramentas confiáveis para gerenciar a consulta de dados espaciais e visualizar os atributos de edifícios, infraestrutura urbana e instalações.

Fernández Moniz *et al.* (2020) trabalharam na elaboração de uma solução baseada em software tipo GIS para uma gestão mais eficiente da infraestrutura urbana de abastecimento de água potável da cidade de Las Palmas/Espanha. O sistema foi

totalmente desenvolvido em software de código aberto, de licença pública. O trabalho desenvolvido permitiu a elaboração de um modelo de dados específico, com funcionalidades que proporcionaram à cidade monitorar e validar dados relacionados à rede de distribuição de água, além de simular a operação do sistema, bem como de acessar dados históricos relacionados a interrupção e cortes no abastecimento. O sistema adotado pela empresa responsável pelo abastecimento de água beneficiou a cidade como um todo, uma vez que possibilitou que o banco de dados com a documentação da rede estivesse acessível em formato intercambiável para empresas e órgãos públicos que possuem interface com a infraestrutura de água. Desta forma, os autores concluíram que o novo sistema de gestão e monitoramento contribuiu, dentro de seus objetivos, com o desenvolvimento sustentável de uma cidade inteligente.

O trabalho desenvolvido por Murshed *et al.* (2018) também apresenta uma ferramenta baseada em *WebGIS*, de código aberto, para visualização dinâmica de dados geoespaciais tridimensionais com o objetivo de melhorar a tomada de decisões na gestão de uma cidade inteligente. O modelo proposto permitiu a integração de diversos resultados de simulação geoespacial, permitindo assim que usuários de diferentes empresas e órgãos públicos possam utilizá-los de forma interativa e satisfatória em atividades de simulação e planejamento dos processos urbanos.

Bhattacharya e Painho (2017) modelaram um sistema automatizado para análise de cidades inteligentes com uso de sensores conectados à *internet*. A pesquisa fez uso de um sistema de análise de eventos georreferenciados, integrado, independente e automatizado, disponibilizando dados geoespaciais em uma plataforma comum. Ao integrar dados provenientes de sensores com infraestruturas de dados espaciais os autores conseguiram conhecer de forma mais abrangente os processos urbanos e sua relação. Neste sentido, o projeto proporcionou uma plataforma acessível que permite a análise, em tempo real, do ambiente e o mapeamento de informações capturadas para a tomada de melhores decisões para a sociedade.

Já o trabalho desenvolvido por Casella *et al.* (2016) apresenta uma nova metodologia desenvolvida para cálculo automatizado de um índice que avalia o grau de permeabilidade do solo urbano. O índice estudado é um dos parâmetros urbanos que pode indicar, sob um ponto de vista específico, o quanto uma cidade é sustentável. A técnica atualmente utilizada é baseada na construção manual de mapas com uso de ortofotos existentes e imagens digitalizadas como suporte.

Entretanto, trata-se de um método caro, demorado e sujeito a erros de interpretação. A nova técnica se baseia no uso da cartografia digital e na aplicação de técnicas de geoprocessamento, sendo, portanto, uma apuração automatizada e mais precisa. O cenário para a elaboração do estudo de caso foi a cidade de Pavia/Itália, onde foram realizados testes e a validação da metodologia desenvolvida, por comparação com 12 áreas de teste levantadas manualmente, as quais corresponderam a 5% das áreas edificadas do município.

Gorički *et al.* (2017) avaliaram atributos geométricos e semânticos de uma cidade e de suas edificações de forma a elaborar um modelo de cidade com foco em analisar o potencial de geração fotovoltaica urbana. O estudo contribuiu com a eficiência energética urbana e tem potencial para colaborar com a promoção da sustentabilidade de cidades inteligentes. A pesquisa trata da elaboração de uma análise do potencial solar de uma área piloto em Krapina/Croácia por meio do modelo digital de superfície e com base nos dados disponíveis no Serviço Meteorológico e Hidrológico da República da Croácia. Os autores concluíram que é viável a instalação de uma área média de 19,6m² de painéis solares por domicílio, o que poderia conferir a autossuficiência das necessidades energéticas das residências existentes na região analisada.

O trabalho desenvolvido por Persai e Katiyar (2018) consistiu em consolidar e analisar informações de infraestrutura urbana da cidade de Bopal/Índia. Foram analisados em uma plataforma do tipo *WebGIS* ativos que compõem redes de água, energia, telecomunicações, mobilidade, transporte, áreas verdes e segurança. A pesquisa identificou e classificou áreas prioritárias para serem consideradas no planejamento urbano. Foram realizadas análises geoestatísticas e atribuídos pesos a indicadores e parâmetros urbanos. Os resultados obtidos indicaram que vários parâmetros relacionados ao planejamento de cidades inteligentes podem ser analisados de forma mais eficiente por meio da metodologia de priorização com uso de plataformas GIS.

Sejati *et al.* (2020) também ressaltaram a utilidade, confiabilidade e a praticidade na análise de parâmetros urbanos por meio do uso de plataformas e aplicações Web GIS. Os resultados da pesquisa indicaram que sistemas GIS podem ser utilizados especialmente para a elaboração de políticas de planejamento de uso e ocupação do solo urbano. De acordo com os pesquisadores, a consolidação de dados urbanos neste tipo de plataforma pode contribuir de forma relevante para o monitoramento do

uso da terra com base no princípio da divulgação e transparência de informações no contexto de cidades inteligentes e governança inteligente.

2.4 NORMAS PARA GESTÃO DE CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS

As principais normas NBR ISO, referências sobre o desenvolvimento sustentável de comunidades e cidades, são: 37.101/2017 (Sistema de gestão para desenvolvimento sustentável — Requisitos com orientações para uso); 37.120/2021 (Indicadores de serviços municipais e qualidade de vida); 37.122/2020 (Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para Cidades Inteligentes) e 37.123/2021 (Cidades e Comunidades Sustentáveis – Indicadores para Cidades Resilientes). Estas normas fazem parte de um conjunto de normas internacionais, traduzidas por comissão da ABNT, para aplicação no Brasil. Tais normas tem como um de seus objetivos principais orientar a estruturação de um sistema de gestão sustentável com indicadores relevantes e adequados a realidade específica de cidades de diversos portes. Tais indicadores devem ser concebidos para que sejam desdobrados em metas que visem permitir a evolução de cidades mais inteligentes, sustentáveis e resilientes. A interligação do conteúdo das normas pode ser melhor entendida observando a Figura 2: Interação entre normas NBR ISO sobre gestão de cidades.

Figura 2: Interação entre normas NBR ISO sobre gestão de cidades.



Fonte: Adaptado de Takiya *et al.*, (2022).

A norma NBR ISO 37.101/2017 (Desenvolvimento sustentável de comunidades — Sistema de gestão para desenvolvimento sustentável — Requisitos com orientações para uso) é a versão traduzida para o português da norma técnica internacional de

mesma numeração e conteúdo. O escopo desta norma estabelece, em linhas gerais, uma abordagem holística para construção de requisitos de um sistema de gestão de sustentável em comunidade. Tal norma se aplica as cidades e comunidades fornecendo orientações para a construção de um sistema de gestão com foco na melhoria e promoção da inteligência, resiliência e sustentabilidade. As normas não estabelecem valores de referência ou níveis de desempenho, seu escopo consiste principalmente em orientar as principais etapas para a construção de indicadores, organização e estruturação de um sistema de gestão de acordo com quatro níveis de maturidade e desenvolvimento (ABNT, 2017).

Já a norma ISO 37120/2021 (Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores de serviços municipais e qualidade de vida); também traduzida para o português por uma comissão da ABNT, estabelece parâmetros, diretrizes e indicadores relacionados a sustentabilidade, para aferir o desempenho de serviços urbanos e qualidade de vida. A metodologia prevista nesta norma pode ser utilizada para medir o desempenho de indicadores relacionados a serviços urbanos para diferentes cidades, afim de compará-lo com balizadores padronizados. São previstos grupos de indicadores para verificar os níveis da qualidade de vida, dos serviços urbanos, do ambiente de negócios, e a sustentabilidade da cidade. Os indicadores estão relacionados aos três pilares da sustentabilidade, quais sejam: econômico, social e ambiental (ABNT, 2021a).

Desta forma os indicadores têm como foco mensurar o desempenho das cidades relacionados a economia, educação, energia, meio ambiente, governança, finanças, saúde, esportes e lazer, transportes, telecomunicações, inovação além do planejamento urbano. Tais indicadores são alinhados aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) preconizados pela Organização das Nações Unidas (ONU), sendo estes relacionados a: Erradicação da Pobreza; Fome Zero; Saúde e Bem Estar; Educação de Qualidade; Igualdade de Gênero; Água Potável e Saneamento; Energia Limpa e Acessível; Trabalho Decente e Crescimento Econômico; Indústria, Inovação e Infraestrutura; Redução das Desigualdades; Cidades e Comunidades Sustentáveis; Consumo e Produção Responsáveis; Ação Contra a Mudança Global do Clima; Vida na Água; Vida Terrestre; Paz, Justiça e Instituições Eficazes; Parcerias e Meios de Implementação.

A norma ISO 37122/2021 complementa a ABNT NBR ISO 37120/2017 e estabelece indicadores com definições e metodologias para medir e considerar

aspectos e práticas que aumentam drasticamente o ritmo em que as cidades melhoram os seus resultados de sustentabilidade social, econômica e ambiental. Já a norma NBR ISO 37.123/2021: (Cidades e Comunidades Sustentáveis – Indicadores para Cidades Resilientes) aborda de maneira mais detalhada os indicadores urbanos relacionados elencando requisitos e fontes adequados (ABNT, 2020) (ABNT, 2021a) (ABNT, 2021b).

2.5 OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)

Em setembro de 2000, no escopo da 55ª Assembleia Geral da ONU, que ficou conhecida como a reunião da Cúpula do Milênio das Nações Unidas, foram definidas oito metas para a erradicação da fome e da pobreza. Neste sentido foram criados os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM's). A partir dos ODMs foram definidas 21 metas, acompanhadas por 60 indicadores (ROMA, 2019). Os oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio consistiam em:

- Objetivo 1: erradicar a extrema pobreza e a fome;
- Objetivo 2: universalizar a educação primária;
- Objetivo 3: promover a igualdade de gênero e a autonomia das mulheres;
- Objetivo 4: reduzir a mortalidade na infância;
- Objetivo 5: melhorar a saúde materna;
- Objetivo 6: combater a disseminação da AIDS, da malária e outras doenças;
- Objetivo 7: assegurar a sustentabilidade ambiental;
- Objetivo 8: estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento.

Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio foram os precursores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), os quais ampliaram o escopo das metas de desenvolvimento sustentável globais. Em junho de 2012 foi realizada na cidade do Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (conhecida como Rio+20), que teve como fruto um documento denominado “O Futuro que Queremos” com uma proposta de metas a serem adotadas por seus integrantes a partir de 2015. Entretanto, apenas em setembro de 2015 a Assembleia da ONU finalizou o documento “Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável”, um plano de ação focado em pessoas, planeta e prosperidade que implantava os ODS's (ROMA, 2019).

A Agenda 2030 estabelecida pela Organização das Nações Unidas – ONU (2016) tem por objetivo buscar o desenvolvimento sustentável em suas três bases – economia, social e ambiental. Para isso, considera as diferenças nacionais e regionais ao estabelecer diretrizes para a busca de uma sociedade menos desigual, alicerçada nos direitos humanos e economicamente sustentável.

Dentre as metas propostas pelo referido documento emitido pela ONU (2016) ressalta-se a importância do planejamento das cidades e assentamentos urbanos, uma ferramenta para a obtenção da coesão do ambiente urbano, segurança e a ampliação do uso da tecnologia impulsionando a inovação e a geração de empregos. Além disso, apresenta a necessidade da preservação do meio ambiente e ao cuidado com a saúde, bem como da utilização adequada de recursos naturais, água e energia.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis são descritos de forma resumida no Quadro 1.

Quadro 1: 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis

ODS-01	Erradicação da Pobreza
	Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.
ODS-02	Fome Zero
	Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.
ODS-03	Saúde e Bem Estar
	Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.
ODS-04	Educação de Qualidade
	Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
ODS-05	Igualdade de Gênero
	Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
ODS-06	Água Potável e Saneamento
	Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e o saneamento para todos.
ODS-07	Energia Limpa e Acessível
	Assegurar a todos o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia.
ODS-08	Trabalho Decente e Crescimento Econômico
	Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos.
ODS-09	Indústria, Inovação e Infraestrutura
	Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.
ODS-10	Redução das Desigualdades
	Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles;
ODS-11	Cidades e Comunidades Sustentáveis
	Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

ODS-12 Consumo e Produção Responsáveis
Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis;
ODS-13 Ação Contra a Mudança Global do Clima
Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e os seus impactos.
ODS-14 Vida na Água
Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
ODS-15 Vida Terrestre
Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.
ODS-16 Paz, Justiça e Instituições Eficazes
Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.
ODS-17 Parcerias e Meios de Implementação
Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

Fonte: adaptado de ONU (2016).

O conjunto de normas ISO 37.101/2017, 37.120/2021, 37.122/2020 e 37.123/2021 enumera 19 temas e 276 indicadores os quais são compatíveis e alinhados aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, preconizados pela Agenda 2030 da ONU. Desta forma, os indicadores recomendados pelas normas ISO, elaborados para auxiliar e avaliar a gestão das cidades, são úteis e podem impulsionar mudanças positivas, promovendo o nível de maturidade das cidades no mesmo sentido em que aponta a Organização das Nações Unidas (TAKIYA *et al.*, 2022).

2.6 CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA

Como evidenciado em diversas pesquisas, a gestão de cidades inteligentes e sustentáveis é baseada no uso da tecnologia da informação e comunicação (TIC) e orientada por meio de dados e informações coletados no ambiente urbano.

Neste sentido o desempenho dos serviços e a eficiência dos sistemas e da infraestrutura existentes são avaliados periodicamente com foco no aperfeiçoamento e na melhoria contínua de políticas públicas. Por outro lado, há um grande volume de dados coletados diariamente por meio da automação, monitoramento e controle da infraestrutura e dos serviços urbanos. Neste sentido a metodologia prevista nas normas ISO para a proposição de indicadores, focados nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, foi utilizada como referência para a seleção e priorização das informações disponíveis sobre o município de Belo Horizonte. Desta

forma buscou-se a correlação de parâmetros e indicadores com o objetivo de identificar aqueles que possuem maior relevância e impacto nos resultados da cidade, como descrito de forma mais detalhada na metodologia do presente trabalho (Item 3).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A definição dos métodos e materiais adotados para o desenvolvimento da pesquisa são parâmetros importantes para a organização e planejamento do trabalho. Também garantem transparência à pesquisa permitindo o entendimento de todos os passos seguidos, viabilizando também que os resultados sejam replicáveis e passíveis de comparação com aqueles obtidos em outras pesquisas.

3.1 MATERIAIS

O presente trabalho demandou a realização de análises de indicadores e dados georreferenciados, sobrepostos em camadas, com a utilização de um *software* do tipo *WebGIS*, provenientes de uma grande cidade brasileira escolhida como cenário para o estudo de caso. Para tanto foi necessário o uso de computadores para o desenvolvimento das análises, pesquisa e aquisição de dados, por meio de fontes oficiais disponíveis na internet. Desta forma, os materiais empregados foram:

I. Computador

Equipamento utilizado para o desenvolvimento das etapas de pesquisa que contemplam a busca por informações, bem como para a construção de um modelo digital, por meio de *software*, sobrepondo-se os dados da cidade em camadas. Para tanto foi utilizada uma máquina com as seguintes especificações:

- processador 11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-1165G7, 2.80GHz;
- memória RAM de 8.00 GB;
- sistema operacional 64-bit (Windows 11);

II. *Software QGIS*

O QGIS é um Sistema de Informação Geográfica (SIG), de Código Aberto, licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU (sistemas operacionais livres de terceiros). O *software* suporta inúmeros formatos de vetores, rasters e bases de dados e funcionalidades e, atualmente é utilizado pela administração pública da cidade selecionada. Este trabalho utilizará a versão 3.22.11, por ser a versão mais atual e que apresenta boa compatibilidade com os bancos de dados utilizados. O QGIS disponibiliza funcionalidades úteis, sobretudo relacionadas ao tratamento vetorial e semântico dos dados do projeto, e permite o desenvolvimento de funções adicionais (*plugins*).

III. **Bases de Dados**

Os bancos de dados oficiais utilizados foram aqueles disponíveis para a cidade de Belo Horizonte, selecionada como cenário para estudo de caso. Neste sentido, foram identificadas as seguintes bases:

- base de dados municipal, disponível no Portal BHGEO, que contém os dados geoespaciais do município de Belo Horizonte;
- base de dados estadual, disponível no Portal IEDE-MG (Infraestrutura de Dados Espaciais de Minas Gerais) que contém os dados geoespaciais de competência do estado de Minas Gerais;
- base de dados nacional, disponível no portal INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais) que contém os dados geoespaciais brasileiros;
- painel de indicadores referentes aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de Belo Horizonte elaborados pela Prefeitura em conjunto com o Observatório do Milênio de Belo Horizonte.

3.2 MÉTODO DE ABORDAGEM

O presente trabalho pode contribuir com o aperfeiçoamento das metodologias de avaliação e diagnóstico de problemas urbanos, por meio da análise de parâmetros e indicadores urbanos. Trata-se de pesquisa aplicada e exploratória, no sentido de identificar padrões que possam estar relacionados a fatores específicos, tais como infraestrutura existente, uso e ocupação do solo, aspectos ambientais e sociais, atividades econômicas, dentre outros. Por conseguinte, consistiu em um estudo de caso, desenvolvido com base nos dados de uma cidade selecionada como cenário. Assim, quanto a abordagem do problema, tem-se que a pesquisa ocorre de forma quali-quantitativa, uma vez que, de forma qualitativa busca-se identificar padrões e estabelecer relações de causa e efeito entre características das cidades. Por outro lado, ao avaliar indicadores e correlacioná-los a estruturas ou parâmetros urbanos, foi possível obter valores de correlação. Neste contexto os dados foram tratados de forma que pudessem ser consolidados por região do município e normalizados para análise da correlação entre parâmetros e indicadores.

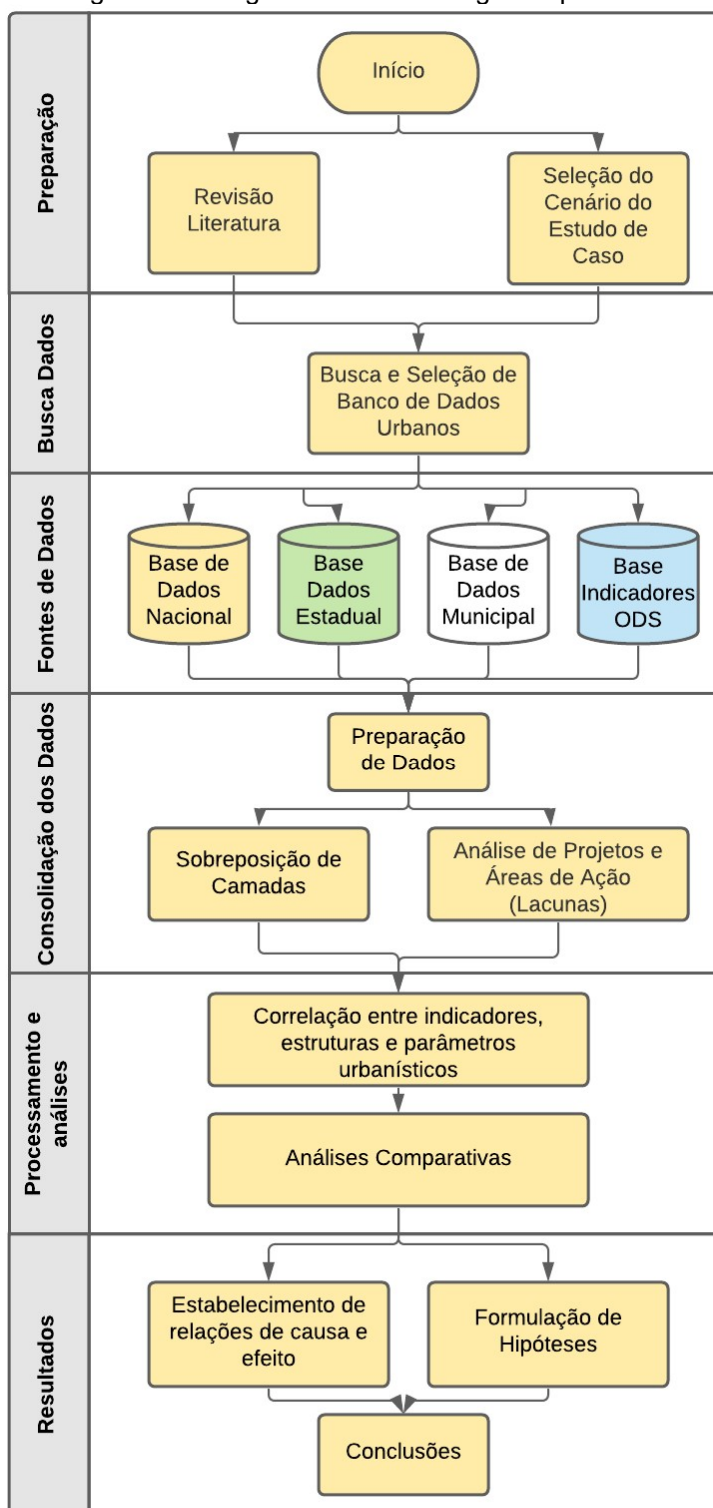
Quanto aos procedimentos técnicos, além de ser um trabalho que pode ser enquadrado metodologicamente como um estudo de caso, a pesquisa demandou também uma análise documental, por meio do tratamento de dados, que consistiu na

organização em planilhas e consolidação das informações acessadas, por regionais da cidade e por tema.

3.3 MÉTODO DE PROCEDIMENTOS

Para a elaboração do presente trabalho foi delineada a metodologia que contempla os processos necessários para alcançar os objetivos gerais e específicos expostos no Item 1.2 do Capítulo I. Na Figura 3 é apresentado o fluxograma contendo a metodologia proposta para o trabalho. Houve a necessidade de conversão e padronização de arquivos disponibilizados em diferentes formatos vetoriais para o formato *shapefile*. Além disso, para consolidar e comparar os parâmetros e indicadores, foi necessário calcular e inserir novos atributos aos arquivos tais como informações relacionadas a localização (regional administrativa), levantamento de áreas, agrupamento de pontos, padronização de unidades de medida e formatação de arquivos com alta densidade de dados. Após realizar o tratamento vetorial de dados com sobreposição e interseção de camadas e atributos georreferenciados, os arquivos foram convertidos do formato vetorial para arquivos de planilhas eletrônicas o que viabilizou a realização de análises comparativas entre regiões da cidade e, posteriormente, a correlação entre indicadores e parâmetros urbanos. A cidade selecionada para o estudo de caso possui informações (dados abertos) em quantidade e qualidade adequadas, pois contemplam todas as regionais da cidade, o que permitiu a realização de análises com boa representatividade. A revisão de literatura, proveu o embasamento teórico para desenvolvimento do estado da arte, contemplou os procedimentos e normas aplicáveis a identificação de lacunas e de seleção de indicadores, projetos e áreas de ação, com o objetivo de ajustar o foco da pesquisa.

Figura 3: Fluxograma da Metodologia Proposta



Fonte: Elaborado pelo Autor

3.3.1. Preparação

I. Revisão da Literatura:

A revisão de literatura teve foco na identificação dos seguintes itens:

- Indicadores, parâmetros urbanos, modelagem, cidades inteligentes e sustentáveis.
 - Busca de diretrizes relacionadas a cidades inteligentes, sustentabilidade e modelagem de cidades, por meio da combinação dos termos: *Sustainable + Smart city(ies)*; *Smart city(ies) + CIM (City Information Modeling)* e *Smart city(ies) + GIS (Geographic Information System)*.
 - Pesquisa de artigos provenientes das bases: *Scopus (Elsevier)*; *Science Citation Index Expanded (Web of Science)*; *Advanced Technologies e Aerospace Database*; *Materials Science e Engineering Database*; *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*; *Emerald Open Access Journals*.

II. Seleção do Cenário para o Estudo de Caso:

Considerando o tema abordado, a pergunta de pesquisa e os objetivos propostos, foi selecionada a cidade de Belo Horizonte, que conta com condições adequadas para o estudo de caso. Neste sentido a cidade possui um Plano Plurianual de Ações Governamentais, PPAG, que prevê de forma detalhada ações para que se torne uma cidade mais inteligente e sustentável. No PPAG são previstas ações para melhorias na infraestrutura de iluminação pública, rede pública de acesso à *internet*, acesso a dados abertos e digitalização de serviços públicos (PMBH, 2021f) .

3.3.2. Busca e Seleção de Bancos de Dados

Belo Horizonte, possui uma base de dados, que contempla sua infraestrutura urbana e indicadores georreferenciados, disponíveis em arquivos com formatos que viabilizam sua manipulação por meio de *softwares* SIG, editores de planilhas e banco de dados.

Os bancos de dados existentes, foram consultados em sua versão mais atual, sendo encontrados arquivos em bases de dados municipal, estadual e nacional.

3.3.3. Fontes de Dados

As informações obtidas foram encontradas por meio do uso de diversas tecnologias e ferramentas que se desenvolveram, de forma convergente nas últimas décadas, tais como infraestrutura, unidades de serviços públicos, equipamentos eletrônicos de monitoramento e controle de tráfego, obras, levantamentos planialtimétricos, dentre outras. Os dados estavam organizados em arquivos com atributos vetoriais e semânticos, nas bases de dados abaixo descritas:

- I. Base de dados municipal: foram utilizadas as camadas disponíveis no Portal BHGEO, que contém os dados geoespaciais do município de Belo Horizonte;
- II. Base de dados estadual, disponível no Portal IEDE-MG (Infraestrutura de Dados Espaciais de Minas Gerais) que contém os dados geoespaciais armazenados pelo estado de Minas Gerais;
- III. Base de dados nacional, disponível no portal INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais) que contém os dados geoespaciais brasileiros;
- IV. Painel de indicadores referentes aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de Belo Horizonte elaborados pela Prefeitura em conjunto com o Observatório do Milênio de Belo Horizonte.

3.3.4. Consolidação dos Dados

I. Preparação de Dados

Após a conclusão do levantamento das bases de dados existentes foi realizado o *download* dos dados para realização de seu processamento de forma mais ágil.

II. Análise de projetos e áreas de ação (lacunas)

Após a consolidação dos dados do PPAG organizados em planilhas eletrônicas, foi realizada uma avaliação dos projetos e áreas de ação que contam com mais recursos, investimentos, monitoramento e controle. Posteriormente foi possível elaborar um diagnóstico preliminar sobre as iniciativas e projetos existentes na cidade e identificar lacunas em determinadas áreas. Com base nestas lacunas foi realizada a seleção dos parâmetros que seriam utilizados no trabalho.

III. Sobreposição de camadas

Com o objetivo de facilitar a análise e, quando possível, verificar indícios de relações de causa e efeito entre os indicadores e parâmetros urbanos selecionados foi elaborado um modelo digital da cidade. O modelo foi elaborado na plataforma SIG (Sistema de Informação Geográfica) QGIS por meio de um projeto com a sobreposição dos parâmetros urbanos selecionados (camadas de informações existentes nos bancos de dados mapeados). O tratamento e preparação das camadas dos parâmetros estudados se fez necessário de forma a padronizar os dados e separá-las por regional da cidade. Neste sentido foi necessário calcular e inserir atributos relacionados a localização geográfica dos dados e relacionados a área, dimensões e valores das camadas. Quando possível os itens foram agrupados e

classificados de acordo com a temática e o tipo de informação disponibilizada. No presente trabalho foram considerados parâmetros urbanos as taxas e referências previstas no Plano Diretor de Belo Horizonte, bem como as características físicas (naturais ou artificiais) do ambiente urbano.

Toda a área da cidade foi analisada dividindo seu território de acordo com as regionais administrativas já padronizadas pela Prefeitura. A divisão do espaço urbano em regiões permitiu comparar o desempenho destas áreas e realizar análises de correlação entre indicadores e parâmetros.

3.3.5. Processamento e análises

I. Correlação entre Indicadores

Os indicadores apurados pela Prefeitura foram correlacionados com a disposição dos dados vetoriais que contemplam a infraestrutura urbana e os parâmetros urbanísticos. Para tanto foram utilizados apenas 62 indicadores com apuração e disponibilização de desempenho regionalizado, uma vez que indicadores globais da cidade não permitiriam tal análise. A correlação de parâmetros e indicadores foi realizada com uso de *software* para manipulação de planilhas eletrônicas. A correlação foi classificada em forte, ou fraca, de acordo com o coeficiente de *Pearson*¹ apurado.

II. Análises Comparativas

As regiões da cidade foram comparadas buscando identificar possíveis relações de causa e efeito entre o desempenho dos indicadores, a disponibilidade de infraestrutura urbana e demais parâmetros urbanos.

3.3.6. Resultados

I. Estabelecimento de Relação de Causa e Efeito

A correlação entre os indicadores e parâmetros urbanos foi feita por cada regional da cidade. Assim, após analisar as correlações fortes, foi possível identificar possíveis relações de causa e efeito entre o desempenho percebido em cada um dos indicadores e os parâmetros urbanos existentes em cada regional.

II. Formulação de Hipóteses

Após a correlação entre os indicadores e parâmetros urbanísticos foram selecionados os parâmetros que apresentaram o maior número de correlações fortes.

¹ Coeficiente de correlação populacional, de associação linear, entre duas variáveis aleatórias.

Estes parâmetros foram analisados com foco em formular hipóteses que expliquem sua maior influência frente ao desempenho de um maior número de indicadores.

III. Conclusões

Ao final das análises foi possível concluir quais parâmetros exercem influência no desempenho do maior número de indicadores urbanos, sendo, possivelmente os que possuem maior potencial para com o desenvolvimento das cidades.

3.3.7. Caracterização da cidade selecionada: Belo Horizonte

A escolha de Belo Horizonte para realização do estudo de caso se deu em razão dos seguintes aspectos:

- grande disponibilidade de dados e indicadores georreferenciados atualizados e em formato compatível com *softwares* SIG;
- grande relevância econômica e demográfica no cenário nacional brasileiro;
- área relativamente reduzida frente a maioria das grandes cidades e capitais estaduais brasileiras;
- adoção de indicadores baseados na Agenda de Objetivos Sustentáveis, proposta pela ONU, na gestão de políticas públicas.
- facilidade de acesso aos dados em função da localização da universidade;

Belo Horizonte, uma das principais capitais do Brasil, possui população estimada em 2,5 milhões de habitantes. Conforme levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), trata-se do 6º município mais populoso do país, o terceiro da Região Sudeste e o mais populoso do estado de Minas Gerais (IBGE, 2020).

Em 2013, a cidade de Belo Horizonte apresentou o quarto maior produto interno bruto (PIB) entre os municípios brasileiros, correspondendo a 1,53% do total das riquezas produzidas no país (IBGE, 2016). Por outro lado, Belo Horizonte é a 21ª capital do país, de um total de 27 estados, em extensão territorial, possuindo área maior do que apenas 5 capitais, que possuem, comparativamente, indicadores econômicos inferiores. Cabe ressaltar ainda que Belo Horizonte possui extensão territorial de 331km² (IBGE, 2018), inferior a metade da área de Helsinque, capital finlandesa com território de 715km² (TIKE; OSF, 2014), considerada como uma das cidades referência frente ao conceito de cidade sustentável e inteligente, que possui modelos urbanos que cobrem toda sua superfície.

Destaca-se, também, a grande disponibilidade e a organização de dados georreferenciados, em 30 camadas, acessíveis por meio da plataforma BHMap, permitindo que tais dados possam ser facilmente manipulados com uso de *softwares* livres (BHGEO, 2021). Outro ponto que justifica a escolha da cidade de Belo Horizonte como cenário para pesquisas relacionadas ao ambiente urbano, é a adoção da Agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS - proposta pelas Nações Unidas, que é uma importante ferramenta para a gestão das cidades, e que pode ser utilizada para orientar decisões alinhadas aos marcos globais de desenvolvimento (PMBH; MILÊNIO, 2020).

Neste sentido, em 2021, foi publicado o Relatório de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de Belo Horizonte (PMBH; MILÊNIO, 2020), o qual foi elaborado pelo Observatório do Milênio de Belo Horizonte em conjunto com a Prefeitura e a comunidade acadêmica local com a participação de diversas universidades. Tal relatório apresenta dados atualizados de 160 indicadores relacionados aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Desta forma, pode se dizer que Belo Horizonte é um ambiente adequado para pesquisas sobre modelagem urbana, pois, além de oferecer dados atualizados, apresenta uma extensão territorial relativamente reduzida e, ao mesmo tempo, grande relevância econômica no cenário nacional brasileiro. Sendo assim, a escolha da cidade indica a possibilidade de uma análise com boa representatividade da realidade brasileira, necessária para validar o projeto de pesquisa, bem como para viabilizar o uso de uma base adequada para melhor entendimento do funcionamento de cidades inteligentes e sustentáveis no contexto brasileiro.

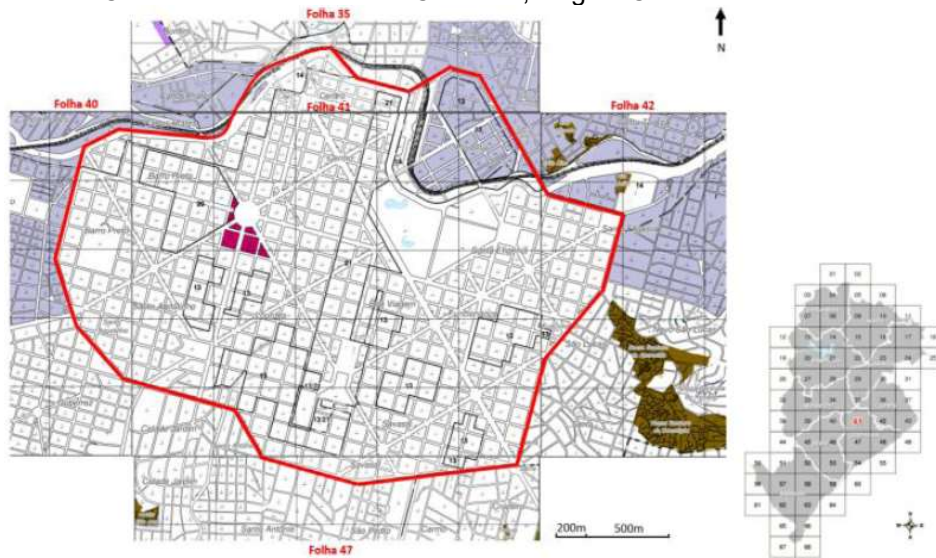
3.3.8. A cidade de Belo Horizonte

Belo Horizonte, concebida para ser a nova capital do Estado de Minas Gerais, em substituição a Ouro Preto, foi fundada em 12 de dezembro de 1897. A cidade foi planejada por Aarão Reis e influenciada pelos ideais positivistas de ordenamento para o progresso. O traçado geométrico, as grandes linhas viárias, os espaços previamente demarcados, ressaltavam a forte influência do pensamento de Hausmann (JESUS, 2014).

A área delimitada pela Avenida do Contorno, foi projetada para oferecer serviços e infraestrutura completa de negócios, saúde, lazer, educação, mobilidade, além do centro administrativo do Estado. Entretanto, antes mesmo da inauguração da cidade, houve, no entorno da região central, a formação de favelas e bairros operários. Na

década de 1920, o município já apresentava características específicas, com sub-regiões com suas próprias peculiaridades: na parte mais ao Norte, próximo à Estação Ferroviária e à Praça do Mercado (atual região da Estação Rodoviária), já estava estabelecido o centro popular da cidade, o que se deu em razão de seu fácil acesso a pessoas recém chegadas à capital, enquanto na parte sul, localizava-se o centro administrativo, estabelecido na Praça da Liberdade e próximo ao bairro dos funcionários, áreas mais nobres da cidade (VILELA, 2006). Na Figura 4 é apresentado o mapa que demonstra a região centro-sul da cidade (destacada em vermelho), área planejada de Belo Horizonte, delimitada pela Avenida do Contorno.

Figura 4: Área Circunscrita a Avenida do Contorno, Região Centro-Sul de Belo Horizonte



Fonte: PMBH, (2019)

Nos anos 1920, Belo Horizonte foi, progressivamente, assumindo sua importância, enquanto capital, e exercendo grande influência econômica na região, sobretudo em razão da instalação de diversas indústrias em seu entorno. A expansão industrial, ao longo dos anos, foi intensificada e acentuou a segregação social, consolidando bairros populares e operários além da área delimitada pela Avenida do Contorno. Entretanto, apesar do crescimento desordenado de regiões periféricas, a ampliação de investimentos públicos e diversificação de serviços se concentrou apenas na área central (JESUS, 2014).

O centro da cidade passou por grandes alterações físicas ao longo dos anos, intensificadas a partir da década de 1940, época em que recebeu novas construções e foi intensificado seu processo de verticalização. Passou a haver assim, um maior

adensamento populacional associado ao desenvolvimento da área comercial. A ocupação do solo urbano cresceu para os bairros dos arredores da Avenida do Contorno, enquanto no centro, limitado pela Avenida, apenas foi possível crescer verticalmente. A partir de então iniciam-se os processos de conurbação e do estabelecimento da região metropolitana de Belo Horizonte, havendo uma maior percepção das desigualdades relacionadas à infraestrutura urbana. A cidade planejada para abrigar a capital do estado, dimensionada para absorver um aumento gradual em sua população, foi surpreendida com um processo de crescimento muito rápido e intenso, passando a ter características de metrópole (VILELA, 2006).

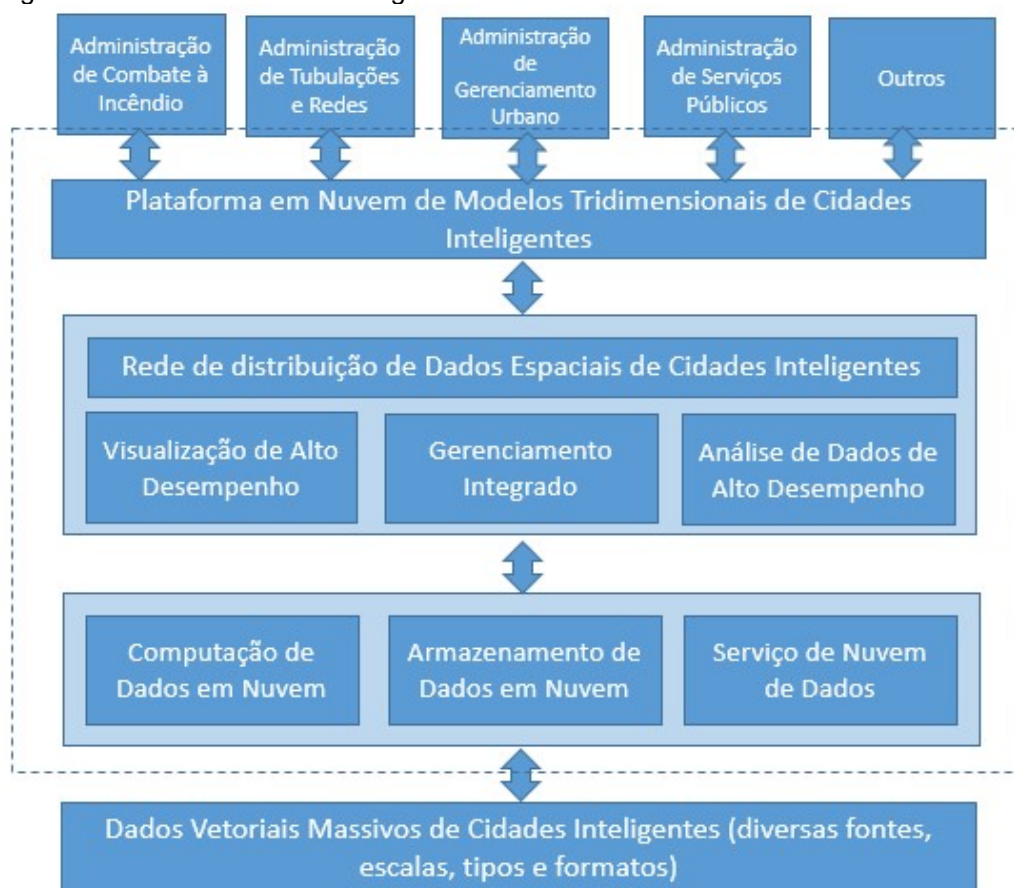
3.3.9. Seleção do Software Adequado

Por meio de pesquisa baseada na revisão de literatura foi possível selecionar o *software* compatível com as análises, mapear as bases de dados adequadas, identificar a metodologia de priorização de indicadores, identificar normas técnicas aplicadas à pesquisa, bem como identificar áreas de ação com maior potencial para contribuir com o desenvolvimento do trabalho.

Os *softwares* SIG (Sistemas de Informações Georreferenciadas) podem ser empregados para a gestão de cidades inteligentes enquanto plataformas integradas que permitem coletar, armazenar, gerenciar, analisar e visualizar informações espaciais, contribuindo assim para um planejamento urbano sustentável. Cerca de 80% das atividades de gestão das cidades modernas estão relacionadas com análises de dados georreferenciados. Neste sentido, um modelo digital de cidade é uma ferramenta de suporte essencial para cidades inteligentes. O modelo digital oferece um eficiente sistema de gestão e de simulação de processos e de infraestrutura existentes nas cidades. Os dados urbanos são conectados à *internet* e permanecem disponíveis para acesso por diversas partes interessadas na gestão urbana. As ferramentas SIG permitem ainda a consolidação e integração de dados individuais, intersetoriais, interinstitucionais e regionais em uma única plataforma (LV *et al.*, 2018).

Na Figura 5 é apresentado um diagrama que representa o funcionamento de um modelo digital de cidades, desenvolvido em plataforma SIG e armazenado em nuvem, que permite a integração de usuários e serviços, bem como garante a retroalimentação do modelo com dados oriundos destes serviços.

Figura 5: Modelo de Cidade Inteligente Armazenada em Plataforma SIG em Nuvem



Fonte: Adaptado de LV *et al.* (2018)

O QGIS é *software* de Sistema de Informação Geográfica (SIG), de Código Aberto, licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU (sistemas operacionais livres de terceiros), ou seja, de uso gratuito. O *software* viabiliza a contribuição de usuários no sentido de desenvolver funcionalidades adicionais e específicas de acordo com a necessidade de seu projeto. Tais funcionalidades criadas pelos usuários são compartilhadas com toda a comunidade, o que tem fomentado seu uso no ambiente acadêmico. O QGIS permite ainda a geração automática de modelos tridimensionais por meio de dados vetoriais ou até mesmo de atributos semânticos (RAMLEE *et al.*, 2019). A Prefeitura de Belo Horizonte, por meio de sua empresa de tecnologia, PRODABEL, adota o QGIS como uma de suas ferramentas oficiais (PRODABEL, 2018). Adicionalmente, pesquisadores da Empresa de Processamento de Dados do Estado de Minas Gerais (PRODEMGE), consideram o QGIS como um Sistema de Informações Geográficas robusto, moderno e que possibilita análises complexas, além de agregar uma gama de soluções em geotecnologia (BORGES, K. A. V. *et al.*, 2018). Assim, o QGIS se apresenta como uma ferramenta adequada para o

desenvolvimento do presente trabalho, por seu desempenho e por sua compatibilidade com os bancos de dados consolidados pelo poder público em Belo Horizonte.

3.3.10. Bases de Dados

As bases de dados utilizadas no presente trabalho são oriundas de levantamentos realizados pela Prefeitura de Belo Horizonte e por demais partes interessadas, tais como concessionárias de serviços públicos, órgãos e autarquias governamentais das três esferas de governo, empresas e usuários de serviços públicos.

A Prefeitura de Belo Horizonte mantém o Portal BHGEO, que tem como objetivo apresentar e disponibilizar as informações relacionadas aos dados geoespaciais do Município. Os serviços disponibilizados no portal incluem visualizador de dados geográficos *web*, catálogo de metadados, dicionário de dados, tutoriais, normas, legislação, mapas para consulta, dentre outros documentos e arquivos. Os dados inseridos no portal são parte integrante da Infraestrutura de Dados Espaciais de Belo Horizonte, a IDE BHGEO, que está incluída enquanto um dos nós da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE (PMBH, 2021b).

Conforme Decreto nº 6.666 de 27/08/2008 a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, é formada por um conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessários para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal.

A base de dados IDE – BHGEO foi criada em 2016, pelo Decreto nº 16.322 de 23 de maio de 2016, posteriormente alterado pelo Decreto nº 17.209 de 11 de novembro de 2019. A Infraestrutura de dados espaciais municipais é compatível com as diretrizes da INDE e do *Open Geospatial Consortium* – OGC (PMBH, 2021b). O OGC é um consórcio internacional sem fins lucrativos, fundado em 1994, que visa promover a padronização de conteúdos nas áreas geoespacial e de serviços baseados em geolocalização. Dentre seus membros há empresas privadas, agências governamentais e universidades, que compartilham esforços para definir especificações de interfaces e padrões de intercâmbio de dados. As especificações *OpenGIS*, padrão desenvolvido pelo OGC – apoiam soluções interoperáveis que habilitam os serviços geográficos para *web*, *wireless*, serviços baseados em localização e tecnologias da informação (INDE, 2017).

O Portal BHGEO consolida, em um ambiente único, os dados geoespaciais da Prefeitura de Belo Horizonte, facilitando o acesso e visualização dos dados geográficos de forma livre, padronizada e centralizada. A base de dados BHMap está contida no Portal BHGEO e disponibiliza 200 camadas (ANEXO A), consolidadas em 30 grupos, com diversas características e atributos mapeados, inclusive elementos tridimensionais relacionados ao relevo, às edificações e parte da infraestrutura da cidade de Belo Horizonte. Neste sentido, o presente trabalho fará uso destes dados, que se mostram completos e suficientes para a realização da pesquisa aqui proposta.

No Quadro 2 são apresentados os grupos de camadas disponíveis no BHMap.

Quadro 2: Grupos de Camadas Disponíveis

Item	Grupo de Camadas	Item	Grupo de Camadas	Item	Grupo de Camadas
1	Acesso Gratuito Internet	11	Endereçamento	21	Malha Urbana
2	Administração Pública	12	Energia	22	Meio Ambiente
3	Articulação	13	Esporte e Lazer	23	Necrópole
4	Assistência Social	14	Evolução da Mancha Urbana	24	Obras
5	Atividades Econômicas	15	Fotografia Aérea	25	Patrimônio Cultural
6	Centro Inclusão Digital	16	Habitação	26	Planialtimétrico
7	Cultura e Turismo	17	Infraestrutura	27	Saúde
8	Demografia	18	Legislação Urbanística Revogada	28	Tecnologia da Informação
9	Divisão Territorial	19	Legislação Urbanística Vigente	29	Transporte
10	Educação	20	Limpeza Urbana	30	Uso e Ocupação Territorial

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do IDE-BHGEO.

3.3.11. Análise e Seleção dos Indicadores

Belo Horizonte possui um portfólio composto por bancos de dados formados por diversos indicadores e informações georreferenciados. Assim, é importante delimitar os objetivos geral e específico da pesquisa. Para inserir a presente pesquisa em um contexto que possa contribuir de forma relevante para a cidade, foi realizada uma análise diagnóstica por meio da metodologia prevista nas normas *International Organization for Standardization* (ISO) que versam sobre *Sustainable cities and communities*. Tais normas estabelecem os principais indicadores e parâmetros para cidades inteligentes e sustentáveis. Assim, foram utilizadas as premissas previstas especificamente nas Normas ISO 37.122/2020 ISO 37.101/2017 e ISO 37.123/2021.

A norma ISO 37.101/2017 elenca questões relevantes e propósitos para elaboração do diagnóstico de uma cidade, os quais são listados nos Quadros 3 e 4.

Quadro 3: Temas de sustentabilidade

Item	Áreas Relevantes
1	Governança, empoderamento e engajamento
2	Educação e capacitação
3	Inovação, criatividade e pesquisas
4	Saúde e Assistência a Comunidade
5	Cultura e identidade
6	Convivência, interdependência e reciprocidade
7	Economia e consumo sustentável
8	Ambiente de vida e trabalho
9	Segurança e Proteção
10	Mobilidade
11	Infraestrutura
12	Biodiversidade e serviços ecossistêmicos

Fonte: (ABNT, 2017)

Quadro 4: Propósitos de Sustentabilidade

Item	Objetivos
1	Atratividade
2	Preservação e melhoria do meio ambiente
3	Resiliência
4	Uso responsável de recursos
5	Coesão social
6	Bem-estar

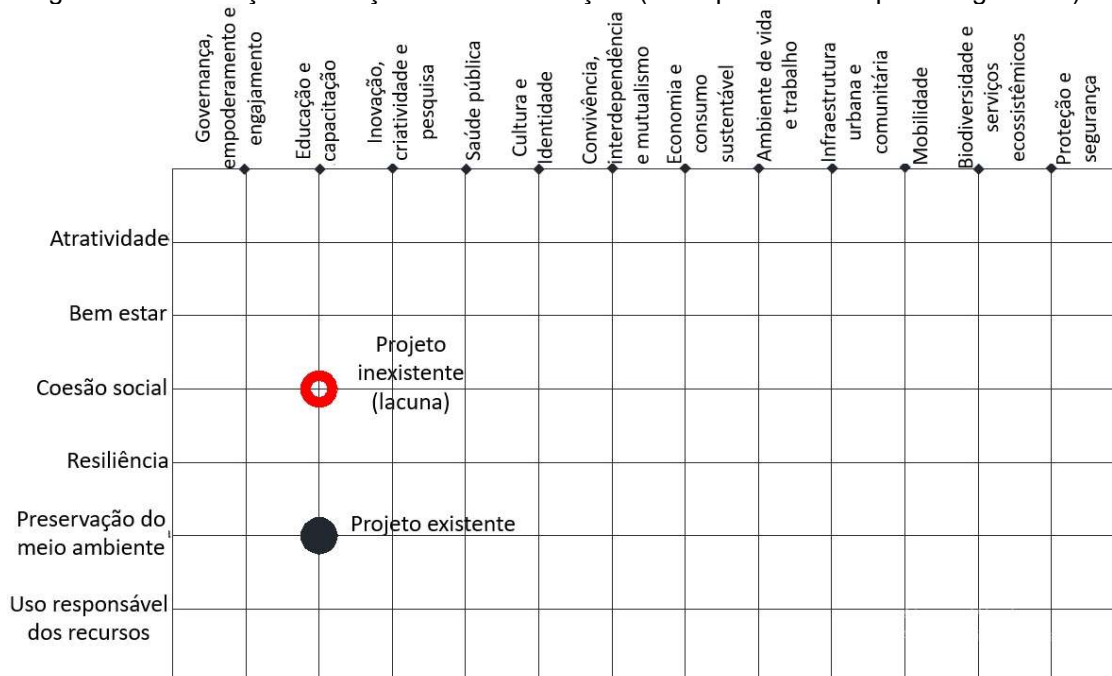
Fonte: (ABNT, 2017)

Para traçar o diagnóstico da condição atual, a norma ISO 37.101/2017 recomenda a elaboração de uma matriz de maturidade cruzando os seis propósitos com os temas de sustentabilidade, verificando, em cada ponto de interseção, quais projetos já foram implementados e quais projetos ainda precisam ser implementados. Na Figura 6 é apresentado um exemplo de matriz para diagnóstico. A análise da matriz conduz ao diagnóstico inicial que ajudará um melhor entendimento da situação local e os instrumentos de governança existentes, especialmente em relação a necessidade de implantação de projetos alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

Para análise, as ações são classificadas quanto a sua relevância e pertinência, posteriormente é verificado o grau de maturidade de cada ação já implementada pela administração local. Como resultado desta análise serão obtidos parâmetros de referência para monitorar e avaliar a evolução da cidade, indicando, assim, quais as

áreas de ação prioritárias para um planejamento com foco no desenvolvimento de uma cidade inteligente sustentável.

Figura 6: Identificação e seleção de áreas de ação. (Exemplo de matriz para diagnóstico)

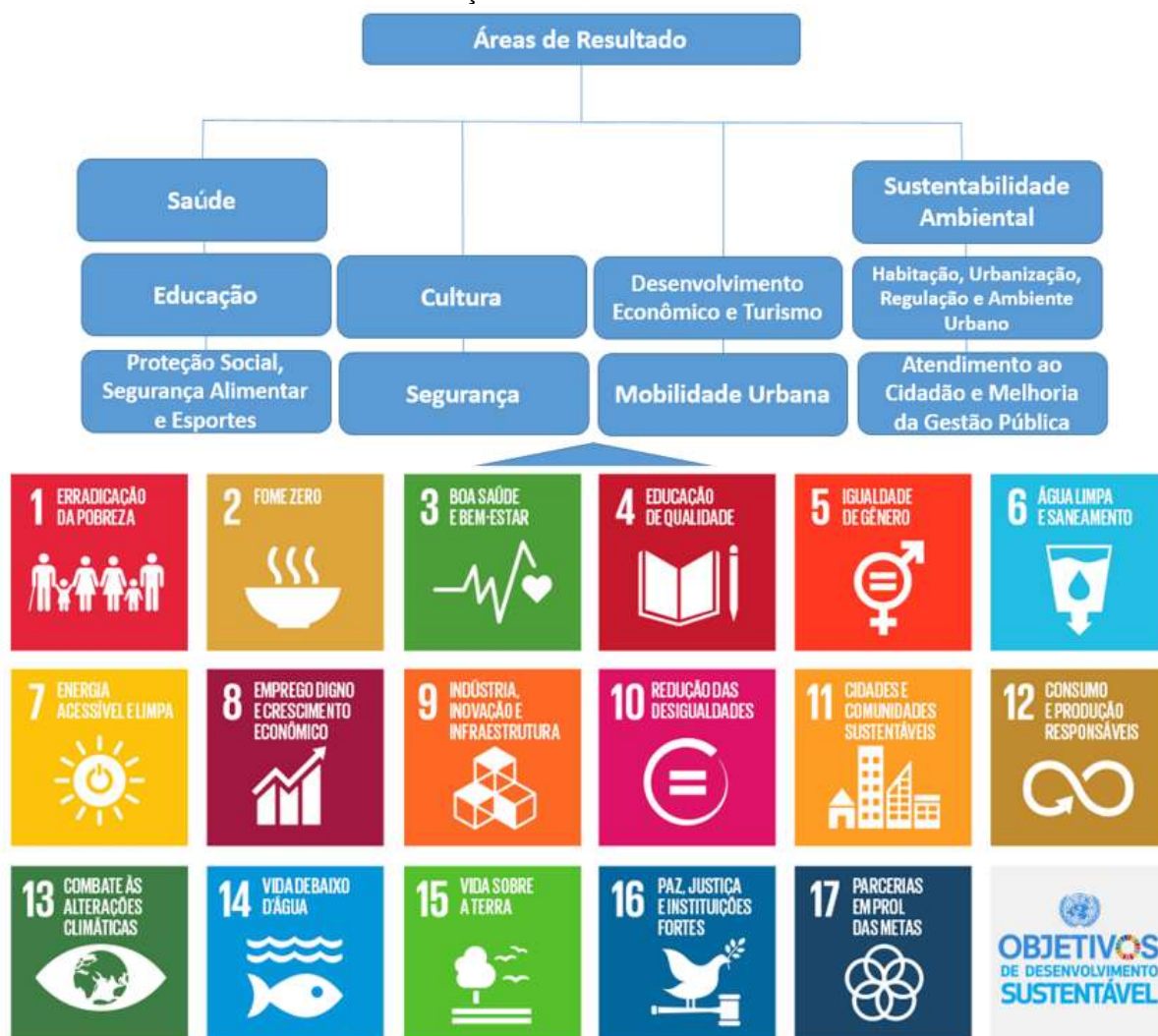


Fonte: Elaborado com base em (ABNT, 2017).

3.3.12. Projetos Estratégicos de Belo Horizonte

A Prefeitura de Belo Horizonte disponibiliza, em seu portal da *internet*, os projetos e programas em andamento na cidade. Para analisar e elaborar a matriz de diagnóstico foi analisado, dentre outros documentos, o Plano Plurianual De Ação Governamental – PPAG (2018-2021) em sua versão revisada em 2021 (PMBH, 2021f). A estrutura do Plano plurianual pode ser observada na Figura 7.

Figura 7: Estrutura do Plano Plurianual De Ação Governamental PPAG 2018-2021 de Belo Horizonte.



Fonte: Adaptado de PMBH, (2021f)

Como pode ser verificado na estrutura do plano plurianual de Belo Horizonte, os programas e projetos estratégicos foram vinculados a uma Área de Resultado e a um Objetivo de Desenvolvimento Sustentável - ODS e estão agrupados considerando a combinação de seus objetivos.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram instituídos pela ONU—Organização das Nações Unidas, como instrumentos para promover o desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza no mundo. Observa-se que o PPAG 2018-2021 da Prefeitura de Belo Horizonte está alinhado a tais objetivos, bem como às normas ISO que versam sobre cidades e comunidades sustentáveis. Assim, a cidade cuidou de implementar ferramentas de gestão para acompanhamento do compromisso na busca pelas metas estabelecidas pelos ODS.

3.3.13. Projetos Estratégicos de Belo Horizonte

Dentre todas as atividades previstas no PPAG, alguns projetos e ações, dada a sua relevância e impacto na vida das pessoas, tem acompanhamento prioritário pela administração pública, neste sentido também foi concedida prioridade orçamentária e monitoramento intensivo da execução das ações.

Os projetos considerados estratégicos contemplam as prioridades de cada política pública e são acompanhados periodicamente. Já os denominados como projetos transformadores, contidos nos projetos estratégicos, indicam ações que a prefeitura diagnosticou com grande potencial para promover modificações relevantes da cidade. Por isso tais projetos passaram a contar com monitoramento mais criterioso de seu desempenho, ou seja, compõem um grupo de projetos que se destacam dentre os demais em razão de sua importância.

No Quadro 5 podem ser vistos os projetos considerados estratégicos pela Prefeitura, os quais contemplam as áreas de: segurança, saúde, sustentabilidade ambiental, mobilidade urbana, educação, cultura, proteção social, segurança alimentar, esportes, atendimento ao cidadão e melhoria da gestão pública, desenvolvimento econômico, turismo, habitação, urbanização, regulação e ambiente urbano.

Quadro 5: Projetos Estratégicos Previstos no PPAG 2018-2021 de Belo Horizonte.

Segurança	
1	Policiamento em áreas prioritárias e em unidades de atendimento à população
2	Prevenção da violência em áreas de vulnerabilidade social
3	COP-BH: Gestão integrada e inteligente de problemas públicos de Belo Horizonte
Saúde	
4	Ampliação do acesso e qualificação do cuidado e gestão em saúde
5	Fortalecimento da atenção primária em saúde
6	Tecnologia e informação para conectar e facilitar o uso dos serviços de saúde pelo cidadão e trabalhadores
7	Aumento da eficiência operacional das ações de prevenção, controle de doenças e redução do risco sanitário
8	Fortalecimento da promoção da equidade e da intersetorialidade para o cuidado das populações vulneráveis
Sustentabilidade Ambiental	
9	Ampliação e qualificação do serviço de limpeza urbana
10	Modernização do processo de licenciamento ambiental
11	BH Verde: bem-estar e sustentabilidade
12	Gestão de Águas Urbanas
13	Revitalização ambiental e desenvolvimento do potencial turístico dos parques, Zoológico e Jardim Botânico

Mobilidade Urbana	
14	Qualidade do Transporte Coletivo: Um Direito de Todos
15	BH Inclusiva, Segura e Cidadã
16	Mobilidade: atendimento, operação, fiscalização e modernização tecnológica
17	Implantação e melhoria de infraestrutura de mobilidade urbana
Habitação, Urbanização, Regulação e Ambiente Urbano	
18	Regularização fundiária e urbanização em áreas de interesse social
19	Gestão e redução do risco geológico em assentamentos de interesse social
20	Provisão habitacional no município
21	Simplificar, democratizar e modernizar a legislação urbanística e os serviços de licenciamento urbano
22	Regularização urbanística de assentamentos informais de interesse social
23	Melhoria do ambiente urbano
Educação	
24	Expansão e Qualificação da Educação Infantil
25	Reorganização, Melhoria e Ampliação do Ensino Fundamental e da Escola Integrada
26	Reorganização, Expansão e Redução da Evasão do EJA
27	Promoção de Políticas de Educação Inclusiva
28	Melhoria da Convivência e da Segurança no Ambiente Escolar
29	Desenvolvimento Profissional e Formação Continuada dos Profissionais da Educação
Cultura	
30	Fortalecimento da Cultura e do Turismo na Pampulha
31	Circuito Municipal de Cultura
32	BH nas Telas - Programa de desenvolvimento do audiovisual de Belo Horizonte
Proteção Social, Segurança Alimentar e Esportes	
33	Fortalecimento de Políticas Públicas de Direito e Cidadania
34	SUAS BH PROTEGE: proteção e prevenção de violações de direitos
35	Fortalecimento da Política de Segurança Alimentar e da Agroecologia
36	Democratização do Esporte e do Lazer
Atendimento ao Cidadão e Melhoria da Gestão Pública	
37	Modernização dos processos de arrecadação tributária
38	Novo modelo de gestão de compras, suprimentos, contratos e patrimônio imobiliário do município
39	Modernização da transparência, automação dos processos de auditoria e fomento ao controle social
40	Aprimoramento do relacionamento entre cidadão e Prefeitura
41	Modernização e automação de processos internos da PBH
42	Gestão estratégica de pessoas e valorização do servidor e do segurado
Desenvolvimento Econômico e Turismo	
43	Atração de investimentos para a cidade e fomento à tecnologia da informação
44	Fomento ao empreendedorismo, à economia criativa e à economia solidária
45	Belo Horizonte Surpreendente
	Melhoria do Ambiente de Negócios
	Belo Horizonte Cidade Inteligente

Fonte: Adaptado de PMBH, (2021f)

Já os projetos transformadores, que se destacam dentre cada uma das grandes áreas abrangidas nos projetos estratégicos, são listados no Quadro 6:

Quadro 6: Projetos Transformadores de Belo Horizonte, priorizados dentre os Projetos Estratégicos.

Segurança	
1	Policiamento em áreas prioritárias e em unidades de atendimento à população
2	Prevenção da violência em áreas de vulnerabilidade social
Saúde	
4	Ampliação do acesso e qualificação do cuidado e gestão em saúde
5	Fortalecimento da atenção primária em saúde
Sustentabilidade Ambiental	
9	Ampliação e qualificação do serviço de limpeza urbana
12	Gestão de Águas Urbanas
Mobilidade Urbana	
14	Qualidade do Transporte Coletivo: Um Direito de Todos
Habitação, Urbanização, Regulação e Ambiente Urbano	
18	Regularização fundiária e urbanização em áreas de interesse social
Educação	
24	Expansão e Qualificação da Educação Infantil
25	Reorganização, Melhoria e Ampliação do Ensino Fundamental e da Escola Integrada
Cultura	
30	Fortalecimento da Cultura e do Turismo na Pampulha
Proteção Social, Segurança Alimentar e Esportes	
34	SUAS BH PROTEGE: proteção e prevenção de violações de direitos
Desenvolvimento Econômico e Turismo	
45	Belo Horizonte Surpreendente
	Melhoria do Ambiente de Negócios
	Belo Horizonte Cidade Inteligente

Fonte: Adaptado de PMBH, (2021f)

Ao analisar o Quadro 6 percebe-se a inserção do programa denominado Belo Horizonte – Cidade Inteligente, incluso no portfólio do projeto transformador de Desenvolvimento Econômico e Turismo. Entretanto, o programa Cidade Inteligente, possui ações e orçamento contemplados com foco apenas na ampliação do uso de TICs na gestão urbana. O Quadro 7 apresenta as ações previstas para este programa:

Quadro 7: Programa 302 Belo Horizonte - Cidade Inteligente

Ação	Descrição
2365	Melhoria da Qualidade do Relacionamento com o Cidadão
2603	Implantação de Soluções e Modernização de Sistemas
2604	Centro de Recondicionamento de Computadores
2897	Gestão Integrada do COP-BH
2905	Fomentar Polo Tecnológico de BH
2914	Belo Horizonte Surpreendente (turismo)

Fonte: PMBH, (2021f)

Neste sentido, pode-se dizer que as ações previstas especificamente neste programa versam, principalmente, sobre ferramentas de base tecnológica que visam a melhoria da tecnologia empregada na comunicação e nos processos de interface entre a estrutura da cidade e os cidadãos. Também estão previstas ações de fomento ao turismo. Trata-se, portanto, de um programa importante, entretanto, insuficiente para o fomento e a avaliação dos parâmetros urbanos mais relevantes que possam contribuir para a evolução de Belo Horizonte enquanto cidade inteligente sustentável.

3.3.14. Indicadores Vinculados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS)

Além dos projetos, programas e ações desdobrados no PPAG (2018-2021), foi estudado o Relatório de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de Belo Horizonte (PMBH; MILÊNIO, 2020), um documento elaborado em conjunto com a sociedade civil, universidades e especialistas em políticas públicas. No relatório é apresentado, por meio de diversos indicadores, o desempenho de Belo Horizonte que foi analisado sob o prisma de cada um dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

3.3.15. Seleção das Áreas de Ação de Belo Horizonte

Os projetos em andamento no município possuem seu desempenho acompanhado, conforme metodologia específica para apuração de cada um dos 162 indicadores detalhados no Relatório de Acompanhamento dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de Belo Horizonte. Cabe ressaltar que o número de indicadores elencados pela administração da cidade encontra-se em constante atualização, sendo que, atualmente, verifica-se 162 indicadores disponíveis na plataforma online de dados aberto (PMBH, 2021a).

Por meio deste relatório foi realizada uma análise de equilíbrio dos critérios para o acompanhamento de metas físicas dos projetos, elaboração e distribuição de programas patrocinados pelo município e do orçamento destinado a tais ações.

Para analisar o equilíbrio destes parâmetros foi utilizado como referência o trabalho desenvolvido por Ahvenniemi *et al.*, (2017), o qual realizou uma análise de indicadores adotados pelas principais normas e metodologias de avaliação e ordenamento em um *ranking* de cidades inteligentes. Os parâmetros foram classificados em 3 categorias de impacto, que levam em conta as 3 dimensões da sustentabilidade, quais sejam: social, ambiental e econômica.

No trabalho desenvolvido por Ahvenniemi *et al.*, (2017) foi percebido que, nas principais normas e metodologias avaliativas de cidades inteligentes e de sustentabilidade urbana ocorrem diferentes distribuições de indicadores de monitoramento, conforme pode ser visto nas tabelas 1 e 2. Neste sentido são previstas distribuições diferentes de indicadores para cidades inteligentes e para cidades focadas na sustentabilidade.

Tabela 1: Distribuição de indicadores para cidades sustentáveis

Categoria de Impacto	Percentual de Indicadores
Ambiental	43%
Econômico	10%
Social	47%

Fonte: Adaptado de Ahvenniemi *et al.*, (2017)

Tabela 2: Distribuição de indicadores para cidades Inteligentes.

Categoria de Impacto	Percentual de Indicadores
Ambiental	20%
Econômico	28%
Social	52%

Fonte: Adaptado de Ahvenniemi *et al.*, (2017)

Verifica-se que para uma cidade sustentável há maior foco nos indicadores da categoria de impacto ambiental, os quais representam para este tipo de cidade 43% dos indicadores monitorados, enquanto que para cidades do tipo inteligente, na média, os indicadores ambientais representam apenas 20% de todos os indicadores utilizados. Há também uma diferença muito relevante quanto ao número de

indicadores relacionados aos impactos econômicos, enquanto em uma cidade sustentável, tais indicadores são 10% dos totais, em uma cidade inteligente correspondem a 28%. Isto pode sugerir algumas conclusões, que corroboram os estudos realizados por diversos autores: o foco de cidades inteligentes está mais concentrado na busca por melhores indicadores de impactos sociais e econômicos, enquanto cidades sustentáveis possuem mais indicadores focados nas categorias de impacto ambientais e sociais (YIGITCANLAR; KAMRUZZAMAN, 2018); (ANTHOPOULOS, 2017); (AHVENNIEMI *et al.*, 2017); (ZYGIARIS, 2013); (YAMAMURA; FAN; SUZUKI, 2017). Para as cidades sustentáveis o monitoramento dos aspectos e impactos econômicos também é muito importante para a elaboração das políticas públicas urbanas. Entretanto, quando se busca intensamente a melhoria de parâmetros de cunho social e ambiental, consequentemente, se garante que haverá também um incremento no desempenho econômico das cidades, uma vez que será possível promover maior qualidade de vida e um ambiente mais propício para o desenvolvimento de negócios e consumo sustentáveis. Desta forma, pode-se monitorar um número menor de indicadores de impactos econômicos, os quais garantirão análises mais eficazes, com conclusões mais assertivas e diagnósticos mais precisos. Assim, pode-se dizer que, ao detalhar melhor as metas que proporcionem impactos ambientais e sociais positivos às cidades, o sucesso de tais propostas, garantirá, por sua vez, a prosperidade e o equilíbrio econômico de tais municípios.

Para avaliar a distribuição dos indicadores adotados por Belo Horizonte para o monitoramento de suas políticas públicas, foram utilizados os seguintes relatórios de monitoramento do PPAG (2018-2021):

- Relatório de Metas Físicas por Programa e Ação (PMBH, 2021d);
- Relatório Sintético de Programas por ODS (PMBH, 2021c);
- Indicadores por ODS (PMBH, 2021a);
- Relatório Financeiro por Programa e Ação (PMBH, 2021e).

A partir da análise destes documentos foi feito um diagnóstico do perfil de Belo Horizonte. Assim, as lacunas e oportunidades identificadas foram utilizadas para a seleção dos parâmetros que foram analisados e, posteriormente, correlacionados com os indicadores regionalizados.

Os parâmetros urbanos são dados referentes às taxas e índices previstos no Plano Diretor de Belo Horizonte, bem como as características físicas (naturais ou artificiais)

do ambiente urbano. Tais dados foram organizados e tratados com uso do software QGIS. Os parâmetros foram carregados no software como camadas. Cada uma das camadas avaliadas possui diversas feições e atributos. As feições são partes unitárias de uma camada georreferenciada. A feição pode ser um segmento de linha, um ponto ou um polígono, dependendo do tipo de informação representada no mapa. Já os atributos são dados semânticos referente a cada feição. Na maioria das vezes os atributos são disponibilizados em tabelas.

No presente trabalho foram considerados, além dos atributos existentes nas camadas, atributos auxiliares que foram inseridos em determinadas feições de forma a viabilizar ou melhorar a análise comparativa dos dados. Os atributos inseridos foram, na maioria das vezes, provenientes de outras camadas também disponibilizadas nas bases de dados consultadas e foram mesclados, por exemplo, para viabilizar a localização em bairros e em regionais de uma determinada feição analisada.

Em razão da natureza das informações, alguns dos parâmetros foram consolidados por meio da soma de seus atributos, como por exemplo o número de unidades de saúde, de polícia, ou ainda, de acidentes em uma determinada regional, outro exemplo seria o total de área tombada existente em uma determinada regional. Outros parâmetros foram consolidados por meio de um número representativo de determinada característica, ou de uma determinada tendência atribuída a certa regional. Como exemplo podem ser citadas características como altura das edificações prevalente em determinada regional, ou área construída das edificações. Para este tipo de atributo/característica foi utilizado o valor médio para consolidação do parâmetro em cada regional. Adotou-se o valor médio, pois o número de pontos (ou valores) utilizados no cálculo representava a totalidade dos parâmetros existentes na cidade, tendo em vista que foram consideradas, por exemplo, todas as edificações cadastradas. Além disso, os valores próximos aos extremos precisam ser considerados pois impactam, ainda que de forma local, a distribuição o uso e a demanda pela infraestrutura e serviços urbanos, podendo inclusive representar gargalos nos bairros ou regionais, que possam ser utilizados como referência para o dimensionamento de serviços. Assim para este tipo de parâmetro a consolidação dos valores ocorreu por meio do cálculo dos valores médios para cada uma das regionais, viabilizando sua comparação e a correlação dos parâmetros com os indicadores.

As informações provenientes dos atributos foram organizadas e consolidadas em tabelas, gráficos e mapas para viabilizar uma análise prévia dos parâmetros urbanos

e, posteriormente, a comparação entre regionais da cidade e, posteriormente, a correlação com os indicadores. Os dados utilizados no presente trabalho estão disponíveis para consulta por meio de link disponibilizado no Anexo A.

No capítulo 4 é apresentada a análise dos parâmetros realizada com uso de mapas, tabelas e gráficos elaborados com base nos dados coletados das bases, BHGEO, (2022), IEDE-MG, (2022) INDE, (2022).

Após a análise destes parâmetros selecionados foi possível correlacioná-los aos indicadores regionalizados e buscar, em conformidade com os objetivos da pesquisa, identificar aqueles que podem ser priorizados na busca por uma cidade inteligente e sustentável.

5.3.1 Correlação entre variáveis

A Correlação entre duas variáveis expressa a associação entre elas. O Coeficiente de correlação populacional de Pearson, entre duas variáveis aleatórias, mede o grau com que estas se associam linearmente, bem como se essa associação é positiva ou negativa (DEVORE, 2010). Dadas as variáveis aleatórias X e Y com valores médios μ_x e μ_y e desvios padrões σ_x e σ_y , superiores a zero, o coeficiente de correlação de Pearson ρ , pode ser calculado por meio da Equação 1.

(Equação 1)

$$\hat{\rho} = R = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}}$$

Os valores de correlação de Pearson estão no intervalo $-1 \leq R \leq 1$. Quanto mais próximos de 1, ou de -1, mais forte será a correlação entre as variáveis. Neste sentido as correlações fortes podem ser positivas ou negativas. Entretanto, um valor de R próximo de 0 sugere que não há uma relação linear entre as variáveis. A correlação será positiva quando uma variável tende a aumentar em função do aumento de outra. Por outro lado, se uma variável tende a diminuir em função do aumento de outra, a correlação será considerada negativa.

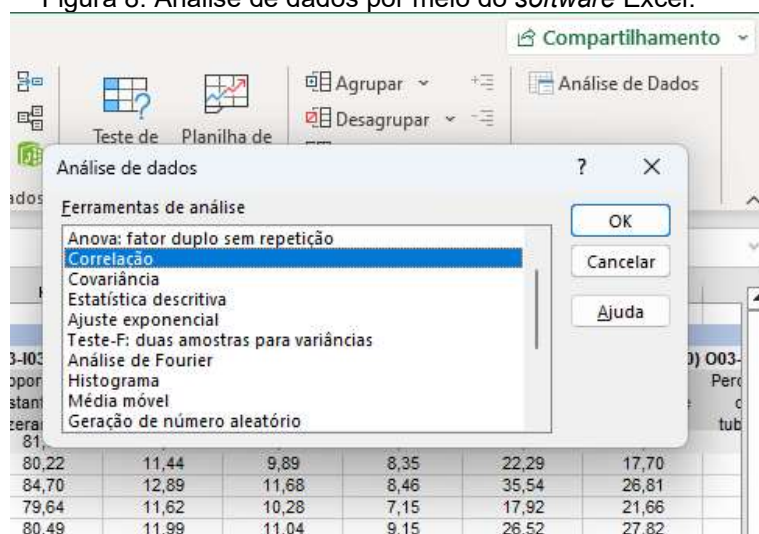
Uma correlação com $R \leq 0,5$ é considerada fraca, visto que em uma regressão de y sobre x tem-se que $R^2 = 0,25$, ou seja, apenas 25% da variação y seria explicada pelo modelo. Assim, um fator com valor compreendido no intervalo $0,5 \leq R \leq 0,8$ pode ser associado a uma correlação de força moderada e valores de $R \geq 0,8$ representa uma correlação forte. Para o presente trabalho foi adotado como referência, para

identificar a força de uma correlação, os valores de $R \geq 0,8$, tal como sugerido por Devore (2010).

5.3.2 O cálculo dos coeficientes de correlação

Os valores foram calculados por meio do *software* de edição de planilhas eletrônicas Excel com uso do menu “Análise de Dados” > “Correlação”, como ilustrado na Figura 8.

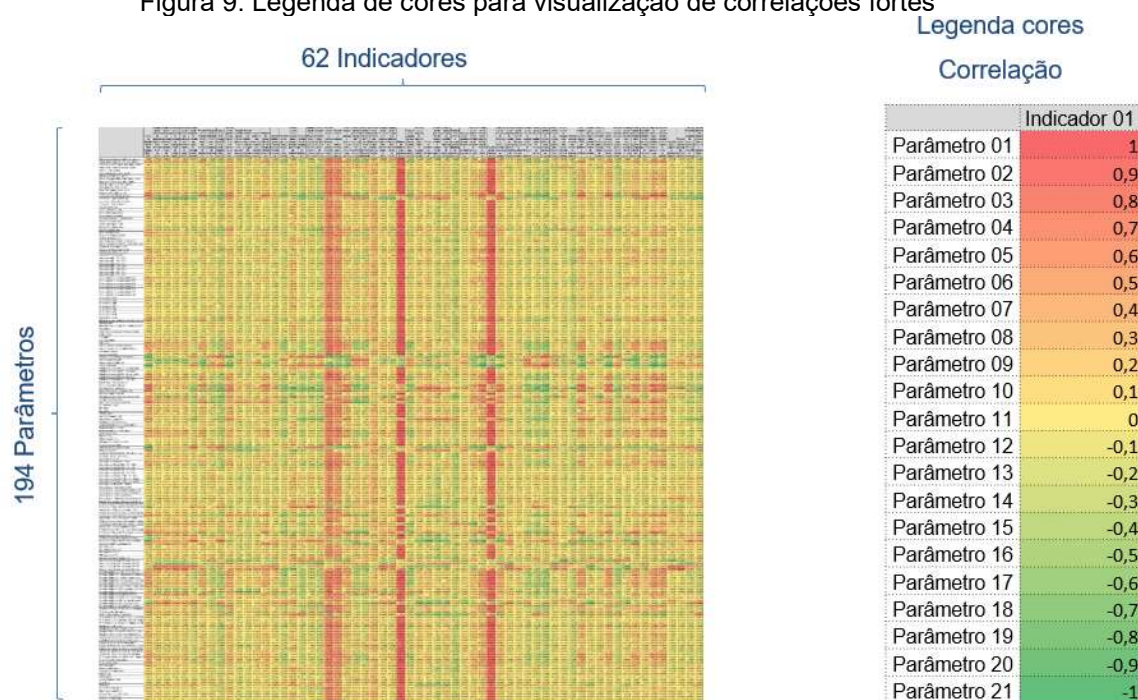
Figura 8: Análise de dados por meio do *software* Excel.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a correlação dos parâmetros e indicadores foi aplicada legenda de cores, conforme apresentado na Figura 9, de forma a facilitar a visualização das correlações mais fortes. As células marcadas em tons mais escuros de vermelho ou verde possuem coeficientes de Pearson mais próximos de 1 e de -1, indicando correlações mais fortes positivas e negativas, respectivamente.

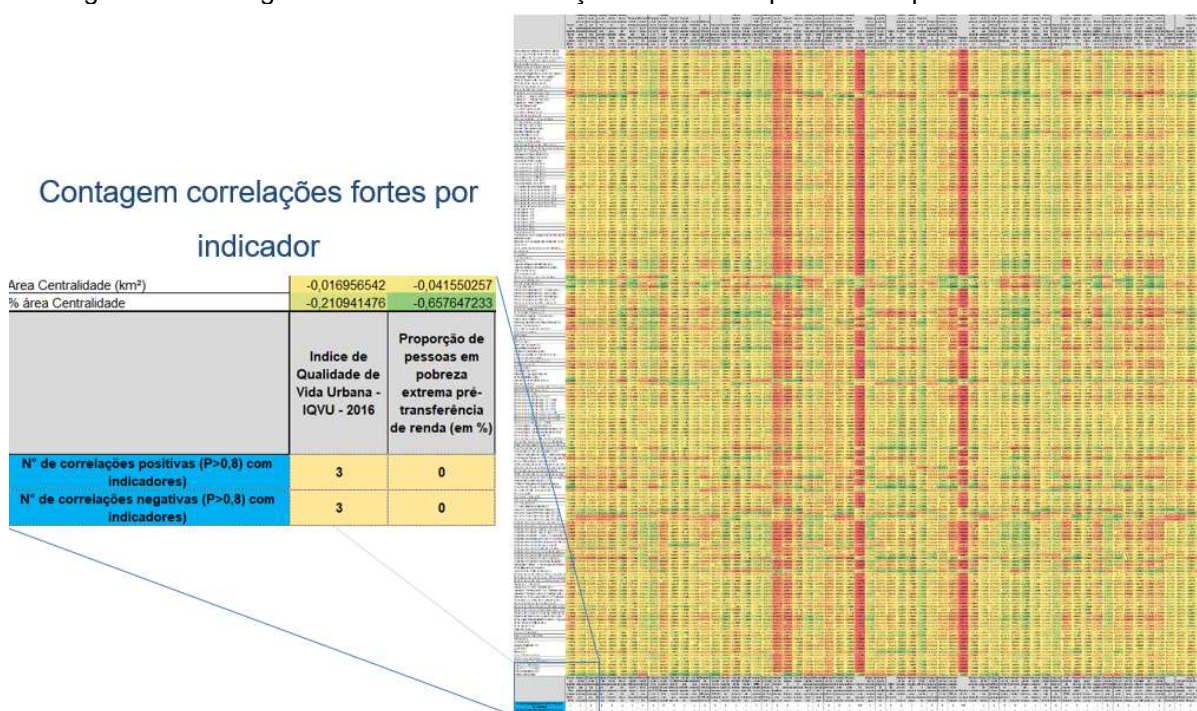
Figura 9: Legenda de cores para visualização de correlações fortes



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o cálculo dos coeficientes de Pearson, o número de correlações fortes com os parâmetros foi levantado para cada um dos indicadores, como apresentado na Figura 10.

Figura 10: Contagem do número de correlações fortes com parâmetros para cada indicador.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DO PERFIL DE BELO HORIZONTE

A partir da análise dos programas e planos da cidade, bem como dos indicadores acompanhados pela administração municipal, foi possível observar mais de um padrão de distribuição de indicadores, por classe de impacto (ambiental, econômico e social), tais como: recursos financeiros, resultados, metas físicas e programas, estabelecidos pela gestão da cidade. A distribuição destes parâmetros pode ser vista na Tabela 3.

Tabela 3: Distribuição dos parâmetros (metas, programas e recursos) frente às categorias de impactos de sustentabilidade

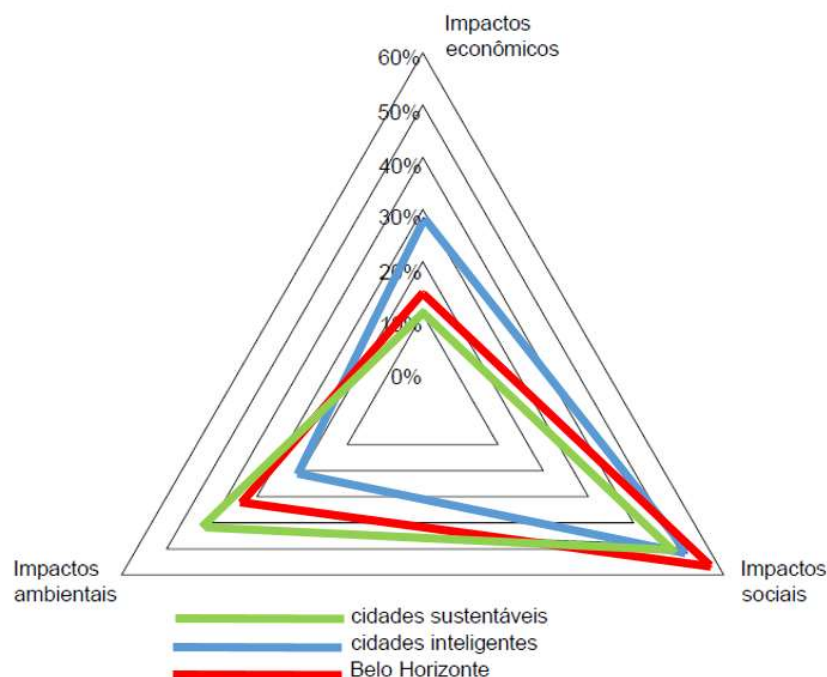
Categoria de Impacto	Metas Físicas por Programa	Programas por ODS	Recursos Financeiros por Programa
Ambiental	24%	34%	29%
Econômico	16%	34%	14%
Social	60%	32%	57%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em PMBH, (2021a); PMBH, (2021c) e PMBH, (2021e).

Desta forma, ao avaliar, sobretudo, o número de metas físicas por programas, bem como os recursos financeiros alocados, percebe-se que o perfil de Belo Horizonte se assemelha mais ao de uma cidade sustentável. Tal afirmação é embasada no fato de que o investimento na categoria de impacto ambiental é consideravelmente superior ao econômico. Assim, a Tabela 3 mostra maior preocupação da administração com as categorias de impacto social e ambiental, o que corrobora a maior semelhança com uma cidade sustentável.

O estudo desenvolvido por Ahvenniemi *et al.*, (2017) concluiu que os conjuntos de metas e indicadores comumente mais utilizados por cidades inteligentes não abordam de forma suficiente os aspectos necessários para o alcance da sustentabilidade urbana. Na Figura 11 é apresentado o perfil de cidades inteligentes e cidades sustentáveis, o qual foi adaptado com a inclusão do perfil de Belo Horizonte (metas físicas por programas).

Figura 11: Comparação entre Indicadores de Cidades Inteligentes / Cidades Sustentáveis / Belo Horizonte



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ahvenniemi *et al.*, (2017); PMBH, (2021a); PMBH, (2021c) e PMBH, (2021e).

No que tange aos programas, metas e indicadores, verifica-se que, em Belo Horizonte, há uma maior valorização dos parâmetros associados aos impactos sociais do que na distribuição utilizada como referência, obtida a partir das observações e análises elaboradas por Ahvenniemi *et al.*, (2017).

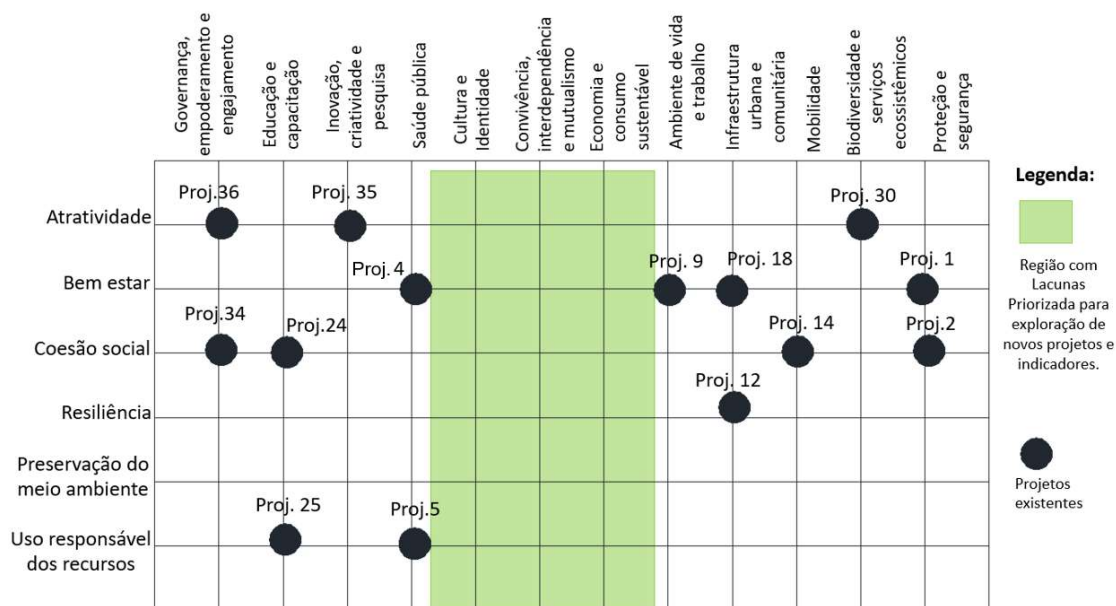
Também pode-se dizer que os recursos financeiros, conforme explicitado em PMBH, (2021e), não são distribuídos de forma equilibrada para os programas e iniciativas de cunho ambiental, os quais na maioria das vezes possuem maiores custos associados, pois demandam grandes obras de infraestrutura e operações contínuas e perenes. Os indicadores e metas ambientais também não são desdobrados e detalhados, em mesma quantidade, quando comparados aos indicadores relativos aos impactos econômicos e sociais.

Considerando este diagnóstico inicial, bem como a necessidade da busca pelo equilíbrio e pela consolidação de uma cidade inteligente e, ao mesmo tempo, sustentável, o presente trabalho tomou como premissa básica o equilíbrio e a distribuição balanceada na escolha dos indicadores, parâmetros e, consequentemente, na seleção das áreas de ação para elaboração da pesquisa.

Tendo em vista a constatação preliminar da necessidade de um balanceamento no orçamento e nos parâmetros urbanos adotados em políticas públicas de Belo Horizonte, propõe-se utilizar a metodologia proposta pela norma ISO 37.101/2017 e demais normas ISO relacionadas ao tema para que seja realizado um diagnóstico, por meio do qual possam ser elencados projetos prioritários e indicadores mais focados na busca por uma cidade inteligente mais sustentável.

Desta forma, conforme recomendado pela norma ISO 37.101/2017 a matriz de referência para a presente pesquisa foi elaborada considerando dois eixos: (i) vertical, o qual contempla 6 Propósitos de Sustentabilidade (Atratividade, Bem-Estar, Coesão Social, Resiliência, Preservação e Melhoria do Meio Ambiente e, Uso Responsável dos Recursos) e, (ii) horizontal, contemplando 12 Temas de sustentabilidade (Governança, Educação, Inovação, Saúde Pública, Cultura, Convivência, Economia e Consumo Sustentável, Ambiente de Vida e Trabalho, Infraestrutura, Mobilidade, Serviços Ecossistêmicos, Infraestrutura, Mobilidade, Proteção e Segurança). Neste contexto as áreas de ação selecionadas nortearam uma análise comparativa entre regiões da cidade, viabilizando a elaboração de um diagnóstico. Assim, os projetos transformadores existentes no PPAG de Belo Horizonte, listados no Quadro 6, foram lançados na matriz no intuito de identificar áreas prioritárias que configurem lacunas para a pesquisa. Dentro da matriz foram priorizadas as regiões destacadas em verde, com o objetivo de promover maior equilíbrio na seleção de projetos e parâmetros urbanos. Na Figura 12 foram elencados os projetos transformadores em andamento e, posteriormente, identificadas áreas de lacuna nas quais possam ser encontradas oportunidades de implementação de novos projetos ou priorização de projetos já existentes de forma a incluí-los no grupo de projetos transformadores.

Figura 12: Matriz para Diagnóstico e Priorização de Projetos/Identificação de Lacunas dentro os Projetos Transformadores de Belo Horizonte – MG



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos Projetos Transformadores de BH e (ABNT, 2017).

Neste sentido, após análise, foi possível verificar a oportunidade de implantar, ou promover projetos existentes ao patamar de projetos transformadores, que possam contribuir para a cidade no sentido de:

- Conferir maior resiliência, promovida por meio do monitoramento e revisão contínua de parâmetros para uso sustentável do solo;
- Promover a ampliação e a implementação de eventos culturais de forma que a cidade se torne mais atrativa a investimentos e como destino turístico;
- Regularizar áreas comunitárias e ocupações e dotá-las de infraestrutura urbana de forma a promover maior inclusão e coesão social;
- Promover ações para a aumentar áreas verdes na cidade com foco no aumento da permeabilidade do solo e na criação de espaços voltados a convivência e ao lazer;
- Promover ações de preparação e de defesa civil que possam garantir maior segurança da população frente a situações de calamidade pública;

Desta forma, analisando-se os projetos existentes percebe-se que as prioridades de desenvolvimento da cidade devem estar focadas nas bases que permitirão melhor ocupação e uso do ambiente urbano. Destaca-se ainda a necessidade de uma análise complementar acerca dos resultados e da eficácia de cada projeto para avaliar a possibilidade de relocação ou inserção de novos projetos. As lacunas e oportunidades

acima identificadas foram utilizadas para a seleção dos parâmetros analisados, que posteriormente foram correlacionados com os indicadores regionalizados. Neste sentido os parâmetros selecionados devem estar relacionados principalmente ao uso e ocupação sustentável do solo, infraestrutura urbana e de serviços públicos, atividades econômicas e sociais, áreas verdes e permeáveis e a riscos hidrogeológicos.

4.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS URBANOS

Neste capítulo são apresentados os parâmetros urbanos coletados de bases de dados vetoriais georreferenciados provenientes dos bancos de dados municipal (IDE-BHGE0), estadual (IEDE-MG) e nacional (INDE).

Como explicitado anteriormente na apresentação da metodologia, foram considerados como parâmetros urbanos as taxas e referências previstas no Plano Diretor de Belo Horizonte, bem como as características físicas (naturais ou artificiais) do ambiente urbano.

Nos tópicos 4.2.1 a 4.2.37 são apresentados os parâmetros urbanos que foram selecionados, organizados e consolidados em tabelas. Também são apresentados gráficos, tabelas e mapas, elaborados com dados das bases de dados consultadas, que explicitam a distribuição geográfica de cada parâmetro no território municipal. As informações foram organizadas visando facilitar as análises necessárias para a identificação de padrões.

Os parâmetros foram selecionados, dentre os disponibilizados em dados abertos, de acordo com as lacunas e prioridades identificadas no diagnóstico apresentado no tópico 4.1. Neste sentido, foram priorizadas as camadas relacionadas aos parâmetros de uso e ocupação do solo, equipamentos de serviços públicos, mobilidade, infraestrutura, áreas de preservação e de permeabilidade, bem como de atividades econômicas, renda, demografia, meio ambiente, levantamentos de áreas expostas à riscos de hidrogeológicos e de calamidade pública. Por meio da listagem e organização destes parâmetros foi viável, em um segundo momento, correlacioná-los a indicadores e identificar aqueles que podem ser priorizados na busca por melhores resultados.

Como descrito na metodologia os parâmetros urbanos foram organizados e tratados com uso do software QGIS. Os parâmetros foram carregados no software

QGIS com todos seus atributos originais e atributos incluídos referentes a regionalização.

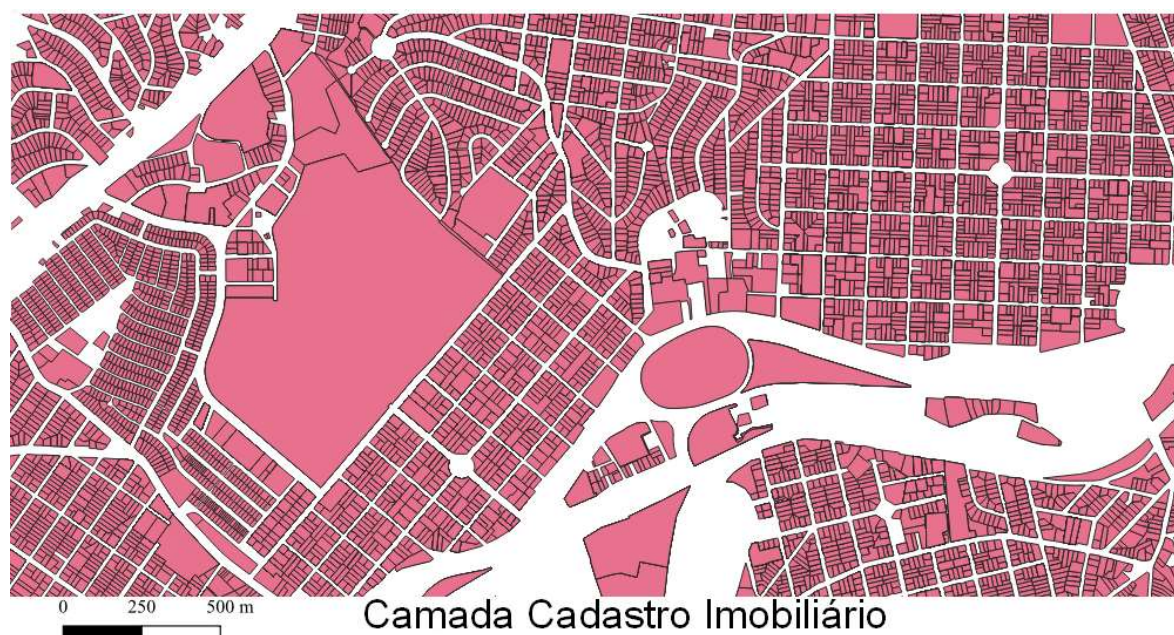
4.2.1. Tipo construtivo dos imóveis, uso e ocupação, padrão de acabamento e infraestrutura e serviços

As informações agrupadas nas tabelas 4, 5, 6 e 7 referentes aos grupos de parâmetros (i) tipos construtivos dos imóveis, (ii) uso e ocupação, (iii) padrão de acabamento e (iv) infraestrutura e serviços (exceto rede de gás), foram obtidas por meio do tratamento qualitativo dos dados da camada disponibilizada no banco de dados IDE BHGEO denominada “Cadastro Imobiliário”. Tal camada possui dados, que contemplam, originalmente, informações individualizadas acerca de todas os imóveis cadastrados na cidade de Belo Horizonte. O arquivo contém feições com os seguintes atributos:

Id_IPTU_CTM	Area_terreno	Ind_arborizacao	Nome_logradouro
Indice_cadastral	Area_construcao	Ind_galeria_pluvial	Numero_imovel
Nulotctm	Tipo_construtivo	Ind_iluminacao_publica	Cep
Zoneamento_PVIPTU	Tipo_ocupacao	Ind_rede_esgoto	Zona_homogenea
Frequencia_coleta	Padrao_acabamento	Ind_rede_agua	Tipologia
Ind_meio_fio	Quantidade_economias	Ind_rede_telefonica	Geometria
Ind_pavimentacao	Fracao_ideal	Tipo_logradouro	

Após o *download* dos dados, foi possível, em um primeiro momento, tratá-los com uso do QGIS. Foram inseridos atributos para localização dos bairros e da regional em que está inserida cada uma das edificações registradas na camada “cadastro imobiliário”. Para consolidação e organização dos dados foi necessário exportar os arquivos para planilhas eletrônicas no formato .xls. Ao final do tratamento dos dados foi possível elaborar as tabelas 4 e 6. Na Figura 13 é apresentado mapa contendo os atributos vetoriais da camada “cadastro imobiliário” onde podem ser visualizados polígonos que delimitam cada um dos imóveis da cidade. Cada polígono corresponde a um imóvel, apresentando sua geometria de projeção por meio de elementos vetoriais que também possuem atributos (acima listados). Os atributos contêm textos ou números com informações relacionadas às características de cada imóvel previamente cadastradas pela prefeitura ou calculada durante a análise dos dados.

Figura 13: Mapa Cadastro Imobiliário



Fonte: Elaborado pelo autor com dados de IDE-BHGEO (2022)

A Tabela 4, possui informações, obtidas da camada “cadastro imobiliário” sobre os tipos construtivos observados em Belo Horizonte. Os dados foram tratados de forma qualitativa e quantitativa com o objetivo de consolidar a classificação de todos os imóveis existentes na cidade.

Tabela 4: Tipos construtivos de imóveis.

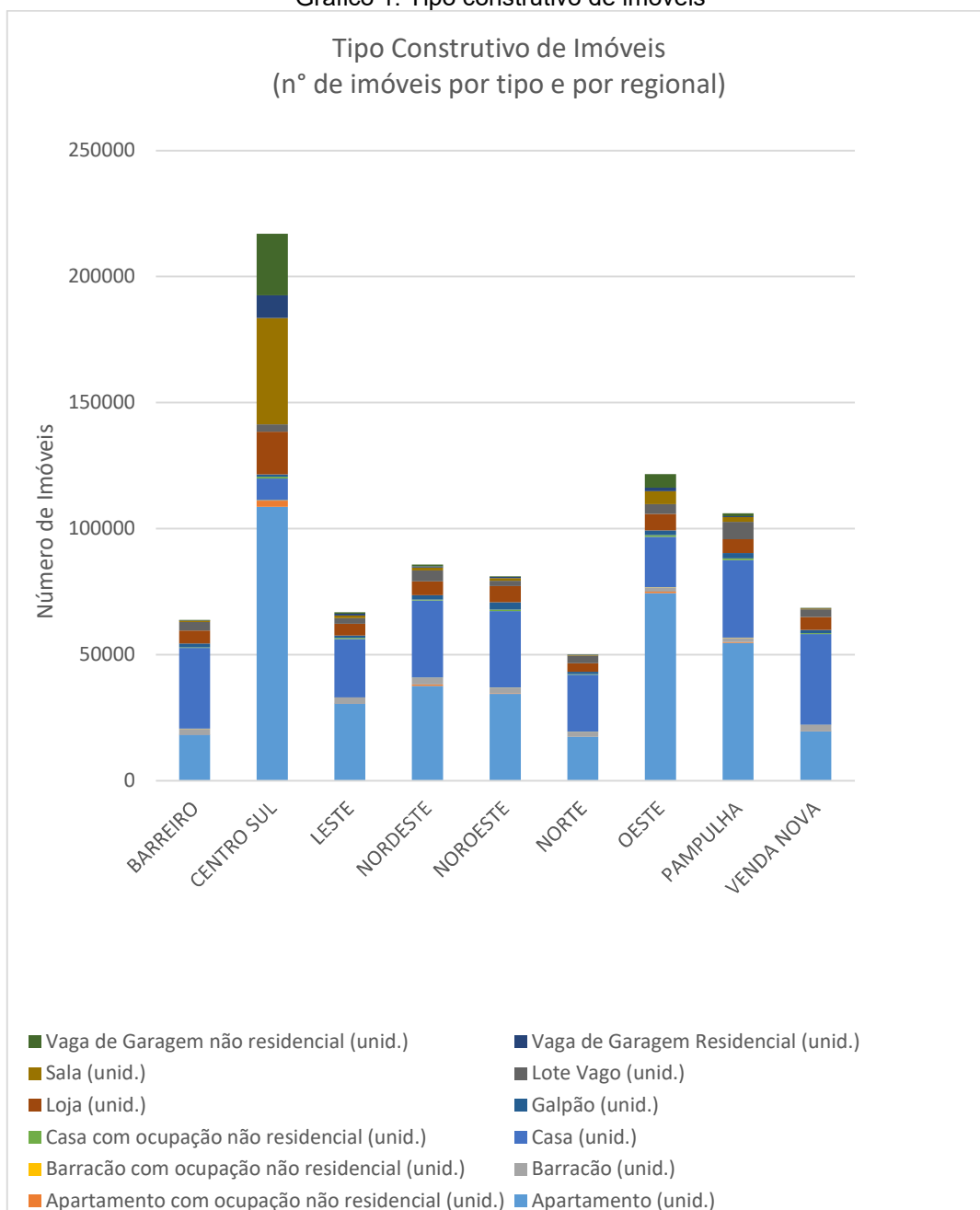
Tipo Construtivo (n° de imóveis)	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Apartamento (unid.)	395611	18317	108667	30625	37611	34373	17399	74350	54693	19576
Apartamento com ocupação não residencial (unid.)	4091	2	2379	7	505	259	0	650	287	2
Edícula ou Barracão (unid.)	17123	2170	307	2322	2587	2120	1855	1608	1667	2487
Edícula ou Barracão com ocupação não residencial (unid.)	818	119	31	82	128	105	62	77	109	105
Casa (unid.)	234053	32006	8477	23087	30600	30400	22725	20087	30724	35947
Casa com ocupação não residencial (unid.)	4454	319	712	455	421	589	221	660	732	345
Galpão (unid.)	14431	1509	984	998	1695	2978	950	1909	2115	1293
Loja (unid.)	58950	5094	16843	4671	5569	6322	3350	6449	5501	5151
Lote Vago (unid.)	31878	3417	2987	2176	4264	2204	3099	3861	6860	3010
Sala (unid.)	53537	530	42176	1070	1125	1013	164	5206	1820	433

Vaga de Garagem Residencial (unid.)	12864	72	9016	762	559	509	47	1406	450	43
Vaga de Garagem não residencial (unid.)	32607	186	24420	534	669	157	69	5332	1125	115
Total Imóveis (unid.)	860417	63741	216999	66789	85733	81029	49941	121595	106083	68507

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de IDE-BHGE0 (2022).

A leitura do Gráfico 1 facilita a compreensão da distribuição dos imóveis por tipo e regional.

Gráfico 1: Tipo construtivo de imóveis



Fonte: Elaborado pelo autor com dados de IDE-BHGE0 (2022).

A Tabela 5 contém informações acerca do uso e ocupação do solo. O item “economias” é relativo ao número de empresas existentes em cada imóvel cadastrado na base da prefeitura. Tal informação é relevante para o estudo dos indicadores e parâmetros da cidade, visto ser relacionado ao adensamento populacional ou de atividades econômicas. Na mesma tabela são apresentadas informações relacionadas a área média dos terrenos e área construída média, por regional, consolidadas a partir dos dados disponíveis na mesma camada. Além disso é

apresentada a informação fração ideal média por regional, que também é um parâmetro relacionado ao número de condôminos por edificação e, consequentemente, ao adensamento populacional no espaço urbano.

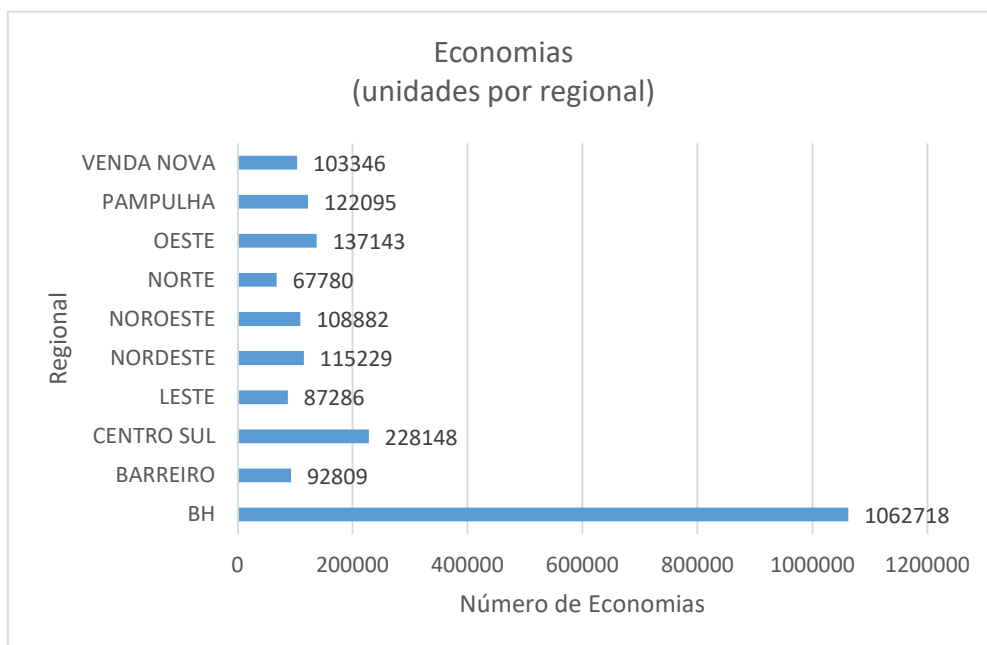
Tabela 5: Uso e ocupação do solo

Uso e ocupação	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Economias (unid.)	1062718	92809	228148	87286	115229	108882	67780	137143	122095	103346
Média de Economias por Imóvel (unid.)	1,24	1,46	1,05	1,31	1,34	1,34	1,36	1,13	1,15	1,51
Área Terreno Média (m²)	3016,76	3373,3	1375,32	1569,70	4435,77	3360,18	4144,7	4623,08	3718,16	2353,50
Área Construída Média (m²)	164,26	186,59	156,18	165,48	168,22	183,28	153,42	154,61	163,89	166,05
Fração Ideal Média	0,37	0,61	0,11	0,46	0,47	0,50	0,55	0,26	0,40	0,56
Economias (unid.)	1062718	92809	228148	87286	115229	108882	67780	137143	122095	103346

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de IDE-BH GEO (2022)

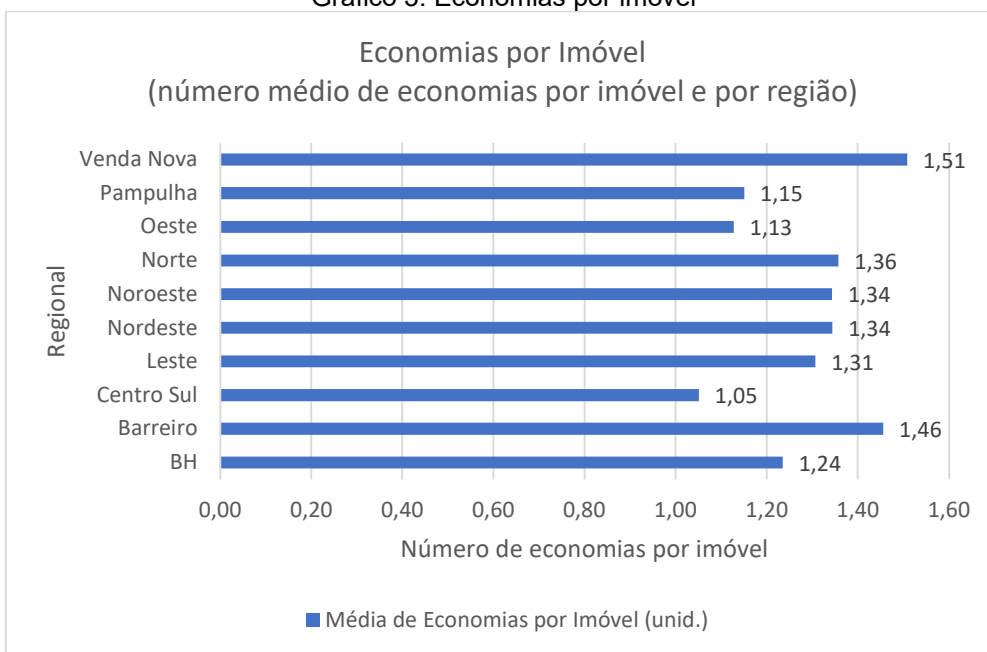
Os gráficos 2, 3, 4, 5 e 6 permitem uma análise visual acerca dos parâmetros disponíveis na Tabela 5: Uso e ocupação do solo, a qual sugere maior adensamento em algumas regiões da cidade. Ainda assim, ao analisar, por exemplo, os dados da região centro-sul, é possível perceber que: (i) há um número absoluto maior de economias (comércio e/ou serviços) do que nas demais regionais, (ii) há uma fração média ideal menor do que nas demais regiões e, (iii) a área média dos terrenos dessa região é inferior quando comparada as demais. Todos são parâmetros que indicam maior adensamento nesta região. Entretanto, é possível perceber que nesta mesma região há um menor número de economias por imóvel. Algumas hipóteses podem ser elencadas para explicar tal fato, mas para tanto se faz necessário estudar outros parâmetros tais como o número médio de habitantes por imóvel residencial, população, renda média, número de imóveis residenciais e número de imóveis comerciais por região.

Gráfico 2: Economias por regional.



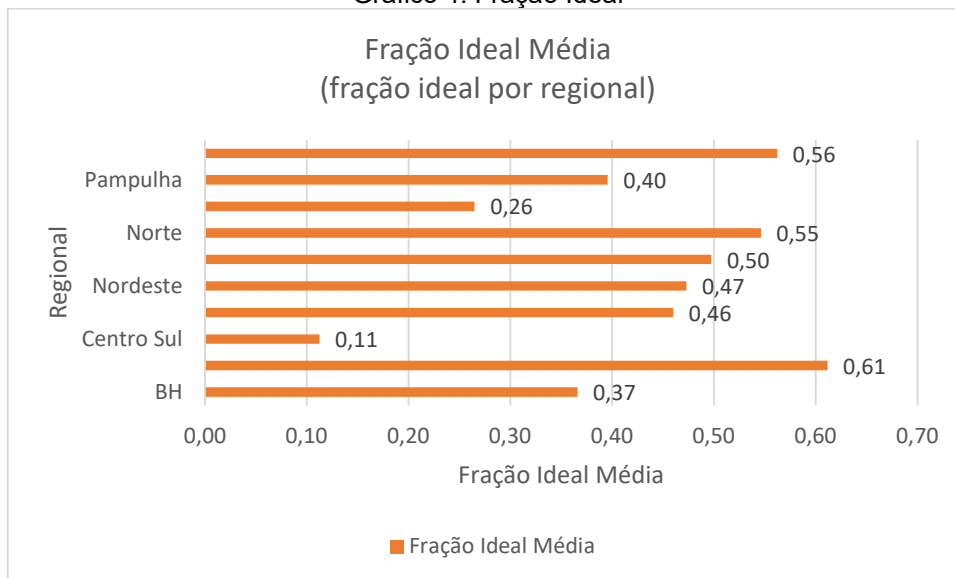
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 3: Economias por imóvel



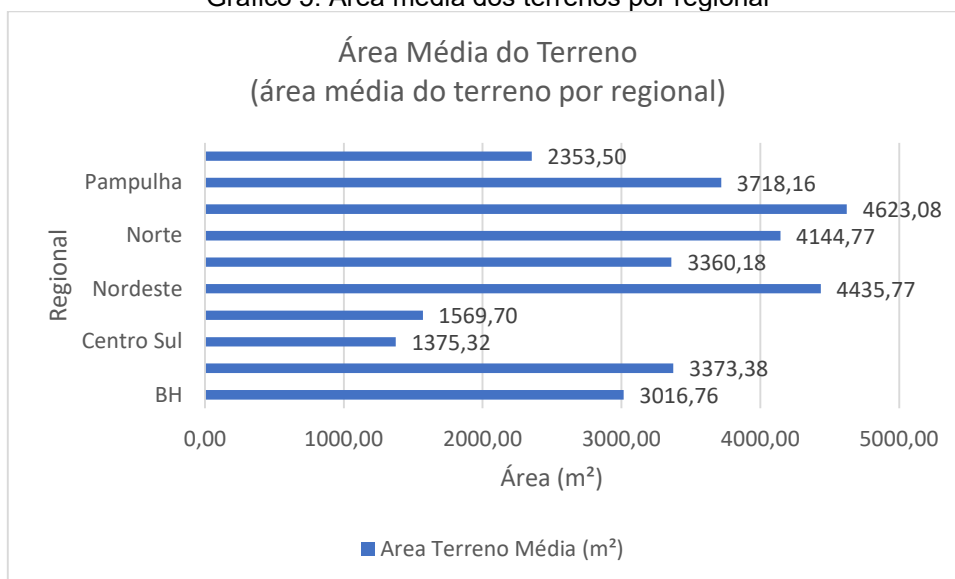
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 4: Fração Ideal



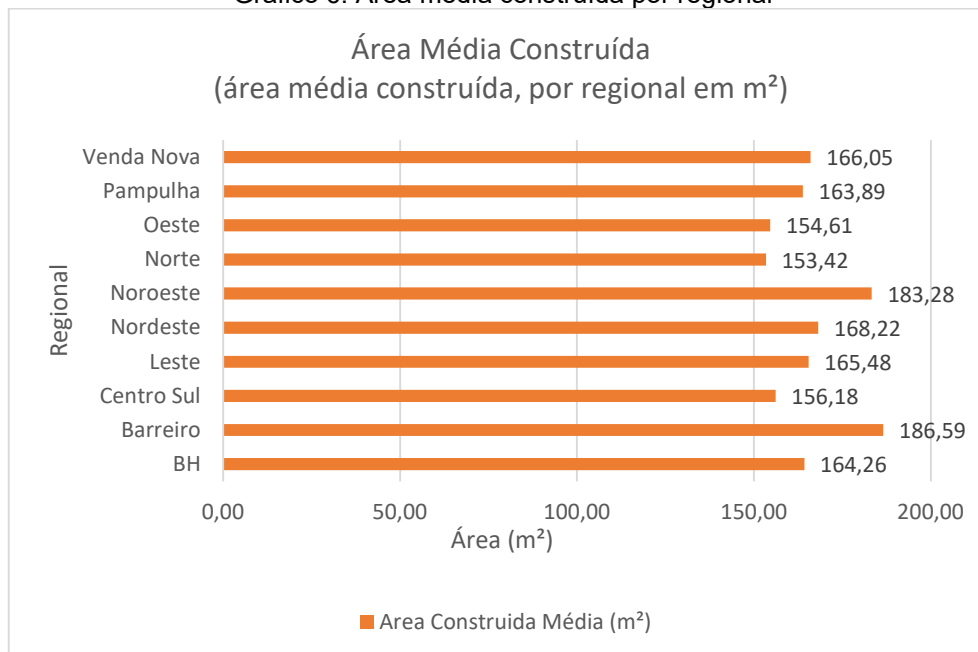
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 5: Área média dos terrenos por regional



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 6: Área média construída por regional



Fonte: Elaborado pelo autor.

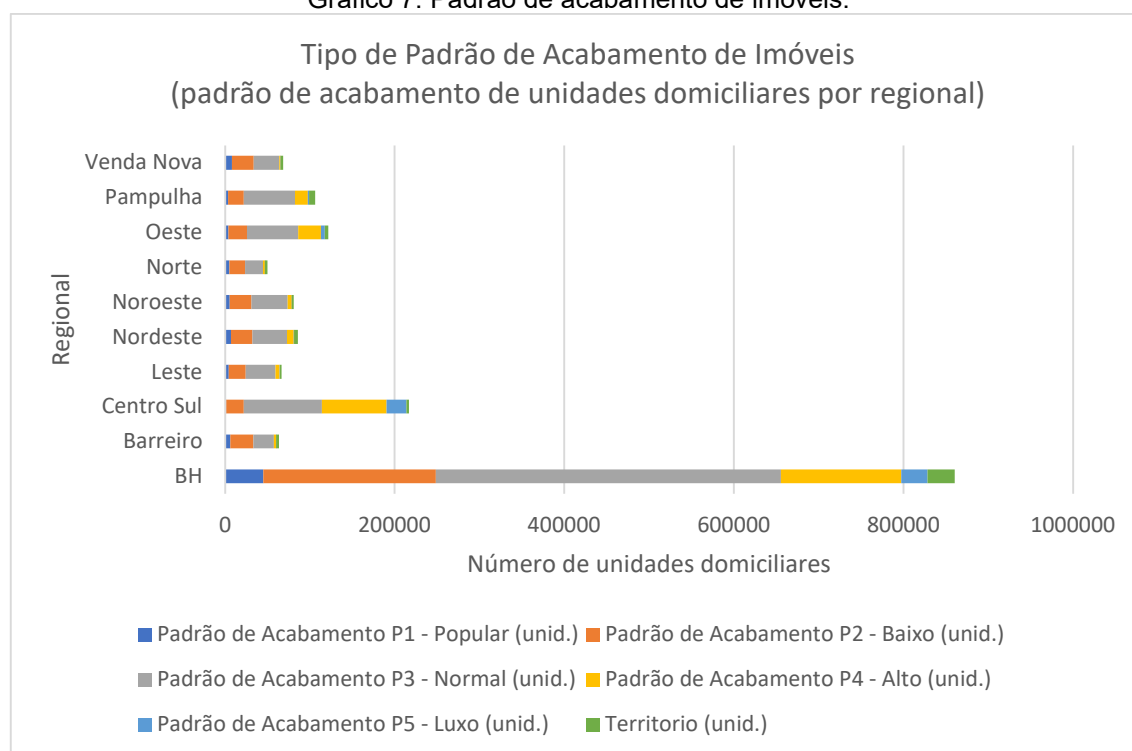
Na Tabela 6 são apresentadas informações sobre o padrão de acabamento dos imóveis da cidade. A classificação de padrão de acabamento é utilizada pela prefeitura para cálculo do valor do Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU. Em Belo Horizonte, são considerados os seguintes padrões de acabamento em ordem crescente (do acabamento mais simples ao mais luxuoso): P1-Popular; P2-Baixo, P3-Normal, P4-Alto e P5-Luxuoso. O enquadramento dos imóveis nos padrões de acabamento se dá conforme metodologia de cálculo por pontos prevista no Decreto Municipal nº 10.447 de 30 de dezembro de 2000. Para cálculo da pontuação a prefeitura considera o material de acabamento empregado nos muros ou gradis, paredes, pisos, tetos, estrutura, esquadrias e cobertura, bem como também considera a tipologia da edificação e a existência de benfeitorias e equipamentos específicos que possam agregar valor aos imóveis. No Gráfico 7 é possível identificar visualmente a prevalência de padrão de acabamento por regional da cidade. Destaca-se que a regional Centro-Sul possui 76% de todos os imóveis com acabamento luxuoso e 54% de todos os imóveis com acabamento de alto padrão existentes na cidade.

Tabela 6 :Padrão de acabamento de imóveis.

Padrão de acabamento	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Padrão de Acabamento P1 - Popular (unid.)	45049	6276	1270	4440	7116	5396	5091	3835	3462	8163
Padrão de Acabamento P2 - Baixo (unid.)	203513	27191	20682	20064	25217	25689	18647	21881	18586	25556
Padrão de Acabamento P3 - Normal (unid.)	407161	24184	92351	35078	40551	42699	20902	60583	60406	30407
Padrão de Acabamento P4 - Alto (unid.)	141958	2638	76152	4904	8078	4743	2164	26896	15055	1328
Padrão de Acabamento P5 - Luxo (unid.)	30856	32	23557	127	507	298	38	4539	1715	43
Território (unid.)	31878	3417	2987	2176	4264	2204	3099	3861	6860	3010

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 7: Padrão de acabamento de imóveis.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 7 são apresentados dados consolidados e tratados referentes ao número de imóveis atendidos por serviços e infraestrutura urbanos. Os dados também foram obtidos da camada “cadastro imobiliário” mediante contagem dos imóveis que são atendidos por cada tipo de serviço e infraestrutura urbana existente.

Tabela 7: Atendimento serviços e infraestrutura urbana.

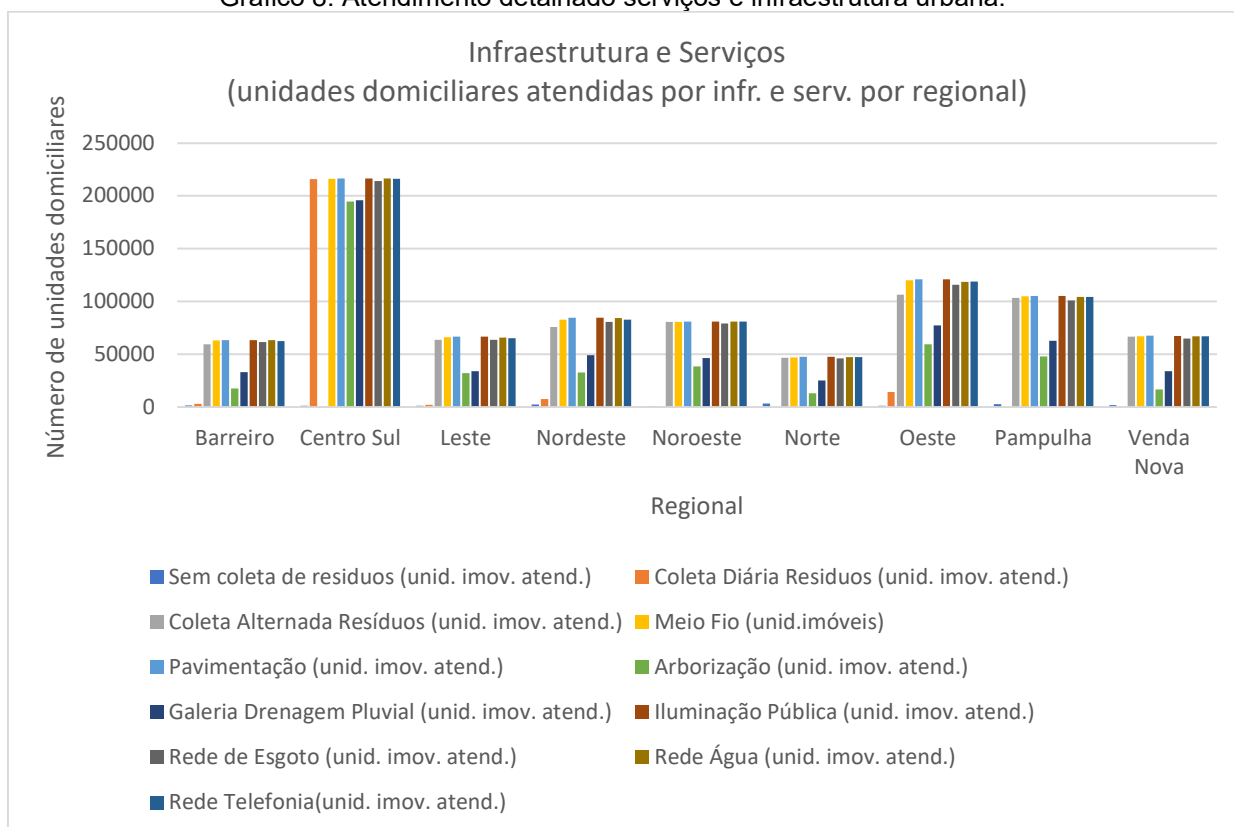
Atendimento Infra / Serviços	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Sem coleta de resíduos (unid. imov. atend.)	15671	1269	1076	1189	2438	558	3334	1215	2730	1862
Coleta Diária Resíduos (unid. imov. atend.)	242442	3042	215823	1988	7578	4	0	14004	0	3
Coleta Alternada Resíduos (unid. imov. atend.)	602310	59430	104	63612	75717	80467	46607	106376	103355	66642
Meio Fio (unid. imóveis)	847001	62901	216228	65931	82804	80547	47008	119982	104782	66818
Pavimentação (unid. imov. atend.)	852658	63167	216438	66588	84540	80904	47397	121016	105166	67442
Arborização (unid. imov. atend.)	452061	17356	194648	32190	32567	38373	13052	59359	47798	16718
Galeria Drenagem Pluvial (unid. imov. atend.)	556903	32973	195864	34018	48893	46215	25085	77103	62766	33986
Iluminação Pública (unid. imov. atend.)	852139	63260	216433	66500	84421	80911	47459	120863	105064	67228
Rede de Esgoto (unid. imov. atend.)	826238	61617	213966	63654	80537	78966	45951	115883	101000	64664
Rede Água (unid. imov. atend.)	847229	63242	216370	65824	84091	80763	47096	118593	104303	66947
Rede Telefonia (unid. imov. atend.)	844416	62515	216142	65012	82649	80765	47179	118930	104354	66870
Logradouro com rede de gás (%) ²	7,82	0,01	36,87	1,69	4,36	3,97	2,48	13,62	5,13	2,74

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 8 é apresentada a distribuição de serviços e infraestrutura por regional da cidade. Ressalta-se a grande diferença entre a infraestrutura existente na regional centro-sul e demais regiões da cidade. No Gráfico 9 também é possível observar a mesma discrepância na disponibilidade de rede de gás natural canalizado na região centro-sul frente às demais regiões da cidade.

² Rede de gasodutos de gás natural implantada nos logradouros.

Gráfico 8: Atendimento detalhado serviços e infraestrutura urbana.



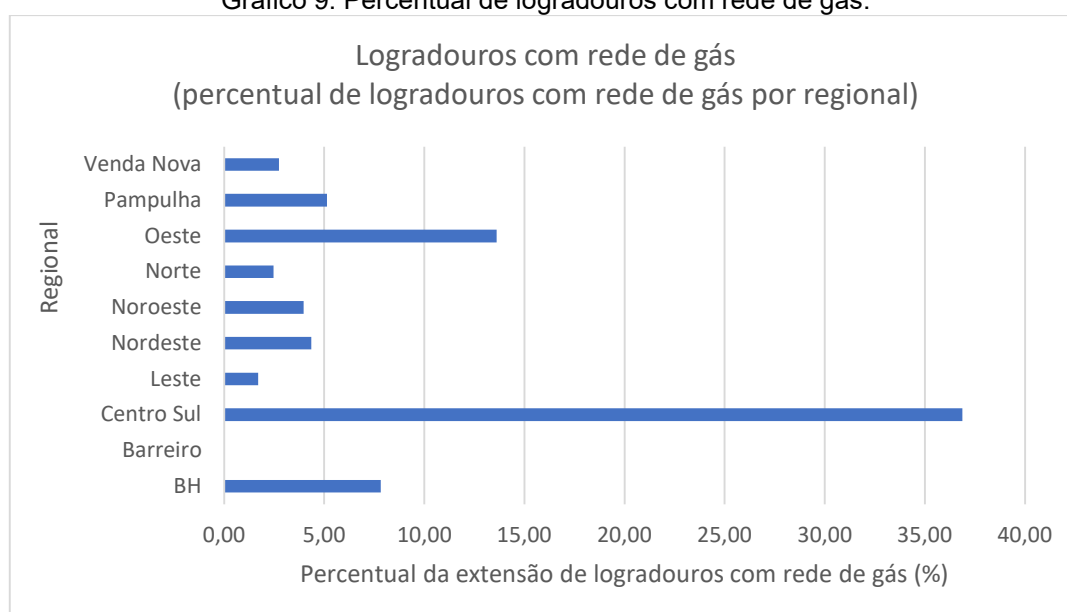
Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentre as informações apresentadas na Tabela 7, relativas à infraestrutura e serviços disponíveis em cada regional, destaca-se o percentual de logradouros atendidos pela rede de distribuição de gás natural. A distribuição de gás por meio de gasodutos ainda é um serviço indisponível em 92% logradouros da cidade. Para estas regiões, ainda não atendidas por esta infraestrutura, os imóveis contam com outras alternativas energéticas, sendo o gás liquefeito de petróleo (GLP), fornecido por meio de botijões, o combustível mais utilizado para cocção (SANTOS *et al.*, 2015).

As informações, referentes a rede de gás, não estavam disponíveis na camada “cadastro imobiliário” e em nenhuma das bases utilizadas no presente trabalho. Inicialmente apenas foi possível visualizar o traçado no website da companhia responsável por sua operação. Assim, tal informação foi solicitada e obtida junto à concessionária em conformidade com a obrigatoriedade de acesso às informações públicas (Lei nº 12.527/2011). O arquivo disponibilizado pela empresa em formato .shp, possui o traçado da rede existente no município de Belo Horizonte com atributos básicos relativos apenas ao material da tubulação. Ainda assim, foi possível tratar os dados e calcular o comprimento da rede e compará-lo com a extensão da malha de

logradouros da cidade, por regional. Para tanto, também foi necessário vincular cada trecho da rede de gás a um bairro e uma regional. A rede de gás é uma infraestrutura relativamente nova em Belo Horizonte. Sua construção foi iniciada na cidade apenas após o ano de 1986, quando a atividade foi concedida pelo estado de Minas Gerais à Companhia responsável. Ressalta-se ainda que a ramificação da rede de distribuição começou a ocorrer em Belo Horizonte apenas a partir de 2013, quando a empresa inicia a construção de gasodutos para o atendimento a residências (SANTOS *et al.*, 2015). Assim, trata-se de uma infraestrutura urbana que, diferentemente de outras utilidades (tais como energia, saneamento, telecomunicações e dados) ainda atende a um número restrito de bairros. Desta forma, sua existência em determinadas regiões pode indicar áreas priorizadas pela concessionária para sua implantação. Tal fato sugere, a princípio, que o estudo do desenvolvimento deste tipo de infraestrutura pode ser um bom ponto de partida para análise de outros parâmetros urbanos.

Gráfico 9: Percentual de logradouros com rede de gás.



Fonte: Elaborado pelo autor.

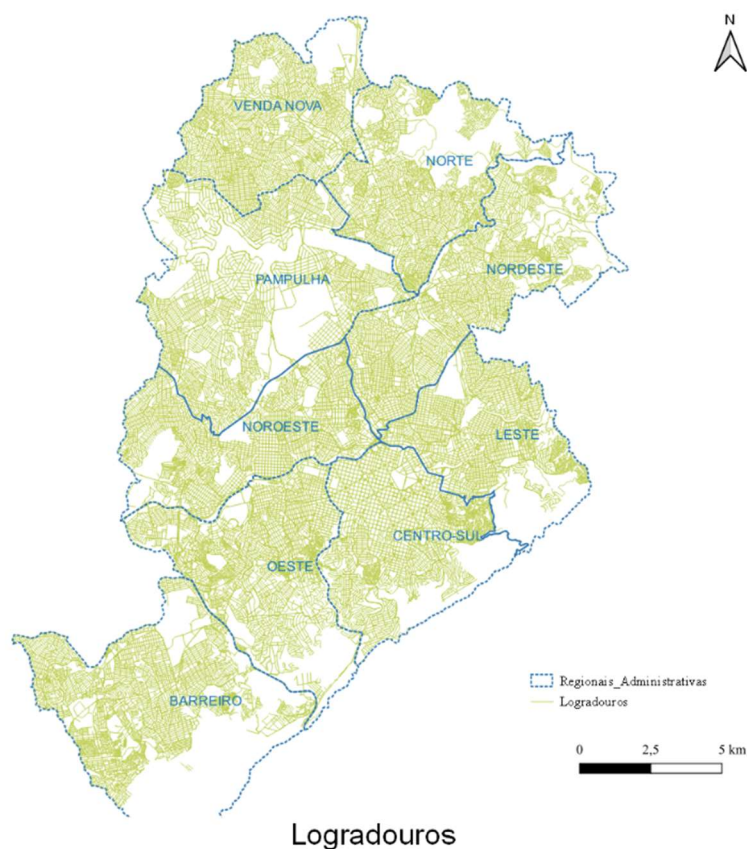
4.2.2. Logradouros

Logradouros consistem no espaço público ocupado por vias e calçadas. A camada de dados denominada “Logradouro” obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_lograd
- nome_logra
- cod_lograd
- largura_me
- tipo_logra
- comprimento

Na Figura 14 é apresentada a forma como os atributos vetoriais da camada “Logradouro” podem ser visualizados no sistema QGIS. Cada linha corresponde a um segmento de logradouro, apresentando sua geometria por meio de elementos vetoriais que também possuem atributos (acima listados), que consistem em textos ou números contendo informações previamente cadastradas pela prefeitura ou calculada durante a análise dos dados.

Figura 14: Mapa logradouros.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 8 são apresentadas as características geométricas dos logradouros da cidade por regional. Para consolidação e estudo dos logradouros foram incluídos dados referentes a alocação de cada trecho de logradouro ao bairro e regional correspondente. Também foi necessário somar e calcular a média das dimensões dos logradouros por regional. Neste sentido, os dados foram tratados, separando os segmentos de logradouro por região e posteriormente somando-se a extensão destes segmentos. Em um segundo momento foi calculada a largura média dos logradouros

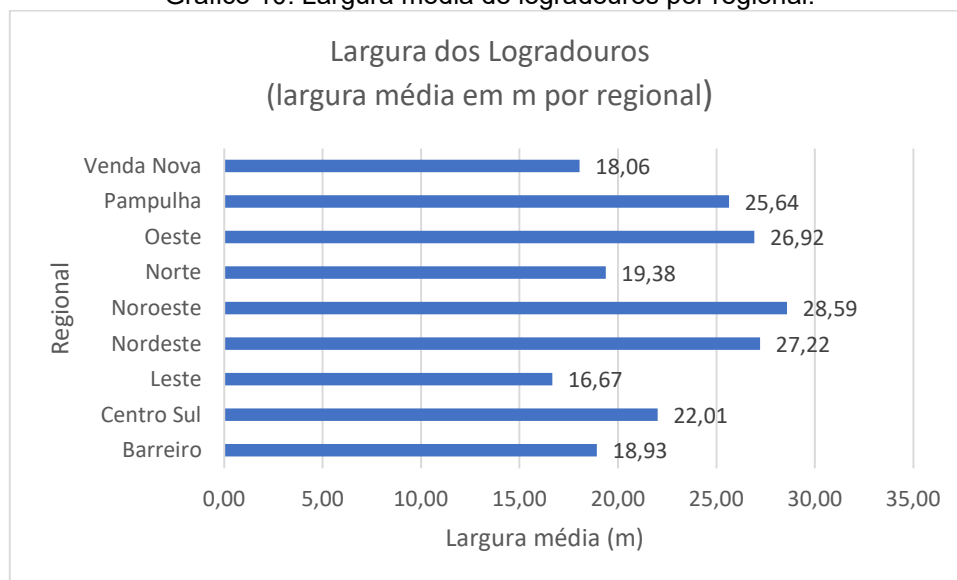
também por regional. A área total média ocupada por logradouros, em cada região, foi calculada a partir das outras duas dimensões previamente consolidadas. Espera-se que a área ocupada pelos logradouros possa ser útil para avaliar a influência da impermeabilização do solo urbano pela construção de vias. Nos gráficos 10, 11 e 12 são apresentados a largura média, a extensão total e a área dos logradouros por regional.

Tabela 8: Logradouros por regional.

Logradouro	BH	Barre- ro	Centro Sul	Leste	Nor- deste	Noro- este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Logradouro - Largura média (m)	23,71	18,93	22,01	16,67	27,22	28,59	19,38	26,92	25,64	18,06
Logradouro - Extensão total (Km)	12288,65	1284,62	1278,56	942,40	1848,03	1747,41	878,97	1821,52	1580,19	906,97
Logradouro - Área Total (Km ²)	291,39	24,32	28,14	15,71	50,30	49,95	17,04	49,03	40,52	16,38

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 10: Largura média de logradouros por regional.



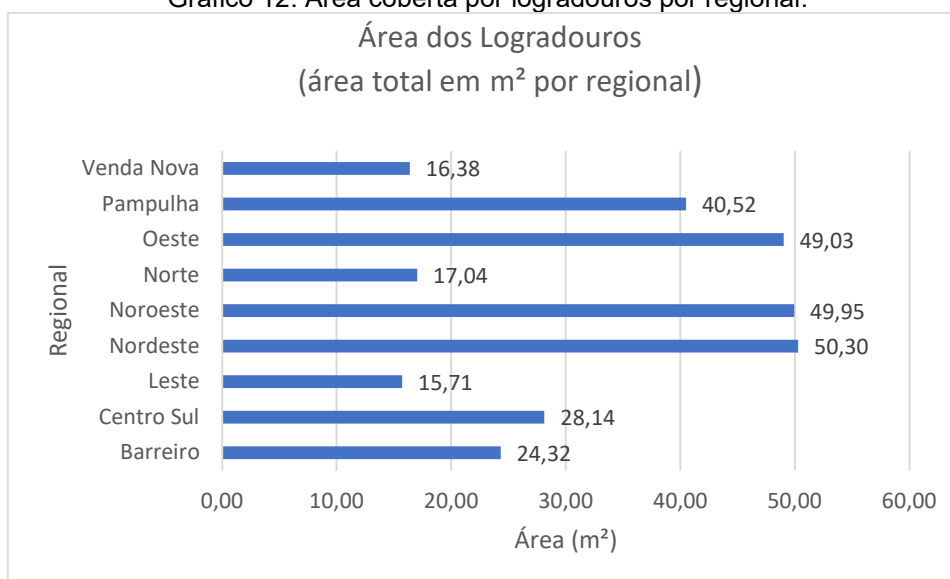
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 11: Extensão de logradouros por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 12: Área coberta por logradouros por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

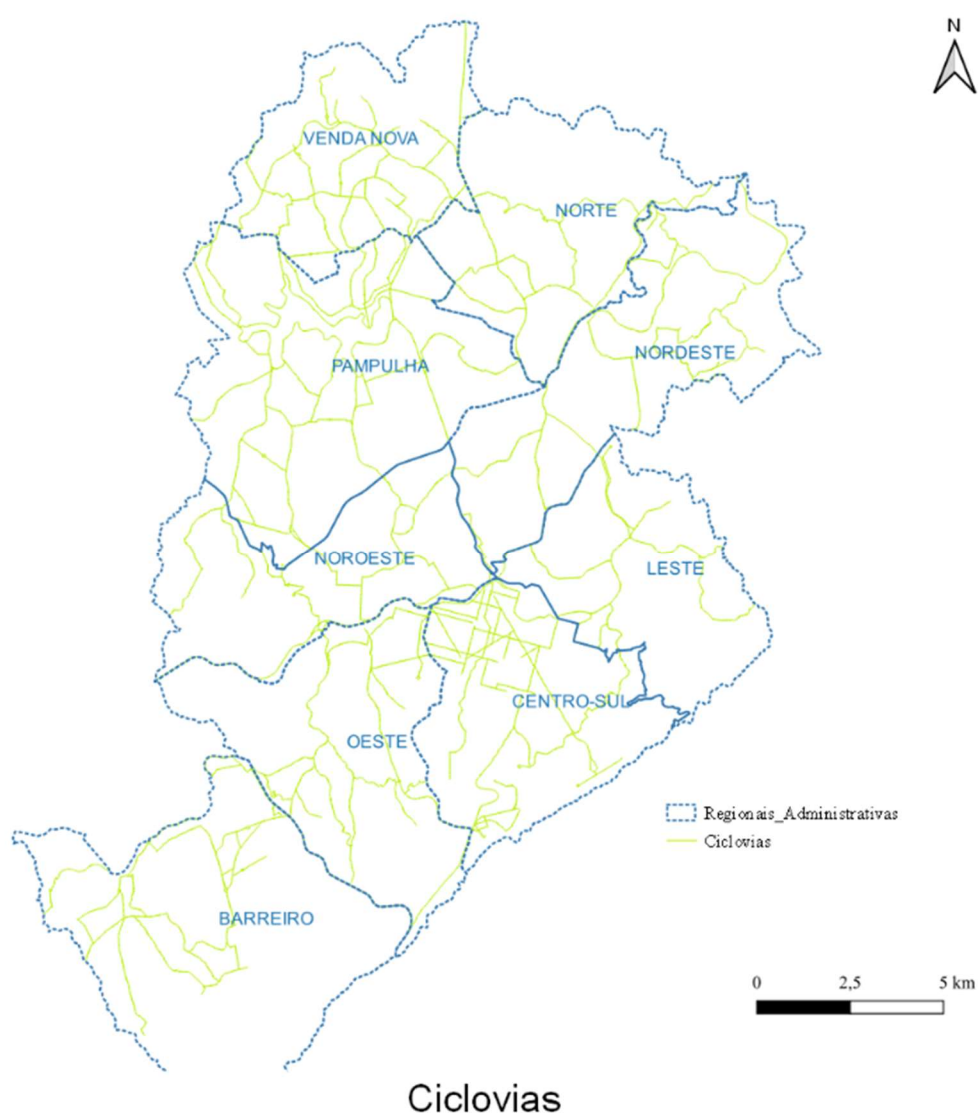
4.2.3. Ciclovias

Ciclovias são vias dedicadas exclusivamente ao uso por ciclistas. A camada de dados denominada “Ciclovias” obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_rede_ci
- descricao
- nome

Na Figura 15 é apresentada a forma como os atributos vetoriais da camada “ciclovias” podem ser visualizados no sistema QGIS. Cada linha corresponde a um segmento de ciclovias, apresentando sua geometria (traçado simples) por meio de elementos vetoriais que também possuem atributos (acima listados), que consistem em textos ou números contendo informações previamente cadastradas pela prefeitura ou calculada durante a análise dos dados.

Figura 15: Mapa ciclovias.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para consolidação e estudo das ciclovias foram incluídos dados referentes a alocação de cada segmento a sua respectiva regional. Também foi necessário somar

e calcular o comprimento dos trechos de ciclovia. Para consolidação dos dados de extensão de ciclovia por regional foi necessário calcular o atributo extensão (em metros) por meio do uso do software QGIS.

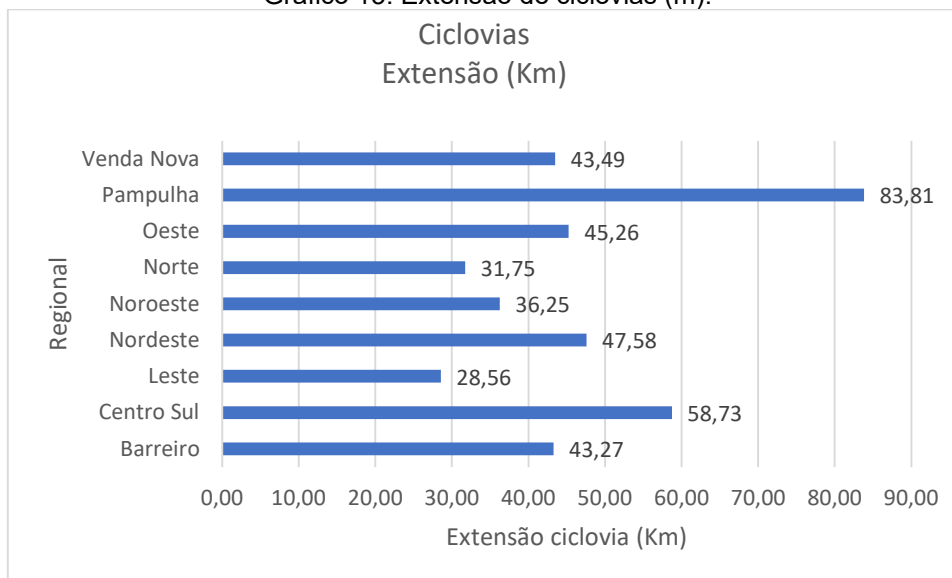
Por meio da Tabela 9 e do Gráfico 13 é possível ver que a região da Pampulha se sobressai frente às demais com grande extensão de ciclovias instaladas. Algumas hipóteses podem ser levantadas para explicar tal discrepância, visto que se trata de uma região turística que contempla a área da Lagoa da Pampulha, com orla de 18 km de extensão. Destaca-se ainda que a região possui relevo com menor declividade, sendo assim mais propícia ao uso da bicicleta.

Tabela 9: Ciclovias por regional.

Ciclovias	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Ciclovias - Extensão (Km)	418,7	43,27	58,73	28,56	47,58	36,25	31,75	45,26	83,81	43,49

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 13: Extensão de ciclovias (m).



Fonte: Elaborado pelo autor.

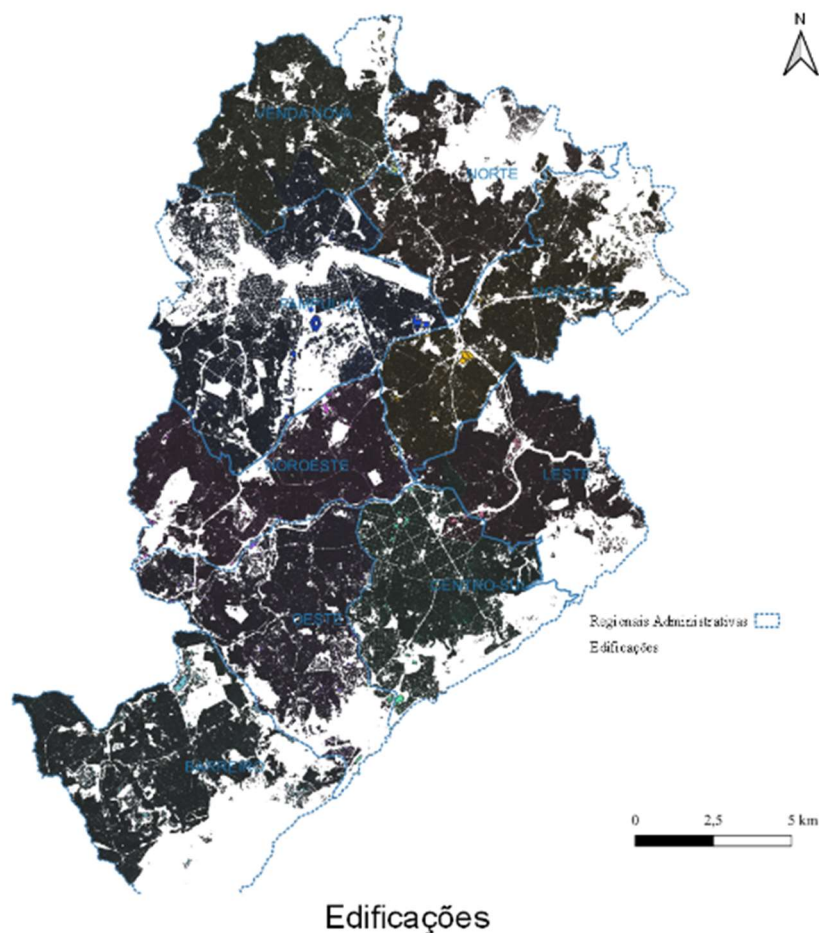
4.2.4. Edificações

A camada edificações apresenta informações individualizadas relacionadas a todas as edificações existentes na cidade. Diferentemente da camada “cadastro imobiliário” a camada “edificação” apresenta dados relativos à edificação e não à unidade imobiliária (tal como apartamentos, por exemplo). As informações desta camada são relacionadas sobretudo a geometria das construções, sendo suficientes para sua modelagem em três dimensões. Esta camada de dados obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- | | |
|--------------|--------------|
| • wkt_geom | • media_mdt |
| • area | • moda_mde |
| • cota_max_m | • moda_mdt |
| • cota_max_1 | • id |
| • cota_min_m | • codigo |
| • cota_min_1 | • perimetr_m |
| • desvio_pad | • id_reg |
| • desvio_p_1 | • cod_reg |
| • id_edif | • sigla |
| • id_lote_ct | • perimetr_1 |
| • media_mde | |

Na Figura 16 é apresentado como os atributos vetoriais da camada “edificações” podem ser visualizados no sistema QGIS. Cada polígono corresponde a uma edificação, apresentando sua geometria de projeção por meio de elementos vetoriais que também possuem atributos (acima listados), que consistem em textos ou números contendo informações previamente cadastradas pela prefeitura ou calculada durante a análise dos dados. Para o exemplo da Figura 16 foi especificada legenda por cores de acordo com a regional em que a edificação está inserida.

Figura 16: Mapa Edificações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Tabela 10 apresenta informações consolidadas, médias por regional, acerca da altura das edificações, seu nível de implantação (altimetria média do terreno), além de sua área.

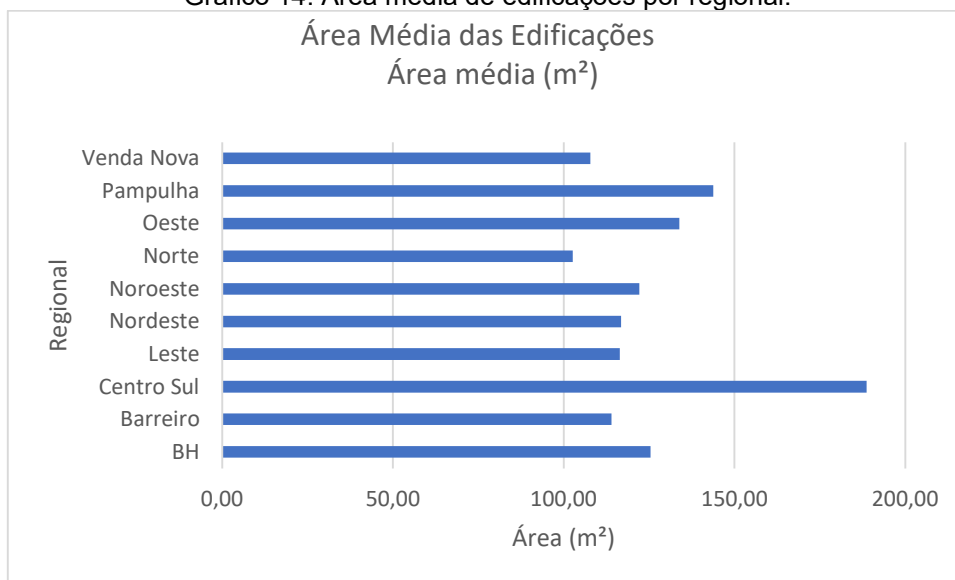
Tabela 10: Caracterização de edificações por regional.

Edificações	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Altura média Edificações (m)	5,27	3,40	9,57	5,38	5,20	5,08	4,68	5,86	5,26	4,75
Altimetria Média Terreno (m)	868,8	986,7	956,23	852,74	799,99	879,71	786,93	919,39	833,60	804,83
Área Média Projeção Edificação (m ²)	125,4	114,0	188,67	116,42	116,80	122,16	102,69	133,82	143,81	107,85

Fonte: Elaborado pelo autor.

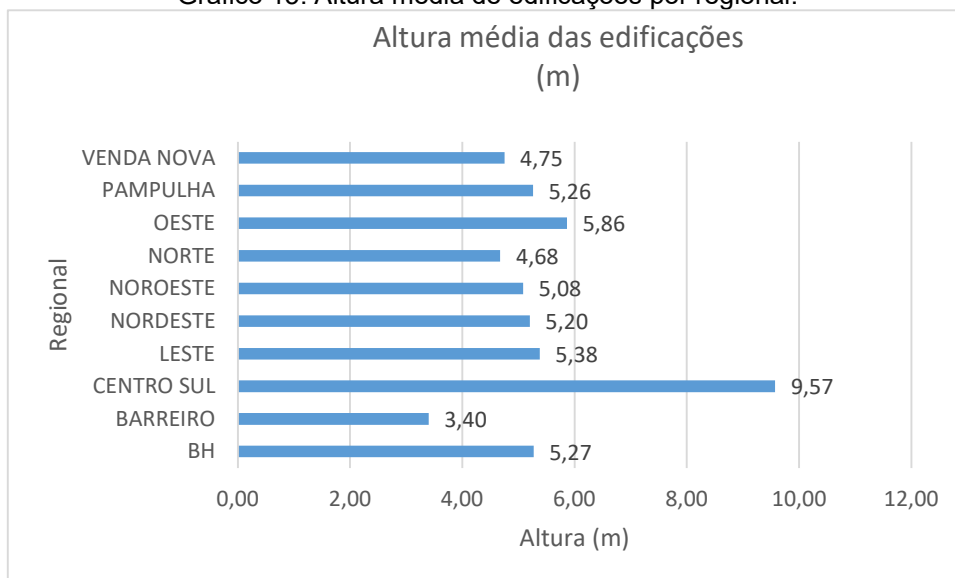
Os gráficos 14, 15 e 16 apresentam as informações constantes na Tabela 10, facilitando sua visualização. Por meio dos gráficos é possível verificar outros parâmetros que destacam o adensamento superior na região centro-sul, uma vez que as edificações possuem área e altura médias superiores as das demais regionais.

Gráfico 14: Área média de edificações por regional.



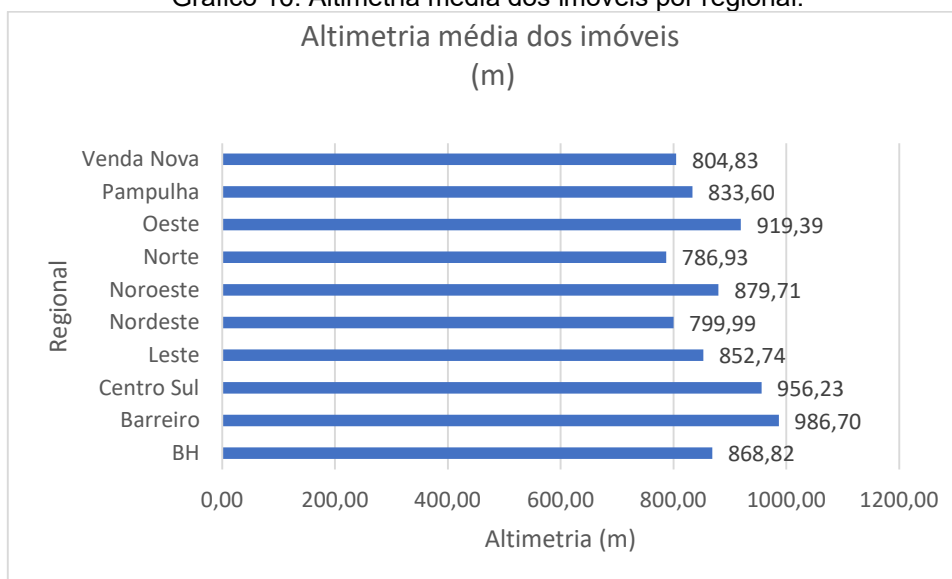
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 15: Altura média de edificações por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 16: Altimetria média dos imóveis por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.5. Atividades Econômicas

A camada “atividades econômicas” contém informações individualizadas sobre as empresas em funcionamento na cidade. As informações desta camada são relacionadas sobretudo ao número, porte e tipos de atividades das empresas. A camada foi obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- wkt_geom
- id_atvecon
- cnae_princ
- descricao_
- cnae_secun
- natureza_j
- porte_empr
- area_utili
- ind_simple
- ind_mei
- tipo_unida
- forma_atua
- desc_logra
- nome_logra
- numero_imo
- complement
- nome_bairr
- nome
- nome_fanta
- cnpj
- data_inici
- nome_regio

A Tabela 11 apresenta informações consolidadas, acerca do número e tipos das empresas existentes na cidade, bem como a área por elas ocupada.

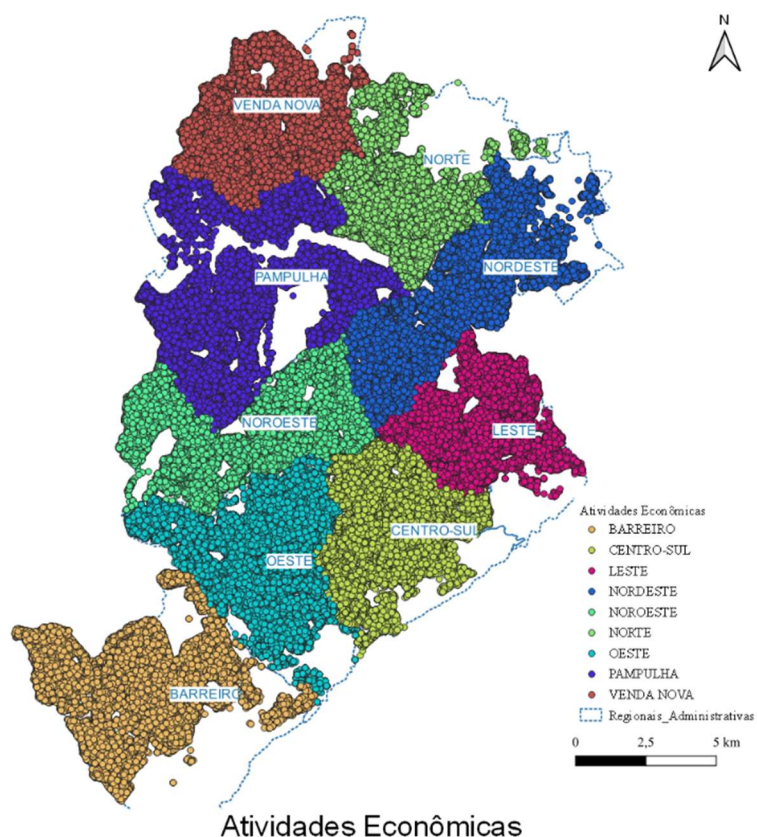
Tabela 11: Atividades econômicas por regional.

Atividades econômicas	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
N° Empresas (unid.)	442627	38751	101184	37538	46033	46362	28720	57937	46893	39209
EPP (unid.)	21412	930	8896	1302	1484	2046	580	2954	2305	915
ME (unid.)	355114	35547	62415	32052	40031	39528	26711	44692	38055	36083
Atividades Comerciais (unid.)	82856	8533	16304	6679	8733	9634	5795	9787	8736	8655
Empresas Atividades Transporte (unid.)	17612	2552	1059	1487	2414	2260	1706	1944	1969	2221
Empresas Serviços (unid.)	61967	5134	14187	5274	6614	6457	4175	8697	6125	5304
Empresas Estacionamento (unid.)	1053	76	654	40	31	60	15	91	45	41
Adm. Pública (unid.)	254	5	128	14	3	4	0	10	19	71
Bancos (unid.)	457	14	285	14	16	26	6	31	45	20
Demais (unid.)	66101	2274	29873	4184	4518	4788	1429	10291	6533	2211
Área Total Ocupada (Km²)	75,73	5,11	23,88	3,69	3,97	9,34	2,89	9,17	10,71	6,97
Área Média Ocupada (m²)	171,10	131,85	235,98	98,34	86,34	201,39	100,76	158,22	228,48	177,67

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 17 podem ser percebidos os atributos vetoriais da camada “atividades econômicas” no sistema QGIS. Cada ponto corresponde a localização de uma empresa, apresentando também atributos (acima listados), que consistem em textos ou números contendo informações previamente cadastradas pela prefeitura ou calculada durante a análise dos dados. Para o mapa da Figura 17 foi especificada legenda por cores de acordo com a regional em que a empresa está inserida. Destaca-se que por haver muitos pontos nos quais verifica-se exercício de atividade econômica em Belo Horizonte, a análise visual do mapa fica prejudicada.

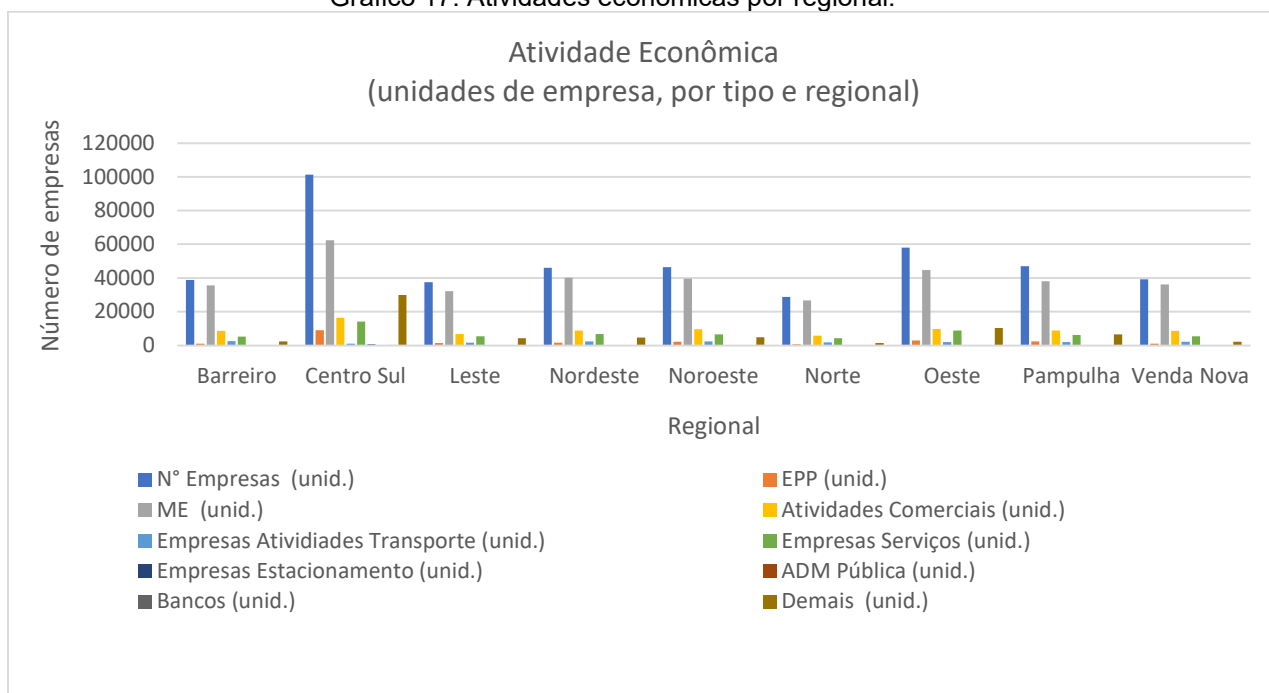
Figura 17: Mapa atividades econômicas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

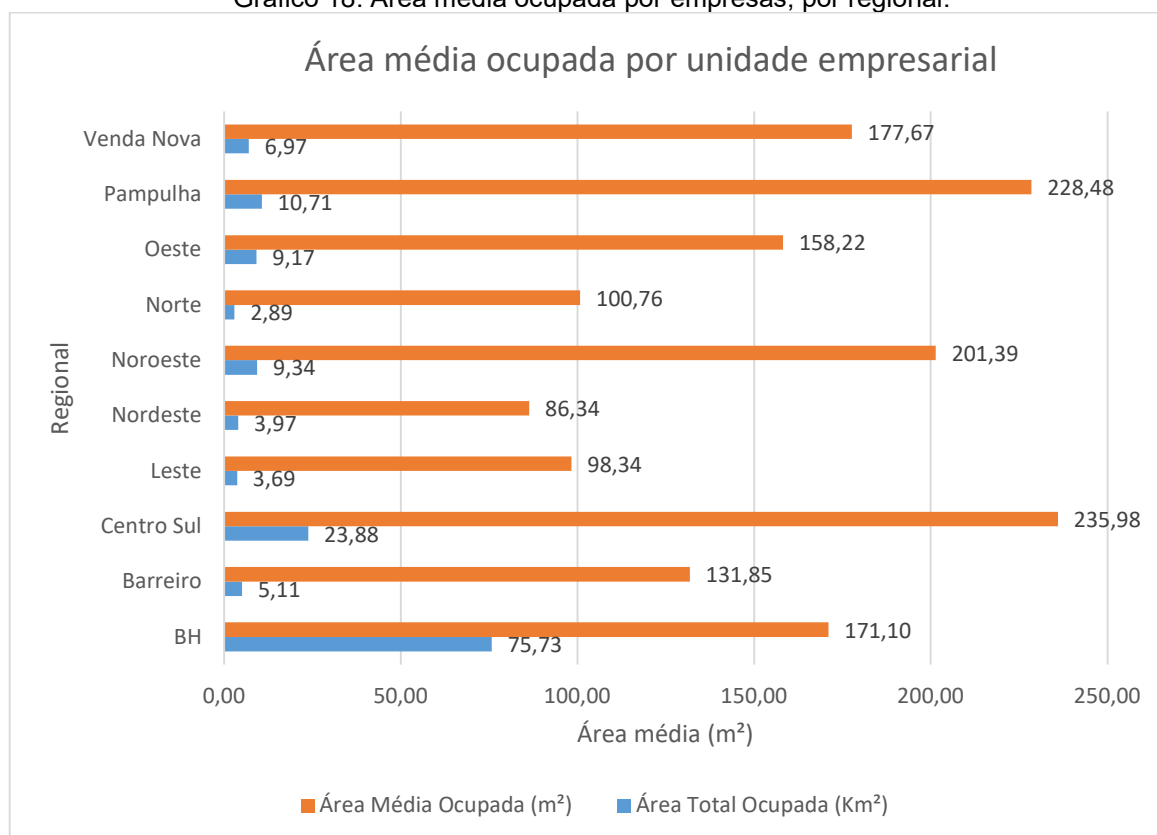
Para facilitar a análise, as informações constantes nos atributos foram consolidadas nos gráficos 17 e 18, onde é possível verificar o número e tipo de empresas por regional. No Gráfico 18 é possível visualizar a área média ocupada por atividades empresariais, bem como a área total ocupada por este tipo de atividade em cada regional. Nesse sentido é possível perceber que as atividades econômicas ocorrem de forma mais intensa na região centro-sul.

Gráfico 17: Atividades econômicas por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 18: Área média ocupada por empresas, por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.6. Escolas

A camada “escolas” contém informações individualizadas sobre as escolas em funcionamento na cidade. As informações desta camada são relacionadas sobretudo ao local e tipo das escolas. Esta camada, obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_equip_e
- nome
- dependenci
- codigo_ine
- tipo_logra
- logradouro
- numero
- complement
- id
- codigo
- perimetr_m
- id_reg
- cod_reg
- sigla
- perimetr_1
- bairro
- regional

A Tabela 12 apresenta informações consolidadas, acerca do número e tipos das escolas existentes na cidade.

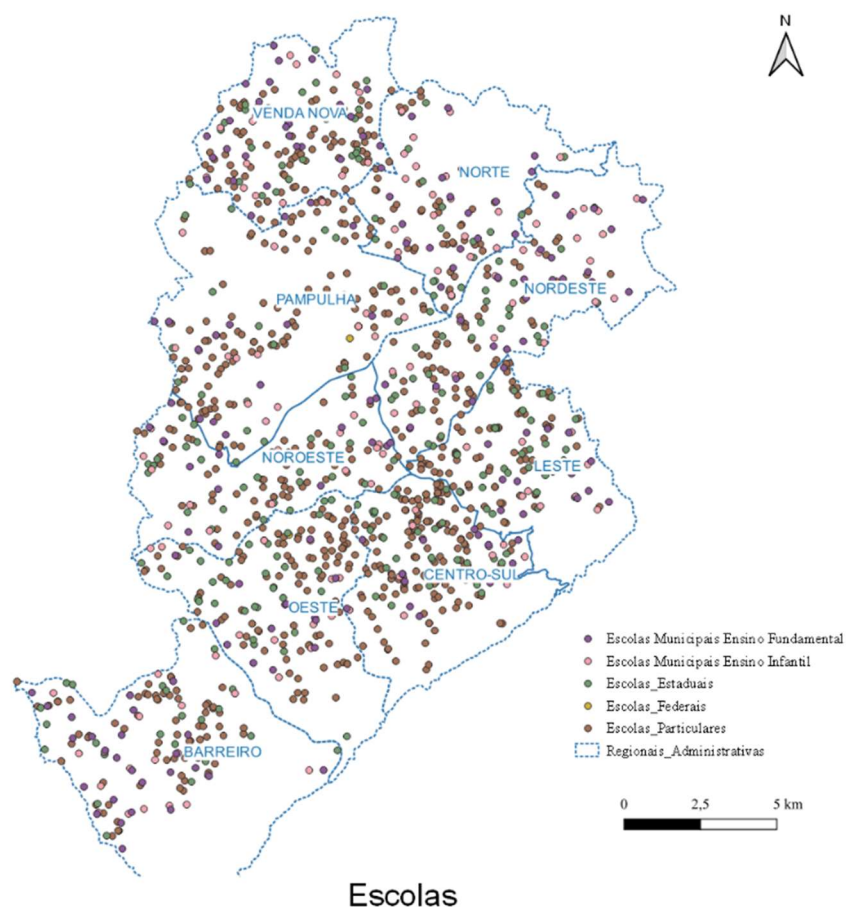
Tabela 12: Escolas por tipo e por regional.

Escolas	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Escolas Estaduais (unid.)	231	24	27	31	29	29	17	33	19	22
Escolas Municipais (unid.)	178	29	15	14	27	16	20	14	14	29
Escolas Particulares (unid.)	739	70	138	77	58	66	41	98	111	80
Escolas Federais (unid.)	5	0	0	0	0	0	0	1	4	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 18 podem ser percebidos os atributos vetoriais da camada “escolas” no sistema QGIS. Cada ponto corresponde a localização de uma escola, apresentando também atributos (acima listados), que consistem em textos ou números contendo informações previamente cadastradas pela prefeitura ou calculada durante a análise dos dados. Apenas escolas de ensino regular foram consideradas não tendo sido abrangidas, portanto, as creches.

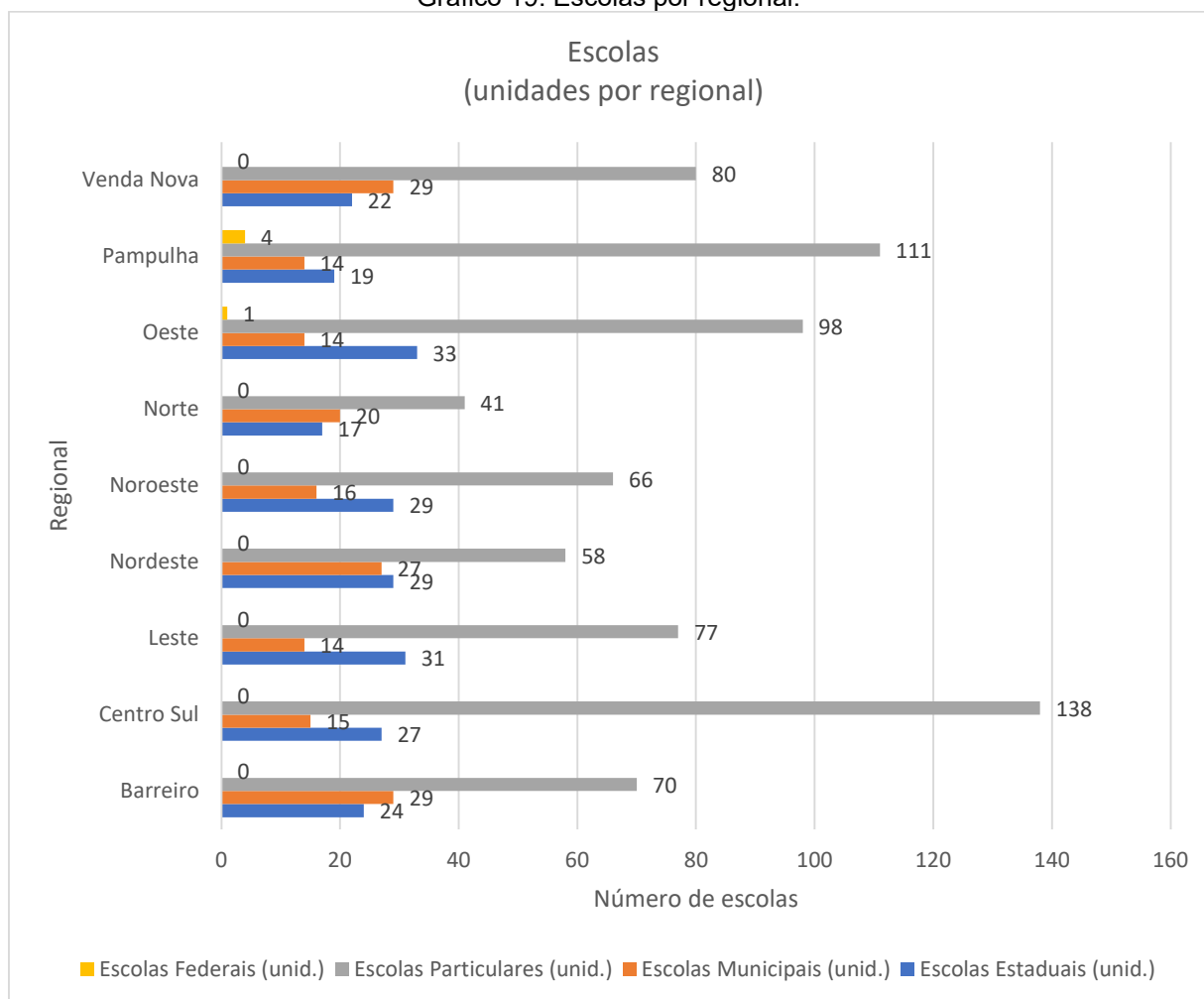
Figura 18: Mapa escolas por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 19 percebe-se uma distribuição de escolas particulares concentrada na região Centro Sul, seguida da regional Pampulha e Oeste. No que diz respeito às escolas federais, percebe-se que há poucas unidades na cidade (5), localizadas na região da Pampulha (4) e regional Oeste (1), sabe-se que são escolas associadas à Universidades Federais com campi em Belo Horizonte notadamente CEFET-MG e Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Com relação às escolas estaduais e municipais sua distribuição ocorre de maneira mais homogênea.

Gráfico 19: Escolas por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.7. Renda

A camada “Renda” contém informações individualizadas sobre a faixa de renda dos domicílios. As informações desta camada são relacionadas ao número de domicílios por regional e por faixa de renda. Os dados são oriundos do último levantamento censitário concluído pelo IBGE em 2010. Esta camada obtida por meio do *plug-in* IBGE Censo em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- id
- cd_geocodi
- tipo
- cd_geocodb
- nm_bairro
- cd_geocods
- nm_subdist
- cd_geocodd
- nm_distrit
- cd_geocodm
- nm_municip
- nm_micro
- nm_meso
- _situacao_setor
- _tipo_setor
- nm_distrit

A Tabela 13 apresenta informações consolidadas, acerca do número de domicílios por cada faixa de renda.

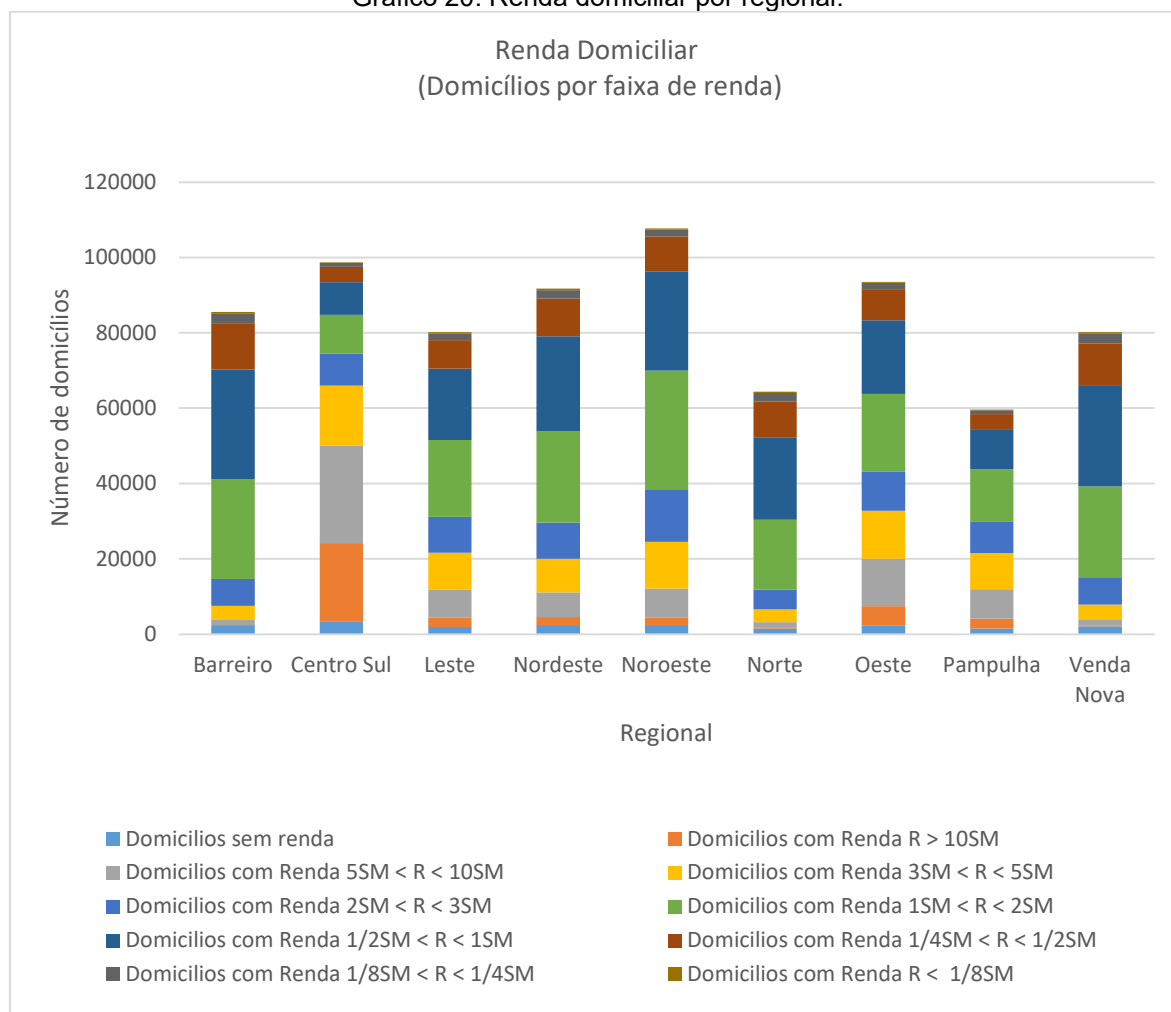
Tabela 13: Renda por domicílios por regional.

Renda	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Domicílios sem renda	19689	2199	3448	1891	2387	2457	1513	2247	1456	2091
Domicílios com Renda $R > 10SM$	35829	241	20696	2440	2122	1953	282	5217	2641	237
Domicílios com Renda $5SM < R < 10SM$	72173	1301	25892	7441	6556	7716	1416	12516	7881	1454
Domicílios com Renda $3SM < R < 5SM$	80553	3747	15947	9820	8972	12381	3336	12755	9546	4049
Domicílios com Renda $2SM < R < 3SM$	79902	7179	8524	9586	9604	13740	5347	10450	8411	7061
Domicílios com Renda $1SM < R < 2SM$	190456	26439	10284	20358	24311	31695	18524	20611	13888	24346
Domicílios com Renda $1/2SM < R < 1SM$	186922	29167	8682	18939	25157	26414	21721	19553	10609	26680
Domicílios com Renda $1/4SM < R < 1/2SM$	76002	12260	4015	7600	9969	9232	9576	8073	4021	11256
Domicílios com Renda $1/8SM < R < 1/4SM$	17289	2624	1060	1807	2271	1851	2294	1819	987	2576
Domicílios com Renda $R < 1/8SM$	2809	395	194	319	374	315	368	281	151	412

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 20 é possível verificar que a distribuição de domicílios com renda superior a 5 salários mínimos e superior a 10 salários mínimos se concentra na região Centro Sul. Por outro lado, o número de domicílios com renda mais baixa está concentrado nas regiões Norte, Barreiro e Venda Nova.

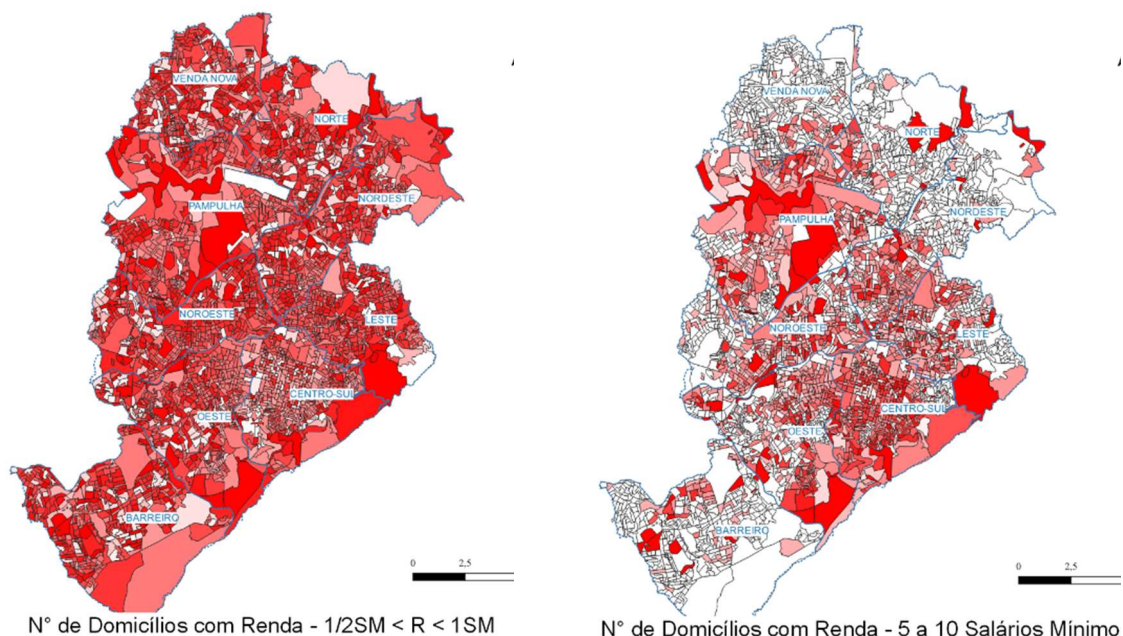
Gráfico 20: Renda domiciliar por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 19 podem ser percebidos os atributos vetoriais e semânticos da camada “renda” no *software* QGIS. As regiões de cor mais escura correspondem a regiões com maior número de domicílios dentro do critério de renda selecionado. Ressalta-se que as áreas com número de domicílios de renda mais alta estão concentrados nas regionais Centro Sul, Oeste e Pampulha, da mesma forma que demonstra as informações do Gráfico 20.

Figura 19: Mapa renda por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.8. Pessoas Cadastradas no CAD Único

A camada “Pessoas no CAD Único” contém informações sobre o número de pessoas registradas no Cadastro Único de Programas sociais do Governo Federal. Esta camada obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- | | |
|-------------------|-----------------------------------|
| • campo | • grau_instrucao |
| • descricao | • cor_raca |
| • tipo | • faixa_renda_familiar_per_capita |
| • parentesco_rf | • val_remuneracao_mes_passado |
| • data_nascimento | • numero |
| • data | • cras |
| • idade | • regional |
| • sexo | • faixa_desatualizacao_cadastral |
| • auxilio_brasil | • mes_ano_referencia |
| • pop_ua | |

A Tabela 14 apresenta informações consolidadas, acerca do número de pessoas registradas no Cadastro Único por regional.

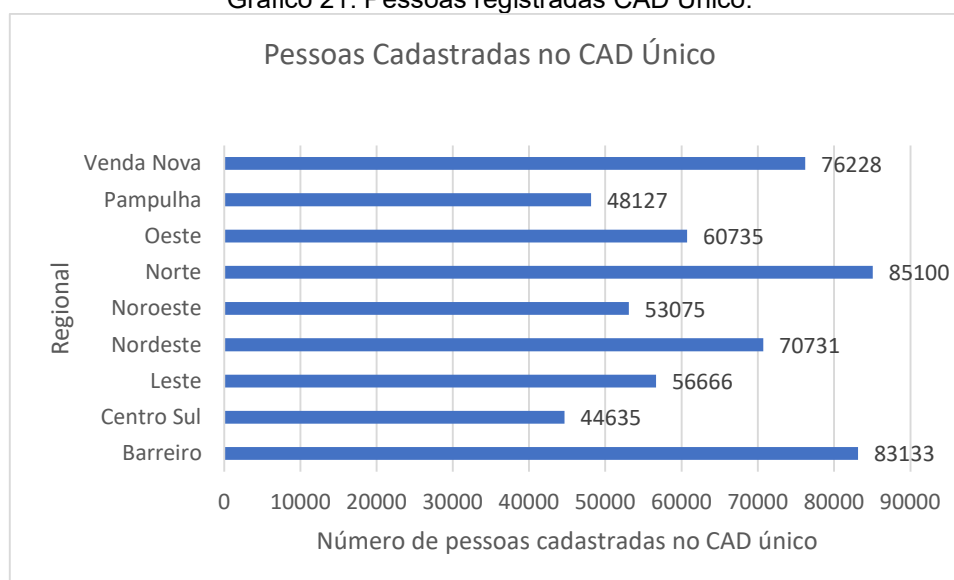
Tabela 14: População registrada no CAD Único.

População CADÚnico	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Pessoas Cadastradas no CAD Único (hab.)	578430	83133	44635	56666	70731	53075	85100	60735	48127	76228

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 21 e na Tabela 14 é possível verificar que a distribuição de pessoas cadastradas no CAD Único se concentra nas regionais Norte, Barreiro e Venda Nova, regiões com maior número de domicílios com menor renda. Por outro lado, o número de pessoas cadastradas nas regiões de maior renda é menor, tal como na região Centro Sul.

Gráfico 21: Pessoas registradas CAD Único.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.9. População em Situação de Rua

A camada “População em situação de rua” contém informações sobre o número de pessoas sem moradia na cidade. Os dados são provenientes do banco de dados do Cadastro Único. Tais dados obtidos no portal de dados abertos da Prefeitura de Belo Horizonte em formato .xls, possui originalmente os seguintes atributos:

- campo
- descrição
- texto
- tempo_vive_na_rua
- texto
- contato_parente_fora_ruas
- data
- data_nascimento
- idade
- texto
- grau_instrucao
- texto
- cor_raca
- texto
- faixa_renda_familiar_per_capita
- numero
- val_remuneracao_mes_passado
- cras

A Tabela 15 apresenta informações consolidadas, acerca do número de pessoas em situação de rua no Cadastro Único por regional.

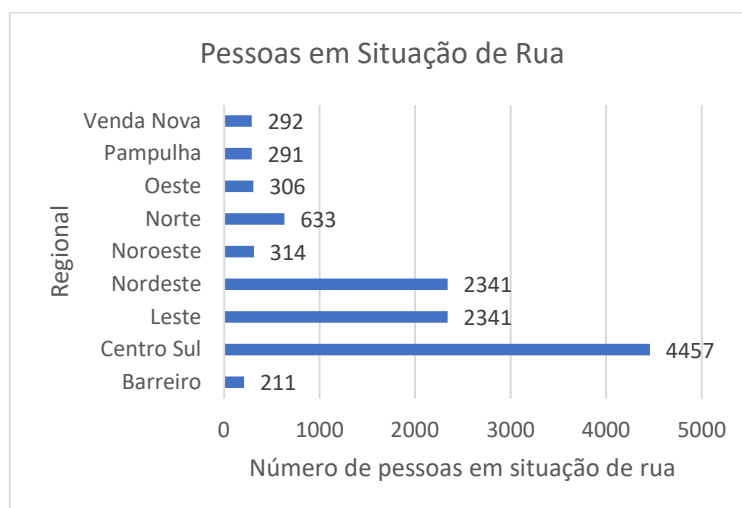
Tabela 15: População em situação de rua.

Pessoas em situação de rua	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Pessoas em sit. rua (hab.)	11186	211	4457	2341	2341	314	633	306	291	292

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 22 e na Tabela 15 é possível verificar que a distribuição de pessoas em situação de rua se concentra principalmente na região Centro Sul. Também há um número elevado de pessoas sem moradia nas regiões Nordeste e Leste.

Gráfico 22: Pessoas em situação de rua.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.10. População

A camada “População” contém informações demográficas da cidade. As informações consolidadas desta camada são relacionadas ao número de pessoas por domicílio e por regional. Os dados são oriundos do último levantamento censitário concluído pelo IBGE em 2010. Tal camada, obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_pop_dmc
- num_bairro
- nome_bairr
- domicilio
- hab_dom
- hab_km2
- populacao
-
-

A Tabela 16 apresenta informações consolidadas, acerca do número de habitantes por regional, por domicílio e por km².

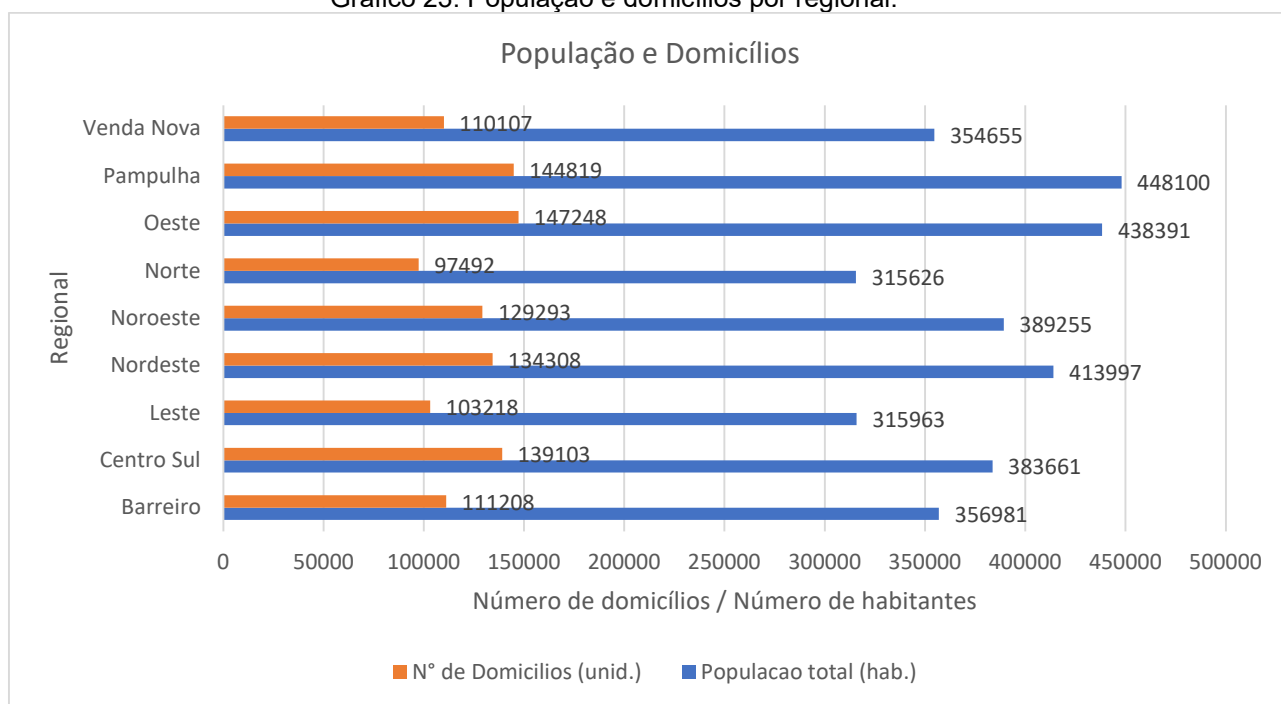
Tabela 16: População por regional.

População	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
População total (hab.)	3416629	356981	383661	315963	413997	389255	315626	438391	448100	354655
Percentual População Total (%)	100,00	10,45	11,23	9,25	12,12	11,39	9,24	12,83	13,12	10,38
Nº de Domicílios (unid.)	1116796	111208	139103	103218	134308	129293	97492	147248	144819	110107
Habitantes por Domicílio (media)	3,19	3,35	2,99	3,07	3,22	3,06	3,35	3,20	3,11	3,33
Habitantes por Km²	14352,52	13947,91	15688,27	13834,50	14467,46	13384,73	12086,73	18585,12	12640,84	13739,29

Fonte: Elaborado pelo autor.

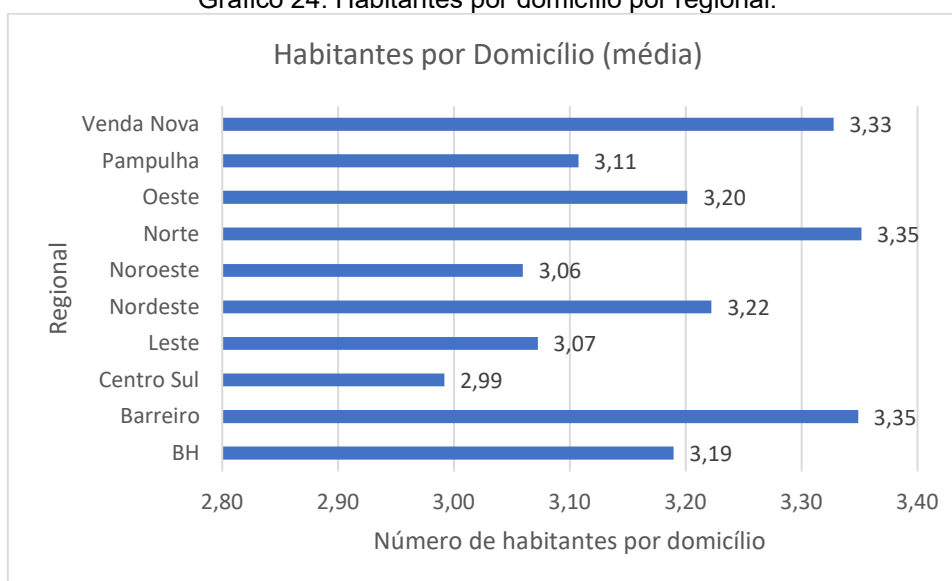
No Gráfico 25 e na Tabela 16 é possível verificar que há maior número de habitantes por km² nas regionais Oeste e Centro Sul. Por outro lado, conforme Gráfico 23, em números absolutos, há mais habitantes na Regional Pampulha e Oeste.

Gráfico 23: População e domicílios por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 24: Habitantes por domicílio por regional.



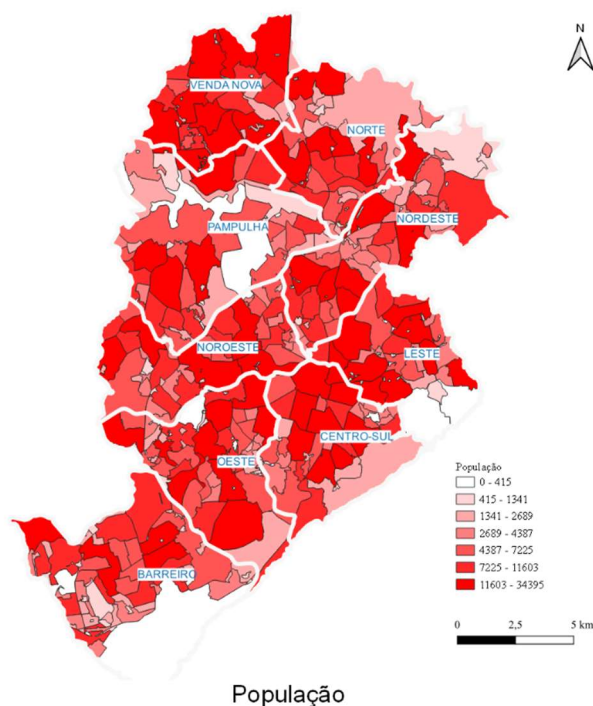
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 25: Habitantes por Km² por regional.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 20 pode ser percebida a distribuição da população nos bairros e nas regionais. As regiões de cor mais escura correspondem aquelas com maior número habitantes. Ressalta-se que as regionais mais populosas são Pampulha e Oeste, por outro lado as mais adensadas são Oeste e Centro Sul.

Figura 20: Mapa população por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.11. Acolhimento e convivência

As camadas “Acolhimento” e “Convivência” contém informações acerca de organizações não governamentais que prestam serviços públicos ao município de acolhimento especializado. Os atendimentos abrangem o cuidado aos idosos, às crianças e adolescentes, às pessoas em situação de rua, às pessoas com necessidades especiais e às pessoas com baixa renda. As informações consolidadas desta camada são relacionadas ao número de organizações por regional. Os dados são oriundos do portal IEDE-MG mantido pelo governo do estado. As camadas, disponibilizadas em formato .shp, possuem originalmente os seguintes atributos:

- | | |
|--------------|--------------|
| • fid | • telefone |
| • camada | • gestao |
| • ibge | • natureza |
| • ibge7 | • local |
| • municipio | • oferta_cri |
| • pop2010 | • oferta_c_1 |
| • iunidade | • oferta_jov |
| • unidade | • oferta_j_1 |
| • logradouro | • oferta_adu |
| • endereco | • oferta60ou |
| • num | • ID_LM |
| • complement | • publico |
| • bairro | • modalidade |

- cep
- email
- naturezad
- dadosprov

A Tabela 17 apresenta informações consolidadas, sobre o número de unidades para acolhimento e convivência por regional.

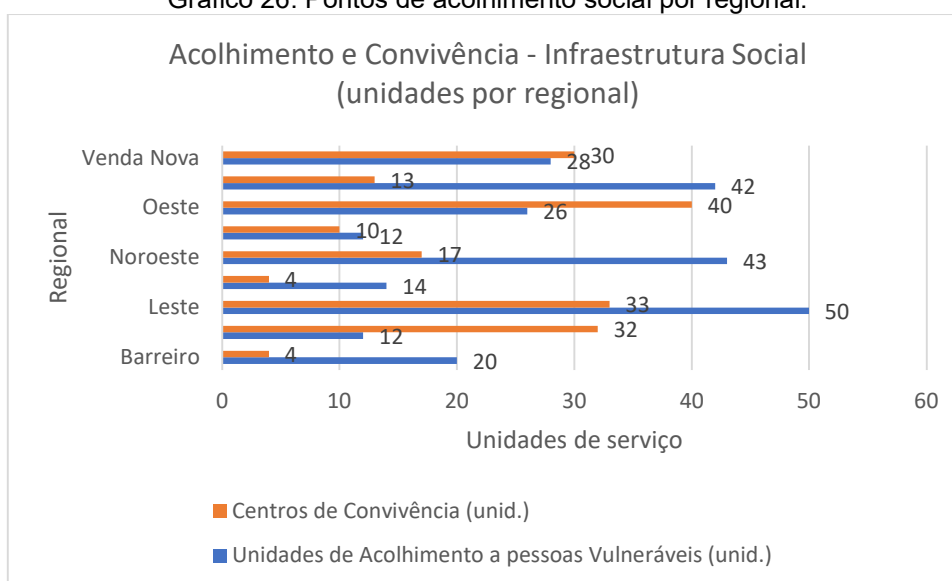
Tabela 17: Pontos de acolhimento social por regional.

Acolhimento e Convivência	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Unidades de Acolhimento a pessoas Vulneráveis (unid.)	247	20	12	50	14	43	12	26	42	28
Centros de Convivência (unid.)	183	4	32	33	4	17	10	40	13	30

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Gráfico 26 e na Tabela 17 é possível verificar que há maior número de unidades para acolhimento na região Leste e de unidades de convivência na regional Oeste.

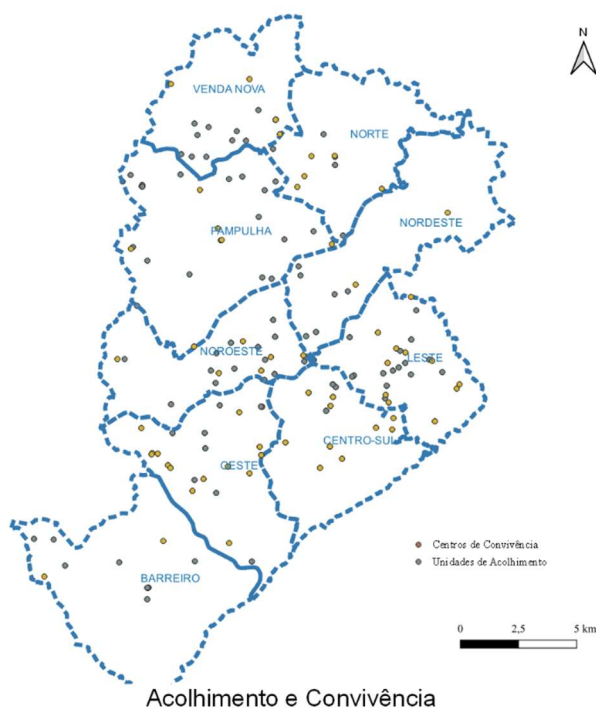
Gráfico 26: Pontos de acolhimento social por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 21 pode ser percebida a distribuição dos centros de convivência e de acolhimento por regional.

Figura 21: Mapa pontos de acolhimento social por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.12. Pontos de Wi-fi

A camada “Pontos de Wi-fi” contém informações sobre o número de pontos cobertos por *internet* pública. As informações desta camada são relacionadas sobretudo ao local dos pontos. Esta camada, obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente apenas atributos relacionados a seu nome/código e local.

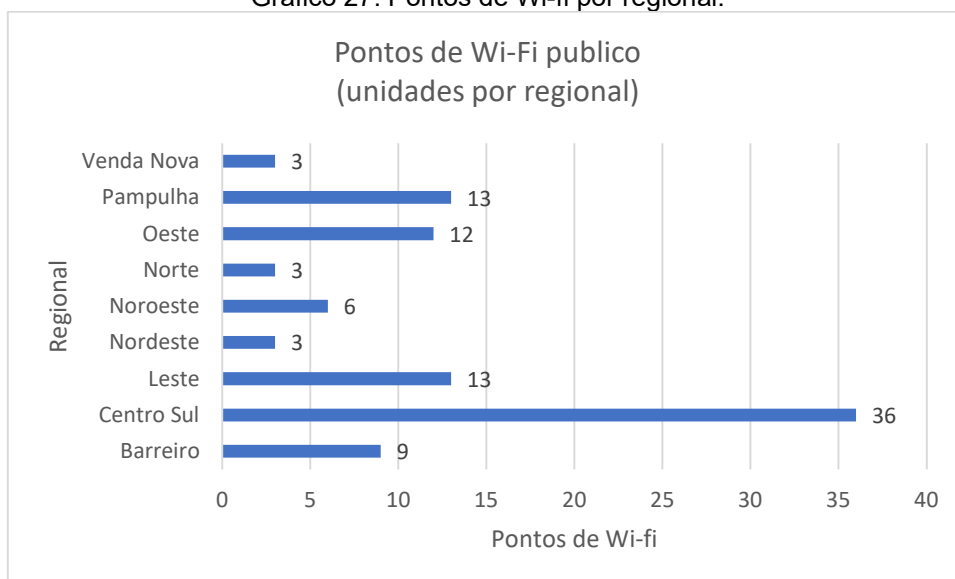
Tabela 18: Pontos de Wi-fi por regional.

Wifi	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Pontos de WiFi público (unid.)	98	9	36	13	3	6	3	12	13	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

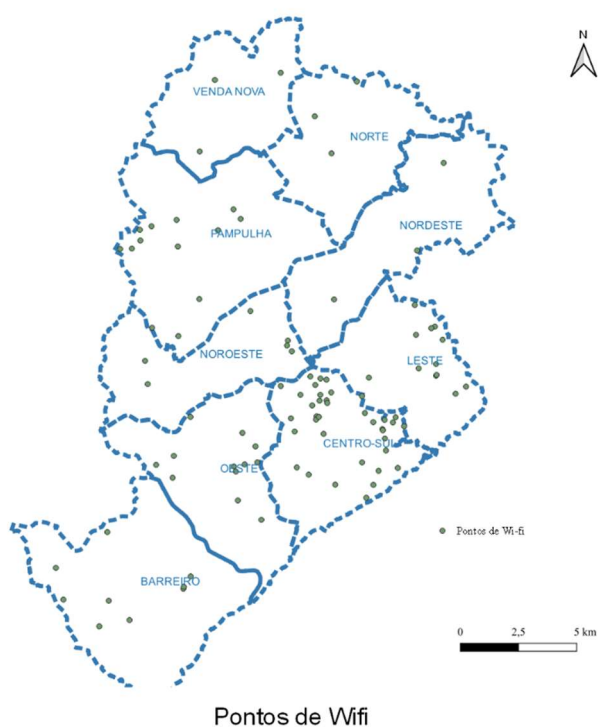
Ao analisar o Gráfico 27, a Tabela 18 e o mapa contido na Figura 22 é possível verificar que há número muito maior de pontos de Wi-fi públicos na regional Centro Sul.

Gráfico 27: Pontos de Wi-fi por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 22: Mapa pontos de Wi-fi por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.13. Campos de Futebol

A camada “campos de futebol” contém informações sobre o número de campos de futebol públicos existentes. As informações desta camada são relacionadas sobretudo ao local dos campos. Tal camada, obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em

formato .shp, possui originalmente apenas atributos relacionados a seu nome/código e local.

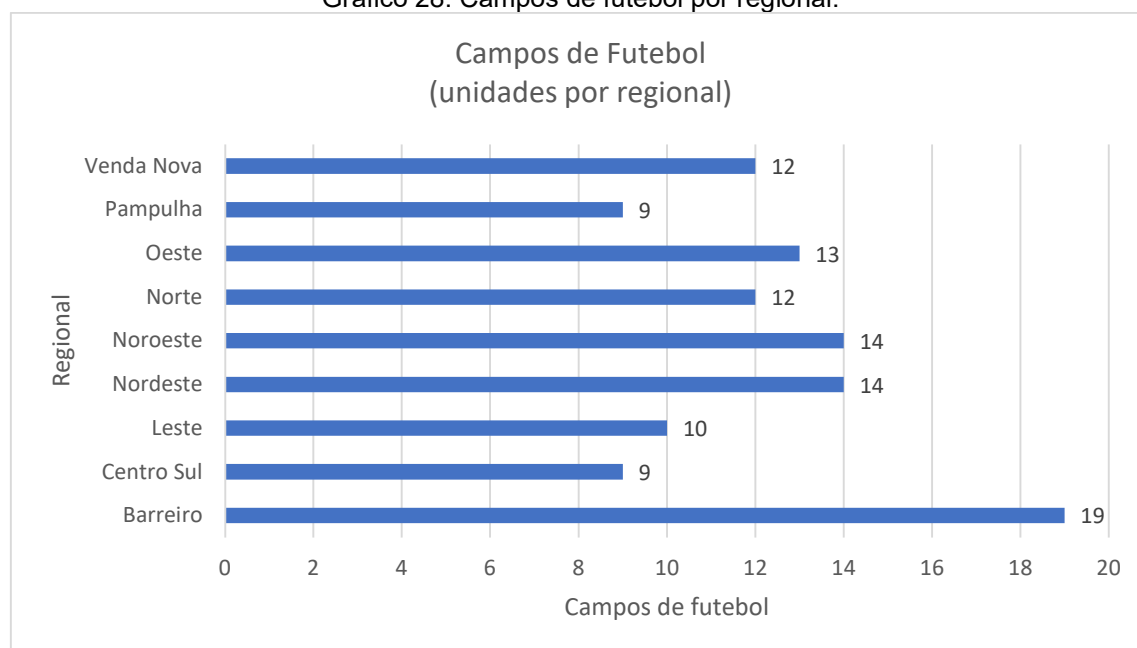
Tabela 19: Campos de futebol por regional.

Campos de futebol	BH	Barre- iro	Centro Sul	Leste	Nor- deste	Noro- este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Campos de Futebol (unid.)	112	19	9	10	14	14	12	13	9	12

Fonte: Elaborado pelo autor.

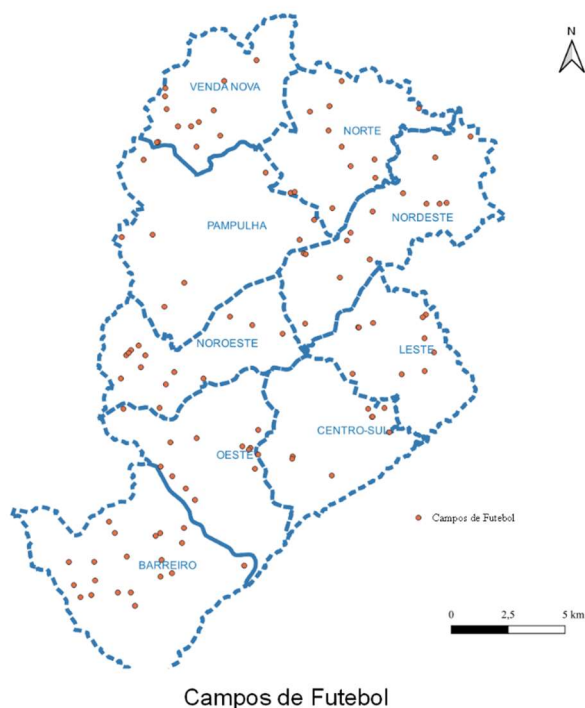
Ao analisar o Gráfico 28, a Tabela 19 e o mapa contido na Figura 23 é possível verificar que a região que possui maior número de campos de futebol é a regional Barreiro, seguida por Noroeste e Nordeste. As regionais que possuem menor quantidade de campos de futebol são Pampulha e Centro Sul.

Gráfico 28: Campos de futebol por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 23: Mapa campos de futebol por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.14. Mancha Urbana

As camadas “manchas urbanas” contém informações da área ocupada pela cidade ao longo das décadas. As informações destas camadas são relacionadas sobretudo área urbanizada da cidade em uma determinada época. São sete as camadas Mancha Urbana compreendendo o desenvolvimento da área ocupada no período de 100 anos, de 1918 a 2018. As camadas foram obtidas no banco de dados da IDE-BHGEIO, em formato .shp, e possuem originalmente os seguintes atributos:

- id_emurb
- ano_mancha
- fonte
- criador
- nome

Desta forma, para analisar a evolução da ocupação do ambiente urbano, ao longo do tempo, foi necessário criar atributos para cálculo da área ocupada em Km², além de ter sido necessário criar atributos referente aos bairros e regionais. A Tabela 20 apresenta informações consolidadas, sobre área urbanizada, o número de bairros, e o percentual do território municipal ocupado em determinado momento. A Prefeitura de Belo Horizonte disponibiliza série de informações coletadas em 1918, 1935, 1950, 1977, 1999, 2007 e 2018.

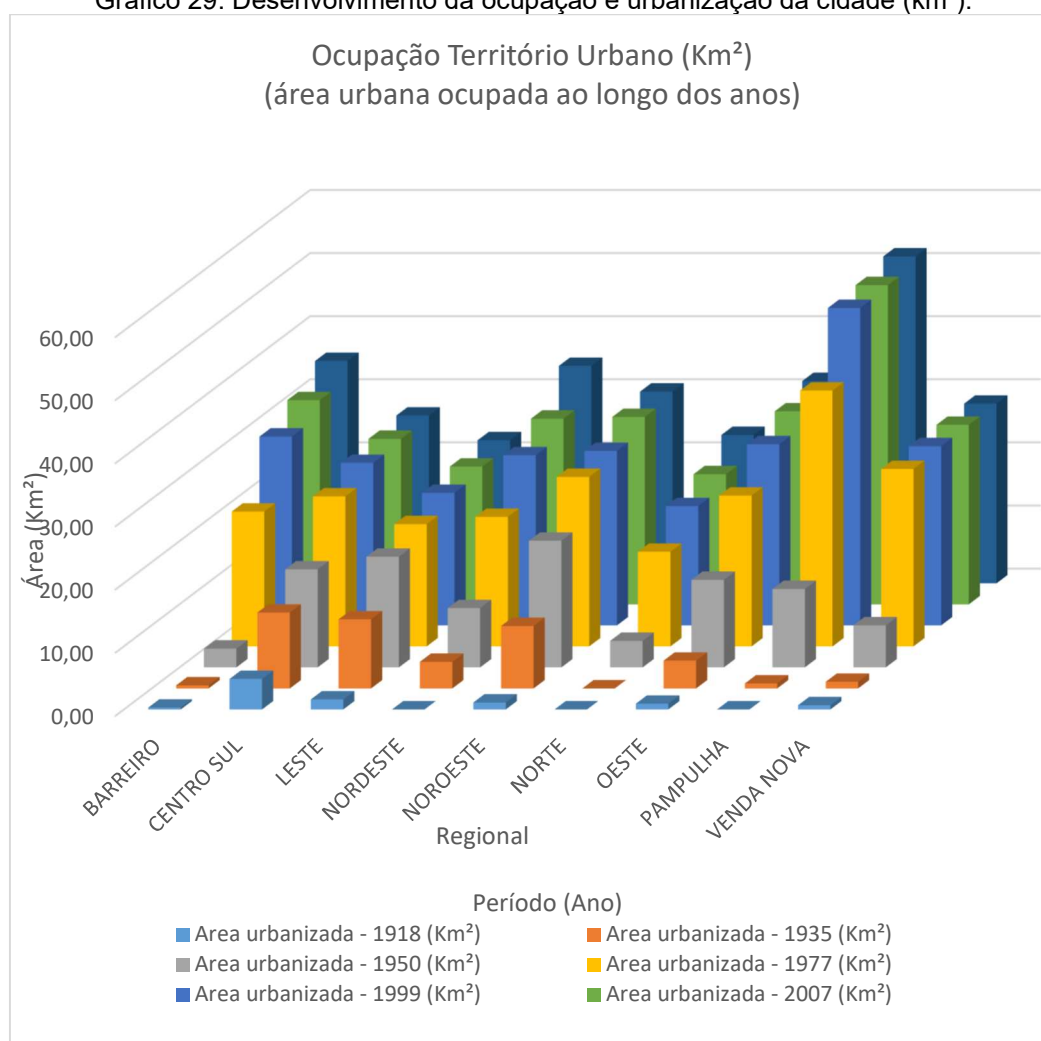
Tabela 20: Desenvolvimento da ocupação e urbanização da cidade (manchas urbanas históricas).

Mancha Urbana 1918										
	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Area urbanizada - 1918 (Km²)	9,25	0,30	4,83	1,59	0,01	1,10	0,00	0,91	0,00	0,66
% Ocupado de toda a área urbana 1918	100,00	3,26	52,21	17,14	0,09	11,89	0,00	9,85	0,00	7,19
N° de Bairros 1918	37,00	3,00	10,00	5,00	3,00	7,00	0,00	3,00	0,00	6,00
Mancha Urbana 1935										
	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Area urbanizada - 1935 (Km²)	43,76	0,48	12,01	10,94	4,21	9,89	0,00	4,40	0,78	1,05
% Ocupado de toda a área urbana 1935	100,00	1,10	27,44	25,00	9,63	22,59	0,00	10,06	1,78	2,40
N° de Bairros 1935	135,00	3,00	25,00	33,00	14,00	31,00	0,00	17,00	6,00	6,00
Mancha Urbana 1950										
	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Area urbanizada - 1950 (Km²)	102,60	2,98	15,52	17,53	9,38	20,06	4,21	13,86	12,41	6,66
% Ocupado de toda a área urbana 1950	100,00	2,90	15,13	17,08	9,14	19,55	4,10	13,51	12,10	6,49
N° de Bairros 1950	292	10	39	36	37	45	20	45	41	19
Mancha Urbana 1977										
	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Area urbanizada - 1977 (Km²)	219,31	21,34	23,76	19,35	20,52	26,84	14,99	23,89	40,53	28,10
% Ocupado de toda a área urbana 1977	100,00	9,73	10,83	8,82	9,35	12,24	6,83	10,89	18,48	12,81
N° de Bairros 1977	442,00	55,00	46,00	40,00	52,00	50,00	40,00	62,00	55,00	42,00
Mancha Urbana 1999										
	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Area urbanizada - 1999 (Km²)	257,40	29,90	25,72	20,99	26,94	27,63	18,88	28,68	50,29	28,37
% Ocupado de toda a área urbana 1999	100,00	11,62	9,99	8,15	10,47	10,73	7,34	11,14	19,54	11,02
N° de Bairros 1999	484	72	47	43	66	51	42	64	57	42
Mancha Urbana 2007										
	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Area urbanizada - 2007 (Km²)	269,67	32,35	26,22	21,81	29,42	29,69	20,61	30,56	50,58	28,44
% Ocupado de toda a área urbana 2007	100,00	12,00	9,72	8,09	10,91	11,01	7,64	11,33	18,76	10,54
N° de Bairros 2007	487	72	47	43	67	51	43	64	58	42
Mancha Urbana 2018										
	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Area urbanizada - 2018 (Km²)	285,10	35,23	26,58	22,66	34,45	30,37	23,49	32,05	51,80	28,46
% Ocupado de toda a área urbana 2018	100,00	12,36	9,32	7,95	12,08	10,65	8,24	11,24	18,17	9,98
N° de Bairros 2018	487,00	72	47	43	67	51	43	64	58	42

Fonte: Elaborado pelo autor.

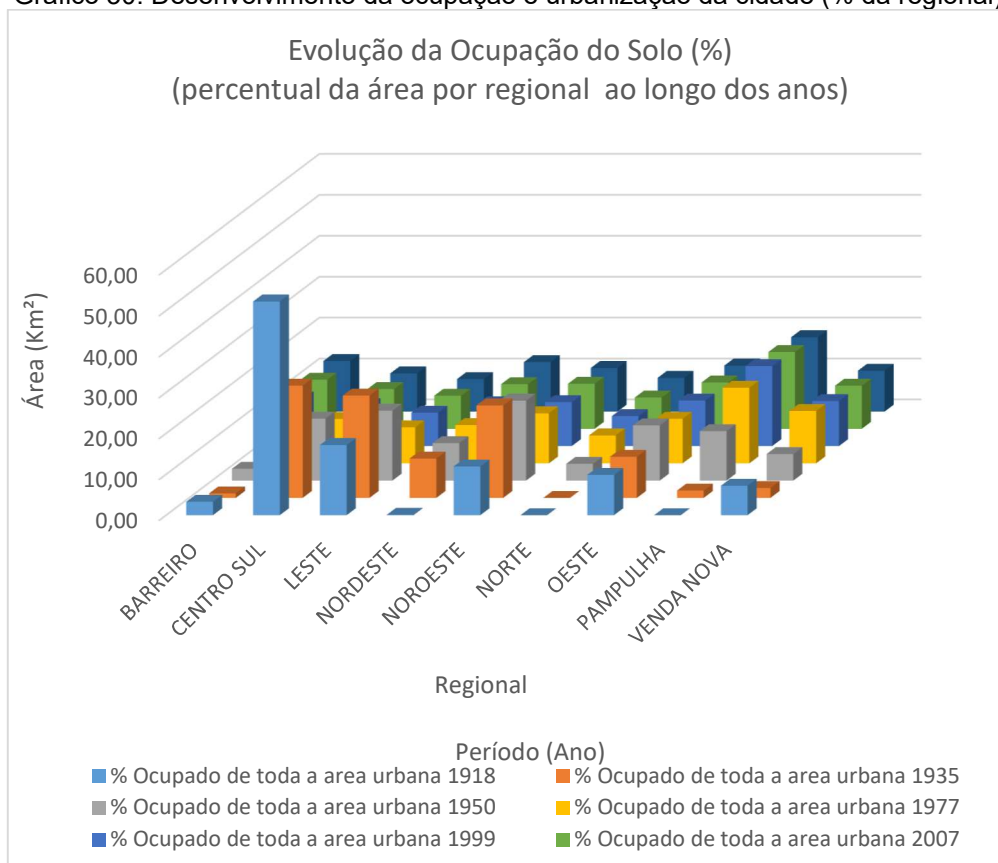
Ao analisar a Tabela 20, os gráficos 29, 30 e 31 bem como os mapas contidos nas figuras 24 e 25, é possível verificar que as áreas, ocupadas inicialmente de forma mais expressiva, nos primeiros anos pós fundação da cidade, estavam sobretudo nas regiões Centro Sul e Leste. Posteriormente nos últimos anos, mais especificamente de 1977 em diante, observa-se um crescimento acentuado nas regionais Pampulha, Barreiro e Nordeste que passam a corresponder, em 2018, às regiões com maior percentual ocupado do solo da cidade, com respectivamente 18,17%, 12,36% e 12,08%. Neste sentido, uma hipótese é que o estudo da dinâmica de ocupação das regionais da cidade pode ajudar a entender melhor o desempenho dos indicadores.

Gráfico 29: Desenvolvimento da ocupação e urbanização da cidade (km²).



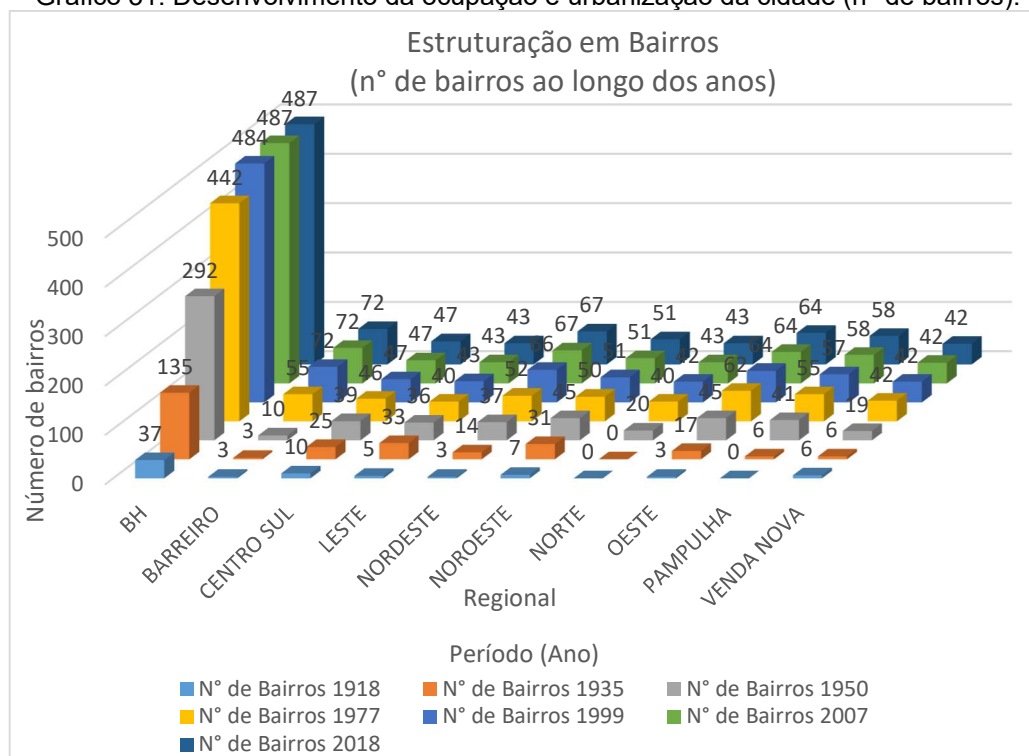
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 30: Desenvolvimento da ocupação e urbanização da cidade (% da regional).



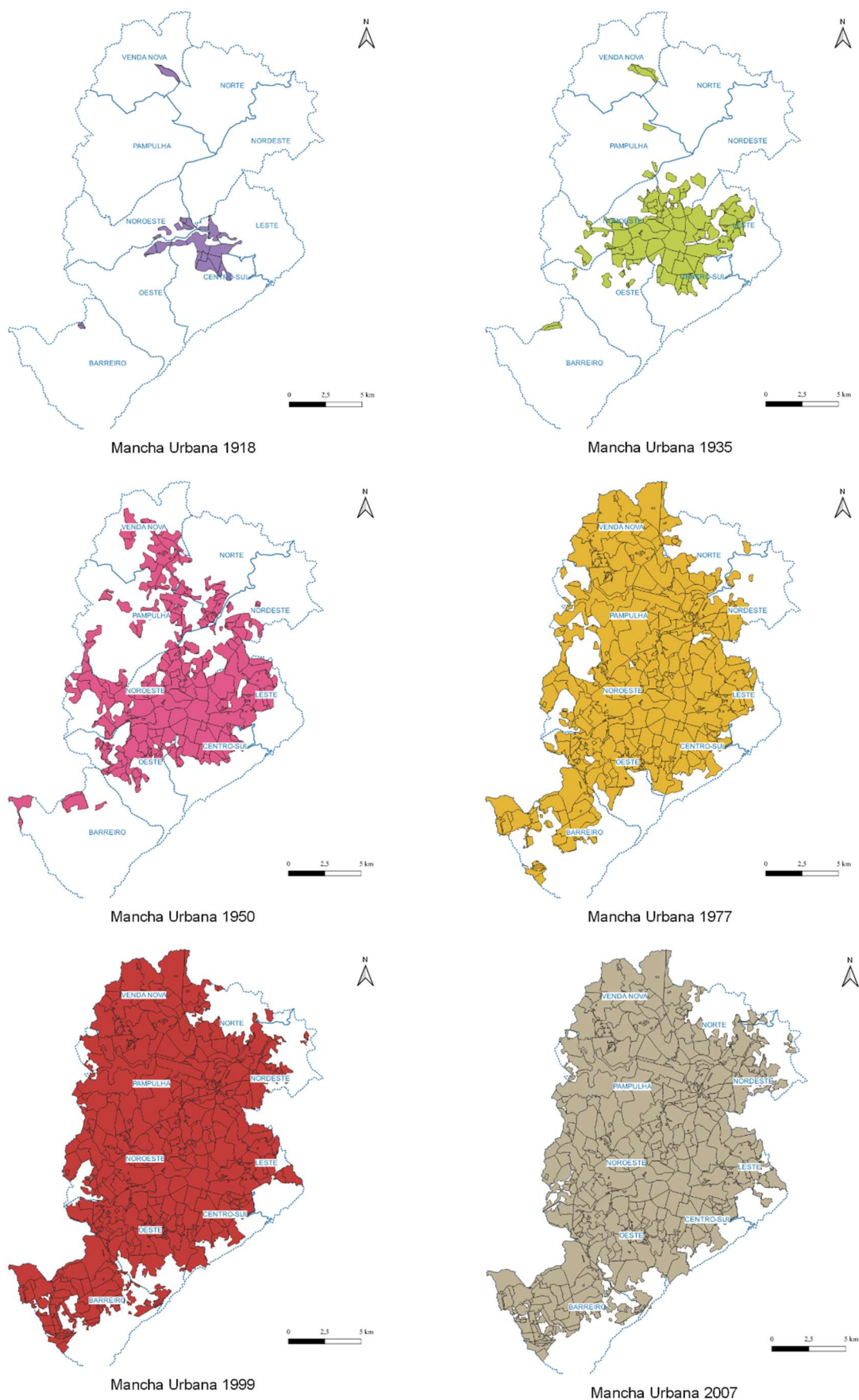
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 31: Desenvolvimento da ocupação e urbanização da cidade (n° de bairros).



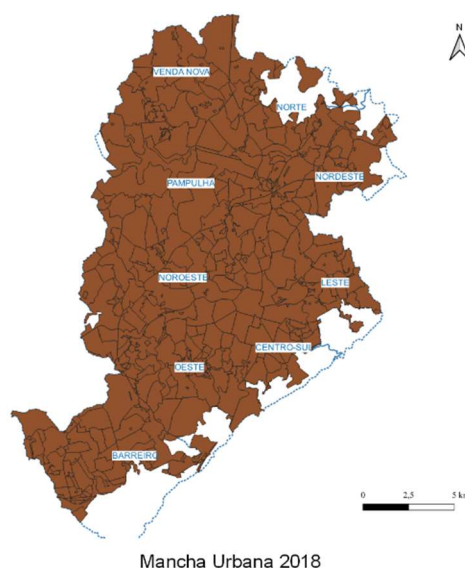
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 24: Mapa desenvolvimento da ocupação e urbanização da cidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 25: Área urbanizada e ocupação atual (Mancha Urbana 2018)



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.15. Cursos d'água

As camadas “cursos d'água” contém informações dos rios e córregos existentes no território urbano. Além disso foi possível classificá-los quanto ao tipo de leito (natural, canalizado e canalizado coberto). As informações desta camada são relacionadas sobretudo ao traçado destes cursos d'água e sua extensão. Tal camada, obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_curdg
- nome
- codigo_flo
- tipo_canal
- app
- classif_hi

Desta forma, para classificar os cursos d'água por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. Também foi necessário calcular a extensão de cada segmento de curso d'água em atributo separado. Na Tabela 21 são apresentadas informações consolidadas, sobre os cursos d'água, contendo a extensão acumulada de cursos d'água em regional e por tipo.

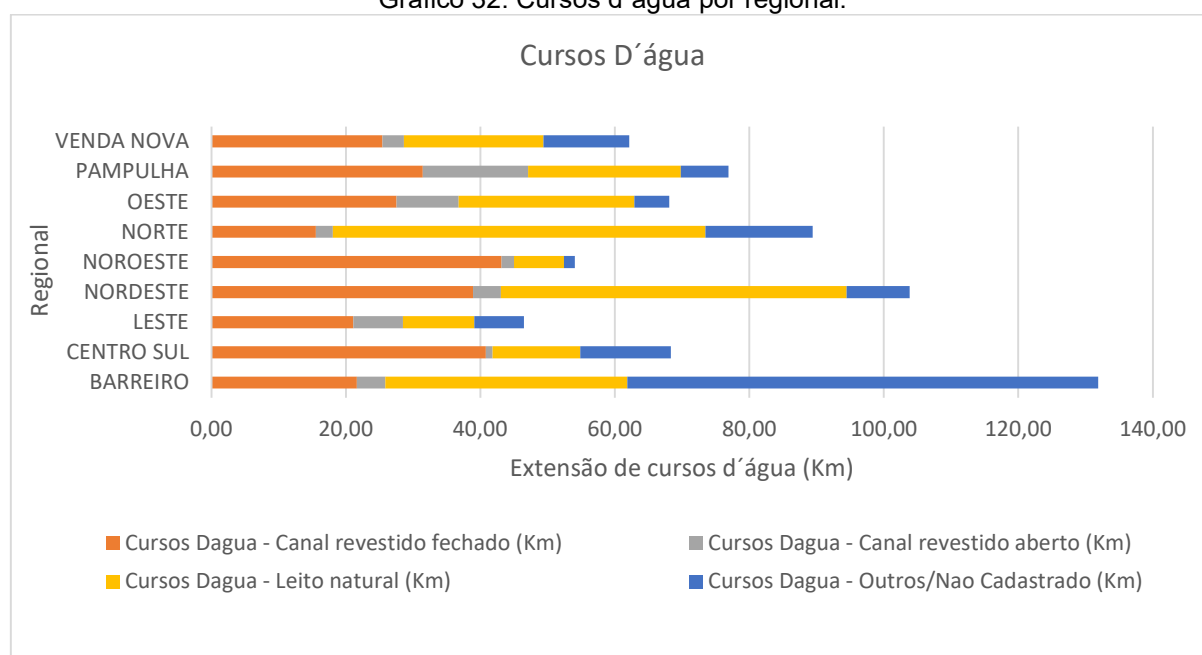
Tabela 21: Cursos d'água por regional.

Cursos d'água	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Cursos D'água - Extensão total (km)	701,20	131,88	68,33	46,47	103,85	54,06	89,41	68,11	76,92	62,16
Cursos D'água - Canal revestido fechado (Km)	265,60	21,64	40,82	21,12	38,89	43,14	15,53	27,53	31,45	25,46
Cursos D'água - Canal revestido aberto (Km)	49,19	4,21	0,98	7,36	4,18	1,85	2,53	9,25	15,67	3,15
Cursos D'água - Leito natural (Km)	243,55	35,99	13,08	10,60	51,41	7,47	55,42	26,12	22,67	20,79
Cursos D'água - Outros/Não Cadastrado (Km)	142,87	70,04	13,45	7,38	9,37	1,60	15,94	5,22	7,13	12,75

Fonte: Elaborado pelo autor.

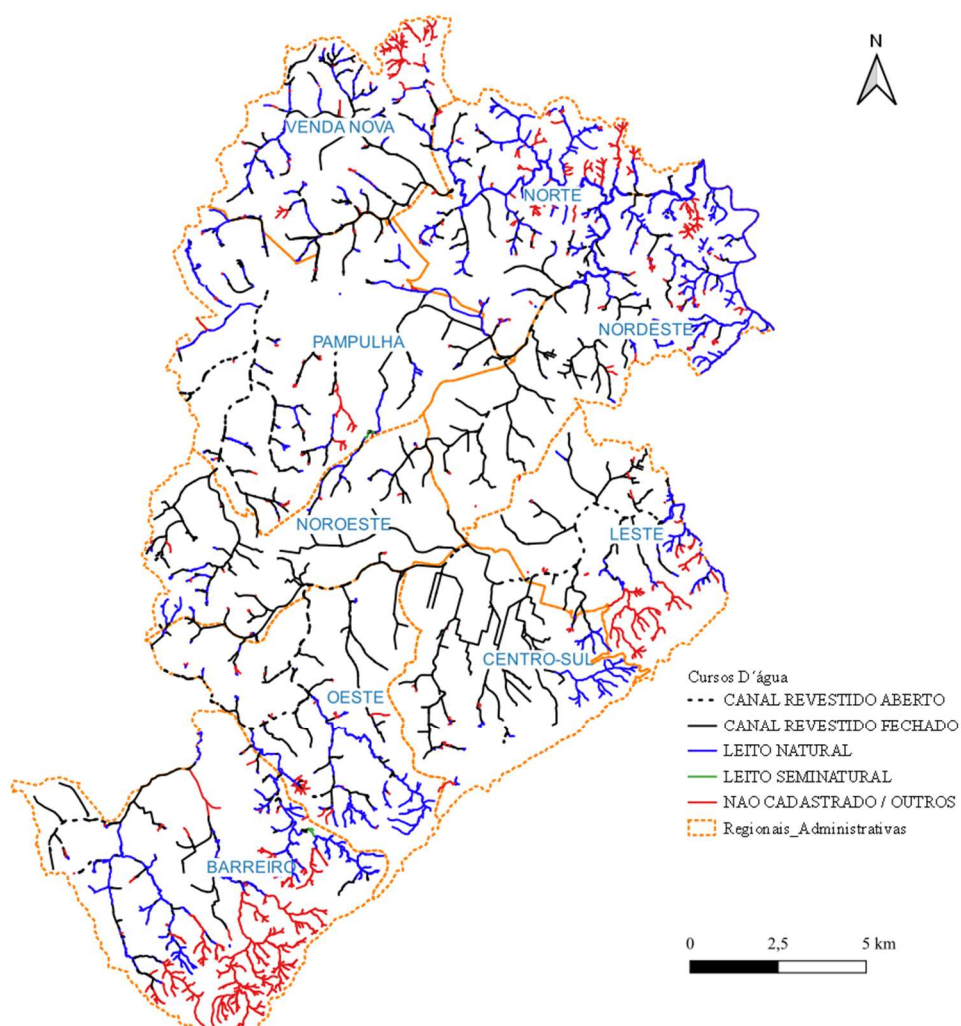
Ao analisar a Tabela 21, o Gráfico 32 e o mapa contido na Figura 26 é possível verificar que as regiões Noroeste e Centro Sul são as que possuem a maior parte de seus cursos d'água canalizados e cobertos. Também é possível observar que as regionais Norte e Nordeste são as que possuem maior extensão de cursos d'água em leito natural. Cabe também destacar que é possível perceber que os cursos d'água descritos como “não cadastrados” ou “outros” encontram-se em regiões não ocupadas, ou seja, possivelmente estão com seu leito preservado em estado natural. Ressalta-se que as informações apresentadas sobre os cursos d'água podem ser relevantes para um estudo mais abrangente relacionados a outros parâmetros e indicadores da cidade.

Gráfico 32: Cursos d'água por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 26: Mapa cursos d'água por tipo e por regional.



Cursos D'água

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.16. Riscos Hidrogeológicos

As camadas relacionadas aos riscos hidrogeológicos (erosão e assoreamento, contaminação do lençol freático, escavações, escorregamento e inundação) contém informações acerca das áreas da cidade expostas a riscos de acidentes geotécnicos ou hidrológicos. Tal camada, foi obtida do banco de dados da IDE-BHGEO, em formato .shp e, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_arg
- risco_geologico

Desta forma, para classificar e quantificar os riscos por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. Também foi necessário calcular a área de cada polígono que delimita cada área de risco em atributo separado. As

tabelas 22, 23, 24, 25 e 26 apresentam informações consolidadas, sobre os riscos hidrogeológicos, contendo a área acumulada de riscos em cada regional e por tipo.

Tabela 22: Riscos de erosão e assoreamento por regional.

Riscos de Erosão e Assoreamento	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Area de Risco Erosão e Assoreamento (Km²)	28,61	1,62	1,34	2,62	6,87	1,82	4,02	1,94	3,76	4,62
% Risco Municipal Erosão e Assoreamento na Região	100,0	5,65	4,68	9,14	24,03	6,35	14,06	6,78	13,15	16,15
% da Area da Região em Risco de Erosão e Assoreamento	8,64	3,02	4,22	9,38	17,48	6,04	12,36	5,40	7,37	15,84

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 23: Riscos de contaminação do lençol freático por regional.

Riscos de Contaminação do Lençol Freático	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Area de Risco Cont. Lençol Freático (Km²)	136,33	25,10	19,00	8,94	13,01	13,50	12,05	13,62	21,16	9,94
% Risco Municipal Cont. Lençol Freático na Região	100,00	18,41	13,94	6,56	9,55	9,90	8,84	9,99	15,52	7,29
% da Area da Região em Cont. Risco de Lençol Freático	41,16	46,93	59,87	32,08	33,10	44,89	37,02	37,92	41,46	34,07

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 24: Riscos associados a escavações por regional.

Riscos de Escavações	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Area de Risco Assoc. Escavações (Km²)	79,91	13,75	8,31	4,91	8,85	6,80	8,47	8,62	12,08	8,11
% Risco Municipal Assoc. Escavações na Região	100,00	17,21	10,40	6,15	11,08	8,52	10,60	10,79	15,11	10,15
% da Area da Região em Risco Assoc. Escavações	24,13	25,71	26,19	17,62	22,51	22,63	26,02	24,00	23,66	27,80

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 25: Riscos de escorregamento por regional.

Riscos de Escorregamento	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Area de Risco de escorregamento (Km ²)	29,53	5,37	9,66	2,62	0,97	1,96	1,51	4,20	1,04	2,19
% Risco Municipal de escorregamento na Região	100,00	18,18	32,72	8,87	3,28	6,65	5,13	14,21	3,54	7,43
% da Area da Região em Risco de escorregamento	8,92	10,04	30,44	9,39	2,46	6,53	4,65	11,68	2,05	7,52

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 26: Riscos de inundação por regional.

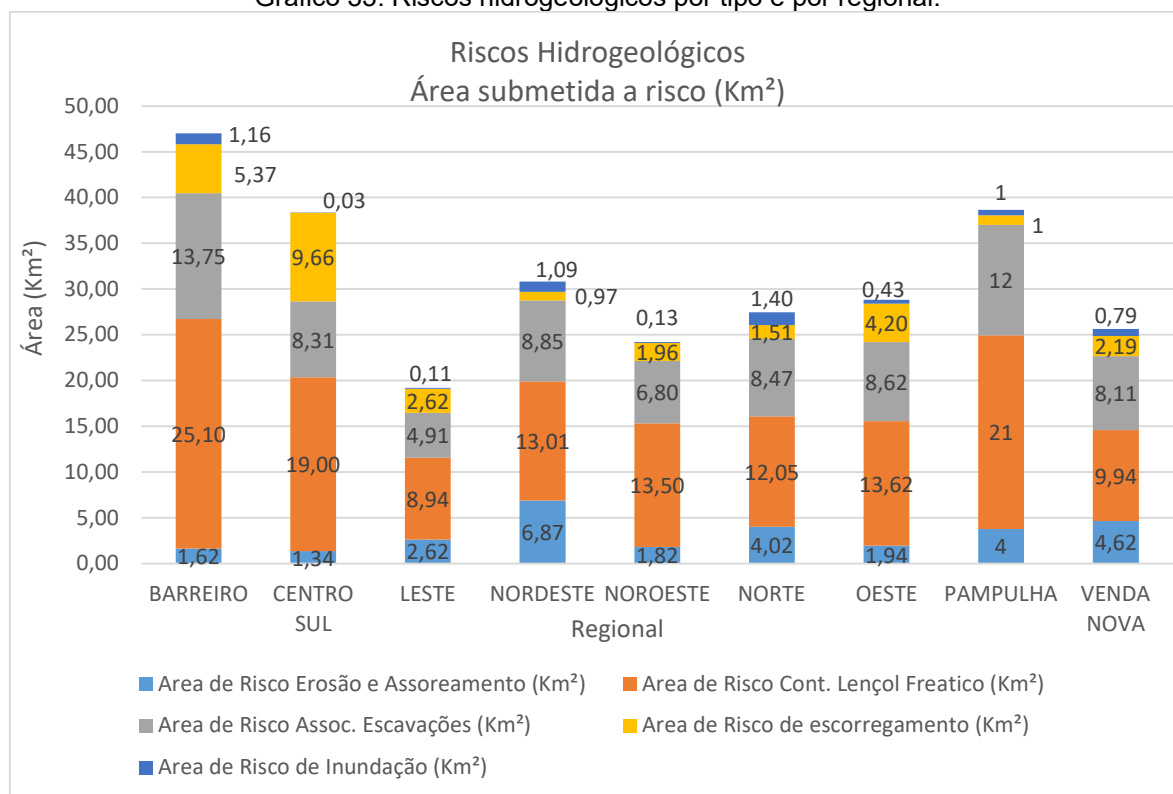
Riscos de Inundação	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Area de Risco de Inundação (Km ²)	5,73	1,16	0,03	0,11	1,09	0,13	1,40	0,43	0,59	0,79
% Risco Municipal de Inundação na Região	100,00	20,31	0,56	1,98	18,98	2,24	24,37	7,57	10,27	13,70
% da Area da Região em Risco de Inundação	1,73	2,18	0,10	0,41	2,77	0,43	4,29	1,21	1,15	2,69

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar as tabelas 22, 23, 24, 25 e 26, o Gráfico 33, e os mapas contidos nas figuras 27, 28, 29 e 30 é possível verificar que as regiões Barreiro Pampulha e Centro Sul são as que possuem a maior área suscetível a riscos hidrogeológicos.

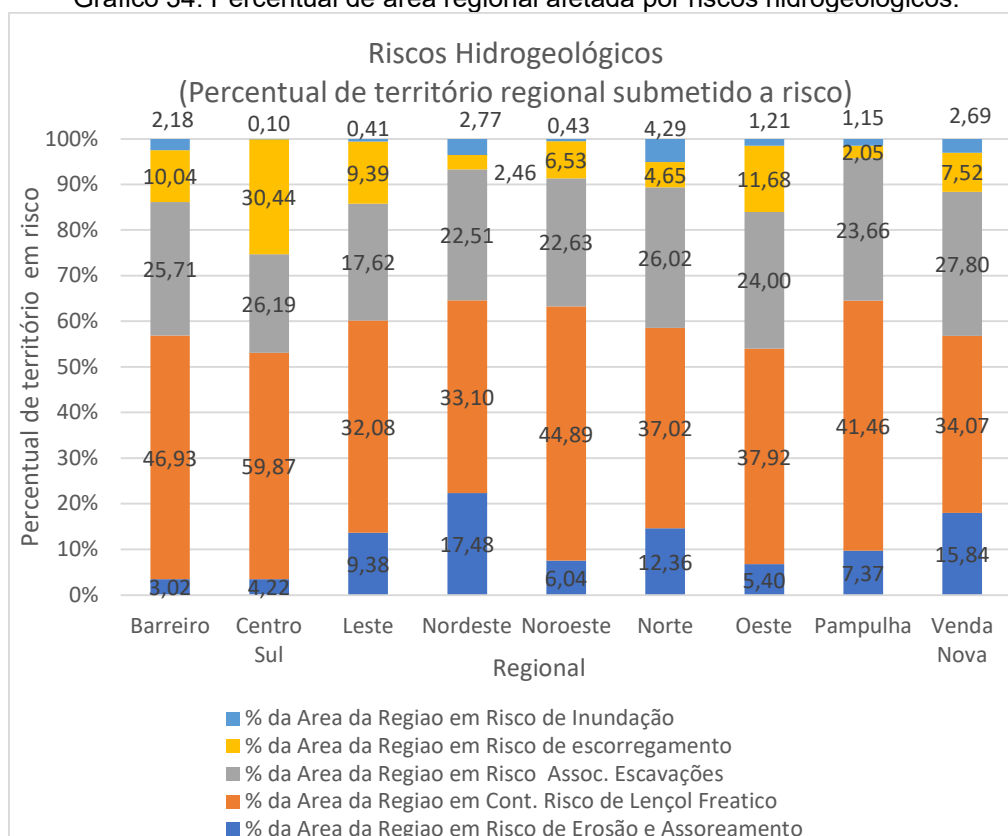
Também é possível observar que a regional Barreiro é a que possui maior área suscetível a riscos associados a escavações e a contaminação do lençol freático. Ressalta-se que parte da superfície do solo urbano, muitas vezes está submetida a mais de um tipo de risco simultaneamente. Desta forma, os gráficos 33, 34 e 35 precisam ser entendidos dentro deste contexto, uma vez que em alguns casos podem apresentar somatório de percentuais de áreas de risco superior a 100%.

Gráfico 33: Riscos hidrogeológicos por tipo e por regional.



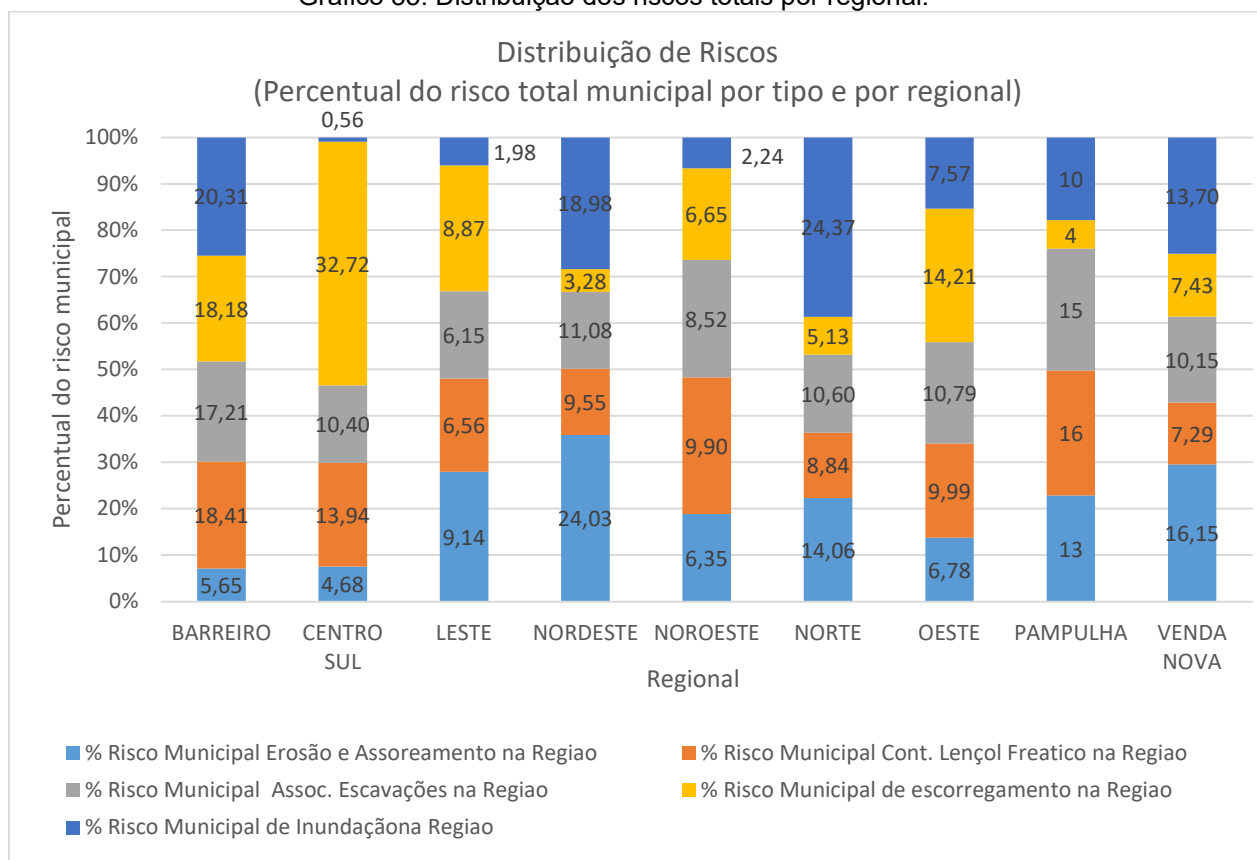
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 34: Percentual de área regional afetada por riscos hidrogeológicos.



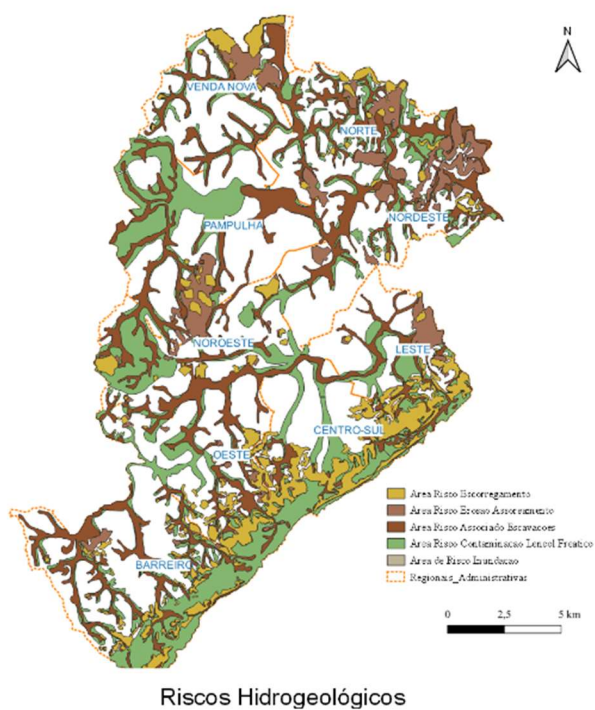
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 35: Distribuição dos riscos totais por regional.



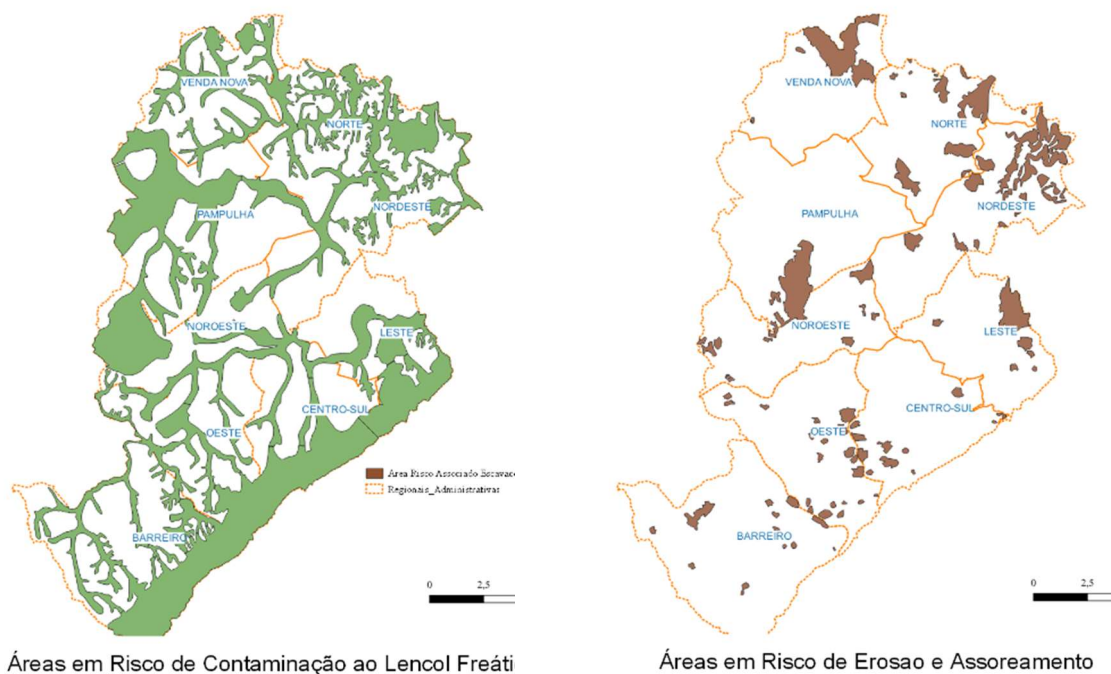
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 27: Mapa riscos hidrogeológicos (todos os riscos).



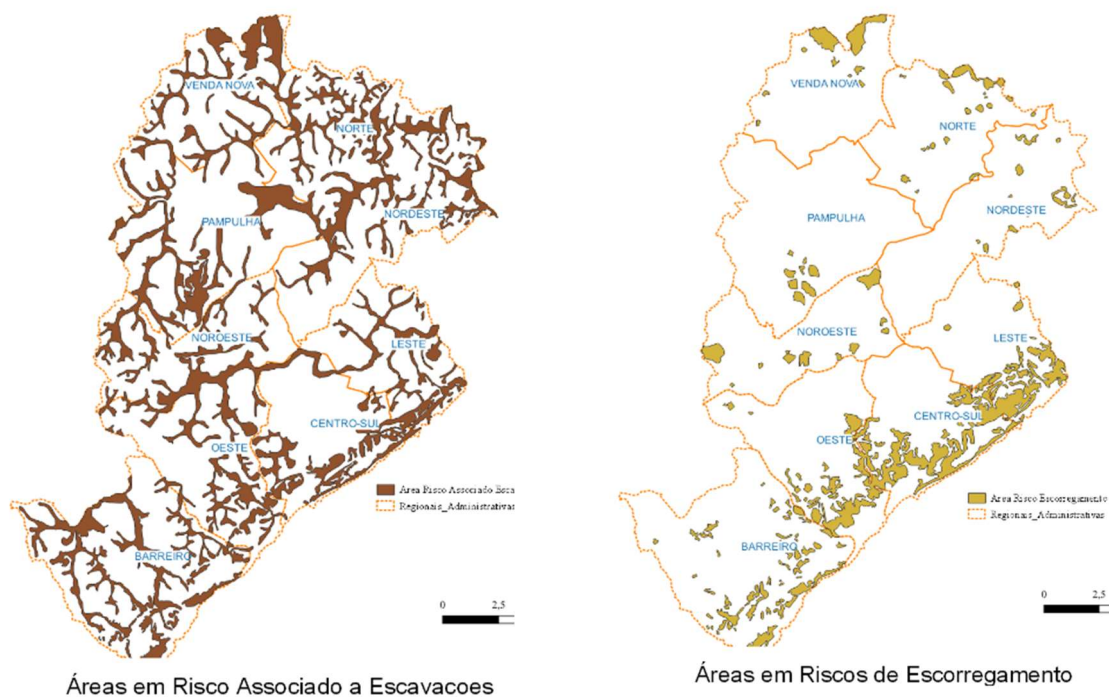
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 28: Mapas riscos de contaminação do lençol freático e riscos de erosão e assoreamento.



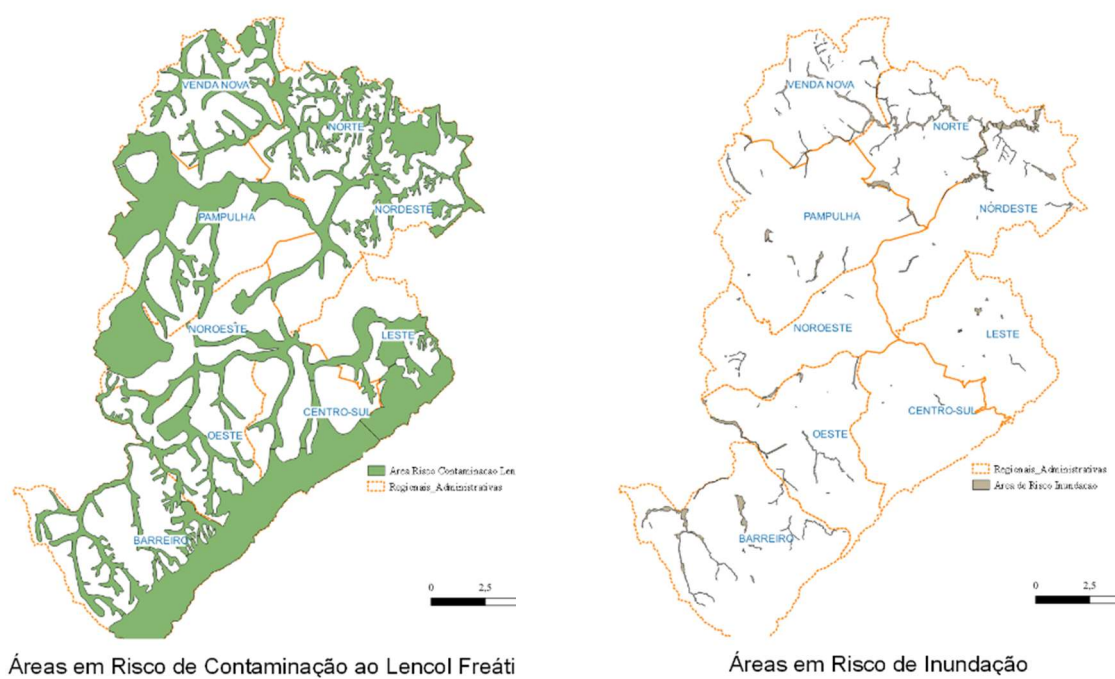
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 29: Mapas riscos escavação e riscos de escorregamento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 30: Mapas de riscos de contaminação do lençol freático e de inundação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.17. Declividade

A camada “Declividade de Logradouros” contém informações acerca da inclinação de cada um dos trechos de logradouro da cidade. Trata-se de um conjunto de informações que permite avaliar a inclinação das vias da cidade. Tal camada, foi obtida do banco de dados da IDE-BHGEO, em formato .shp e, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_decliv_
- id_trecho
- comprimento
- largura
- declividade_minima
- declividade_media
- declividade_maxima
- cota_minim
- cota_media
- cota_maxim
- nome
- nome_2
- peso
- decl. m x peso

Desta forma, para classificar e quantificar a declividade média por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. Também foi necessário calcular a inclinação média de cada região por meio de todos os trechos de logradouro inseridos em cada uma das regionais. Na Tabela 27 são apresentadas informações consolidadas, sobre a declividade média de cada regional.

Ao analisar a declividade média das vias por regionais é possível verificar que apenas as regionais Pampulha e Venda Nova possuem inclinação média inferior a 8,33%, parâmetro estabelecido pela norma NBR 9050/2020, que versa sobre acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, incluídos aí os requisitos para atendimento às necessidades de pessoas com mobilidade reduzida e cadeirantes. Também é possível perceber que a regional Centro Sul é a que possui maior declividade média.

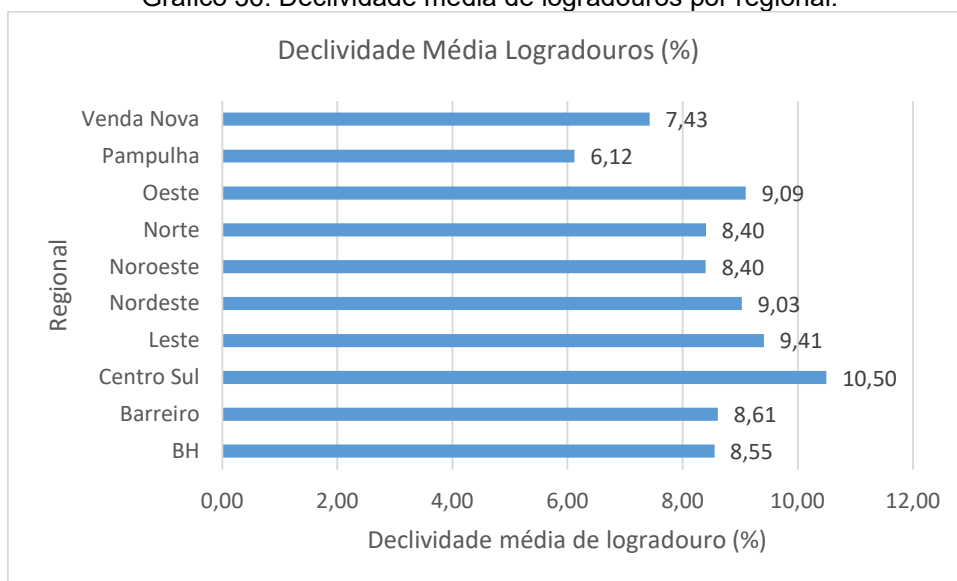
Tabela 27: Declividade média de logradouros por regional.

Declividade	BH	Barrei-ro	Cen-tro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Ven-da Nova
Declividade Média Logradouros (%)	8,55	8,61	10,50	9,41	9,03	8,40	8,40	9,09	6,12	7,43

Fonte: Elaborado pelo autor.

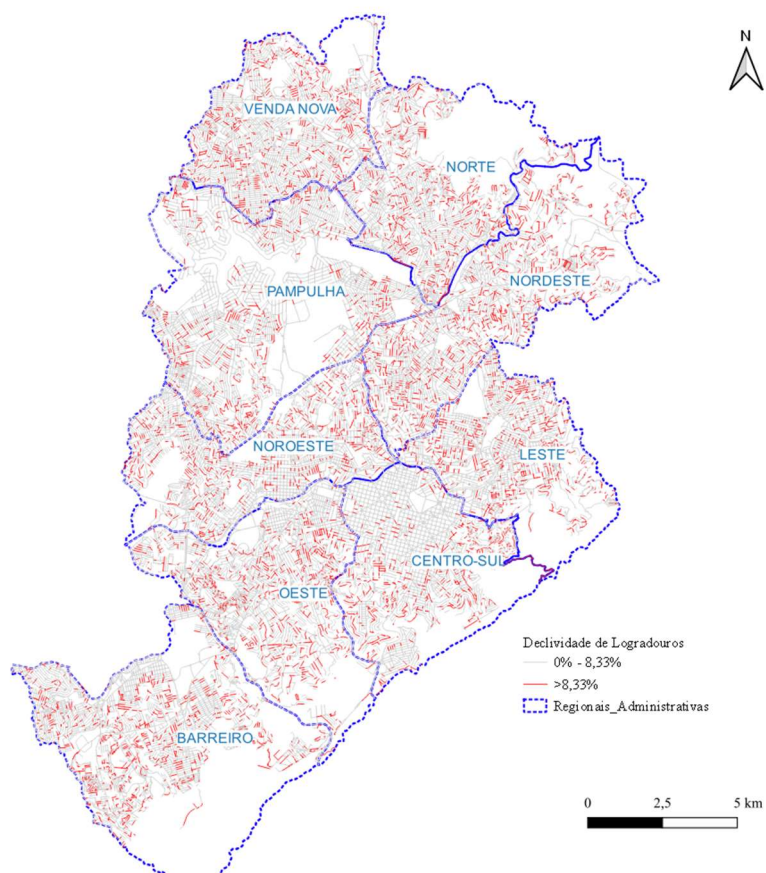
Ao analisar a Tabela 27, o Gráfico 36 e o mapa contido na Figura 31 verifica-se que a cidade possui grande parte de suas vias com inclinações superiores ao recomendado pela norma NBR 9050/2020.

Gráfico 36: Declividade média de logradouros por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 31: Mapa de declividades por regional.



Declividade de Logradouros

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.18. Acidentes Ambientais

A camada “Acidentes Ambientais” contém informações acerca de ocorrências ambientais no país, comunicadas ao IBAMA no período de 2006 a 2022. Trata-se de um conjunto de informações que permite identificar detalhes de acidentes ambientais. Apesar de serem informações oriundas de base pública confiável, possui abrangência nacional e é alimentada por diversos órgãos de diversos estados, assim, o preenchimento das informações em seu formulário base não se dá de forma padronizada. Tal fato não impede o tratamento e a consolidação dos dados, mas dificulta o processo. Tal camada, foi obtida do banco de dados do Sistema Compartilhado de Informações Ambientais – SISCOM, mantido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, disponibilizada no portal INDE, em formato .shp e, possui originalmente os seguintes atributos:

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| • fid | • des_compl_instituicao_atu | • plano_emergencia |
| • uuid | • des_compl_tipo_dano_ident | • plano_emerg_acionado |
| • id_ocorrendia | • des_danos | • iniciados_outras_provid |
| • id_municipio | • des_ocorrendia | • des_outras_provid |
| • id_uf | • dt_ocorrendia | • ocorrencia_oleo |
| • id_responsavel | • hr_ocorrendia | • dt_primeira_obs |
| • des_compl_tipo_local | • dt_registro | • hr_primeira_obs |
| • des_compl_tipo_evento | • des_info_adicionais | • informacao_geogr |
| • informacao_responsavel | • tipo_substancia | • nome_comunic |
| • acao_inicial_tomada | • volume_estimado | • tele_contato |
| • des_causa_provavel | • prod_nao_se_aplica | • email_comunic |
| • situacao_atual_descarga | • produto_perigoso | • des_obs |
| • nro_ocorrendia | • produto_nao_espec | • cpf_contato |
| • endereco_ocorrendia | • id_bacia_sedim | • ds_func_comunic |
| • nome_instituicao_atuando | • legado | • ip_contato |
| • telefone_instituicao_atuando | • des_insti_empresa | • validado |
| • tipo_comunicado | • dt_ocorrendia_feriado | • produtos_outro |
| • periodo_ocorrendia | • dia_semana | • dt_carga |
| • periodo_primeira_obs | • dia_sem_primeira_obs | • feicao_proxima |
| • municipio | • dia_sem_registro | |
| • uf | • inst_atuando_local | |
| • bacia_sedimentar | • tipos_fontes_inform | |
| • origem | • tipos_danos_identific | |
| • tipo_evento | • produtos_onu | |

Desta forma, para classificar e quantificar os acidentes por tipo e por regional, foi necessário efetuar o recorte da camada limitando-a apenas ao município de Belo Horizonte. Posteriormente, a partir das coordenadas dos acidentes foi necessário

atribuir sua classificação dentre as regionais da cidade. Também devido ao grande número de atributos, foi necessário consolidar os acidentes por tipo de dano e tipo de evento, como pode ser visto nas tabelas 28 e 29. Os gráficos 37 e 38 permitem identificar visualmente que a maioria das ocorrências registradas é carente de classificação quanto ao tipo de dano e de evento, sendo 48% registradas como “outros” no tipo de evento. Assim, uma análise superficial destes dados pode levar a conclusões distorcidas.

Apesar disso, ao analisar as demais ocorrências classificadas, é possível verificar por meio das tabelas e gráficos que a maioria dos acidentes causa danos ao solo e à atmosfera. Também é possível perceber que a maioria dos eventos estão relacionados ao derramamento de líquidos e vazamento de gases. Ao lançar tais ocorrências no mapa da cidade, como pode ser visto no mapa contido na Figura 32, é possível verificar que as ocorrências de derramamento de líquidos e lançamento de sólidos ocorre nas rodovias que cruzam a cidade, logo, uma hipótese é que este tipo de evento esteja mais associado a acidentes rodoviários. Já no que tange aos vazamentos de gás, é possível verificar que a maior parte acontece nas áreas atendidas por gasodutos.

Tabela 28: Acidentes ambientais por tipo de danos, por regional.

Acidentes Ambientais (Danos)	BH	Barrei- ro	Centro Sul	Leste	Nor- deste	Noro- este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Acidentes Ambientais Total (n° ocorrências)	203	3	119	2	13	12	6	24	21	3
Acidentes Ambientais - Atmosfera (n° ocorrências)	36	0	24	0	0	1	0	4	7	0
Acidentes Ambientais - Solo (n° ocorrências)	47	2	15	2	3	8	3	7	7	0
Acidentes Ambientais - Rios e Lagos (n° ocorrências)	22	0	10	0	5	1	2	2	2	0
Acidentes Ambientais - Outros (n° ocorrências)	98	1	70	0	5	2	1	11	5	3
Acidentes Ambientais com Óbito (n° ocorrências)	15	0	10	0	0	0	0	5	0	0

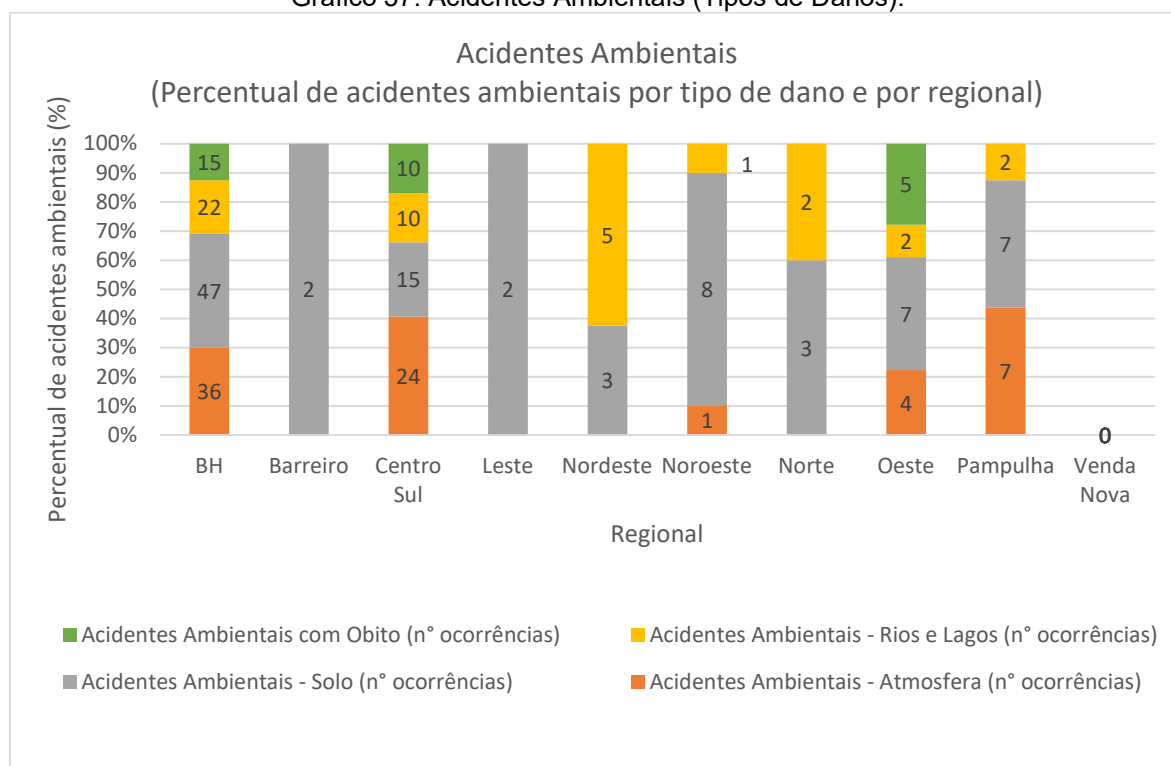
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 29: Acidentes ambientais, por tipo de evento, por regional.

Tipos de Acidentes Ambientais (Eventos)	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Total	203	3	119	2	13	12	7	23	21	3
Derramamento de Líquidos	43	0	3	0	9	10	3	7	9	2
Desastre Natural	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Explosão/incêndio	3	0	2	0	0	0	1	0	0	0
Lançamento de sólidos	18	2	5	2	2	1	0	3	3	0
Mortandade de peixes	4	0	0	0	0	0	2	0	2	0
Produtos Químicos	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Vazamento de gases	35	0	19	0	0	1	0	8	7	0
Outros/Sem informação	98	1	90	0	2	0	0	4	0	1

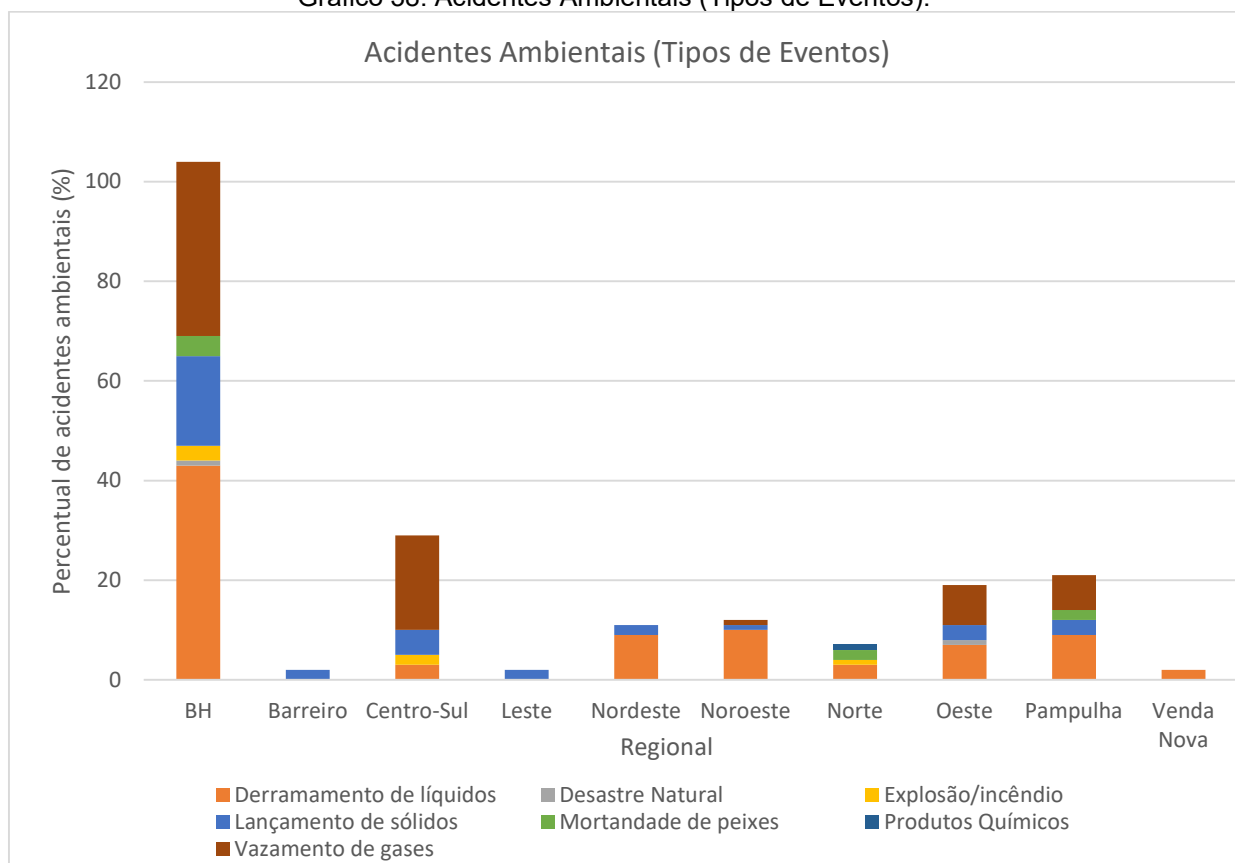
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 37: Acidentes Ambientais (Tipos de Danos).



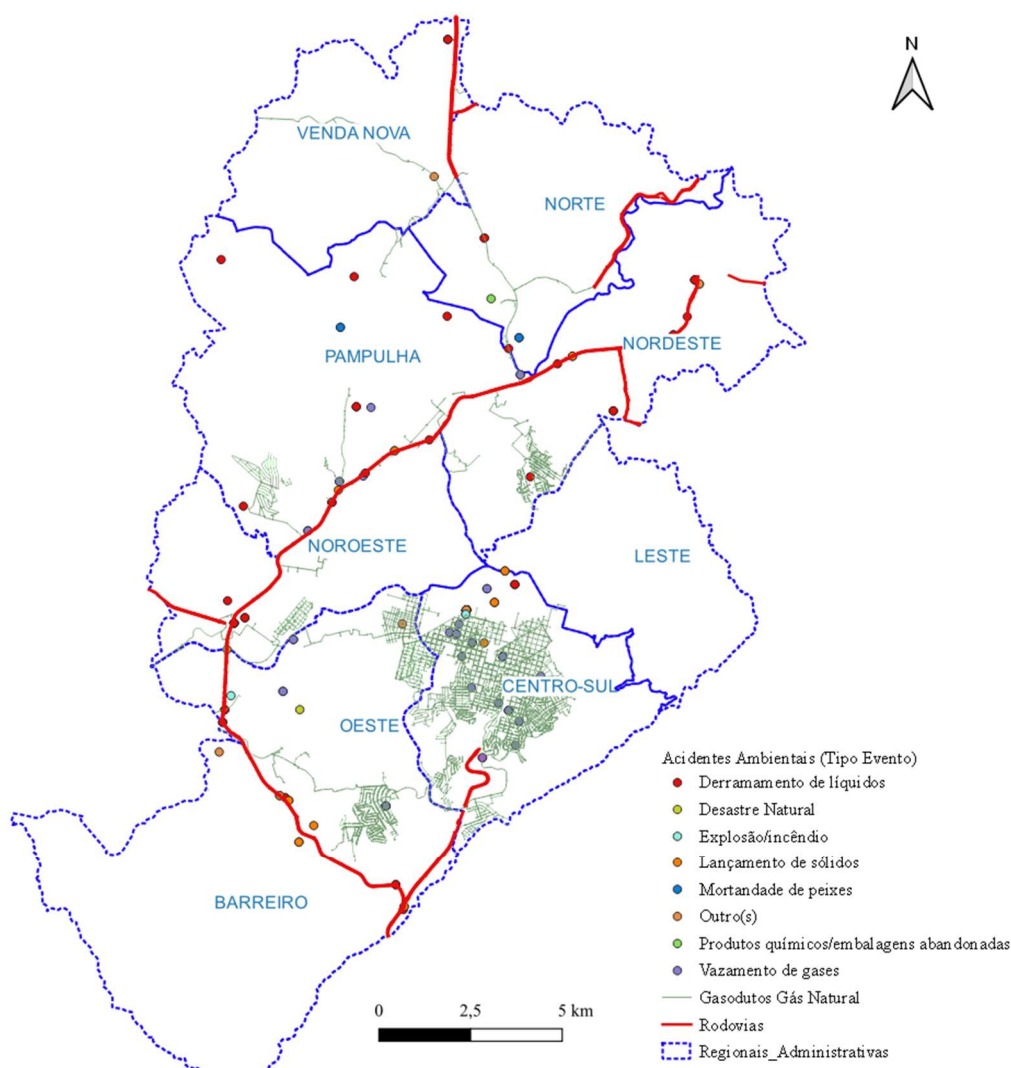
Fonte: Elaborado pelo autor

Gráfico 38: Acidentes Ambientais (Tipos de Eventos).



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 32: Mapa acidentes ambientais por regional.



Acidentes Ambientais

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.19. Áreas de Preservação Permanente

De acordo com a Lei nº12.651/12 as Áreas de Preservação Permanente (APPs) são aquelas que deverão ser protegidas, cobertas 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.

A camada “Áreas de Preservação Permanente” contém informações sobre tais áreas, mapeadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente, que contenham ou estejam próximas a áreas alagadas (brejos), cursos d’água, alta declividade ou

nascentes. Tal camada, foi obtida do banco de dados IDE BHGEO. O arquivo contém feições com os seguintes atributos:

- id_app
- classifica
- nome

Desta forma, para classificar e quantificar as APPs demarcadas por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. Também foi necessário calcular as áreas de cada polígono e somá-las de acordo com sua classificação (brejos, cursos d'água, alta declividade ou nascente). Na Tabela 30 são apresentadas informações consolidadas, sobre a APPs por tipo e regional.

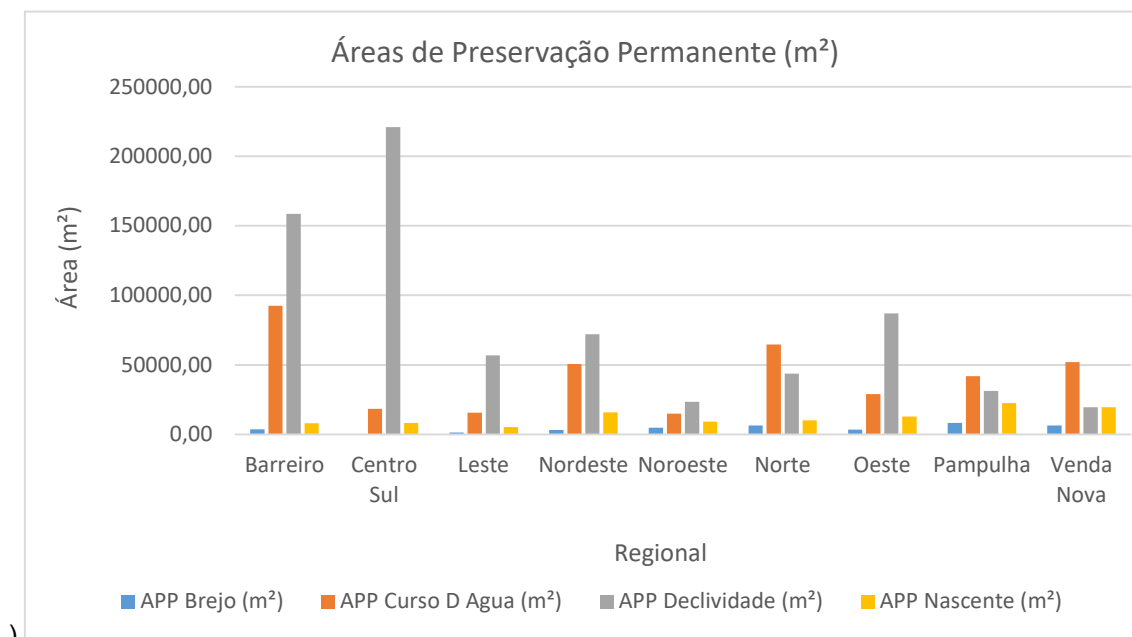
Tabela 30: Áreas de preservação permanente APPs por regional.

Áreas de Preservação Permanente	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
APP Brejo (m²)	37818	3560	295	1379	3288	4856	6364	3468	8257	6352
APP Curso d'Água (m²)	379261	92560	18373	15535	50568	15005	64509	29019	41739	51953
APP Declividade (m²)	712824	158583	220995	56757	71899	23360	43637	86859	31154	19580
APP Nascente (m²)	111555	8081	8244	5358	15811	9114	10019	12737	22612	19580

Fonte: Elaborado pelo autor

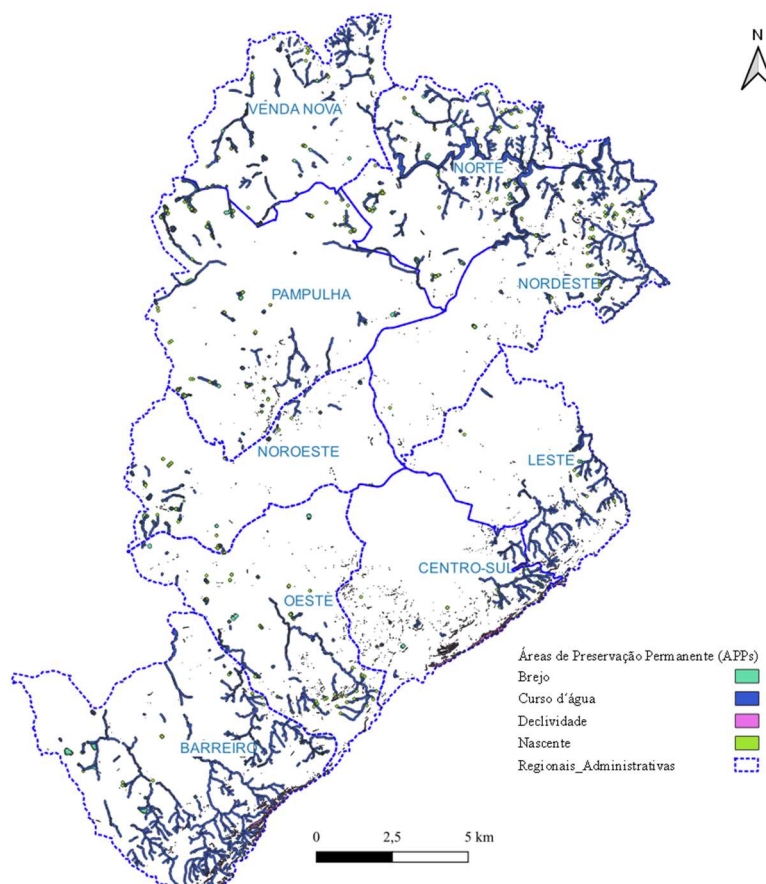
Ao analisar a Tabela 30, o Gráfico 39 e o mapa contido na Figura 33 é possível verificar que as APPs demarcadas em razão de alta declividade são aquelas que ocupam maior espaço na cidade, seguidas das áreas reservadas em função da existência de cursos d'água. Neste sentido, as regiões Centro Sul e Barreiro são aquelas que possuem maior parte de sua superfície delimitada como APP, sobretudo em razão de alta declividade. Também é possível observar que a regional Barreiro é a que possui maior área a ser preservada em razão da existência de cursos d'água.

Gráfico 39: Áreas de Preservação Permanente APPs (m²).



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 33: Mapa APPs.



Áreas de Preservação Permanente - APPs

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.20. Áreas de especial interesse social - Ambiental

As áreas de especial interesse social ambiental são 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 equipamentos urbanos comunitários e a produção de empreendimentos de interesse social.

A camada “Áreas de especial interesse Social – Ambiental (AEIS)” contém informações sobre estes espaços. Tal camada, foi obtida do banco de dados IDE BHGEO. O arquivo contém feições com os seguintes atributos:

- id_aeis_in
- nome_aeis_

Assim, para classificar e quantificar as AEIS por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. Também foi necessário calcular as áreas de

cada polígono e somá-las. Na Tabela 31 são apresentadas informações consolidadas, sobre a AEIS por regional.

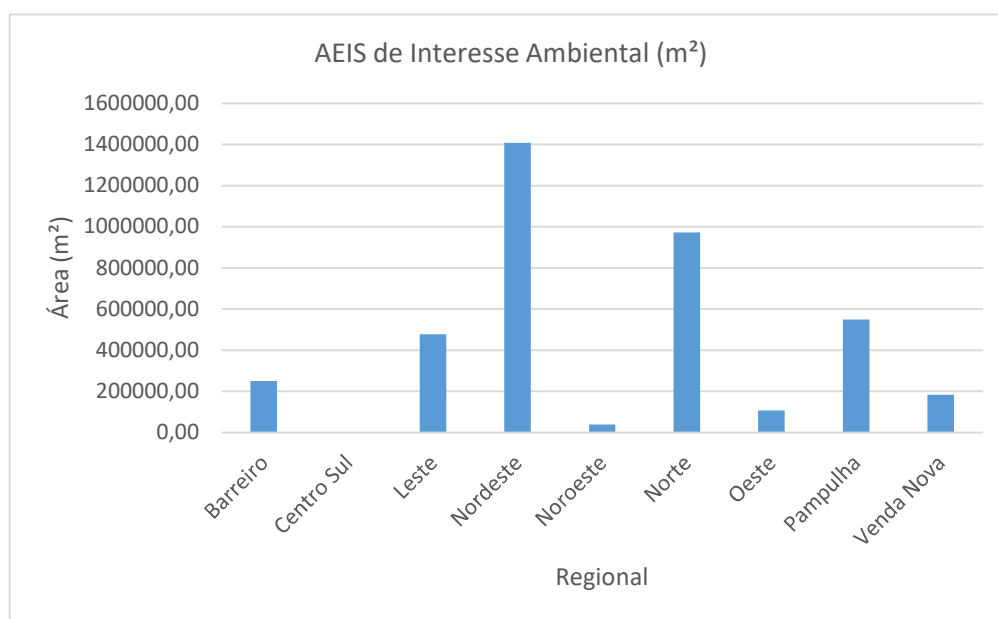
Tabela 31: Área de especial interesse ambiental.

AEIS de Interesse Ambiental (m ²)	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
AEIS de Interesse Ambiental (m ²)	3987123	249984	0	477993	1408160	39195	971636	108053	549292	182810

Fonte: Elaborado pelo autor

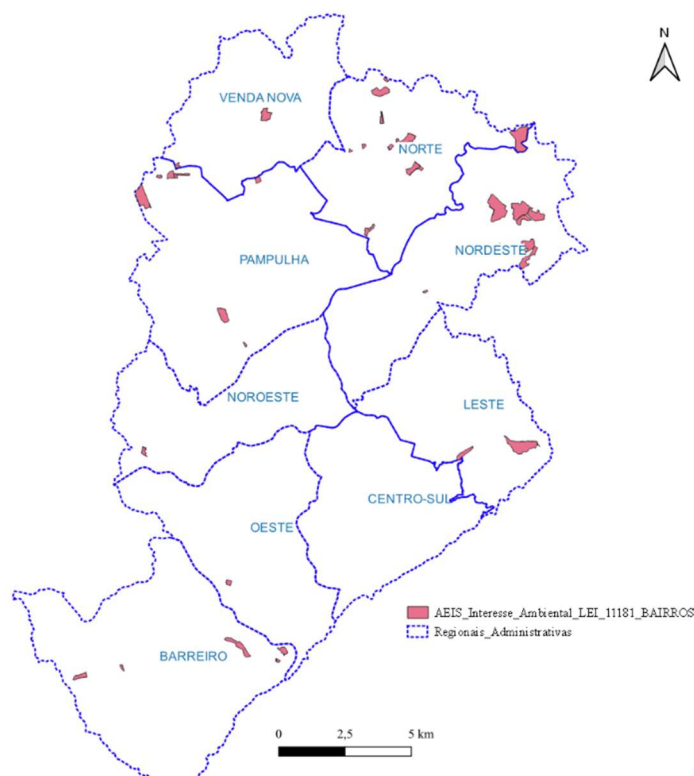
Ao analisar a Tabela 31, o Gráfico 40, e o mapa contido na Figura 34 é possível verificar que não há AEIS na região Centro Sul. Destaca-se ainda que as regiões Nordeste, Norte e Pampulha são as que possuem maior espaço destinado a AEIS.

Gráfico 40: Área de Especial Interesse Ambiental - AEIS (m²)



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 34: Mapa Área de especial interesse ambiental.



AEIS - Ambiental

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.21. Tráfego de Veículos

A camada relacionada ao tráfego de veículos diz respeito ao número de veículos, por hora, que percorre as principais vias monitoradas de Belo Horizonte. Os dados foram obtidos no portal de dados abertos da Prefeitura municipal, disponibilizados pela empresa de transportes e trânsito da cidade, a BHTRANS. Trata-se da contagem volumétrica de veículos (por tipo) registradas por meio dos radares instalados nas principais vias de Belo Horizonte. Os dados são disponibilizados por mês, dia e hora em formato .json. Neste sentido foi escolhido o mês de agosto por ser mais recente disponibilizado no momento da pesquisa. Foi selecionado o dia 01/08/2022 por ser um dia útil (segunda-feira) e, para cálculo da vazão horária de veículos foi selecionado o período de 17h00 às 18h00, horário em que é possível observar o maior volume de veículos em dias úteis. Os dados selecionados neste período de uma hora somavam mais de 163.000 veículos distribuídos por 77 pontos que monitoram o tráfego da cidade.

Ressalta-se que os 77 pontos de medição de volume de tráfego correspondem apenas a 15% do total de dispositivos eletrônicos de registro e monitoramento de tráfego existentes na cidade.

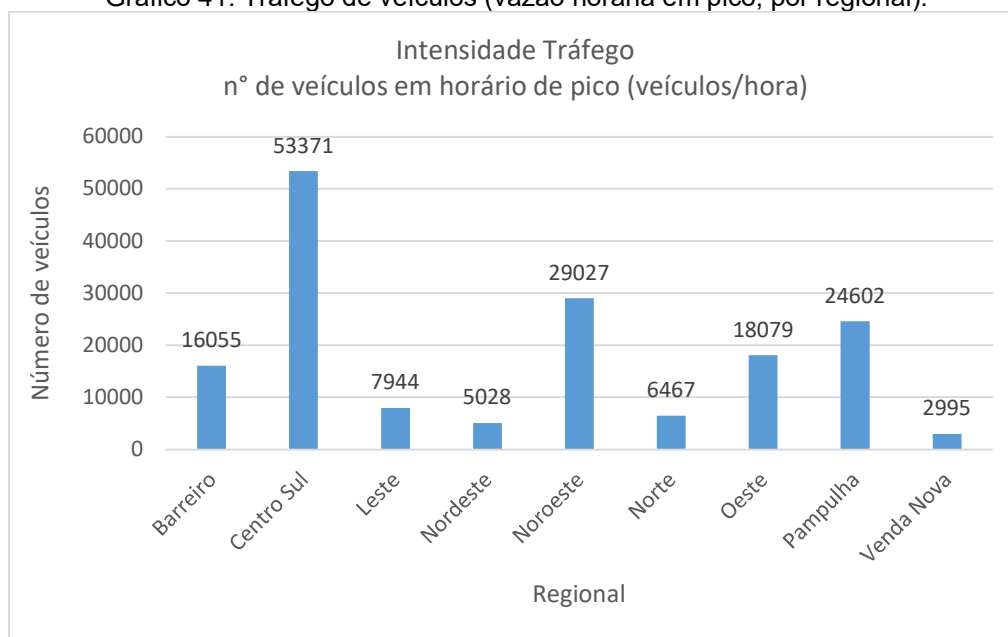
Os dados foram tratados e cada um dos dispositivos foi classificado de acordo com sua respectiva regional, sendo posteriormente consolidados tal como apresentado na Tabela 32 e nos gráficos 41 e 42. Percebe-se que a região Centro Sul foi a que apresentou maior volume registrado. Entretanto, tal análise é limitada, visto que esta região possui 36% dos pontos de medição considerados. Uma outra análise possível seria a de fluxo médio de veículos por dispositivo a qual, ainda assim, proporcionaria uma análise superficial sobre o tráfego de veículos nas regionais, visto que diversas outras variáveis podem influenciar no número de veículos registrados em cada ponto, tal como a classificação da via na qual o dispositivo está instalado, por exemplo. De toda forma trata-se de uma informação válida visto que permite a análise de duas variáveis: (i) o número de radares por região e (ii) o número médio de veículos registrados por ponto.

Tabela 32: Tráfego de veículos (vazão horária em pico, por regional).

Tráfego de veículos	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Intensidade Tráfego - N° de veículos em horário de pico (veículos/hora)	163568	16055	53371	7944	5028	29027	6467	18079	24602	2995
N° de dispositivos de veículos	77	9	28	2	2	13	2	9	11	1

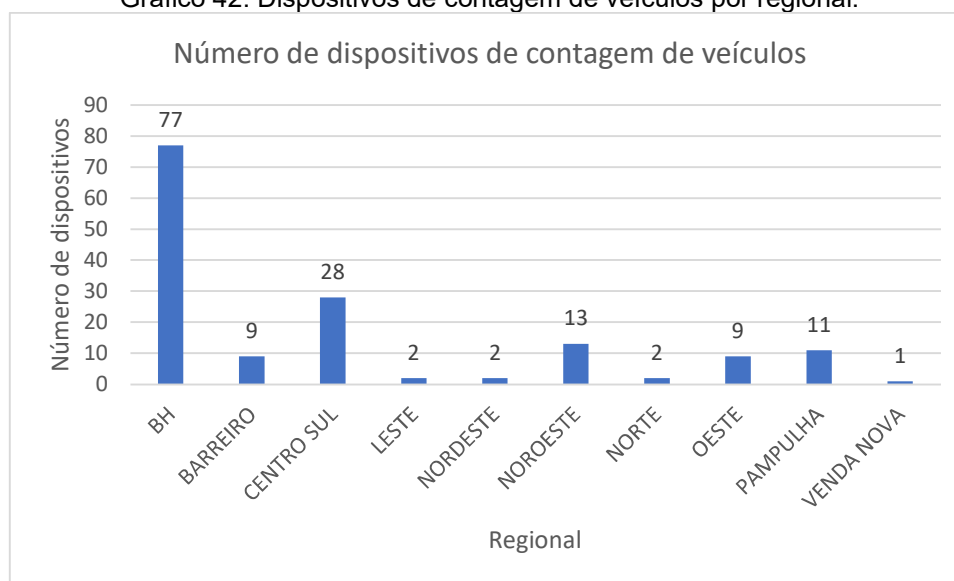
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 41: Tráfego de veículos (vazão horária em pico, por regional).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 42: Dispositivos de contagem de veículos por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.22. Acidentes de Trânsito

A camada relacionada a acidentes de trânsito foi formada após a consolidação e tratamento de dois conjuntos de dados disponibilizados no portal de dados abertos da Prefeitura municipal, coletados pela empresa de transportes e trânsito da cidade, a BHTRANS. Neste sentido foram utilizados dois arquivos em formato .xls, um contendo informações sobre o local, número e características de pessoas envolvidas nos

acidentes e outro arquivo com características dos veículos envolvidos nos acidentes, bem como fatores causadores e/ou agravantes e suas consequências. Os dados dos arquivos com base no número de registro que identifica cada acidente foram, portanto, aglutinados. Neste contexto, considerou-se todos os acidentes de trânsito ocorridos em 2021 sendo assim, os mais atualizados disponíveis. O conjunto de dados possui os seguintes atributos:

- N°_boletim
- data_boletim
- N°_municipio
- nome_municipio
- seq_logradouros
- N°_logradouro
- tipo_logradouro
- nome_logradouro
- tipo_logradouro_anterior
- nome_logradouro_anterior
- N°_bairro
- nome_bairro
- tipo_bairro
- descricao_tipo_bairro
- N°_imovel
- N°_imovel_proximo

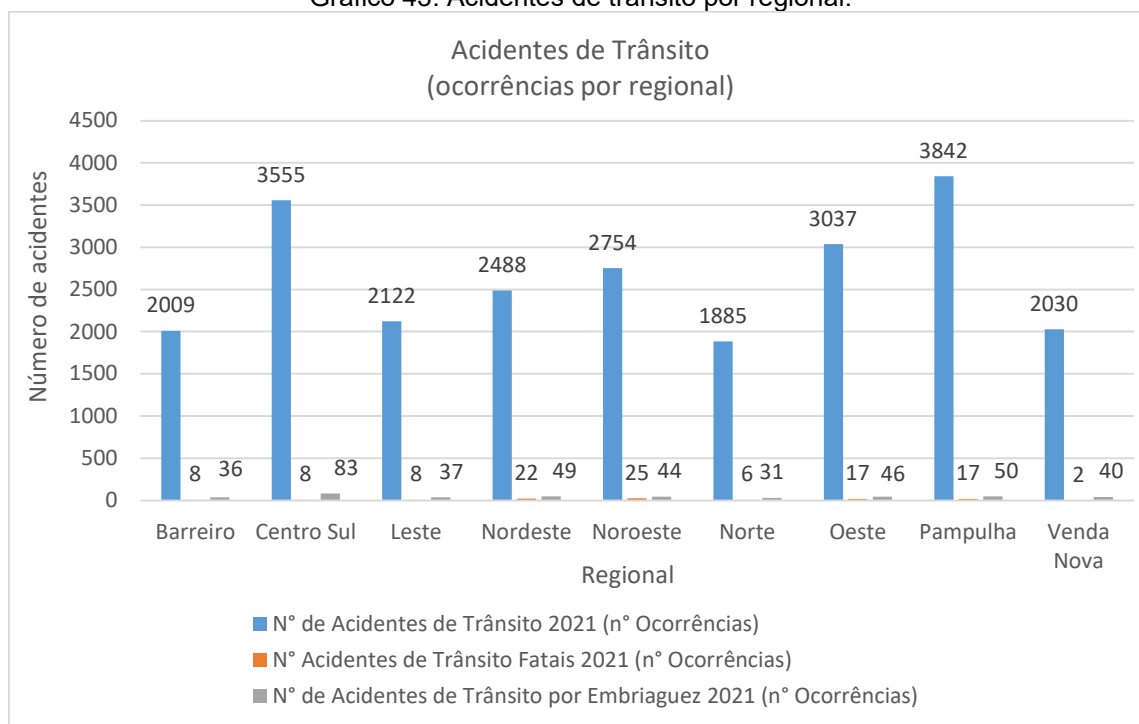
Tabela 33: Acidentes de trânsito por tipo, por regional.

Acidentes de Trânsito	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
N° de Acidentes de Trânsito 2021 (n° Ocorrências)	23722	2009	3555	2122	2488	2754	1885	3037	3842	2030
N° Acidentes de Trânsito Fatais 2021 (n° Ocorrências)	113	8	8	8	22	25	6	17	17	2
N° de Acidentes de Trânsito por Embriaguez 2021 (n° Ocorrências)	416	36	83	37	49	44	31	46	50	40

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar as informações disponíveis na Tabela 33 e no Gráfico 43, tem-se que os dados dos acidentes guardam certa coerência com os dados de densidade de tráfego nas regionais. Entretanto, apesar de coerentes, não explicam a quantidade de acidentes por regional. Assim, uma hipótese é que é necessário considerar outros conjuntos de dados que possam influenciar a quantidade de acidentes, tais como a população e/ou seu adensamento, a renda por regional, além de outras variáveis relacionadas às vias de trânsito.

Gráfico 43: Acidentes de trânsito por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.23. Sinalização Semafórica

A camada relacionada a sinalização semafórica contém informações de todos os semáforos existentes ao longo das vias da cidade. Neste sentido foi possível consolidá-los e classificá-los quanto ao seu tipo e localização. As informações desta camada são relacionadas sobretudo a posição destes dispositivos. Tal camada, obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_sinaliz
- cod_sinali
- nome
- tp_travess
- botoeira
- botoeira_s
- laco_detec
- qtd_tr_c_f
- qtd_tr_s_f

Desta forma, para classificar os dispositivos por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. A Tabela 34, o Gráfico 44 e o mapa contido na Figura 35 apresentam informações consolidadas, sobre os semáforos e seu tipo por regional. É possível verificar que assim como no caso de radares equipados com contador de veículos, a região Centro Sul, novamente, possui maior número de semáforos, os quais correspondem a 38% do total de equipamentos. Estas diferenças expressivas, frente as demais áreas da cidade, não são explicadas pela extensão de

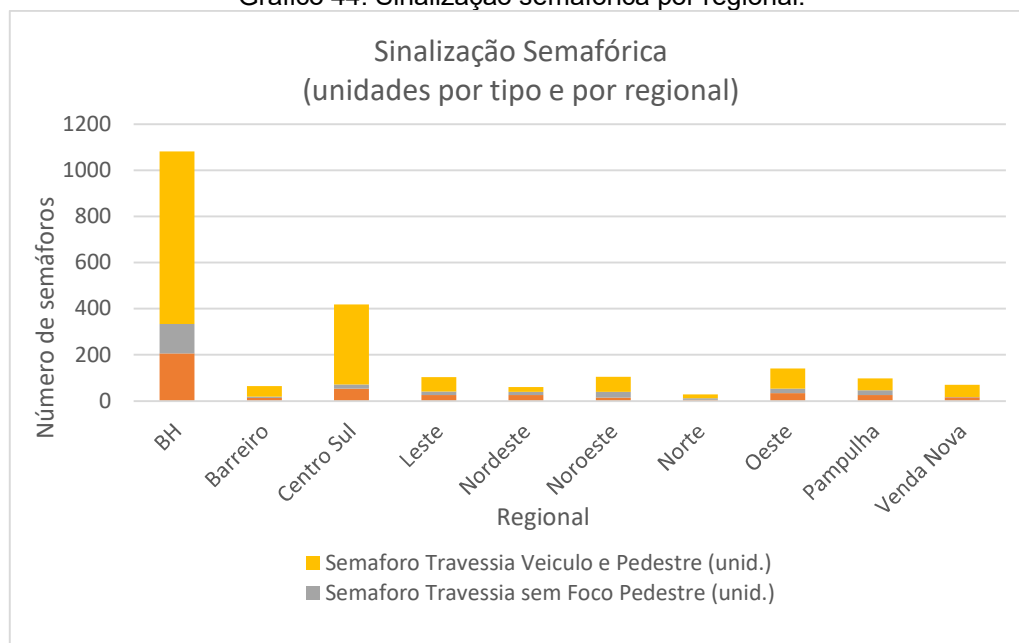
logradouros por regional, visto que conforme análise anterior, a regional Centro Sul não possui maior extensão de vias quando comparada com as demais. Neste sentido, é válido buscar identificar quais outros parâmetros possam influenciar no número diferenciado de equipamentos existentes nesta regional.

Tabela 34: Sinalização semafórica por regional.

Sinalização Semafórica	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Semáforos - Total (unid.)	1082	65	420	96	61	106	30	142	99	71
Semáforos Exclusivo Pedestre (unid.)	206	13	54	26	26	14	5	34	26	16
Semáforos Travessia sem Foco Pedestre (unid.)	128	6	18	15	14	26	7	20	20	2
Semáforos Travessia Veículo e Pedestre (unid.)	747	45	347	62	20	65	17	87	52	52

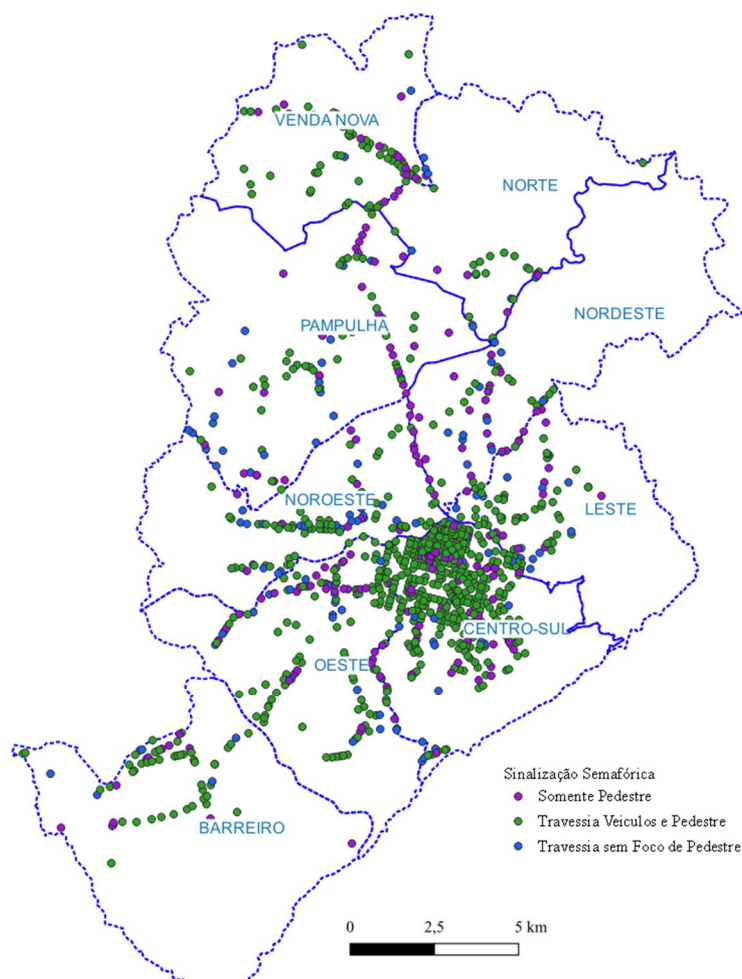
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 44: Sinalização semafórica por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 35: Mapa sinalização semafórica por regional.



Sinalização Semafórica

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.24. Fiscalização Eletrônica de Trânsito

A camada relacionada a fiscalização eletrônica de velocidade contém informações de todos os dispositivos de detecção de velocidade, avanço de semáforos, conversões irregulares, avanço de pistas exclusivas e de faixas de pedestres. Neste sentido foi possível consolidá-los e classificá-los quanto ao seu tipo e localização. As informações desta camada são relacionadas sobretudo a posição destes dispositivos. Tal camada, obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_fiscali
- desc_loc_c
- desc_tipo_
- velocidade
- sentido
- sentido_fi
- num_serie_
- cod_secund

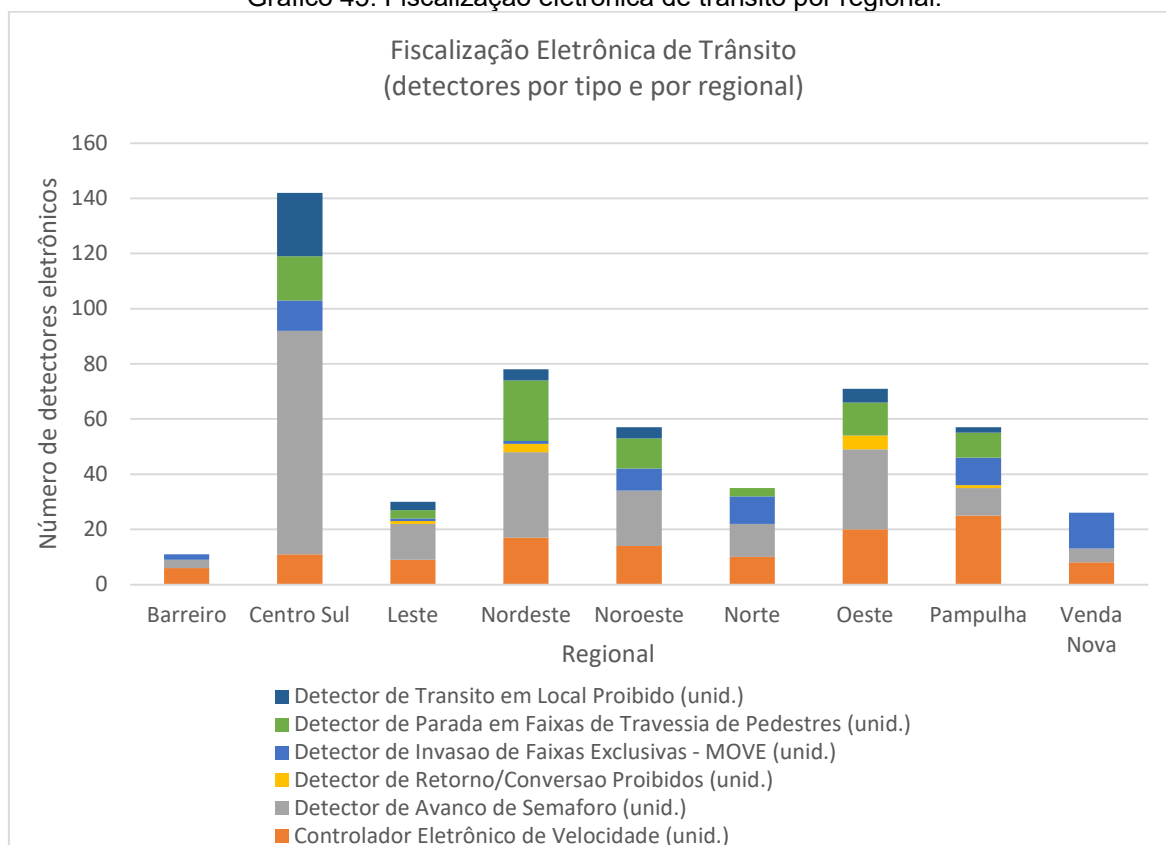
Desta forma, para classificar os dispositivos por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. A Tabela 35, o Gráfico 45 e o mapa contido na Figura 36 apresentam informações consolidadas, sobre os dispositivos de fiscalização de trânsito e seu tipo por regional. Novamente é possível verificar que assim como no caso de semáforos e radares equipados com contador de veículos, a região Centro Sul, novamente, possui maior número geral de dispositivos eletrônicos de trânsito, os quais correspondem a 28% do total destes itens. Quanto a posição dos demais equipamentos é possível observar que todos se encontram em vias que fazem a ligação das regionais à regional Centro Sul. Tal fato corrobora a necessidade de identificar parâmetros que possam influenciar no número diferenciado de equipamentos existentes nesta regional. Ou ainda, possa levar a uma hipótese de que de fato o tráfego de veículos nesta regional seja significativamente mais acentuado do que nas demais.

Tabela 35: Fiscalização eletrônica de trânsito por regional.

Fiscalização eletrônica de trânsito	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Unidades de Fiscalização Eletrônica Total (unid.)	507	11	142	30	78	57	35	71	57	26
Controlador Eletrônico de Velocidade (unid.)	120	6	11	9	17	14	10	20	25	8
Detector de Avanço de semáforo (unid.)	204	3	81	13	31	20	12	29	10	5
Detector de Retorno/Conversão Proibidos (unid.)	10	0	0	1	3	0	0	5	1	0
Detector de Invasão de Faixas Exclusivas - MOVE (unid.)	56	2	11	1	1	8	10	0	10	13
Detector de Parada em Faixas de Travessia de Pedestres (unid.)	76	0	16	3	22	11	3	12	9	0
Detector de Trânsito em Local Proibido (unid.)	41	0	23	3	4	4	0	5	2	0

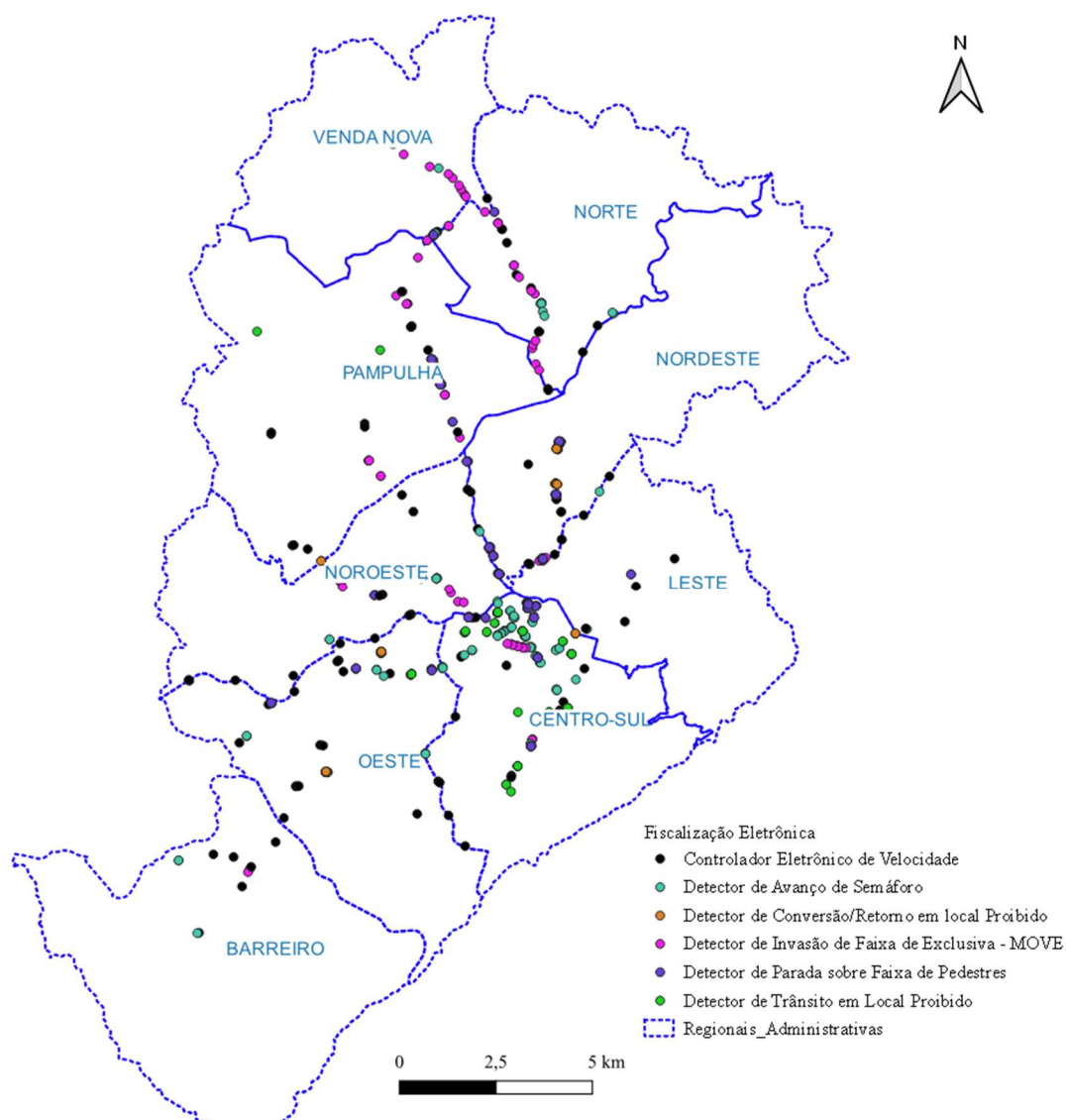
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 45: Fiscalização eletrônica de trânsito por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 36: Mapa fiscalização eletrônica de trânsito por regional.



Fiscalização Eletrônica de Trânsito

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.25. Estacionamento Rotativo

O estacionamento rotativo é uma área dos logradouros públicos, sujeita a regras específicas, demarcada nos centros urbanos para estacionamento de automóveis e motocicletas. Trata-se de uma estratégia que visa melhorar o tráfego de veículos nesses locais. A partir da cobrança e da restrição do período em que é permitido o estacionamento, os usuários são incentivados a utilizar o veículo particular apenas quando estritamente necessário, dando prioridade ao transporte público.

A camada relacionada a estacionamento rotativo contém informações de todos os dispositivos de detecção de velocidade, avanço de semáforos, conversões irregulares, avanço de pistas exclusivas e de faixas de pedestres. Neste sentido foi possível consolidá-los e classificá-los quanto ao seu tipo e localização. As informações desta camada são relacionadas sobretudo a posição destes dispositivos. Tal camada, obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_estacio
- numero_vag
- numero_v_1
- tempo_perm
- logradouro
- referencia
- bairro
- periodo_va
- dia_regra_

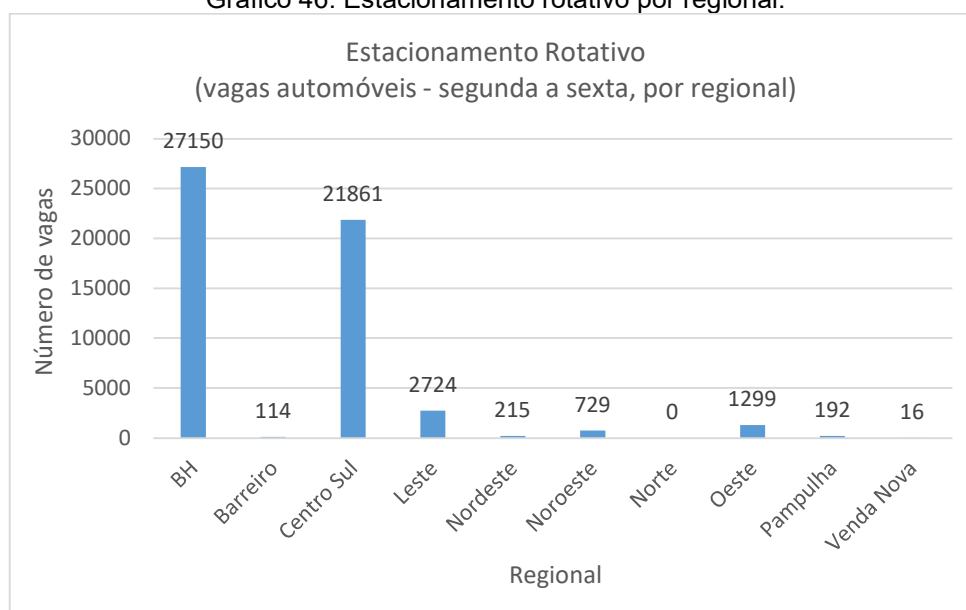
Assim, para classificar os trechos de logradouro com demarcação de vagas rotativas por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. A Tabela 36, o Gráfico 46 e o mapa contido na Figura 37 apresentam informações consolidadas, sobre o número de vagas por regional. Novamente é possível verificar que assim como no caso de infraestrutura de controle e monitoramento de tráfego, a região Centro Sul, novamente, possui maior número de vagas demarcadas como estacionamento rotativo, os quais correspondem a 80,5% do total destes itens. Tal fato reforça a hipótese de que de fato o tráfego de veículos nesta regional seja significativamente acentuado quando comparado as demais áreas da cidade.

Tabela 36: Estacionamento rotativo por regional.

Estacionamento rotativo	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Nº de Vagas Estacionamento Rotativo - Segunda a Sexta (unid.)	27150	114	21861	2724	215	729	0	1299	192	16

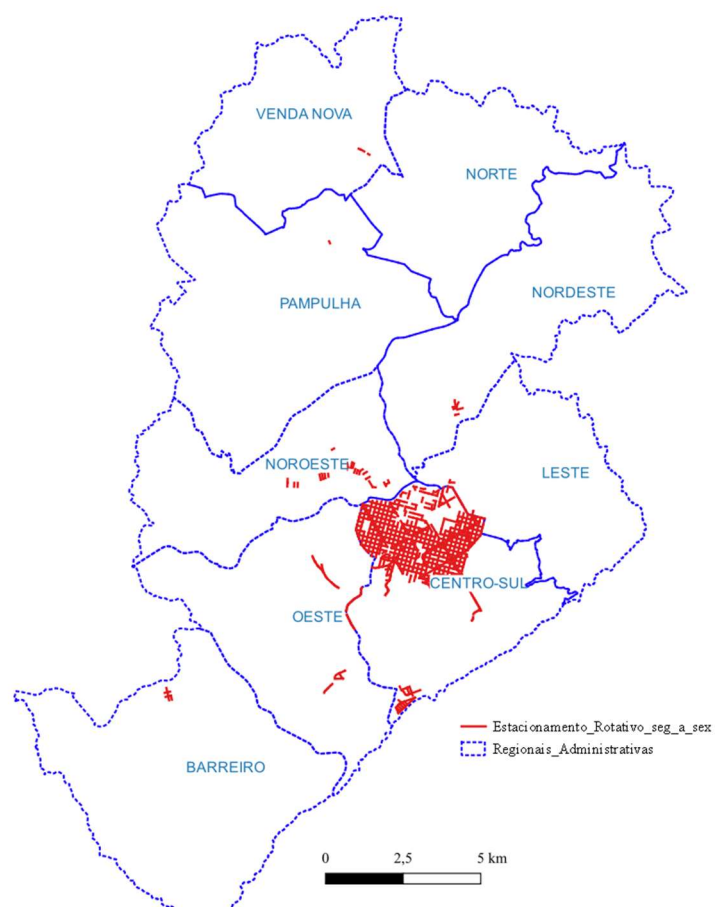
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 46: Estacionamento rotativo por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 37: Mapa estacionamento rotativo por regional.



Estacionamento Rotativo

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.26. Transporte Coletivo por Ônibus

A camada relacionada ao transporte coletivo por ônibus contém informações sobre os pontos de ônibus e linhas que os utilizam. Neste sentido foi possível consolidá-los e classificá-los quanto a sua localização e quanto as linhas que atendem cada regional. Tal camada, obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_ponto_o
- nome_sub_l
- cod_linha
- origem
- nome_linha
- identifica

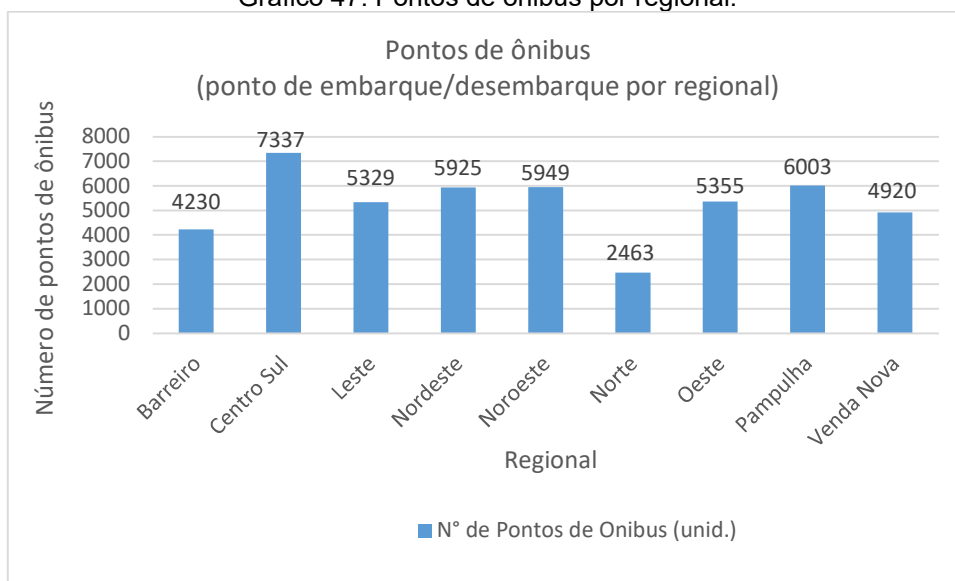
Assim, para classificar os pontos de ônibus e linhas disponíveis por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. Na Tabela 37, nos gráficos 47 e 48, bem como no mapa contido na Figura 41 são apresentadas informações consolidadas, sobre o número de pontos de ônibus e linhas de ônibus por regional. Novamente é possível verificar que, assim como no caso das demais infraestruturas voltadas para melhoria da mobilidade, a região Centro Sul possui maior número de pontos de ônibus e de linhas para atendimento, os quais correspondem a 15,44% e 52% respectivamente. Assim, há mais um elemento que reforça a hipótese de que de fato além da grande movimentação de veículos nesta região, há também um grande deslocamento de pessoas quando comparado as demais áreas da cidade.

Tabela 37: Transporte coletivo de ônibus por regional.

Transporte Coletivo de Ônibus	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Nº de Pontos de Ônibus (unid.)	47511	4230	7337	5329	5925	5949	2463	5355	6003	4920
Nº de Linhas (unid.)	320	54	167	98	103	101	53	84	94	60

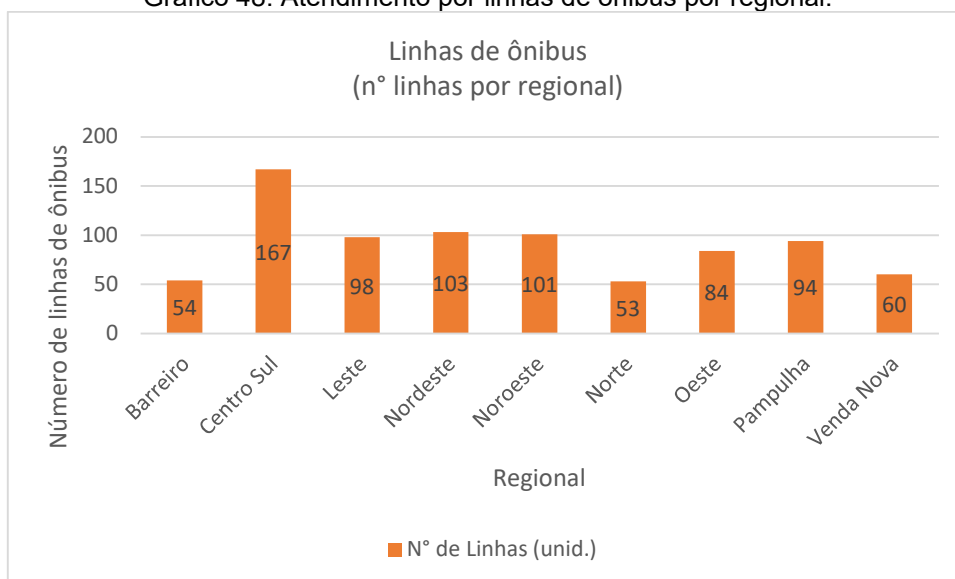
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 47: Pontos de ônibus por regional.



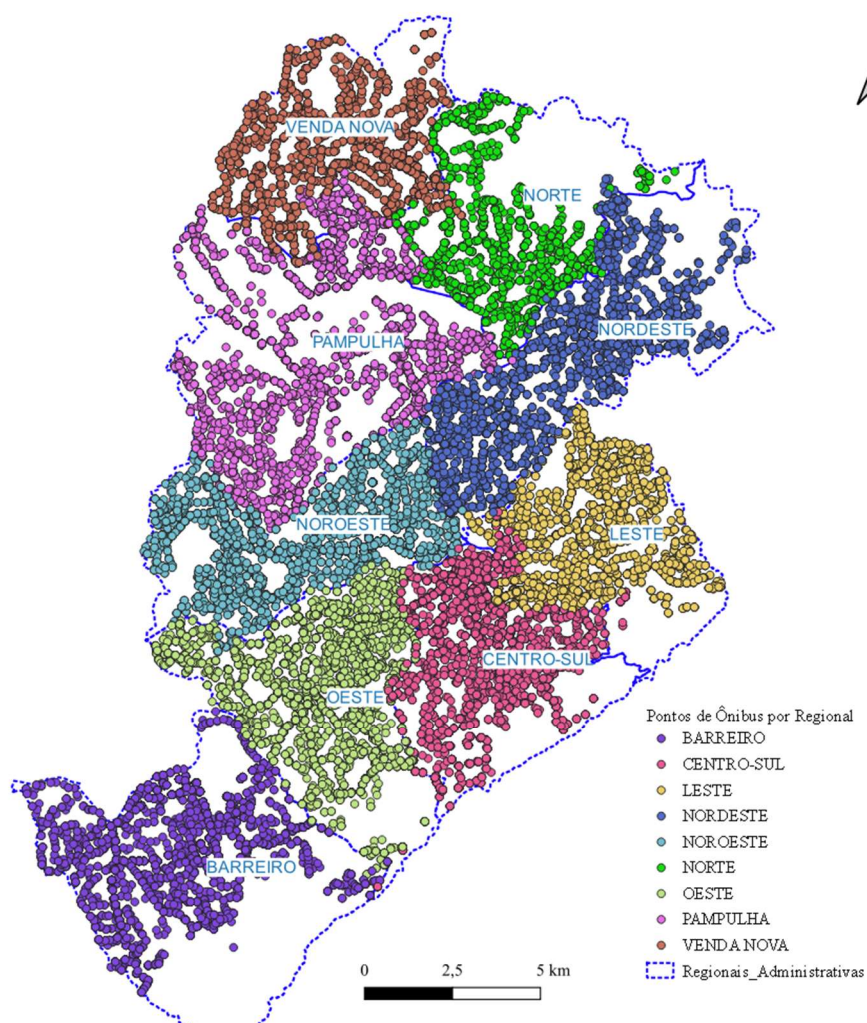
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 48: Atendimento por linhas de ônibus por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 38: Mapa pontos de ônibus por regional.



Pontos de Ônibus

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.27. Helipontos

A camada relacionada aos helipontos contém informações sobre os edifícios que possuem helipontos licenciados junto a Agência Nacional de Aviação Civil. Neste sentido foi possível consolidá-los e classificá-los quanto a sua localização por regional da cidade. Tal camada, obtida do banco de dados da base nacional INDE, é disponibilizada pelo Instituto de Cartografia Aeronáutica em formato. gpkg, e possui originalmente os seguintes atributos:

- | | |
|-----------------|-------------|
| • fid | • longitude |
| • gid | • elevacao |
| • id | • elev_uom |
| • ciad | • tipo_util |
| • localidade_id | • cat_sigla |
| • nome | • opr |

- tipo
- efetivacao
- fir
- jurisdicao
- latitude_dec
- longitude_dec
- latitude
- wh
- cidade
- uf
- utc
- emenda_n
- emenda
- airport_pk

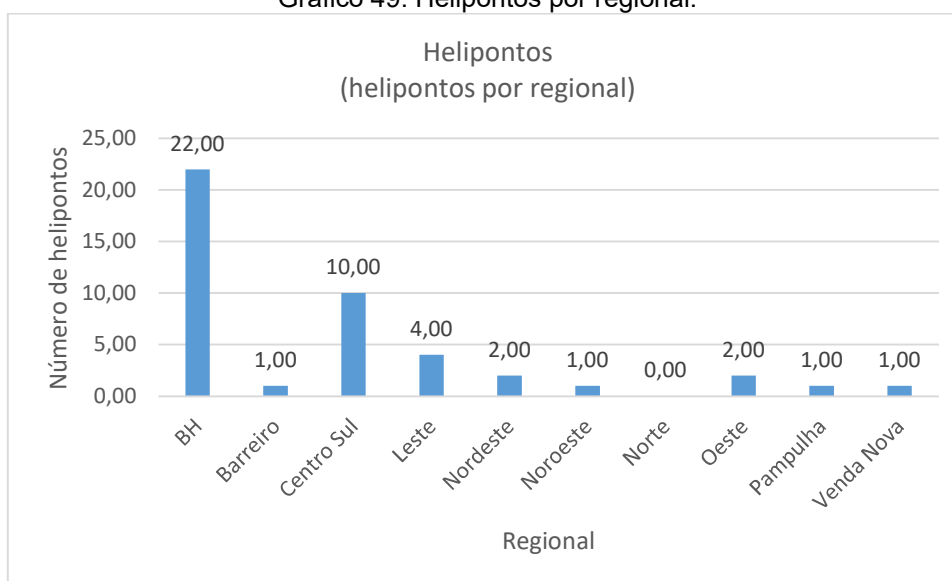
Assim, para classificar os helipontos por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. Na Tabela 38, no Gráfico 49 e no mapa da Figura 39 são apresentadas informações consolidadas, sobre o número de helipontos por regional. Novamente é possível verificar que, assim como no caso das demais infraestruturas voltadas para melhoria da mobilidade, a região Centro Sul possui maior número de helipontos, os quais correspondem a 45%, em relação as demais regionais. Assim, há mais um elemento que reforça a hipótese de que de fato além da grande movimentação de veículos nesta região, há também um grande deslocamento de pessoas quando comparado as demais áreas da cidade.

Tabela 38: Helipontos por regional.

Helipontos	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Helipontos (unid.)	22	1	10	4	2	1	0	2	1	1

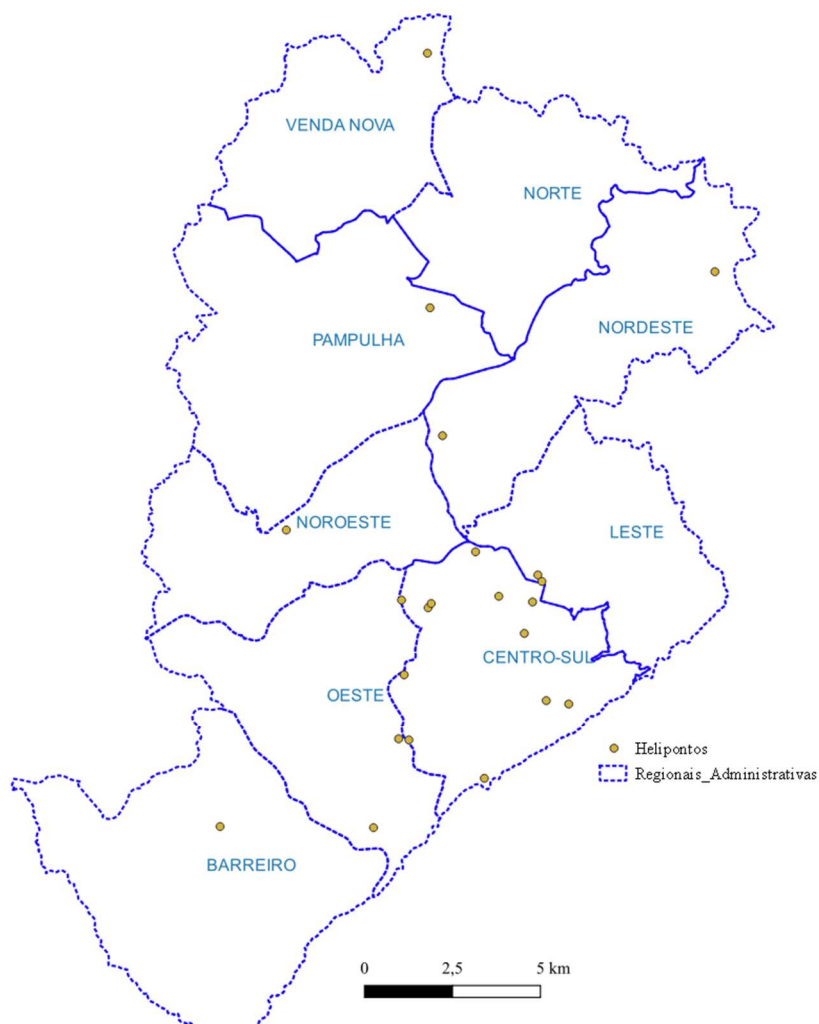
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 49: Helipontos por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 39: Mapa helipontos por regional.



Helipontos

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.28. Metrô

A camada relacionada ao transporte coletivo metroviário contém informações sobre as estações metroviárias e extensão das linhas. Neste sentido foi possível consolidá-las e classificá-las quanto a sua localização e quanto ao traçado e extensão de linha que atendem cada regional. Tal camada, obtida do banco de dados da IDE-BHGE0 em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

id_estmt	linha_metr
nome	codigo
qtde_viage	situacao

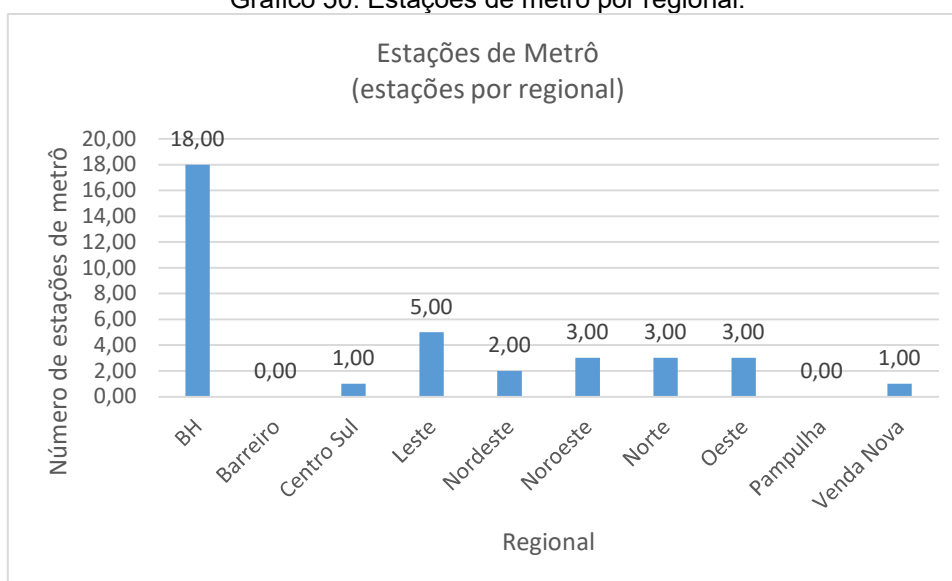
Assim, para classificar as estações e extensão de linha disponíveis por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. Ao analisar as tabelas 39 e 40, os gráficos 50 e 51, bem como o mapa da Figura 40 é possível perceber o número de estações, sua posição, bem como a extensão de linha e seu traçado. No caso do transporte metroviário é possível observar que dentre as regionais, a que possui maior número de estações é a Leste com 5, o que corresponde a 28%, já com relação ao traçado por região, a Nordeste é a que possui maior extensão de linha de metrô contando com 20,53Km de linha, o que corresponde a 28% da extensão total.

Tabela 39: Estações de metrô por regional.

Estações Metrô	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Estacoes Metro (unid.)	18	0	1	5	2	3	3	3	0	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 50: Estações de metrô por regional.



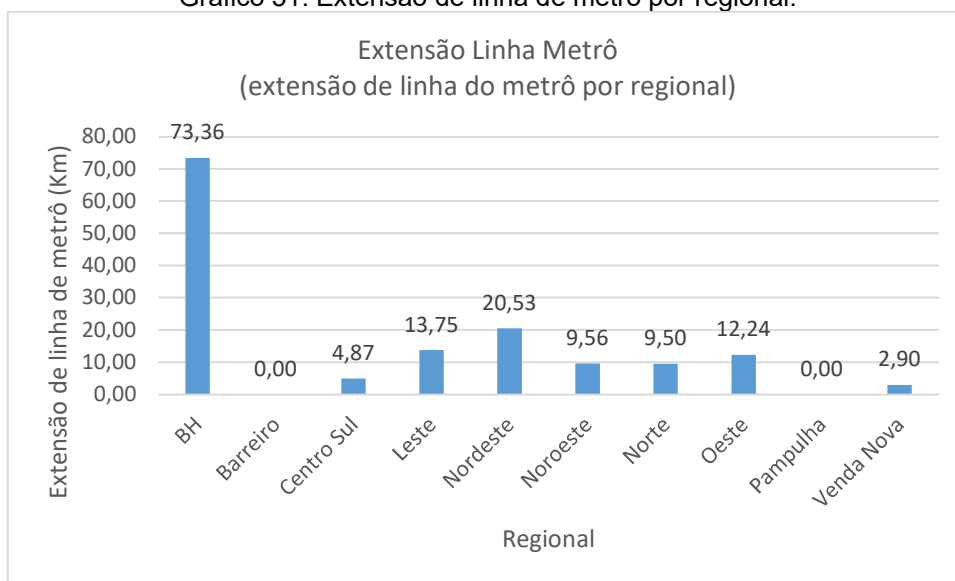
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 40: Extensão de linha de metrô por regional.

Extensão de linha metroviária	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Extensão Linha Metro (KM)	73,36	0,00	4,87	13,75	20,53	9,56	9,50	12,24	0,00	2,90

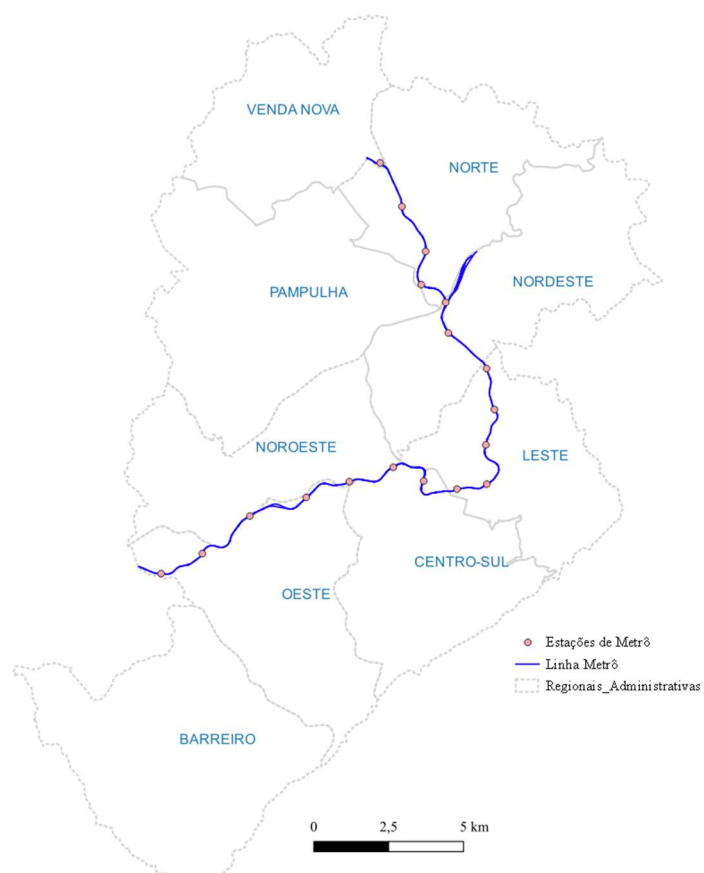
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 51: Extensão de linha de metrô por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 40: Mapa linha e extensão de metrô.



Metrô

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.29. Características Viárias

A camada relacionada às características das vias urbanas contém informações sobre sua largura e classificação (arterial, coletora, de ligação, local, mista ou de pedestres). Tal camada, obtida do banco de dados da IDE-BHGEO em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_classif
- tp_log
- no_log
- classifica
- subdivisao
- afastament
- tipo_largu
- descricao_

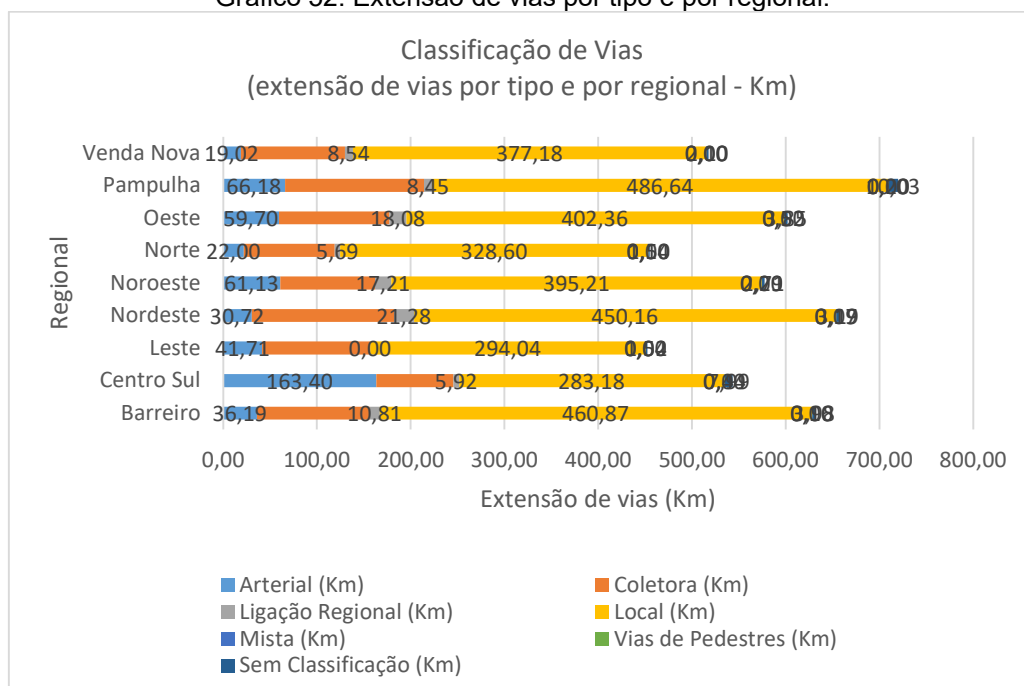
Assim, para classificar as vias por regional, foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. Na Tabela 41, nos gráficos 52 e 53, bem como nos mapas contidos na Figura 44, são apresentadas informações consolidadas, em função da sua largura e tipo. Desta forma foi possível observar que a região Centro Sul possui, dentre as demais regionais, a maior extensão de vias com largura superior a 15m, com 227 Km, o que corresponde a 20% de todas as vias da cidade classificadas nessa faixa de largura. Destaca-se ainda que esta regional também possui a maior extensão de vias arteriais com 163,4 Km, o que corresponde a 33% das vias arteriais da cidade. Tais constatações corroboram hipótese levantada anteriormente de que se trata da região com maior fluxo de veículos e pessoas.

Tabela 41: Extensão de vias por tipo e por regional.

Extensão de vias	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Arterial (Km)	500,05	36,19	163,40	41,71	30,72	61,13	22,00	59,70	66,18	19,02
Coletora (Km)	1044,38	120,21	82,39	115,11	151,67	101,00	97,20	117,74	148,22	110,83
Ligação Regional (Km)	95,96	10,81	5,92	0,00	21,28	17,21	5,69	18,08	8,45	8,54
Local (Km)	3478,24	460,87	283,18	294,04	450,16	395,21	328,60	402,36	486,64	377,18
Mista (Km)	0,21	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00
Vias de Pedestres (Km)	1,83	0,16	0,44	0,04	0,19	0,29	0,00	0,52	0,20	0,00
Sem Classificação (Km)	36,88	3,98	7,99	1,52	3,19	2,71	1,50	3,85	10,03	2,10
Largura: 10m <= L < 15m (Km)	2884,60	376,55	205,56	247,46	408,07	349,69	251,56	315,21	404,68	325,81
Largura: L < 10 m (Km)	1138,89	170,25	110,56	127,57	143,14	122,88	134,44	152,76	71,44	105,87
Largura: L >= 15m (Km)	1134,05	85,42	227,20	77,39	106,07	104,97	69,14	134,28	243,61	85,99

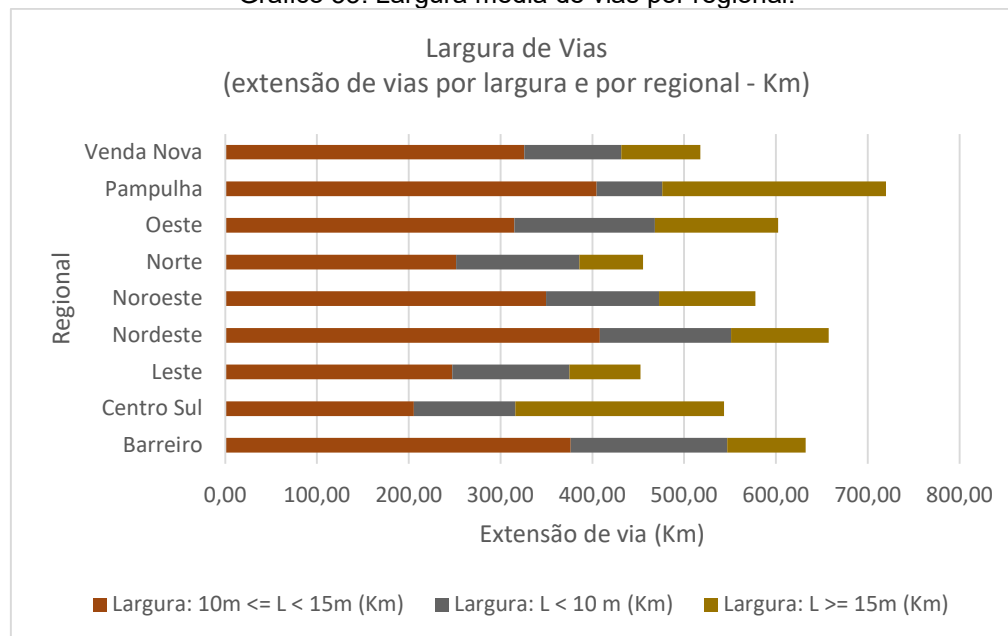
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 52: Extensão de vias por tipo e por regional.



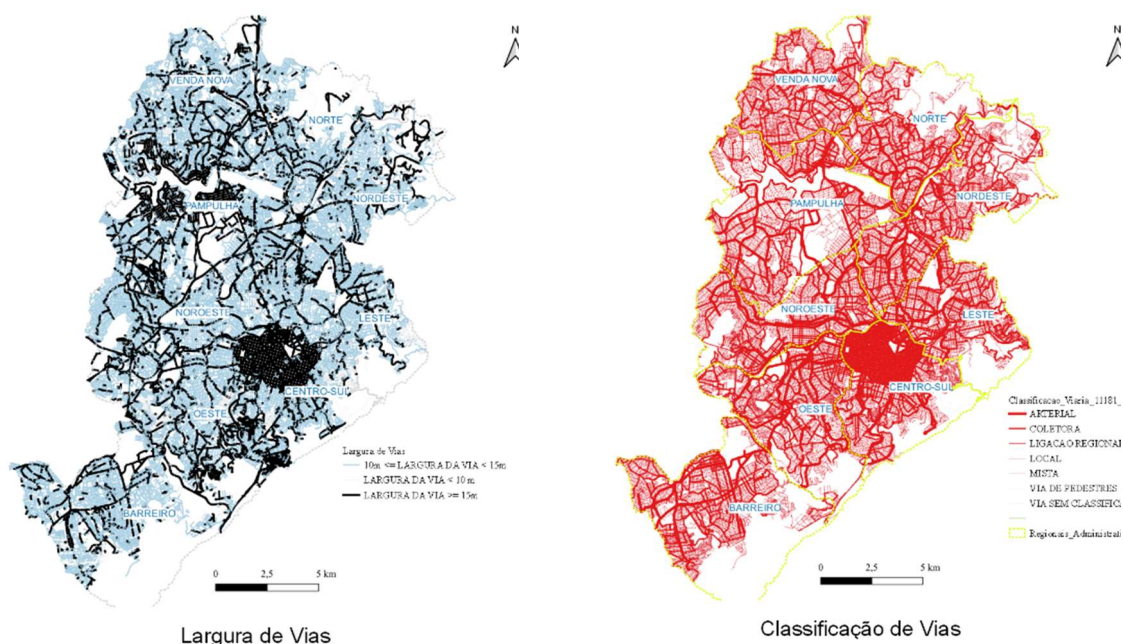
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 53: Largura média de vias por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 41: Mapas por tipos e largura de vias por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.30. Imóveis Tombados

A camada relacionada aos imóveis tombados contém informações sobre sua localização, tipo e área de projeção (atributo vetorial). Tal camada, obtida do banco de dados da IDE-BHGE0 em formato .shp, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_bem_cul
- nome_bem_c
- desc_tipo

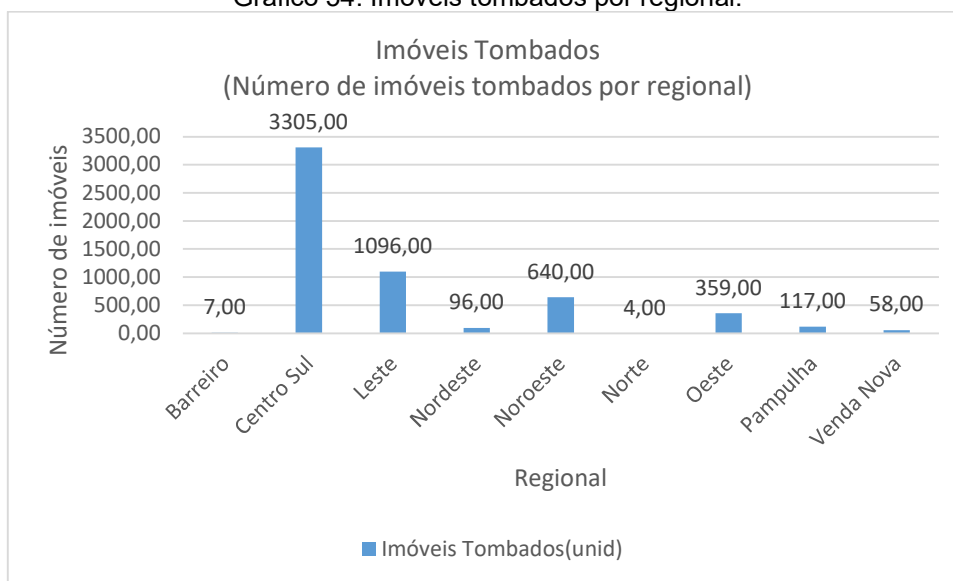
Assim, para alocar os imóveis tombados por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. Na Tabela 42, nos gráficos 54 e 55 e no mapa contido na Figura 42 são apresentadas informações consolidadas, em função da região e tipo. Desta forma foi possível observar que a região Centro Sul possui, dentre as demais regionais, o maior número de imóveis tombados, o que corresponde a 58% de todos os imóveis tombados na cidade. Trata-se também da regional com maior área de solo comprometido com edificações tombadas, totalizando 1,364Km², o que corresponde a 4% do território desta regional. Tais constatações são coerentes com o desenvolvimento da área urbanizada da cidade ao longo dos anos, visto que, em 1918 a regional Centro Sul era a responsável pela maior área urbanizada de Belo Horizonte, sendo então a região de ocupação mais antiga.

Tabela 42: Imóveis tombados por regional.

Imóveis tombados	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Imóveis Tombados(unid)	5682	7	3305	1096	96	640	4	359	117	58
Área Total Tombada Projeção (m ²)	2,35	0,009	1,364	0,310	0,070	0,379	0,005	0,092	0,107	0,013

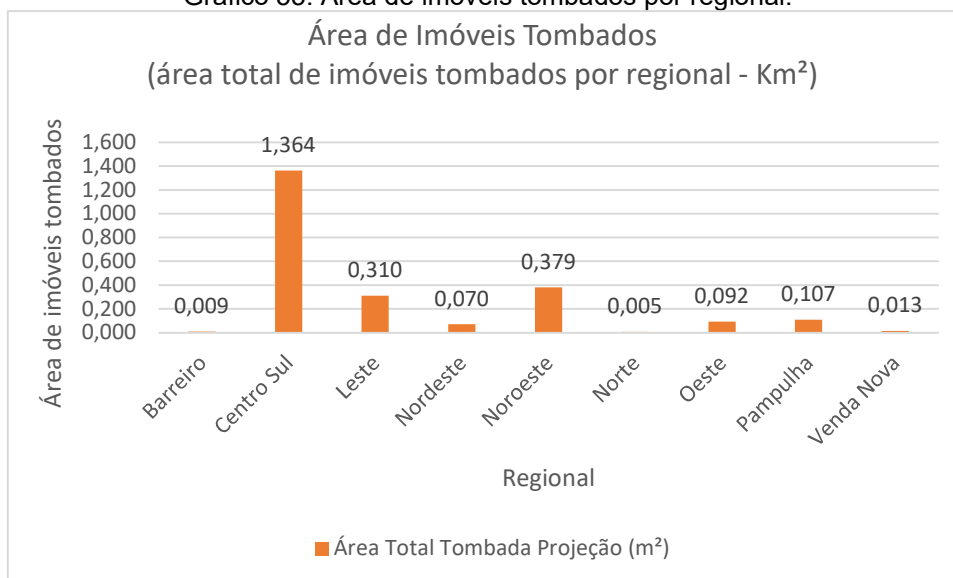
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 54: Imóveis tombados por regional.



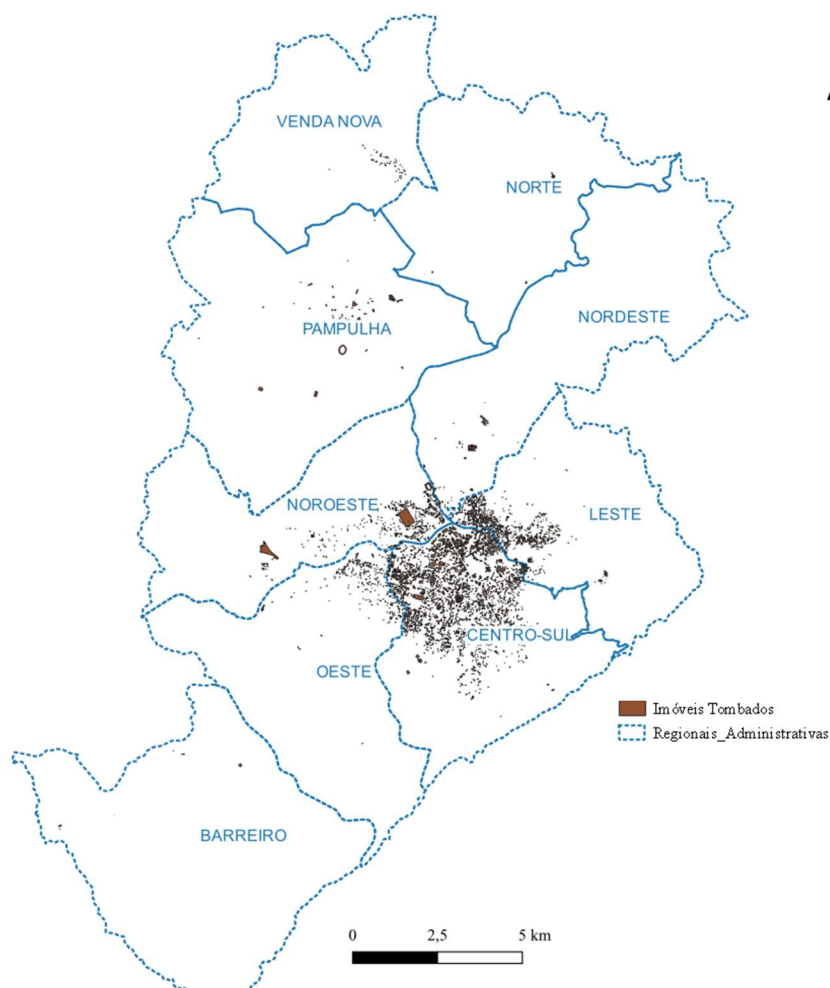
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 55: Área de imóveis tombados por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 42: Mapa imóveis tombados por regional.



Imóveis Tombados

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.31. Unidades de Polícia

A camada relacionada as Unidades de Polícia contém informações sobre as edificações que abrigam as unidades da Polícia Civil e Polícia Militar. Neste sentido foi possível consolidá-los e classificá-los quanto a sua localização por regional da cidade. Tal camada, obtida do banco de dados da base estadual IEDE, é disponibilizada pela Companhia de Processamento de Dados do Estado de Minas Gerais (PRODEMGE) em formato. gpkg, e possui originalmente os seguintes atributos:

- fid
- nome
- info
- camada
- id
- codigo

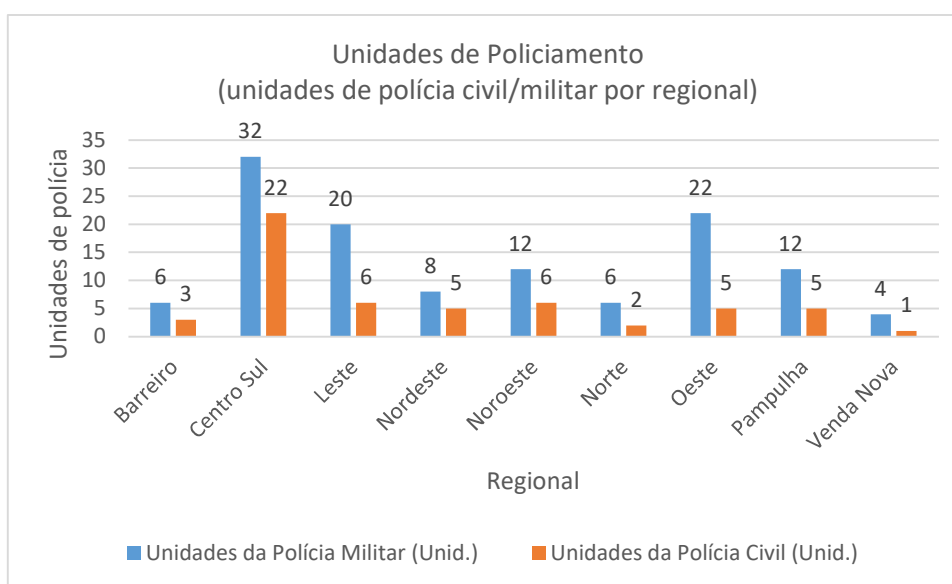
Assim, para alocar as unidades de polícia por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. Na Tabela 43, no Gráfico 56 e no mapa da Figura 43 são apresentadas informações consolidadas, sobre o número de unidades de polícia por regional. Ao analisar os números é possível verificar que a região Centro Sul possui maior número de unidades de polícia, tendo 32 unidades de polícia militar, o que corresponde a 26 % das unidades e 22 unidades de polícia civil, o que corresponde a 40% destas unidades. Assim é importante estudar a concentração desta infraestrutura na regional, avaliando outros parâmetros ou indicadores.

Tabela 43: Unidades de polícia por regional.

Polícia	BH	Barrei-ro	Centro Sul	Leste	Nor-deste	Noro-este	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Unidades de Polícia Militar	122	6	32	20	8	12	6	22	12	4
Unidades de Polícia Civil	55	3	22	6	5	6	2	5	5	1

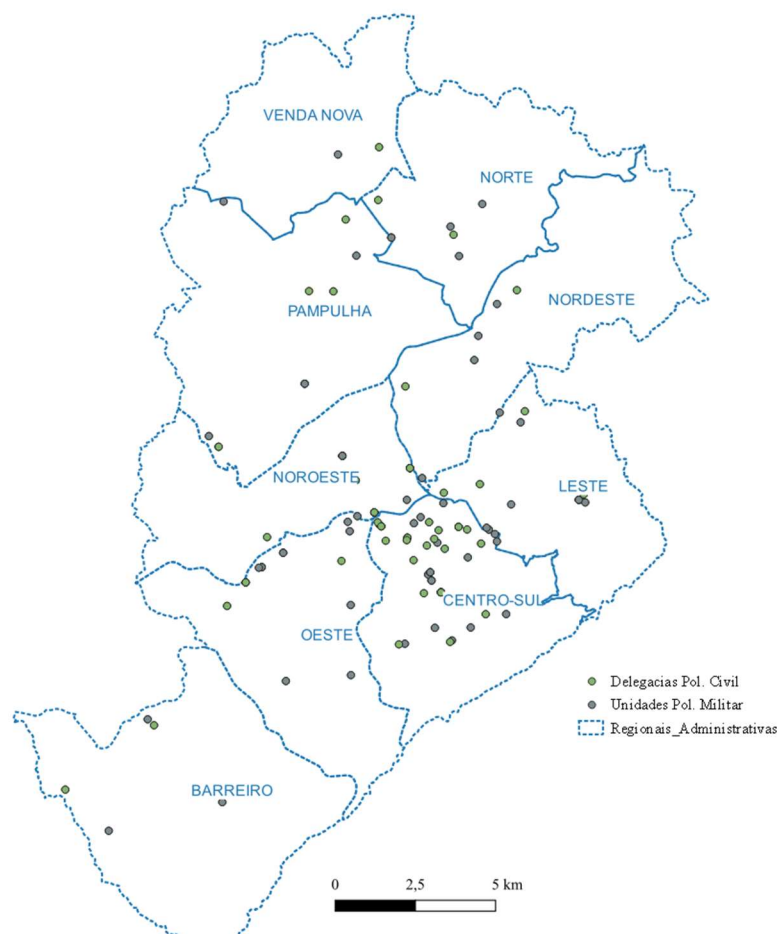
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 56: Unidades de polícia por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 43: Mapa unidades de polícia por regional.



Unidades de Polícia

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.32. Taxas de Permeabilidade

A camada relacionada às taxas de permeabilidade contém informações acerca dos percentuais mínimos que devem ter sua permeabilidade preservada para aprovação de projetos de edificações. Ou seja, esta camada trata especificamente de porções do território municipal com definição da taxa de permeabilidade que corresponde à porcentagem mínima da área do terreno a ser mantida descoberta, em terreno natural e dotada de vegetação e arborização. As taxas estão previstas no Plano Diretor de Belo Horizonte (Lei nº 11.181/19). Tal camada, foi obtida do banco de dados da IDE-BHGE0, em formato .shp e, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_permeab
- taxa_perme
- mensagem_p
- nome

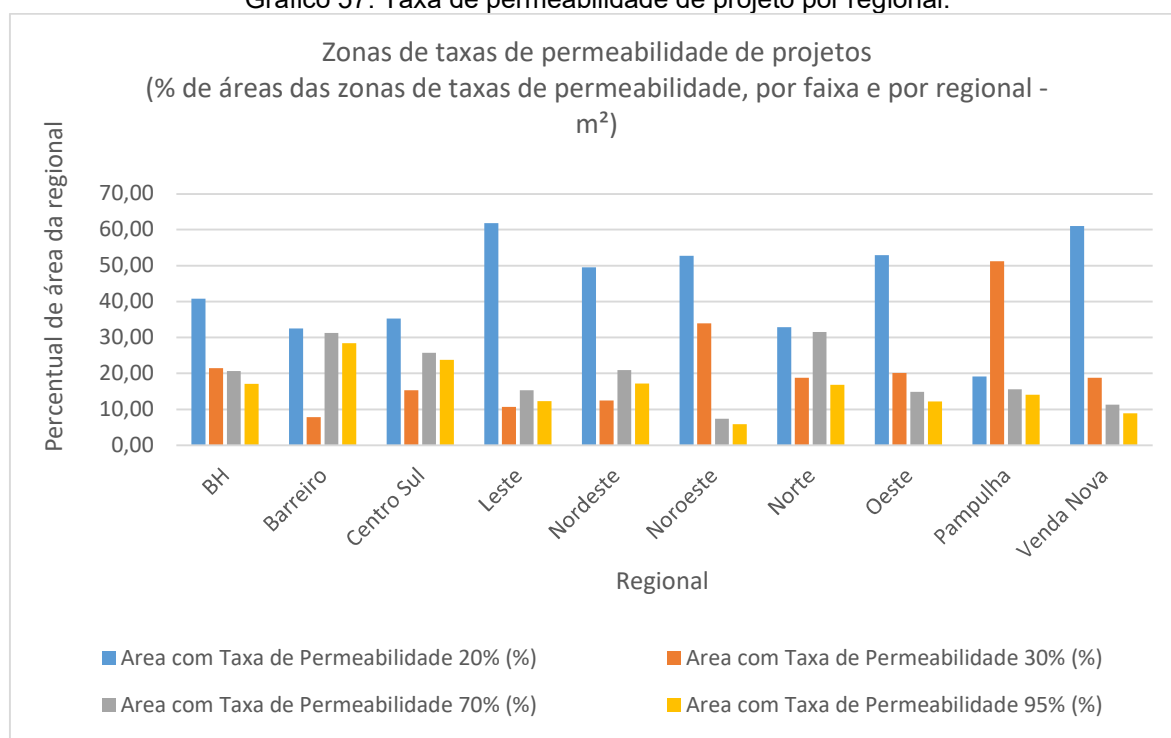
Desta forma, para alocar a área dos polígonos com diferentes zonas de permeabilidade por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. Também foi necessário calcular a área de cada polígono que delimita regiões com diferentes taxas. Na Tabela 44, no Gráfico 57 e no mapa da Figura 44 estão contidas informações consolidadas sobre as taxas de permeabilidade que devem ser respeitadas em novos projetos, por região.

Tabela 44: Taxa de permeabilidade de projeto por regional.

Taxa / Zona de Permeabilidade	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Área com Taxa de Permeabilidade 20% (%)	40,77	32,52	35,26	61,80	49,50	52,69	32,86	52,86	19,16	61,05
Área com Taxa de Permeabilidade 30% (%)	21,47	7,80	15,29	10,65	12,44	33,96	18,79	20,09	51,17	18,79
Área com Taxa de Permeabilidade 70% (%)	20,68	31,28	25,70	15,30	20,91	7,43	31,51	14,88	15,60	11,29
Área com Taxa de Permeabilidade 95% (%)	17,08	28,41	23,74	12,25	17,15	5,92	16,83	12,17	14,07	8,87

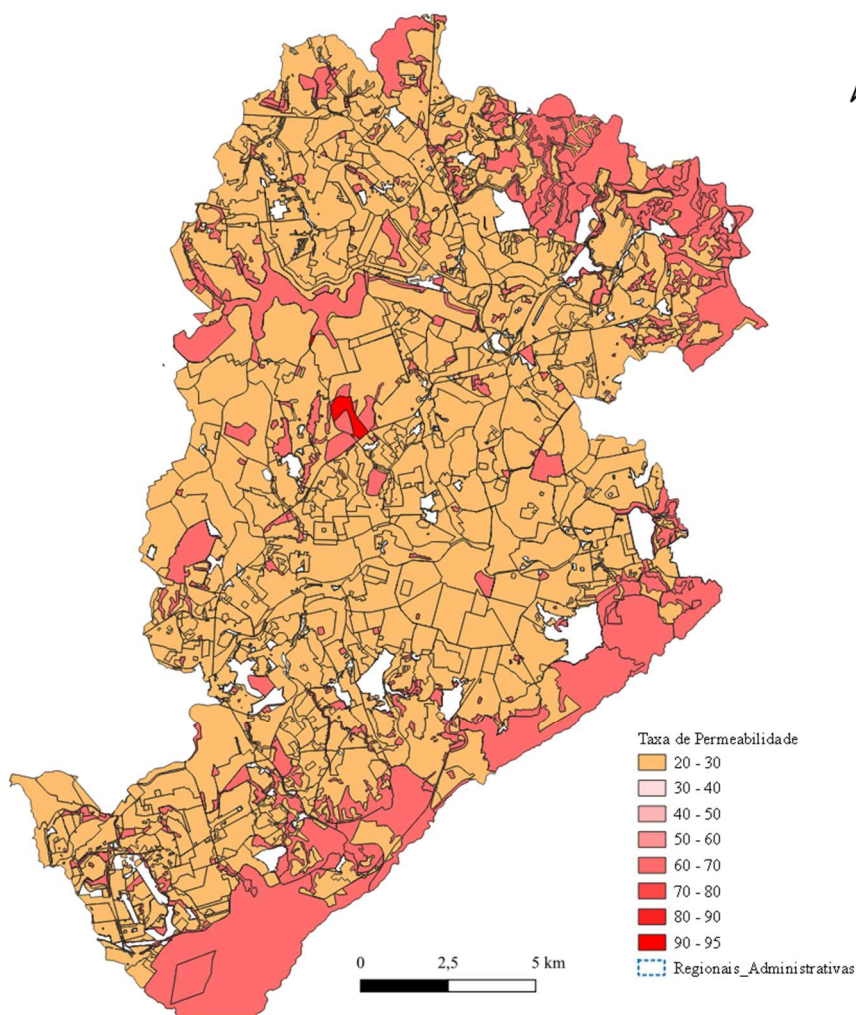
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 57: Taxa de permeabilidade de projeto por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 44: Mapa taxa de permeabilidade de projeto por regional.



Taxas de Permeabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.33. Vilas e Favelas

A camada relacionada áreas de vilas e favelas contém informações acerca da geometria destas regiões, população e número de domicílios. Esta camada consiste nas porções de territórios ocupadas de forma espontânea, predominantemente por população de baixa renda. A Prefeitura também inseriu nesta camada os conjuntos habitacionais/loteamentos públicos de interesse social, implantados pelo poder público para população de baixa renda e que foram descaracterizados de sua conformação original. Tal camada, foi obtida do banco de dados da IDE-BHGE0, em formato .shp e, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_vila_fa
- nome_local
- apelido_lo
- data_qtde_
- qtde_estab
- fonte_esta

- desc_local
- qtde_domic
- fonte_domi
- data_qtd_1
- qtde_popul
- fonte_popu
- data_info_

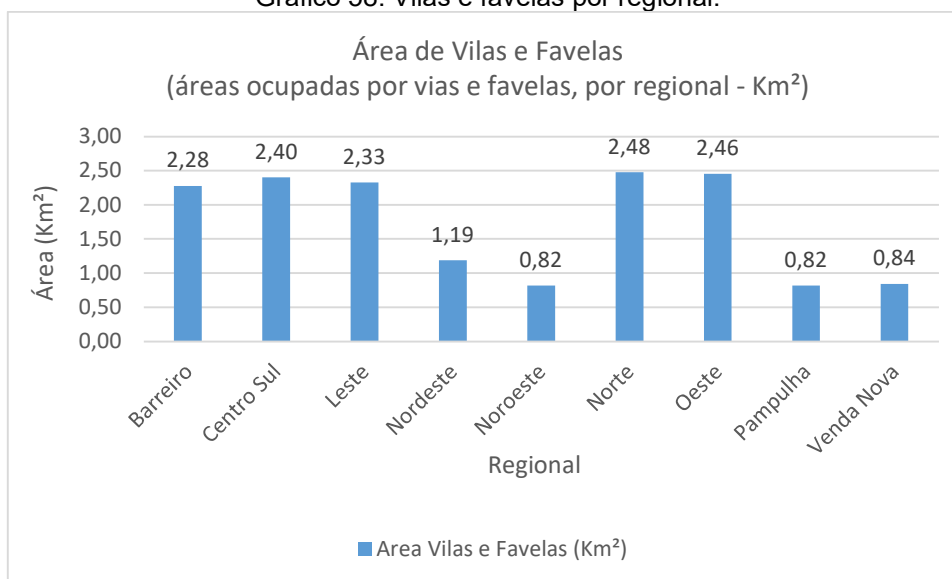
Desta forma, para alocar a área por região foi necessário inserir novo atributo sobre sua localização. Também foi necessário calcular a área de cada polígono que delimita regiões das vilas e favelas. Na Tabela 45, nos gráficos 58 e 59, bem como no mapa da Figura 45 estão contidas informações consolidadas sobre estes territórios por regional. Neste sentido é possível observar que as regiões com maior área de vilas e favelas são Norte, Oeste e Centro Sul. Ao analisar a proporção destas áreas frente ao território total da regional, as regiões Nordeste e Oeste possuem maior percentual ocupando respectivamente 8,35% e 7,61%.

Tabela 45: Vilas e favelas por regional.

Vilas e favelas	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Area Vilas e Favelas (Km ²)	15,61	2,28	2,40	2,33	1,19	0,82	2,48	2,46	0,82	0,84
Area Regional (Km ²)	331,19	53,48	31,74	27,89	39,32	30,07	32,56	35,93	51,04	29,17
Percentual de Area com Vilas e Favelas (%)	4,71	4,71	4,26	7,57	8,35	3,02	2,72	7,61	6,83	1,60

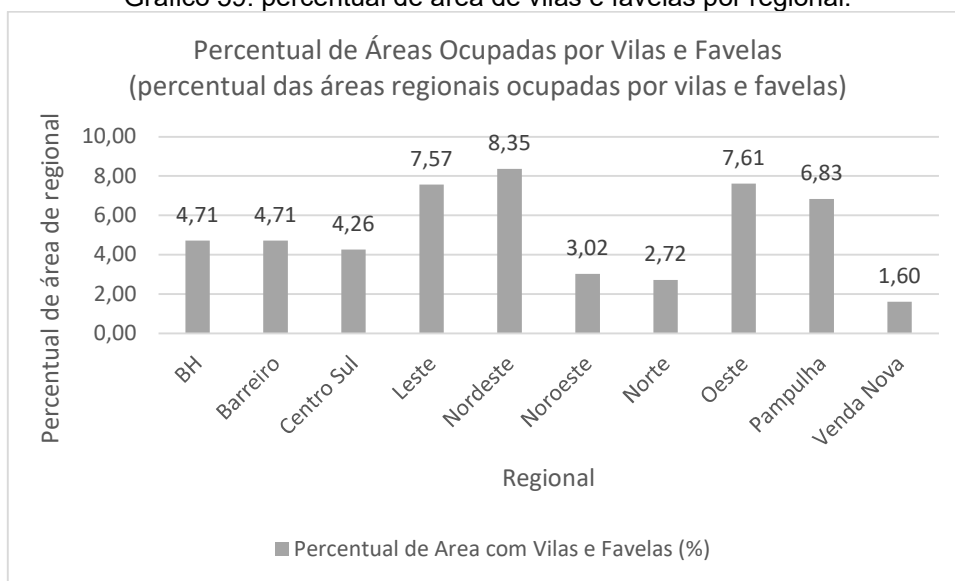
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 58: Vilas e favelas por regional.



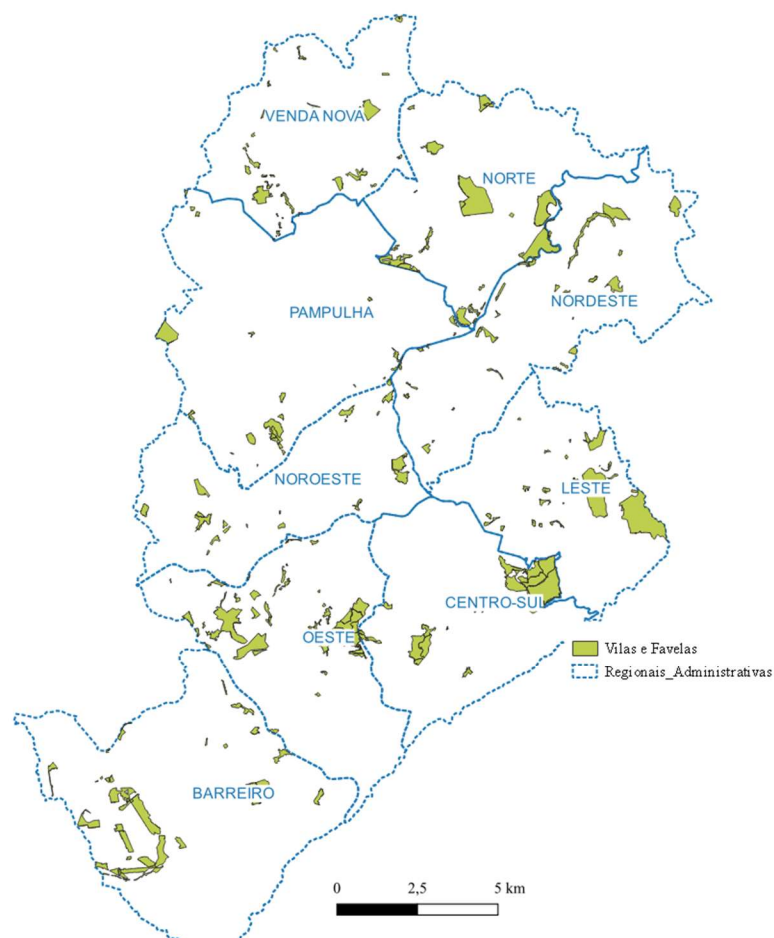
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 59: percentual de área de vilas e favelas por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 45: Mapa vilas e favelas por regional.



Vilas e Favelas

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.34. Obras da Prefeitura

A camada relacionada às obras da prefeitura contém informações acerca dos objetivos, tipos e estágio em que se encontram tais obras. Ou seja, esta camada trata especificamente das intervenções em execução, em licitação ou já concluídas que se relacionam a obras em edificações públicas, de infraestrutura urbana, de manutenção ou ambientais. Tal camada, foi obtida do banco de dados da IDE-BHGEO, em formato .shp e possui originalmente os seguintes atributos:

- id_area_em • grupo • tematica • nome
- numero_po • ind_previs • status • area_km2
- nome_po • id • empresa_re • perimetr_m
- regional • codigo

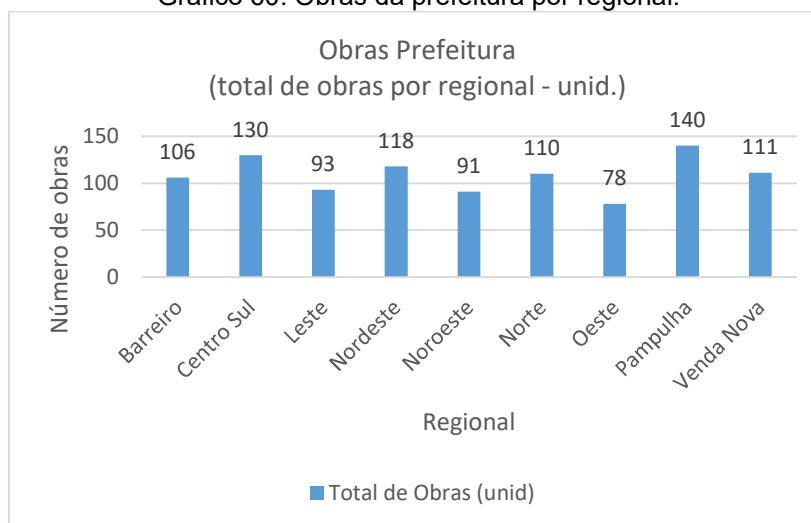
Para alocar cada uma das obras por regional foi necessário inserir novo atributo relacionado a sua localização. A Tabela 46, os gráficos 60 e 61, bem como os mapas das Figuras 46 e 47 contém informações consolidadas sobre as obras por tipo e por região.

Tabela 46: Obras da prefeitura por regional.

Obras Prefeitura	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Total de Obras (unid)	977	106	130	93	118	91	110	78	140	111
Edificações (unid)	412	47	57	47	49	45	47	26	54	40
Infraestrutura (unid)	458	42	51	40	62	31	59	43	68	62
Manutenção (unid)	107	17	22	6	7	15	4	9	18	9

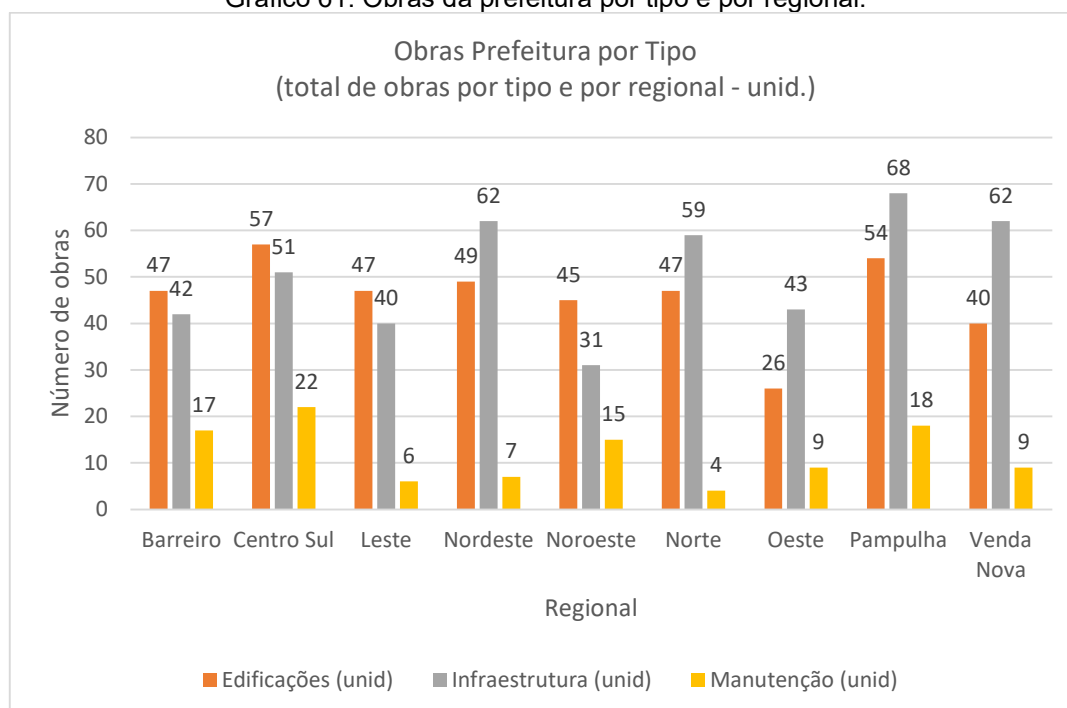
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 60: Obras da prefeitura por regional.



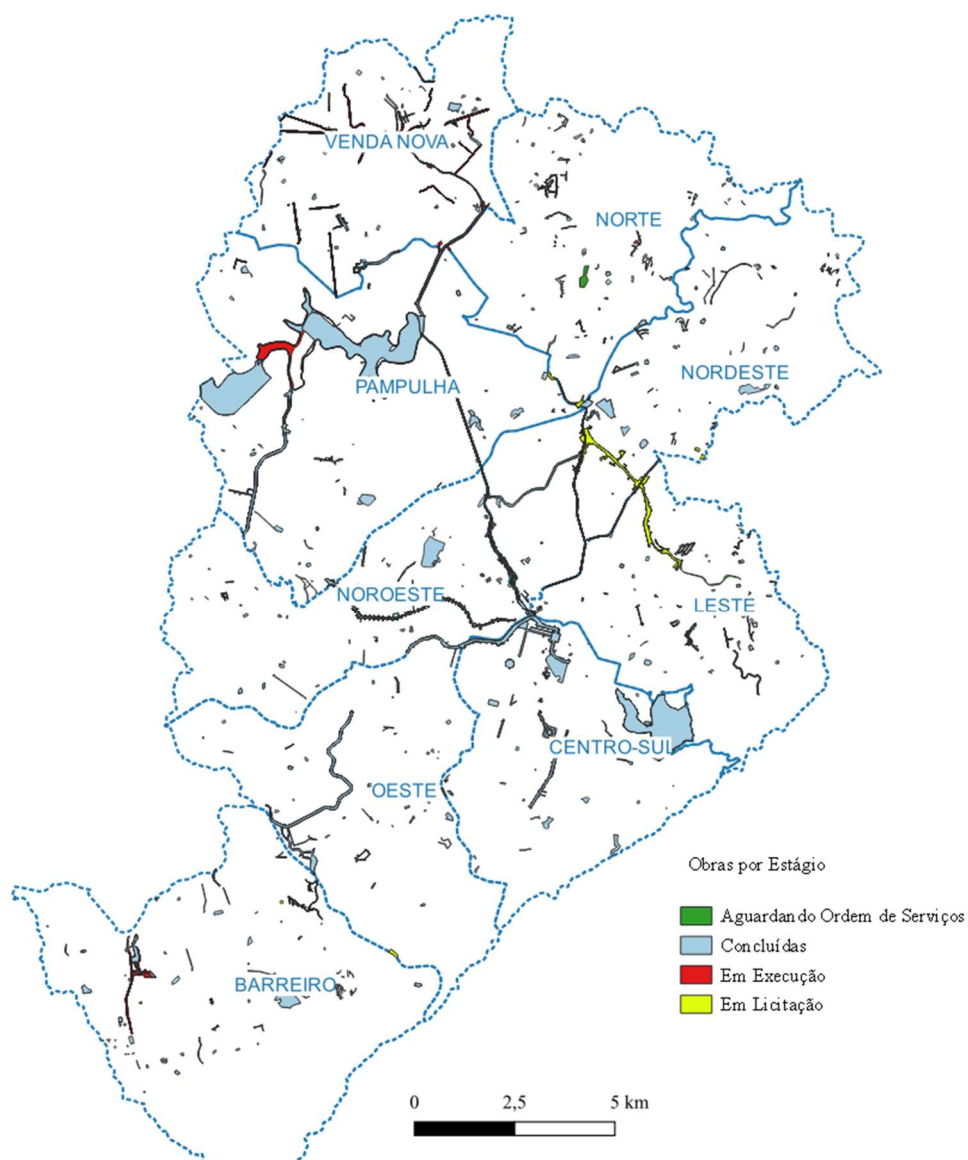
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 61: Obras da prefeitura por tipo e por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

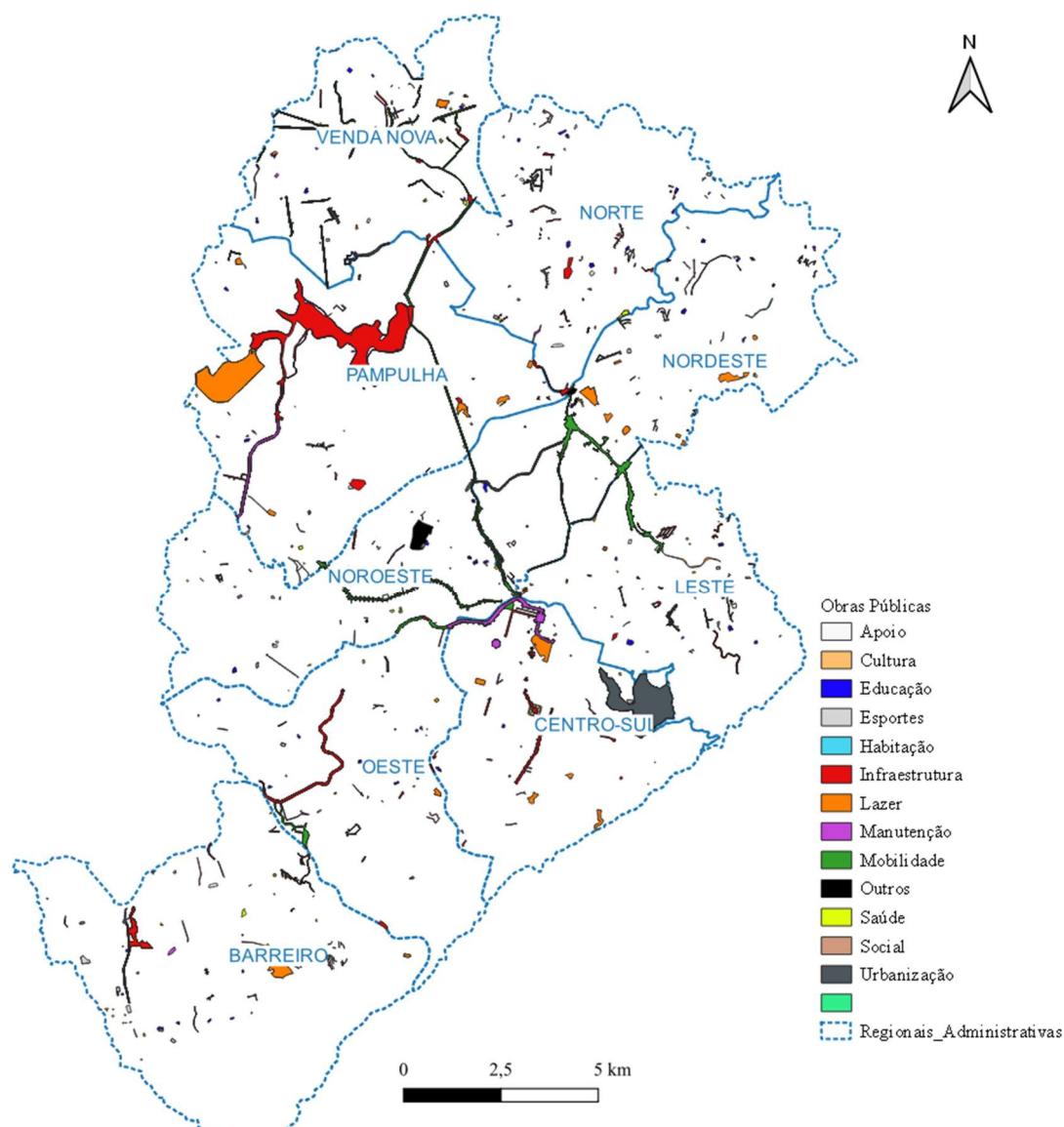
Figura 46: Mapa obras da prefeitura por estágio e por regional.



Obras da Prefeitura

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 47: Mapa obras da prefeitura por tipo e por regional.



Obras Públicas

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.35. Pontos Verdes

Os Pontos verdes são postos públicos para descarte de resíduos recicláveis (papel, plástico, metal e/ou vidro). A camada relacionada aos pontos verdes contém informações sobre os locais em que os materiais recicláveis podem ser depositados. Neste sentido foi possível consolidá-los e classificá-los quanto a sua localização por regional da cidade. Tal camada, foi obtida do banco de dados da IDE-BHGE0, em formato .shp e possui originalmente os seguintes atributos:

- id_lev
- nome_lev
- tipo_mater
- horario_fu
- tipo_logra
- nome_logra
- numero_imo
- letra_imov
- bairro
- regional
- ref_locali
- nome
- area_km2
- nome_2
- area_km2_2

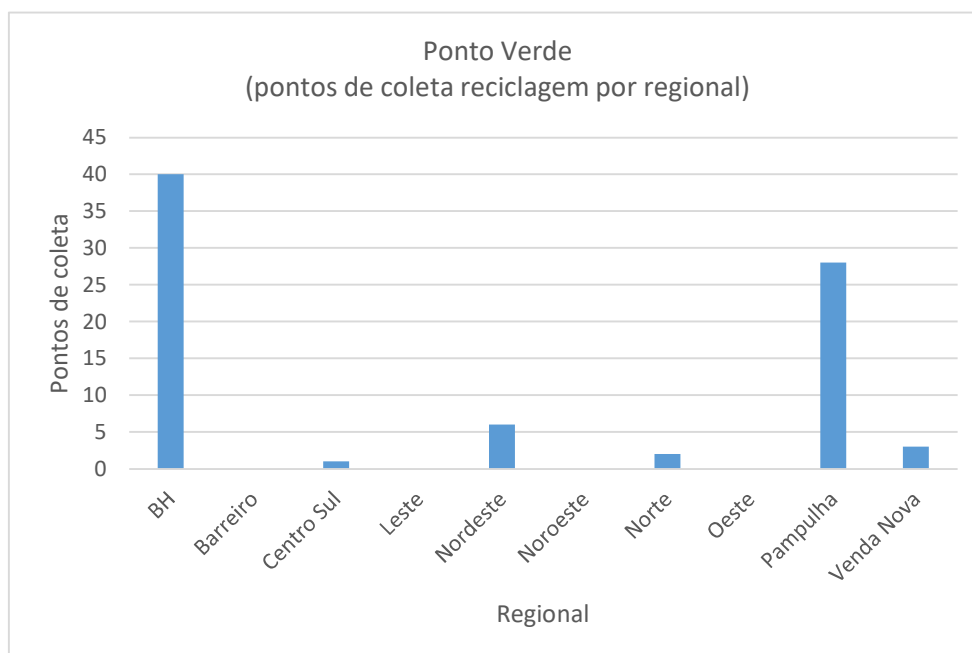
Na Tabela 47, no Gráfico 62 e no mapa da Figura 48 são apresentadas informações consolidadas, sobre o número de unidades Ponto Verde por regional. Ao analisar os números é possível verificar que a região Pampulha é a que possui maior número de pontos (28), o que corresponde a 70% destas unidades.

Tabela 47: Pontos verdes (coleta recicláveis) por regional.

Pontos Verdes	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Ponto Verde - Colet. Reciclagem (unid.)	40	0	1	0	6	0	2	0	28	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 62: Pontos verdes por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 48: Mapa pontos verdes por regional.



Pontos Verdes - Coleta de Recicláveis

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.36. Unidades de Saúde

As camadas relacionadas as Unidades de Saúde contêm informações sobre as edificações que abrigam tais estabelecimentos, bem como do tipo de atividades por elas realizadas.

As camadas consolidam dados de Unidades Ambulatoriais, Unidades de Pronto Atendimento, Centros de Saúde e Atendimento Hospitalar. Tais camadas, foram obtidas do banco de dados da IDE-BHGEIO, em formato .shp e possuem originalmente os seguintes atributos:

- | | |
|--------------|--------------|
| • id_eq_saud | • numero_imo |
| • categoria | • telefone |
| • sigla_cate | • nome_bairr |
| • nome | • nome_3 |

- tipo_logra
- logradouro
- area_km2
- nome_2
- area_km2_2

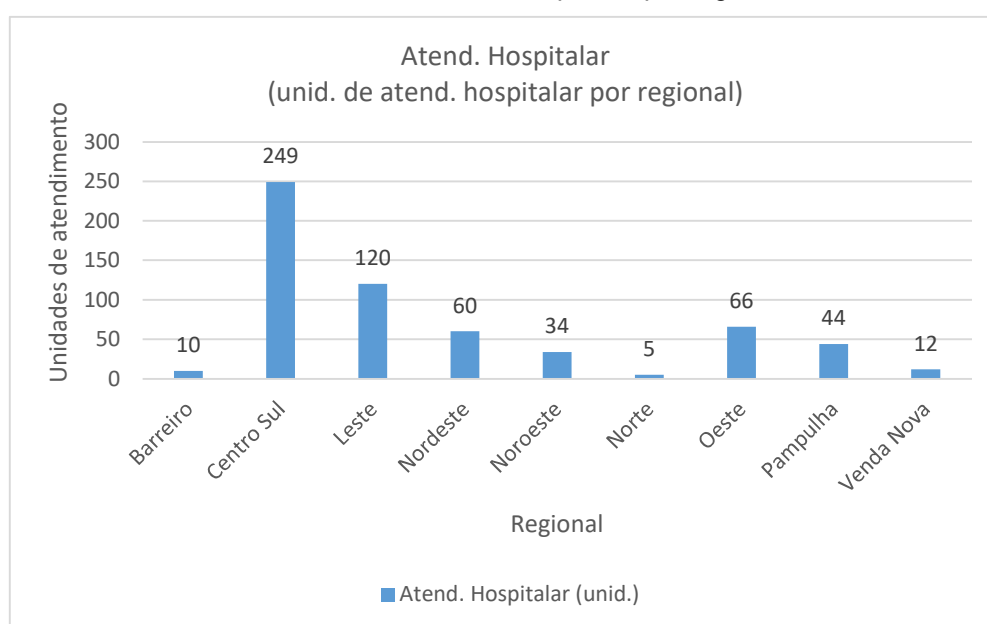
Na Tabela 48, nos gráficos 63, 64, 65 e 66, bem como no mapa da Figura 49 são apresentadas informações consolidadas, sobre o número de unidades de saúde por tipo e por regional. Ao analisar os números é possível verificar que a região Centro Sul concentra cerca de 50% das unidades de atenção ambulatorial e 41,5% das Unidades de Atendimento Hospitalar. Quanto as demais unidades (Centros de Saúde e UPAs), é possível perceber que sua distribuição é mais homogênea.

Tabela 48: Unidades de saúde por regional.

Unidades de Saúde	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Atend. Hospitalar (unid.)	600	10	249	120	60	34	5	66	44	12
Atenção Ambulatorial (unid.)	6245	195	3109	905	272	257	97	782	426	202
Centros de Saúde (unid.)	164	20	14	16	23	20	20	17	18	16
Unid. Pronto Atendimento - UPAs (unid.)	10	1	0	2	3	0	1	1	1	1

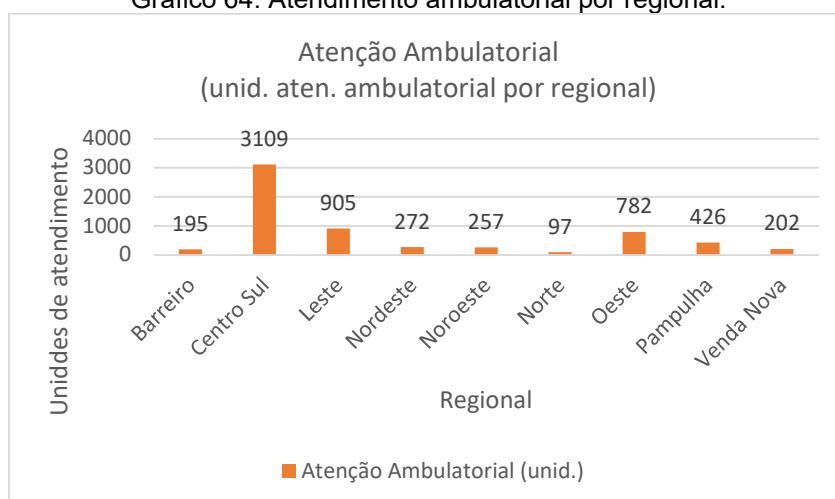
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 63: Atendimento hospitalar, por regional.



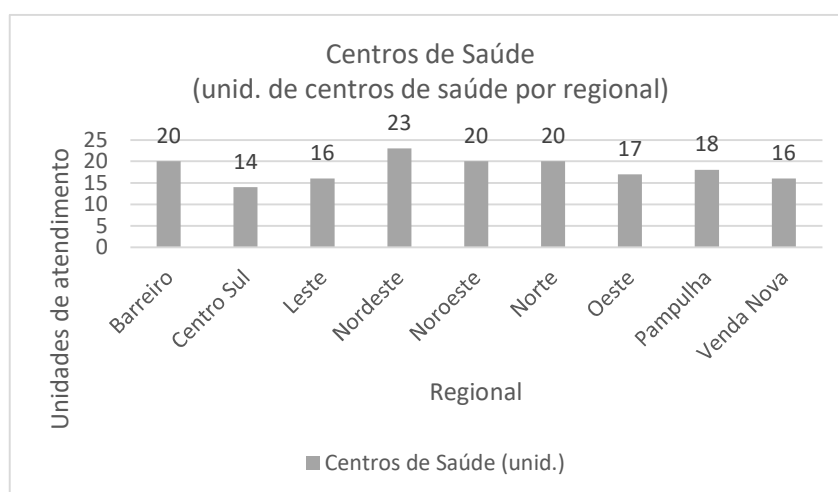
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 64: Atendimento ambulatorial por regional.



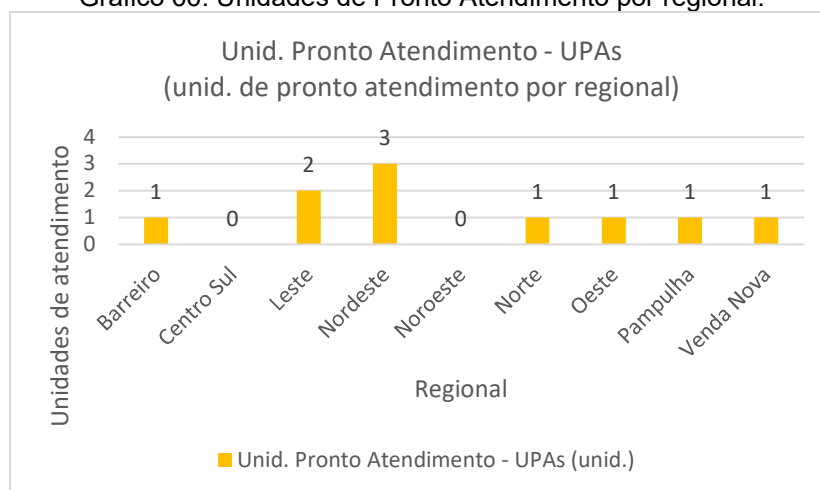
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 65: Centros de saúde por regional.



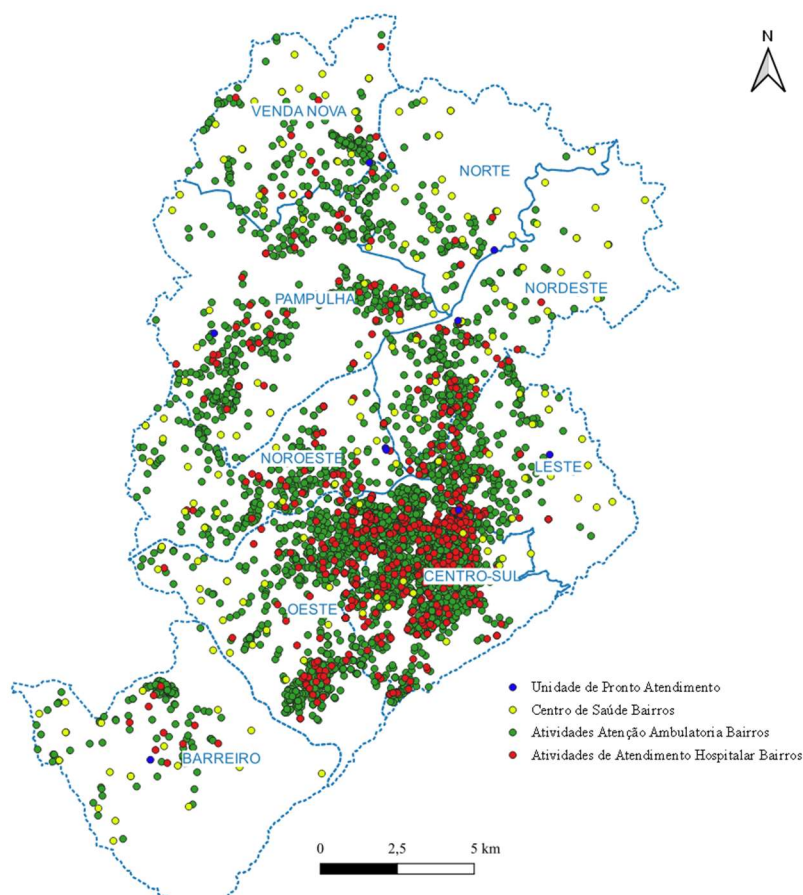
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 66: Unidades de Pronto Atendimento por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 49: Mapa unidades de saúde por regional.



Unidades de Saúde

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.37. Centralidades Locais

As regiões denominadas “centralidades locais” são partes do território municipal onde se pretende direcionar maior adensamento construtivo e populacional e a concentração de atividades econômicas, complementarmente à qualificação urbanística dos espaços. Esta camada contém informações acerca da geometria e localização destas regiões. Tal camada, foi obtida do banco de dados da IDE-BHGEO, em formato .shp e, possui originalmente os seguintes atributos:

- id_central
- nome_logra
- nome

Desta forma, para alocar as áreas por região foi necessário inserir novo atributo sobre sua regional. Também foi necessário calcular a área de cada polígono que delimita as regiões de centralidades locais. Na Tabela 49, no Gráfico 67 e no mapa

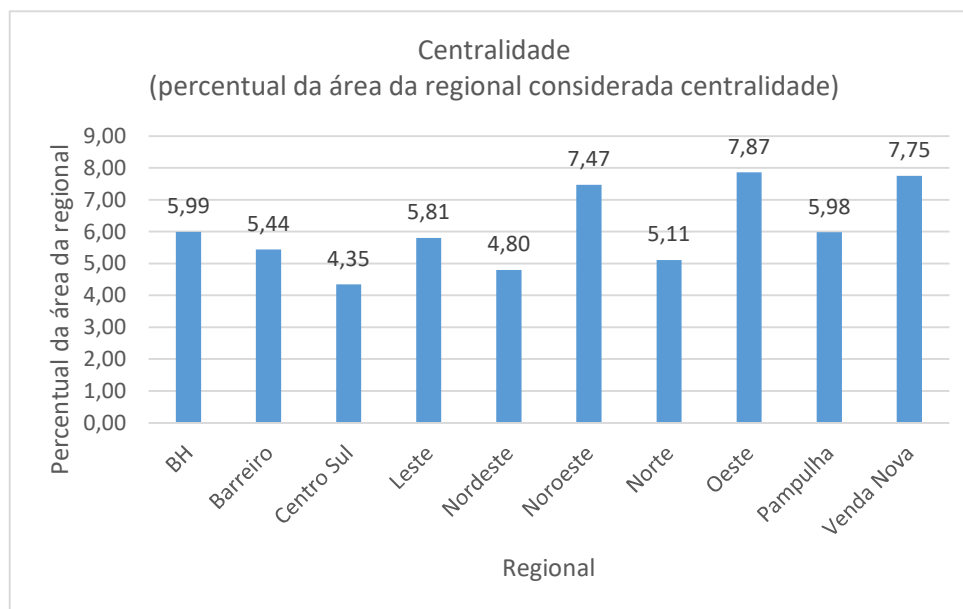
da Figura 50 estão contidas informações consolidadas sobre estes territórios por regional. Neste sentido é possível observar que a distribuição destas áreas tende a ser mais equilibrada, com percentuais do território das regionais variando entre 1,38% a 2,91%.

Tabela 49: Centralidades por regional.

Centralidades	BH	Barreiro	Centro Sul	Leste	Nordeste	Noroeste	Norte	Oeste	Pampulha	Venda Nova
Área Centralidade (km ²)	19,85	2,91	1,38	1,62	1,89	2,25	1,66	2,83	3,05	2,26
% área Centralidade	5,99%	5,44%	4,35%	5,81%	4,80%	7,47%	5,11%	7,87%	5,98%	7,75%

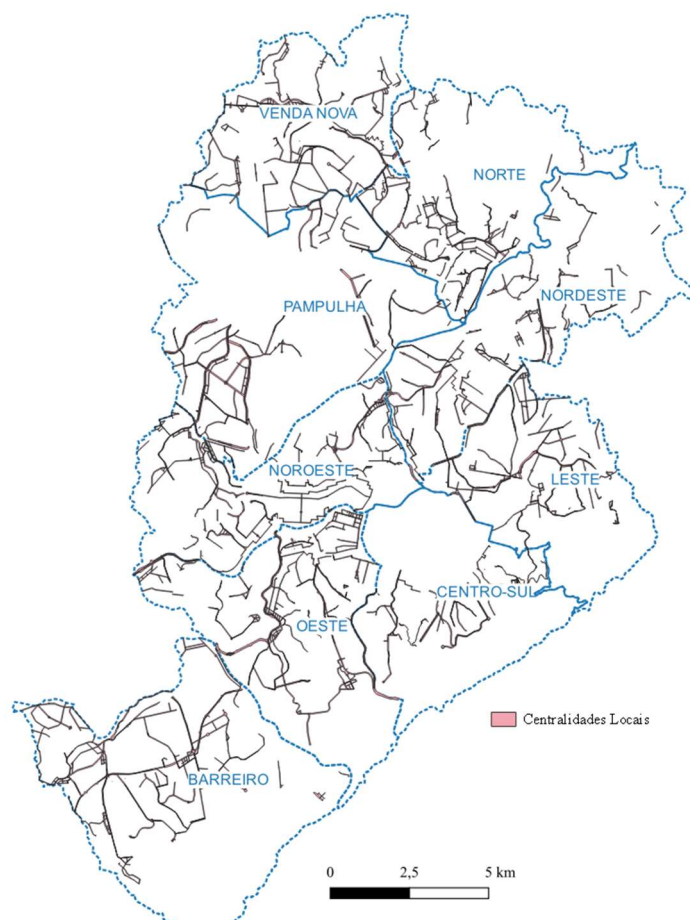
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 67: Centralidade por regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 50: Mapa centralidade por regionais.



Centralidades Locais

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.38. Análise preliminar dos parâmetros

Ao analisar os parâmetros selecionados foi possível perceber que a cidade não possui características homogêneas relacionadas à infraestrutura, serviços, uso e ocupação do solo, demografia e renda.

Ao observar, por exemplo, os parâmetros da região centro-sul, é possível perceber que há um maior adensamento, renda e infraestrutura urbana disponível, quando comparada as demais regionais da cidade. Foi possível identificar que tais diferenças são refletidas em diversos outros parâmetros, como por exemplo na infraestrutura de mobilidade e serviços de transporte público.

Também foi possível perceber a prevalência de padrão de acabamento dos imóveis classificados pela prefeitura como luxuosos na área centro-sul, regional que possui 76% deste tipo de imóvel, bem como também responde por 54% dos imóveis

com padrão de acabamento alto. Tal distribuição guarda coerência com os parâmetros de renda apurados no último censo do IBGE, em 2010. Desta forma, os parâmetros relativos à renda, associados a outros de caráter econômico (como, por exemplo, a distribuição de empresas pelas regionais) e de uso/ocupação do solo (relativos à densidade populacional) parecem ser os que mais influenciam na configuração e nos indicadores da cidade.

Outro ponto que merece destaque é o melhor atendimento, ou seja, maior percentual de imóveis atendidos por serviços ainda não universalizados na cidade, mas existentes na regional Centro Sul. Dentre estes serviços destaca-se a coleta diária de resíduos sólidos que atende a 242.442 imóveis em toda a cidade, sendo que destes, 215.823 encontram-se nesta regional. Uma hipótese é que os imóveis desta regional produzam maior volume diário de resíduos, ou ainda que tal regional possua necessidades diferentes, tais como indicadores diferenciados por se tratar de área adensada ou com maior potencial comercial ou turístico, uma vez que detém atrações de interesse e imóveis históricos. Outra infraestrutura que também atende a regional Centro Sul de maneira diferenciada é a disponibilidade de fornecimento de gás natural. De acordo com os dados analisados, a distribuição de gás por meio de gasodutos ainda é um serviço indisponível em 92% dos logradouros da cidade, por outro lado 36% de toda a infraestrutura disponível está localizada na regional Centro Sul. Uma hipótese para a priorização desta regional consiste em estudos de mercado que possam ter identificado maior potencial para consumo na região. Assim, considerando os demais dados da regional Centro Sul, tem-se que a maior renda está associada a melhor infraestrutura, visto que apenas a densidade populacional não é proporcional à maior disponibilidade de serviços e infraestrutura. Entretanto não é possível afirmar se há maiores investimentos por parte do poder público em regiões de renda mais alta, ou se regiões nas quais há maior infraestrutura é mais procurada por famílias de maior renda. Por outro lado é possível afirmar que a região centro-sul está contida na área planejada da cidade. Tal fato permite elencar a hipótese de que a ocupação ordenada, que ocorreu na parte planejada da cidade, contribuiu para a obtenção dos melhores parâmetros observados.

Já com relação a serviços e infraestrutura básicos (pavimentação, iluminação pública, água potável, esgoto sanitário, energia elétrica e telecomunicações) foi possível perceber que a cidade possui tratamento mais homogêneo entre as regionais, restando apenas pequenas lacunas pontuais. Entretanto, a análise não

permite avaliar se o nível de qualidade no atendimento por este tipo de serviços e de infraestrutura apresenta variações entre regionais.

Com relação aos riscos hidrogeológicos foi identificado que as regionais barreiro e norte, as mais afetadas pelos riscos de inundação, são também as que possuem maior extensão de cursos d'água em leito natural, ou seja, sem canalização. Entretanto, a maior extensão de cursos d'água em leito natural não pode ser diretamente associada a maior propensão a enchentes sem estudos mais aprofundados, visto que outras características específicas das bacias hidrográficas (tais como relevo, vazão, tipo de solo, dentre outros não estudados no presente trabalho) podem ser mais determinantes para maior propensão a inundações.

Destaca-se ainda que a região centro-sul é a que possui maior área sujeita a riscos de escorregamento, o que pode ser relacionado a maior declividade média de seus logradouros, o que indica relevo mais acidentado.

Assim, de uma maneira geral, ao realizar análises comparativas entre regionais, baseadas nos parâmetros selecionados, foi possível contextualizar melhor as especificidades da cidade, de forma a subsidiar a análise de correlação entre indicadores e parâmetros de forma setorizada.

4.3 INDICADORES URBANOS

Neste capítulo serão apresentados os principais indicadores adotados pelo município de Belo Horizonte alinhados às recomendações das normas NBR ISO 37.101/2017, NBR ISO 37.120/2021; NBR ISO 37.121; NBR ISO 37.122/2020 e NBR ISO 37.123/2021. Os dados foram obtidos em formato .csv junto a base de dados abertos da Prefeitura.

Estes indicadores foram elaborados e são atualizados periodicamente por meio da colaboração entre técnicos de órgãos da Prefeitura e dos representantes das instituições parceiras do Observatório do Milênio. Trata-se de um conjunto de 159 indicadores correspondentes aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável que são dispostos por critérios, tais como sexo, raça/cor e regional. Para análise de correlação destes indicadores com os parâmetros urbanos apresentados no item 5.2 foi necessário que os dados estivessem segmentados por regionais de forma a viabilizar sua correlação. Neste sentido, o presente trabalho considerou apenas os indicadores que estavam organizados de acordo com as nove regionais da cidade (Barreiro, Centro Sul, Leste, Nordeste, Noroeste, Norte, Oeste, Pampulha e Venda

Nova), visto que não foi possível apurar o desempenho das regionais em indicadores apurados ou disponibilizados de forma global. Neste sentido, foram selecionados 62 dos 159 indicadores, apresentados na Tabela 50.

Tabela 50: Indicadores regionalizados – ODS

(continua)

Indicador	Regionais									
	BH	Bar-reiro	Cen-tro Sul	Leste	Nor-deste	No-ro-este	Norte	O-este	Pam-pulha	Venda Nova
O01-I04 (2021) Proporção de pessoas em pobreza extrema pré-transferência de renda (em %)	43,68	46,01	53,73	45,75	39,58	32,60	53,12	34,56	38,50	45,17
O01-I04 (2021) Proporção de pessoas em pobreza extrema pré-transferência de renda (em %)	43,68	46,01	53,73	45,75	39,58	32,60	53,12	34,56	38,50	45,17
O01-I05 (2021) Proporção de pessoas em pobreza extrema pós-transferência de renda (em%)	2,29	2,43	3,05	2,69	1,36	1,67	3,72	1,48	1,71	2,07
O01-I06 (2021) Proporção de pessoas em pobreza pré-transferência de renda (em%)	53,82	55,98	61,51	54,64	51,01	43,81	61,65	47,27	48,05	55,94
O01-I07 (2021) Proporção de pessoas em pobreza pós-transferência de renda (em%)	46,61	48,70	55,34	47,73	43,31	35,77	54,45	39,54	41,87	48,79
O01-I08 (2010) Proporção da população vivendo em áreas de elevado e muito elevado risco à saúde (em%)	26,37	32,71	20,43	24,27	27,39	12,78	47,12	23,93	16,35	35,29
O02-I03 (2020) Percentual de crianças (0 a 5 anos) em situação de desnutrição	4,40	3,94	5,20	4,31	4,61	4,10	4,70	4,18	4,28	4,64
O02-I04 (2020) Percentual de crianças (0 a 5 anos) em situação de sobrepeso	8,40	9,05	7,40	8,53	7,76	8,34	7,83	8,97	7,59	9,26

Tabela 50: Indicadores regionalizados – ODS

(continuação)

Indicador	Regionais									
	BH	Bar-reiro	Cen-tro Sul	Leste	Nor-deste	No-ro-este	Norte	O-este	Pam-pulha	Venda Nova
O03-I02 (2020) Proporção de parto normal no SUS e na saúde suplementar (em %)	53,84	57,60	50,08	53,34	55,09	54,06	61,88	51,51	49,15	59,58
O03-I03 (2020) Proporção de gestantes que fizeram 7 ou mais consultas no pré-natal (em %)	81,83	80,22	84,70	79,64	80,49	79,61	79,70	84,07	85,60	79,36
O03-I04 (2021) Taxa de mortalidade na Infância - menores de 5 anos (por mil nascidos vivos)	10,65	11,44	12,89	11,62	11,99	12,35	11,63	7,64	12,74	9,07
O03-I05 (2021) Taxa de mortalidade infantil - menores de um ano (por mil nascidos vivos)	9,29	9,89	11,68	10,28	11,04	10,86	10,47	6,72	10,81	7,68
O03-I06 (2021) Taxa de mortalidade neonatal - até 27 dias (por mil nascidos vivos)	7,38	8,35	8,46	7,15	9,15	9,38	7,37	4,28	7,72	4,88
O03-I07 (2020) Número de novas infecções por HIV (por 100 mil habitantes)	23,10	22,29	35,54	17,92	26,52	25,00	27,05	24,88	17,69	18,39
O03-I08 (2020) Taxa de incidência de tuberculose (por 100 mil habitantes)	19,15	17,70	26,81	21,66	27,82	13,58	26,77	14,68	18,69	16,40
O03-I09 (2020) Percentual de cura de tuberculose (% de casos novos)	64,49	62,90	47,25	72,58	64,84	68,18	76,92	75,51	66,67	56,25
O03-I11 (2020) Taxa de incidência de leishmaniose visceral humana (por 100 mil habitantes)	1,48	0,35	0,71	1,25	1,03	1,87	1,90	0,32	0,88	1,88
O03-I12 Taxa de incidência de dengue (por 100 mil habitantes)	214,2	262,6	96,66	391,2	293,1	163,4	229,6	115,0	145,0	254,04
O03-I13 (2020) Incidência de sífilis congênita em menores de um ano de idade (casos em < de 1 ano por mil nascidos vivos)	7,61	6,42	5,39	6,91	13,25	6,87	10,74	3,26	1,91	13,10

Tabela 50: Indicadores regionalizados – ODS

(continuação)

Indicador	Regionais									
	BH	Bar-reiro	Cen-tro Sul	Leste	Nor-deste	No-ro-este	Norte	O-este	Pam-pulha	Venda Nova
O03-I20 (2020) Taxa de gravidez na adolescência - de 10 a 19 anos (em % de nascidos vivos)	7,95	9,60	6,90	8,36	8,75	7,99	9,80	7,06	5,01	9,68
O03-I23 (2020) Percentual de consultas médicas básicas que geraram encaminhamento para especialidades ou exames (em %)	16,61	11,32	15,12	10,20	9,84	12,08	10,32	16,00	12,38	9,11
O04-I05 (2021) Taxa de acesso à educação infantil na faixa etária de 0 a 3 (em %)	50,82	37,28	53,50	42,76	39,72	39,54	44,33	36,07	47,91	30,41
O04-I06 (2021) Taxa de acesso à educação infantil na faixa etária de 4 a 5 anos (em %)	98,98	93,04	133,3	98,78	94,00	93,13	92,63	90,82	124,4	85,89
O04-I07b (2021) Percentual de estudantes de até 7 anos de idade com proficiência em Língua Portuguesa/Leitura - Rede Municipal de Ensino (em %)	45,27	46,43	29,29	35,88	49,50	47,49	40,83	49,73	47,59	47,43
O04-I09b (2021) Percentual de estudantes de até 7 anos de idade com proficiência em matemática - Rede Municipal de Ensino (em %)	31,02	29,55	16,61	24,58	38,84	34,52	24,18	33,97	36,16	31,96
O04-I13 (2021) Percentual de escolas públicas com infraestrutura básica adequada (em %)	67,10	64,38	60,38	62,26	60,76	56,67	54,39	68,33	64,15	72,06
O05-I13 (2021) Proporção de mulheres em pobreza extrema pré-transferência de renda (em %)	44,15	47,16	50,22	45,42	40,42	32,90	54,36	35,78	39,09	46,51
O05-I14 Proporção de mulheres em pobreza extrema pós-transferência de renda (em %)	2,41	2,61	3,40	2,85	1,45	1,76	3,92	1,50	1,66	2,19

Tabela 50: Indicadores regionalizados – ODS

(continuação)

Indicador	Regionais									
	BH	Bar-reiro	Cen-tro Sul	Leste	Nor-deste	No-ro-este	Norte	O-este	Pam-pulha	Venda Nova
O05-I17 (2021) Número de mulheres em situação de rua	609,0	12,00	283,0	68,00	54,00	41,00	49,00	26,00	30,00	32,00
O06-I01 (2010) Proporção da população com acesso sustentável à água potável (em %)	98,23	98,33	96,77	98,74	98,09	98,93	98,32	98,98	98,18	97,75
O06-I02 (2022) Percentual da população atendida por coleta de esgotos sanitários (em %)	95,10	95,76	95,28	93,72	93,61	96,25	89,59	98,82	96,95	95,25
O06-I03 (2020) Índice de Salubridade Ambiental	0,93	0,94	0,98	0,94	0,87	0,98	0,83	0,95	0,95	0,91
O06-I04 (2022) Percentual da população com acesso à coleta e tratamento de esgotos sanitários (em %)	84,80	91,11	92,76	84,14	83,47	96,03	78,22	97,83	95,69	85,35
O06-I04a (2022) Percentual da população atendida por interceptação de esgotos sanitários (em %)	91,30	91,11	93,04	85,58	87,79	96,03	78,23	97,83	96,43	93,07
O07-I05 (2021) Cobertura da eficiência energética na iluminação pública (em %)	99,10	99,95	99,48	98,36	98,53	99,90	99,75	99,77	99,95	99,92
O07-I01 (2010) - a partir 2016 100% Proporção da população com acesso à eletricidade (em %)	99,64	99,81	99,64	99,45	99,73	99,67	99,43	99,71	99,42	99,75
O08-I10a (2021) Percentual de empresas em atividades da economia criativa no total de empresas ativas no município	20,43	18,77	21,16	23,21	19,86	20,31	19,22	20,35	20,73	19,13
O09-I03 (2021) Percentual de empresas do setor de TIC no total de empresas ativas no município (em %)	1,68	0,80	2,90	1,68	1,34	1,42	0,77	2,20	1,95	0,67

Tabela 50: Indicadores regionalizados – ODS

(continuação)

Indicador	Regionais									
	BH	Bar-reiro	Cen-tro Sul	Leste	Nor-deste	No-ro-este	Norte	O-este	Pam-pulha	Venda Nova
O10-I04 (2021) População em situação de rua	5173	114	2631	968	219	303	315	197	156	210
O11-I01 (2010) Proporção de população vivendo em domicílios com condições adequadas de moradia (em %)	88,78	85,78	93,15	86,91	87,63	91,49	84,79	91,49	91,79	84,99
O11-I02 (2020) Proporção de população vivendo em assentamentos precários de interesse social (em %)	20,73	29,16	21,35	20,91	18,59	11,01	34,32	24,99	9,91	16,51
O11-I03 (2019) Proporção de edificações em áreas de risco geológico-geotécnico alto e muito alto em Assentamento de Interesse Social (em %) (IC)	1,24	1,40	1,55	1,50	1,73	0,61	0,94	0,81	1,57	1,34
O11-I04a (2021) Percentual de domicílios regularizados em Zona de Especial Interesse Social-ZEIS (em %)	26,54	45,83	1,58	22,66	33,04	44,17	46,38	21,77	27,49	5,25
O11-I04b (2021) Percentual de unidades regularizadas em conjuntos habitacionais produzidos pela PBH (em %)	51,31	50,78	35,94	69,53	67,22	46,41	51,37	36,47	49,57	57,49
O11-I06 (2012) Percentual de viagens em modos coletivos em relação ao total de viagens motorizadas (em %)	41,10	51,42	24,33	44,68	47,28	46,53	53,15	32,38	31,51	51,40
O11-I07 (2012) Percentual de viagens em modos não motorizados (bicicleta e a pé) em relação ao total de viagens (todos os modos) (em %)	32,34	38,91	34,49	31,29	30,53	32,59	34,59	27,62	25,17	35,41

Tabela 50: Indicadores regionalizados – ODS

(continuação)

Indicador	Regionais									
	BH	Bar-reiro	Cen-tro Sul	Leste	Nor-deste	No-ro-este	Norte	O-este	Pam-pulha	Venda Nova
O11-I12 (2021) Razão da taxa de consumo do solo pela taxa de crescimento da população	1,86	1,82	2,60	1,34	2,41	0,94	2,23	1,69	4,03	1,16
O11-I13 (2021) Taxa de crescimento da área construída baixada (em %)	47,07	-11,4	26,99	35,57	103,5	-65,8	243,2	49,44	309,4	210,58
O11-I14 (2021) Área construída cadastrada no IPTU por habitante (m2/hab)	54,80	40,49	108,0	43,29	45,68	51,18	32,58	56,51	71,35	38,75
O11-I15b (2022) Porcentagem de vias urbanizadas atendidas com coleta de resíduos sólidos domiciliares (% da extensão de vias, exclusive áreas de vilas e favelas)	87,88	88,43	88,04	86,07	84,85	93,81	77,47	90,36	91,54	93,34
O11-I15c (2022) Porcentagem de vias de vilas e favelas atendidas com coleta de resíduos sólidos domiciliares (% da extensão de vias)	83,80	79,20	89,30	88,60	75,90	94,40	88,80	80,90	73,40	87,90
O11-I18 (2021) Razão entre espaço público aberto e área construída da cidade	0,04	0,02	0,13	0,01	0,03	0,01	0,02	0,06	0,08	0,01
O11-I19 (2022) Percentual de imóveis residenciais com acesso adequado (10 min de caminhada) a equipamentos urbanos e comunitários (em %)	29,12	29,54	19,94	37,25	28,89	38,08	37,54	29,56	14,40	38,39
O11-I20 (2022) Percentual de imóveis residenciais com acesso adequado (10 min. de caminhada) à cesta de comércio e serviços locais (em %)	93,13	90,30	95,84	96,23	88,37	97,14	87,06	92,49	91,74	97,98

Tabela 50: Indicadores regionalizados – ODS

(conclusão)

Indicador	Regionais									
	BH	Bar-reiro	Cen-tro Sul	Leste	Nor-deste	No-ro-este	Norte	O-este	Pam-pulha	Venda Nova
O11-I21 (2022) Percentual de imóveis residenciais com acesso adequado (10 min caminhada) a equipamentos culturais (públicos e privados de uso público) (em %)	31,35	19,16	63,50	50,10	22,30	21,57	23,76	24,25	20,48	25,45
O11-I23 (2020) Taxa de mortalidade em acidentes de trânsito (óbitos por 100 mil habitantes)	4,48	3,19	6,34	1,68	4,48	7,83	4,24	4,86	4,86	4,90
O12-I02a (2021) População atendida por coleta seletiva porta a porta ou ponto a ponto (%)	21,86	5,44	82,57	5,17	12,21	3,52	3,33	37,72	33,14	5,16
O14-I02 (2022) Percentual de nascentes nas categorias ótima ou boa do Índice de Qualidade das Nascentes em Belo Horizonte - MG - IQNas	51,90	48,50	81,70	31,70	51,80	38,90	40,90	57,50	56,50	46,60
O15-I01 (2021) Taxa de áreas vegetadas (m²/habitantes)	33,70	69,97	28,73	30,26	25,05	7,96	46,69	21,74	58,96	14,20
O15-I02 (2020) Taxa de áreas verdes protegidas (m²/habitantes)	23,65	66,00	22,45	23,14	20,94	6,72	23,23	15,52	24,70	9,50
O16-I02 (2021) Taxa de homicídio população masculina de 15-29 anos (por 100 mil homens na faixa etária)	39,07	58,34	22,40	45,71	23,87	25,88	60,81	54,02	10,50	39,78
O16-I03 (2020) Taxa de detecção de violência sexual contra crianças e adolescentes de 0 a 19 anos residentes de Belo Horizonte - MG (por 100 mil habitantes na faixa etária)	205,9	211,7	142,3	293,2	189,3	142,7	339,1	127,1	139,1	206,9

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Prefeitura de Belo Horizonte, (2016).

4.3.1. Índices formados por conjunto de indicadores

Dentre os indicadores analisados dois se destacam por serem calculados com base no resultado e na ponderação do desempenho de outros subindicadores. Neste contexto, destaca-se o Índice de Qualidade de Vida Urbana – IQVU e o Índice de Salubridade Ambiental. Os dois indicadores, bem como seu desempenho são apresentados a seguir.

4.3.1.1 Índice de Qualidade de Vida Urbana

O índice de qualidade de vida urbana é formado por diversos indicadores, apurados periodicamente pela Prefeitura de Belo Horizonte e que tem como objetivo mensurar a quantidade e a qualidade da oferta de bens e serviços públicos e privados no espaço intraurbano. As variáveis consideradas em seu cálculo possuem peso específico estabelecido conforme metodologia elaborada pela Prefeitura e apresentada por dos Santos *et al.*, (2018). Devido a metodologia adotada para o cálculo deste índice, que leva em consideração diferentes variáveis que influenciam na qualidade de vida, bem como em razão de sua metodologia de tratamento e normalização dos dados, o IQVU tende a ser um indicador mais abrangente e confiável. Além disso é uma das ferramentas previstas no plano diretor da cidade utilizadas para elaboração do orçamento municipal.

Os grupos de variáveis consideradas e seus respectivos pesos podem ser vistos na Tabela 51: Peso relativo das Variáveis do IQVU.

Tabela 51: Peso relativo das Variáveis do IQVU

Variável	Peso
Abastecimento	0,08
Cultura	0,03
Educação	0,13
Esporte	0,03
Habitação	0,18
Infraestrutura	0,16
Meio Ambiente	0,06
Saúde	0,14
Serviços	0,11
Segurança	0,08

Fonte: Elaborado pelo autor com base em (SANTOS *et al.*, 2018).

O cálculo mais recente do IQVU ocorreu em 2018 referente a apuração do desempenho de 2016. Os índices regionais foram obtidos do Relatório Geral sobre o

Cálculo do Índice de Qualidade de Vida Urbana de Belo Horizonte para 2016 apresentado por meio da Tabela 52 (SANTOS *et al.*, 2018).

Tabela 52: Índice de qualidade de vida urbana - IQVU (2016)

Índice de Qualidade de Vida Urbana	BH	Bar-reiro	Cen-tro Sul	Leste	Nor-deste	No-ro-este	Norte	O-este	Pam-pulha	Venda Nova
IQVU (2016)	0,69	0,66	0,76	0,70	0,68	0,70	0,64	0,70	0,71	0,65

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Prefeitura de Belo Horizonte, (2016)

4.3.1.2 *Índice de Salubridade Ambiental*

O cálculo do índice de salubridade ambiental é realizado pela Prefeitura de Belo Horizonte por meio de média ponderada entre indicadores específicos, relacionados direta ou indiretamente com a salubridade ambiental. Para tanto são empregados os seguintes indicadores: a) Indicador de Abastecimento de Água; b) Indicador de Esgotos Sanitários; c) Indicador de Resíduos Sólidos; d) Indicador de Controle de Vetores; e) Indicador de Recursos Hídricos e; f) Indicador Socioeconômico. Os índices regionais foram obtidos do Plano Municipal de Saneamento - PMS/SMOBI/PBH (2020). O Índice de Salubridade Ambiental é apresentado na Tabela 53

Tabela 53: Índice de Salubridade Ambiental (2020)

Índice de Salubridade Ambiental	BH	Bar-reiro	Cen-tro Sul	Leste	Nor-deste	No-ro-este	Norte	O-este	Pam-pulha	Venda Nova
O06-I03 (2020)	0,93	0,94	0,98	0,94	0,87	0,98	0,83	0,95	0,95	0,91

Fonte: Elaborado pelo autor com dados do Plano Municipal de Saneamento - PMS/SMOBI/PBH (2020).

4.4 ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS E INDICADORES URBANOS

Ao estudar os parâmetros e indicadores urbanos de Belo Horizonte, percebe-se que se trata de uma atividade complexa e que demanda muito tempo. A análise destes dados, de forma visual, demanda habilidade humana para reconhecimento de padrões, sendo também necessário o uso de computadores e *softwares* específicos para uma observação interativa. Tal tipo de estudo pode ainda ser suscetível a análises que possuam determinado viés por parte do observador. Ainda assim, a análise visual é útil quando se conhece pouco sobre o conjunto de dados, permitindo

o entendimento e aprendizagem sobre suas características, viabilizando ainda a formulação de hipóteses preliminares sobre relações entre parâmetros e indicadores.

Para uma análise mais abrangente sobre o ambiente urbano, é importante considerar o maior número de informações e variáveis disponíveis. Por outro lado, como mencionado anteriormente, tal análise demanda muitos recursos. Desta forma, em sintonia com os objetivos principais desta pesquisa, foi utilizada a técnica de correlação de variáveis. Assim, foram identificados quais parâmetros e indicadores possuem maior número de correlações fortes.

4.4.1 Organização dos Parâmetros e Indicadores

Antes de avaliar a correlação entre os parâmetros e indicadores, os dados foram organizados em forma de Tabela. Assim, os 194 parâmetros, elencados no item 5.2 foram agrupados por tema conforme se observa na Tabela 54.

Tabela 54: Lista de grupos de parâmetros.

Item	Grupo de Parâmetros	Número de parâmetros
1	Coleta Resíduos	4
2	Infraestrutura Urbana	18
3	Infraestrutura de Educação	4
4	Infraestrutura de Saúde	4
5	Instalações de Serviço social	2
6	Infraestrutura de Seg. Pública	2
7	Infraestrutura de Esporte	1
8	Desenvolvimento Área Urbana	21
9	Uso e Ocupação do Solo	31
10	Atividade Econômica	12
11	População e Renda	17
12	Meio Ambiente	43
13	Mobilidade	35

Fonte: Elaborado pelo autor.

Posteriormente, os 62 indicadores foram agrupados por Objetivo de Desenvolvimento sustentável conforme já apresentados nas tabelas 50 e 55.

Tabela 55: Indicadores por Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável	Número de Indicadores
M-ODS	Índice de Qualidade de Vida Urbana - IQVU - 2016	1
ODS-01	Erradicação da Pobreza	5
ODS-02	Fome Zero	2
ODS-03	Saúde e Bem Estar	13
ODS-04	Educação de Qualidade	5
ODS-05	Igualdade de Gênero	3
ODS-06	Água Potável e Saneamento	5
ODS-07	Energia Limpa e Acessível	2
ODS-08	Trabalho Decente e Crescimento Econômico	1
ODS-09	Indústria, Inovação e Infraestrutura	1
ODS-10	Redução das Desigualdades	1
ODS-11	Cidades e Comunidades Sustentáveis	17
ODS-12	Consumo e Produção Responsáveis	1
ODS-14	Vida na Água	1
ODS-15	Vida Terrestre	2
ODS-16	Paz, Justiça e Instituições Eficazes	2
ODS-17	Parcerias e Meios de Implementação	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como detalhado no capítulo 4, os parâmetros e indicadores listados foram lançados em uma planilha para cálculo dos índices de correlação entre cada uma das variáveis. Para análise de correlação, os parâmetros e indicadores foram organizados e regionalizados, conforme pode ser visto no exemplo apresentado na Tabela 56.

Tabela 56: Exemplo de organização dos indicadores e parâmetros para cálculo do fator de correlação.

Regional	Indicador	Parâmetro
	População atendida por coleta seletiva porta a porta ou ponto a ponto (%)	Altura média das edificações (m)
BH	21,86	5,27
Barreiro	5,44	3,40
Centro Sul	82,57	9,57
Leste	5,17	5,38
Nordeste	12,21	5,20
Noroeste	3,52	5,08
Norte	3,33	4,68
Oeste	37,72	5,86
Pampulha	33,14	5,26
Venda Nova	5,16	4,75

Fonte: Elaborado pelo autor.

O cálculo da correlação entre os 62 indicadores e os 194 parâmetros urbanos foi feito de forma a verificar 12.028 coeficientes de correlação. Assim, foi possível verificar quantas correlações fortes ocorreram (coeficiente $> 0,8$, ou $< -0,8$) entre indicadores e parâmetros. Após esta análise, os indicadores que obtiveram o maior número de correlações (positivas e negativas) fortes foram ordenados conforme resultado que pode ser visto na Tabela 57.

Tabela 57: Indicadores com alto número de correlações fortes com parâmetros.

Item	Indicador	Número de correlações fortes ($P > 0,8$) com parâmetros	Tipo
1	Número de mulheres em situação de rua	160	pos.
2	População em situação de rua	154	pos.
3	Área construída (cadastrada no IPTU) por habitante ($m^2/hab.$)	4	pos./neg.
4	População atendida por coleta seletiva porta a porta ou ponto a ponto (%)	4	pos./neg.
5	Índice de qualidade de vida urbana – IQVU/2016	3	pos./neg.
6	Proporção de parto normal no SUS e na saúde suplementar (%)	3	pos.
7	Percentual de empresas do setor de TIC no total de empresas ativas no município (%)	3	pos./neg.
8	Razão entre espaço público aberto e área construída da cidade	3	pos./neg.
9	Percentual de imóveis residenciais com acesso adequado (a 10 minutos de caminhada) a equipamentos culturais (%)	3	pos./neg.
10	Percentual de viagens em modos coletivos em relação ao total de viagens motorizadas (%)	2	pos./neg.

Fonte: Elaborado pelo autor. Legenda: pos., positivo e neg., negativo.

4.4.2 Análise dos indicadores com correlações mais fortes

Após a lista de indicadores ter sido ordenada por número de correlações fortes foi possível analisar a influência entre os parâmetros urbanos e tais indicadores. A seguir são apresentadas as principais constatações sobre as correlações identificadas.

4.4.3 População em situação de rua / Número de mulheres em situação de rua

Ao analisar o indicador “população em situação de rua” e o indicador “número de mulheres em situação de rua”, foi possível observar coeficientes de correlação superiores a 0,8 em relação a mais de 154 parâmetros. Ou seja, estes dois indicadores apresentaram forte correlação positiva com um número elevado de parâmetros. Destaca-se que, dentre estes parâmetros, a maior parte está relacionada à infraestrutura urbana (35%) e ao uso e ocupação do solo (28%). Apesar disso, com base nas informações utilizadas, não foi possível identificar relação de causa e efeito

entre as correlações estabelecidas. Por outro lado, é possível perceber que a maior parcela da população de rua (50%) vive na região Centro Sul de Belo Horizonte.

Assim, uma hipótese é de que as correlações verificadas possam corroborar um alinhamento entre a forma como se deu historicamente o uso e ocupação do solo nesta regional e, ainda, como ocorre atualmente, e sua maior população de rua, ou também, em razão da melhor infraestrutura ali existente. Assim, conclui-se que são necessários estudos específicos para melhor compreensão do problema social relacionado à situação das pessoas sem moradia.

4.4.4 Área construída por habitante (m²/hab.)

Como pode ser visto na Tabela 58 o indicador relacionado a área construída por habitante apresentou forte correlação ($> 0,8$) positiva com quatro parâmetros, sendo estes: (i) Área Média Projeção Edificação (m²), (ii) Logradouro com rede de gás (%), (iii) Altura média Edificações (m) e (iv) Área Total Tombada Projeção (m²). Desta forma, pode-se tirar como conclusão que os parâmetros que mais influenciam no aumento da área dos imóveis (registrada no banco de dados do IPTU) estão obviamente ligados a fatores relacionados ao aumento da área construída. A Tabela 58 apresenta os parâmetros que possuem correlações mais fortes com este indicador.

Tabela 58: Correlações fortes com indicador área construída por habitante.

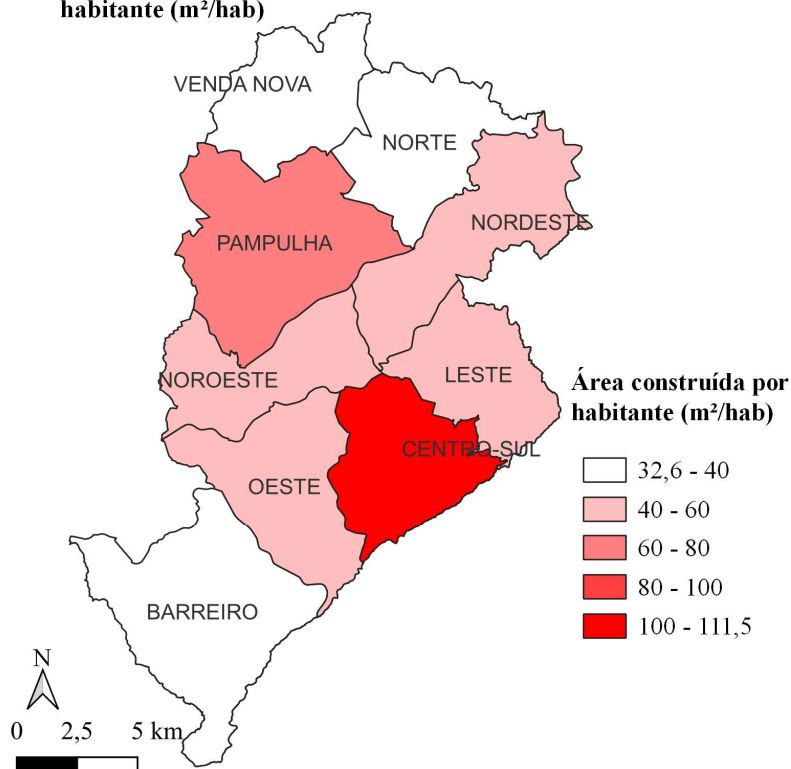
	Área construída cadastrada no IPTU por habitante (m ² /hab.)
Área média edificações (m ²)	0,995957532
Logradouro com rede de gás (%)	0,907735319
Altura média de edificações (m)	0,893915387
Área tombada (m ²)	0,850250931
Economias por imóvel (média)	-0,821353552
Fração ideal média	-0,878741584

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 51 apresenta o indicador para cada uma das regionais da cidade.

Figura 51: Área construída por habitante.

ODS11-I14 Área construída cadastrada no IPTU por habitante (m^2/hab)



Fonte: Elaborado pelo autor.

A correlação forte positiva estabelecida entre os parâmetros área e altura das edificações e o indicador área construída por habitantes indica que tais parâmetros, mesmo isoladamente, são relevantes e conseguem influenciar aumentando o referido indicador. Isto pode ser confirmado pelo fato de que, apesar de Pampulha ser a regional mais populosa, também possui maior área territorial e assim, menor densidade, com imóveis possuindo terrenos maiores e menor verticalização. Também é coerente com a maior verticalização da região Centro-Sul, indicando que a regional com menor número de pessoas por domicílio (e maior densidade em razão de seu território mais reduzido), ainda assim, possui a maior relação área construída por habitante. Já a correlação forte com imóveis tombados pode indicar maior verticalização em bairros mais antigos. Por outro lado, a forte correlação com a presença da rede de gás pode ser decorrente de maior renda, o que é consistente considerando este indicador.

Há ainda outros dois parâmetros que possuem correlação forte ($< -0,8$) negativa frente a este indicador, sendo: (i) Fração Ideal Média e, (ii) Média de Economias por

imóvel. Neste sentido, o incremento em tais parâmetros está relacionado a diminuição da área construída por habitante. As regiões que possuem maior índice de fração ideal média (próximo de 1) são aquelas com maior presença de casas, regiões que possuem maior número de economias por imóvel, ou seja, maior número de núcleos familiares e consequentemente habitantes para cada imóvel (casa ou apartamento). Assim, maior fração ideal média e maior média de economias por imóvel, são parâmetros associados a menor área construída por habitante. Destaca-se que para realização desta análise, além do cálculo dos coeficientes de correlação, foi necessário analisar os dados relativos às características e tipos construtivos dos imóveis, principalmente com relação às informações apresentadas na Tabela 4: Tipos construtivos de imóveis. e na Tabela 10: Caracterização de edificações por regional.

4.4.5 População atendida por coleta seletiva porta a porta ou ponto a ponto (%)

Como pode ser visto na Tabela 59, o indicador “População atendida por coleta seletiva a porta” possui correlação positiva forte com os parâmetros urbanos (i) Área Média Projeção Edificação (m^2), (ii) Logradouro com rede de gás (%), (iii) Altura média Edificações (m) e (iv) Percentual da Área da Região em Risco de escorregamento.

Tabela 59: Correlações fortes com indicador População atendida por coleta seletiva a porta

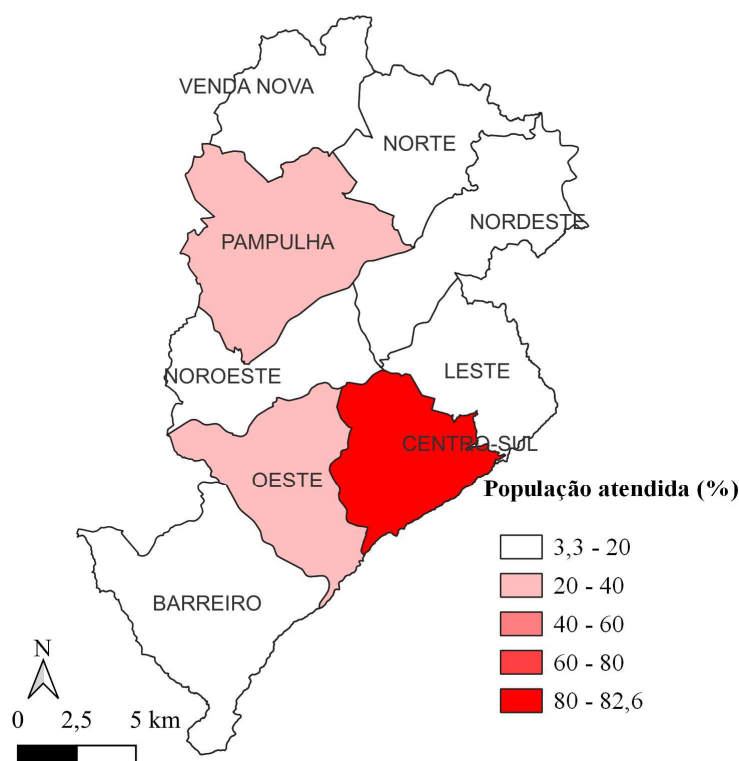
	População atendida por coleta seletiva porta a porta ou ponto a ponto (%)
Área média edificações (m^2)	0,966363879
Logradouro com rede de gás (%)	0,955251706
Altura média de edificações (m)	0,90551906
Área da região em risco de escorregamento (%)	0,801937267
Economias por imóvel (média)	-0,852326073
Fração ideal média	-0,934279938

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 52 apresenta o indicador população atendida por coleta seletiva a porta para cada uma das regionais da cidade.

Figura 52: População atendida por coleta seletiva a porta.

ODS12-I02a População atendida por coleta seletiva porta a porta ou ponto a ponto (%)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto aos parâmetros relacionados à altura e área de projeção das edificações, que possuem forte correlação com o indicador de atendimento por coleta seletiva a porta é possível inferir que as regiões atendidas por este serviço possuem edificações com maior área construída. Destaca-se ainda que o serviço de coleta está disponível nas regionais que possuem maior quantidade de imóveis com padrão de acabamento de luxo ou de alto padrão, como pode ser visto na Tabela 6 :Padrão de acabamento de imóveis. Destaca-se ainda que o indicador está relacionado ao melhor atendimento por infraestrutura urbana e maior número de domicílios em faixa de renda mais alta.

Neste sentido, é possível que este tipo de serviço de coleta de recicláveis a porta ainda seja pouco eficiente e, por isso, viável apenas em regiões economicamente privilegiadas.

Já na correlação do indicador com o parâmetro de “Área da região em risco de escorregamento”, não foi possível observar nenhum padrão que pudesse indicar a lógica da relação indicada, sendo necessário maiores estudos para avaliar se existe de fato alguma relação destes parâmetros com outras características urbanas.

4.4.6 Índice de Qualidade de Vida Urbana – IQVU

O IQVU é um índice calculado pela prefeitura com base em indicadores que influenciam na qualidade de vida da população da cidade de Belo Horizonte e conforme metodologia em que são priorizadas as seguintes variáveis em ordem decrescente: (i) habitação, (ii) infraestrutura, (iii) saúde, (iv) educação e (v) serviços (SANTOS *et al.*, 2018). Conforme pode ser visualizado na Tabela 60, os parâmetros que apresentaram correlações positivas mais fortes com o IQVU foram a (i) área média das edificações, (ii) altura média das edificações e (iii) área tombada. Por outro lado, há uma correlação forte negativa do IQVU frente aos parâmetros (i) Habitantes por domicílio, (ii) Percentual da área da região em risco de inundação e (iii) Fração ideal média.

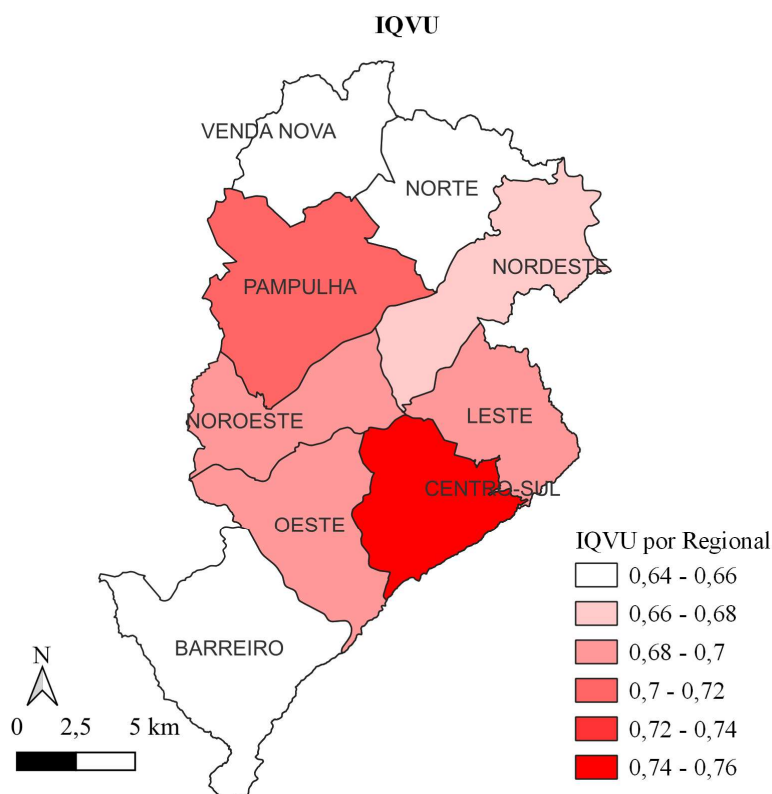
Tabela 60: Correlações fortes com o Índice de qualidade de vida urbana

	Índice de Qualidade de Vida Urbana - IQVU - 2016
Área média edificações (m²)	0,896974417
Altura média de edificações (m)	0,826237419
Área tombada (m²)	0,821770378
Fração ideal média	-0,832787926
Área da Região em risco de inundação (%)	-0,872729805
Habitantes por domicílio (média)	-0,928494598

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 53: índice de qualidade de vida urbana. apresenta o índice de qualidade de vida urbana para cada uma das regionais da cidade.

Figura 53: Índice de qualidade de vida urbana.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste sentido é possível concluir que quanto maior a área construída das edificações associadas ao menor número de habitantes por domicílio, ou seja, maior área construída por habitante, melhor o IQVU. Outro fator que pode estar associado ao incremento no IQVU é idade do bairro ou regional, uma vez que está relacionado também a área total de edificações tombadas na regional, o que está fortemente correlacionado a antiguidade da ocupação do solo urbano, verificado por meio das camadas de mancha urbana. Por outro lado, quanto maior a suscetibilidade das regiões a áreas de risco de inundação, menor parece ser o IQVU. Tal correlação pode indicar a presença de áreas com infraestrutura e serviços precários e, pode ainda, estar relacionada a maior incidência de doenças transmissíveis por vetores associados a inundações. Desta forma os parâmetros urbanos com os quais o IQVU apresentou correlações fortes exercem grande impacto na qualidade de vida no ambiente urbano. Ainda assim, mais estudos devem ser realizados buscando melhor entendimento dessas relações.

4.4.7 Proporção de parto normal no SUS e na saúde suplementar (em %)

Este indicador apresenta o percentual de partos normais, frente a todos os partos realizados nas regiões da cidade. Como apresentado na Tabela 61: Correlações fortes com indicador proporção do parto normal. as análises demonstram que tal indicador é sensível a variação positiva dos seguintes parâmetros (i) média de economias por imóvel (unid.); (ii) percentual da área da região em risco de inundação e, (iii) habitantes por domicílio (média). Ou seja, quanto maior o número de núcleos familiares (economias) no mesmo imóvel, bem como sua exposição a riscos de inundação, maior o número de partos normais. Pode-se então deduzir que regionais em que há menor área construída por habitante possuem maior incidência de partos normais.

Tabela 61: Correlações fortes com indicador proporção do parto normal.

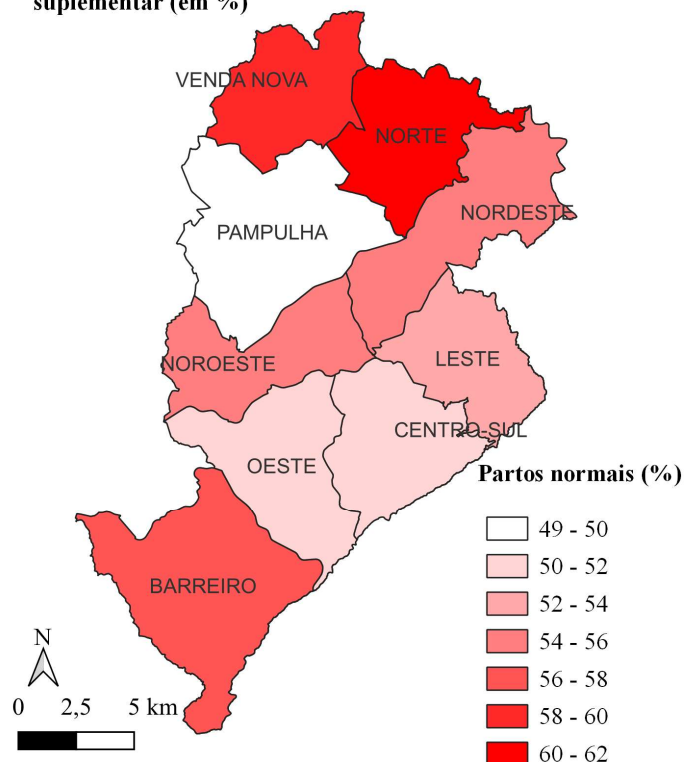
	Proporção de parto normal no SUS e na saúde suplementar (em %)
Economias por imóvel (média)	0,829111428
Área da região em risco de inundação	0,828405723
Habitantes por domicílio (média)	0,825684576

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 54 apresenta o indicador de proporção de parto normal para cada uma das regionais da cidade.

Figura 54: Indicador proporção do parto normal.

ODS-03-I04 - Proporção de parto normal no SUS e na saúde suplementar (em %)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tais associações podem indicar uma correlação com outras variáveis relacionadas a tais parâmetros. Destaca-se ainda que as análises parecem indicar que quanto menor a verticalização das regiões (maior número de economias), assim como quanto maior a exposição a riscos de inundação, maior o número de partos normais. Tal tendência demonstrada neste indicador coincide com o indicador de taxa de gravidez na adolescência. Também é coerente com renda e escolaridade.

Neste sentido, conforme indicadores e parâmetros analisados, quanto maior a renda média dos domicílios, menor seria a adesão ao parto normal. Tal hipótese corrobora a correlação entre maior nível socioeconômico e a prevalência da opção pelo parto cesariano, associado a maior renda familiar e maior nível de escolaridade, como constatado por diversos pesquisadores (DIAS *et al.*, 2008; FAISAL-CURY; MENEZES, 2006; LEÃO *et al.*, 2013).

4.4.8 Percentual de empresas do setor de TIC no total de empresas ativas no município (em %)

Este indicador apresenta o percentual de empresas do setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) frente a todas as empresas estabelecidas na cidade. Como apresentado na Tabela 62, as análises demonstram que tal indicador é sensível a variação positiva dos seguintes parâmetros (i) Área média de projeção da edificação (m²); (ii) Altura média das edificações (m) e; (iii) Logradouro com rede de gás (%). Ou seja, quanto maior a área construída nas regionais, maior o número de empresas deste setor. Por outro lado, a associação positiva quanto a existência de rede de gás, apesar de se tratar de uma correlação espúria (visto que empresas de TIC não demandam gás combustível em sua atividade) pode indicar uma hipótese de maior número de empresas TIC em regiões com melhor atendimento a serviços e infraestrutura urbana.

Tabela 62: Correlações fortes com indicador percentual de empresas TIC ativas.

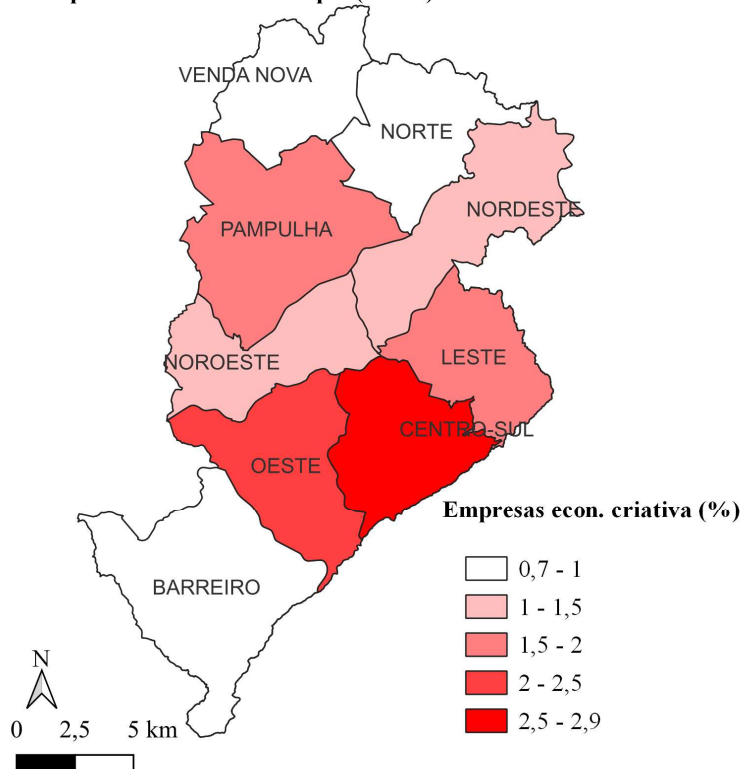
	Percentual de empresas do setor de TIC no total de empresas ativas no município (em %)
Área média edificações (m ²)	0,902460434
Altura média de edificações (m)	0,852991984
Logradouro com rede de gás (%)	0,82567415
Habitantes por domicílio (média)	-0,818575486
Economias por imóvel (média)	-0,949705114
Fração ideal média	-0,959670358

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 55 apresenta o indicador de percentual de empresas TIC ativas para cada uma das regionais da cidade.

Figura 55: Indicador percentual de empresas TIC ativas

ODS-09-I03 Percentual de empresas do setor de TIC no total de empresas ativas no município (em %)



Fonte: Elaborado pelo autor.

A correlação forte entre a localização das empresas de tecnologia e as variáveis atreladas a área construída e infraestrutura de gás podem indicar a preferência por regiões com infraestrutura e serviços mais consolidados. Por outro lado, a correlação forte negativa entre a presença de empresas e as variáveis “habitantes por domicílio”; “economias por imóvel” e “fração ideal”, podem indicar a preferência por regiões mais verticalizadas e de maior renda.

4.4.9 Razão entre espaço público aberto e área construída da cidade

Para apuração do presente indicador a prefeitura considera como espaço público aberto: a) parques abertos ao público; b) praças; c) áreas públicas com função e apropriação de parques abertos ao público e que apresentem elementos como arborização, mobiliário e composição paisagística. Neste sentido o indicador permite associar a área das construções a espaços propícios a lazer e convivência.

Como pode ser visto na Tabela 63, as análises demonstram que tal indicador é sensível a variação positiva dos seguintes parâmetros (i) Área média de projeção da edificação (m^2); (ii) Logradouro com rede de gás (%) e, (iii) Altura média das

edificações (m). Ou seja, quanto maior a área construída nas regionais, bem como melhor o atendimento por infraestrutura urbana, maior a existência de áreas abertas.

Tabela 63: Correlações fortes com indicador razão espaço público aberto x área construída.

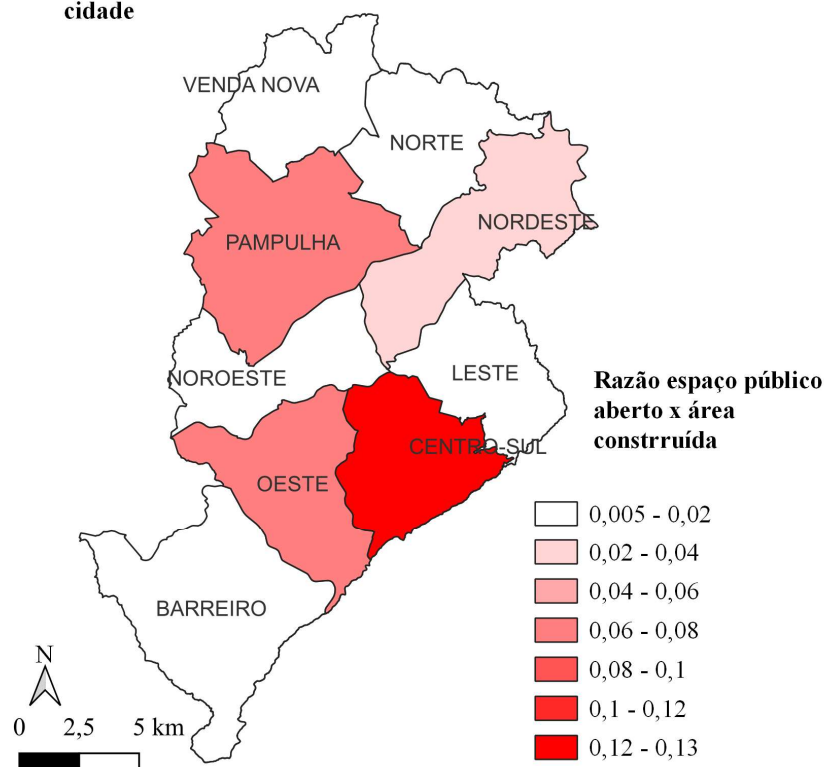
	Razão entre espaço público aberto e área construída da cidade
Área média edificações (m ²)	0,946268955
Logradouro com rede de gás (%)	0,887937227
Altura média de edificações (m)	0,836930192
Economias por imóvel (média)	-0,866235681
Fração ideal média	-0,889180614

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 56 apresenta o indicador de razão espaço público aberto x área construída para cada uma das regionais da cidade.

Figura 56: Indicador razão espaço público aberto x área construída.

ODS11-118 Razão entre espaço público aberto e área construída da cidade



Fonte: Elaborado pelo autor.

A correlação forte entre a localização de parques e praças e as variáveis atreladas a área construída e infraestrutura de gás podem indicar mais parques e áreas verdes

em locais regiões mais verticalizadas. Também há a correlação forte negativa entre a existência destas áreas e as variáveis “economias por imóvel” e “fração ideal”, o que reforça que há mais espaços públicos abertos em regiões mais verticalizadas, ou seja, com maior número de apartamentos.

4.4.10 Percentual de imóveis residenciais com acesso adequado a equipamentos culturais (públicos e privados de uso público) (em %)

Para apuração deste indicador a prefeitura considera os seguintes equipamentos culturais: centros culturais e bibliotecas públicas (inclusive as bibliotecas polos em escolas municipais) e os equipamentos privados de acesso público. Assim, é considerado adequadamente atendido o imóvel que possua pelo menos um equipamento cultural acessível por meio de caminhada de até 10 minutos.

Neste sentido, conforme pode ser visualizado na Tabela 64, as análises demonstram que tal indicador é sensível a variação positiva dos seguintes parâmetros (i) Área total tombada projeção (m²); (ii) Percentual da área da região em risco de escorregamento e, (iii) Altura média das edificações (m). Ou seja, quanto maior a área construída e tombada nas regionais maior o percentual de imóveis residenciais com acesso a equipamentos culturais. Desta forma, a idade do bairro ou regional, pode influenciar no melhor atendimento por espaços culturais, visto que a existência de maior área de imóveis tombados pode ser correlacionada a antiguidade da ocupação do solo urbano, confirmada por meio da análise das camadas de mancha urbana no início da ocupação da cidade.

Também foi verificado que quanto maior o percentual da área da regional incluída em área de risco de escorregamento, maior o percentual de imóveis residenciais com acesso a equipamentos culturais. Neste sentido não foi possível identificar uma relação de causa e efeito.

Por outro lado, foi possível observar uma correlação forte negativa quanto a área média dos terrenos e o percentual de imóveis residenciais com acesso adequado a equipamentos culturais. Ou seja, quanto maior a área média dos terrenos, menor é o acesso a equipamentos culturais. Mais uma vez, uma hipótese é de que tal relação ocorra em razão da idade de ocupação dos imóveis, sendo que em regiões na qual os terrenos tenham sido ocupados há mais tempo, possa ter havido mais processos de desmembramento ao longo dos anos, reduzindo assim, sua área média. Ainda assim tal hipótese carece de estudos mais aprofundados para sua validação.

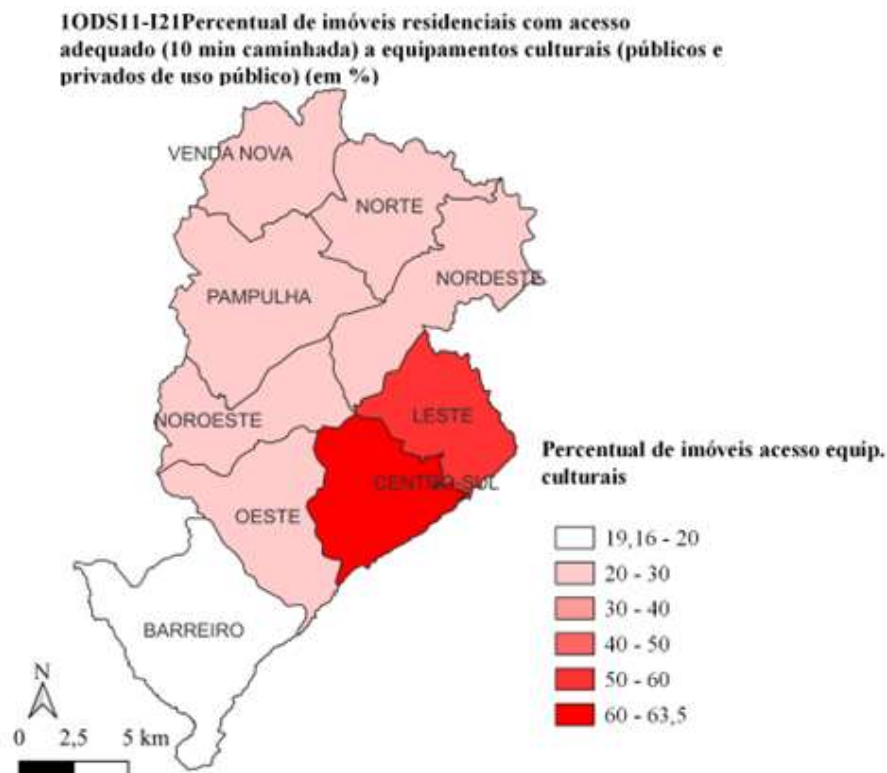
Tabela 64: Correlações fortes com indicador imóveis residenciais com acesso adequado a equipamentos culturais

	Percentual de imóveis residenciais com acesso adequado (10 min caminhada) a equipamentos culturais (públicos e privados de uso público) (em %)
Área tombada (m ²)	0,829915468
Área da região em risco de escorregamento (%)	0,812657402
Altura média de edificações (m)	0,811049837
Area terreno média (m ²)	-0,812934303

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 57: Indicador percentual de imóveis com acesso adequado a equipamentos culturais. A Figura 57 apresenta o indicador percentual de imóveis com acesso adequado a equipamentos culturais para cada uma das regionais da cidade.

Figura 57: Indicador percentual de imóveis com acesso adequado a equipamentos culturais



Fonte: Elaborado pelo autor.

A correlação forte identificada com a existência equipamentos culturais nas regiões onde há imóveis tombados pode indicar a presença destes equipamentos em regiões

mais antigas e tradicionais da cidade. Também foi possível observar uma correlação forte negativa quanto a área média dos terrenos. Assim, é possível que quanto maior a área média dos terrenos, menor é o acesso a equipamentos culturais. Mais uma vez, uma hipótese é de que tal relação ocorra em razão da idade de ocupação dos imóveis, sendo que em regiões na qual os terrenos tenham sido ocupados há mais tempo, possa ter havido mais processos de desmembramento ao longo dos anos, e/ou verticalização.

4.4.11 Percentual de viagens em modos coletivos em relação ao total de viagens motorizadas (em %)

Este indicador trata do número de viagens realizadas por meio de transporte público frente a todas as demais viagens realizadas por veículos automotores. Ou seja, visa apurar o percentual de adoção do transporte coletivo (metrô, ônibus, transporte escolar e transporte fretado) frente a viagens realizadas por meios de transporte individualizados motorizados.

Como pode ser visto na tabela x o indicador foi fortemente correlacionado de forma positiva aos parâmetros (i) Média de economias por imóvel (unid.) e, (ii) Fração ideal média. Ou seja, quanto maior o número de economias por imóvel e a fração ideal média maior o percentual de realização de viagens coletivas. Desta forma, uma hipótese plausível é de que uma maior densidade urbana, pode influenciar positivamente na adoção do transporte coletivo.

Tabela 65: Correlações fortes com indicador percentual de viagens em modos coletivos.

	Percentual de viagens em modos coletivos em relação ao total de viagens motorizadas (em %)
Economias por imóvel (média)	0,947126089
Fração ideal média	0,934951058
Logradouro com rede de gás (%)	-0,803873206
Área média edificações (m ²)	-0,917509293

Fonte: Elaborado pelo autor.

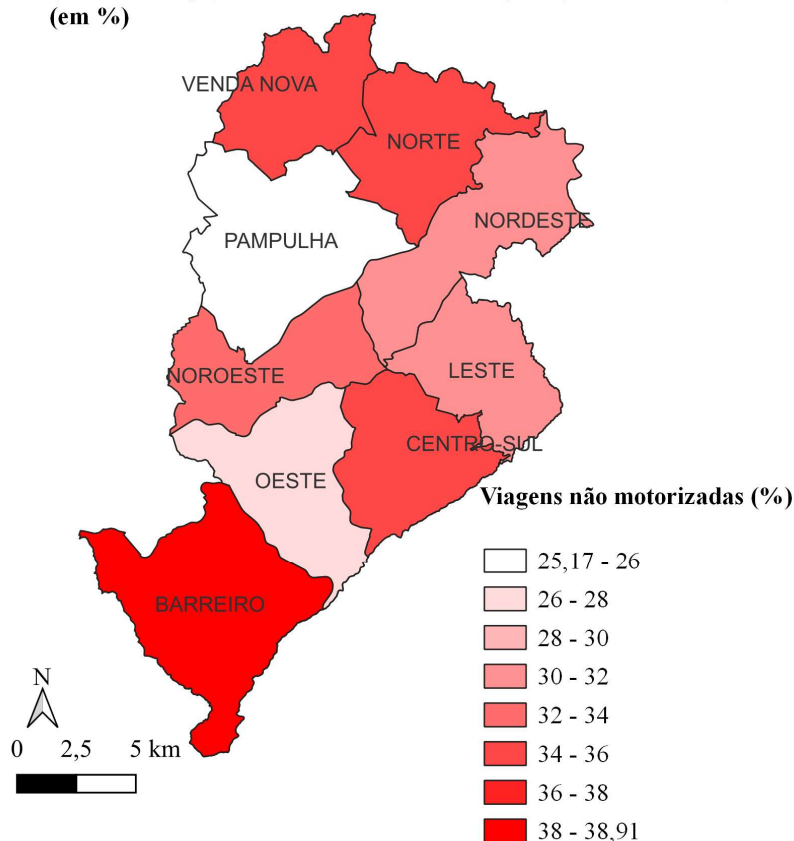
Por outro lado, o presente indicador foi fortemente correlacionado de forma negativa aos parâmetros (i) Área média de projeção das edificações (m²) e, (ii) Percentual de logradouro com rede de gás (%). Ou seja, quanto menor a área média das edificações e menor o percentual de logradouros atendidos por redes de gás, maior o percentual de realização de viagens coletivas.

Desta forma, uma hipótese plausível é de que regiões com edificações menores há maior adesão ao transporte público. Por outro lado, no que tange a existência de rede de gás, novamente não há nexos em menor presença de rede de gás e adoção do transporte público. Entretanto, assumindo que o indicador renda possa estar associado a tais fatores, é possível indicar a necessidade de estudos complementares sobre a hipótese de que em regiões com menor renda domiciliar possa haver maior adesão ao transporte público.

A Figura 57: Indicador percentual de imóveis com acesso adequado a equipamentos culturais. A Figura 58 apresenta o indicador percentual de viagens em modos coletivos para cada uma das regionais da cidade.

Figura 58: Indicador percentual de viagens em modos coletivos.

ODS-11-I07 Percentual de viagens em modos não motorizados (bicicleta e a pé) em relação ao total de viagens (todos os modos) (em %)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Correlações fortes positivas foram percebidas entre o indicador analisado e o número de economias por imóvel e a fração ideal média. Desta forma, uma hipótese é de que há maior adesão a viagens coletivas em regiões menos verticalizadas. Por

outro lado, o presente indicador foi fortemente correlacionado de forma negativa aos parâmetros (i) Área média de projeção das edificações (m^2) e, (ii) Percentual de logradouro com rede de gás (%). Assim, outra hipótese que pode ser formulada é que quanto menor a área média das edificações e menor a infraestrutura da região maior é a adesão a viagens de modo coletivo. Destaca-se que as hipóteses formuladas, com base nos dados e nas correlações estabelecidas entre parâmetros e indicadores, buscaram identificar relações de causa e efeito. Entretanto, carecem de estudos complementares para sua efetiva confirmação. Podem ainda ser válidas para a cidade de Belo Horizonte, mas não se aplicar a outras cidades.

5. CONCLUSÕES

Os estudos que se dedicam a conhecer melhor o ambiente urbano e o funcionamento das cidades são ferramentas importantes que podem contribuir e impactar positivamente a vida de grande parte das pessoas. Neste sentido, o levantamento georreferenciado da infraestrutura urbana é imprescindível para possibilitar a análise do desempenho e a efetividade de políticas públicas elaboradas pela administração das cidades.

O presente trabalho consistiu em analisar parte dos indicadores e dos parâmetros urbanos da cidade de Belo Horizonte. Um trabalho de mapeamento de dados abertos da cidade foi realizado e, posteriormente, foi possível tratá-los e organizá-los. Os dados utilizados são provenientes de bases federal, estadual, mas sobretudo municipal. Os dados relacionados aos principais parâmetros urbanos foram consolidados e analisados, em um primeiro momento, por meio da observação visual de mapas, gráficos e tabelas obtidos da consolidação dos parâmetros.

Na sequência os indicadores urbanos foram correlacionados com os parâmetros selecionados afim de se identificar quais destes parâmetros seriam mais relevantes e exerceriam maior influência no desempenho dos indicadores. Neste sentido, por meio da correlação entre estes dois grupos de variáveis foi possível realizar a análise de 62 indicadores e 194 parâmetros urbanos regionalizados.

Todos os indicadores disponíveis e que apresentaram resultados publicados de forma regionalizada foram utilizados. Os parâmetros foram selecionados de acordo com as lacunas e prioridades identificadas em diagnóstico previamente elaborado com base em diretrizes contidas nas normas ISO 37.122/2020 ISO 37.101/2017 e ISO 37.123/2021, por meio do qual foram analisados os projetos e ações previstas no Plano Plurianual de Ações Governamentais do município. Neste sentido, foram priorizados os parâmetros urbanos relacionados ao uso e ocupação do solo, equipamentos para prestação de serviços públicos, mobilidade, infraestrutura, áreas de preservação e de permeabilidade, bem como de atividades econômicas, renda, demografia, meio ambiente, levantamentos de áreas expostas à riscos de hidrogeológicos e de calamidade pública.

Por meio da listagem e organização destes parâmetros foi viável, em um segundo momento, correlacioná-los a indicadores e identificar aqueles que podem ser priorizados em estudos focados na melhoria e implantação de políticas públicas.

Assim, 12.028 coeficientes de correlação entre os indicadores e parâmetros urbanos foram calculados. Dentre estes coeficientes foram analisados aqueles que indicaram forte correlação (positiva ou negativa), ou seja, superior a 0,8 e inferior a -0,8.

Desta forma, foi possível identificar os parâmetros urbanos que possuem maior correlação com o grupo de indicadores estudado, sendo estes relacionados principalmente a:

- Verticalização / porte das edificações (altura, área e fração ideal);
- Atendimento por infraestrutura urbana e serviços públicos;
- Número de economias por imóvel;
- Idade de urbanização das regiões da cidade;
- Renda domiciliar e;
- Presença de riscos hidrogeológicos.

A pesquisa permitiu identificar um conjunto de parâmetros urbanos que exerce influência relevante nos indicadores analisados. Para tanto, a elaboração de um modelo digital georreferenciado, alimentado por meio de bases de dados abertos e com o uso de *software* do tipo *WebGIS*, foi fundamental, pois viabilizou as análises. Tal tratamento e organização dos dados permitiu elaborar a correlação de um número elevado de variáveis viabilizando uma análise mais ágil e ampla do que comparações visuais. Entretanto foi necessário recorrer a informações complementares (mapas, gráficos e tabelas) para melhor entendimento da relação entre as variáveis.

Adicionalmente, evidenciou-se a grande importância e utilidade dos dados abertos. Espera-se que em um futuro próximo, com a disseminação contínua de tecnologias colaborativas e a consolidação da rede de *internet* 5G, dados abertos, coletados em tempo real e em diversas partes do ambiente urbano, possam viabilizar mais conhecimento acerca da dinâmica das cidades. Além disso, tais dados poderão ser utilizados para a tomada de decisões e intervenções mais ágeis, assertivas e inteligentes por parte do poder público.

Destaca-se que as informações obtidas e organizadas para realização das análises, bem como o método utilizado para correlacionar parâmetros e indicadores, podem ser adaptados para uso em outras pesquisas. Assim, o trabalho também apresenta como contribuição, a metodologia utilizada para correlação entre

indicadores e parâmetros. As camadas e as planilhas foram disponibilizadas por meio de *link* indicado junto aos Apêndices deste trabalho.

Ressalta-se ainda que os resultados obtidos poderiam ter sido diferentes ou mais abrangentes e completos caso fosse possível incorporar mais parâmetros e indicadores regionalizados. Problemas crônicos das grandes cidades, como por exemplo aqueles relacionados a intensidade do tráfego de veículos, não apresentaram correlação forte com nenhum dos indicadores regionalizados disponíveis, possivelmente em função do recorte de dados utilizado.

Ainda assim, foi possível alcançar o objetivo geral formulado para a pesquisa, destacando parâmetros que possam exercer influência frente aos indicadores da cidade analisada e que possam contribuir para sua evolução enquanto cidade inteligente e sustentável. Desta forma tem-se que os aspectos relacionados ao porte (área, altura e fração ideal), idade (tombamento) e uso (número de economias e habitantes) das edificações, além da infraestrutura urbana e da presença de riscos hidrogeológicos foram os parâmetros com maior número de correlações fortes com os indicadores urbanos. Tendo em vista os parâmetros destacados, sugere-se que a prefeitura possa priorizar estudos que visem entender melhor sua interação com os indicadores urbanos. Ressalta-se que intervenções com foco nestes parâmetros demandam intervenções e mudanças em políticas públicas que devem ser planejadas a longo prazo. Neste sentido, estudos relacionados a propostas de novos zoneamentos da cidade, pensados para balancear a distribuição, o porte e o uso das edificações podem contribuir com a melhoria do desempenho de indicadores analisados e, conseqüentemente, com o processo de evolução para uma cidade mais sustentável e inteligente.

Além das análises e pontos abordados na pesquisa, trabalhos futuros podem ser desenvolvidos a partir das informações coletadas. Dentre estes podem ser sugeridos:

- Estudo comparativo do desempenho de indicadores de cidades da região metropolitana de Belo Horizonte;
- Estudo comparativo do desempenho de indicadores frente a outras capitais brasileiras;
- Análise histórica do desenvolvimento da infraestrutura urbana e da evolução dos indicadores;
- Regionalizar e analisar o desempenho de outros indicadores, analisando sua correlação com os parâmetros urbanos;

- Estudo conjunto por meio de parcerias e convênios com concessionárias de serviços públicos e empresas da iniciativa privada que possam ceder dados e informações sobre a operações realizadas na cidade.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR ISO 37.101 Desenvolvimento sustentável de comunidades — Sistema de gestão para desenvolvimento sustentável — Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 2017.
- ABNT. **NBR ISO 37.120 Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida**. Rio de Janeiro, 2021a.
- ABNT. **NBR ISO 37.122 Cidades e comunidades sustentáveis — Indicadores para cidades inteligentes**. Rio de Janeiro, 2020.
- ABNT. **NBR ISO 37.123 Cidades e comunidades sustentáveis - Indicadores para cidades resilientes**. Rio de Janeiro, 2021b.
- ADACHI, S. A.; KIMURA, F.; KUSAKA, Hiroyuki; DUDA, Michael G.; YAMAGATA, Yoshiki; SEYA, Hajime; NAKAMICHI, Kumiko; AOYAGI, Toshinori. Moderation of summertime heat island phenomena via modification of the Urban form in the Tokyo metropolitan area. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, [s. l.], v. 53, n. 8, p. 1886–1900, 2014.
- AHVENNIEMI, Hannele; HUOVILA, Aapo; PINTO-SEPPÄ, Isabel; AIRAKSINEN, Miimu. What are the differences between sustainable and smart cities? **Cities**, [s. l.], v. 60, p. 234–245, 2017.
- ANTHOPOULOS, Leonidas. Smart utopia VS smart reality: Learning by experience from 10 smart city cases. **Cities**, [s. l.], v. 63, p. 128–148, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2016.10.005>.
- ARCURI, N.; RUGGIERO, Manuela; ZINNO, Raffaele. Automated valuation methods through the cost approach in a BIM and GIS integration framework for smart city appraisals. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 12, n. 18, 2020.
- BENAMROU, Badr; BENAHMED, Mohamed; ABDES-SAMED, Bernoussi; OUARDOUZ, Mustapha. Ranking models of smart cities. **Colloquium in Information Science and Technology, CIST**, [s. l.], v. 0, p. 872–879, 2016.
- BHATTACHARYA, D.; PAINHO, M. SMART CITIES INTELLIGENCE SYSTEM (SMACiSYS) INTEGRATING SENSOR WEB with SPATIAL DATA INFRASTRUCTURES (SENSDI). **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, [s. l.], v. 4, n. 4W3, p. 21–28, 2017.
- BH GEO. **BH GEO**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhgeo>. Acesso em: 14 dez. 2022.
- BH GEO. **BH Map**. [S. l.], 2021. Disponível em: <http://bhmap.pbh.gov.br/>. Acesso em: 4 jul. 2021.
- BIBRI, Simon Elias. **Data-driven smart eco-cities and sustainable integrated districts: A best-evidence synthesis approach to an extensive literature review**. [S. l.]: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2021.
- BORGES, K. A. V., FARIA, T. S., REZENDE, L. N., & SILVEIRA, M. L. Infraestrutura de dados espaciais de Belo Horizonte – a caminho de uma cidade inteligente. **Fonte (pp. 107–119)**, [s. l.], v. 19, 2018.

CASELLA, V.; FRANZINI, M.; DE LOTTO, R. Geomatics for smart cities: Obtaining the urban planning baf index from existing digital maps. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives**, [s. l.], v. 41, n. July, p. 689–694, 2016.

CHAMOSO, Pablo; GONZÁLEZ-BRIONES, Alfonso; RODRÍGUEZ, Sara; CORCHADO, Juan. Tendencies of Technologies and Platforms in Smart Cities: A State-of-the-Art Review. **Wireless Communications and Mobile Computing**, [s. l.], v. 2018, 2018.

DIAS, Marcos A. B.; DOMINGUES, Rosa M. S. M.; PEREIRA, Ana Paula Esteves; FONSECA, Sandra C. G.; GAMA, Silvana G. N.; FILHA, Mariza M. T.; BITTENCOURT, Sonia D. A.; ROCHA, Penha M. M.; SCHILITZ, Arthur O. C.; LEAL, Maria C. Trajetória das mulheres na definição pelo parto cesáreo: estudo de caso em duas unidades do sistema de saúde suplementar do estado do Rio de Janeiro. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 13, p. 1521–1534, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63013514>.

DEVORE, Jay L. **PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA PARA ENGENHARIA E CIÊNCIAS**. [S. l.]: Cengage Learning Edições Ltda, 2010.

DOLD, Juergen; GROOPMAN, Jessica. The future of geospatial intelligence. **Geo-Spatial Information Science**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 151–162, 2017.

SANTOS, Reinaldo O.; FONSECA, Diego F.; NASCIMENTO, Júlia de C.; TOLENTINO, Nina F.; FERREIRA, Rodrigo N.; PAULO, Gustavo L.; ROCHA, Jussara da S. **Relatório Geral sobre o Cálculo do Índice de Qualidade de Vida Urbana de Belo Horizonte para 2016**. [S. l.: s. n.], 2018. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/planejamento/relatorio_iqvu_2016_publicacao-versaoweb-1_0.pdf. Acesso em: 31 out. 2022.

FAISAL-CURY, Alexandre; MENEZES, Paulo Rossi. Fatores associados à preferência por cesareana. **Revista de Saúde Pública**, [s. l.], v. 40, n. Rev. Saúde Pública, 2006 40(2), 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102006000200007>.

FALTEJSEK, Michal; KOCUROVA, Petra. Geographical information systems and monitoring of climatic conditions in cities. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, [s. l.], v. 444, n. 1, 2020.

FERNÁNDEZ MONIZ, Pablo; ALMEIDA, Jaisiel S.; PINOB, Agustín T.; RIVERO, José P. S. A GIS-based solution for urban water management. **Water International**, [s. l.], v. 45, n. 6, p. 660–677, 2020.

FERRARIS, Alberto; BELYAEVA, Zhanna; BRESCIANI, Stefano. The role of universities in the Smart City innovation: Multistakeholder integration and engagement perspectives. **Journal of Business Research**, [s. l.], v. 119, n. December 2018, p. 163–171, 2020.

FRAGA-LAMAS, Paula; FERNÁNDEZ-CARAMÉS, Tiago M.; CASTEDO, Luis. Towards the internet of smart trains: A review on industrial IoT-connected railways. **Sensors (Switzerland)**, [s. l.], v. 17, n. 6, 2017.

GORIČKI, M.; POSLONČEC-PETRIĆ, V.; FRANGEŠ, S.; BAČIĆ, Ž. Analysis of solar potential of roofs based on digital surface model. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives**, [s. l.], v. 42, n. 4W3, p. 37–41, 2017.

GUIMAR, Carlos Alberto; SZPIZ, Helga. IBGE estima população do país em 211,8 milhões de habitantes. **Agência de Notícias | IBGE**, [s. l.], v. 1410, p. 6–11, 2020.

GUNEY, C. Rethinking GIS towards the vision of smart cities through CityGML. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives**, [s. l.], v. 42, n. 2W1, p. 121–129, 2016.

HÄMÄLÄINEN, Mervi. A Framework for a Smart City Design: Digital Transformation in the Helsinki Smart City. **Contributions to Management Science**, [s. l.], n. September 2019, p. 63–86, 2020.

IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios 1999-2013**. [S. l.: s. n.], 2016.

IEDE-MG. **IEDE-MG**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://iede.fjp.mg.gov.br/>. Acesso em: 30 set. 2022.

INDE. **Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais**. [S. l.], 2022.

INDE. Introdução à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. [s. l.], 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Área Territorial**. [S. l.: s. n.], 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **População estimada**. [S. l.: s. n.], 2020.

JESUS, Cláudio Roberto de. **A beleza da margem, à margem da beleza: a construção do espaço público em Belo Horizonte**. [S. l.: s. n.], 2014.

JULIN, A.; JAALAMA, K.; VIRTANEN, J.; POULKE, M.; YLIPULLI, J.; VAAJA, M.; HYYPPÄ, J.; HYYPPÄ, H. Characterizing 3d city modeling projects: Towards a harmonized interoperable system. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, [s. l.], v. 7, n. 2, 2018.

KANKAALA, Kari; VEHLÄINEN, Maarit; MATILAINEN, Pellervo; VÄLIMÄKI, Pauli. Smart city actions to support sustainable city development. **Techne**, [s. l.], v. SpecialSer, n. 01, p. 108–114, 2018.

KYBA, C.; RUBY, A.; KUECHLY, H.; KINZEY, B.; MILLER, N.; SANDERS, J.; BARENTINE, J.; KLEINODT, R.; ESPEY, B. Direct measurement of the contribution of street lighting to satellite observations of nighttime light emissions from urban areas. **Lighting Research and Technology**, [s. l.], v. 53, n. 3, p. 189–211, 2021.

LEÃO, M.R.C.; RIESCO, M.L.G.; SCHNECK, C.A.; ANGELO, M. Reflexões sobre o excesso de cesarianas no Brasil e a autonomia das mulheres. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 18, n. Ciênc. saúde coletiva, 2013 18(8), 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232013000800024>.

ZHIHAN, Lv; XIAOMING, Li; WEIXI, Wang; BAOYUN, Zhang; JINXING, Hu; SHENGZHONG, Feng. Government affairs service platform for smart city. **Future Generation Computer Systems**, [s. l.], v. 81, p. 443–451, 2018.

MOUSAVI, Mirrasoul J.; MCGRILL, Tony; VARADAN, Siri. Monitoring and diagnostics. **Smart Grids: Advanced Technologies and Solutions, Second Edition**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 385–395, 2017.

MURSHED, S.M.; AL-HYARI, A.M.; WENDEL, J.; ANSART, L. Design and implementation of a 4D web application for analytical visualization of smart city applications. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, [s. l.], v. 7, n. 7, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. [S. l.: s. n.], 2016.

PARLINA, Anne; RAMLI, Kalamullah; MURFI, Hendri. Exposing emerging trends in smart sustainable city research using deep autoencoders-based fuzzy c-means. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 13, n. 5, p. 1–28, 2021.

PERSAI, Prashant; KATIYAR, Sunil Kumar. Development of Information Evaluation System for Smart City Planning Using Geoinformatics Techniques. **Journal of the Indian Society of Remote Sensing**, [s. l.], v. 46, n. 11, p. 1881–1891, 2018.

PMBH. **Planejamento e Orçamento - Indicadores ODS**. [S. l.], 2021a. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/planejamento/planejamento-e-orcamento/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/indicadores-ods>. Acesso em: 26 jun. 2021.

PMBH. **Plano Diretor de Belo Horizonte**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/politica-urbana/planejamento-urbano/plano-diretor/plano-diretor-em-vigor>. Acesso em: 20 nov. 2020.

PMBH. **Portal BHGEO**. [S. l.], 2021b. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/bhgeo/institucional>. Acesso em: 4 jul. 2021.

PMBH. **PPAG (2018-2021) Anexo 4 - Relatório Sintético de Programas por ODS**. Belo Horizonte: [s. n.], 2021c.

PMBH. **PPAG (2018-2021) Anexo 6 - Relatório de Metas Físicas por Programa e Ação**. Belo Horizonte: [s. n.], 2021d.

PMBH. **PPAG (2018-2021) Anexo 7 - Relatório Financeiro por Programa e Ação**. Belo Horizonte: [s. n.], 2021e.

PMBH. PPAG (2018-2021) Plano Plurianual de Ação Governamental - Revisão 2021. [s. l.], p. 1–1161, 2021f. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/transparencia/contas-publicas/plano-plurianual-ppag/ppag-2018-2021>.

PMBH; MILÊNIO, Observatório do. **Relatório de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de Belo Horizonte 2020**. Belo Horizonte: [s. n.], 2020.

POSLONEC-PETRI, V.; VUKOVI, V.; FRANGEŠ, S. Voluntary Noise Mapping For Smart City. **ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, [s. l.], v. 4, n. 4W1, p. 131–137, 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE - PBH. Indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS - Conjuntos de dados - Portal de Dados Abertos. [s. l.], Disponível em: <https://dados.pbh.gov.br/dataset/indicadores-dos-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods>. Acesso em: 6 nov. 2022.

PRODABEL. Apostila QGIS (nível básico). [s. l.], 2018.

RAMLEE, S.; RAZAK, N. A.; UJANG, U.; SALLEH, S. M.; AZRI, S.; CHOON, T. L.

Towards 3D Smart Campus Via 3D City Modelling. **International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives**, [s. l.], v. 42, n. 4/W16, p. 523–526, 2019.

ROMA, Júlio César. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e sua transição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Ciência e Cultura**, [s. l.], v. 71, n. 1, p. 33–39, 2019.

SANTOS, André F.C.R.; GOSLING, Marlusa; COELHO, Mariana. CONSUMER BEHAVIOR: GAS USE OF ACCEPTANCE NATURAL IN THE RESIDENTIAL SEGMENT OF BELO HORIZONTE. **Nucleus**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 267–284, 2015.

SEJATI, A. W.; BUCHORI, I.; RUDIARTO, I.; SILVER, C.; SULISTYO, K. Open-source web GIS framework in monitoring urban land use planning: Participatory solutions for developing countries. **Journal of Urban and Regional Analysis**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 19–34, 2020.

STADLER, Reinhold Lehel. Icts As a Tool To Increase the Attractiveness of Public Spaces / Ikt Kaip Viešųjų Erdvių Patrauklumo Didinimo Priemonė. **Mokslas - Lietuvos ateitis**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 216–228, 2013.

TAKIYA, H.; NEGREIROS, I.; YAMAMURA, C.L.K.; QUINTANILHA, J.A. Application of Open Government Data to Sustainable City Indicators: A Megacity Case Study. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 14, n. 14, 2022.

TAN, Si Ying; TAEIHAGH, Araz. Smart city governance in developing countries: A systematic literature review. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 12, n. 3, 2020.

TARIQ, Muhammad Atiq Ur Rehman; HUSSEIN, Maha; MUTTIL, Nitin. Smart city ranking system: A supporting tool to manage migration trends for Australian cities. **Infrastructures**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 1–28, 2021.

TIKE; OSF. **Official Statistics of Finland**. [S. l.: s. n.], 2014.

TRAVIS, Charles. GeoHumanities, GIScience and Smart City Lifeworld approaches to geography and the new human condition. **Global and Planetary Change**, [s. l.], v. 156, p. 147–154, 2017.

VANOLO, Alberto. Smartmentality: The Smart City as Disciplinary Strategy. **Urban Studies**, [s. l.], v. 51, n. 5, p. 883–898, 2014.

VILELA, Nice Marçal. **Hipercentro de Belo Horizonte - Movimentos e Transformações Espaciais Recentes**. 2006. 170 f. - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), [s. l.], 2006.

WILSON, Bev; CHAKRABORTY, Arnab. Planning Smart(er) Cities: The Promise of Civic Technology. **Journal of Urban Technology**, [s. l.], v. 26, n. 4, p. 29–51, 2019.

YAMAMURA, S.; FAN, L.; SUZUKI, Y. A Proposal of comprehensive urban infrastructure planning model for smart city planning with GIS and 3D modelling - Case study in urban area of Tokyo. *Em:* , 2017. **Proceedings of 33rd PLEA International Conference: Design to Thrive, PLEA 2017**. [S. l.: s. n.], 2017. p. 1462–1469.

YIGITCANLAR, T.; KAMRUZZAMAN, M.; BUYS, L.; IOPPOLO G.; SABATINI-MARQUES, J.; COSTA, E. M.; YUN, J.H.J. Understanding ‘smart cities’: Intertwining development drivers with

desired outcomes in a multidimensional framework. **Cities**, [s. l.], v. 81, n. November 2017, p. 145–160, 2018.

YIGITCANLAR, Tan; KAMRUZZAMAN, Md. Does smart city policy lead to sustainability of cities? **Land Use Policy**, [s. l.], v. 73, n. November 2017, p. 49–58, 2018.

ZANELLA, A.; BUI, N.; CASTELLANI, A.; VANGELISTA, L.; ZORZI, M. Internet of things for smart cities. **IEEE Internet of Things Journal**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 22–32, 2014.

ZYGIARIS, Sotiris. Smart City Reference Model: Assisting Planners to Conceptualize the Building of Smart City Innovation Ecosystems. **Journal of the Knowledge Economy**, [s. l.], v. 4, n. 2, p. 217–231, 2013.

ANEXOS E APÊNDICES

ANEXO A. CAMADAS BHMAP E ARQUIVOS ELETRÔNICOS

LISTA DE CAMADAS BHMAP (PMBH, 2021b)(PMBH, 2021b)(PMBH, 2021b)(PMBH, 2021b)(PMBH, 2021b)(PMBH, 2021b)(PMBH, 2021b)(PMBH, 2021b)(PMBH, 2021b)(PMBH, 2021b)(PMBH, 2021b)

1 Acesso Gratuito Internet	9.8	Jurisdição Escolar Ens. Inf. Creche	14.2	Mancha Urbana 1935	19.3	ADE de Interesse Ambiental	22.4	Bacia Hidrográfica Elementar	27.2	Área de Abrangência Saúde
1.1 Área Pública com Wifi	9.9	Jurisdição Escolar Ensino Fundamental	14.3	Mancha Urbana 1950	19.4	AEIS de Interesse Ambiental	22.5	Brejo	27.3	Centro de Saúde
1.2 Equipamento Público com Wifi	9.10	Jurisdição Escolar Ensino Infantil	14.4	Mancha Urbana 1977	19.5	Centralidade Local Classificação Viária	22.6	Centro de Vivencia Agroecológica – CEVAE	27.4	Centros de Especialidades
2 Administração Pública	9.11	Limite Município	14.5	Mancha Urbana 1999	19.6	Coefficiente de Aproveitamento Básico de Tran	22.7	Curso D'água	27.5	Distrito Sanitário
2.1 BH Resolve	9.12	Município RMBH	14.6	Mancha Urbana 2007	19.7	Conexão Verde	22.8	Lagoa	27.6	Hospitais
2.2 Sede Regional	9.13	Regional	14.7	Mancha Urbana 2018	19.8	Conexão de Fundo de Vale	22.9	Nascente	27.7	IVS Índice de Vulnerabilidade da Saúde
3 Articulação	9.14	Sector Censitário 2010	15 Fotografia Aérea		19.9	Operação Urbana	22.10	Parques Municipais	27.8	Saúde Mental
3.1 Articulação 1:1000	9.15	Território CRAS	15.1	Área Restrição Voo Drone	19.10	Permissividade Especifica Belvedere II	22.11	Represa Sub-bacia Hidrográfica	27.9	Serviços Distritais
3.2 Articulação - Planta de 1942	9.16	Território de Gestão Compartilhada	15.2	Imagem de Satélite 2005	19.11	Permissividade Especifica de Uso	22.12	Unidade de Conservação Ambiental	27.10	Unidade de Pronto Atendimento
3.3 Articulação - Planta de 1953	9.17	Território de Gestão de Fiscalização	15.3	Imagem de Satélite 2012	19.12	Permissividade Geral de Uso	22.13	Vulnerabilidade 2016	27.11	Zoonoses
3.4 Articulação 1:2000	9.18	Unidade de Planejamento	15.4	Imagem de Satélite 2013	19.13	Projeto Viário Prioritário	22.14	Vulnerabilidade 2030	28 Tecnologia da Informação	
3.5 Articulação 1:5000	10 Educação		15.5	Imagem de Satélite 2016	19.14	Recuo de Alinhamento	22.15	Vulnerabilidade Dengue 2030	28.1	Comércio de Equipamentos de Informática
4 Assistência Social	10.1	Creche Conveniada	15.6	Ortofoto 2007	19.15	Rede Ciclo viária - Anexo IX	22.16	Vulnerabilidade Deslizamento 2030	28.2	Fabricação de Equipamentos de Informática
4.1 CRAS - Centro de Ref. de Assist. Social	10.2	EMEI - Escola Munic. de Ensino Infantil	15.7	Ortofoto 2015	19.16	Rede Estruturante de Transporte Coletivo – Ane	22.17	Vulnerabilidade HotSpots 2016	28.3	Prestação de Serviços de Informação
4.2 CREAM - Centro de Ref. em Área de Risco	10.3	Escola Estadual	16 Habitação		19.17	Taxa de Permeabilidade do Solo (%)	22.18	Vulnerabilidade HotSpots 2030	28.4	Reparação e Manutenção de Equipamentos
4.3 CREAS - Centro de Ref. Especializada de Assis	10.4	Escola Federal	16.1	Conjunto Habitacional	19.18	Zoneamento	22.19	Vulnerabilidade Inundação 2030	28.5	Serviços de Tecnologia de Informação
4.4 Rede de Assistência Social	10.5	Escola Municipal de Ensino Fundamental	16.2	Vila e Favela	20 Limpeza Urbana		22.20	Vulnerabilidade Ondas de Calor 2030	29 Transporte	
5 Atividades Econômicas	10.6	Escola Particular	17 Infraestrutura		20.1	Coleta de Resíduos	23 Necrópole		29.1	Circulação Viária
5.1 Atividades Econômicas	10.7	Escola de Ensino Superior	17.1	Trecho com Iluminação Pública	20.2	LEV - Local de Entrega Voluntária	23.1	Capela Velório	29.2	Estação de Metrô
5.2 Atividades Econômicas Autônomos	10.8	Jurisdição Escolar Ens. Inf. Creche	17.2	Trecho com Meio Fio	20.3	Ponto Verde	23.2	Cemitério Particular	29.3	Estação de Ônibus
5.3 Empresas de Outros Portes	10.9	Jurisdição Escolar Ensino Fundamental	17.3	Trecho com Pavimentação	20.4	URPV - Unid. Receb. Pequenos Volumes	23.3	Cemitério Público	29.4	Estacionamento Idoso Permanência Livre
5.4 Empresas de Pequeno Porte	10.10	Jurisdição Escolar Ensino Infantil	17.4	Trecho com Rede Água	21 Malha Urbana		24 Obras		29.5	Estacionamento Rotativo Idoso Parque das Ma
5.5 Micro Empresas	11 Endereçamento		17.5	Trecho com Rede Elétrica	21.1	Canteiro Central	24.1	Obras - Aguardando Ordem de Serviço	29.6	Estacionamento Rotativo Idoso Sábado
6 Centro Inclusão Digital	11.1	Endereçamento	17.6	Trecho com Rede Esgoto	21.2	Divisa Física	24.2	Obras - Concluídas	29.7	Estacionamento Rotativo Idoso Segunda e Sex
6.1 Centro de Inclusão Digital	12 Energia		17.7	Trecho com Rede Telefônica	21.3	Edificação Faixa de Rodagem Rodovia	24.3	Obras - Em Execução	29.8	Estacionamento Rotativo Parque das Mangabe
7 Cultura e Turismo	12.1	Linha de Transmissão Poste	18 Legislação Urbanística Revogada		21.4	Logradouro Lote Aprovado	24.4	Obras - Em Licitação	29.9	Estacionamento Rotativo Sábado
7.1 Atrativo Turístico	12.2	Subestação de Energia	18.1	ADE - Lei 7166-96	21.5	Lote CTM	25 Patrimônio Cultural		29.10	Estacionamento Rotativo Segunda a Sexta
7.2 Equipamento Cultural	12.3	Torre de Transmissão	18.2	AEIS - Lei 7166-96	21.6	Meio Fio Quadra	25.1	Área de Proteção Cultural	29.11	Ferrovia
8 Demografia	13 Esporte e Lazer		18.3	Classificação Viária - Lei 7166-96	21.7	Planta Aprovada	25.2	Bem Cultural Imaterial	29.12	Fiscalização Eletrônica
8.1 População Bairros 2010	13.1	Academia a Céu Aberto	18.4	Operação Urbana - Lei 7166-96	21.8	Praça	25.3	Bem Cultural Imóvel	29.13	Helponto
9 Divisão Territorial	13.2	Campo de Futebol	18.5	Permissividade Especifica de Uso - Áreas - Lei	21.9	Quadra CTM	25.4	Bem Cultural Urbanístico	29.14	Metro
9.1 Área de Abrangência	13.3	Campo de Futebol Society	18.6	Permissividade Especifica de Uso - Trecho – Lei	21.10	Trecho Logradouro	26 Planialtimétrico		29.15	No Circulação Viário
9.2 Saúde Área de Ponderação	13.4	Ginásio	18.7	Permissividade Geral de Uso - Lei 7166/96	21.11	Trevo	26.1	Curva de Nível 5 Metros	29.16	Pista Aeroporto
9.3 Censo 2010	13.5	Pista de Skate	18.8	Projeto Viário Prioritário - Lei 7166-96	21.12	Viaduto - Passarela - Ponte - Túnel – Trincheira	26.2	Declividade Trecho Logradouro	29.17	Ponto de Ônibus
9.4 Bairro Oficial	13.6	Quadra Esportiva	18.9	Zoneamento - Lei 7166-96	22 Meio Ambiente		26.3	Rede Munic. Referência Cadastral	29.18	Rede Prioritária de Ônibus Implantada
9.5 Bairro Popular	13.7	Quadra Poliesportiva	19 Legislação Urbanística Vigente		22.1	Área de Preservação Permanente	26.4	Sondagem Geotécnica	29.19	Rede Prioritária de Ônibus Planejada
9.6 Circunscrição Cartorial	14 Evolução da Mancha Urbana		19.1	ADE	22.2	Área de Risco de Inundação	27 Saúde		29.20	Rota Cicloviária
9.7 Registro de Imóveis	14.1	Mancha Urbana 1918	19.2	ADE Setores	22.3	Bacia Hidrográfica	27.1	Academia da Cidade	29.21	Sinalização Semaforica
									30 Uso e Ocupação Territorial	
									30.1	Tipologia Uso e Ocupação Lote (2017)

ARQUIVOS ELETRÔNICOS: PLANILHAS E CAMADAS

- Camadas georreferenciadas editadas em formato .shp contendo os parâmetros utilizados.
- Planilhas eletrônicas em formato .xls contendo a planilha de correlação e os dados organizados de parâmetros e indicadores.

Disponíveis para acesso em:

https://terabox.com/s/1TuJr9mX7AnL_wvdYdDrj1Q